



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104238024 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410513935. X

G02B 6/36(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 09. 29

(71) 申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路 516 号

(72) 发明人 李毅 刘飞 孙瑶 唐佳茵

郝如龙 袁文瑞 郑鸿柱 陈建坤

陈少娟 方宝英 王小华 肖寒

(74) 专利代理机构 上海东创专利代理事务所

(普通合伙) 31245

代理人 宁芝华

(51) Int. Cl.

G02B 6/28(2006. 01)

G02B 6/32(2006. 01)

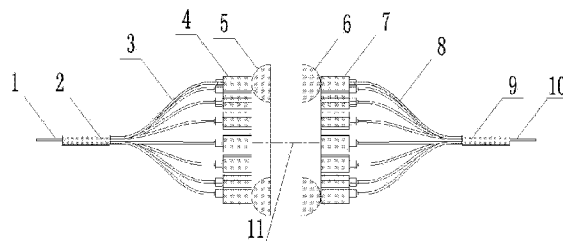
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器,其包括以旋转界面对称排列的光输入端和光输出端,光输入端和光输出端结构相同,绕同一中空旋转轴相对旋转,以实现光信号的双向传输。输入光信号由主光纤一进入光分路器一,以功率均分的方式耦合到分段光纤一的各段光纤中,相同的光信号经过自聚焦透镜阵列准直器一准直扩束后入射到环形柱透镜一上,准直为平行光后经旋转界面,被环形柱透镜二接收,然后耦合进入自聚焦透镜阵列准直器二,被会聚进入分段光纤二的各段光纤中,最后在光分路器二中以功率叠加的方式耦合到主光纤二中并输出。环形柱透镜的设计使本发明提高了离轴旋转传输光信号的耦合效率,并可根据实际的离轴空间尺寸需求进行灵活设计。



1. 一种基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器,包括光输入端和光输出端,其特征在于:

A) 所述光输入端依次由主光纤一、光分路器一、分段光纤一、自聚焦透镜阵列准直器一和环形柱透镜一组成;所述光输出端依次由环形柱透镜二、自聚焦透镜阵列准直器二、分段光纤二、光分路器二、主光纤二组成;

B) 所述的光输入端和光输出端结构相同,与其间所夹的旋转界面呈对称排列,绕同一中空旋转轴相对旋转,以实现光信号的双向传输,所述中空旋转轴位于所述旋转界面的中心;

C) 光输入端所述的光分路器一将主光纤一中的光信号以功率均分的方式耦合到分段光纤一的各段光纤中,自聚焦透镜阵列准直器一的各个自聚焦透镜与分段光纤一的各段光纤对应连接,对各段光纤出射光束进行准直扩束;

D) 光输出端所述的自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜与分段光纤二的各段光纤对应连接,并将准直光束耦合到分段光纤二的各段光纤中,光分路器二将分段光纤二的各段光纤中的光信号以功率叠加的方式耦合到主光纤二中;

E) 输入光信号由主光纤一进入光分路器一,耦合到分段光纤一的各段光纤中,相同的光信号经过自聚焦透镜阵列准直器一的自聚焦透镜准直扩束后入射到环形柱透镜一上,被其准直为平行光后进入旋转界面,通过旋转界面的自由空间后,各路光信号被环形柱透镜二接收,然后耦合进入自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜中,接着被会聚进入分段光纤二的各段光纤中,最后在光分路器二中以功率叠加的方式耦合到主光纤二中并输出。

2. 根据权利要求1所述的基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器,其特征在于:所述环形柱透镜一和环形柱透镜二呈环形,沿与旋转界面垂直并过旋转轴的平面切割环形柱透镜得到的截面呈半圆形,环形柱透镜对在其半圆形主截面内的光束具有会聚作用。

3. 根据权利要求1所述的基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器,其特征在于:所述自聚焦透镜阵列准直器一和自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜分别围绕所述环形柱透镜一和环形柱透镜二均匀分布,各个自聚焦透镜的光轴与中空旋转轴平行,用光学粘胶使自聚焦透镜阵列准直器一和自聚焦透镜阵列准直器二分别与环形柱透镜一和环形柱透镜二牢固地结合在一起;并且每个自聚焦透镜沿垂直于其光轴的平面切割得到的截面呈扇形。

4. 根据权利要求1所述的基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器,其特征在于:所述的光输入端当以主光纤一作为输入端时,主光纤二作为输出端;或当以主光纤二作为输入端时,主光纤一作为输出端。

一种基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在相对旋转部件之间传输光信号的离轴光纤旋转连接器,属于光纤通信中光信号传输技术领域。

背景技术

[0002] 光纤旋转连接器是一种基于光纤在相对旋转的两个部件之间传输光信号的光通信器件,主要用于相互通信的两个信息平台中至少有一个是处于旋转状态的通信场合,例如军用装甲车辆上旋转的周视仪和静止的控制室、CT 扫描仪上旋转的扫描装置和静止的信号处理器、雷达上旋转的天线阵列和静止的操控端等。

[0003] 根据光轴是否位于旋转轴上这一特征,光纤旋转连接器有同轴和离轴之分,同轴光纤旋转连接器的光轴和旋转轴重合或光轴位于沿旋转轴的中心区域,这种器件光路结构简单,易于制作;离轴光纤旋转连接器的光轴和旋转轴分离,这种器件可应用在轴上空间已被占用或不便使用的旋转传输场合。实际应用中的很多场合,在旋转传输信号的同时,还要在旋转轴上设置传输通道以传输油、气和水等,如有些雷达在信号传输过程中要传输高压气体;有时则要在旋转轴上放置滚轴、转桶,甚至是人体,如在 CT 扫描仪中对人体进行扫描时。

[0004] 国内对于离轴光纤旋转连接器的研究很少,相关的研究主要见于国外专利,如专利 US4492427 公开了一种基于环形阵列光纤的光纤旋转链接器,其通过两个分别位于圆柱形转子和定子上的环形阵列光纤来传输光信号。这虽是一种离轴器件,但光纤直接耦合的损耗很大,并且在旋转过程中存在和旋转角度有关的光调制损失。

[0005] 专利 US4934783 公开了一种内壁反射式离轴光纤旋转连接器,旋转轴外的光信号从入射区域以掠入射角入射到转动的内壁反射镜上并被其多次反射,最终通过定子上的透镜会聚后由光探测器接收。在这种连接器中,具有一定光束宽度的平行光以掠入射方式经过内壁反射镜反射后发散角增大,尤其在大入射角情况下更甚,所以传输效率很低。

[0006] 专利 US5297225 公开了一种离轴光纤旋转连接器,其使用刻有 V 形槽的环形波导作为光信号的离轴传输通道,是一种双通道双向器件,入射端光信号被约束在刻有 V 形槽的环形波导中传播,当遇到设置在波导中的反射镜时被反射进入出射端。在这种连接方式中,光在两端环形波导之间的耦合效率低,整个连接器的连接损耗大,同时这种连接器的制造还涉及精细程度要求很高的 V 形槽的制作及反射镜的安装调校过程。

[0007] 专利 CN103033886 公开了一种基于光子晶体的离轴光纤旋转连接器,通过在光子晶体的周期性介质结构中引入缺陷来控制光信号的传输方向,从而实现离轴旋转的光入射端和静止的光接收端之间的光传输。这是一种离轴旋转传输光信号的新方法,但目前还没有在三维光子晶体内引入环型和直线型缺陷的方法。

[0008] 综上所述,国内外已经出现的离轴光纤旋转连接器主要存在耦合损耗大、装配难度高、离轴空间有限等问题。

发明内容

[0009] 本发明旨在提高离轴旋转传输光信号的耦合效率和离轴空间尺寸的设计灵活性，提供一种真正双向、离轴、低损耗的光纤旋转连接器。

[0010] 一种基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器，包括光输入端和光输出端。

[0011] 所述光输入端依次由主光纤一、光分路器一、分段光纤一、自聚焦透镜阵列准直器一和环形柱透镜一组成；所述光输出端依次由环形柱透镜二、自聚焦透镜阵列准直器二、分段光纤二、光分路器二、主光纤二组成。

[0012] 所述的光输入端和光输出端结构相同，与其间所夹的旋转界面呈对称排列，绕同一中空旋转轴相对旋转，以实现光信号的双向传输，所述中空旋转轴位于所述旋转界面的中心；

[0013] 光输入端所述的光分路器一将主光纤一中的光信号以功率均分的方式耦合到分段光纤一的各段光纤中，自聚焦透镜阵列准直器一的各个自聚焦透镜与分段光纤一的各段光纤对应连接，对各段光纤出射光束进行准直扩束。

[0014] 光输出端所述的自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜与分段光纤二的各段光纤对应连接，并将准直光束耦合到分段光纤二的各段光纤中，光分路器二将分段光纤二的各段光纤中的光信号以功率叠加的方式耦合到主光纤二中。

[0015] 输入光信号由主光纤一进入光分路器一，耦合到分段光纤一的各段光纤中，相同的光信号经过自聚焦透镜阵列准直器一的自聚焦透镜准直扩束后入射到环形柱透镜一上并被其准直为平行光后进入旋转界面，通过旋转界面的自由空间后，各路光信号被环形柱透镜二接收，然后耦合进入自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜中，接着被会聚进入分段光纤二的各段光纤中，最后在光分路器二中以功率叠加的方式耦合到主光纤二中并输出。

[0016] 所述环形柱透镜一和环形柱透镜二呈环形，沿与旋转界面垂直并过旋转轴的平面切割环形柱透镜得到的截面呈半圆形，环形柱透镜对在其半圆形主截面内的光束具有会聚作用。

[0017] 所述自聚焦透镜阵列准直器一和自聚焦透镜阵列准直器二的各个自聚焦透镜分别围绕所述环形柱透镜一和环形柱透镜二均匀分布，各个自聚焦透镜的光轴与中空旋转轴平行，用光学粘胶使自聚焦透镜阵列准直器一和自聚焦透镜阵列准直器二分别与环形柱透镜一和环形柱透镜二牢固地结合在一起；并且每个自聚焦透镜沿垂直于其光轴的平面切割得到的截面呈扇形。

[0018] 所述的光输入端当以主光纤一作为输入端时，主光纤二作为输出端；或当以主光纤二作为输入端时，主光纤一作为输出端。

[0019] 本发明的有益效果：环形柱透镜对在其主截面内的光束具有会聚作用，而对于在垂直于主截面的平面内的光束没有会聚作用，则环形柱透镜对光纤中传输的非对称光束具有整形的作用。环形柱透镜用在离轴光纤旋转连接器中，作为旋转结构主体的同时又能对光束进行准直，再配合自聚焦透镜的准直作用，旋转界面中的轴外光束性质会更好，这显著提高了离轴旋转传输光信号的耦合效率。另外，通过控制环形柱透镜的尺寸，可以很方便的制造出不同大小的离轴光纤旋转连接器，以满足对不同离轴空间尺寸的需求。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明基于环形柱透镜的离轴光纤旋转连接器的横截面结构示意图；

[0021] 图 2 是自聚焦透镜的排布示意图。

[0022] 1. 主光纤一, 2. 光分路器一, 3. 分段光纤一, 4. 自聚焦透镜阵列准直器一, 5. 环形柱透镜一, 6. 环形柱透镜二, 7. 自聚焦透镜阵列准直器二, 8. 分段光纤二, 9. 光分路器二, 10. 主光纤二, 11. 旋转轴。

具体实施方式

[0023] 为了使本发明技术方案能更清楚地被理解, 现结合附图和实施例对本发明进行详细说明。

[0024] 实施例 1

[0025] 图 1 是本发明的横截面结构示意图, 光输入端由主光纤一 1、 1×16 光分路器一 2、分段光纤一 3、自聚焦透镜阵列准直器一 4 和环形柱透镜一 5 组成; 光输出端由环形柱透镜二 6、自聚焦透镜阵列准直器二 7、分段光纤二 8、 1×16 光分路器二 9 和主光纤二 10 组成。光输入端和光输出端相对旋转, 具有同一中空旋转轴 11, 并且关于旋转界面对称, 可以实现光信号的离轴双向传输。

[0026] 环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 呈环形, 沿与旋转界面垂直并过旋转轴的平面切割环形柱透镜得到的截面呈半圆形, 环形柱透镜对在其半圆形主截面内的光束具有会聚作用。

[0027] 图 2 是自聚焦透镜的排布示意图, 自聚焦透镜阵列准直器一 4 和自聚焦透镜阵列准直器二 7 的自聚焦透镜分别围绕环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 均匀分布, 各个自聚焦透镜的光轴与中空旋转轴 11 平行, 用光学粘胶使自聚焦透镜阵列准直器一 4 和自聚焦透镜阵列准直器二 7 分别与环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 牢固地结合在一起, 并且每个自聚焦透镜沿垂直于其光轴的平面切割得到的截面呈扇形, 这样可以提高自聚焦透镜和环形柱透镜之间的光耦合效率。

[0028] 光信号的传输过程为: 输入光信号由主光纤一 1 进入 1×16 光分路器一 2, 以功率均分的方式耦合到分段光纤一 3 的 16 段光纤中, 这 16 路相同的光信号经过自聚焦透镜阵列准直器一 4 的 16 个自聚焦透镜准直扩束后入射到环形柱透镜一 5 上并被其准直为平行光后进入旋转界面, 通过旋转界面的自由空间后, 16 路光信号被环形柱透镜二 6 接收, 然后耦合进入自聚焦透镜阵列准直器二 7 的 16 个自聚焦透镜中, 接着被会聚进入分段光纤二 8 的 16 段光纤中, 最后在 1×16 光分路器二 9 中以功率叠加的方式耦合到主光纤二 10 中并输出。同理, 从主光纤二 10 输入的光信号也可以相同的方式耦合到主光纤一 1 中并输出。

[0029] 实施例 2

[0030] 图 1 是本发明的横截面结构示意图, 光输入端由主光纤一 1、 1×32 光分路器一 2、分段光纤一 3、自聚焦透镜阵列准直器一 4 和环形柱透镜一 5 组成; 光输出端由环形柱透镜二 6、自聚焦透镜阵列准直器二 7、分段光纤二 8、 1×32 光分路器二 9 和主光纤二 10 组成。光输入端和光输出端相对旋转, 具有同一中空旋转轴 11, 并且关于旋转界面对称, 可以实现光信号的离轴双向传输。

[0031] 环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 呈环形, 沿与旋转界面垂直并过旋转轴的平面

切割环形柱透镜得到的截面呈半圆形, 环形柱透镜对在其半圆形主截面内的光束具有会聚作用。

[0032] 图 2 是自聚焦透镜的排布示意图, 自聚焦透镜阵列准直器一 4 和自聚焦透镜阵列准直器二 7 的自聚焦透镜分别围绕环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 均匀分布, 各个自聚焦透镜的光轴与中空旋转轴 11 平行, 用光学粘胶使自聚焦透镜阵列准直器一 4 和自聚焦透镜阵列准直器二 7 分别与环形柱透镜一 5 和环形柱透镜二 6 牢固地结合在一起, 并且每个自聚焦透镜沿垂直于其光轴的平面切割得到的截面呈扇形, 这样可以提高自聚焦透镜和环形柱透镜之间的光耦合效率。

[0033] 光信号的传输过程为: 输入光信号由主光纤一 1 进入 1×32 光分路器一 2, 以功率均分的方式耦合到分段光纤一 3 的 32 段光纤中, 这 32 路相同的光信号经过自聚焦透镜阵列准直器一 4 的 32 个自聚焦透镜准直扩束后入射到环形柱透镜一 5 上并被其准直为平行光后进入旋转界面, 通过旋转界面的自由空间后, 32 路光信号被环形柱透镜二 6 接收, 然后耦合进入自聚焦透镜阵列准直器二 7 的 32 个自聚焦透镜中, 接着被会聚进入分段光纤二 8 的 32 段光纤中, 最后在 1×32 光分路器二 9 中以功率叠加的方式耦合到主光纤二 10 中并输出。同理, 从主光纤二 10 输入的光信号也可以相同的方式耦合到主光纤一 1 中并输出。

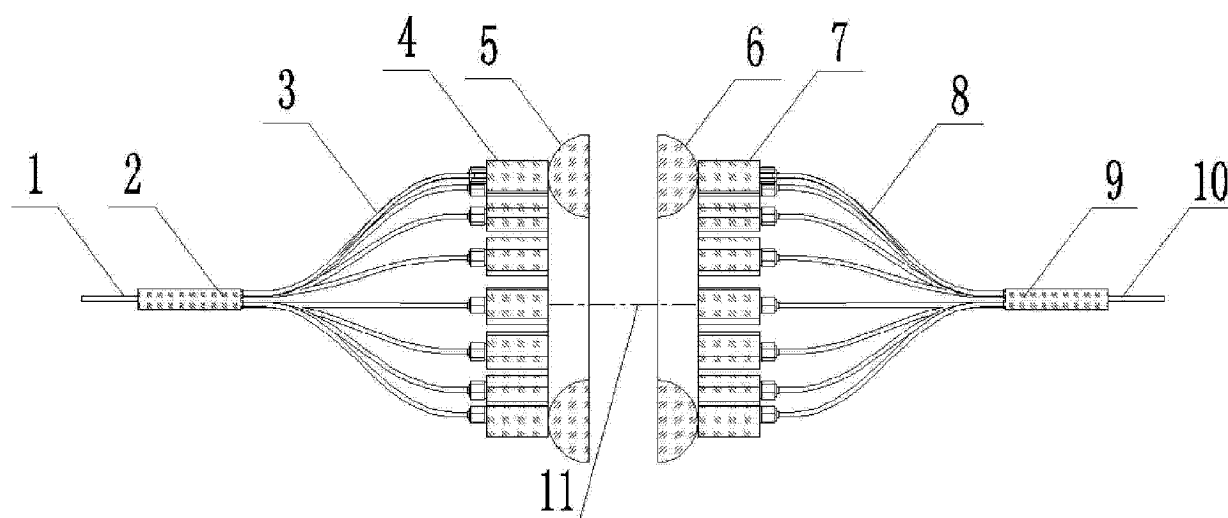


图 1

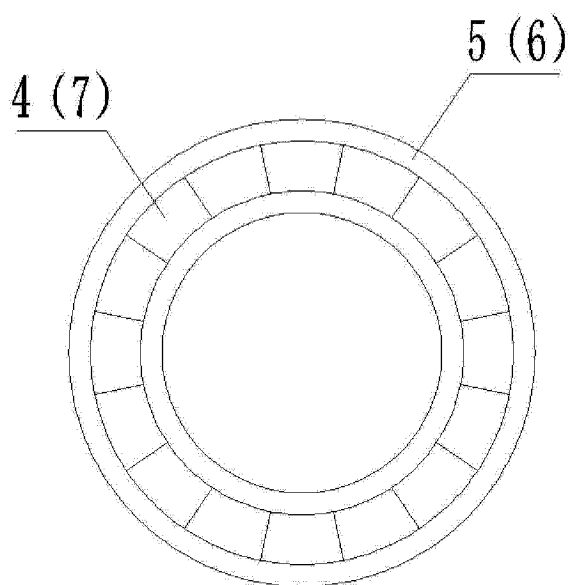


图 2