



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114008941 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 14

(21) 申请号 202080031911.4

(22) 申请日 2020.04.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114008941 A

(43) 申请公布日 2022.02.01

(30) 优先权数据
62/831,255 2019.04.09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/053417 2020.04.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/208581 EN 2020.10.15

(73) 专利权人 比弗罗斯特通信有限公司
地址 丹麦灵比

(72) 发明人 B·彼得森 J·詹森

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 党晓林 王坤哲

(51) Int.Cl.
H04B 10/61 (2006.01)
H04J 14/06 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105005151 A, 2015.10.28
US 5003625 A, 1991.03.26

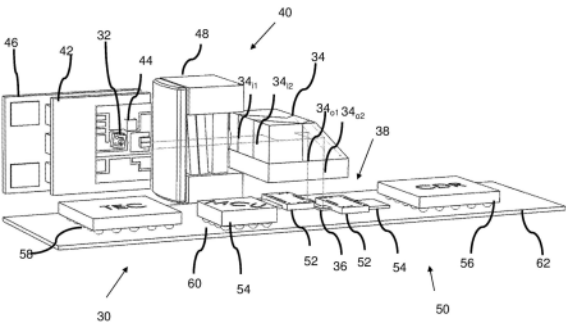
权利要求书4页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

光传输系统、光接收器以及组合和接收光信号的方法

(57) 摘要

光学系统、接收器、装置以及方法,其包括自由空间光束组合和偏振分裂棱镜,该自由空间光束组合和偏振分裂棱镜在处于同一平面中的基本上平行的输入路径中接收本机振荡器光和光信号,并且在基本上垂直于输入路径的平面的基本上平行的输出路径中输出两个正交偏振光束。使传入路径之一中的光朝着组合本机振荡器光和光信号的组合表面反射。然后,组合后的光束遇到偏振分裂表面,该偏振分裂表面将组合后的光束分裂成两个正交偏振光束。可以使偏振光束之一在平面内以90度反射,然后使两个正交偏振光束以90度反射出平面,从而将各个正交偏振光束输出到基本上平行的光学输出路径中。



1. 一种光组合器,所述光组合器包括:

自由空间光束组合和偏振分裂棱镜,所述自由空间光束组合和偏振分裂棱镜用于将第一输入光信号与第二输入光信号组合成组合光信号,以及将所述组合光信号分裂成具有正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号,

其中,所述棱镜包括:

第一光输入端,所述第一光输入端接收所述第一输入光信号,

第二光输入端,所述第二光输入端接收所述第二输入光信号,其中,所述第二光输入端与所述第一光输入端平行或者处于所述第一光输入端的至少平行的平面中,

组合器,所述组合器将所述第一输入光信号和所述第二输入光信号组合成组合光信号,以及

分裂器,所述分裂器将所述组合光信号分裂成具有正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号,所述分裂在以下平面之一中进行:所述第一光输入端和所述第二光输入端的平面、以及所述第一光输入端和所述第二光输入端的平行平面,并且所述分裂器将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号垂直于输入路径的平面输出。

2. 根据权利要求1所述的光组合器,其中,所述棱镜

将所述第一输入光信号和所述第二输入光信号之一朝着组合表面反射,该组合表面将所述第一输入光信号和所述第二输入光信号组合成组合光束,

将所述组合光束偏振分裂成两个正交偏振光束,

将所述正交偏振光束之一在平面内以90度反射,以及

将两个正交偏振光束以90度反射出平面,以将各个正交偏振光束从所述棱镜经由平行的光输出路径输出。

3. 根据权利要求1所述的光组合器,其中,所述棱镜包括:

反射表面A,所述反射表面A被定位成反射所述第一输入光信号和所述第二输入光信号之一;

组合表面B,所述组合表面B被定位成将所述第一输入光信号和所述第二输入光信号中的来自所述反射表面A的输入光信号与所述第一输入光信号和所述第二输入光信号中的未从所述反射表面A反射的输入光信号组合成组合光束;

偏振分裂表面C,所述偏振分裂表面C将所述组合光束分裂成两个正交偏振光束;

反射表面D,所述反射表面D被定位成将所述正交偏振光束之一在平面内以90度反射;以及

至少一个反射表面E,所述反射表面E被定位成将两个正交偏振光束以90度反射出平面,以将各个正交偏振光束从所述棱镜经由平行的光输出路径输出。

4. 一种光接收器,所述光接收器包括:

光输入端,所述光输入端接收光信号;

至少一个本机振荡器,所述至少一个本机振荡器以本机振荡器频率来提供本机振荡器光;

自由空间光束组合和偏振分裂棱镜,所述自由空间光束组合和偏振分裂棱镜用于将光信号与所述本机振荡器光进行组合,以及将所组合的光信号分裂成具有正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号;

两个光电转换器,所述两个光电转换器用于将第一组合光信号和第二组合光信号转换成第一电信号和第二电信号;以及

电合路器,所述电合路器将所述第一电信号和所述第二电信号组合成输出电信号,其中,

本机振荡器光经由第一光输入端按照使得所述本机振荡器光被所述棱镜在正交偏振之间分裂的取向进入所述棱镜,

所述光信号经由第二光输入端进入所述棱镜,所述第二光输入端与所述第一光输入端平行并且处于所述第一光输入端的至少平行的平面中,

所述本机振荡器光和所述光信号在与所述第一光输入端和所述第二光输入端相同的平面中被组合和分裂成第一组合光信号和第二组合光信号,并且所述第一组合光信号和所述第二组合光信号是垂直于输入路径的平面从所述棱镜输出的,并且

所述光电转换器和所述电合路器处于与输入路径的平面平行的平面中。

5. 根据权利要求4所述的光接收器,其中,

所述光电转换器是光电二极管,所述光电二极管将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号转换成第一电信号和第二电信号;并且

所述电合路器是通过减法来组合所述第一电信号和所述第二电信号的减法器。

6. 根据权利要求4所述的光接收器,其中,

所述本机振荡器光是以这样的偏振被引入第一输入路径的,即,所述偏振导致所述本机振荡器光在所述第一组合光信号与所述第二组合光信号之间的50/50功率分裂。

7. 根据权利要求4所述的光接收器,所述光接收器还包括

至少一个输出透镜,所述至少一个输出透镜将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号中的每一者聚焦到所述光电转换器上。

8. 根据权利要求4所述的光接收器,所述光接收器还包括

输出透镜,所述输出透镜与所述棱镜上的第一输出路径和第二输出路径中的每一者集成,以将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号聚焦到所述光电转换器上。

9. 根据权利要求4所述的光接收器,所述光接收器还包括

光束准直器,所述光束准直器在所述本机振荡器光被引入所述棱镜的第一输入路径之前使所述本机振荡器光准直。

10. 根据权利要求9所述的光接收器,所述光接收器还包括

透镜,所述透镜将所述本机振荡器光聚焦到所述光束准直器上;以及

光隔离器,所述光隔离器被定位成防止至少来自所述光束准直器的反射进入所述本机振荡器激光器。

11. 根据权利要求4所述的光接收器,其中,

所述第一组合光信号和所述第二组合光信号是在与第一输入路径和第二输入路径的平面平行的平面中被转换成电信号并组合成组合电信号的。

12. 根据权利要求4所述的光接收器,所述光接收器还包括

光学子组件,所述光学子组件包括所述至少一个本机振荡器;以及

电气子组件,所述电气子组件包括所述光电转换器和所述电合路器,其中,所述光学子组件与所述电气子组件成90度角定位。

13. 根据权利要求4所述的光接收器, 其中,

所述光信号是从光发送器接收的, 所述光发送器经由所述光信号发送信息。

14. 一种对光信号进行组合和分裂的方法, 所述方法包括以下步骤:

提供自由空间光束组合和偏振分裂棱镜, 所述自由空间光束组合和偏振分裂棱镜用于将第一光信号与第二光信号进行组合, 以及将所组合的光信号分裂成具有正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号;

经由第一光输入端将所述第一光信号引入所述棱镜;

经由第二光输入端将所述第二光信号提供给所述棱镜, 所述第二光输入端与所述第一光输入端平行并且处于所述第一光输入端的至少平行的平面中;

在与所述第一光输入端和所述第二光输入端相同的平面中, 经由所述棱镜将所述第一光信号和所述第二光信号组合成组合光信号;

在与所述第一光输入端和所述第二光输入端相同的平面中, 经由所述棱镜将所组合的光信号分裂成具有正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号; 以及

垂直于输入路径的平面从所述棱镜输出所述第一组合光信号和所述第二组合光信号。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中,

引入的步骤包括将所述第一光信号以这样的偏振引入第一输入路径, 即, 在被所述棱镜偏振分裂之后所述偏振导致所述第一光信号在所述第一组合光信号与所述第二组合光信号之间的50/50功率分裂。

16. 根据权利要求14所述的方法, 其中,

组合的步骤包括经由所述棱镜将所述第一光信号和所述第二光信号之一朝着组合表面反射, 该组合表面将所述第一光信号和所述第二光信号组合成组合光束; 并且

输出的步骤包括:

将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号之一在平面内以90度反射; 以及

将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号以90度反射出平面, 以将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号从所述棱镜经由平行的光输出路径输出。

17. 根据权利要求14所述的方法, 其中,

所述第一光信号是从所述第一光输入端处的具有已知偏振的本机振荡器发射的。

18. 根据权利要求14所述的方法, 所述方法还包括:

在引入所述第一光信号之前使所述第一光信号准直。

19. 根据权利要求14所述的方法, 所述方法还包括:

经由透镜来聚焦经由输出路径输出的所述第一光信号和所述第二光信号。

20. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 组合、分裂和输出的步骤包括:

经由反射表面A来反射所述第一光信号和所述第二光信号之一;

经由组合表面B将所述第一光信号和所述第二光信号中的来自所述反射表面A的光信号与所述第一光信号和所述第二光信号中的未从所述反射表面A反射的光信号组合成组合光束;

经由偏振分裂表面C将所述组合光束分裂成两个正交偏振的第一组合光信号和第二组合光信号;

经由反射表面D将所述第一组合光信号和所述第二组合光信号之一在平面内以90度反

射;以及

经由至少一个反射表面E将第一组合光信号和第二组合光信号两者以90度反射出平面,以将第一组合光信号和第二组合光信号从所述棱镜经由平行的光输出路径输出。

光传输系统、光接收器以及组合和接收光信号的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2019年4月9日提交的美国临时专利申请No.62/831,255的权益和优先权,其全部内容通过引用而并入于此。

[0003] 关于联邦政府资助的研究或开发的声明

[0004] 不适用。

[0005] 对序列表、表格或列出光盘附录的计算机程序的引用

[0006] 不适用。

[0007] 发明的背景

技术领域

[0008] 本发明总体上涉及具有改善的性能的光学系统。更具体地,本发明涉及使得能够使用紧凑的光学装置来实现光信号的准相干和相干检测的光传输系统、接收器、装置以及方法。

背景技术

[0009] 通信技术的持续进步以及消费者对需要越来越多带宽的服务的看似不满足的需求继续驱使通信服务提供商要求通信设备公司提供比现有设备占用更少物理空间的更高性能、更高带宽的设备。

[0010] 所有迹象表明,对提供客户服务的更高性能、更小占地面积的设备的需求不会很快地消失,因而仍然持续需要具有更高性能、更小占地面积以及更低成本的光通信系统和装置。

发明内容

[0011] 本发明通过提供涉及用于准相干和相干光接收器和系统的紧凑组件(诸如光学和电气子组件)的通信系统、接收器、装置以及方法来解决上述需求和问题。

[0012] 本发明的光学系统包括光接收器,该光接收器可以包括:

[0013] • 接收光信号的光信号输入端

[0014] • 从一个或多个本机振荡器接收本机振荡器光的本机振荡器输入端;

[0015] • 自由空间光束组合和偏振分裂棱镜,该自由空间光束组合和偏振分裂棱镜在处于同一平面中的基本上平行的输入路径中接收本机振荡器光和光信号,并且在基本上垂直于输入路径平面的基本上平行的输出路径中输出两个正交偏振光束,两个光束均包括本机振荡器光的至少一部分以及至少一个包含光信号的光束;

[0016] • 两个或多个光电转换器,各个光电转换器皆被定位成从棱镜输出路径接收正交偏振光束中的不同的偏振光束。

[0017] 在各种实施方式中,可以采用光束准直器和透镜来使本机振荡器光准直并且向棱镜提供准直光束。而且,还可以为各个正交偏振光束提供透镜,以将正交偏振光束聚焦在相

应的光电转换器上。

[0018] 通常可以将棱镜设计成,使传入路径之一朝着组合表面反射,该组合表面组合了本机振荡器光和光信号。然后,组合后的光束遇到偏振分裂表面,该偏振分裂表面将组合后的光束分离/分裂成两个正交偏振光束。可以使偏振光束之一在平面内以90度反射,然后使两个正交偏振光束以90度反射出平面,从而将各个正交偏振光束输出到基本上平行的光学输出路径中。

[0019] 由于本机振荡器光和光信号在一个平面中从一个方向的光学处理以及信号在基本上平行的平面中并且在一个方向上的电处理,因此,如上所述的光学部件的对准使得本发明的装置能够实现非常小的形状因子。在各种实施方式中,光学处理和电处理通常是沿相同的方向,但是在不同的平面中进行的。

[0020] 因此,本公开解决了对具有改善的成本和性能的系统 and 接收器的持续需求。

附图说明

[0021] 附图被包括进来是为了示例性地例示本发明的各个方面,而非为了限制本发明,其中:

[0022] 图1和图2示出了示例性光学系统实施方式。

[0023] 图3示出了示例性光线路终端/再生器实施方式。

[0024] 图4以及图5A至图5C示出了示例性光接收器实施方式。

[0025] 图6示出了诸如图5A至图5C所示的示例性自由空间棱镜实施方式的截面图。

[0026] 在附图和详细的描述中,相同或相似的标号可以标识相同或相似的要素。应意识到,除非明确声明或者原本就不可行,否则参照特定图中的实施方式所描述的实现、特征等均可以参照其它图中的其它实施方式来实现。

具体实施方式

[0027] 本发明的光学系统10可以按单向或双向系统中的各种已知配置使用,这些配置可以是点或多点到点或多点配置,其中节点是以线性、环形、网状以及其它网络拓扑进行部署的并且是经由本机和/或网络管理系统来管理的。通常,可以使用自由空间和/或光纤来部署系统10,但是可以意识到,许多应用都可以涉及基于光纤的系统。例如,参见PCT申请No. PCTIB2018000360 (W02018172847)。

[0028] 此外,光学系统10通常可以支持一个或更多个波长信道,这些波长信道可以被布置在光谱中的各个范围上的信道网格中。例如,单信道系统可以利用以1310nm和/或1550nm为中心的波长信道来工作。而密集波分复用(DWDM)系统例如可以将标称范围从1490nm至1625nm(S波段、C波段、L波段)的光谱分成具有固定或可变带宽(诸如50GHz、100GHz等)的数十个波长信道,这取决于系统10的设计和应用。例如,可以利用基于ITU网格的波长信道来定义该系统,<https://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=11482>。可以以落入波长信道之一内的波长通过系统10来传输光信号。虽然信道网格可以与共享信道边缘的相邻信道连续,但是系统10可以在信道边缘附近提供防护频带。防护频带是与信道边缘相邻的、不应传输光信号的波长范围,其用于减少相邻信道中的信号之间的干扰量。

[0029] 图1和图2描绘了采用节点之间的点到多点链路(1)以及点到点链路(2)的光学系

统10的示例性实施方式。链路可以是独立的光通信链路,或者可以是无源光网络(“PON”)的一部分,或者是如先前段落所描述的可包括无源和有源光学开关(OS)和分插复用器(OADM)、光学放大器(OA)等的网络的一部分。

[0030] 在图1中,示例性光学系统10实施方式可以包括光线路终端或再生器(OLT)12。OLT 12可以经由一个或更多个光纤14与一个或更多个光网络单元(ONU)16进行单向或双向光通信。可以将OLT 12和ONU 16连接至一个或更多个输入/输出线路18,根据网络实现,该输入/输出线路可以是光学和/或电气的。

[0031] 图2示出了包括两个OLT 12之间的点到点链路的示例性光学系统10实施方式。根据网络配置,图1和图2实施方式可以包括也可以不包括光学放大器20。

[0032] 可以将图1和图2实施方式部署在网络中的各种层中,包括网络的城域(metro)层和接入层。在包括前传、回程以及聚合的接入网络中,系统10可以作为PON来工作,或者可以包括线路放大器20以在节点与位于节点处或节点之间的其它有源设备之间提供放大。

[0033] 图3示出了示例性OLT 12和ONU 16节点实施方式,其可以包括光合路器/分路器22,当在系统10中使用不止一个发送器或接收器(OTRx)24时,该光合路器/分路器22可以组合和/或分离光信号。

[0034] 根据光学系统是否被部署为单波长和/或波分复用系统,光合路器/分路器22可以包括无源耦合器以及特定于波长的多路复用器和解复用器。例如,可以将光学系统10部署为时分复用(“TDM”)、波分复用(“WDM”)或者时分&波分复用(“TWDM”)系统,其中与OLT 12进行通信的各个ONU 16可以使用相同或不同的波长,如本文将进一步描述的。应意识到,如果系统中的节点仅发送和/或接收一个信道,并且在连接节点的光纤或自由空间链路14上仅存在一个信道,则可以在节点中使用光合路器/分路器22。

[0035] 根据系统配置,发送器或接收器(OTRx)24可以仅包括发送器或接收器、单独的发送器和接收器、或者收发器。在各种实施方式中,采用集成收发器来降低成本可能是划算的,但是在其它实施方式中,采用单独的发送器和接收器以及仅提供单向通信可能更可取。

[0036] OTRx 24中的光发送器通常包括一个或更多个固定或可调波长的光源,诸如窄或宽线宽的激光器。可以通过以下方式将一个或更多个信息流中的信息赋予由所述源发射的光(即,光学载波):直接调制该源、使用外部调制器对光进行调制、和/或将携带该信息的电载波进行上变频以生成在一个或更多个波长/频率上携带信息的光信号。

[0037] 可以使用包括调幅(AM)、调频(FM)、调相(PM)等或其组合在内的一种或更多种调制技术来赋予该信息。另外,可以以采用支持两个或更多调制级(例如,“0”状态和“1”状态、RZ、NRZ等)的各种调制格式的模拟或数字格式来赋予该信息。可以使用高级/高阶/多级调制格式(诸如双二进制和其它高阶星座),以使得每符号能够传输更多比特的信息,或者允许使用带宽小于等效二进制信号带宽的部件。例如,采用四个幅度级的系统将能够每符号编码两个比特,采用四个频率级的系统将能够每符号编码两个比特,独立地采用四个幅度级和四个频率级的系统将能够每符号编码四个比特,双二进制或更高阶的其它部分响应系统将能够利用减小的频谱对每符号编码一个或更多个比特。除了幅度和频率之外,信息也可以编码在载波的相位中、在载波的偏振中、作为脉冲宽度的变化或者作为脉冲位置的变化等。

[0038] 还应意识到,可以在将信息作为光信号传输之前在该信息中执行诸如前向纠错

(FEC)的附加信号处理。在各种实施方式中,可以使用纠错和/或测试器来提供反馈以控制系统10中的各种发送器和接收器。

[0039] 在各种实施方式中,信号可以由一个或更多个同时AM和/或FM装置进行编码,诸如频率啁啾激光器、直接调制激光器(DML)、外部调制激光器(EML)、垂直腔表面发射激光器(VCSEL)等。DML和VCSEL均具有宽的线宽并且通常是低成本的。在各种实施方式中,可以使用纯AM以用于通过使用具有宽泛种类的激光器的外部调制器来进行信号调制,如本领域已知的。

[0040] 不管AM和/或FM信号是如何生成的,频率调制负责将不同的状态转换成不同的频率,而幅度调制负责在幅度上分离不同的状态,从而方便地提供不同状态的进一步信息,如常规系统不包括的那样。

[0041] 不同的频率(即,不同的状态)是通过频率分离(也被称为FM移位)而分离开的。因此,将FM移位定义为调频(FM)信号的两种状态之间的频率分离。作为示例,FM移位是组合AM-FM信号(即,光信号)的“0”状态与“1”状态之间的差。

[0042] 图4示出了光接收器30的示例性实施方式,该光接收器可以在OTRx 24中与光发送器分离地使用或者作为收发器的一部分。应意识到,光学系统10中的其它光接收器可以与图4所示的实施方式不同。

[0043] 光接收器30通常可以包括一个或更多个固定或可调谐的本机振荡器(“LO”)光源32,诸如各种线宽的激光器,从而以一个或更多个本机振荡器频率来提供LO光,该本机振荡器频率可以相对于光信号的频率偏移,即,LO频率偏移。光学本机振荡器激光器(LO)以光频(F_{lo})发射光,该光频相对于信号中心频率(F_c)以频率偏移或频率差(dF)偏移。

[0044] 组合器/分裂器34将传入的光信号与LO光进行组合,并且将至少两个组合后的光信号(例如COS1和COS2)输出至对应数量的光电(OE)转换器36,诸如光电二极管。例如,可以使用2x2 PM耦合器或者单独的组合器和分裂器。OE转换器36以LO频率偏移的频率输出对应的电信号,例如,ES1和ES2。可以将这些对应的电信号提供给电处理单元38,该电处理单元38可以将信息作为电信号进行整流并通过输出线路18输出,以供在接收器中加以进一步信号处理和/或在系统10中或之外加以进一步传输。

[0045] 图5A至图5C示出了本发明的各种光接收器30实施方式的不同立体图。接收器30可以是自主工作的独立装置或者是结合另一光学组件工作的子组件。接收器30包括执行光信号的光学处理的光学组件40以及将光信号转换成电信号并处理该电信号的电气组件50。为了减小接收器30所占据的物理空间,可能希望以与电气子组件50成90度角来封装光学子组件40。

[0046] 光学组件40可以包括一个或更多个本机振荡器(LO)激光器32,以及热电冷却器(TEC)42、热敏电阻44和监测用光电二极管46,它们被提供以控制LO激光器32的波长和功率输出。虽然可以采用多个LO激光器32、冷却器42、热敏电阻44以及光电二极管46,但是在各种应用中可能希望仅使用一个来最小化这些部件所消耗的空间。

[0047] 可以将LO激光器32的输出经由光束成形透镜提供给光束准直器48,该光束成形透镜可以包括光隔离器以帮助保护LO激光器32。将从光束准直器48输出的准直LO光在第一光输入路径34_{i1}上提供给光组合器34的输入端,并且将正被接收的光信号在第二光路径34_{i2}上提供给光组合器34,该第二光路径平行于第一光路径并且基本上处于同一或平行平面

中。

[0048] 在如图5A至图5C举例说明的各种实施方式中,光组合器/分裂器34是自由空间光束组合和偏振分裂棱镜。光学组件被配置成,允许棱镜34经由处于同一或平行平面中的第一和第二基本上平行的输入路径来接收本机振荡器光和光信号。

[0049] 普通技术人员应意识到,诸如“基本上”、“约”等的叙词通常意味着包括“完全”、“相同”等。例如,假设角度不完全是90度、光束不是完全平行或共面的、L0光不是以50/50分裂或以45度定向等,本发明也可以按预期工作或者处于本发明的范围内。如果本发明在以某一偏差实现时不再起作用,那么包括这种偏差的实施方式可以处于本发明的范围之外。为此,普通技术人员还应意识到,以实现如本文所描述的部件的相对对准的方式来组装光学子组件40和电气子组件50是可取的,这可以减少光损耗和电损耗并且提高性能。

[0050] 图6示出传入光与棱镜34的平面内相互作用。棱镜34通常可以设计有至少两个输入路径 34_{i1} 和 34_{i2} 。进入第一输入路径 34_{i1} 的光遇到反射表面A并且被朝着组合棱镜表面B反射。第一路径 34_{i1} 上的光被表面B反射,并与穿过表面B的来自第二输入路径 34_{i2} 的光组合。组合光接下来遇到偏振分裂表面C,其中处于一个偏振状态的光穿过该表面。处于正交偏振态的光被表面C反射,然后被表面D反射,以便沿与另一偏振光束相同的方向行进。两个偏振光束均相对于另一反射以基本上90度反射出平面,并且从棱镜输出。在各种实施方式中,可以在棱镜34上的输出路径与电气组件50中的光电转换器36之间提供输出聚焦透镜。该聚焦透镜可以是单独的部件或者被集成于棱镜34的输出表面上。

[0051] 在图5和图6实施方式中,将从发送器接收的光信号描绘为经由第二输入路径 34_{i2} 进入或被引入棱镜,并且将本机振荡器光描绘为经由第一光路径 34_{i1} 进入或被引入棱镜34。应意识到,虽然将光信号引入第二输入路径 34_{i2} 中可能是可取的,但是如果减少的数量减少了通过棱镜34的损耗,则可以采用其它配置。

[0052] 在各种实施方式中,输入至棱镜的本机振荡器光可以相对于棱镜34的偏振分束器表面的主轴线沿约45度角取向,以允许L0光在两个偏振态之间以约50/50进行分裂。L0光与光信号在棱镜34中进行组合,并且组合后的L0-光信号被分成两个正交偏振光束,这两个正交偏振光束经由基本上平行的输出路径输出,这些输出路径也基本上垂直于输入路径并且可以处于与输入路径之一相同的平面中或者与输入路径之一平行的平面中。

[0053] 专业技术人员应意识到,L0光不需要是线性偏振的。例如,可以采用经圆偏振或椭圆偏振的L0光。类似地,如果将L0光以两种偏振态提供给棱镜34,则已经解决了L0光在输入端处的对准。

[0054] 虽然可以控制本机振荡器的偏振,但是光信号的偏振在操作中通常是未知的或不可控的。因此,根据输入到棱镜34中的光信号的偏振,光信号功率将相应地在两个偏振路径或分支 (arm) 之间进行分配。因此,两个光电转换器36的输出将以相同的方式发生改变。当信号的偏振沿着一个分支完全对准时,与该分支相关联的光电转换器36将具有以本机振荡器与光信号频率之间的偏移频率 dF 为中心的高输出,而另一分支将具有以 dF 为中心的零输出。当信号均匀地在两个分支之间分配时,以 dF 为中心的光电转换器36输出是相等的。通过组合这种两个偏振输出,减小了传入信号的偏振的总体系统依赖性。

[0055] 在各种实施方式中,可以将光电转换器36实现为包括APD、倒装芯片 (Flip-chip) 等的光电二极管 (PD),以将第一组合光信号和第二组合光信号转换成第一电信号和第二电

信号。在各种实施方式中,PD 36和电处理单元38具有关联的工作带宽,该工作带宽可以被匹配成约等于或大于传入光信号的带宽。例如,在各种单信道或WDM系统10中,可以将PD 36带宽和电处理单元38设定为光信号带宽的1.5到2倍。

[0056] 如图5A至图5C进一步示出,电处理单元38可以包括互阻抗放大器(TIA)52,以在来自PD 36的电信号进入包络检测器54并传递至时钟和数据恢复(CDR)电路56之前放大该电信号。电气组件50还可以包括用于控制TEC 42的工作的TEC控制器58,以及处理器60(诸如微控制器)和关联的存储器、通信接口等(如本领域中已知的),以监视并控制组件50中的一些或全部功能并与模块和/或系统10中的其它部件进行通信。可以将各种电气部件安装在印刷电路板或其它基板62上并经由该印刷电路板或其它基板进行连接,以及与板62分开连接。

[0057] 由于本机振荡器光和光信号在一个平面中从一个方向的光学处理以及信号在垂直于该光学处理平面的平面中并且在一个方向上的电处理,因此,如上所述的光学部件的对准以及棱镜表面的组合使得本发明的装置能够实现非常小的形状因子。在各种实施方式中,光学处理和电处理是沿物理上相同的方向进行的。接收器30可以与发送器组件一起实现从而提供收发器,或者可以独立地在线路卡上实现。

[0058] 虽然图5A至图5C实施方式示出了板56上的CDR,但是应意识到,CDR 56可以在另一板上实现,因为在那时已经接收并重建了信号。

[0059] 前述公开内容提供了本发明的示例、图示以及描述,但是并非旨在排它或将这些实现限制成所公开的精确形式。根据上面的公开,可以进行修改和变型,或者可以从实现方式的实践中获得修改和变型。本发明的这些以及其它变型和修改是可能的和可预期的,并且前面的说明书和所附权利要求旨在覆盖这样的修改和变型。

[0060] 如本文所用,术语部件旨在被广义地解释为硬件、固件和/或硬件和软件的组合。很明显,本文所描述的系统 and/或方法可以以不同形式的硬件、固件或者硬件和软件的组合来实现。被用于实现这些系统和/或方法的实际的专用控制硬件或软件代码并不限制所述实现。因此,本文在不参照特定软件代码的情况下描述了所述系统和/或方法的操作和行为——应理解,可以基于本文的描述来将软件和硬件设计成实现所述系统和/或方法。

[0061] 所述系统的各种元件均可以采用各种级别的光子、电气以及机械集成。可以将多个功能集成于被容纳在系统10中的一个或更多个架子或机架中的一个或更多个模块或线路卡上。

[0062] 硬件处理器模块的范围例如可以从通用处理器和CPU到现场可编程门阵列(FPGA)到专用集成电路(ASIC)。软件模块(在硬件上执行)可以采用多种软件语言(例如,计算机代码)来表达,包括:C、C++、Java™、Javascript、Rust、Go、Scala、Ruby、Visual Basic™、FORTRAN、Haskell、Erlang和/或其它的面向对象、过程化或其它编程语言和开发工具。计算机代码可以包括微代码或微指令、机器指令(诸如由编译器生成的机器指令)、被用于生成Web服务的代码、以及包含高级指令的文件,这些高级指令由计算机使用解释器来执行并且采用控制信号、加密的代码以及压缩的代码。

[0063] 本文结合阈值描述了一些实现。如本文所用,满足阈值可以是指这样的值:该值大于阈值、多于阈值、高于阈值、大于或等于阈值、小于阈值、少于阈值、低于阈值、小于或等于阈值、等于阈值等等。

[0064] 本文已经描述和/或在附图中示出了某些用户界面。用户界面可以包括图形用户界面、非图形用户界面、基于文本的用户界面等。用户界面可以提供用于显示的信息。在一些实现中,用户可以诸如通过经由装置的输入部件提供输入来与信息交互,该输入部件提供用于显示的用户界面。在一些实现中,用户界面是可由装置和/或用户配置的(例如,用户可以改变用户界面的大小、经由用户界面提供的信息、经由用户界面提供的信息的位置等)。另外或者另选地,可以将用户界面预先配置成标准配置、基于在其上显示用户界面的装置的类型的特定配置、和/或基于与在其上显示用户界面的装置相关联的能力和/或规格的一组配置。

[0065] 即使在权利要求中陈述了特征的特定组合和/或在说明书中公开了特征的特定组合,这些组合也并非旨在限制可能实现方式的公开。实际上,这些特征中的许多特征均可以以权利要求中未具体陈述和/或说明书中未公开的方式来进行组合。尽管下面列出的各个从属权利要求可能直接从属于仅一项权利要求,但是可能实现方式的公开包括各项从属权利要求与权利要求集中的每一项其它权利要求的组合。

[0066] 本文所使用的任何要素、动作或指令都不应被解释为关键或必要的,除非这样地明确描述。而且,如本文所用,冠词“一(a和an)”旨在包括一个或更多个项,并且可以与“一个或更多个”互换使用。此外,如本文所用,用语“组/集(set)”旨在包括一个或更多个项,并且可以与“一个或更多个”互换使用。在意指仅一个项的情况下,使用用语“一个”或类似语言。而且,如本文所用,用语“具有(has、have、having等)”旨在作为开放式用语。此外,除非另有明确声明,否则短语“基于”旨在表示“至少部分地基于”。

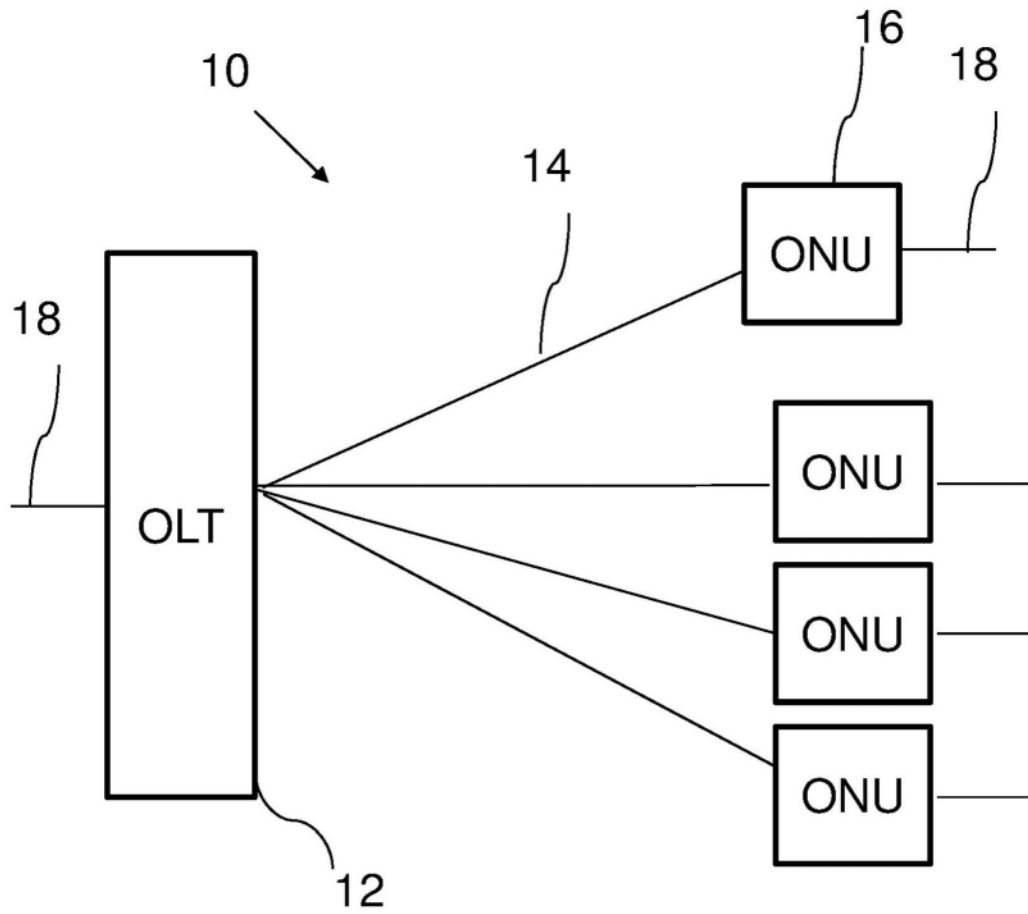


图1

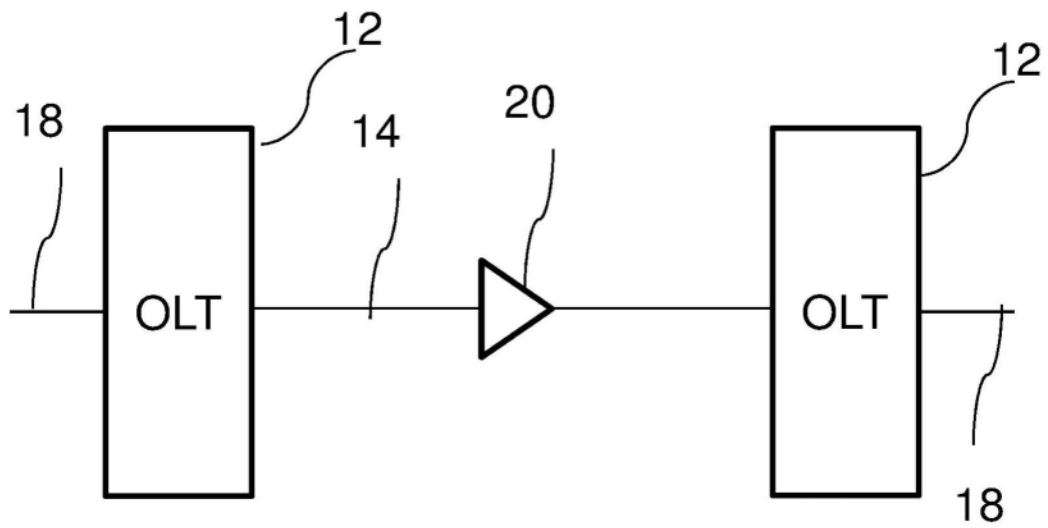


图2

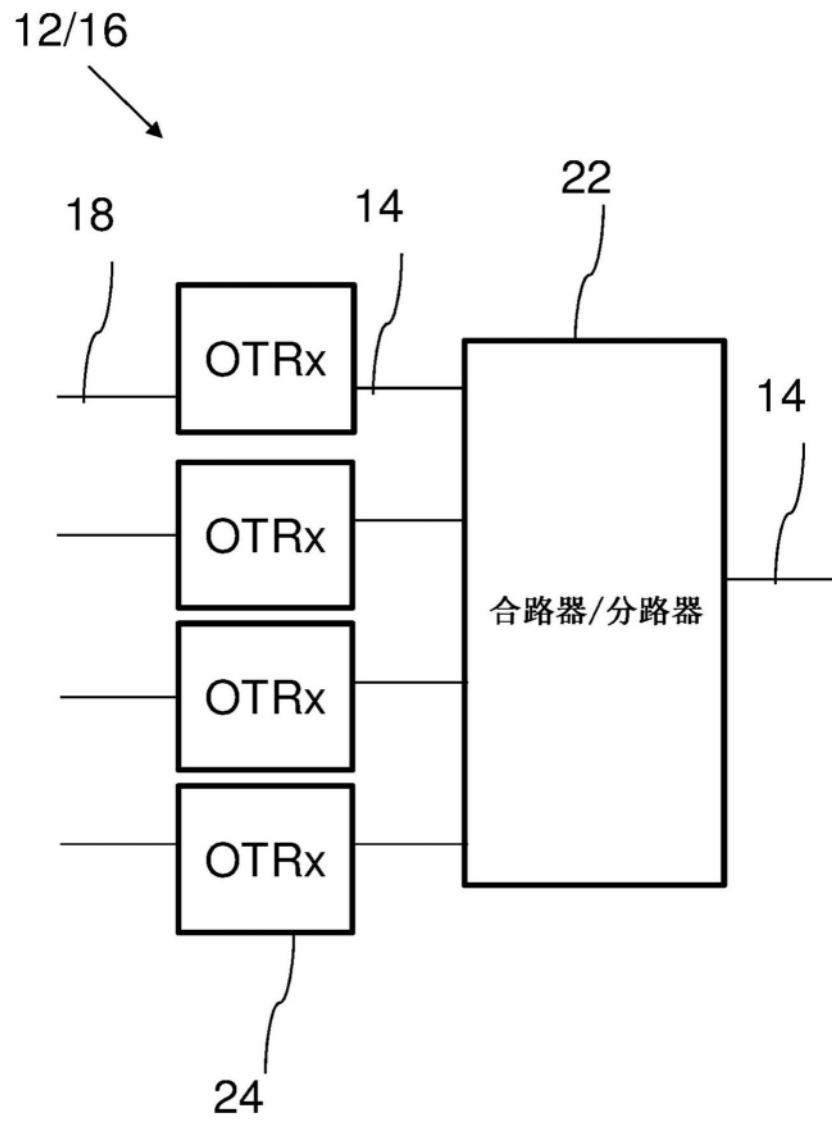


图3

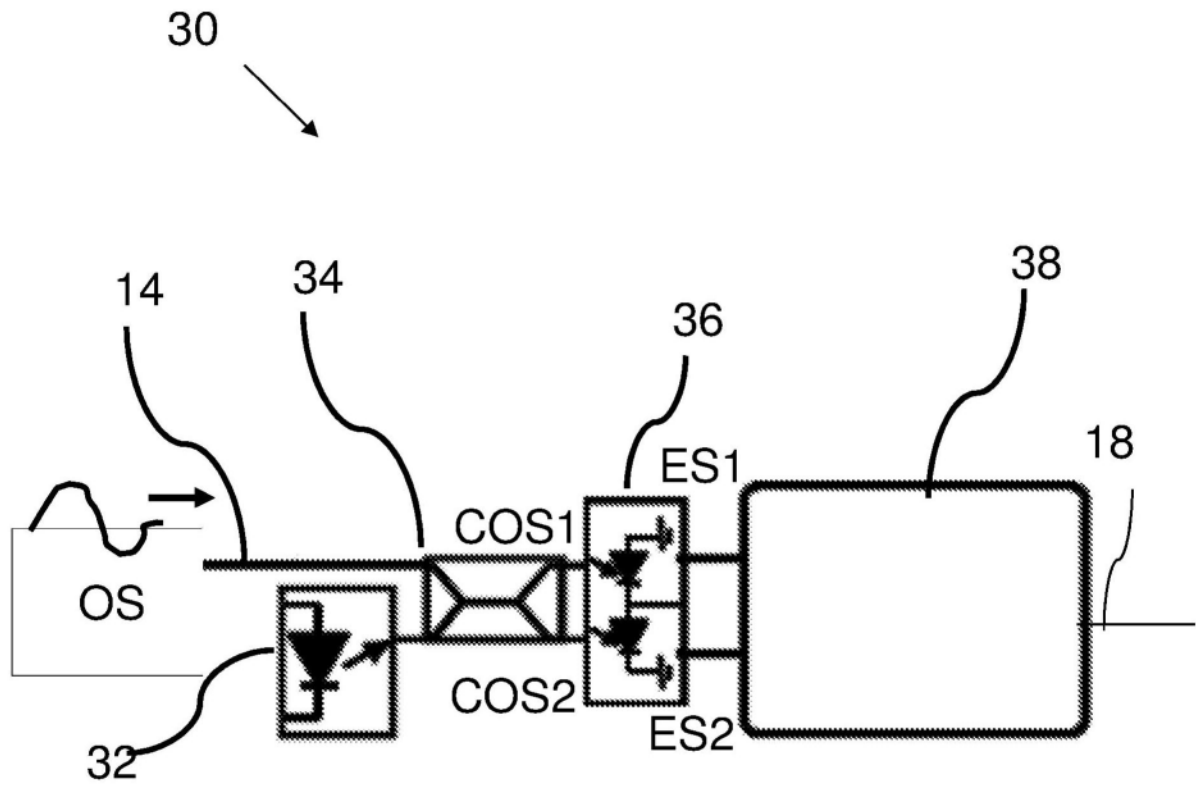


图4

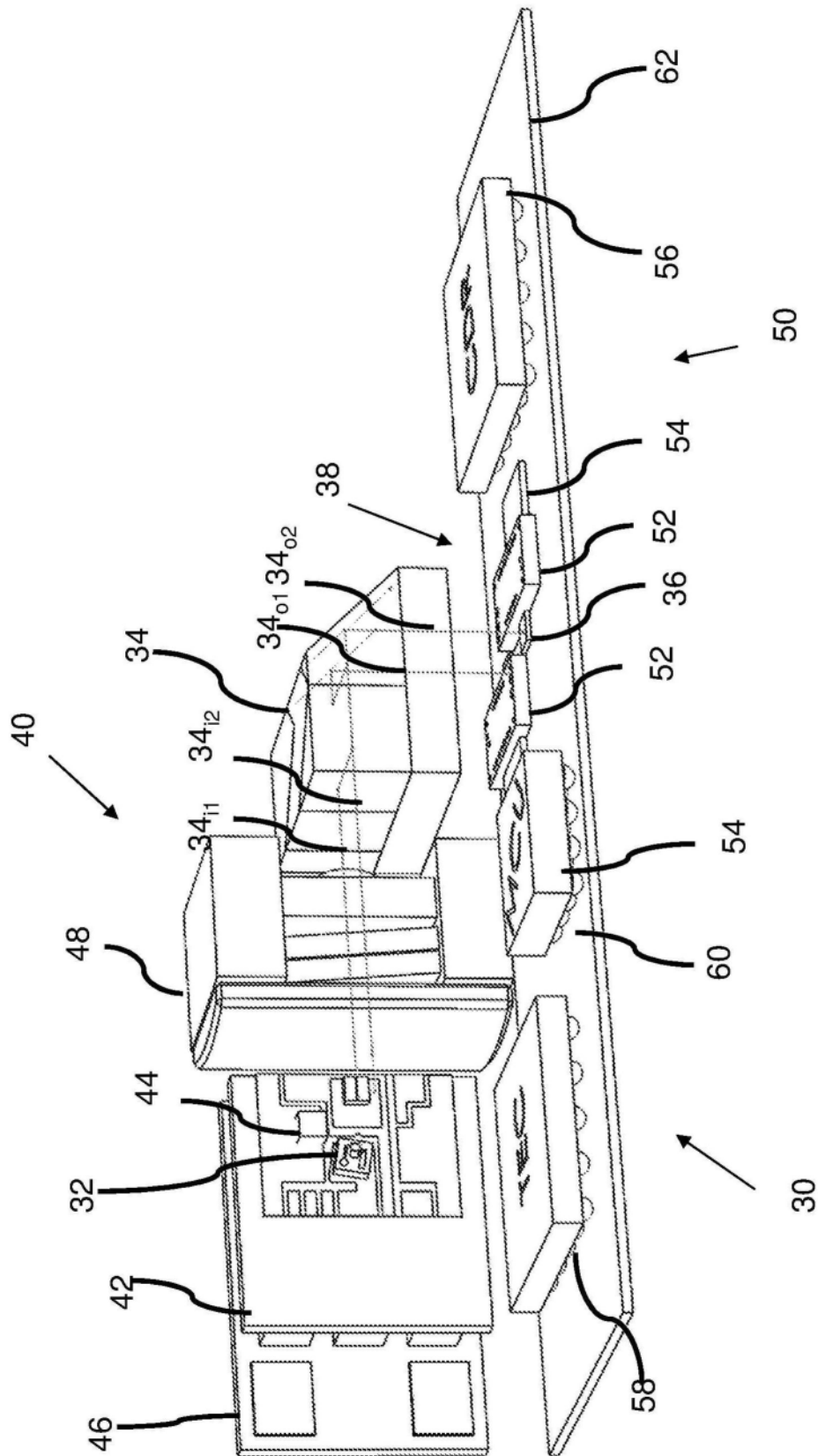


图5A

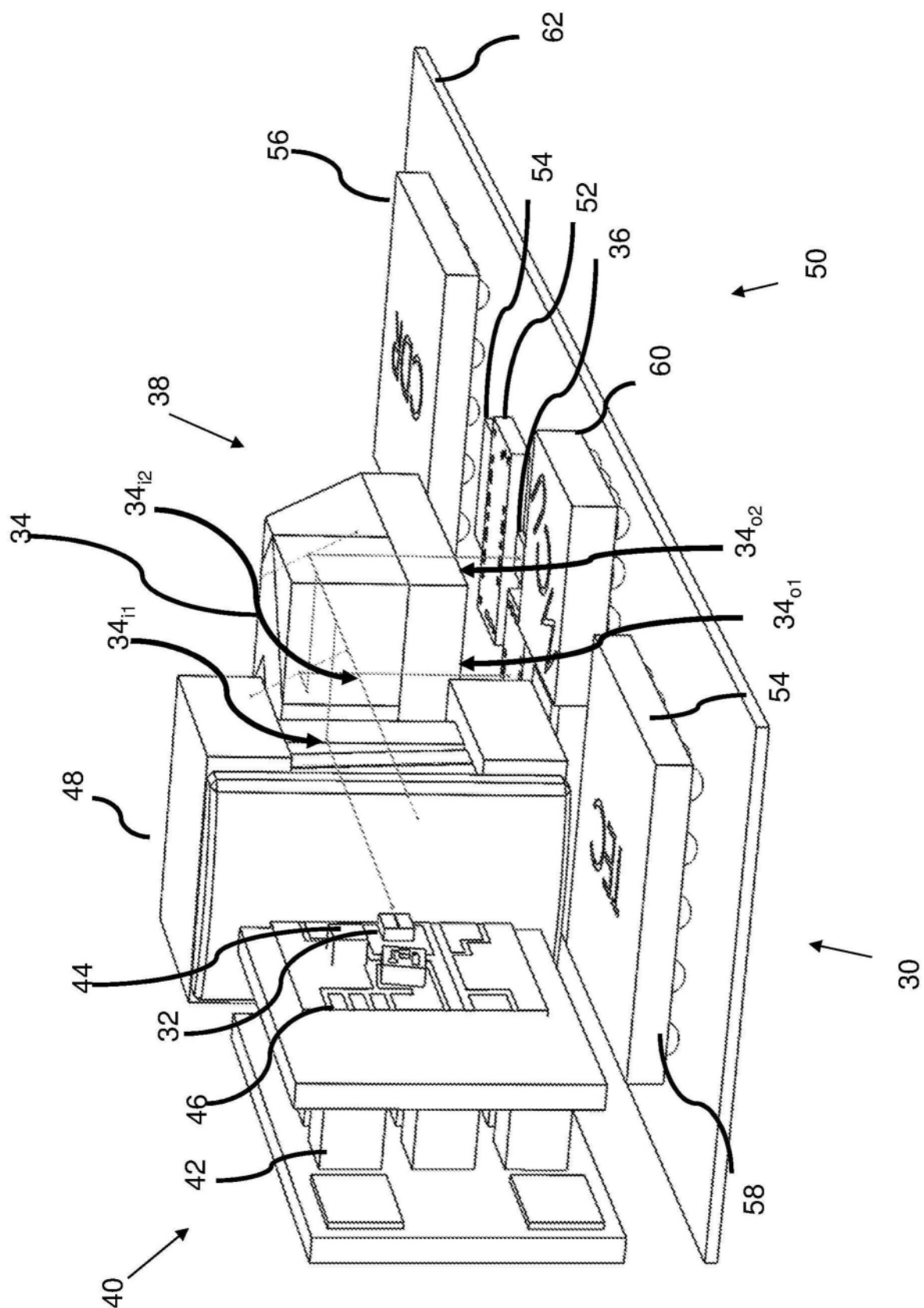


图5B

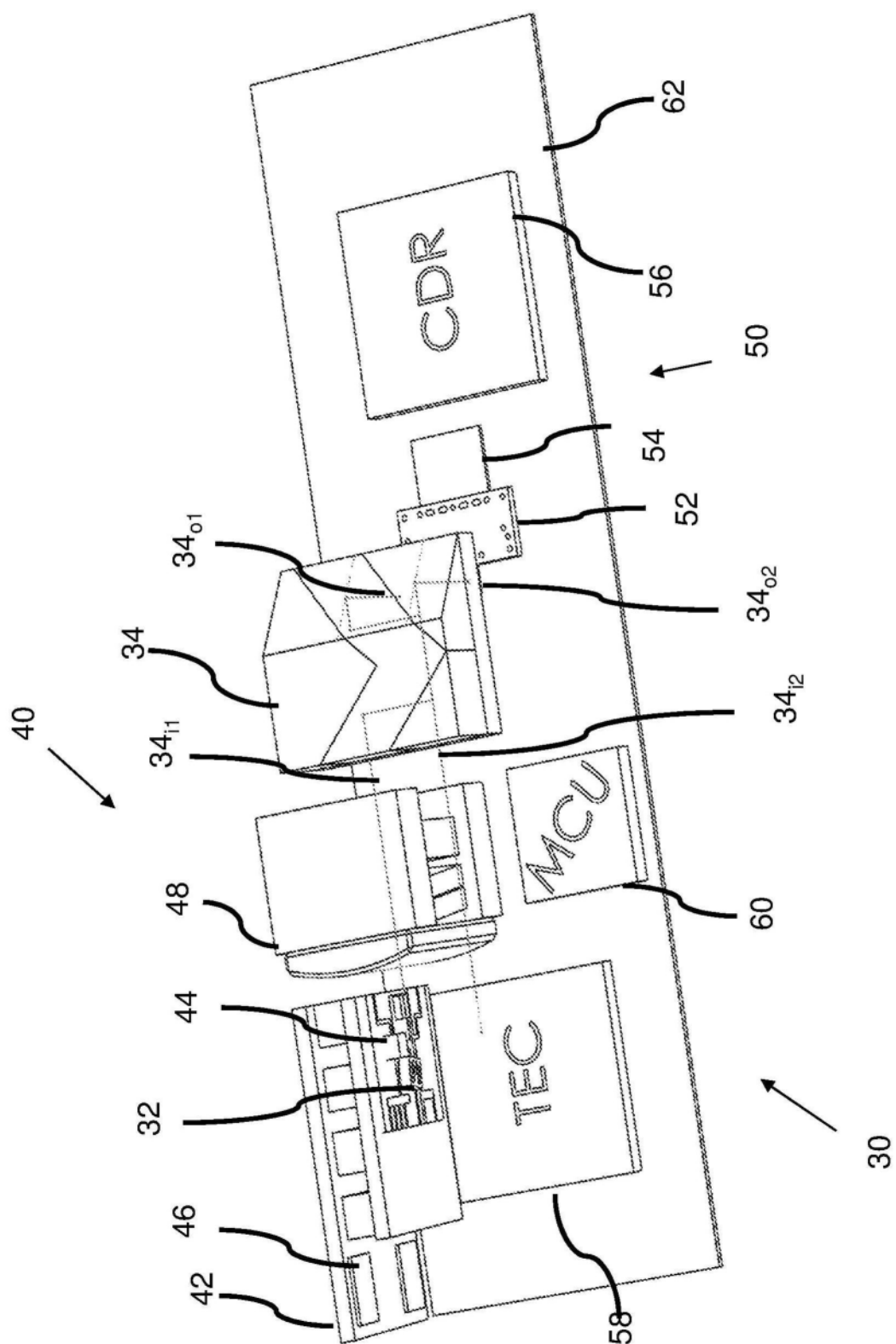


图5C

