



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821272. X

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1312501C

[22] 申请日 2002.10.23 [21] 申请号 02821272. X

[30] 优先权

[32] 2001.10.24 [33] US [31] 10/002,310

[86] 国际申请 PCT/US2002/034179 2002.10.23

[87] 国际公布 WO2003/036364 英 2003.5.1

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.26

[73] 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 程中·黄 史蒂文·赛义德·纳西里

亚历克斯·哈威特

德米特里·瓦西里·巴金

兰德尔·布里安·斯普拉格

雅努什·布尔泽卡

[56] 参考文献

US 5960132 A 1999.9.28

CN 1307690 A 2001.8.8

US 5647033 A 1997.7.8

审查员 黄金龙

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有
限责任公司

代理人 王 怡

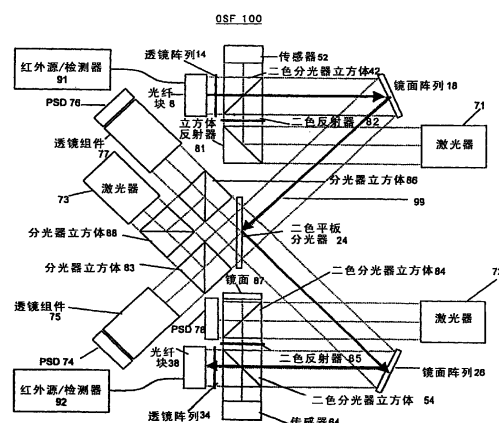
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 1 页

[54] 发明名称

光交换结构的系统结构

[57] 摘要

一种光交换结构使得在多个输入端口中的任一个上进入该设备的光信号能够被引导到多个输出端口中的任一个。本光交换结构包括传感和监控设备，其允许精确的初始校准和连续的开关连接状态监视与控制。在输入端口上进入交换结构的光，被第一组可单独控制的镜面中的一个镜面反射到第二组可单独控制的镜面中的一个镜面，然后被反射到对应的输出端口。此交换结构包括控制激光器和位置感应设备，其提供与镜面方向对应的输出信号。此外，输入端口和输出端口的子集可以安装到监控光源和检测器，用于校准与控制。此外，可以包括用于检测输入信号的强度、被第一组中的镜面反射并被第二组中的镜面反射的信号的强度、以及从输出端口散射回的信号的强度的传感器。



1. 一种光开关，包括：

第一多个端口；

第二多个端口；

布置在第一表面上的第一多个镜面；

布置在第二表面上的第二多个镜面；

二色分光器，

其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及

其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；

第一光源，被定位以利用控制光来照明所述第一多个镜面；

第一位置感应检测器，被定位以检测已经被所述第一多个镜面所反射的控制光，其中由所述第一位置感应检测器提供的信号对应于所述第一多个镜面的方向；

第二光源，被定位以利用控制光来照明所述第二多个镜面；和

第二位置感应检测器，被定位以检测已经被所述第二多个镜面所反射的控制光，其中由所述第二位置感应检测器提供的信号对应于所述第二多个镜面的方向。

2. 如权利要求 1 所述的光开关，还包括：

第三位置感应检测器，被定位以检测已经被所述第一多个镜面反射并被所述第二多个镜面反射的控制光，其中由所述第三位置感应检测器提供的信号对应于所述第一多个镜面和所述第二多个镜面两者的方向。

3. 如权利要求 2 所述的光开关，其中所述第三位置感应检测器具有与所述第一位置感应检测器相同的空间分辨率，并且其中由所述第三位置感应检测器提供的信号，以比来自所述第一位置感应检测器的信号与所述第

一多个镜面的方向的对应更好的方向分辨率，对应于所述第一多个镜面和所述第二多个镜面两者的方向。

4. 如权利要求 2 所述的光开关，还包括第三光源，其被定位以利用没有被所述第一多个镜面或所述第二多个镜面反射的控制光，来照明所述第一位置感应检测器和所述第二位置感应检测器。

5. 如权利要求 2 所述的光开关，其中所述第一位置感应检测器被定位以检测已经被所述第一多个镜面所反射并且已经穿过所述二色分光器的控制光，并且其中所述第二位置感应检测器被定位以检测已经被所述第二多个镜面所反射并且已经穿过所述二色分光器的控制光。

6. 一种光开关，包括：

第一多个端口；

第二多个端口；

布置在第一表面上的第一多个镜面；

布置在第二表面上的第二多个镜面；

二色分光器，

其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及

其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；

第一传感器，被定位以检测从所述第一多个端口入射、还没有被所述第一多个镜面或所述第二多个镜面所反射的光的强度；和

第二传感器，被定位以检测从所述第二多个端口散射回到所述开关中的光的强度。

7. 如权利要求 6 所述的光开关，还包括光学反射器，其被定位以将从所述第一多个端口入射、已经被所述第一多个镜面反射并被所述第二多个镜面反射的光，引导到所述第二传感器上与检测到所述散射回的光的位置不同的位置处。

8. 如权利要求 6 所述的光开关，还包括光学反射器，其被定位以将从所述第二多个端口散射回到所述开关中、已经被所述第二多个镜面反射并被所述第一多个镜面反射的光，引导到所述第一传感器上与检测到来自所述第一多个端口的的光的位置不同的位置处。

9. 如权利要求 8 所述的光开关，其中部分地基于从所述第一传感器和所述第二传感器接收到的信号，来控制所述第一多个镜面和所述第二多个镜面。

10. 一种光开关，包括：

第一多个端口；

第二多个端口；

布置在第一表面上的第一多个镜面；

布置在第二表面上的第二多个镜面；

二色分光器，

其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及

其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；

连接到所述第一多个端口的子集上的第一监控设备，所述第一监控设备包括光源；和

连接到所述第二多个端口的子集上的第二监控设备，所述第二监控设备包括光检测器，

其中所述第一多个镜面的子集和所述第二多个镜面的子集被控制，以使得从所述第一监控设备发射的光可被所述第二监控设备所检测。

11. 如权利要求 10 所述的光开关，其中所述第一监控设备还包括光检测器，其中所述第二监控设备还包括光源，并且其中从所述第二监控设备发射的光可以被所述第一监控设备所检测。

12. 如权利要求 11 所述的光开关，其中基于从所述第一监控设备和所

述第二监控设备中的至少一个所接收的信号，来控制所述第一多个镜面和所述第二多个镜面。

13. 如权利要求 10 所述的光开关，其中基于从所述第二监控设备所接收的信号，来控制所述第一多个镜面和所述第二多个镜面。

光交换结构的系统结构

技术领域

本发明一般地涉及光学网络的开关，更具体而言，涉及利用倾斜镜面的光交换结构。

背景技术

随着光纤不断地补充并代替作为电信网络骨干的金属导线，路由光信号的开关已变成明显的瓶颈。传输系统移动作为光学光子的信息，而交换、路由、复用和解复用光信号的交换系统和所谓的交叉连接结构一般都是电子化的。电子交换要求在称为光-电-光（OEO）转换的过程中，光被转换成电信号来穿过开关，然后被重新转换成光，这个过程导致时间延迟和耗费。

因此在电信工业中，对开发全光交换以避免必须多次 OEO 转换有着很大的兴趣。在长距离网络中，数十或数百个单独的波长被复用到每个光纤上，每个保持承载一个信号。希望在光纤级、波长级或者这两个级别上提供全光交换的开关。例如，如 Bishop 等人在《科学美国人》（Science American）（2001 年 1 月 pp.88-94）中所描述的，提出了基于多种基础技术的全光开关，包括微机电系统（MEMS）的倾斜镜面、热光器件、由喷墨打印头形成的气泡以及液晶。基于 MEMS 镜面的光纤开关尤其有吸引力，因为它们可结合超大规模集成光路并能够是鲁棒的、长期使用的和可扩充的。

例如，在 Lin 的美国专利 5,960,132 中所描述的一种光纤开关，包括铰接 MEMS 镜面的阵列，其中每个都可绕其枢轴在反射状态和非反射状态之间旋转。需要一个有 N^2 个这种镜面的阵列来将由 N 个输入光纤承载的信号从 N 个输出光纤的一个切换到另一个。很不幸，对于大的 N ， N^2 的标度会导致器件复杂得无法管理。

在以上所引的 Bishop 等人的文章以及 Bishop 等人在《Photonics Spectra》（2000 年 3 月 pp.167-169）中所描述的另一种光纤开关，包括位于单个表面上的 MEMS 镜面阵列。每个镜面独立地倾斜，以将从输入/输出光纤接收的光引导到任一个其他的镜面，并由此引导到任一个输入/输出光纤。目前为止在出版物中没有描述用于此开关的内部光学诊断。

另一种光纤开关基于两个 MEMS 镜面阵列，所述 MEMS 镜面能够在任何方向倾斜。输入光被引导到第一阵列中的镜面，该镜面将它反射到第二阵列中的预定镜面上。接着，第二阵列中的所述镜面将光引导到预定输出端口。在这些所谓的 2N 配置中，可以非常精确地控制镜面的位置，精确到度的很小部分，以提供所希望的连接。

因此，具有低插入损耗并能够精细调节以交叉连接大量输入输出光纤的光纤开关，将促进光纤电信网络的发展。

发明内容

本发明提供了一种光开关，包括：第一多个端口；第二多个端口；布置在第一表面上的第一多个镜面；布置在第二表面上的第二多个镜面；二色分光器，其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；第一光源，被定位以利用控制光来照明所述第一多个镜面；第一位置感应检测器，被定位以检测已经被所述第一多个镜面所反射的控制光，其中由所述第一位置感应检测器提供的信号对应于所述第一多个镜面的方向；第二光源，被定位以利用控制光来照明所述第二多个镜面；和第二位置感应检测器，被定位以检测已经被所述第二多个镜面所反射的控制光，其中由所述第二位置感应检测器提供的信号对应于所述第二多个镜面的方向。

本发明提供了一种光开关，包括：第一多个端口；第二多个端口；布置在第一表面上的第一多个镜面；布置在第二表面上的第二多个镜面；二

色分光器，其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；第一传感器，被定位以检测从所述第一多个端口入射、还没有被所述第一多个镜面或所述第二多个镜面所反射的光的强度；和第二传感器，被定位以检测从所述第二多个端口散射回到所述开关中的光的强度。

本发明还提供了一种光开关，包括：第一多个端口；第二多个端口；布置在第一表面上的第一多个镜面；布置在第二表面上的第二多个镜面；二色分光器，其中所述第一多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二多个镜面中的任何一个，以及其中所述第二多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一多个镜面中任何一个入射的光引导到所述第二多个端口中对应的一个端口；连接到所述第一多个端口的子集上的第一监控设备，所述第一监控设备包括光源；和连接到所述第二多个端口的子集上的第二监控设备，所述第二监控设备包括光检测器，其中所述第一多个镜面的子集和所述第二多个镜面的子集被控制，以使得从所述第一监控设备发射的光可被所述第二监控设备所检测。

光交换结构是具有多个输入端口和多个输出端口的光开关，其允许在任何一个输入端口上进入该设备的光信号被引导到任何一个输出端口。根据本发明实施例的光交换结构，包括传感和监控设备，其允许精确的初始校准和连续的开关连接状态监视与控制。

因此，本光交换结构包括：多个输入端口、多个输出端口、一般以阵列形式布置在第一表面上的第一组多个镜面、一般以阵列形式布置在第二表面上的第二组多个镜面、以及二色分光器。所述第一组多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述多个输入端口中对应的一个端口入射的光，经由所述二色分光器引导到所述第二组多个镜面中的任何一个。所述第二组多个镜面中的每一个可以单独控制，以将从所述第一组多个镜面中

任何一个入射的光引导到所述输出端口中对应的一个端口。

根据本发明实施例的交换结构还包括控制光源和位置感应检测器，所述控制光源提供与承载信号的光束不同的光束，所述位置感应检测器使得当交换结构中没有信号光时能够检测和控制镜面的位置。控制设备包括第一控制光源，其被定位以照明所述第一组镜面；和第一位置感应检测器，其被定位以检测来自所述第一控制光源、并被所述第一组镜面所反射的光。由所述第一位置感应检测器提供的信号对应于所述第一组镜面的方向。

此外，这样的交换结构包括：第二控制光源，其被定位以照明所述第二组镜面；和第二位置感应检测器，其被定位以检测被反射的控制光，使得来自所述第二位置感应检测器的信号对应于所述第二组镜面的方向。第三位置感应检测器可以被定位以检测已经被所述第一组多个镜面反射并被所述第二组多个镜面反射的控制光。控制光源所提供的光的波长不同于交换结构所引导的光信号的波长。

根据本发明的另一方面，交换结构包括第一传感器，其被定位以检测从输入端口进入此交换结构的光的强度。在光路中输入端口和第一组镜面之间可以包括分光器立方体，以将小部分输入光偏转到第一传感器。还包括第二传感器，其被定位以检测从输出端口散射回的光的强度。当输出光在输出端口上正确对准时，散射回的光最小。红外照相机可以用作第一和第二传感器。通过包括适当定向的光学反射器，可以在第二传感器上检测到来自输入端口、被第一组镜面反射并被第二组镜面反射的光的强度，并且可以在第一传感器上检测到被第二组镜面偏转并随后被第一组镜面偏转的散射回的光的强度。还可以根据来自这两个传感器的信号来控制此光交换结构。

根据本发明的另一方面，输入端口的子集和输出端口的子集被专用为监控信道。交换结构被配置成将来自监控输入端口的光，经由第一组镜面和第二组镜面而引导到监控输出端口。以与交换结构控制的光信号波长类似的波长发光的一个或多个光源，被安装到监控输入信道，而一个或多个监控检测器被安装到监控输出端口。（多个）监控光源和（多个）检测器提供与交换结构的状态相关的连续信息，而无需信号波长的存在。此外，

在监控输入端口和监控输出端口两处，一个或多个光源可以与一个或多个检测器组合，以检测从输出端口到输入端口以相反方向穿过该系统的光的通过。

由光交换结构控制器使用对准查找表来控制光交换结构，所述查找表在初始出厂校准过程中确定。对准查找表可以使用监控光源和检测器定期重校准。可以从为监控信道确定的校正，来计算对通过交换结构的所有信道的校准校正。

附图说明

附图是根据本发明实施例的光交换结构的示意图。

具体实施方式

根据本发明实施例的光交换结构包括传感和监控设备，以允许对开关性能进行精确的初始校准和连续的监视与控制。

附图示出了光交换结构（OSF）100 的示意图。从概念上来说，OSF 100 是具有多个输入端口和多个输出端口的设备，其允许在任一个输入端口上进入该设备的光信号被引导到任一个输出端口。OSF 100 的设计可以利用数十、数百或者一千或几千个输入端口和输出端口来实现。在一个示例中，输出端口的数量等于输入端口的数量，并在上千的量级上。

在输入光纤块 8 处，多个承载光信号的单个输入光纤（未示出）安装到 OSF 100。输入端口的数量大于或等于单个输入光纤的数量。类似地，输出光纤块 38 安装到多个承载来自 OSF 100 的光信号的单个输出光纤（未示出）。输出端口的数量大于或等于单个输出光纤的数量。对于电信应用，输入光纤所承载的信号光一般具有接近约 1310 纳米（nm）或约 1550nm 的波长。

OSF 100 包括第一阵列 18 和第二阵列 26 的微镜面。微镜面阵列中的每个微镜面都可以分别沿着两个垂直的轴倾斜。OSF 100 被配置成，在特定输入光纤上进入开关的光入射到第一镜面阵列 18 的相应镜面上，并且入射到第二镜面阵列 26 的特定镜面上的光被引导到相应的输出光纤。因

此, OSF 100 是 2N 配置的交换结构的示例。OSF 100 还包括输入透镜阵列 14, 其近似地将输入光纤射出的光准直成入射到镜面阵列 18、二色平板分光器 24 和输出透镜阵列 34 上的平行光束, 所述透镜阵列 34 将从第二镜面阵列 26 反射的光聚焦到与输出块 38 连接的输出光纤的纤芯上。

为了将来自特定输入光纤的光信号引导到所选输出光纤, 第一镜面阵列 18 上与该特定输入光纤对应的镜面被定向, 以经由二色分光器 24 的反射, 将光引导到第二镜面阵列 26 上与所选输出光纤对应的镜面上。从输入光纤块到输出光纤块通过 OSF 100 的完整光路在图中由标号 99 指示。OSF 100 在光交换结构控制器(未示出)的控制下工作, 该控制器控制微镜面的方向以提供所希望的连接。

OSF 100 还包括多个传感器和控制系统, 所述多个传感器提供关于输入和输出光束的信息, 所述控制系统使用被路由通过该系统的控制光束来记录并控制微镜面的方向。传感器 52 和 64 分别位于输入光纤块 8 和输出光纤块 38 附近, 以监控输入信号光的强度、已经穿过该系统的信号光的强度以及路由通过该系统后被光纤块 38 反射回的信号光的强度。

当 OSF 100 很好地对准时, 第二镜面阵列 26 所反射的光束被透镜阵列 34 聚焦到所选输出光纤的纤芯的近似中心。对于被光纤块 38 反射回的光束, 当光很好地定位时其强度为局部极小值, 而如果光束被聚焦在输出光纤的包层上或者输出光纤块 38 上的接近输出光纤处, 则光束强度增大。包层材料和光纤块比纤芯材料反射性更好。如果已知输入光束被很好地对准, 那么极小的反射强度就证实在输出光纤上存在输出信号。而且, 如果相应的输出光纤断裂了, 那么反射光束的强度也会较高。这样, 反射光的检测允许输出光纤的故障检测。

能够分辨来自各个光纤的光强的传感器 52 和 64, 向光交换结构控制器提供与检测强度相应的电信号。一般使用红外照相机作为传感器 52 和 64。为了监控输入光强度, 在二色分光器立方体 42 处将输入红外光的一般约 1-2%的一部分偏转到输入传感器 52。为了在 OSF 100 的输出端附近监控光强度, 已经被第一镜面阵列 18、二色平板分光器 24 和第二镜面阵列 26 偏转而通过该系统的信号光的相似部分, 被二色分光器立方体 54 偏

转到二色反射器 85。对红外波长具有高反射率的二色反射器 85 将该光束反射到传感器 64。

传感器 64 还检测从输出光纤末端或从光纤块 38 反射回的光。该反射光被二色分光器立方体 54 偏转到传感器 64。通过将二色反射器 85 倾斜，由已经穿过整个光学系统的光在传感器 64 上形成的点，从反射回的光在传感器 64 上形成的点偏离，这样允许用一个传感器元件进行两种测量。除了检测输入信号光外，传感器 52 还检测从输入光纤块 8 反射回的光，所述光已经首先被第二镜面阵列 26、然后被二色平板分光器 24 并随即被第一镜面阵列 18 所偏转而以相反方向穿过所述光学系统。此反射回的光的一小部分被二色分光器立方体 42 偏转到二色反射器 82，所述二色反射器 82 将此光束反射到传感器 52。与二色反射器 85 相似，二色反射器 82 被倾斜以在传感器 52 上将来自输入光束和来自反射回光束的信号分开。

用于控制 OSF 100 的元件还包括控制激光器，其以与信号波长不同的波长发光。位置感应检测器响应控制激光器波长。位置感应检测器的输出可指示微镜面的位置。控制激光束以与信号光束几乎相同的光路通过此光学系统。包括有控制激光器和位置感应检测器，使得当交换结构中没有信号光时能够确定微镜面的位置。

来自第一控制激光器 71 的光束被立方体反射器 81 偏转而穿过二色反射器 82 到二色分光器立方体 42，二色分光器立方体 42 将该光束偏转到第一镜面阵列 18 上，照明整个镜面阵列。二色反射器 82 和 85 对控制激光器的波长的光是高透射性的。由镜面阵列 18 的微镜面偏转的各个光束，穿过二色平板分光器 24、穿过分光器立方体 (BS) 83、并被第一透镜组件 75 聚焦到第一位置感应检测器 74 上。第一位置感应检测器 (PSD) 74 的输出信号被电连接到光交换结构控制器，所述输出信号可以指示第一镜面阵列 18 中微镜面的位置。第一控制激光器 71 和第一位置感应检测器 74 使得第一镜面阵列 18 能够以大约 9 位的准确度被定位。也就是说，在两个方向中的每一个上，每个微镜面的约 2^9 个位置可以被彼此区分开。

在类似的光路中，来自第二控制激光器 72 的光束被二色分光器立方体 84 偏转而穿过二色反射器 85 到二色分光器立方体 54，二色分光器立方

体 54 将该光束偏转到第二镜面阵列 26 上，照明整个镜面阵列。由镜面阵列 26 的微镜面偏转的各个光束，穿过二色平板分光器 24、穿过分光器立方体 86、并被第二透镜组件 77 聚焦到第二位置感应检测器 76 上。第二位置感应检测器 76 的输出信号被电连接到光交换结构控制器，所述输出信号可以指示第二镜面阵列 26 中微镜面的位置。第二控制激光器 72 和第二位置感应检测器 76 使得第二镜面阵列 26 能够以大约 9 位的准确度被定位。

包括第三位置感应检测器 78 允许对 QSF 100 的高精度对准和控制，第三位置感应检测器 78 检测来自第一控制激光器 71 的、已经被两个镜面阵列所偏转的光。如上所述，第一位置感应检测器 74 检测控制光束被第一镜面阵列 18 所偏转并穿过二色平板分光器 24 的那部分。射到二色平板分光器 24 的另一部分被偏转到第二镜面阵列 26 上。镜面阵列 26 将该控制光束偏转到二色分光器立方体 54 上，二色分光器立方体 54 将它们偏转穿过二色反射器 85。该控制光束的一部分穿过二色分光器立方体 84 到达镜面 87，镜面 87 将该光束回射到二色分光器立方体 84，二色分光器立方体 84 将它们偏转到第三位置感应检测器 78 上。检测器 78 的输出信号被电连接到光交换结构控制器。因为在到达第三位置感应检测器 78 之前该控制激光束已经被两个镜面阵列所偏转，并且因为在检测器 78 前面没有透镜组件，所以检测器 78 对两个镜面阵列 18 和 26 中的小的镜面位移非常敏感，并由此提供对 QSF 100 的高分辨率控制。即使检测器 78 具有与检测器 74 和 76 相同的空间分辨率，此光学配置也允许 QSF 100 能以 12 位的准确度被控制；也就是使用第三位置感应检测器来区分别外的三位分辨率。因此光路的 2^{12} 个位置可以被区分开。

为了对位置感应检测器所提供的信号由于环境因素而随时间发生的任何变化进行检查，OSF 100 还可以包括不被镜面阵列偏转就射到位置感应检测器上的参考光束。提供与控制激光器 71 和 72 几乎相同波长的光的第三激光器 73，为第一位置感应检测器 74 和第二位置感应检测器 76 提供参考光束。第三激光器 73 发射的光的一部分穿过分光器立方体 88，并被分光器立方体 83 经由第一透镜组件 75 偏转到第一位置感应检测器 74 上。来

自第三激光器 73 的一部分光被分光器立方体 88 偏转到分光器立方体 86 上, 分光器立方体 86 将这部分光经由第二透镜组件 77 偏转到第二位置感应检测器 76 上。来自第二控制激光器 72 的穿过分光器立方体 84 的部分光, 为第三位置感应检测器 78 提供参考光束。注意, 在每个位置感应检测器处, 控制光束和参考光束都是从不同的激光器提供的。因此, 通过脉冲调制激光器并使它们在时间上交替, 可以对每个位置感应检测器在与每个光纤对应的位置处获得差信号, 作为控制信号和参考信号之间的差。此差信号补偿检测器输出中的任何变化。

为了对通过光交换结构的连接提供连续监控, 少量的输入端口和少量的输出端口可以被专用为监控信道。OSF 100 可以包括在输入光纤块 8 处连接到监控信道的红外源/检测器 91, 以及在输出光纤块 38 处连接到监控信道的红外源/检测器 92。OSF 100 被控制来在监控输入端口和监控输出端口之间建立光路。

红外源/检测器 91 和 92 提供对在两个方向上穿过整个系统的光通量的测量。由红外源/检测器 91 提供给监控信道的信号由红外源/检测器 92 所检测, 反之亦然。来自红外源/检测器 91 和 92 的信号被电连接到光交换结构控制器。红外源/检测器 91 和 92 还提供关于 OSF 100 的状态的信息, 而无需出现信号波长。此外, 使用红外源/检测器 91 和 92 对专用信道所得到的光通量的结果, 可以与传感器 52 和 64 的输出相关联, 传感器 52 和 64 为包括监控信道在内的通过 OSF 100 的所有光路提供数据。

上述传感器、控制激光器和位置感应设备, 用来校准和控制根据本发明的光交换结构。由光交换结构控制器使用对准查找表来控制 OSF 100。查找表记录这样的信号, 即该信号对应于当镜面阵列被最优地对准以将光从特定输入端口引导到特定输出端口时, 在位置感应检测器上记录的位置。此对准查找表由出厂校准过程初始确定, 该过程中电信频率的红外光源被暂时提供给输入光纤块 8 处的所有输入端口, 并且红外检测器被暂时连接到输出光纤块 38 处的所有输出端口。对于输入端口到输出端口的每对组合, 改变两个微镜面阵列中微镜面的位置, 以使得通过系统的红外光强度最大。在对准查找表中记录, 与在最大红外强度的镜面配置下由位置

感应检测器记录的位置相对应的信号。

为了操作 OSF 100 以将特定输入端口连接到特定输出端口，由包括在镜面阵列中的致动器根据对准查找表来调节微镜面。随着时间的推移，例如由于震动或温度变化，OSF 100 的光学元件的相对位置可能发生变化。对准查找表可以使用红外源/检测器 91 和 92 而定期重校准。对于监控信道之间的所有连接，改变镜面位置以使通过该系统的红外强度最大。从为监控信道确定的校正来计算对通过 OSF 100 的所有信道的校准校正。

来自传感器 52 和 64 的信息也被提供给光交换结构控制器，并可在控制 OSF 100 时使用。在美国专利申请案卷号 No. M-10967 US、案卷号 No. M-11418 US 和案卷号 No. M-11419 US 中，进一步描述了对本光交换结构和光交换结构控制器的校准和控制。在案卷号 No. M-11502 US 中进一步描述了对各个镜面的控制。

微镜面阵列 18 和 26 可以由可自由倾斜的微机电镜面构成，所述微机电镜面例如由静电、电磁、压电或热致动器所致动。在美国专利申请号 No. 09/779,189 中进一步描述了这样的微镜面。输入光纤块 8 和输出光纤块 38 分别将输入和输出光纤严格定位成二维阵列。在美国专利申请案卷号 No. M-11501 US 中描述了光纤块的各种实现。

上述传感器、激光器和光学元件可以从商业上获得和/或对本领域技术人员是公知的。例如，输入透镜阵列 14 和输出透镜阵列 34 可以由熔融石英、光学玻璃、硅、塑料或环氧树脂形成。合适的透镜阵列例如可以从 Corning Rochester Photonics 公司（纽约，Rochester）获得。透镜组件 75 和 77 的元件可以从例如 Coherent Auburn Division（加州，Auburn）之类的公司现货购买。二色平板分光器 24 通常是这样的器件，其对波长在约 600 和 1000nm 之间的光透射率为约 30%至约 99%，而对波长在约 1200 至约 1700nm 之间的入射红外光反射率超过约 90%，优选地超过约 98%。分光器立方体 83 和 86 通常由具有电介质涂层的 BK7 光学玻璃所形成，其在红外波长处的反射率约 2%。立方体 88 对控制光具有约 50%的反射率。二色分光器立方体 42、54 和 84 通常由具有电介质涂层的 BK7 玻璃形成，其在红外波长处反射率为约 2%，而在约 600nm 至约 1000nm 的波长处反射率

为约 40%至约 99%。这样的分光器例如可以从 Harold Johnson Optical Laboratories 公司（加州，Gardena）得到，而合适的涂层可从例如 ZC&R Coatings For Optics 公司（加州，Torrance）得到。

如上所述，红外照相机可以用作传感器 52 和 64。例如，可以使用由 Sensors Unlimited 公司（新泽西，普林斯顿）提供的 SU128-1.7RT 型红外照相机。红外源/检测器 91 和 92 可以由能够在约 1310nm 或约 1550nm 波长处工作的常规半导体激光二极管、能够检测上述频率的常规 InGaAs 光电二极管和将激光器与检测器耦合到单个光纤中的常规 1×2 抽头耦合器（tap coupler）所构成。抽头耦合器例如可以从 Oplink Communications 公司（加州，San Jose）获得。控制激光器 71、72 和 73 以除了电信信号所使用的那些波长以外的波长发光。例如，控制激光器 71、72 和 73 是发射波长约 660nm 或约 810nm 的光的常规激光二极管。合适的激光二极管可以从例如 SDL 公司（加州，San Jose）获得。位置感应检测器 74、76 和 78 例如是粘接到玻璃晶片的象限单元光电二极管（quadrant cell photodiode）的二维阵列。这样的象限单元光电二极管例如由 OSI Fibercomm 公司（加州，Hawthorne）提供。二色反射器 82 和 85 是对红外波长具有高反射率和对控制激光波长具有高透射率的常规二色光学元件。在美国专利申请案卷号 No. M-10967 US 和案卷号 No. M-11418 US 中，进一步描述了 OSF 100 中的光学元件和传感器。

虽然已经参照特定光学部件、传感器和光信号路径对本发明进行了描述，但这些描述只是本发明的应用的示例，而不应当视为限制。此外，如同本领域技术人员所公知的，在不同的光学配置中可以使用附加的、更少的或者不同的光学部件或光源。例如，控制激光器相对于微镜面阵列的布置可以改变。在本配置中，由分光器立方体将控制激光引导到镜面阵列，并且该镜面阵列反射的光穿过二色平板分光器到达位置感应检测器。或者，可以将控制激光器布置成使得控制光束在射到镜面阵列之前就穿过二色平板分光器。在美国专利申请案卷号 No. M-10967 US 和案卷号 No. M-11418 US 中，描述了后一配置的示例。对所公开特性的所有这些修改和组合都在由所附权利要求界定的本发明范围之内。

OSF 100

