



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113678043 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 30

(21) 申请号 202080024440.4

(22) 申请日 2020.01.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113678043 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(30) 优先权数据
1901267 2019.02.08 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.26

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2020/050045 2020.01.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/161405 FR 2020.08.13

(73) 专利权人 空客防务与空间有限公司
地址 法国图卢兹

(72) 发明人 杰雷米·休林 保尔·伯索

(74) 专利代理机构 北京国昊天诚知识产权代理有限公司 11315
专利代理师 南霆 李有财

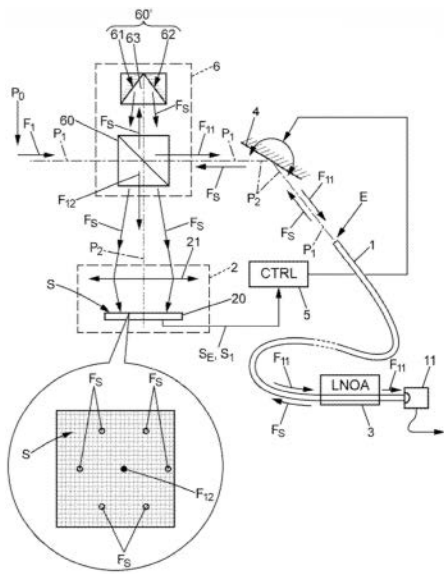
(51) Int.Cl.
G02B 6/42 (2006.01)
H04B 10/118 (2006.01)

(56) 对比文件
FR 2535857 A1, 1984.05.11
US 2010158536 A1, 2010.06.24
审查员 严辉

权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称
辐射射束到光纤中的注入

(57) 摘要
用于有用辐射射束到光纤 (1) 中的注入的系统, 其包括次级辐射源, 所述次级辐射源连接到所述光纤使得次级辐射射束 (F_S) 通过所述光纤的端部 (E) 离开。系统还包括用于使所述有用辐射射束 (F_{11}) 朝向所述光纤的端部偏离的可变偏离装置 (4)、识别所述次级辐射射束 (F_S) 的方向的光学检测组合件 (2), 以及用于取决于所述次级辐射射束的方向控制所述可变偏离装置 (4) 的注入控制器 (5)。次级辐射能够由来自用于放大有用辐射的激光放大器的放大自发发射组成。注入系统能够有利地在通过激光信号进行的光通信的终端中使用。



1. 用于将有用电磁辐射射束注入到光纤中的注入系统,其包括以下元件:

- 光纤 (1), 其中有用辐射射束 (F_1) 的至少第一部分 (F_{11}) 旨在导引到所述光纤的一个端部 (E) 上, 以将所述有用辐射射束的第一部分通过所述端部注入到所述光纤中;

- 光学入口 (P_0), 所述有用辐射射束 (F_1) 旨在通过所述光学入口进入注入系统;

- 第一光学路径 (P1), 其旨在朝向所述光纤的端部将所述光学入口 (P_0) 连接到所述光纤 (1) 的端部 (E);

- 光学检测组合件 (2), 其适合于识别由所述光学检测组合件接收的辐射射束的方向;

- 第二光学路径 (P2), 其朝向所述光学检测组合件将所述光纤 (1) 的端部 (E) 连接到所述光学检测组合件 (2);

- 次级辐射源, 其连接到所述光纤 (1) 使得次级辐射射束 (F_s) 经由所述光纤的端部 (E) 退出到所述第二光学路径 (P2) 中, 且使得所述光学检测组合件 (2) 产生识别所述次级辐射射束的原点的方向的至少一个第一检测信号 (S_E);

- 可变偏离装置 (4), 其布置于所述第一光学路径 (P1) 上以使所述有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 偏离;

- 注入控制器 (5), 其适合于取决于所述至少一个第一检测信号 (S_E) 控制所述可变偏离装置 (4), 使得由所述可变偏离装置偏离的有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 入射到所述光纤 (1) 的端部 (E) 上; 以及

- 光学路径的耦合装置 (6), 其被布置成使得所述第一光学路径 (P1) 和第二光学路径 (P2) 叠加在光学路径的耦合装置和所述光纤 (1) 的端部 (E) 之间, 其中光学路径的耦合装置适合于朝向所述光纤的端部传输所述有用辐射射束的第一部分 (F_{11}), 以及同时朝向所述光学检测组合件 (2) 传输所述次级辐射射束 (F_s),

其中所述可变偏离装置 (4) 布置于光学路径的耦合装置 (6) 和所述光纤 (1) 的端部 (E) 之间的所述第一光学路径 (P1) 和第二光学路径 (P2) 中, 使得所述可变偏离装置分别根据相关的对于所述有用辐射射束的第一部分和所述次级辐射射束有效的瞬时偏离, 同时使朝向所述光纤的端部传播的有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 和朝向所述光学检测组合件 (2) 传播的次级辐射射束 (F_s) 偏离,

且其中光学路径的耦合装置 (6) 进一步适合于朝向所述光学检测组合件 (2) 导引所述有用辐射射束的第二部分 (F_{12}), 使得所述光学检测组合件进一步产生识别所述有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 的方向的至少一个第二检测信号 (S_1),

且其中所述注入控制器 (5) 适合于控制所述可变偏离装置 (4) 以使所述有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 和所述次级辐射射束 (F_s) 在所述耦合装置 (6) 和所述可变偏离装置之间平行。

2. 根据权利要求1所述的注入系统, 其进一步包括激光放大器 (3), 其中所述激光放大器与所述光纤 (1) 相关联, 使得通过所述光纤的端部进入所述光纤的有用辐射射束的第一部分 (F_{11}) 传输到所述激光放大器,

其中所述激光放大器 (3) 被进一步调适成用于产生放大自发辐射, 且在所述光纤 (1) 中将所述放大自发辐射传输到所述光纤的端部 (E), 使得所述放大自发辐射的至少一部分构成所述次级辐射射束 (F_s), 所述激光放大器构成所述次级辐射源。

3. 根据权利要求1所述的注入系统, 其特征在于, 光学路径的耦合装置 (6) 包括辐射分

分离器(60)和反射器组合件(60'),其中所述辐射分离器被布置成用于朝向所述可变偏离装置(4)传输所述有用辐射射束的第一部分(F_{11}),以及用于同时朝向所述反射器组合件传输所述次级辐射射束(F_s),且再次用于在所述次级辐射射束(F_s)的至少一个部分由所述反射器组合件反射之后同时朝向所述光学检测组合件(2)传输所述次级辐射射束(F_s)的部分。

4.根据权利要求3所述的注入系统,其特征在于,所述反射器组合件(60')包括若干刚性连接的平面反射器。

5.根据权利要求4所述的注入系统,其特征在于,所述反射器组合件(60')包括被布置成形成三面体的三个平面镜(61、62、63),所述三面体的一个内部开口含有具有与所述三面体共享的顶点的立方体的角。

6.根据权利要求1所述的注入系统,其特征在于,所述光纤(1)为单模类型。

7.根据权利要求1所述的注入系统,其特征在于,所述可变偏离装置(4)包括沿着一条旋转轴或两条旋转轴定向的反射镜,其被布置成用于朝向所述光纤(1)的端部(E)反射所述有用辐射射束的第一部分(F_{11})并且同时朝向所述光学检测组合件(2)反射所述次级辐射射束(F_s)。

8.用于通过激光信号进行的光通信的终端(100),其包括:

-接收光学路径,其被布置成用于从在所述终端(100)外部的的外部源(200)接收第一激光信号;

-光学发射路径,其被布置成用于将第二激光信号传输到所述外部源(200);

-跟踪光学检测组合件,其被布置成用于接收所述第一激光信号的一部分;以及

-至少一个跟踪控制器(103、106),其适合于取决于由所述跟踪光学检测组合件识别的第一激光信号的接收方向调整所述终端(100)的发射方向或指向方向,

其特征在于,所述终端(100)包括满足根据前述权利要求中任一项所述的注入系统,其中所述第一激光信号形成所述有用辐射射束(F_1),其中所述第一光学路径(P1)和所述光纤(1)是所述接收光学路径的部分,且其中所述光纤被布置成用于将所述第一激光信号的至少一部分传输到接收光电检测器(11)。

9.根据权利要求8所述的终端(100),其特征在于,所述跟踪光学检测组合件构成所述注入系统的光学检测组合件(2),其中旨在用于跟踪功能的第一激光信号的一部分进一步形成由所述注入系统使用的有用辐射射束的第二部分(F_{12})。

10.根据权利要求8所述的终端(100),其特征在于,所述跟踪光学检测组合件包括矩阵图像传感器(20),其中所述矩阵图像传感器(20)具有感光表面(S),所述感光表面的一部分称为用于跟踪功能的有用区(ZU),其与所述终端的光学入口场吻合,使得所述用于跟踪功能的有用区的任一点对应于所述终端的入口光场内的接收方向,且所述感光表面的不属于所述用于跟踪功能的有用区(ZU)的任一点不对应于所述终端的任何接收方向,

其中所述耦合装置(6)包括辐射分离器(60)和反射器组合件(60'),其中所述辐射分离器被布置成用于朝向所述可变偏离装置(4)传输所述有用辐射射束的第一部分(F_{11}),以及用于同时朝向所述反射器组合件传输所述次级辐射射束(F_s),且再次用于在所述次级辐射射束(F_s)的至少一个部分由所述反射器组合件反射之后同时朝向所述光学检测组合件(2)传输所述次级辐射射束的部分,

所述反射器组合件(60')包括若干刚性连接的平面反射器,

且刚性连接的平面反射器被布置成使得所述次级辐射射束 (F_S) 在所述用于跟踪功能的有用区 (ZU) 的外部到达所述矩阵图像传感器 (20) 的感光表面 (S)。

11. 根据权利要求8所述的终端 (100), 其特征在于, 所述光学发射路径被布置成使得所述第二激光信号的一部分朝向跟踪光学检测系统传输, 使得所述跟踪光学检测组合件进一步产生识别所述终端的发射方向的至少一个第三检测信号 (S2)。

12. 根据权利要求10所述的终端 (100), 其特征在于, 所述耦合装置 (6) 包括辐射分离器 (60) 和反射器组合件 (60'), 其中所述辐射分离器被布置成用于朝向所述可变偏离装置 (4) 传输所述有用辐射射束的第一部分 (F_{11}), 以及用于同时朝向所述反射器组合件传输所述次级辐射射束 (F_S), 且再次用于在所述次级辐射射束 (F_S) 的至少一个部分由所述反射器组合件反射之后同时朝向所述光学检测组合件 (2) 传输所述次级辐射射束的部分,

所述反射器组合件 (60') 包括若干刚性连接的平面反射器,

且其中所述第二激光信号的部分由所述注入系统的光学路径的耦合装置 (6) 朝向所述跟踪光学检测组合件传输, 以除所述次级辐射射束 (F_S) 之外在所述用于跟踪功能的有用区 (ZU) 的外部到达所述矩阵图像传感器 (20) 的感光表面 (S)。

辐射射束到光纤中的注入

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于辐射射束(确切地说,激光束)到光纤中的注入的系统,及其在通过激光信号进行的光通信的终端中的使用。

背景技术

[0002] 许多光学应用需要将电磁辐射射束通过光纤的一个端部注入到光纤中。这需要使射束聚焦在光纤的端部上,同时消除或至少减小射束的焦点和光纤的端部之间可能存在的横向偏移。

[0003] 随着光纤的直径变得小于在自由空间中传播的辐射射束的直径(这是当光纤为单模类型时的情况),此对准要求变得更加苛刻。

[0004] 为了执行此对准,已经提出使用相机检视聚焦的射束在光纤的端部的平面中的冲击,且使用一装置来进行光纤的端部相对于射束的焦点的移位。然而,只要射束的焦点在光纤的端部外部,此端就不被照明,且因此在由相机提供的图像中不可见。因而有必要添加外部光源用于光纤的端部的照明,以使其在所捕获图像中与辐射射束同时可见。但此额外光源导致尺寸和成本增加,尽管其不直接参与使用辐射射束和光纤的装置的功能。

[0005] 最后,存在这样的情形:一些现象可能改变已经调整的辐射射束和光纤的端部之间的对准。此对准的部分或完全丢失的典型原因例如是整个系统的热变化。实际上,这些热变化可能导致光纤的端部和提供聚焦辐射射束的光学件之间的机械连接的维度变化。其它原因可能是机械扰动,尤其是振动。

[0006] 在通过激光信号进行的光通信的终端中,将所接收激光信号的射束注入到光纤中以导引到高速光电检测器。但所接收激光信号的射束的方向(例如,其在终端的焦平面中穿过此射束聚焦的位置出现)取决于针对通信序列调整的前向角而变化。实际上,对于进行中的通信会话,前向角取决于相对移位和相对于发射了所接收激光信号的外部电信终端的间距。此外,外部终端可在两个连续通信会话之间变化,使得前向角不再相同。前向角还可随着单个通信会话期间两个终端的相对移动而变化。因此有必要不断地调整所接收激光信号的射束的焦点和光纤的端部之间的对准。但是,当光通信终端加载于卫星上时,提供所接收激光信号的射束相对于光纤的端部的对准的系统必须除了轻且体积小外还具有低能耗。

[0007] 技术问题

[0008] 基于此情形,本发明的一个目的是提出一种用于调整辐射射束的焦点在一个光纤端上的位置的新系统,其很大程度上满足至少一些重量、尺寸、能耗和成本要求。

[0009] 本发明的额外目的是提供可在通过激光信号进行的光通信的终端内使用的这样的调整系统。

发明内容

[0010] 为了满足这些目的中的至少一个或其他目的,本发明的第一方面提出一种用于将有用电磁辐射射束注入到光纤中的系统,其包括以下元件:

[0011] -光纤,其中有用辐射射束的至少第一部分旨在导引到此光纤的一端上,以将有用辐射射束的第一部分通过光纤的端部注入到光纤中;

[0012] -光学入口,所述有用辐射射束旨在通过所述光学入口进入注入系统;

[0013] -第一光学路径,其旨在朝向光纤的端部将光学入口连接到光纤的端部;

[0014] -光学检测组合件,其适合于识别由此光学检测组合件接收的辐射射束的方向;

[0015] -第二光学路径,其朝向此光学检测组合件将光纤的端部连接到光学检测组合件;

[0016] -次级辐射源,其连接到光纤使得次级辐射射束经由光纤的端部退出到第二光学路径中,且使得光学检测组合件产生识别次级辐射射束的原点的方向的至少一个第一检测信号;

[0017] -可变偏离装置,其布置于第一光学路径上以偏离有用辐射射束的第一部分;以及

[0018] -注入控制器,其适合于取决于所述至少一个第一检测信号控制可变偏离装置,使得由可变偏离装置偏离的有用辐射射束的第一部分入射到光纤的端部上。

[0019] 因为在本发明的系统中使用以借助于光学检测组合件识别光纤的端部的位置的次级辐射通过经由光纤的端部退出而起源于此光纤,所以次级辐射不照射光纤的端部所处的焦平面的大部分。此次级辐射源因而可以是低功率且因此低体积的,具有低能耗和减小的重量。

[0020] 在本发明的特别有利的实施方案中,所述系统可进一步包括与光纤相关联的激光放大器,使得通过光纤的端部进入光纤的有用辐射射束的第一部分传输到激光放大器。激光放大器可以此方式放大通过光纤的端部进入光纤的有用辐射射束的第一部分。优选地,激光放大器自身可以光纤的形式制造,以减小整个系统的成本、尺寸和重量。

[0021] 接着,激光放大器可被进一步调适用于产生放大自发辐射且在光纤中将此放大自发辐射一直传输到光纤的端部。因此,放大自发辐射的至少一部分构成次级辐射,且激光放大器构成次级辐射源。因此,激光放大器具有放大由注入系统接收的有用辐射以及产生可用于使有用辐射射束的第一部分相对于光纤的端部对准的次级辐射的双重功能。以此方式,次级辐射源不再是特定地专用于对准功能的额外组件。因此实现重量、尺寸和成本的额外改进。

[0022] 通常,对于本发明,光纤可以是单模类型。显然,本发明还可以多模光纤实施,但那样的话辐射射束到光纤中的注入更容易。

[0023] 同样,通常,对于本发明,可变偏离装置可包括沿着一条旋转轴或两条旋转轴定向的反射镜,其被布置成用于同时朝向光纤的端部反射有用辐射射束的第一部分以及朝向光学检测组合件反射次级辐射射束。

[0024] 同样,通常,对于本发明,光学检测组合件可包括成像器和矩阵图像传感器的组合,被布置成用于将次级辐射射束或其至少一部分聚焦到矩阵图像传感器上。

[0025] 在本发明的优选实施例中,注入系统可进一步包括:

[0026] -光学路径的耦合装置,其被布置成使得第一和第二光学路径叠加在此耦合装置和光纤的端部之间,其中耦合装置适合于朝向光纤的端部传输有用辐射射束的第一部分,以及同时朝向光学检测组合件传输次级辐射射束。针对注入系统的这些配置,可变偏离装置布置于耦合装置和光纤的端部之间的第一和第二光学路径中,使得其同时使朝向光纤的端部传播的有用辐射射束的第一部分和朝向光学检测组合件传播的次级辐射射束偏离。其

产生的分别对于有用辐射射束的第一部分和次级辐射射束有效的射束的瞬时偏离是相关的。

[0027] 对于本发明的这些优选实施例,耦合装置可进一步适合于朝向光学检测组合件导引有用辐射射束的第二部分。因此,光学检测组合件可进一步产生识别有用辐射射束的第一部分的方向的至少一个第二检测信号。换句话说,光学检测组合件可用以确定有用辐射射束的方向和所述有用辐射射束将被导引到的光纤的端部的位置。因而,注入控制器可适于控制可变偏离装置以使有用辐射射束的第一部分和次级辐射射束在耦合装置和可变偏离装置之间平行。当它们平行时,有用辐射射束的第一部分入射到光纤的端部上。

[0028] 同样,对于本发明的优选实施例,耦合装置可包括辐射分离器,例如双棱镜分离器和反射器组合件。辐射分离器可接着被布置成用于朝向可变偏离装置传输有用辐射射束的第一部分,以及同时朝向反射器组合件传输次级辐射射束,且再次用于同时在次级辐射射束由反射器组合件反射之后朝向光学检测组合件传输次级辐射射束的至少一个部分。针对耦合装置的这些配置,反射器组合件可包括若干刚性连接的平面反射器。确切地说,其可包括被布置成形成三面体的三个平面镜,所述三面体的一个内部开口含有具有与所述三面体共享的顶点的立方体的角。反射器组合件的此配置用以控制有用辐射射束的第一部分相对于光纤的端部的对准,而无混淆由光学检测组合件同时产生但分别与有用辐射射束和次级辐射射束相关的检测信号的任何风险。确切地说,即使在有用辐射射束的第一部分和次级辐射射束叠加在辐射分离器和可变偏离装置之间时也避免此混淆。

[0029] 此外,本发明的第二方面提出一种通过激光信号进行的光通信的终端,其包括:

[0030] -接收光学路径,其被布置成用于从终端外部的源接收第一激光信号;

[0031] -光学发射路径,其被布置成用于将第二激光信号传输到此外部源;

[0032] -跟踪光学检测组合件,其被布置成用于接收第一激光信号的一部分;以及

[0033] -至少一个跟踪控制器,其适合于取决于由跟踪光学检测组合件识别的第一激光信号的接收方向调整终端的发射方向或指向方向。

[0034] 根据本发明,所述终端包括满足本发明的第一方面的注入系统,其中第一激光信号形成有用辐射射束,其中第一光学路径和光纤是接收光学路径的部分,且其中光纤被布置成用于将第一激光信号的至少一部分传输到接收光电检测器。

[0035] 有利的是,光通信终端的注入系统可具有上文列举的优选实施例中的一个,其中光学检测组合件用以识别有用辐射射束的方向和光纤的端部的位置两者。在光通信终端内,跟踪光学检测组合件可接着构成注入系统的光学检测组合件、第一激光信号的旨在用于跟踪功能的部分进一步形成由注入系统使用的有用辐射射束的第二部分。

[0036] 跟踪光学检测组合件可包括具有感光表面的矩阵图像传感器,其中此感光表面的一部分称为用于跟踪功能的有用区,其与终端的光学入口场耦合,使得用于跟踪功能的有用区的任一点对应于终端的入口光场内的接收方向,且感光表面的不属于用于跟踪功能的有用区的任一点不对应于终端的任何接收方向。接着,耦合装置可实施辐射分离器和若干刚性连接的平面反射器,这些平面反射器被布置成使得次级辐射射束在用于跟踪功能的有用区的外部到达矩阵图像传感器的感光表面上。

[0037] 有可能,发射光学路径可布置成使得第二激光信号的一部分朝向跟踪光学检测系统传输,使得此跟踪光学检测组合件进一步产生识别终端的发射方向的至少一个第三检测

信号。以此方式,此光学检测组合件可具有以下三个功能:

[0038] -控制光通信终端的发射方向;

[0039] -控制所接收激光信号的射束相对于光纤的端部的对准;以及

[0040] -跟踪所接收光学信号。

[0041] 在此情况下,且同样,如果耦合装置实施辐射分离器和若干刚性连接的平面反射器,则第二激光信号的一部分可由注入系统的耦合装置朝向跟踪光学检测组合件传输,以除第二辐射射束之外在用于跟踪功能的有用区的外部到达矩阵图像传感器的感光表面上。因此,矩阵图像传感器的用于跟踪功能的有用区可专门地专用于检测第一激光信号的接收方向,然而也同时利用同一光学检测组合件提供先前提及的两个其它功能:控制所接收激光信号的对准-即第一激光信号相对于光纤的端部,以及控制光通信终端相对于此终端的光轴的发射方向。

附图说明

[0042] 在参考附图提供的非限制性实施方案实例的以下详细描述中将更清楚地了解本发明的特征和优点,附图中:

[0043] 图1是满足本发明的用于射束到光纤中的注入的系统的光学图;

[0044] 图2是可以在来自图1的注入系统中使用的反射器组合件的透视图;以及

[0045] 图3是满足本发明的通过激光信号进行的光通信的终端的光学图。

具体实施方式

[0046] 为了清晰起见,这些图中展示的元件的尺寸不对应于真实尺寸或真实尺寸比。此外,这些元件中的一些元件仅象征性地展示,且各图中指示的相同附图标记指定相同的或具有相同功能的元件。

[0047] 根据图1,一种用于射束到光纤中的注入的系统包括用于准入电磁辐射射束 F_1 的光学入口 P_0 ,和具有端部E的光纤1。系统的功能是确保射束 F_1 的部分 F_{11} 入射在光纤1的端部E上,使得此射束部分 F_{11} 接下来由光纤1通过其内部的导行传播而传输例如到光电检测器11。射束 F_1 在当前描述中一般地称为有用辐射射束,且可具有例如常见可见光或红外范围内的一个内的任何波长,与系统的所有光学组件的操作的谱范围兼容。有用辐射可以是激光辐射或激光辐射的连续脉冲。光纤1可以是用于有用辐射的单模类型。在此情况下,其端部E可具有针对大约 $1.5\mu\text{m}$ 的有用辐射波长的大约 $10\mu\text{m}$ 的直径。

[0048] 为此,第一光学路径(标注为 P_1)将光学入口 P_0 连接到光纤1的端部E,同时朝向光纤1定向。光学路径 P_1 之后跟着有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 。出于图式的清晰度的原因,未展示用于在光纤1的端部E所处的焦平面中聚焦射束部分 F_{11} 的透镜,因为其用途是本领域技术人员众所周知的。

[0049] 根据本发明,提供第二光学路径(标注为 P_2)用于旨在识别光纤1的端部E的位置的辐射。光学路径 P_2 朝向组合件2将光纤1的端部E连接到光学检测组合件2。

[0050] 对于本发明,光学路径 P_1 和 P_2 中的每一个可后跟着相关辐射射束,每一射束的方向不由所遵循的光学路径设定。本发明的目的在于,在每一辐射射束传播的光学路径 P_1 、 P_2 内部控制此射束的方向。

[0051] 优选地,光学检测组合件2可包括矩阵图像传感器20(例如,CMOS型)和成像器21(例如,会聚透镜)。在光学检测组合件2内,矩阵图像传感器20的感光表面S可位于成像器21的焦平面中,使得入射到成像器21上的每一辐射射束聚焦在矩阵图像传感器20的感光表面S中的一个或多个照明点上。这些照明点的位置因而表示射束的入射方向。优选地,矩阵图像传感器20的感光表面S位于成像器21的图像焦平面中,且入射在成像器21上的每一辐射射束为准直的。

[0052] 旨在识别光纤1的端部E的位置的辐射在当前描述中一般称为次级辐射。此辐射的射束在图中标注为 F_s 。

[0053] 根据本发明的尤其有利的实施例,光纤1将有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 传输到光学放大器3,且接着其将如此放大的有用辐射射束传输到光电检测器11。放大器3(标记为LNOA,代表“低噪声光学放大器”)可以是掺铒光纤放大器类型,表示为EDFA。以已知方式,此放大器从放大自发发射或ASE产生辐射,其一部分在光纤1内朝向光纤的端部E导引。光纤1有效地进行从放大器3到光纤E的端部的放大自发辐射。在经由端部E退出之后,此放大自发辐射的部分构成次级辐射射束 F_s 。其在光学路径 P_2 中朝向光学检测组合件2传播,且通过在矩阵图像传感器20的感光表面S上成像来识别光纤1的端部E的位置。

[0054] 插入装置6来耦合光学路径 P_1 和 P_2 ,使得这两个光学路径叠加在此装置6和光纤1的端部E之间。装置6可包括辐射分离器60和反射器组合件60'。辐射分离器60可具有强度划分类型,例如比如本领域技术人员已知的双棱镜,但可等效地使用其它类型的辐射分离器。如图1所示,双棱镜60可布置成使得有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 穿越所述双棱镜而无偏离,且使得其同时经由反射器组合件60'朝向光学检测组合件2传输次级辐射射束 F_s 。针对所展示的装置6的配置,次级辐射射束 F_s 首先由双棱镜60朝向反射器组合件60'反射,接着由此回射,且接下来朝向光学检测组合件2再次穿越双棱镜60而不被反射。以此方式,感光表面S上的检测到射束部分 F_s 的点表示光纤1的端部E的位置。射束 F_s 的此检测点由矩阵图像传感器20所产生的检测信号 S_E 识别。这些信号 S_E 在当前描述中一般地称为至少一个第一检测信号。

[0055] 任选地但有利的是,双棱镜60直接朝向光学检测组合件2进一步反射有用辐射射束 F_1 的另一部分(标注为 F_{12})。在当前描述中一般地将射束部分 F_{11} 和 F_{12} 分别称为有用辐射射束 F_1 的第一部分和第二部分。以此方式,矩阵图像传感器20同时接收射束 F_1 的部分 F_{12} 和次级辐射射束 F_s 。感光表面S上检测到射束部分 F_{12} 的点表示旨在导引到光纤1的端部E上的射束部分 F_{11} 的方向。射束 F_{12} 的此检测点由矩阵图像传感器20所产生的检测信号 S_1 识别。这些信号 S_1 在当前描述中一般地称为至少一个第二检测信号。

[0056] 可变偏离装置4进一步布置于光学路径 P_1 上,例如光学路径 P_1 和 P_2 之间共享的路径部分中,但这并不是必要的。此装置4可由平面镜组成,所述平面镜安装在具有两条旋转轴的支撑件上,以在可变方向中反射有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 。在其中可变定向反射镜4同时反射射束 F_1 的部分 F_{11} 和次级辐射射束 F_s 的特定情况(如图1所示)中,这些具有相同传播方向,但以相反的方式在一种情况下在反射镜4和光纤1的端部E之间传播,且在另一情况下在反射镜4和耦合装置6之间传播(此时反射镜4定向成使得射束部分 F_{11} 入射到光纤1的端部E上)。因而,如果反射器组合件60'由固定且垂直于光学检测组合件2的光轴的平面镜组成,则射束部分 F_{12} 和射束 F_s 两者在单个检测点处冲击矩阵图像传感器20的感光表面S。相反,矩阵图像传感器20的感光表面S上的射束部分 F_{12} 和射束 F_s 的相应检测点之间的间隙意味着,

有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 不拦截光纤1的端部E。

[0057] 根据本发明,标注为CTRL的注入控制器5用以使可定向反射镜4的定向的控制服从于检测信号 S_E 。其被设计成用于控制反射镜4的定向以减小光纤1的端部E所处的反射镜4中的表观方向(例如表征为检测信号 S_E)和参考方向之间的间隙。当射束部分 F_{11} 的方向自身相对于此参考方向为恒定时,所使用的参考方向可为恒定的。在图1所示的本发明的实施例中,参考方向是例如由矩阵图像传感器20通过使用射束部分 F_{12} 检测到的射束部分 F_{11} 的方向。因而,其不一定是恒定的。在此情况下,基于检测信号 S_E 和 S_1 ,注入控制器5控制反射镜4的定向以减小射束 F_S 和射束部分 F_{11} 的相应方向之间的间隙,直至产生这些方向的叠加。以此方式,有可能补偿射束部分 F_{11} 相对于光纤1的端部E的横向偏移。这些横向偏移可归因于影响注入系统的至少一个部分的温度变化,和/或归因于光学入口 P_0 附近有用辐射射束 F_1 的方向的修改,和/或归因于任何其它原因。

[0058] 图2表示耦合装置6的反射器组合件60'的优选实施例。根据此实施例,反射器组合件60'由三个平面镜61、62和63形成,所述三个平面镜各自限制于其间形成角度 α 的两个直线并行边缘之间。平面镜61、62和63沿着其边缘组合,以在顶点处以角度 α 形成对称三面体。如图2中所示,每一反射镜61、62和63的角度 α 挑选为大于 90° ,例如等于 90.5° 。其可根据所使用的光学组件之间的距离、其大小、其焦距值等调整。在这些条件下,入射在反射镜61、62和63的三面体上的辐射射束呈六个射束的形式回射,对于所述六个射束,相应方向围绕平均反射方向对称地分布,其中所述平均反射方向对于入射射束相对于三面体的中心轴线的方向是对称的。

[0059] 通过使用具有来自图1的注入系统中的平面镜的三面体的此反射器组合件60',次级辐射射束 F_S 呈围绕平均轴线对称地分布的六个准直射束的形式朝向光学检测组合件2反射,所述平均轴线取决于射束 F_S 入射到反射器组合件60'上的方向。图1中的插图展示在注入系统的操作期间接收次级辐射的矩阵图像传感器20的感光表面S中的点。六个点由次级辐射射束 F_S 照明,这些点位于规则六边形的顶点处,所述规则六边形的半径取决于三面体反射器组合件60'的角度 α 。例如由可定向反射镜4产生的射束 F_S 的方向对应于这六个点的重心,所述重心可由注入控制器5基于检测信号 S_E 确定,这些检测信号指示感光表面S中六个点的相应位置。待由注入控制器5对检测信号 S_E 执行的用于确定表示射束 F_S 的方向的六个点的重心的计算是本领域技术人员显而易见且容易理解的。

[0060] 因为三面体反射器组合件60'在有用辐射射束 F_1 的部分 F_{11} 的方向的表征中未涉及,所以此方向再次表征为矩阵图像传感器20的感光表面S中的单个检测点。如已经指示,此点由射束部分 F_{12} 照射,表示射束部分 F_{11} 的方向。

[0061] 以此方式,由于反射器组合件60'的三面体配置,在顶点处不同于 90° 的角度的情况下,还识别光学入口 P_0 附近有用辐射射束 F_1 的方向的由矩阵图像传感器20产生的检测信号 S_1 无法与也由矩阵图像传感器20产生但表征光纤1的端部E的位置的检测信号 S_E 一致。

[0062] 图3展示来自图1的注入系统应用于通过激光信号进行的光通信的终端100。对于此应用,由终端100从远程终端200接收的激光信号形成有用辐射射束 F_1 。由终端100接收的这些激光信号在描述内容中一般地称为第一激光信号。它们在终端100内通过终止于光电检测器11处的光学接收路径传输,此光电检测器可能是高速光电二极管。自其产生的所接收电信号在图中标注为Rx。光学路径 P_1 和光纤1因而构成此接收光学路径的两个片段。

[0063] 由终端100传输到远程终端200的其它激光信号形成射束 F_{21} 的部分,且在描述内容中一般地称为第二激光信号。它们在终端100内通过终止于辐射收集光学件101处的光学发射路径传输。

[0064] 终端100和200可各自安装在不同卫星上,或者一个可安装在一个卫星上,而另一个可安装在地球或另一行星的表面上。

[0065] 出现在图3中的额外附图标记具有以下含义:

[0066] 101:用于终端100的辐射收集光学件,其用以收集源自远程终端200的射束 F_1 ,且用于朝向此远程终端200传输射束部分 F_{21} 。举例来说,收集光学件101可以是望远镜。

[0067] 102:用于终端100的指向装置,其可并入有精细指向装置和粗略指向装置。为简单起见,指向装置102以快速反应可定向反射镜或“快速转向反射镜”的形式展示。但其也可与终端100所处的卫星的姿态和轨道控制系统的一部分组合。

[0068] 103:用于指向装置102的控制器。

[0069] 104:用于终端100的发射光学路径和接收光学路径的耦合装置。此可以是布置于耦合装置6和可变偏离装置4之间的双棱镜。

[0070] 105:用于终端100的发射方向,即射束部分 F_{21} 的方向的校准装置。其为任选的且可包括可变定向反射镜,所述可变定向反射镜不同于由本发明添加的可变偏离装置4,并且也不同于指向装置102。

[0071] 106:用于校准装置105的控制器,其用于调整终端100的发射方向,即射束部分 F_{21} 的方向。

[0072] 110:其终端100传输到远程终端200的激光信号的源。

[0073] 介于激光信号源110和辐射收集光学件101之间的光学路径构成终端100的光学发射路径。

[0074] 组件101到110中的每一个的操作及其在终端100内的啮合是本领域技术人员已知的。相比而言,其在终端100中与图1的注入系统的组合是本发明的额外方面。

[0075] 确切地说,指向装置102旨在补偿终端100经受的振动,这将使其相对于所寻求的发射方向的指向方向偏离,使得由此终端100传输的激光信号(即,收集光学件101下游的射束部分 F_{21})精确地到达远程终端200。为此,控制器103接收检测信号 S_1 ,所述检测信号识别源自远程终端200的激光信号(即,射束 F_1)的瞬时接收方向。此补偿振动的功能具有非常短的响应时间,不同于反应时间可能较长的可变偏离装置4的功能。

[0076] 源110(标注为Tx)产生待由终端100传输到远程终端200的激光信号的射束 F_2 。耦合装置104被布置成使得待由终端100传输的信号的射束 F_2 通过双棱镜60。射束 F_2 接着由双棱镜60划分为两个射束部分:经由辐射收集光学件101朝向远程终端200传输的射束部分 F_{21} ,和被导向光学检测组合件2的射束部分 F_{22} 。

[0077] 在指向装置102上游相对于发射激光信号的传播方向的射束部分 F_{21} 的方向可优选地与终端100的光轴一致。为此,控制器106基于由矩阵图像传感器20从射束部分 F_{22} 产生的检测信号 S_2 对校准系统105进行主体控制,使得射束部分 F_{21} 的方向在指向装置102的上游叠加在终端100的光轴上。在所描述的实施例中,射束部分 F_{22} 通过由三面体反射器组合件60'反射而被导向光学检测组合件2。因此,射束部分 F_{22} 照射矩阵图像传感器20的感光表面S中的六个其它点(见图3的插图中参考为 F_{22} 的点),这些点位于规则六边形的顶点处,所述规则

六边形的中心对应于耦合装置6上游的射束 F_2 的方向。当校准控制器106使装置105经受自动控制时,部分射束 F_{22} 的检测六边形在终端100的光轴与感光表面S的相交点上居中。信号 S_2 在当前描述中一般地称为至少一个第三检测信号。校准控制器106可基于检测六边形的代表性的信号 S_2 以类似于针对注入控制器5相对于检测信号 S_E 描述的方式确定射束部分 F_{22} 的方向。此校准功能在编号EP 2 173 042下公开的且标题为“具有传输方向的控制的光学传输-接收单元(Optical transmission-reception unit with control of the transmission direction)”的专利申请EP 2009/172,199中有所描述。

[0078] 在刚刚描述的终端100的操作条件下,射束部分 F_{21} 和射束 F_1 的相应方向之间的偏移是向终端100指示的前向角。此前向角表征为检测信号 S_1 和 S_2 ,表示在两个维度中(一方面)由射束部分 F_{22} 照射的感光表面S中的六个点的六边形的中心和(另一方面)由射束部分 F_{12} 照射的点之间的偏移。通过定向辐射收集光学件101的入口光场使得射束部分 F_{12} 到矩阵图像传感器20的感光表面S上的冲击点在对应于所寻求的前向角的对角的位置处,来产生此角度。对于此功能,矩阵图像传感器20用本领域技术人员的术语称为跟踪传感器,且光学检测组合件2在根据本发明在光通信终端100内使用时称为跟踪光学检测组合件。

[0079] 例如并入到如图3所示的终端100中的图1的注入系统具有针对待注入于光纤1中的射束部分 F_{11} 补偿终端100的前向角的效应。当注入控制器5使偏离装置4经受自动控制时,由射束部分 F_{12} 照射的矩阵图像传感器20的感光表面S的点出现在次级辐射射束 F_S 的检测六边形的中心。此居中确保由辐射收集光学件101以及由指向装置102传输的激光信号经由光纤1到达光电检测器11。其同时补偿终端100内部的确切地说归因于热变化的变形,所述变形改变光纤1的端部E相对于终端100的一些光学组件的位置,所述一些光学组件相对于所接收激光信号的传播方向位于光纤1的上游。以此方式,由终端100接收的激光信号的射束部分 F_{11} 通过光纤101的端部E连续地注入到光纤101中。

[0080] 因此,光学检测组合件2参与以下三个功能:控制指向装置102、控制补偿装置105,以及控制偏离装置4,分别用于补偿影响整个终端100的振动、用于控制终端100的发射方向,以及用于控制所接收激光信号到光纤中的注入以朝向接收光电检测器导引。此功能组合对于减小光通信终端100的尺寸、重量和能耗特别有利。

[0081] 在终端100的操作期间,由终端100接收的(例如,由矩阵图像传感器20以单个照明点的形式检测到的)激光信号的射束 F_1 的方向包含在传感器20的感光表面S的有限区域中。此有限区域与辐射收集光学件101的光学入口场中所含的接收方向的整个集合重合。其标注为ZU且在当前描述中一般地称为用于跟踪功能的有用区。与用于跟踪功能的有用区ZU互补的感光表面S的一个部分的点不与穿过收集光学件101的任何接收方向光学重合。与区ZU互补的感光表面S的此部分在图3的插图中标注为ZNU。限制L是区ZU和ZNU之间的边界。因而,有利的是,反射器组合件60'的三面体的角度 α 被选择为使得由次级辐射射束 F_S 照射的感光表面S的六个点以及可能由发射射束部分 F_{22} 照射的六个其它点在ZNU区中。以此方式,由矩阵图像传感器20产生的识别由终端100接收的激光信号的有用辐射射束 F_1 的方向的检测信号 S_1 无法与也由矩阵图像传感器20产生但表征光纤1的端部E的位置的检测信号 S_E 一致。类似地,检测信号 S_1 无法与由矩阵图像传感器20产生且识别由终端100传输的激光信号的射束 F_2 的方向的检测信号 S_2 一致。

[0082] 应了解,可通过在维持至少一些所列举优点的同时修改上文详细描述的实施例的

次要方面来再现本发明。确切地说,执行类似于所描述的组件的功能的功能的光学组件可代替所描述的组件使用。

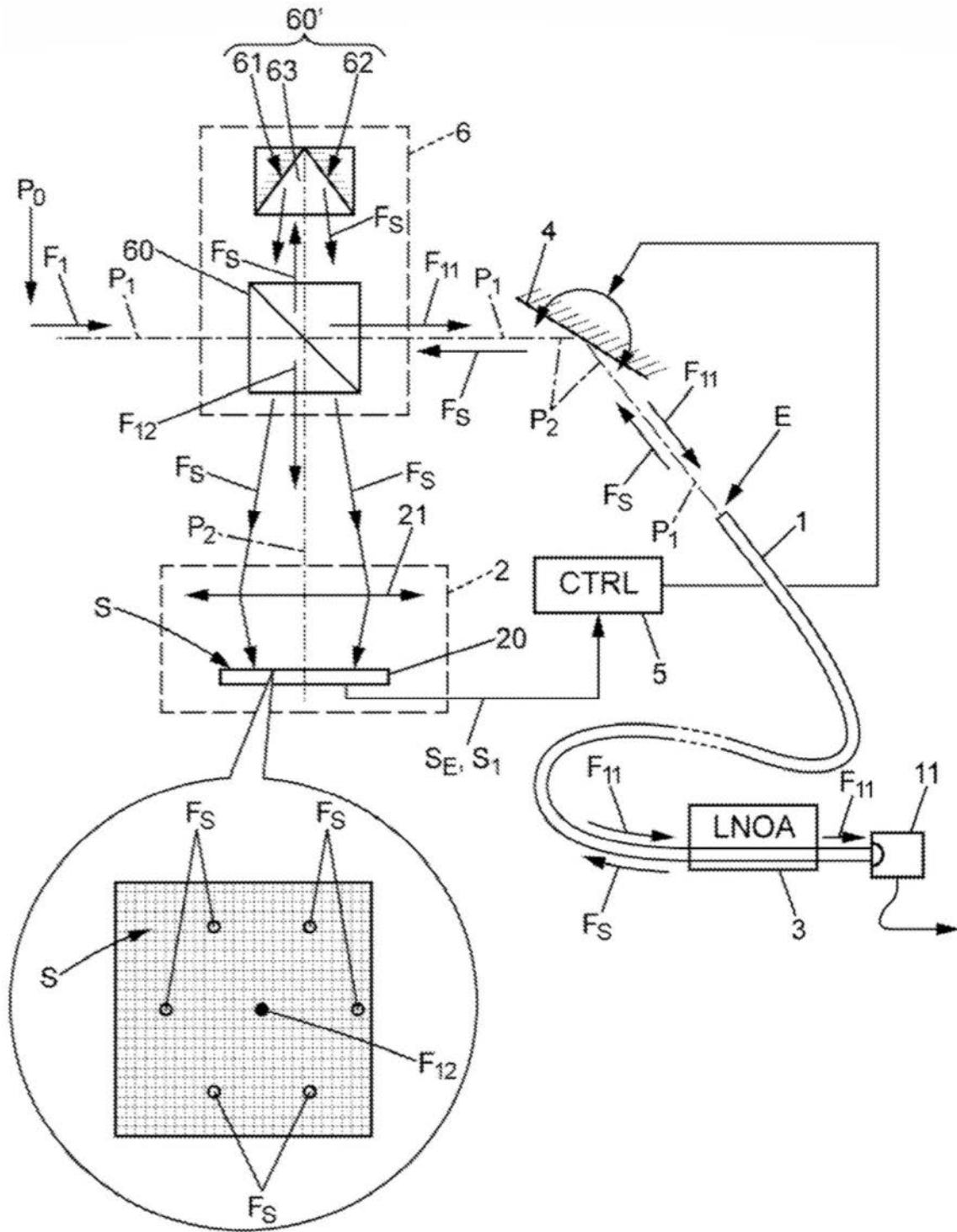


图1

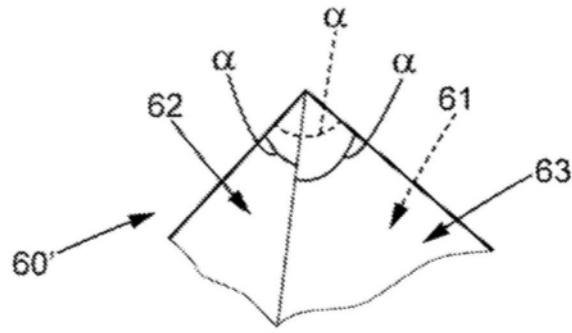


图2

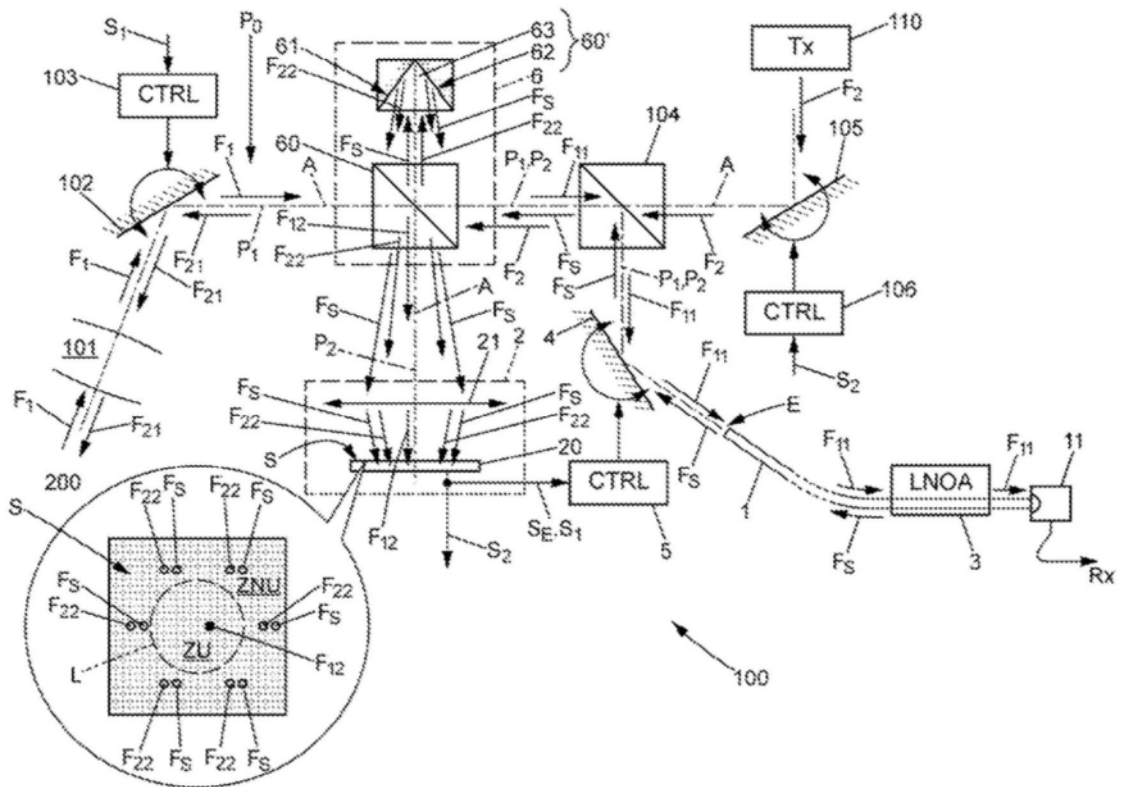


图3