(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101872038 B
(45)授权公告日 2014.04.16

(21)申请号 201010159266.2
(22)申请日 2010.04.26
(30)优先权数据
12/429,261 2009.04.24 US
(73)专利权人 安华高科技通用IP(新加坡)公司
地址 新加坡新加坡市
(72)发明人 陈烨 邵兵
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 刘国伟
(51)Int.Cl.
G02B 6/42(2006.01)
(56)对比文件
CN 1804674 A,2006.07.19,
CN 1804674 A,2006.07.19,
US 2007/0140628 A1,2007.06.21,
US 6959133 B2,2005.10.25,
US 2008/0095506 A1,2008.04.24,
审查员 王玉秀

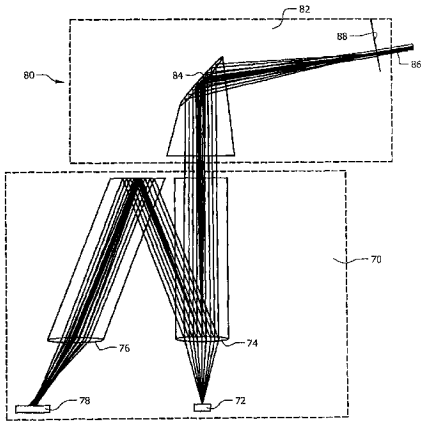
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

光纤连接器模块及收发器模块与光纤间耦合光信号的方法

(57)摘要

本发明公开了光纤连接器模块及收发器模块与光纤间耦合光信号的方法。这里描述的本发明实施例所包括的光纤连接器模块和用于在光收发器模块与光纤之间耦合光信号的方法涉及把光纤连接器模块耦合或者覆模成型到光收发器模块或者其他光源,以及被耦合到所述光纤连接器模块外壳的倾斜表面或被形成于其中的光纤透镜。倾斜表面和光纤透镜被配置为使得光纤透镜把来自收发器模块的准直光聚焦到光纤的接收端或者定位在光纤连接器模块外壳内的其他光检测器。根据本发明实施例的光纤连接器模块允许与传统布置和配置相比特别是与多通道并行光路配置相比较小的轮廓。



CN 101872038 B

1. 一种光纤连接器模块，包括：

连接器模块外壳，该连接器模块外壳被配置为将所述光纤连接器模块合到光收发器，其中所述连接器模块外壳包括第一倾斜全内反射表面、第二倾斜表面以及第三倾斜表面，并且被配置为在所述连接器模块外壳中接纳至少一个光纤的接收端；

双锥形透镜，其耦合于所述第二倾斜表面；

光纤透镜，其耦合于所述第三倾斜表面上，并且被配置为接收准直光并将所述准直光聚焦到焦点，

其中，第一倾斜全内反射表面被配置为使得所述第一倾斜全内反射表面把来自与所述光纤连接器模块相耦合的光收发器的准直光重定向至所述双锥形透镜；

其中，所述第二倾斜表面被配置为使得所述双锥形透镜把聚焦光从第一倾斜全内反射表面重定向至所述光纤透镜，且

其中，所述第三倾斜表面被配置为使得所述光纤透镜把重定向自所述双锥形透镜的准直光聚焦到所述连接器模块外壳所接纳的光纤的接收端，从而使得来自所述光纤透镜的聚焦光的焦点与所述连接器模块外壳中的光纤的接收端基本重合。

2. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述光纤透镜以重定向角来重定向聚焦光，所述重定向角基于以下各项中的至少一个：制成所述光纤透镜的材料的折射率，所述第三倾斜表面相对于所述重定向自所述双锥形透镜的准直光的光路的角度，以及所述光纤透镜的构造。

3. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述第三倾斜表面和所述光纤透镜被配置为使得所述光纤透镜以 90-180 度的重定向角来重定向聚焦光。

4. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述光纤透镜被形成为所述第三倾斜表面的一部分。

5. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述光纤透镜是双锥形透镜和不规则透镜中的一种。

6. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述连接器模块外壳包括至少一个第一倾斜全内反射表面，所述至少一个第一倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的光收发器的准直光的至少一部分重定向至与所述光纤连接器模块相耦合的至少一个光监视器件。

7. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述连接器模块外壳包括第一倾斜全内反射表面，该第一倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的光收发器的准直光的至少一部分重定向至与所述光纤连接器模块相耦合的至少一个光监视器件，并且，所述连接器模块外壳包括第二倾斜全内反射表面，该第二倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的光收发器的准直光的至少一部分重定向至所述光纤透镜。

8. 如权利要求 1 所述的光纤连接器模块，其中，所述连接器模块外壳通过注塑制成。

9. 一种光耦合模块，包括：

基板；

收发器模块，该收发器模块被耦合到所述基板；

连接器模块外壳，该连接器模块外壳被覆模成型在所述收发器模块和至少一部分所述

基板之上，所述连接器模块外壳包括第一倾斜全内反射表面、第二倾斜表面以及第三倾斜表面，并且被配置为在连接器模块外壳中接纳至少一条光纤的接收端；

双锥形透镜，其耦合于所述第二倾斜表面；

光纤透镜，其耦合于所述第三倾斜表面上，并且被配置为接收准直光并将所述准直光聚焦到焦点，

其中，第一倾斜全内反射表面被配置为使得所述第一倾斜全内反射表面把来自所述收发器模块的准直光重定向至所述双锥形透镜，

其中，所述第二倾斜表面被配置为使得所述双锥形透镜把聚焦光从第一倾斜全内反射表面重定向至所述光纤透镜，且其中，所述第三倾斜表面被配置为使得所述光纤透镜把重定向自所述双锥形透镜的准直光聚焦到与所述连接器模块外壳相耦合的光纤的接收端，从而使得来自所述光纤透镜的聚焦光的焦点与所述光纤的接收端基本重合。

10. 如权利要求 9 所述的光耦合模块，其中，所述光纤透镜以重定向角来重定向聚焦光，所述重定向角基于以下各项中的至少一个：制成所述光纤透镜的材料的折射率，所述第三倾斜表面相对于所述重定向自所述双锥形透镜的准直光的光路的角度，以及所述光纤透镜的构造。

11. 如权利要求 9 所述的光耦合模块，其中，所述连接器模块外壳包括至少一个第一倾斜全内反射表面，所述至少一个第一倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的所述收发器模块的准直光的至少一部分重定向至与所述光纤连接器模块相耦合的至少一个光监视器件。

12. 如权利要求 9 所述的光耦合模块，其中，所述连接器模块外壳包括第一倾斜全内反射表面，该第一倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的所述收发器模块的准直光的至少一部分重定向至与所述光纤连接器模块相耦合的至少一个光监视器件，并且，所述连接器模块外壳包括第二倾斜全内反射表面，该第二倾斜全内反射表面被配置为把来自与所述光纤连接器模块相耦合的光收发器的准直光的至少一部分重定向至所述光纤透镜。

13. 如权利要求 9 所述的光耦合模块，其中，所述光纤的接收端被定位在所述连接器模块外壳内。

14. 如权利要求 9 所述的光耦合模块，其中，所述连接器模块外壳通过覆模成型制成。

15. 一种用于在光收发器与光纤之间耦合光信号的方法，该方法包括：通过具有包含光纤透镜的连接器模块外壳的光纤连接器模块从所述光收发器接收准直光，其中所述连接器模块外壳被配置为将所述光纤连接器模块耦合到所述光收发器并且在连接器模块外壳中接纳至少一个光纤的接收端，并且，所述连接器模块外壳包括第一倾斜全内反射表面、与双锥形透镜耦合的第二倾斜表面以及与所述光纤透镜耦合的第三倾斜表面；

通过所述第一倾斜全内反射表面把来自所述光收发器的准直光重定向至所述双锥形透镜；

通过所述双锥形透镜把重定向自所述第一倾斜全内反射表面的聚焦光重定向至所述光纤透镜；且

利用所述光纤透镜把从所述光收发器接收到的准直光聚焦到焦点，

其中，所述第三倾斜表面被配置为使得所述光纤透镜把重定向自所述双锥形透镜的准

直光聚焦到所述连接器模块外壳所接纳的光纤的接收端，从而使得来自所述光纤透镜的聚焦光的焦点与所述连接器模块外壳中的光纤的接收端基本重合。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中，所述光纤透镜以重定向角来重定向聚焦光，所述重定向角基于以下各项中的至少一个：制成所述光纤透镜的材料的折射率，所述第三倾斜表面相对于所述重定向自所述双锥形透镜的准直光的光路的角度，以及所述光纤透镜的构造。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其中，所述光纤透镜被形成为所述第三倾斜表面的一部分。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其中，通过把所述光纤连接器模块覆模成型到所述光收发器上来将所述光纤连接器模块耦合到所述光收发器。

光纤连接器模块及收发器模块与光纤间耦合光信号的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用光收发器模块的光通信。更具体地说，本发明涉及用于在光收发器模块与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块。

背景技术

[0002] 在光通信网络中，光收发器模块用于通过光纤发送和接收光信号。这种收发器模块生成表示数据的、幅度和 / 或相位和 / 或偏振态经调制的光信号，这些光信号然后通过与收发器模块相耦合的光纤被发送。收发器模块包括发送器端和接收器端。在发送器端，激光源生成激光，光耦合系统接收激光并将光耦合到或者成像到光纤末端。激光源通常包括一个或多个生成特定波长或者波长范围的光的激光二极管。光耦合系统通常包括一个或多个反射元件、一个或多个折射元件和 / 或一个或多个衍射元件。

[0003] 在传统布置中，光收发器包括一个或多个光源（例如一个或多个垂直腔面发射激光器 (VCSEL)）以及相对应的耦合光学器件，例如一个或多个耦合透镜。耦合光学器件是相对于光源布置的，并且被配置为把由光源生成的光聚焦到光纤的接收端。或者，取决于光纤相对于收发器的耦合配置，位于光收发器内或位于与光收发器相耦合的附加光纤连接器模块内的附加耦合光学器件可被用于使所聚焦的光重定向、转向或者折回到光纤的接收端。光纤的接收端通常被可固定地定位在光纤连接器或者使光纤的接收端耦合到光收发器的其他适合设备内。光纤的接收端经常被定位在收发器与光纤连接器之间的耦合界面处，因而收发器内的耦合光学器件经常被配置为使得耦合光学器件的焦点位于该耦合界面的平面内或者与之相对接近。

[0004] 然而，因为光源和光纤的接收端的孔径较小，因此光源和光纤必须在相对严格的横向或者径向对准公差范围内彼此对准。另外，光源与光纤的接收端之间的耦合光学器件的焦距对耦合光学器件的至少一部分与光纤的接收端之间的轴向 (Z 向）（即，耦合光学器件与光纤的接收端之间沿着光源所生成的光的路径的距离）的对准公差施加了额外的限制。

[0005] 一些传统的收发器模块被配置为输出准直光束，而非经聚焦的光束。通常，这种收发器配置稍微放宽了收发器模块和与收发器模块相耦合的连接器模块之间的横向和 z 向对准公差。

[0006] 然而，仍需要与光收发器和一个或多个光纤一起使用的光纤连接器模块，以及在光收发器与一个或多个光纤之间耦合光信号的方法，该方法放宽了光收发器与光纤连接器之间的横向（径向）和轴向对准公差，使得可以相对于所聚焦光的焦点来更准确地定位一个或多个光纤，并且提供了比许多传统光纤连接器模块更小的轮廓 (profile)。

发明内容

[0007] 这里描述的光纤连接器模块和用于在光收发器模块与光纤之间耦合光信号的方法涉及把光纤连接器模块耦合或者覆模成型到光收发器模块或者其他光源，以及与所述光

纤连接器模块外壳的倾斜表面相耦合的光纤透镜。倾斜表面和光纤透镜被配置为使得光纤透镜把来自收发器模块的准直光聚焦到光纤的接收端或者聚焦到定位在光纤连接器模块外壳内的其他光检测器。与传统布置和配置（特别是具有多通道并行光路配置的那些）相比，根据本发明实施例的光纤连接器模块使得可以有较小的轮廓。

附图说明

[0008] 图 1 图示出光收发器模块与光纤之间的传统光耦合布置的示意图；

[0009] 图 2 图示出用于在光收发器模块与光纤之间耦合光信号的传统光转向器件光纤连接器模块的示意图；

[0010] 图 3 图示出根据本发明实施例的用于在光收发器模块的发送部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图；

[0011] 图 4 图示出作为光源与光收发器模块内的准直透镜之间的轴向（z 向）偏差的函数而变化的光耦合效率的视图，所述光收发器模块适于与根据本发明实施例的光纤连接器模块一起使用；

[0012] 图 5 图示出作为光源与光收发器模块内的准直透镜之间的横向或者径向偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的视图，所述光收发器模块适于与根据本发明实施例的光纤连接器模块一起使用；

[0013] 图 6 图示出作为根据本发明实施例的光收发器模块与光纤连接器模块之间的横向或者轴向偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的视图，所述光纤连接器模块用于在根据本发明实施例的光收发器模块与光纤之间耦合光信号；

[0014] 图 7 图示出根据本发明实施例的、用于在光纤与光收发器模块的接收部分之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图；

[0015] 图 8 图示出作为根据本发明实施例的光纤连接器模块的光纤透镜与定位在光纤连接器模块内的光纤的发送端之间的轴向偏差的函数而变化的光耦合效率的视图，所述光纤连接器模块用于在根据本发明实施例的光纤与光收发器之间耦合光信号；

[0016] 图 9 图示出作为根据本发明实施例的光纤连接器模块的光纤透镜与定位在光纤连接器模块内的光纤的发送端之间的横向或者径向偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的视图，所述光纤连接器模块用于在光纤与根据本发明实施例的光收发器之间耦合光信号；

[0017] 图 10 图示出根据本发明实施例的、用于在光收发器模块的发送部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图；

[0018] 图 11 图示出根据本发明另一实施例的、用于在光收发器模块的发送部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图；

[0019] 图 12 图示出根据本发明又一实施例的、用于在光收发器模块的发送部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图；

[0020] 图 13 图示出根据本发明另一实施例的、用于在光源与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块的示意图。

具体实施方式

[0021] 在以下描述中，相似的标号指示相似的组件，以便通过对附图的描述来增强对不同接收器测试方法和布置的理解。另外，虽然在下文中讨论了特定的特征、配置和布置，但是应当明白这种特定性仅是为了举例说明目的。相关领域技术人员将认识到在不脱离本发明精神和范围的情况下可以使用其他步骤、配置和布置。

[0022] 现在参考图 1，光收发器 12 与光纤 14 之间的传统光耦合布置 10 的示意图被示出。光收发器 12 可由模制塑料材料或者其他适合材料制成。光纤 14 可以是适于接收光信号的任何光纤，例如单模光纤或者多模光纤。

[0023] 光收发器 12 可具有包括光源 16 和耦合光学器件装置 18 的发送器部分。光源 16 可以是用于生成光信号的任何适合光源，例如 VCSEL 或者其他适合光源。耦合光学器件装置 18 包括准直透镜 22 和光纤透镜 24。或者，准直透镜 22 和光纤透镜 24 可以是具有第一准直表面和相反的第二光纤透镜表面的单透镜单元。

[0024] 耦合光学器件装置 18 接收来自光源 16 的光并将其聚焦到光纤 14 的接收端上。光纤 14 的接收端通常被可固定地定位在光纤连接器或者连接器件 26 内，光纤连接器或者连接器件 26 将光纤的接收端耦合到光收发器。为了实现光源 16 与光纤 14 之间的足够耦合效率，光纤 14 的接收端必须在横向或者径向方向上与光源 16 正确对准。因此，在这种传统布置中，光源 16 的光轴必须与准直透镜 22 的光轴对准，并且光纤透镜 24 的光轴必须与光纤 14 的光轴对准。另外，为了正确的耦合效率，光纤 14 的接收端必须轴向地（即，在 z 方向上）与光源 16 对准。为了这种对准，光源 16 必须位于准直透镜 22 的焦平面内，并且光纤 14 的接收端必须位于光纤透镜 24 的焦平面内。这样，来自光源 16 的光将被耦合光学器件装置 18 聚焦到焦点，该焦点与光纤 14 的接收端重合。

[0025] 光收发器 12 还可包括接收器部分，该接收器部分接收来自光纤 38 的光信号，所述光纤 38 经由光纤连接器 39 或者其他适合光纤耦合装置与光收发器 12 相耦合。光纤 38 可以是适于发送光信号的任何光纤，例如单模光纤或者多模光纤。光收发器 12 的接收器部分通常包括光检测器或者接收器 28 以及相对应的耦合光学器件装置 32。光检测器 28 可以是任何适合的光检测器，例如一个或多个接收器光电二极管或者其他适合的光检测组件。相对应的接收器耦合光学器件装置 32 可包括诸如透镜 34 和 36 之类的一个或多个透镜，这些透镜把从接收光纤 38 的末端输出的光聚焦到相应的光检测器 28。

[0026] 现在参考图 2，用于在光收发器与光纤之间耦合光信号的传统光纤耦合或连接器模块 40（例如，光转向器件）被示出。图中示出了光收发器与光纤之间的光路径的光线追迹。除了将光纤的接收端直接耦合到光收发器的耦合表面之外，还可通过使用诸如光转向器件 40 之类的光纤连接器模块将光纤耦合到光收发器。光纤连接器模块可被用于在需要不同的收发器至光纤朝向时使光收发器与光纤之间的光信号重定向。一些传统的光纤连接器模块被称作光转向设备，并且被配置为使光收发器中的光源与接收光纤之间的光信号转向或者重定向。

[0027] 传统的光转向器件 40 包括外壳 42，外壳 42 包括输入准直透镜 44、全内反射 (TIR) 平表面 46 和输出光纤透镜 48。外壳 42 通常由诸如注塑塑料之类的塑料或者其他适合材料制成。TIR 表面 46 是转向镜结构，可通过利用金属或者其他适合材料给倾斜表面电镀来形成，所述材料给导向到该表面上的光信号造成全内反射。如所讨论的，光转向器件 40 被配置为在光源 52（例如 VCSEL）与光接收器 54（例如光电二极管）或者光纤 56 的接收端之间

使光信号重定向或者转向，例如大约 45 度。

[0028] 为了光转向器件 40 的正确操作，应当相对于输入透镜 44 适当地定位光源 52，即应当定位光源 52 以使得光源 52 的光轴与输入透镜 44 的光轴对准并且光源 52 位于输入透镜 44 的焦平面内。类似地，应当相对于输出透镜 48 适当地定位光检测器 54，即应当定位光检测器 54 以使得光检测器 54 的光轴与输出透镜 48 的光轴对准并且光检测器 54 位于输出透镜 48 的焦平面内。如在上文中讨论的，必须在相对严格的公差范围内完成如此对光检测器 54 或者光纤 56 的定位或者其他方式的耦合，否则耦合效率将受影响。

[0029] 在操作中，来自光源 52 的光线 58 形式的光信号进入输入透镜 44。输入透镜 44 使进入光线 58 准直为准直光线 62。准直光线 62 然后例如以直角从 TIR 平表面 46 反射开，作为反射光线 64。反射光线 64 被引导向输出透镜 48 并且穿过输出透镜 48，反射光线 64 在输出透镜 48 处被聚焦到光检测器 54 上。

[0030] 与使光纤的接收端直接耦合到光收发器的耦合表面相比，光纤连接器模块的使用会在光收发器与光纤之间创建或者产生更大轴向或者横向操纵空间。对于具有相对高密度并行通道配置的收发器 / 光纤耦合装置而言尤其如此。

[0031] 如在上文中讨论的，因为光源和光纤的接收端的孔径较小，因此光源与输入透镜之间的横向（径向）和轴向（z 向）对准必须处于相对严厉或者严格的对准公差范围内，以便实现其间的适当耦合效率。类似地，光纤透镜与光纤的接收端之间的横向（径向）和轴向（z 向）对准为了其间的适当耦合效率必须处于相对严厉或者严格的对准公差范围内。否则，即使装置内的一个或多个部件的较小移动也可能引起光路径的变更，该变更将使光束的焦点无法与光纤的接收端重合，这将引起光损失。因此，这种装置对材料的选择以及模块和光耦合布置中所涉及的其他组件的制造施加了异常严厉的公差。

[0032] 现在参考图 3，根据本发明实施例的用于在光收发器的发送器部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块 80 的示意图被示出。光纤连接器模块 80 被示出为总地耦合到光收发器模块 70。

[0033] 应当明白，术语收发器、光收发器、收发器模块或者光收发器模块可被用于指具有光发送部分或光接收部分或者既具有光发送部分又具有光接收部分的模块器件。然而，在图 3 中，仅示出并描述了光收发器模块 70 的发送部分。另外，如在下文中更详细讨论的，光纤连接器模块 80 被配置为使得光纤连接器模块 80 可以与系统发送器光学器件或者系统接收器光学器件一起使用，从而降低整体的系统组件成本并降低系统组件互连性。

[0034] 如在上文中讨论的，一些收发器模块被配置为输出准直光而非聚焦光，这可以放宽光纤连接器模块 80 与收发器模块 70 之间的对准公差。在这种收发器模块中，相对于一个或多个准直透镜的相应光源的焦点来定位这一个或多个准直透镜，以便生成从收发器模块 70 输出的准直光。这样使用一个或多个准直透镜发送来自光收发器的准直光允许光纤连接器模块在被耦合到收发器模块 70 时具有相对放松的横向（径向）和轴向（z 向）对准公差，所述光纤连接器模块包括根据本发明实施例的光纤连接器模块 80。

[0035] 如图所示，收发器模块 70 包括诸如 VCSEL 之类的光源 72 以及准直透镜 74。准直透镜 74 可以是单个透镜或者多个透镜，其形成使从光源 72 接收到的光准直的透镜系统。来自光源 72 的光被准直透镜 74 接收并且被以准直光的形式从收发器模块 70 输出。收发器模块 70 还可包括监视器透镜 76，监视器透镜 76 可以使一部分准直光转移到监视器 78，例

如光电二极管。

[0036] 因为从这种收发器模块输出的光是准直光而非聚焦光，因此与包括光转向器件（例如图 2 所示的传统光转向器件 40）的传统光纤连接器模块相比，可以以更高效、更不复杂的方式来配置将与这种收发器模块一起使用的光纤连接器。例如，因为准直透镜被包括在这种收发器模块中，因此光纤连接器模块不需要输入透镜或准直透镜，这与包括这种透镜的传统光纤连接器模块不同。然而，即使当与输出准直光而非聚焦光的收发器模块一起使用时，传统的光纤连接器模块仍受制于光纤连接器与光纤的接收端之间的相对严厉的横向（径向）和轴向（z 向）对准公差，以便维持其间的足够光耦合效率。

[0037] 根据本发明的实施例，光纤连接器模块 80 包括外壳 82 和定位在外壳 82 内的光纤透镜 84。外壳 82 被配置为接收和保持一个或多个光纤 86 的末端，以使得光纤末端与光纤 84 的焦平面重合或者基本位于光纤 84 的焦平面内。例如，外壳 82 被形成为在其中包括一个或多个 v 槽或者其他适合构造 88，使得一个或多个光纤 86 的至少一部分可被以如下方式定位在外壳 82 内：光纤 86 的末端与光纤透镜 84 的焦平面重合。可以使用环氧树脂或者以其他适合方式使光纤 86 的末端附着于 v 槽或者其他适合构造 88 内。

[0038] 光纤透镜 84 可以是把由光纤连接器模块 80 从收发器模块 70 接收到的准直光聚焦到光纤透镜 84 的焦平面上一点的任何适合光纤透镜。例如，光纤透镜 84 可以是双锥形透镜、不规则透镜或者其他适合的光纤透镜。另外，虽然光纤透镜 84 被示出为使聚焦光重定向至与光纤 86 的末端重合的焦平面，但这不是必需的。就是说，光纤透镜 84 可被配置并定位在光纤连接器模块 80 内，以使得由光纤连接器模块 80 接收到的准直光在不被重定向的情况下被聚焦到光纤透镜 84 的焦平面上的一点。或者，光纤透镜 84 可被配置并定位在光纤连接器模块 80 中，以使得光纤透镜 84 可以朝着定位在外壳 82 内的光纤的末端来重定向任何适当方向上的聚焦光。例如，取决于制成光纤透镜 84 的材料的折射率以及光纤连接器模块 80 内的光纤透镜的具体朝向，光纤透镜 84 可以以大约 0-180 度之间的重定向角使聚焦光重定向至相对应的光纤末端。通常，光纤透镜被制造并配置为以大约 90 度的重定向角使聚焦光重定向至相对应的光纤末端。然而，光纤连接器模块 80 可以具有倾斜的光纤耦合布置，如图 3 所示。例如，如果光纤透镜 84 由具有更低的总体折射率的一种或多种材料制成，则可以使用这种布置，使得光纤透镜 84 以大约 90-180 度之间的重定向角来重定向聚焦光，如图所示。

[0039] 外壳 82 可以通过注塑工艺制成，或者通过使得光纤透镜 84 可被在相对严厉的公差范围内定位在外壳 82 内的特定位置处的其他适合工艺制成。外壳 82 可由对温度不敏感的塑料制成，或者由其他适合材料制成，所述材料允许一个或多个光纤透镜被定位在其中，并且允许一个或多个相对应的光纤被插入并附着于在外壳 82 中形成的 v 槽或者其他适合构造 88。

[0040] 用于外壳 82 的注塑或者其他适合制造工艺还使得可以在相对严厉的公差范围内相对于光纤透镜的具体位置在外壳 82 中形成 v 槽或者其他光纤定位构造 88。因此，以这种方式，定位在 v 槽或者其他光纤定位构造 88 内的光纤 86 将在相对严厉的对准公差范围内与光纤透镜 84 对准，从而提升其间的适合耦合效率以及光源 72 与光纤 86 之间的整体耦合效率。在上文中讨论了光纤连接器模块 80 的配置，并且将其与传统的光纤连接器相比较，传统的光纤连接器使光纤的末端与位于光纤连接器外部的光纤透镜对准，例如如图 2

所示。

[0041] 使光纤连接器模块 80 与诸如收发器模块 70 之类的输出准直光的光收发器模块之间的对准公差放松的能力有助于使得可以制造适于与光收发器内的一个或多个光源一起使用的相对低成本的光纤连接器模块。另外，这种放松的对准公差可以有助于如下布置：在这些布置中，收发器模块包括多个光源，并且光纤连接器模块 80 中针对将被定位于其中的相对应的多个光纤而包括相对应的多个光纤透镜和 v 槽或者其他适合构造，例如如在上文中讨论的。

[0042] 现在参考图 4，图示了作为光源 72 与光收发器模块 70 内的准直透镜 74 之间的轴向（z 向）偏差的函数而变化的光耦合效率的曲线图。在假定耦合损失的可接受程度不多于 -0.5 分贝 (dB) 的情况下，图形示出了光源 72 与准直透镜 74 之间的可接受轴向 (z 向) 偏差的区域 91。可见，直到任一方向上大约 30 微米的偏差，都能维持可接受的耦合效率。就是说，光源 72 与准直透镜 74 之间的 z 向距离可以增大大约 30 微米或减少大约 30 微米，并且耦合效率所受到的不利影响将不会超过 -0.5dB 的可接受程度。

[0043] 现在参考图 5，图示了作为光源 72 与光收发器模块 70 内的准直透镜 74 之间的横向或者径向偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的曲线图。在假定归一化 LOP 的可接受程度不多于 -0.5 分贝 (dB) 的情况下，图形示出了光源 72 与准直透镜 74 之间的可接受横向或者径向偏差的区域 92。如图所示，光源 72 和准直透镜 74 在 x 平面方向和 y 平面方向中的任一方向上可以相对于彼此偏差大约 7 微米。就是说，只要在任何横向（径向）方向上将光源 72 与准直透镜 74 之间的任何偏差保持在大约 7 微米以下，归一化 LOP 将保持在不多于 -0.5dB 的可接受程度之下。

[0044] 现在参考图 6，图示了作为光收发器模块 70 与光纤连接器模块 80 之间的横向（径向）偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的曲线图。在假定归一化 LOP 的可接受程度不多于 -0.5dB 的情况下，图形示出了光收发器模块 70 与光纤连接器模块 80 之间在 x 平面方向和 y 平面方向上的可接受横向或者径向偏差的区域 93。如图所示，光收发器模块 70 与光纤连接器模块 80 之间在 x 平面方向和 y 平面方向两者中的任一方向上的横向偏差可以高达大约 30 微米，并且归一化 LOP 仍将少于 -0.5dB。

[0045] 除了放松光纤连接器 80 和与之一起使用的光收发器模块之间的对准公差的能力之外，光纤连接器模块 80 的特定配置还使得其可被用作光通信系统内的公共平台。就是说，光纤连接器模块 80 可以用于光收发器模块的发送器部分与光纤的接收端之间的耦合，或者光纤的发送端与光收发器模块的接收器部分之间的耦合。与发送器光学器件和接收器光学器件两者一起使用的公共平台使得相同的连接器可用于光通信系统的两端，从而降低了使用光纤连接器模块 80 的光通信系统的整体制造成本。

[0046] 例如，现在参考图 7，根据本发明实施例的用于在光纤 86 与光收发器 90 的接收器部分之间耦合光信号的光纤连接器模块 80 的示意图被示出。在该布置中，定位在光纤连接器模块 80 中的 v 槽或者其他构造 88 内的光纤 86 正在发送而非接收光信息。从光纤 86 发送的光信息被光纤透镜 84 作为准直光引导至光收发器 90。光收发器 90 包括用于接收从光纤连接器模块 80 输出的准直光的聚焦透镜 92。聚焦透镜 92 把准直光聚焦到聚焦透镜 92 的焦平面上的一点。诸如光电二极管或者任何其他适合检测器之类的光检测器 94 被定位为与聚焦透镜 92 的焦平面重合并且与聚焦透镜 92 的光轴轴向地对准。

[0047] 现在参考图 8，图示了作为光纤透镜 84 与定位在光纤连接器模块 80 内的光纤 86 的发送端之间的轴向（z 向）偏差的函数而变化的光耦合效率的曲线图，所述光纤连接器模块 80 用于在光纤 86 与光收发器 90 的接收器部分之间耦合光信号。利用不多于 -0.5dB 的可接受程度的耦合损失，图形示出了光纤 86 的发送端与光纤透镜 84 之间的可接受的轴向（z 向）偏差的区域 94。可见，直到一个轴向上大约 100 微米和另一轴向上大约 200 微米，都能维持可接受的耦合效率。就是说，光纤 86 的发送端可以更接近光纤透镜 84 的焦平面或者向光纤透镜 84 的焦平面内部轴向地偏差达 100 微米，或者超出光纤透镜 84 的焦平面或者向光纤透镜 84 的焦平面外部轴向地偏差达 200 微米，而不会使光纤 86 与光纤透镜 84 之间有不可接受程度的光耦合效率。

[0048] 现在参考图 9，图示了作为光纤透镜 84 与定位在光纤连接器模块 80 内的光纤 86 的发送端之间的横向或径向偏差的函数而变化的归一化功率损失 (LOP) 的曲线图，所述光纤连接器模块 80 用于在光纤 86 与光收发器 90 的接收器部分之间耦合光信号。同样，利用 -0.5dB 的可接受程度的归一化 LOP，图形示出了光纤 86 的发送端与光纤透镜 84 之间在 x 平面方向和 y 平面方向两者上的可接受的横向或者径向偏差的区域 95。如图所示，对于 x 平面方向和 y 平面方向两者以及任一横向方向上高达大约 9-10 微米的偏差，都能维持可接受的归一化 LOP。

[0049] 然而，即使光纤 86 的发送端与光纤透镜 84 之间存在可接受范围的轴向（z 向）和横向（径向）偏差，光纤连接器模块 80 的配置也使得这些偏差公差得到满足。

[0050] 根据本发明实施例，光纤连接器模块可以具有若干适合配置中的任一种，如在下文中更详细讨论的。如在上文中讨论的，根据本发明实施例的光纤连接器模块与传统的布置和配置（尤其是并行光路配置的情况下）相比，允许较小的轮廓。另外，根据本发明实施例的光纤连接器模块允许使用覆模成型 (overmold) 技术，因为在收发器与光纤连接器模块内的光纤透镜之间不需要气隙。

[0051] 根据本发明实施例，光纤连接器模块可以在带有或没有金属化的情况下，通过塑料的注塑、复制 (replication) 光学器件技术或者模制玻璃技术制成。然而，当光纤连接器模块的折射率较低时，或者当空气是光路的传输介质的至少一部分时，通常需要金属化层或者介质涂层。通常，光纤连接器模块由折射率较高的材料或者材料组合制成，从而允许光纤连接器模块利用全内反射。

[0052] 现在参考图 10，根据本发明实施例的、用于在光收发器模块的发送器部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块 110 的示意图被示出。光纤连接器模块 110 例如通过注塑工艺被配置为单片模块。光纤连接器模块 110 例如以在上文中讨论的方式直接耦合到收发器模块。例如，利用形成在光纤连接器模块 110 和收发器模块两者之上或者之内的适当对准特征将光纤连接器模块 110 耦合到收发器模块（或者容纳收发器模块和 / 或其他有源组件的基板）。

[0053] 光纤连接器模块 110 包括外壳 112 和光纤透镜 114。外壳 112 被按照适当的形状配置为包括倾斜表面 116，表面 116 被适当地确定尺寸并配置为使得光纤透镜 114 可以把由光纤连接器模块 110 从准直光源（未示出）接收到的准直光重定向至焦平面 117，焦平面 117 与定位在外壳 112 中的适当构造内的光纤 118 的接收端重合。或者，如果光纤 118 的接收端将不被定位在光纤连接器模块 110 的外壳 112 内，那么光纤透镜 114 可被以适合的方

式设计并配置为把聚焦光引导至位于光纤连接器模块 110 的外壳 112 外部的焦平面。因此，为了这种布置下的正确光耦合，光纤 118 的接收端将需要在可接受的公差范围内与外部焦平面重合。

[0054] 虽然图 10 中的光纤透镜 114 在上文中被示出并描述为对例如来自准直光源的准直光进行重定向，但是应当明白光纤透镜 114 可被配置并且 / 或者布置为对例如直接来自光源的发散光进行重定向。另外，虽然光纤透镜 114 被示出为以大约 90 度角来引导聚焦光，但是根据上文中的讨论应当明白，光纤透镜 114 和光纤连接器模块 110 可被制造、配置并且 / 或者布置为具有倾斜的光纤耦合布置，例如如在上文中讨论并且在图 3 中大体上示出的。另外，应当明白，光纤连接器模块 110 被适当地配置，以把光例如从发送光纤耦合到光收发器模块的接收器端。

[0055] 根据本发明的替代实施例，可以例如利用适当的模塑工艺（例如注塑或者传递模塑）将光纤连接器模块 110 直接模塑成型在全部或者一部分的收发器模块（或者容纳收发器模块和 / 或其他有源组件的基板）上或其上方，而非将光纤连接器模块 110 配置为与收发器模块相耦合的单独光纤连接器模块。现在参考图 11，根据本发明该替代实施例的光纤连接器模块 120 的示意图被示出。如图所示，光纤连接器模块 120 的外壳 112 被直接模塑成型在收发器模块 122 上。另外，应当明白，除了在收发器模块 122 上之外，光纤连接器模块 120 的外壳 112 还可被直接模塑成型在其他组件上，这些组件包括可驻留在收发器模块外部的其他有源元件，例如收发器模块的接收器端的光检测器。

[0056] 在图 11 中，收发器模块 122 被总地示出为发散光的源，并且光纤透镜 114 被示出为把来自收发器模块 122 的这种发散光作为聚焦光重定向至光纤 118 的接收端。然而，应当明白收发器模块 122 可被配置为例如利用适当的准直光学器件来生成准直光。在这种情况下，光纤透镜 114 被适当地配置并且 / 或者布置为把来自收发器模块 122 的准直光作为聚焦光重定向至光纤 118 的接收端。另外，虽然光纤透镜 114 被示出为以大约 90 度角来引导聚焦光，但是根据上文中的讨论应当明白，光纤透镜 114 和光纤连接器模块 120 可被制造、配置并且 / 或者布置为具有倾斜的光纤耦合布置，例如如在上文中讨论并且在图 3 中总地示出的。另外，应当明白，光纤连接器模块 120 被适当地配置以把光例如从发送光纤耦合到光收发器模块的接收器端。

[0057] 现在参考图 12，根据本发明又一实施例的、用于在光收发器模块的发送器部分与光纤之间耦合光信号的光纤连接器模块 130 的示意图被示出。根据本发明实施例的光纤连接器模块 130 特别适于利用具有较小轮廓的光纤连接器模块提供对光信号的较长距离中继。

[0058] 光纤连接器模块 130 包括外壳 132、第一光纤透镜 134 和第二双锥形透镜 136。外壳 132 被按照适当形状配置并且被配置为包括第一（输入）末端表面 138、第一倾斜 TIR 表面 142、第二倾斜表面 144、第三倾斜表面 146 和第二（输出）末端表面 148。第一倾斜表面 142 被成形并配置为把由光纤连接器模块 130 经由第一末端表面 138 从准直光源（未示出）接收到的准直光重定向至第二倾斜表面 144。

[0059] 第二倾斜表面 144 被成形并配置为使得双锥形透镜 136 可以把来自第一 TIR 表面 142 的准直光重定向至第一光纤透镜 134。第二双锥形透镜 136 在其表面上具有两种不同半径（即，x 方向上的第一曲率半径和 y 方向上的第二曲率半径），并可被耦合到第二倾斜

表面 144，或者作为第二倾斜表面 144 的一部分而被形成在第二倾斜表面 144 中。第二双锥形透镜 136 被以适合方式设计并配置为把光重定向至第一光纤透镜 134。

[0060] 第三倾斜表面 146 被适当地确定尺寸并被配置为使得光纤透镜 134 可以把来自双锥形透镜 136 的光聚焦到与光纤 154 的接收端重合的焦平面 152，光纤 154 被定位在光纤连接器模块 130 的外壳 132 的第二末端表面 148 中的适当构造内。或者，如果光纤 154 的接收端将不被定位在光纤连接器模块 130 的外壳 132 的第二末端表面 148 内，那么光纤透镜 134 可被以适当方式设计并配置为把光引导至位于光纤连接器模块 130 的外壳 132 外部的焦平面。因此，为了这种布置下的正确光耦合，光纤 154 的接收端将需要在可接受的公差范围内与外部焦平面重合。例如，光纤透镜 134 可被耦合到光纤连接器模块 130 的外壳 132 的第二末端表面 148 或被形成于其中。

[0061] 虽然光纤连接器模块 130 中的倾斜表面和双锥形透镜被示出为以大约 90 度角来引导或者重定向光，但是根据上文中的讨论应当明白，取决于光纤连接器模块 130 的外壳 132 的具体构造，双锥形透镜 136 和倾斜表面可被制造、配置并且 / 或者布置为以任何适当角度来引导或者重定向光。另外，应当明白，光纤连接器模块 130 被适当地配置以把光例如从发送光纤耦合到光收发器模块的接收器端。

[0062] 现在参考图 13，根据本发明另一实施例的、用于在光源（例如光收发器模块的发送器部分中的光源）与光检测器（例如光收发器模块的接收器部分中的光检测器）之间耦合光信号的光纤连接器模块 160 的示意图被示出。光纤连接器模块 160 包括外壳 162 和光纤透镜 164。外壳 162 被按照适当形状配置并且被配置为包括第一倾斜 TIR 表面 166、第二倾斜 TIR 表面 168 和第三倾斜表面 169。

[0063] 光纤连接器模块 160 特别适于与光源 172 和相关联的光学器件系统 174 一起使用，光学器件系统 174 使光准直并且把来自光源的准直光分成分开的两路准直光。第一倾斜表面 166 和第二倾斜表面 168 被成形和配置，以使得当光源 172 和光学器件系统 174 被正确的对准并且被与光纤连接器模块 160 光耦合时，第一倾斜表面 166 把一路准直光引导至光监视器件 176 并且第二倾斜表面 168 把另一路准直光引导至光纤透镜 164。

[0064] 第三倾斜表面 169 被适当地确定尺寸并被配置为使得光纤透镜 164 可以把来自第二倾斜表面 168 的光聚焦到与光纤 182 的接收端重合的焦平面 178，光纤 182 被定位在外壳 162 中的适当构造内。或者，如果光纤 182 的接收端将不被定位在光纤连接器模块 160 的外壳 162 内，那么光纤透镜 164 可被以适当方式设计并配置为把聚焦光引导至位于光纤连接器模块 160 的外壳 162 外部的焦平面。因此，为了这种装置下的正确光耦合，光纤 182 的接收端将需要在可接受的公差范围内与该外部焦平面重合。例如，光纤透镜 164 可被耦合到光纤连接器模块 160 的外壳 162 的底部表面 184 或被形成于其中。

[0065] 虽然图 13 中的光纤透镜 164 在上文中被示出并描述为对例如来自准直光源的准直光进行重定向，但是应当明白，光纤透镜 164 可被配置并且 / 或者布置为（经由第二 TIR 表面 168）而对例如直接来自光源的发散光进行重定向。另外，虽然光纤透镜 164 被示出为以大约 90 度角来引导聚焦光，但是根据上文中的讨论应当明白，光纤透镜 164 和光纤连接器模块 160 可被制造、配置并且 / 或者布置为具有倾斜的光纤耦合布置，例如如在上文中讨论并且在图 3 中总地示出的。另外，应当明白，光纤连接器模块 160 被适当地配置以把光例如从发送光纤耦合到光收发器模块的接收器端。

[0066] 根据本发明实施例的包括光纤透镜或者有透镜的反射器的光纤连接器模块允许较小轮廓的光转向器件与较紧凑收发器设计一起使用，较紧凑收发器设计的轮廓在持续减小。如在上文中讨论的，根据本发明实施例的光纤连接器模块可被配置为利用多透镜光学器件系统，例如用于与并行、多通道光发送系统一起使用。

[0067] 另外，根据本发明实施例的光纤连接器模块使得由单种材料制成的单个光纤连接器模块内能够有场镜或者中继透镜功能。这样，与传统的有透镜光学系统不同，避免了为了长途中继而在光路中（例如在光纤连接器模块内）使用交替的材料。

[0068] 应当注意到，虽然这里描述的创造性的光纤连接器模块旨在与光收发器模块一起使用，但是这里描述的创造性的光纤连接器模块不限于与具有这里描述的特征的光收发器模块一起使用。光收发器模块仅仅是适于与这些创造性的光纤连接器模块一起使用的一种光收发器模块设计的示例。

[0069] 本领域技术人员将会清楚，可以对这里描述的光纤连接器模块和用于在光收发器与光纤之间耦合光信号的方法做出许多改变和替换，而不脱离所附权利要求和其全部等同物所定义的本发明的精神和范围。

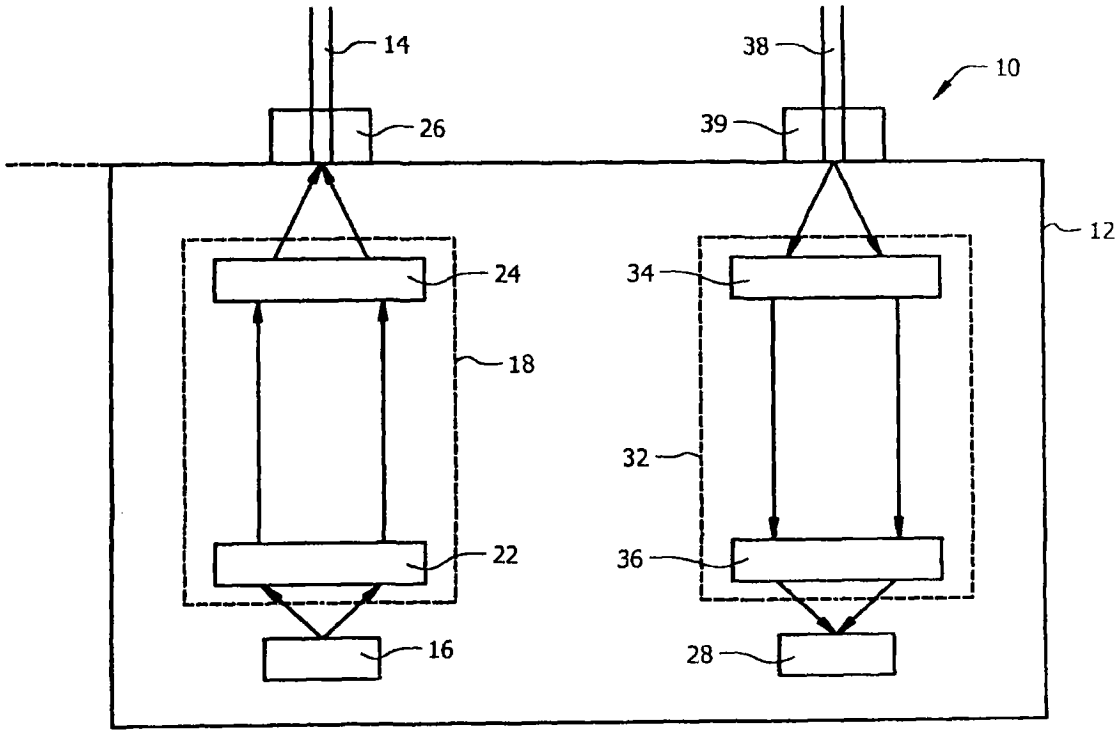

14
26
38
39
10
12
24
18
34
32
22
36
16
28

图 1

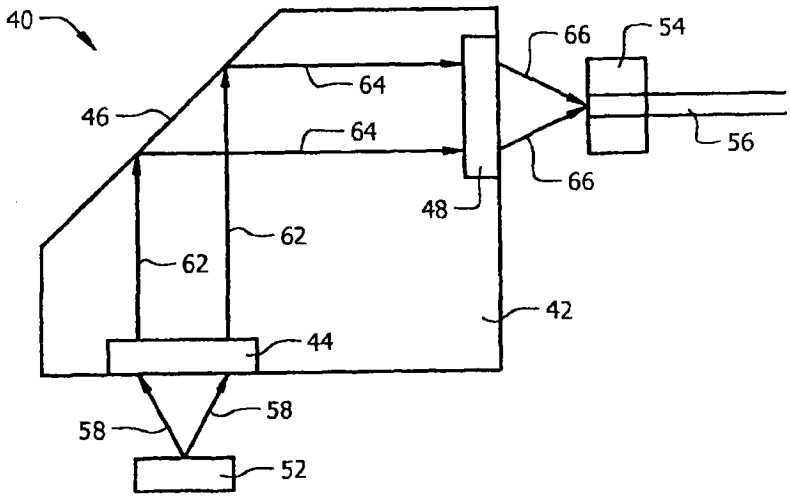

40
46
64
64
66
54
56
66
48
62
62
42
44
58
58
52

图 2

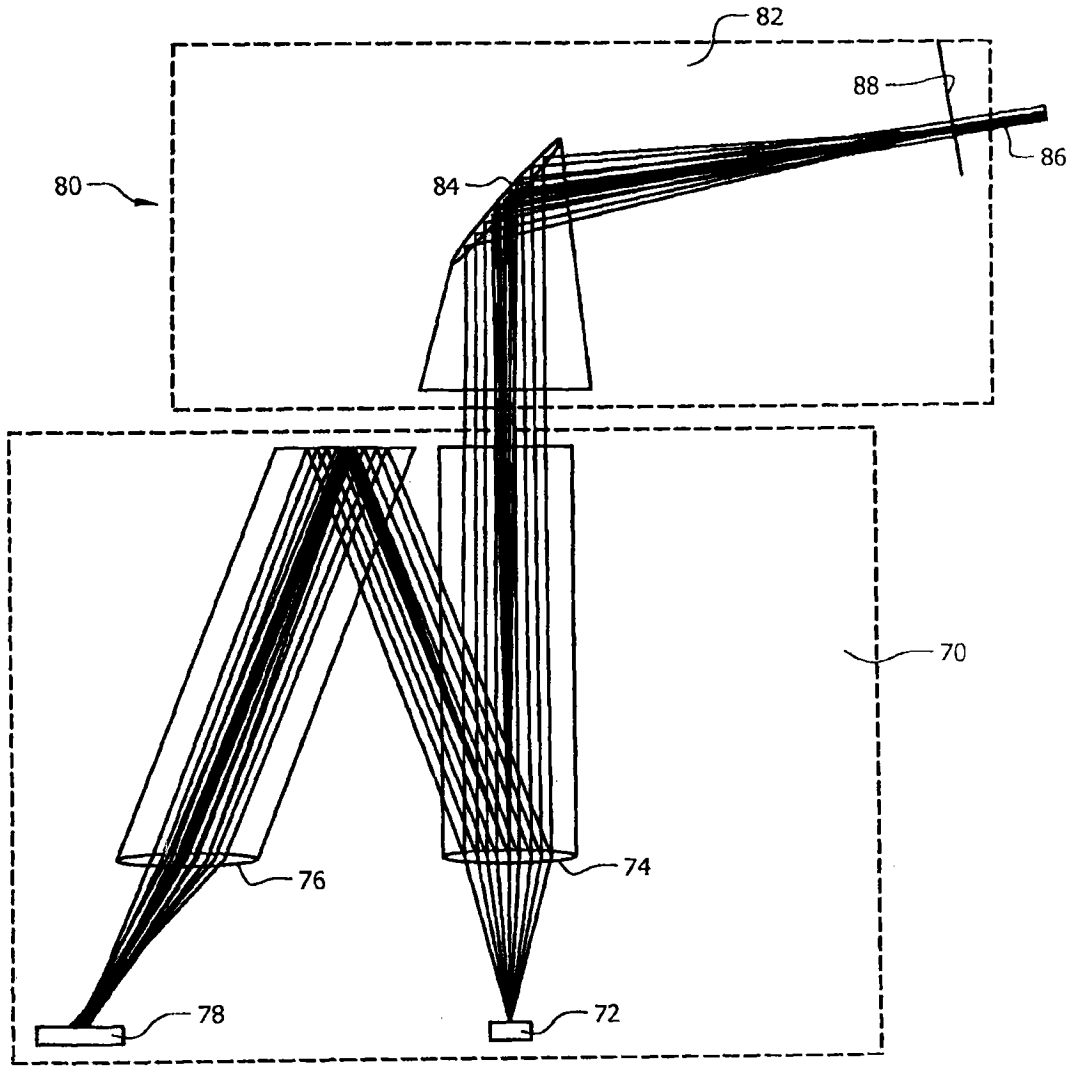


图 3

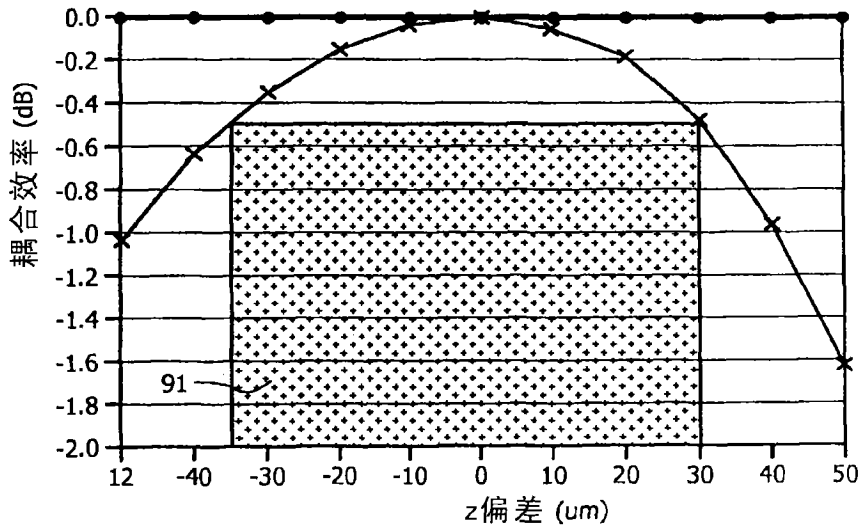

0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
-2.0
耦合效率 (dB)
91
12 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50
z偏差 (um)

图 4

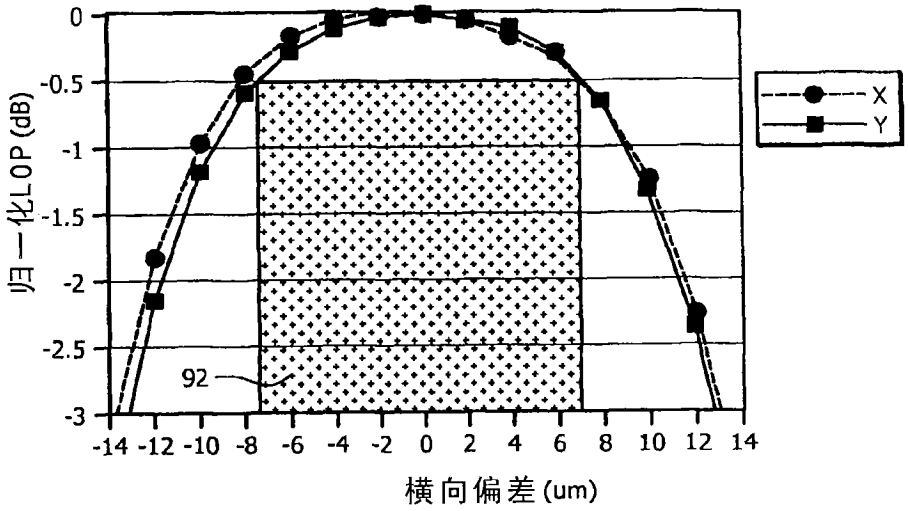

0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
归一化LOP (dB)
92
-14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14
横向偏差 (um)
X
Y

图 5

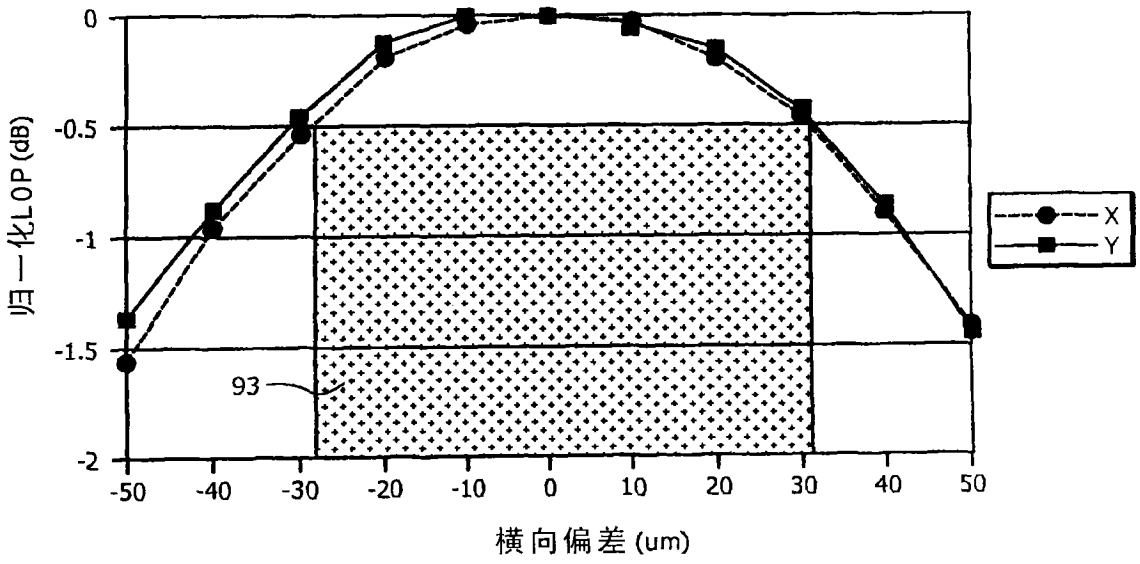


图 6

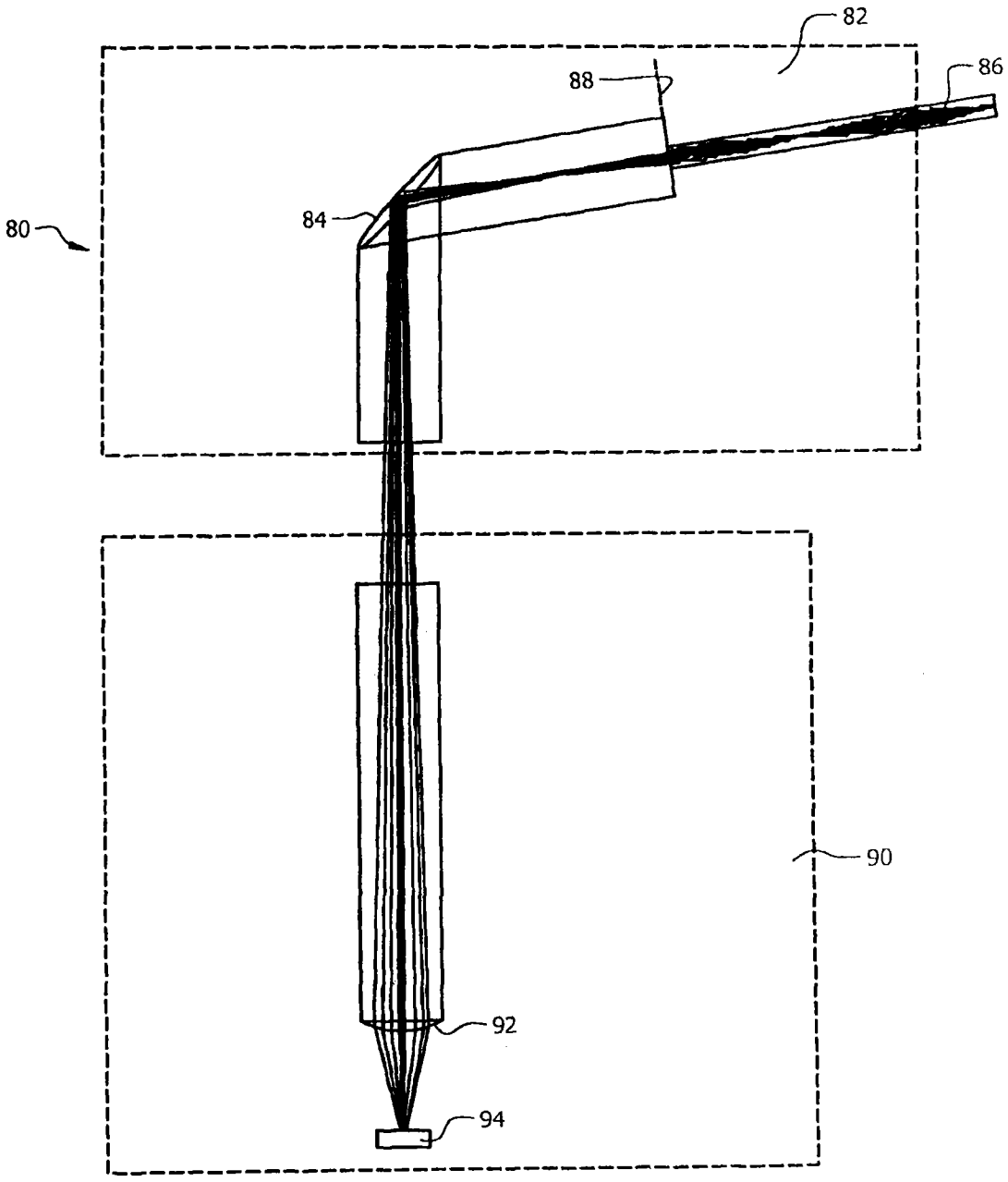


图 7

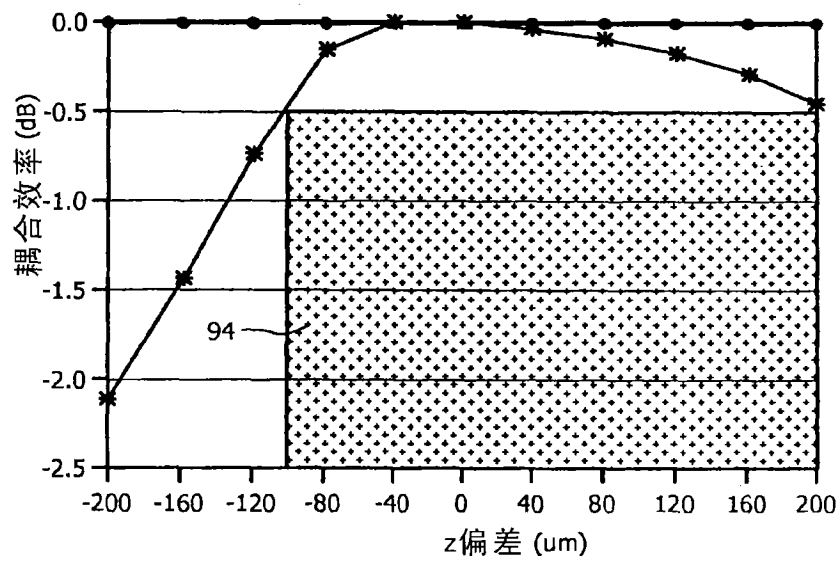

0.0
-0.5
-1.0
-1.5
-2.0
-2.5
耦合效率 (dB)
94
-200 -160 -120 -80 -40 0 40 80 120 160 200
z偏差 (um)

图 8

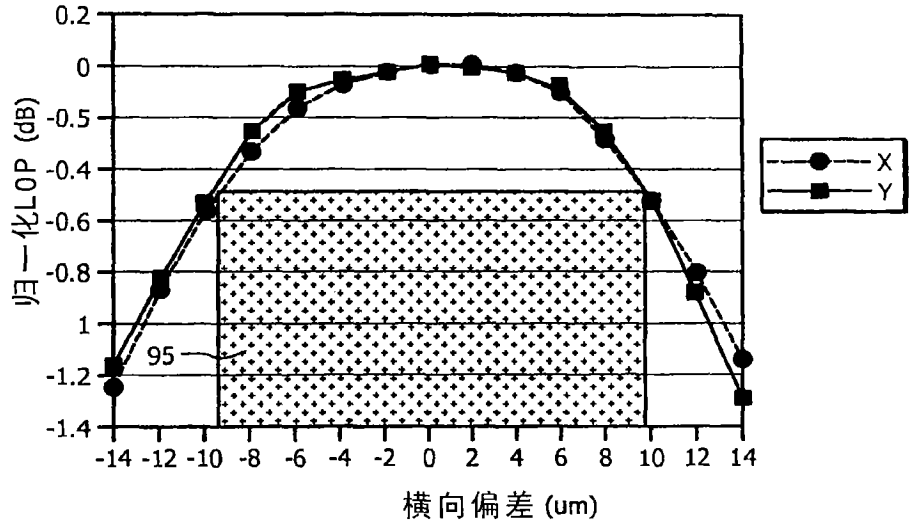

0.2
0
-0.4
-0.6
-0.8
1
-1.2
-1.4
归一化LOP (dB)
95
X
Y
-14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14
横向偏差 (um)

图 9

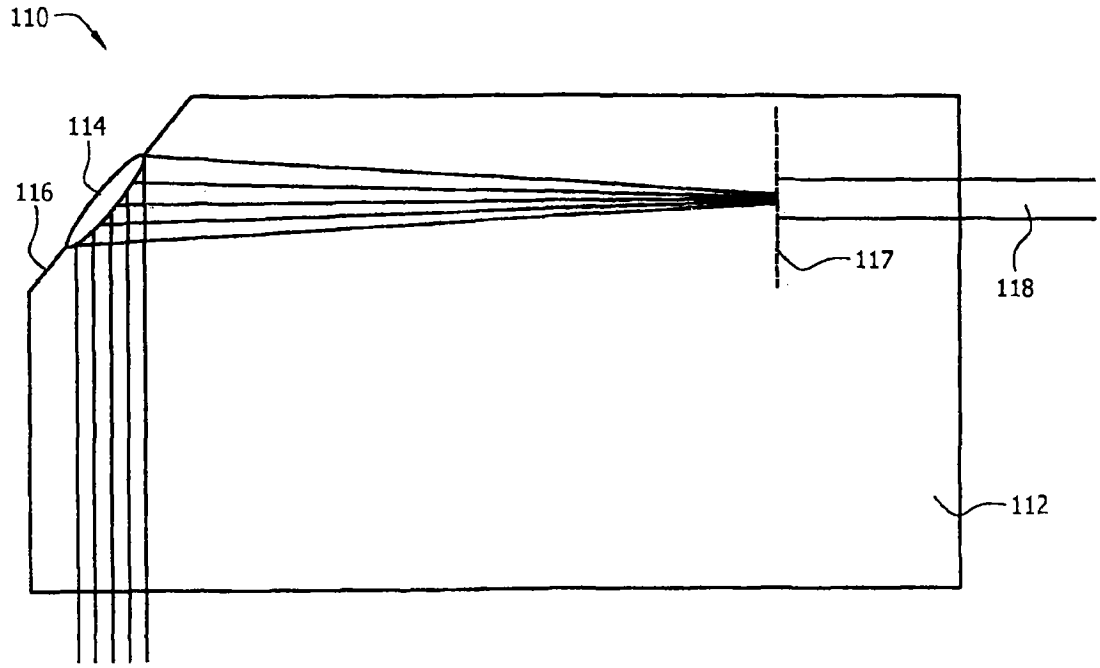


图 10

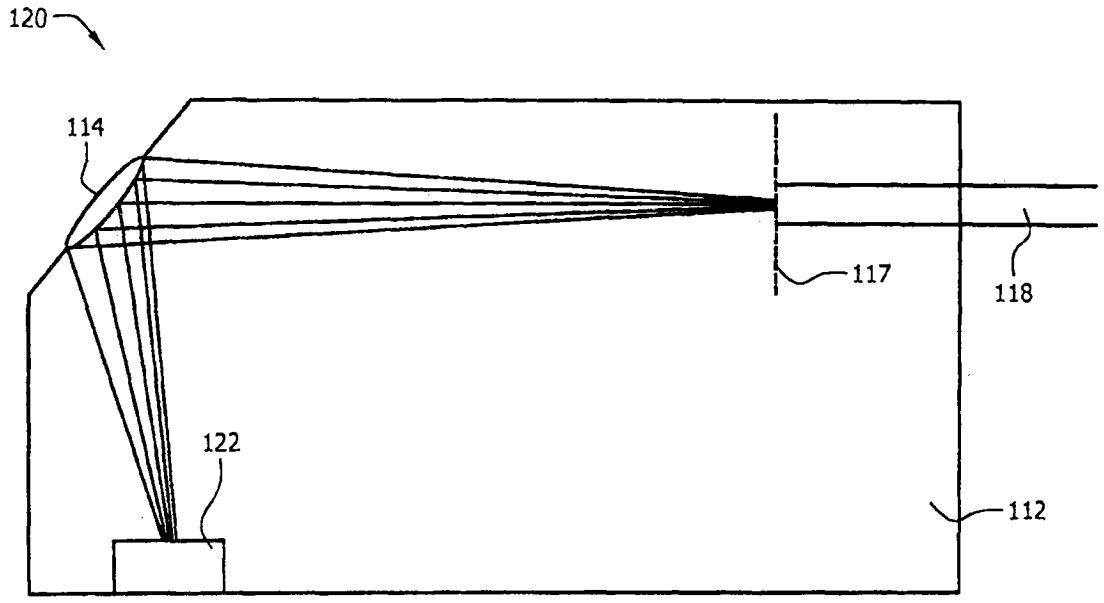


图 11

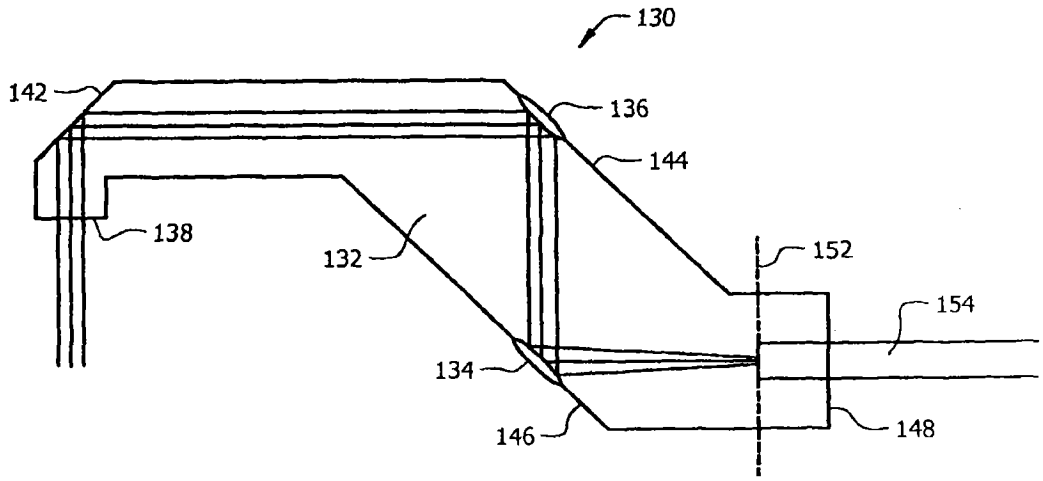

130
142
136
144
138
132
152
154
134
146
148

图 12

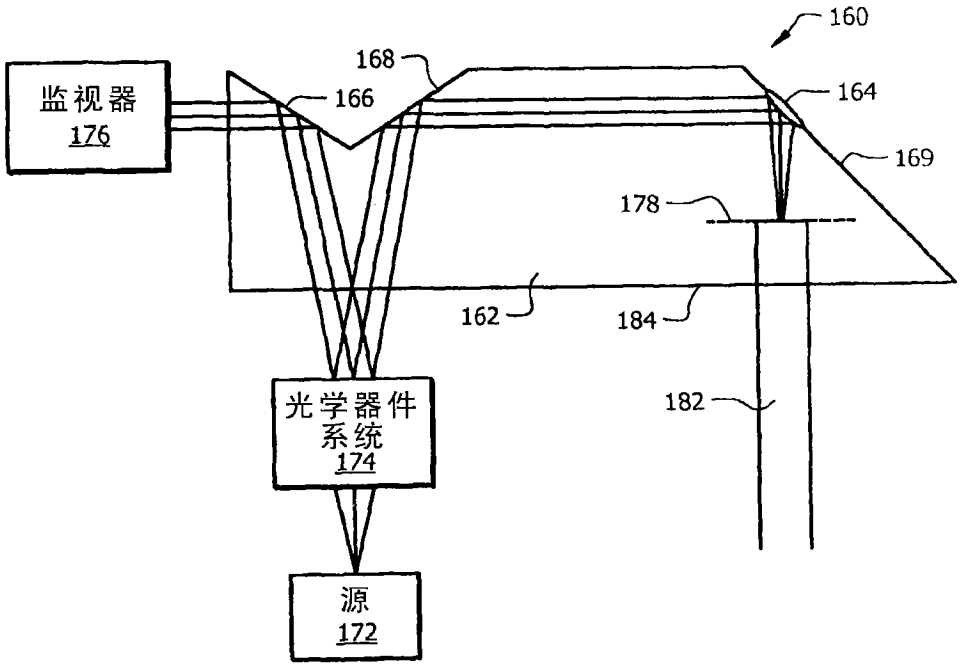

160
168
监视器
176
166
164
169
178
162
184
182
光学器件
系统
174
源
172

图 13