



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101258429 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200680000934. 9

(22) 申请日 2006. 04. 28

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2007. 03. 29

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/US2006/016377 2006. 04. 28

(87) PCT申请的公布数据  
W02007/130016 EN 2007. 11. 15

(73) 专利权人 莫戈公司  
地址 美国纽约

(72) 发明人 K·彼得·楼 诺瑞斯·E·利维斯  
黑斯·E·库恩斯  
马丁·J·奥斯特晖斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 蒋世迅

(51) Int. Cl.  
G02B 5/08 (2006. 01)  
G02B 5/10 (2006. 01)

(56) 对比文件  
US 6980714 B2, 2005. 12. 27, 全文。  
JP 特开平 9-308625 A, 1997. 12. 02, 全文。  
US 4525025, 1985. 06. 25, 全文。  
US 6104849 A, 2000. 08. 15, 全文。

审查员 董春艳

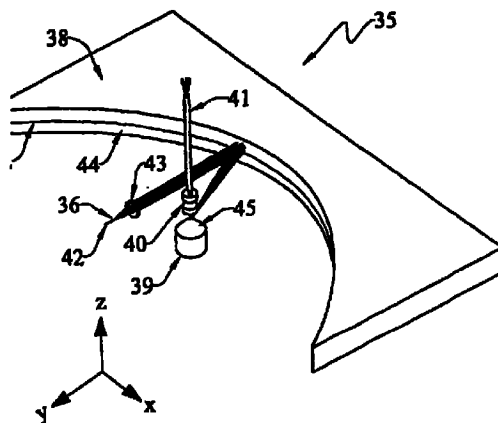
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 8 页

(54) 发明名称

光旋转接头,按照正确对准方式安装光旋转接头的方法,和其中所用的光反射器装置

(57) 摘要

本发明一般涉及光旋转接头 (35),能够在转子与定子之间实现光通信,在支架上安装这种光旋转接头的改进方法,它使转子和定子保持正确的对准,以及用于这种光旋转接头的改进光反射器装置。改进的光旋转接头能够在转子与定子之间实现光通信,所述转子有纵轴,并包括:安装在所述转子和定子中的一个上面的至少一个光源 (36),用于沿相对于纵轴的径向发射光信号;安装在所述转子和定子中的另一个上面的至少一个第一反射器 (38),用于反射从光源发射的光信号;所述第一反射器包括:凹的第一反射面,取自通过所述第一反射面的平面上的线 (L) 配置成有第一焦点 (F<sub>1</sub>) 和第二焦点 (F<sub>2</sub>) 的部分椭圆,第一焦点的位置是与所述转子的轴基本重合;有第二反射面 (45) 的第二反射器 (39),它配置成部分的圆锥形和放置在椭圆面的第二焦点上,用于接收从所述第一反射面反射的光和沿不同的方向反射光,它作为第二反射面顶角的函数;和接收器 (40),它安排成接收被第二反射面反射的光。



1. 一种光旋转接头,能够在转子与定子之间实现光通信,所述转子有纵轴,包括:  
在所述转子和定子中的一个上面安装的至少一个光源,用于沿相对于所述纵轴的径向发射光信号;

在所述转子和定子中的另一个上面安装的至少一个第一反射器,用于反射从所述光源发射的光信号,所述第一反射器包括:凹的第一反射面,取自通过所述第一反射面的平面上的线配置成有第一焦点和第二焦点的部分椭圆,所述第一焦点的位置基本与所述转子的轴重合;

有第二反射面的第二反射器,它配置成圆锥的部分表面,并放置在椭圆面的第二焦点,用于接收从所述第一反射面反射的光并沿不同的方向反射光,作为所述第二反射面顶角的函数;和

接收器,它安排成接收被所述第二反射面反射的光。

2. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述第一反射面配置和安排成这样,光入射到所述第二反射面上的面积小于光入射到所述第一反射面上的面积。

3. 按照权利要求 2 的光旋转接头,其中所述第一反射面配置成部分的椭圆面。

4. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中第一多个所述光源安装在所述转子和定子中的所述一个上面。

5. 按照权利要求 4 的光旋转接头,其中第二多个所述第一反射器安装在所述转子和定子中的所述另一个上面。

6. 按照权利要求 5 的光旋转接头,其中所述第一多个和第二多个的数目是不相同的。

7. 按照权利要求 1 的光旋转接头,还包括:

有输入端和输出端的光纤;

其中所述输入端安排在所述第二焦点;和

其中所述接收器安排在所述输出端。

8. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述接收器是光电二极管。

9. 按照权利要求 7 的光旋转接头,还包括:

安排在与所述输入端相邻的所述第二焦点邻近的透镜组合,用于引导光进入所述光纤。

10. 按照权利要求 9 的光旋转接头,其中所述透镜组合包含一系列透镜。

11. 按照权利要求 10 的光旋转接头,其中所述系列透镜包含两个平凸透镜。

12. 按照权利要求 9 的光旋转接头,其中所述透镜组合包含透镜和全息元件。

13. 按照权利要求 1 的光旋转接头,还包括:

棱镜,用于进一步改变被所述第二反射面反射的光线方向。

14. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中从所述光源传输到所述接收器的光线有基本恒定的光程长,它与所述转子与定子之间的相对角位置无关。

15. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述光旋转接头的运行是与所述光信号的波长和所述信号的数据速率无关。

16. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中减小光入射到所述接收器上的强度变化以满足所述接收器的动态范围限制。

17. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述第二反射面的顶角约为  $45^\circ$ 。

18. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述信号是在多个数据信道中传输的。
19. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述光旋转接头的最大传输数据速率是信道数目之和与每个信道最大数据速率的乘积。
20. 按照权利要求 18 的光旋转接头,其中每个信道能够以约 5.0Gbit/sec 的速率传输数据。
21. 按照权利要求 1 的光旋转接头,其中所述第二反射面是圆锥面。
22. 按照权利要求 1 的光旋转接头,还包括:  
有 N 个输入和 M 个输出的交叉点开关。
23. 按照权利要求 1 的光旋转接头,还包括:  
有不同波长的多个光源,和其中光信号是波分复用信号。
24. 按照权利要求 19 的光旋转接头,其中所述最大数据速率是约 160Gbit/sec 的数量级。

## 光旋转接头,按照正确对准方式安装光旋转接头的方法,和其中所用的光反射器装置

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及能够在转子与定子之间实现光通信的光旋转接头,在支架结构上安装这种光旋转接头的改进方法,该方法可以使转子和定子保持正确地对准,以及用于这种光旋转接头的改进光反射器装置。

### 背景技术

[0002] 本发明对 K.Peter Lo and Norris E.Lewis 于 2005 年 12 月 27 日在 U.S.Pat. No. 6, 980, 714 中描述的各种通信装置提出改进,该专利的标题是“Fiber Optic Rotary Joint and Associated Reflector Assembly”。在’714 专利中描述的通信装置能够在诸如转子与定子之间的旋转界面上传输数据和 / 或功率(以下有时统称为“通信”)。

[0003] 例如,计算断层分析(CT)扫描仪要求在旋转界面上实现数据传输。为了能够实现这种数据传输,通常利用滑环。滑环有利用转子旋转的旋转元件,和固定到定子的静止元件。最初设计的滑环是用于支持转子与定子之间的电通信。然而,当数据速率增大时,电路传输数据变得不切实际。于是,人们开发了光旋转接头,用于支持在旋转界面上的较高数据传输速率。光通信能够以远远高于现有电通信技术的速率传输数据。

[0004] 在旋转界面上的现有光通信技术包括:使用波导(例如,参阅 2002 年 9 月 17 日给 Norris E.Lewis, Anthony L.Bowman and Robert T.Rogers 的 U.S. Patent No. 6, 453, 088, 其标题是“Segmented Waveguide for Large Diameter Fiber Optic Rotary Joint”; 2000 年 8 月 15 日给 Norris E.Lewis, Anthony L.Bowman, Robert T.Rogers and Michael P.Duncan 的 U.S. Patent No. 6, 104, 849, 其标题是“Fiber Optic Rotary Joint”; 和 1999 年 11 月 23 日给 Norris E.Lewis, Anthony L.Bowman, Robert T.Rogers and Michael P.Duncan 的 U.S. Patent No. 5, 991, 478, 其标题是“Fiber Optic Rotary Joint”),使用光纤(例如,参阅 2003 年 11 月 18 日给 Georg Lohr, Markus Stark and Hans Poisel 的 U.S. Patent No. 6, 650, 843, 其标题是“Device for the Optical Transmission of Signals”, 和使用自由空间传播(例如,参阅 1997 年 2 月 12 日给 Suzuki Tatsuro, Teimoshii Aari Fuotsukusu and Tomu Haatofuoodo 的 Japanese Pat. Pub. No. 09-308625, 其标题是“Optical Transmission System”)。此处合并在一起公开这些参考文献是作为对这种现有技术光旋转接头的结构和运行的参考。

[0005] 在 CT 扫描仪的应用中,其中转子旋转的轴有时是由病人实际占用,而通常采用离轴旋转接头可以在转子与定子之间传输信号。这种离轴旋转接头通常包含一个或多个用于发射光信号的光源,而有信道形状横截面的弧形反射器接收这种被发射的信号并引导这种被接收的信号到各个光接收器。光源是围绕转子和定子中的一个呈环形等间隔分布,而反射器和接收器是围绕转子和定子中的另一个呈环形等间隔分布。光源可以包括一个或多个普通的光源,而来自光源的光信号是被光纤引导到转子和定子中相关一个的圆周上,或可以围绕这个圆周安装单独的发光元件。例如,光源可以围绕转子呈圆环状分布,而多个反射

器和接收器可以围绕定子呈圆环状分布,从而支持从转子到定子的光通信。在大多数情况下,在旋转接头上(即,在转子与定子之间)的光数据传输路径是沿相对于转子轴的径向。换句话说,若光是从转子传输到定子,则看到的光是来自转子轴,例如,它与光源的实际位置无关。

[0006] 在运行时,每个光源可能发射相同的光信号。这些信号可以在旋转界面上传输,并可以被一个或多个反射器接收和被引导到相关的接收器,它取决于转子相对于定子的角位置。在其他的实施例中,不同的光信号可以从不同的光源发射,或者,如果光信号是来自相同的光源,则这些光信号可以被复用。

[0007] 虽然在转子与定子之间进行光通信通常是有效的,但是采用这种有信道形状横截面的弧形反射器的常规离轴旋转接头具有几个严重的缺点,特别是在高数据传输速率的情况下。这些问题包括:(a) 由于不同程长的光传输路径,使叠加的脉冲宽度加大,和(b) 与光信号直接入射到光电检测器上的情况比较,在发射信号进入光纤的输入端时必须使用大量的光源,如以下所讨论的。

[0008] 例如,在常规的离轴旋转接头中,光信号可以沿各个光源与各自接收器之间不同程长的路径传输,因此在这些信号叠加时,可以在各个被接收光信号中引入时间延迟。特定的接收器可能从两个环形相邻的光源接收信号。若相同的光信号是由两个相邻光源同时发射的,但是这些信号传输不同的距离到达接收器,则这两个信号是在不同的时间被接收的。因此,这两个信号是不同相的,而接收器接收到的叠加信号的脉冲宽度是被有效地扩展。为了支持在理想的高数据速率下的通信,常规的离轴旋转接头已被具体地设计成在光源与接收器之间有较小的间距,为了使信号传输的光程长最小。即使如此,在高于 1.25Gbit/sec 的数据速率下,支持无差错数据传输是困难的,其中信号是沿不同程长的路径传输。

[0009] 上述的'741 专利公开一种光旋转接头和相关的反射器装置,用于在转子与定子之间实现光通信。通过设计光信号是沿相等程长传输的光旋转接头,可以使接收器接收的叠加光信号的脉冲宽度不再增大。

[0010] 为了实现这个目的,'741 专利的设想是,旋转接头包含有凹的椭圆形反射面的反射器装置,也可以是有双曲反射面的反射器装置。这两种形状在直角坐标系平面(即,由 x-y 轴确定的平面)上都是圆锥形曲线,圆锥形曲线的定义是以下的通用公式: $Ax^2+Bxy+Cy^2+Dx+Ey+F=0$  其中 A, B, C, D, E 和 F 是常数。在椭圆的情况下, $B^2 < 4AC$ ;而在双曲线的情况下, $B^2 > 4AC$ 。在椭圆的情况下,从曲线上任何一点到两个焦点( $F_1, F_2$ ) 的距离之和是常数。若反射面配置成部分的椭圆,则从一个焦点上发出的光可以被这个椭圆形反射面反射到另一个焦点。然而,光从一个焦点传输到另一个焦点的光程总长度是恒定的,它与发射光入射到椭圆形反射面上的点的具体位置无关。相反地,在双曲形反射面的情况下,从弯曲反射面上任何一点到两个固定焦点的距离之差是恒定的。

[0011] '741 专利公开几个不同的光学配置。在这些配置的某个配置中,被接收的信号是直接聚焦到光电二极管上。在其他的配置中,被接收的信号是聚焦到与远程光电二极管通信的光纤输入端。在另一些其他的配置中,会聚透镜的位置是在光纤输入端,可以引导被接收的信号进入光纤。

[0012] 然而,光纤的受光角与光电二极管的受光角相比受到更大的限制。其主要原因是,光纤的数值孔径(NA) 小于光电二极管的数值孔径。光纤的有限 NA 可以限制光被引导进入

光纤的受光角。因此,这就使反射面的设计收到限制,光通过这个反射面被引导到接收光纤的输入端。实际上,与光信号直接入射到光电二极管的情况比较,在发射的信号最初是被引导进入到光纤的情况下,这种限制要求使用更大数目的光源。

[0013] 现在参照附图,本申请的图 1 和图 2 基本上相当于'714 专利中的图 1 和图 2,不同的是它们的参考数字。因此,这些附图公开了现有技术的光旋转接头 20,其中各个光源 21 安装在转子 22 上。光束是沿径向朝外被引导,似乎它们是来自转子旋转轴上的焦点  $F_1$ 。光束入射到反射器 24 的椭圆形反射面 23 上,并被向后反射到共轭焦点  $F_2$ 。然而,这种反射光束入射放置在椭圆形反射面与后焦点 B 之间的双曲面反射面 25 上并再被向前再次反射,而这种向前反射的光束被聚焦到位于共轭焦点 C 的接收器 26 上。双曲面反射面 25 的后焦点 B 是与椭圆形反射面 23 的共轭焦点  $F_2$  重合。

[0014] '714 专利公开一种光旋转接头,其中它允许从转子传输高带宽光信号到定子,反之亦然。在光信号是从转子传输到定子的情况下,多个光源是均匀地分布在转子的周围。在旋转界面上连续传输数据所需的光源数目取决于椭圆形反射器的受光角  $\theta$ 。受光角  $\theta$  的定义是,在光源的光线可以被引导进入接收器内,从转子中心测量的椭圆形反射面的角度。受光角  $\theta$  是光程长和接收光纤或光电检测器的受光角  $\phi$  的函数,其中  $\phi = 2 \times \sin^{-1}(NA)$

[0015] 为了确保光通信可以被连续地进行,在转子和定子的所有相对的角度位置上,至少一个光源必须是在椭圆形反射器的受光角内。例如,若接收光纤的  $NA = 0.37$ ,则这种配置的受光角是  $\phi = 13.6^\circ$ ,如图 3 所示。在这个受光角的限制以外,光信号必然在光纤的包层中衰减,且不能到达光电检测器。为了在转子的周围分布均匀间隔的光源,在所有这些相对的角度位置上,至少一个光源是在接收光纤的受光角内,则至少需要  $27$  个光源(即,  $360^\circ / 13.6^\circ = 26.47 \approx 27$  个光源)。

[0016] 另一方面,若利用光电检测器作为接收器,以及若光电检测器的  $NA = 0.74$ ,因此,它的受光角  $\phi$  加宽到  $32^\circ$ ,则在转子周围仅需要  $12$  个环形等间隔的光源(即,  $360^\circ / 32^\circ = 11.25 \approx 12$  个光源)以确保连续的通信。与光电二极管外壳的具体设计有关,受光角可以高达  $140^\circ$  ( $NA = 0.94$ )。

[0017] 因此,为了减小光源的数目以及降低成本和系统的复杂性,更有利的是,可以使被接收的信号直接入射到光电检测器,而不是首先入射到光纤的输入端,再沿该光纤传输到远程的光电检测器。此外,还要求与光电检测器之间有较短的光程长,它可以减小在生产环境下的角容限。

[0018] 现在参照本申请的图 4,它基本对应于'714 专利中的图 4,不同的是它们的参考数字,'714 专利也公开一个实施例 28,其中使用单个椭圆形反射器 29(即,没有协作的双曲面反射器),以及共轭焦点  $F_2$  是在转子的径向外侧。在这种配置中,反射器 29 有椭圆形反射面 30,它安排成聚焦从光源 31 沿径向朝外射出的光束进入光纤 32 的输入端,该光纤是与远程的光电检测器(未画出)进行通信。光纤的输入端是与椭圆形反射器的共轭焦点  $F_2$  重合。

[0019] 若反射光被直接引导进入光纤 32,则接收光纤的有限 NA 同样要求大量的光源是等间隔分布在转子的周围。例如,若光纤的  $NA = 0.37$ ,利用几何分析方法,则反射器的受光角  $\theta$  是  $9.7^\circ$ ,其中  $210\text{mm}$  的光程长是从转子的边缘到接收器。为了使转子的安排可以确保从转子到定子实现连续的数据传输,至少需要  $38$  个光源(即,  $360^\circ / 9.7^\circ = 37.11 \approx 38$

个光源)。

[0020] 这两个例子说明,若反射光束是直接入射到有较大 NA 的接收器,例如,光电检测器,而不是引导进入接收器的光纤输入端,则可以减小光源的数目,从而可以降低成本和系统的复杂性。

[0021] 虽然'714 专利中的光纤旋转接头能够在旋转界面上实现高的数据传输,但是需要提供改进的有恒定程长的光纤旋转接头,其中它能够在约大于 1.25Gbit/sec 的数据速率下传输光信号,有较低的插入损耗,能够与使用光纤进入远程接收器的方式相容,使用较小数目的光源,以及有最小的光程长。

## 发明内容

[0022] 通过参照公开实施例中的对应部件,部分或表面,仅仅是为了便于说明,而不是加以限制,本发明广泛地提供改进的光旋转接头,在支架上安装这种光旋转接头的改进方法,以及用于这种光旋转接头的改进光反射器装置。

[0023] 在第一个方面,本发明提供一种光旋转接头 (35),能够在转子与定子之间实现光通信,转子有纵轴,包括:在转子和定子中的一个上面安装的至少一个光源 (36),用于沿相对于转子纵轴的径向发射光信号;在转子和定子中的另一个上面安装的至少一个第一反射器 (38),用于反射从光源发射的光信号;第一反射器包括:凹的第一反射面 (44),在取自通过第一反射面的平面上的线 (L) 配置成有第一焦点 ( $F_1$ ) 和第二焦点 ( $F_2$ ) 的部分椭圆形,第一焦点的位置是与转子的轴基本重合;有第二反射面 (45) 的第二反射器 (39),它配置成部分的圆锥形,并放置在椭圆面的第二焦点上,用于接收从第一反射面反射的光并沿不同的方向反射光,作为第二反射面顶角的函数;和接收器 (40),它安排成接收被第二反射面反射的光。

[0024] 在一种优选形式中,第一反射面 (44) 配置和安排成这样,光入射到第二反射面上的面积小于光入射到第一反射面上的面积。最好是,从第一反射面上反射的光被聚焦成第二焦点  $F_2$  上的一个光斑。第一反射面可以配置成部分的椭圆面。如在此处所利用的,椭圆面的定义是一个几何面,它的所有平面截面是椭圆形和圆形。

[0025] 第一多个光源可以安装在转子和定子中的一个上面,而第二多个第一反射器安装在转子和定子中的另一个上面。第一多个和第二多个的数目可以不相同。

[0026] 改进的光旋转接头还可以包括:有输入端和输出端的光纤 (41)。输入端可以安排在第二焦点或其附近。接收器可以安排在输出端或其附近。接收器可以是光电二极管。

[0027] 改进的光旋转接头还可以包括:安排在与输入端相邻的第二焦点附近的透镜组合 (40),用于引导光进入光纤 (41)。这个透镜组合可以包含一系列透镜,例如,两个平凸透镜,一个透镜和一个全息元件,等等。

[0028] 改进的光旋转接头还可以包括:棱镜,用于进一步改变被第二反射面反射的光线方向。

[0029] 最好是,从光源传输到接收器的光线有基本恒定的光程长,它与转子与定子之间的相对角位置无关。此外,光旋转接头的运行最好是与光信号的波长和信号的数据速率无关。

[0030] 减小光入射到接收器上的强度变化以满足接收器的动态范围限制。第二反射面的

顶角约为  $45^\circ$ 。

[0031] 在这个优选实施例中,光信号是在多个信道中传输的。光旋转接头的最大传输数据速率是信道数目之和与每个信道最大数据速率的乘积。每个信道能够传输的数据速率是 5.0Gbit/sec 或更大。在有 16 个信道的一个具体形式中,最大数据速率约为 80Gbit/sec 的数量级。

[0032] 第二反射面可以是圆锥面。

[0033] 改进的光旋转接头还可以包括:有 N 个输入端和 M 个输出端的交叉点开关和 / 或有不同波长的多个光源,其中光信号是波分复用信号。

[0034] 在另一个方面,本发明提供:光旋转接头 (35),能够在转子与定子之间实现光通信,转子有纵轴,包括:在转子和定子中的一个上面安装的至少一个光源 (36),用于沿相对于转子纵轴的径向发射光信号;在转子和定子中的另一个上面安装的至少一个第一反射器 (38),用于反射从光源发射的光信号,第一反射器包括:第一反射面 (44),在取自通过所述第一反射面的平面上的线 (L) 配置成有第一焦点 ( $F_1$ ) 和第二焦点 ( $F_2$ ) 的部分椭圆形,第一焦点的位置是与转子的轴基本重合;安排成接收光的接收器 (48,49);和至少一个光波导 (47),它有放置在第二焦点邻近的输入端并有输出端,和其中光波导包括由一束光纤构成的光纤阵列,它有与第二焦点邻近的紧密相邻的输入端并有输出端,和其中光纤阵列被安排成引导光到接收器。

[0035] 在这种形式中,输入端可以是凸形输入端。第二焦点可以安排在凸形输入端的内部,外部或它的上面。输入端可以配置成一段圆柱体。光纤的输入端可以配置成条状,并可能有凸的表面。锥形条状波导可用于引导光到接收器。

[0036] 接收器可以是有激活区的光电二极管 (49),而光可以从光纤的输出端被引导到激活区。透镜 (48) 可以放置在输出端与光电二极管之间,用于引导光到光电二极管。

[0037] 在这个优选形式中,光从输入端传播到接收器的光程长对于每条光纤是基本相同的,以及光纤的长度是基本相同的。

[0038] 在另一个方面,本发明提供一种光旋转接头 (50),能够在转子与定子之间实现光通信,转子有纵轴,包括:第一构件 (51),它有凹的第一反射面 (52),在取自通过第一反射面的平面上的线 (L) 配置成有第一焦点 ( $F_1$ ) 和第二焦点 ( $F_2$ ) 的部分椭圆形,第一焦点的位置是与转子的轴基本重合;安装在第一构件的一个侧面上的第二构件 (53);安装在第一构件的相对侧面上的第三构件 (56);安装在第二构件上并有第二反射面 (55) 的第四构件 (54),它配置成部分的圆锥形,第二反射面有纵轴,第二焦点的位置基本是在第二反射面上;和安装在第三构件上的接收器 (58),因此,看上去源自第一焦点并入射到第一反射面上的光被反射到第二反射面,而入射到第二反射面上的这个反射光再被反射到接收器。

[0039] 接收器可以与第二反射面的纵轴基本对准。

[0040] 第一反射面配置和安排成这样,最好是,光从第一反射面入射到第二反射面上的面积小于光从光源入射到第一反射面上的面积。为此目的,第一反射面可以配置成部分的椭圆面。

[0041] 在一个具体形式中,第一构件是有相对两个平面的板状构件,第二构件有安排成啮合第一构件中一个平面的平面,而第三构件有安排成啮合第一构件中另一个平面的平面。第二构件和第三构件可以是板状构件。第二反射面可以是圆锥面,它的顶角约为  $45^\circ$ 。

[0042] 接收器可以与第二反射面的纵轴基本对准。接收器可以包括：安装在第三构件上并与第二反射面的纵轴基本对准的光学元件，和有输入端和输出端的光纤，输入端安排成从接收光学元件上接收光，以及安排在接收端的光电二极管。接收光学元件可以包括：一个非球面透镜和一个球面透镜，一对非球面透镜，等等。

[0043] 在另一个方面，本发明提供一种在支架上安装光旋转接头的方法，包括以下步骤：(a) 提供一个有环形内区段 (61) 和弧形外区段 (63) 的工具板 (60)，在内区段上有多个圆形间隔沿径向延伸的 V 型槽 (62)，而在外区段上有多个圆形间隔的料斗 (64)，每个料斗适合于接纳反射器装置，并保持它在相对于邻近 V 型槽的预定位置；(b) 提供多个光反射器装置 (50)；(c) 在每个料斗中放置一个光反射器装置；(d) 在所述工具板的 V 型槽中提供多个组装好的光准直器并测试所述光纤和准直器装置与邻近光反射器装置之间光连接的完整性；(e) 提供定子段；(f) 在所述反射器装置上放置所述定子段；(g) 在定子段上安装反射器装置以形成组装好的定子；(h) 从工具板上取下所述组装好的定子；(i) 在至少一些 V 型槽中放置圆柱形定寸销 (65)；(j) 提供多个转子段 (66)，每个转子段有多个圆形间隔沿径向延伸的 V 型槽；(k) 放置转子段，使定寸销是在转子段的 V 型槽中；(l) 连接各个转子段以形成组装好的转子 (68)；(m) 从工具板上取下组装好的转子；(n) 将组装好的转子倒置；(o) 提供多个光纤和准直器装置；(p) 在所述组装好的转子 V 型槽中安装所述光纤和准直器装置；(q) 提供多个夹子；(r) 安装夹子到组装好的转子和定子段上，并保持准直器装置与光反射器装置对准；(s) 在支架上安装组装好的转子和定子段；和 (t) 取下夹子；从而在支架上安装组装好的转子和定子以实现互相之间理想的光学对准。

[0044] 所以，本发明的一般目的是提供一种改进的光旋转接头。

[0045] 本发明的另一个目的是提供一种在支架上安装光旋转接头的改进方法，为的是在转子与定子之间保持理想的对准。

[0046] 另一个目的是提供一种用于光旋转接头的改进光反射器装置。

[0047] 根据以上和以下的文字说明，附图，以及所附的权利要求书，这些和其他的目的和优点是显而易见的。

## 附图说明

[0048] 图 1 是包含反射器装置的现有技术光旋转接头的示意图，该反射器装置有椭圆形反射器和双曲形反射器，这个视图与'741 专利中图 1 所示的视图基本相同，不同的是它们的参考数字。

[0049] 图 2 是取自图 1 中直线 2-2 的分段剖面图，这个剖面图与'741 专利中图 2 所示的剖面图基本相同，不同的是它们的参考数字。

[0050] 图 3 是图 1 和 2 所示现有技术光旋转接头的顶视平面图，这个平面视图说利用光纤作为接收器的椭圆形反射面有受限的受光角。

[0051] 图 4 是另一种形式现有技术包含椭圆形反射器的光旋转接头的示意图，它安排成把焦点  $F_1$  处的光源发射的光反射到放置在焦点  $F_2$  的光纤输入端，这个视图基本上与'741 专利中图 4 所示的视图相同，不同的是它们的参考数字。

[0052] 图 5 是改进的光旋转接头的透视示意图，它说明传输光信号到椭圆形反射器的传输光学元件，这些光信号反射到圆锥形反射器，然后再向上反射通过一系列透镜到达与光

电检测器通信的光纤输入端。

[0053] 图 6 是类似于图 5 所示改进光旋转接头的透视示意图,其中由椭圆形反射面反射送回的光信号被聚焦到与扇形光纤阵列的远程发散端通信的弧形条状波导。

[0054] 图 7 是用于说明图 5 中被接收信号有较宽受光角的示意图。

[0055] 图 8 是以 80Gbit/sec 的速率传输数据通过改进的光旋转接头的示意图。

[0056] 图 9 是在不同的转子位置上交换光信号电子装置示意图,可以在旋转界面上实现较大的数据传输速率。

[0057] 图 10 是利用缓冲器 / 复用器以实现信道选择的示意图。

[0058] 图 11 是利用交叉点开关以实现信道选择的示意图。

[0059] 图 12 是一种形式的改进光反射器装置的透视图。

[0060] 图 13 是用于组装改进光旋转接头的工具板透视图,这个视图说明环形内区段和弧形外区段,其中有放置反射器装置的五个料斗。

[0061] 图 14 是类似于图 13 所示的透视图,但它说明光反射器装置已被放置在工具板外区段的料斗中。

[0062] 图 15 是类似于图 14 所示的透视图,但它说明定寸销已放置在 V 型槽中和定子段已放置在反射器装置的上面。

[0063] 图 16 是类似于图 15 所示的透视图,但它说明四个转子段已放置在工具板内区段的定寸销上,并已连接在一起形成组装好的转子。

[0064] 图 17 是类似于图 16 所示的透视图,但它说明转子已被倒置,并利用夹子被固定到定子装置。

[0065] 图 18 是利用波分复用技术的示意图,用于复用数据传输通过改进光旋转接头的带宽。

### 具体实施方式

[0066] 首先,应当清楚地知道,相同的参考数字用于识别与所有附图中一致的相同结构单元,部分或表面,因为在整个文字说明中可能进一步描述或解释这些单元,部分或表面,这些详细的描述是说明书的构成部分。除非有其他的说明,这些附图需要与说明书一起被阅读的(例如,阴影线,部件的安排,比例,度数,等等),并被当作本发明整个文字说明的一部分。如在以下描述中所使用的,术语“水平”,“垂直”,“左”,“右”,“上”和“下”以及它们的形容词和副词衍生词(例如,“沿水平方向”,“向右”,“向上”,等等)仅仅是指面向读者的具体附图中的结构取向。类似地,术语“向内”和“向外”一般是指表面相对于它的延长轴,或旋转轴的取向。

[0067] 在一个方面,本发明提供一种改进的光旋转接头,它有在'714 专利中公开的恒定程长椭圆形反射器基型,但是有另一个和不同的元件,即,第二反射器,它有配置成作为部分圆锥面的第二反射面。添加这个第二反射器能够改进光旋转接头:(1) 以更高的效率发射光信号,(2) 促使这种光信号传输进入光纤的输入端,(3) 允许减少光源的数目,和(4) 减小从光源到接收器的光程长。

[0068] 虽然在通过旋转接头的高数据速率传输下利用光电检测器作为反射器仍然是可接受的,但是在电噪声环境下,有时需要首先引导被发射的信号进入与远程接收器通信的

光纤输入端。我们还需要放大这种接收光纤的受光角,从而可以使用较少数目的光源。减少光源的数目就可以降低改进光旋转接头的制造成本。因此,本发明提供有相关光学组件,电子元件和制造方法的光旋转接头,可以发射光数据通过旋转界面进入光纤的输入端,它有增大的受光角,减小的光程长,并有增大的耦合效率。

[0069] 在另一个方面,本发明提供一种改进的光旋转接头,其中从椭圆形反射面上反射的光被聚焦到与有多条光纤的扇形光纤阵列的远处发散端通信的条状光波导,这些光纤有与第二焦点邻近的紧密相邻的发散输入端,并有安排成引导光到达接收器的输出端。

[0070] 在另一个方面,本发明提供用于这种光旋转接头的改进光反射器装置。

[0071] 在另一个方面,本发明提供改进的方法,可以按照光学对准的方式组装光旋转接头,并在保留和维持这种光学对准的同时,安装这种组装好的接头到支架上。

[0072] 以下逐一地讨论这些不同的方面。

### 改进的光旋转接头 (图 5-6)

[0073] 图 5 是按照本发明改进的光旋转接头的概念示意图,它用在旋转界面上以提供光通信,例如,在上述的转子与定子之间。在图 5 中,改进的光旋转接头 35 有安装在转子上的光源 36,安装在定子上的第一反射器 38,也安装在定子上的第二反射器 39,和包含一系列透镜 40 的光接收器,它与引导到远程光电检测器(未画出)的光纤 41 进行通信。在图 5 中,光源的位置是在光纤 42 的远端。画出的光线是从光纤端向外发散,在此之后传输通过准直透镜 43。在传输通过准直透镜 43 以后,各条光线略微发散,它们似乎来自焦点  $F_1$ ,并被引导到第一反射器 38 的第一反射面 44。最好是,这个第一反射面配置成部分的椭圆面,即,它在两个正交轴(即,  $x-y$ , 和  $y-z$ ) 的每个轴上有复合曲率。第一个曲率是在水平方向上(即,在  $x-y$  平面上),它是用从一端到另一端的虚线  $L$  表示,并配置成分别有第一焦点  $F_1$  和第二焦点  $F_2$  的部分椭圆。然而,第一反射面在垂直方向上(即,在  $y-z$  平面上)也是弯曲的。第一反射面的复合曲率的作用是,从第一反射面 44 的区域上反射的光会聚成第二反射器 39 上的点状光斑。

[0074] 在这个公开的实施例中,第二反射器 39 上的第二反射面 45 是圆锥形。然而,第二反射面也可以是截头圆锥或圆锥上的一些其他部分。如上所述,由于椭圆形反射面有复合曲率,光入射到第二反射面上的面积小于光入射到第一反射面上的面积。在这个公开的实施例中,圆锥形第二反射面 45 的顶角约为  $45^\circ$ 。因此,入射到第二反射面 45 上的光被向上引导进入一串透镜 40。这串透镜可以包括两个平凸透镜,两个非球面透镜,一个透镜和一个全息元件,或透镜和 / 或其他光学元件的一些其他组合。在任何的情况下,这串透镜的功能是会聚光进入光纤 41 的输入端,而光纤 41 传输该光到远程的光电二极管(未画出)。

[0075] 椭圆形第一反射面 44 在线  $L$  的平面上有第一焦点  $F_1$  和第二焦点  $F_2$ 。第一焦点  $F_1$  的位置是与转子的轴基本重合。第二焦点  $F_2$  的位置是在沿圆锥 39 的轴上。因此,看上去源自第一焦点  $F_1$  的光束入射到椭圆形反射面 44 上,并被反射会聚到圆锥 39 内的共轭焦点  $F_2$ 。第二反射面还沿垂直于光线入射的方向朝上反射光。

[0076] 第二反射器圆锥可以由玻璃,塑料或金属制成,并可以涂敷反射涂层以反射最大的光量。光学子装置放置在反射型圆锥之上,用于聚焦光进入接收器。接收器可以是光电检测器或光纤。圆锥形是有效的,因为它从较大的面积上(即,准直光束入射到第一反射面

上的面积)收集光,并把它向上引导到接收器。这种会聚性和改变方向可以克服传统光纤的有限受光角,并允许接收光纤从椭圆形反射面的扩大面积上接收光信号。在这个公开的实施例中,第二反射器配置成一个圆锥形,并有 $45^\circ$ 的顶角,因此,光线可以沿垂直于光线入射的方向被反射。虽然它是优选的,但是这种安排不是不可改变的。在合适的情况下,第二反射面可以是截头圆锥面和/或可以有不同于 $45^\circ$ 的顶角。

[0077] 用于聚焦来自圆锥面的光到接收器的光学子装置可以包括一串透镜,或透镜与全息元件的组合。在图5中,两个平凸透镜用于会聚来自圆锥面的光束进入光纤。这个光学子装置也可以由透镜和体全息图构成,用于衍射光进入接收光纤。或者,光学子装置可以是围绕圆锥轴安排的球面透镜阵列。若接收器需要沿水平方向安装,则可以在两个透镜之间安装直角棱镜,从而使来自圆锥的反射光束再旋转 $90^\circ$ 。若需要以某个其他的角度引导光,则可以使用反射镜,一些其他合适形状的棱镜,等等。

[0078] 图6是另一种形式的改进光旋转接头。在这种形式中,从椭圆形第一反射面44反射的光被聚焦,会聚到与扇形光纤阵列的发散端通信的弧形条状波导。进入这些光纤的光被引导,并在其会聚端射出通过准直透镜48到达光电检测器49。

[0079] 这些改进的光旋转接头有许多优点。这种装置从光源到接收器有基本恒定的光程长,它与转子和定子的相对位置无关。这个恒定的光程长能够使多个光信号在接收器中叠加而没有相位失真。在需要较高的数据传输速率和支持这种较高数据速率的激光器没有足够大的功率时,可以叠加几个光源以增大到达光电检测器的光功率。

[0080] 此外,改进的光旋转接头与信号的波长和数据传输速率无关。选择用于这种装置的波长取决于现有的激光源,光电检测器,和传送光信号的光纤。然而,改进的光旋转接头本身是与数据传输速率无关,可以利用从DC到高Gbit/sec的数据传输速率。最后,在需要更高的数据速率时,在光旋转接头上可以利用波分复用技术以发射多个光信道。

[0081] 与'714专利中公开的装置比较,此处公开的改进光旋转接头还有其他的优点。改进的光旋转接头:(a)减小入射到接收器表面上光强度变化造成的变化,(b)减小椭圆形反射器的受光角效应,(c)允许在光电检测器之前使用光纤,和(d)减小光程长。

[0082] 在图7和图8中说明这些优点。在图7中,所示的光反射器装置46包含椭圆形第一反射面44和圆锥形第二反射面45,如以上所描述的。光信号是从光源42中产生的。在图8中,这些不同的信号发射光源分别是用TX1, TX2, ... TX18表示,而不同的光反射器装置分别是用CH1, CH2, ... CH16表示,其中每个信道有一个反射器。

[0083] 在简单的椭圆形反射器配置中,如在'714专利的图1中所公开的,光源相对于椭圆形反射器的位置在接收器上产生有不同入射角的反射光束。与在中心附近的那些椭圆形反射器比较,在其边缘附近入射到椭圆形反射器的光束相对于接收器表面的法线可以以较大的入射角下会聚。由于接收器灵敏度的下降是作为入射角(即,入射光束与该光束入射到表面的法线之间的角度)的函数,有较大入射角的光束使接收器产生较小的输出信号。

[0084] 在本发明中,椭圆形第一反射面最好是部分的椭圆面。因此,这个椭圆面的复合性质把光入射到其表面上的面积聚焦成在圆锥形第二反射面上的一个光斑,如图5所示。会聚到这个光斑上的光再次被向上反射到接收器。因此,再次反射的信号对于光源相对于定子有不同位置的接收器的入射角没有展示很大的变化。所以,接收器检测到的信号基本上是与光入射到椭圆形第一反射面44上的入射角无关,并且,它基本上与转子相对于定子的

位置无关。所以,可以减少围绕转子所用的光源数目。在椭圆形反射器边缘附近减小的灵敏度是重要的,因为这有助于改进光电检测器产生的最小信号。当一个光源的光束正要离开反射器时和一个相邻光源的光束正要进入反射器时,光电检测器产生最小的信号。增大在反射器边缘附近的重叠可以增大叠加光信号的幅度和由检测器产生的信号,从而减小在改进光旋转接头中所需的光源数目。

[0085] 本发明的另一个优点是允许使用接收器之前的光纤。在'714 专利中,在接收器之前使用的光纤是受到光纤有限 NA 的阻碍。如此处所描述的,改进的复合椭圆形反射面可以把反射光聚焦成第二反射面上的光斑。圆锥形反射器的表面可以把来自椭圆形反射器的反射光束转到接收器。通过使用圆锥形反射器,相对于接收器表面法线的入射角在椭圆形反射器所对整个角度范围内是基本恒定的。在圆锥之上的附加光学子装置可用于聚焦会聚的反射光束进入接收光纤的输入端。在旋转界面上出现严重电噪声的区域上,或在需要远程检测信号时,使用这种光纤是特别有用的。使用圆锥形反射器可以扩大光旋转接头的有效受光角。如图 7 所示,光旋转接头的受光角可以增大到约  $21.4^\circ$ 。有了这个较大的受光角,在旋转界面上用于连续传输信号所需的最小光源数目是 17 个(即,  $360^\circ / 21.4^\circ = 16.82 \approx 17$  个光源)。

[0086] 使用圆锥形反射器的第三个优点是可以减小光程长。利用几何分析,图 7 所示配置中的光程长约为 120mm,它远远小于图 1 和图 4 所示配置中的光程长(即,约为 248mm)减小的光程长可以降低改进光旋转接头对失准的灵敏度。

[0087] 通过确保光程长在椭圆形反射器占用的整个角度范围内的基本恒定的,以及确保足够大的光功率是从圆锥面上的反射被引导进入光纤,本发明的光旋转接头可以支持每个信道有 5.0Gbit/sec 数据速率的数据传输。一个数据信道是由一个椭圆形反射器,圆锥形反射器,接收光学子装置,接收光纤,和高速光电检测器构成。利用数据信道阵列和围绕转子的光源传送交换数据的技术,可以实现非常高的数据传输速率。图 8 中给出一个例子,其中在围绕旋转界面的圆周上安排 16 个数据信道。每个数据信道可以传送数据速率 5.0Gbit/sec 的光学数据。通过对 16 个数据信道求和,利用本发明的结构,可以容易地实现能够传输 80Gbit/sec(即,16 个信道  $\times$  5.0Gbit/sec/信道)的光旋转接头。

[0088] 例如,如图 8 所示,光纤旋转接头包含 18 个光源 TX1 至 TX18,它们分别等间隔地分布在围绕转子的圆周上,每个光源的标称角间隔是  $20^\circ$ 。根据需要,光源可以发射相同的光信号,或不同的光信号。为了在旋转界面上可以发射大量的数据,大多数光源传送不同的信号流。在改进光旋转接头中的定子被分成 16 个扇区。一个扇区包含一个数据信道,而扇区边界是用图 8 所示的放射状斜条标记。在光源的光进入波导之前,有选择地进行切换以提供光信号给特定的数据信道。例如,光源 TX1 传送光数据给信道 CH1,光源 TX2 传送不同组的数据给信道 CH2,等等。当两个光源是在一个扇区内时,这两个光源被切换到传送相同的数据信号。例如,在图 8 中,光源 TX5 和 TX6 传送相同的信号给信道 CH5。由于旋转界面的恒定光程长性质,来自光源 TX5 和 TX6 的光信号可以相长地叠加,所以,检测器从这两个光源中接收较强的同相信号。因此,通过增大到达光电检测器的两个单独同相信号的光强,这两个信号的叠加可以改进叠加的幅度求和光信号的质量。

### 电子式交换 (图 9-11)

[0089] 图 9 说明可以利用改进的光旋转接头以高传输速率传输数据的方法。在光旋转接头的上游,利用普通的数字电子技术,把 80Gbit/sec 信号分割成 16 个 5.0Gbit/sec 的信号流。16 个 5.0Gbit/sec 的信号流通过信道选择器分别被路由到不同的各组光源 TX1 至 TX18,分别在旋转接头上传输到 16 个接收器 RX1 至 RX16。若使用的光源数目多于 18 个,则可以建立大于 16 个传输信道。在接收到这些信号之后,它们被重新构造成原始的 80Gbit/sec 信号。

[0090] 这个实施例的光旋转接头可以包含角位置编码器,用于跟踪转子相对于定子的位置,所以,信道选择器可以正确地交换各种 5Gbit/sec 信号流到它们各自的光源。因此,本发明的光纤旋转接头可以容易地以非常高的数据速率传输光信号。

[0091] 重要的是注意到,5.0Gbit/sec 信号不是光旋转接头的带宽限制。事实上,可以利用任何高达 5.0Gbit/sec 的数据速率,而在有合适的电子技术时,可以实现 10Gbit/sec 或更高的数据速率。

[0092] 在另一个实施例中,发射器可以接受多个较低数据速率的信号,这些信号再被复用以实现约 5Gbit/sec 的较高数据速率。在光旋转接头上可以发送这个数据流,并被重新构造成较低数据速率的信号。

[0093] 有两种方法可以使信道选择器交换 16 个信道的源信号到在转子周围的 18 个光源。第一种方法涉及在 US Patent No. 6, 385, 367 中描述的缓冲器 / 复用器方法,在此公开这种方法作为参考。图 10 表示这种方法的示意图。

[0094] 按照这种方法,16 个信号中的每个信号被馈入到单独的缓冲器 1-18,该缓冲器扇出输入信号到 18 个复用器 (MUX) 信道中的一个信道。利用有 16 个输入的 18 个 MUX 信道,可以从每个缓冲器的芯片中接收输入信号。转子位置编码器提供激光被交换的位置,可以传输来自另一个输入信号流的数据。

[0095] 虽然这种方法一般是可行的,但当输入信道的数目增大时,扇出 / 缓冲器芯片到 MUX 芯片之间的互连数目就大大地增加。例如,若有  $M$  个输入信号流和在转子环周围的光源数目是  $N$ ,则互连的数目 ( $N_{\text{interconnects}}$ ) 是  $N_{\text{interconnects}} = 2M \times N$

[0096] 互连数目的增大可以增加印刷电路板的复杂性,以及在空间上分开芯片可能由于传输线的长度而引入波形失真。大量缓冲器和其他的 IC 可以增加在各条路径之间能够观察到的传播延迟变化量。当这些信号在光检测器中叠加时,传播延迟的变化可以造成波形失真并使观察的眼图闭合。

[0097] 利用非阻塞的交叉点 (纵横) 开关,可以实现另一种信道选择方法,如图 11 所示。 $M \times N$  交叉点开关有这样的优点,所有的互连是基于交叉点开关,且互连都被集成在芯片中。因此,就不需要外部的互连。 $M \times N$  交叉点开关能够在空间上连接  $M$  个输入中的任何一个输入到  $N$  个输出中的任何一个输出,图 11 表示它的功能示意图。非阻塞开关确保,所有的输入端可以连接到各自的输出端,和没有一个传输可以被其他的连接阻塞。多点传播的能力可以使一个输入端同时连接到多个输出端,并确保每个输出端仅连接到一个输入端。

[0098] 利用交叉点开关有许多优点。这些优点包括电路板尺寸和芯片数目的减小,从而减小功率消耗并使信号失真最小。例如,在典型的 4 个输入端的信道发射器电路板上,采用交叉点开关的方法优于缓冲器 / MUX 方法,电路板的尺寸可以减小约 30%,芯片的数目可以减小 20% 以上,和功率消耗可以减少 40% 以上。由于这些开关集成在一个模具中,与缓冲

器/MUX方法比较,交叉点开关通常可以减小信号失真和不稳定性。事实上,在交叉点开关基发射器中传播延迟的变化与缓冲器/MUX方法比较可以减小80%以上。这可以使通过旋转界面有较高的数据传输速率。交叉点开关的另一个优点是增大发射数据模式的灵活性。因为交叉点开关对于数据速率和协议是透明的,可以建立多个传输信道,其中每个信道在不同的数据速率下执行唯一的协议。

### 改进的光反射器装置(图12)

[0099] 现在参照图12所示的一种改进的光反射器装置50。这种改进的光反射器装置有三个重叠在一起的板状构件,如以下所描述的。第一个或中间构件51有椭圆形反射面52,如以上所描述的。这个中间构件有平坦的上表面和平坦的下表面。

[0100] 该光反射器装置还包含底下的第二构件53。这个构件也是一个板状构件,并有啮合中间第一构件51的平坦下表面的平坦上表面。第二构件53支持有圆锥形反射面55的第四构件54。椭圆形表面的第二焦点基本上是在圆锥形物体54的轴上。该光反射器装置还包含板状第三构件56。这个第三构件有平坦的下表面,它啮合中间构件51的平坦上表面。第三构件用于支持接收光学元件58,该光学元件通过光纤59与远程的光电检测器(未画出)通信。接收光学元件可以是一系列或一串透镜,用于聚焦光进入光纤59的输入端。

[0101] 因此,改进光反射器装置的制造和结构是简单的。当然,必须小心地在第一构件上制成椭圆形反射面52。下面的第二构件可以给圆锥形反射器提供支承,而上面的第三构件给接收光学元件提供合适的支承,该接收光学元件是与圆锥形反射器对准。图12所示装置的运行是与以上描述的基本相同。椭圆形表面的第一焦点是与转子的轴基本重合。因此,看上去来自转子轴的光可以从椭圆形反射面52上反射到圆锥形反射面55上的一个光斑,然后再被向上反射通过接收光学元件后进入光纤59。图12所示装置的运行基本上如图5所示。

### 改进的安装方法(图13-17)

[0102] 现在参照图13-17,在另一方面,本发明还提供一种组装光旋转接头和在支架上安装这种已组装的光旋转接头的方法。

[0103] 这种方法是从提供工具板60开始,它有环形内区段61和弧形外区段63,在内区段61上有多个圆形间隔沿径向延伸的V型槽62,而在外区段上有多个圆形间隔的料斗。每个料斗适合于接纳反射器装置,如图12所示的50,并保持这种反射器装置在相对于邻近V型槽的预定位置。因此,图13只是画出了工具板的上表面。必须十分当心工具板的机械加工,且这种装置最好是有单一的整体结构。

[0104] 下一步是提供多个光反射器装置,如图12所示的50。

[0105] 现在参照图14,下一步是在每个料斗中实际放置光反射器装置50。料斗最好是机械加工而成,它只能按照一种方式放入光反射器装置,且反射器装置相对于工具板内区段上的V型槽有合适的取向。继续参照图15,再提供定子段69,它放置在光反射器装置的顶部。然后,把光反射器装置安装到定子段上以形成组装好的定子。现在,从工具板上取下组装好的定子。

[0106] 下一步是在至少一些工具板V型槽中放置圆柱形定寸销,如图15所示。各种定寸

销是用数字 65 标记。

[0107] 在此之后,提供多个转子段 66。这些转子段放置在工具板的内区段的顶部。每个转子段有沿径向延伸的 V 型槽,它适合与工具板的 V 型槽对准。因此,当各个转子段放置在圆柱形定寸销上时,它们互相之间有合适的取向。

[0108] 此后,连接各个转子段以形成组装好的转子,如图 16 中的数字 68 所示。

[0109] 然后,从工具板上取下组装好的转子,并从工具板的 V 型槽中取下定寸销。将组装好的转子倒置,并利用多个精密加工的固定夹子以固定到组装好的定子上。然后,提供多个光纤和准直器装置,这些光纤和准直器装置安装在组装好的转子 V 型槽中。

[0110] 在此之后,把组装好的转子和定子段安装到支架上,例如,CT 扫描仪的工作台。此后,顺序取下固定夹子,使组装好的转子和定子安装到支架上,且互相之间有理想的对准。

[0111] 如果需要,该方法还可以包括附加的步骤:在图 14 所示的工具板 V 型槽的一个槽中放置测试光纤和准直器装置;和在从工具板上取下组装好的转子之前,测试这个光纤和准直器装置与邻近反射器装置之间光路连接的完整性。

### 波分复用技术 (图 18)

[0112] 本发明的光纤旋转接头还支持有不同波长的光信号传输,如图 18 所示。在这个实施例中,光纤旋转接头包括两个或多个激光器或其他光源,用于提供有不同波长的光信号。这个实施例的光旋转接头还包括单独的相同长度光纤,用于传输来自各个激光器或其他光源的不同波长光信号到旋转界面。或者,光源可以包含耦合器,如图 18 所示,用于组合有不同波长的光信号,因此,借助于共同的光纤,可以传输组合的光信号到旋转界面。

[0113] 在这个有不同波长的光信号已经被组合的实施例中,接收器可以配置成包含分束器,例如,二向色滤波器,用于分开不同波长的光信号,并包含多个光电二极管或其他检测器,用于接收单独的光信号。在接收器远离旋转界面的实施例中,不同波长的光信号在被准直之前是沿共同的光纤传播,例如,利用准直透镜准直,然后,按照光信号的波长被分割。

[0114] 利用波分复用技术,在不增大光源调制速率的情况下,可以增大带宽。因为与增大光源调制速率相关的成本在较大的数据速率下是相当高的,包含两组或多组激光器或光源以提供有不同波长光信号有时可能是更经济的。利用这种技术,可以实现能够传输数据速率在 160Gbit/sec 数量级的光旋转接头,其中利用两个波长。

### 改动

[0115] 本发明设想可以进行各种变化和改动。例如,第一反射面应当配置成有第一焦点和第二焦点的部分椭圆。最好是,这个表面配置成部分的椭球面,它沿两个互相垂直的正交轴有复合的曲率,因此,光入射到椭球面上的面积被反射和会聚成圆锥形反射器上的一个光斑。

[0116] 如在此处所使用的,第二反射器是圆锥形,它有 45° 的顶角。然而,这不是不变的。在某些情况下,第二反射器可以截头圆锥形,或可以有部分圆锥形的一些其他配置。在任何的情况下,其特征是,圆锥形反射器的功能是沿不同的方向再反射光到接收光学元件,该光学元件可以是一串透镜,等等。或者,再反射的光可以直接入射到光电检测器的工作面上。

[0117] 专业人员容易理解,可以改变各种结构材料。可以涂敷和 / 或抛光各个反射面以

形成高的反射率。

[0118] 所以,我们已经展示和描述本发明的各种特征和实施例,并提出和讨论它们的各种改动,在不偏离以下权利要求书所限定的本发明精神范围内,专业人员容易理解对它们所做的各种变化和改进。

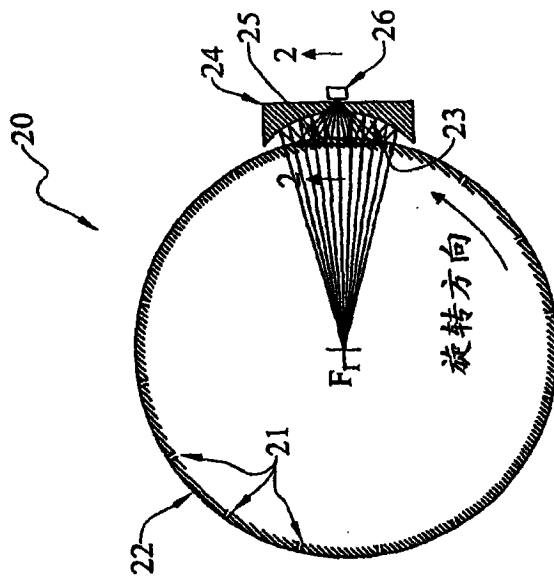


图1  
(现有技术)

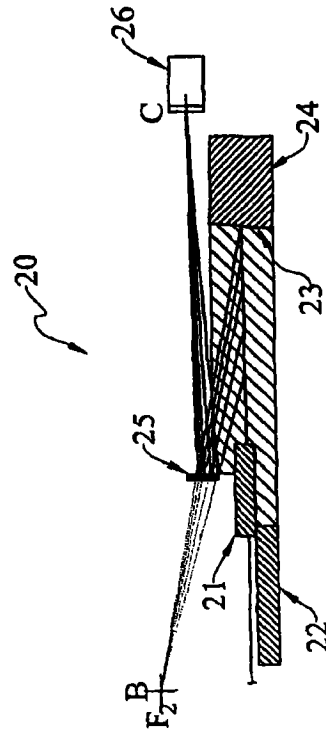


图2  
(现有技术)

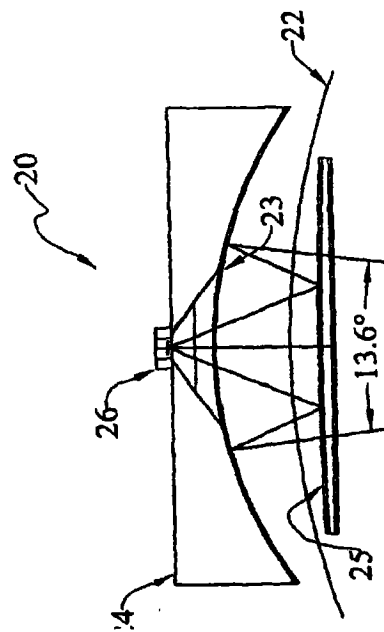


图3  
(现有技术)

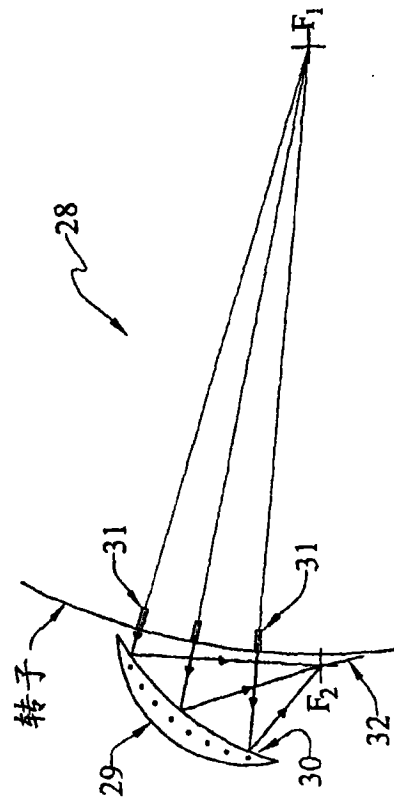


图4  
(现有技术)

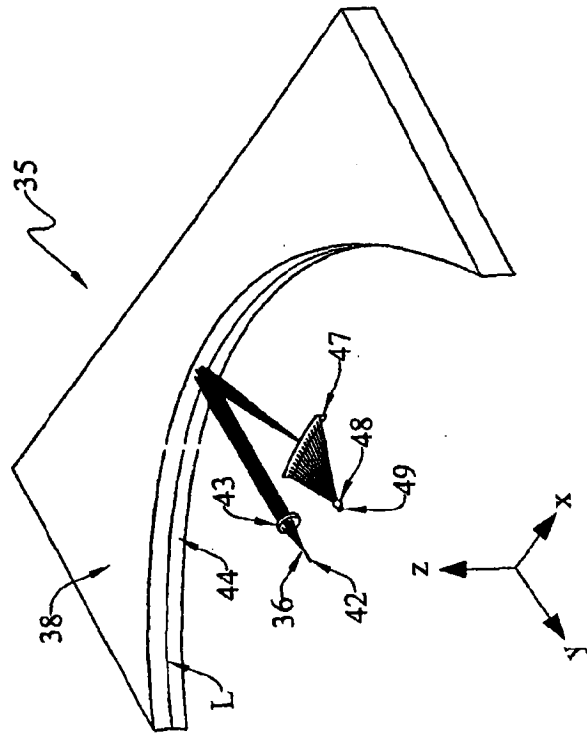


图5

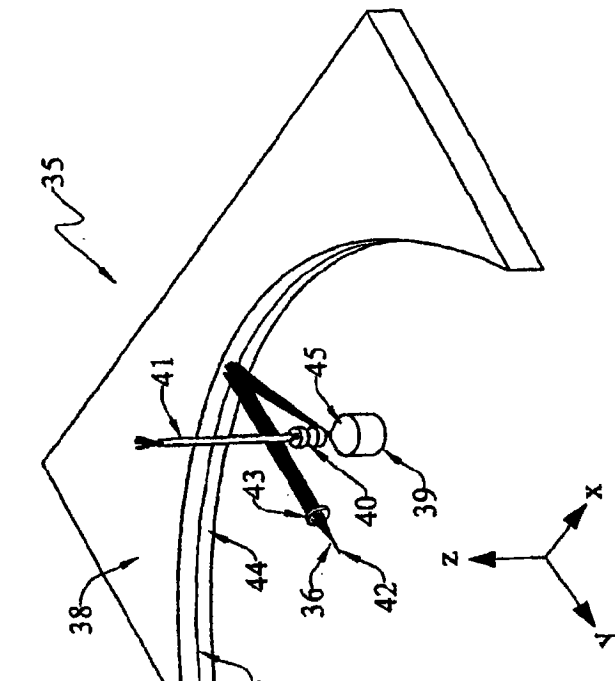


图6

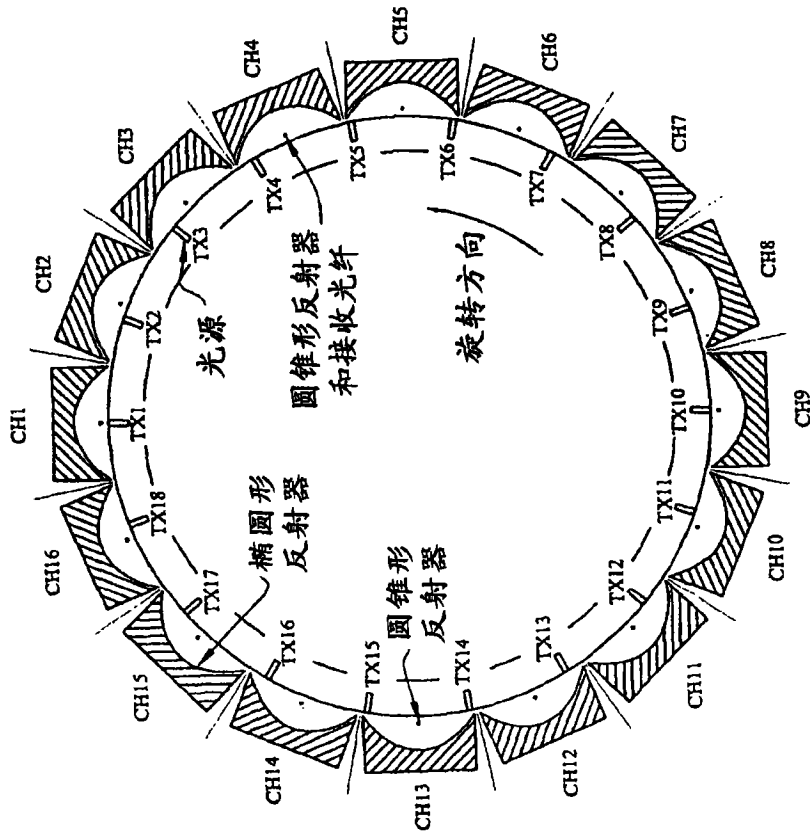


图8

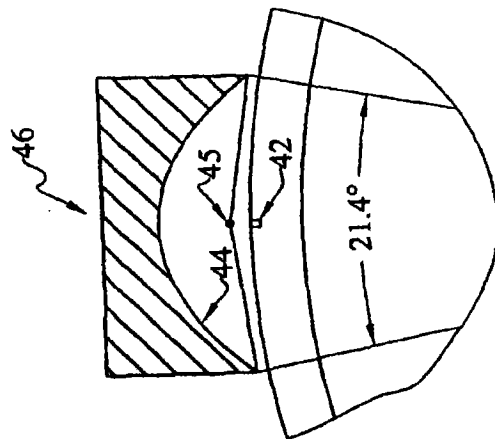


图7

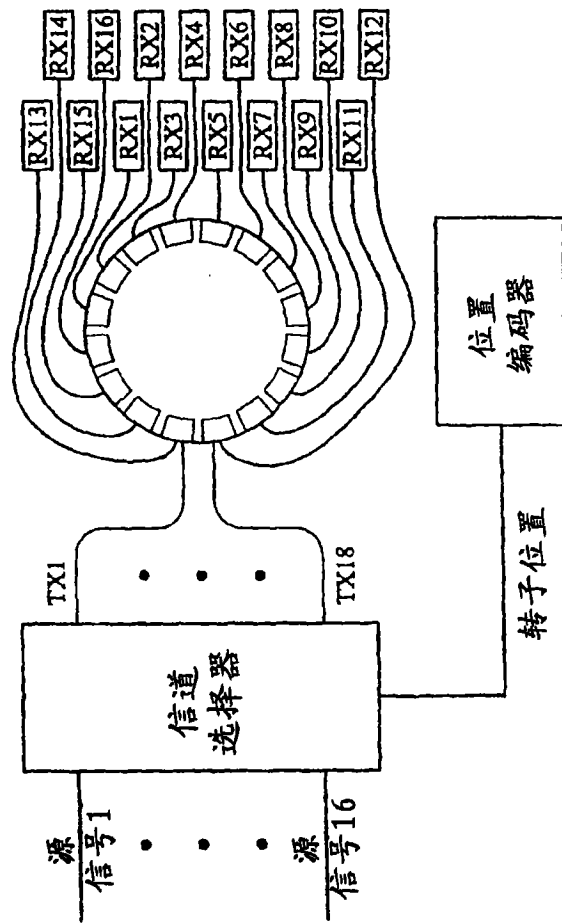


图9

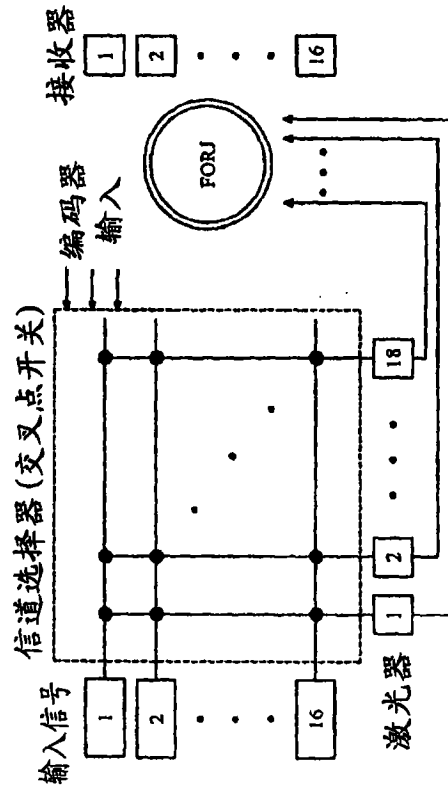


图11

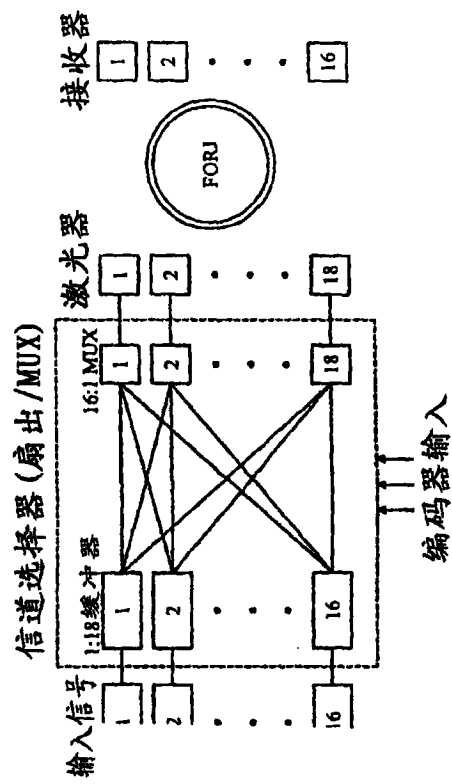


图10

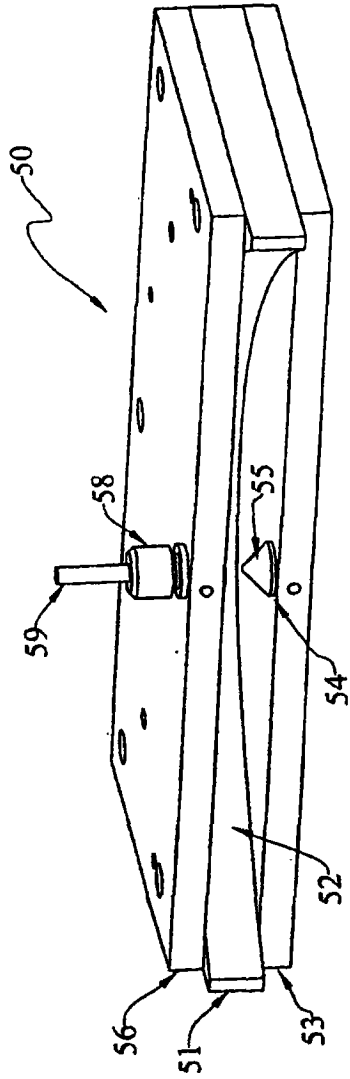


图12

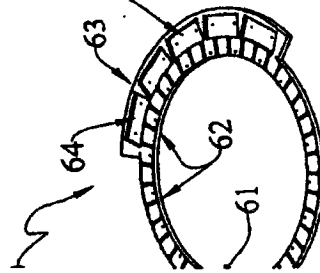


图13

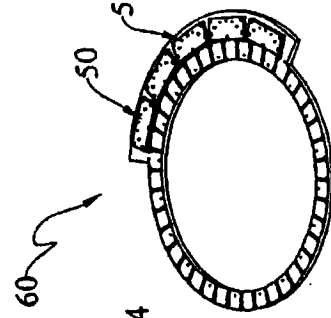


图14

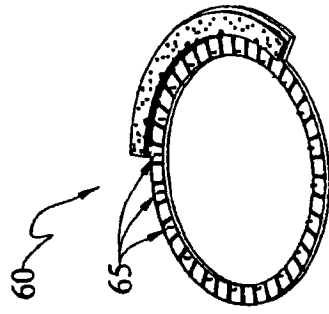


图15

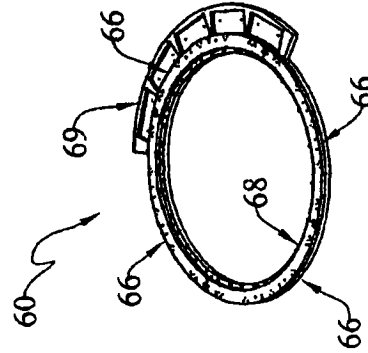


图16

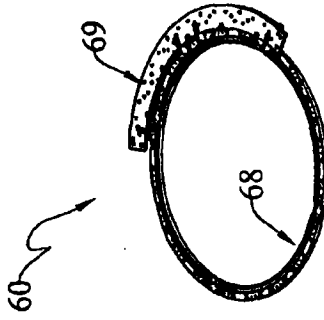


图17

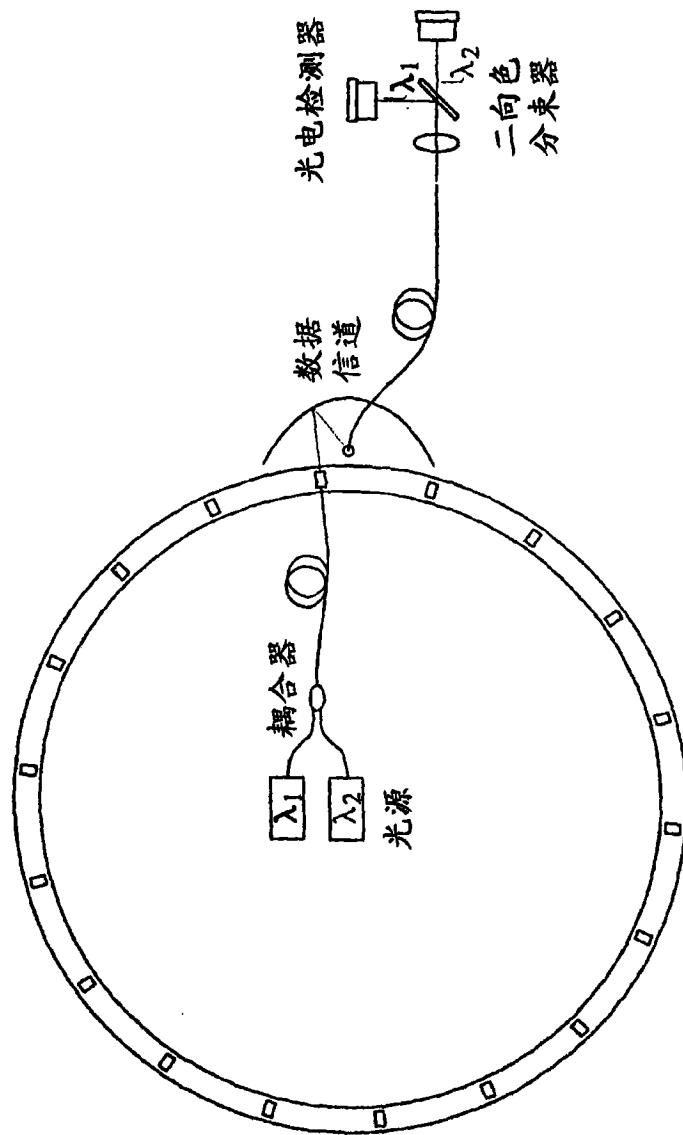


图18