



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107483112 A

(43)申请公布日 2017.12.15

(21)申请号 201710695448.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.08.24

H04B 10/114(2013.01)

(30)优先权数据

H04B 10/80(2013.01)

61/528119 2011.08.26 US

61/671036 2012.07.12 US

(62)分案原申请数据

201280052549.4 2012.08.24

(71)申请人 三流明公司

地址 美国新墨西哥州

(72)发明人 约翰·R·约瑟夫 凯文·L·利尔

戴维·阿贝尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 郑冀之

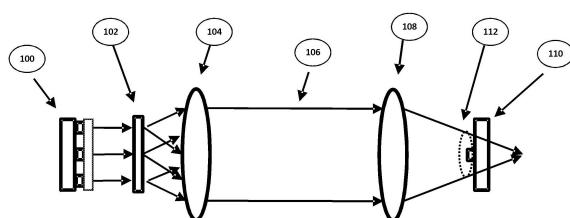
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

高速自由空间光通信

(57)摘要

高功率、高速VCSEL阵列被采用在阵列和子阵列的独特配置中。透镜后方的VCSEL阵列的放置允许空间分离和指向性。可以采用扩散来增加对准容限。强度调制可以通过在最大偏置下操作VCSEL发射器组来执行。具有高带宽的光通信网络可以采用角、空间和/或波长复用。可实现适合于数据中心的各种网络拓扑和带宽。人眼安全网络可以采用VCSEL发射器，其可与光学元件配对以将光功率密度降低到人眼安全水平。



1. 一种用于具有非机械束方向性的自由空间光通信的光通信设备, 该设备包括:  
镜头;  
位于透镜后面的多个激光发射器, 所述多个激光发射器中的每一个被配置为发射穿过所述透镜行进不同光路的激光束; 和  
电路, 被配置为基于用于激光束的所需光路来激活所述多个激光发射器中的一个。
2. 根据权利要求1所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成线性阵列。
3. 根据权利要求1所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置为二维阵列。
4. 根据权利要求1所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置为面向外的阵列的三维布置。
5. 根据权利要求1所述的装置, 其中所述透镜具有被配置为改变所述激光束的期望光路的可变焦距。
6. 根据权利要求5所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成线性阵列。
7. 根据权利要求5所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置为二维阵列。
8. 根据权利要求5所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成面向外的阵列的三维排列。
9. 一种用于具有能够具有非机械束方向性的成像阵列或检测器阵列的光学感测的光学照明装置, 所述装置包括:  
镜头;  
位于透镜后面的多个激光发射器, 其中, 所述多个激光发射器中的一个或多个激光发射器各自被配置为发射穿过所述透镜行进不同光路的激光束; 和  
电路被配置为基于用于激光束的一个或多个期望的光路激活一个或多个激光发射器。
10. 根据权利要求9所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成线性阵列。
11. 根据权利要求9所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置为二维阵列。
12. 根据权利要求9所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成面向外的阵列的三维排列。
13. 根据权利要求9所述的装置, 其中所述透镜具有被配置为改变所述激光束的期望光路的可变焦距。
14. 根据权利要求13所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成线性阵列。
15. 根据权利要求13所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置为二维阵列。
16. 根据权利要求13所述的装置, 其中所述多个激光发射器被配置成面向外的阵列的三维排列。
17. 一种用于具有能够具有非机械束方向性的成像阵列或检测器阵列的光学感测的光学照明装置, 所述装置包括:  
镜头  
定位在透镜后面的多个激光发射器, 其中多个激光发射器被配置成彼此间隔开的组, 彼此间隔开的距离足以使一组发射激光束, 每个激光束各自行进穿过透镜的不同光路, 并产生照明光束, 该照明光束与由另一组发射的激光束有固定的角距离以便产生规则间隔的线或点阵列; 以及  
电路, 配置成基于所述组的激光束的期望的光路激活所述组中的一个。

18. 根据权利要求17所述的装置,还包括定位在所述透镜前面的全息或结构扩散器,并且被配置为扭曲所述组的激光束以产生彼此处于固定角距离的线或其它几何图形。

19. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述多个激光发射器中的第一集合激光发射器被分组,使得所述多个激光发射器中的第一集合的激光束形成第一几何图案,并且所述多个激光发射器中的第二集合激光发射器被分组,使得所述多个激光发射器中的第二集合的激光束形成第二几何图案,第一几何图案与第二几何图案在角度上分离。

## 高速自由空间光通信

### [0001] 对相关申请的交叉引用

本申请要求2011年8月26日提交的美国临时专利申请号61/528,119以及2012年7月12日提交的临时申请号61/671,036的优先权,每个专利通过引用整体并入本文中。

### 背景技术

[0002] 发送数据的带宽,以及该数据可以在户外输送的范围已经依赖于涉及较慢的单个或排列的高功率半导体激光发送器或此类发送器与光调制器和/或光放大器的组合的技术,或通过使用多个波长与前述部件的组合来实现用于在超过几米远的距离上的自由空间光通信的高带宽速率。迄今为止,实现这些技术中涉及的复杂性已变得极其的成本过高,特别是对于用于本地化系统的以米为单位的短距离来说。来自发射器的可用链路预算或可用功率是另一种成本考虑,由于是校准和检测问题,其变得更加复杂和昂贵。具有大量链路预算的成本有效的无线光发送器将是期望的。虽然垂直腔面发射(“VCSEL”)阵列可以产生对于上述距离所必需的光功率,并且是更加成本有效的,现有的VCSEL阵列尚不能够产生所必需的极高的带宽(通常与单VCSEL器件相关联)。

[0003] 在短距离光通信中,电路板上邻近的收发器和收发器之间,使用光纤配置将光纤的对准限制到激光孔。这种对准通常是通过使用机械组装的部件来实现的,其增加了尺寸和制造成本,并且该问题与多个光纤相混杂。链路预算中基于低功率量的自由空间光学设计意味着可实现的容限要求极高的机械板对板对准,这对更精细的机械连接器设计增加了成本。同样,单VCSEL器件最适合于带宽和成本结构,但缺乏接近无法实现的容限所必需的功率和限度对准。

### 发明内容

[0004] 相关应用说明了在考虑功率和速度时,如何利用优于现有技术的结果来制造和测试VCSEL阵列。由于在VCSEL阵列可能的设计和包装方面更大的配置灵活性,唯一配置,例如子阵列的阵列、多波长阵列的阵列和图案化形状可以容易地实现,其允许光路在没有机械装置的情况下容易并快速地被扫描,并且根据该阵列配置被成形,或者允许其具有增加能力的多个可能的链路。使用这些技术制造成本有效的高速且高功率的阵列的能力为成本有效的高速无线光通信创造了唯一机会。

[0005] 另外,使用光纤或多光纤收发器或将多通道数据波分复用到单个光纤配置或半导体激光自由空间光收发器配置中,传统上已实现了邻近电路板之间的高速光通信。在任一这些结构中,有必要从发射器输送足够的能量到检测器以在所期望的带宽下实现最小信号噪声比。成功的设计从可用功率或链路预算开始,然后计算系统中引发的所有损耗,并以检测器处足够的功率密度结束。高速检测器较小,并从而需要较大的功率密度来保持足够的信噪比水平。链路预算的计算中的显著损耗之一是发射器到检测器的对准损耗。系统的可靠性在很大程度上取决于从发射器可得以克服对准问题和其他系统损耗的功率量。

[0006] 相邻电路板之间的光通信提供了许多好处,包括比利用铜连接可得到的带宽更高

的带宽。由于部件的简单性,自由空间光学布置通常将优先地通过光纤系统。然而,在自由空间系统中,必须进行调适以考虑到发送器和接收器之间的平移和角度未对准两者。此外,激光安全考虑应被顾及。通常情况下,自由空间配置由需要昂贵或精密的机械连接器或昂贵封装配置的低功率器件或链路预算所限制。这里所公开的实施例采用包括共同转让的美国专利号7949024的相关申请中所公开的技术,以能够实现在非常高的带宽下操作的VCSEL器件的高功率阵列。利用从这些激光源可得的增加的功率或链路预算,宽松的对准容限能够实现显著的设计改变,其允许小型、高速、成本有效的自由空间单工或双工的单个或并行通道,其以成本有效的方式将总带宽增加到先前尚无法实现的水平。

[0007] 光通信也可以给数据中心提供好处。对视线通信的许多阻碍,例如在大气中的颗粒物质,在数据中心环境中是极微的。射束对准中更高的精度也是可以实现的。本文中所描述的本发明的实施例能够利用这些因素来以合理的成本实现前所未有的带宽水平。此外,光通信的使用显著降低了数据中心中所需的布线量,降低了复杂性和维护成本。

## 附图说明

- [0008] 图1描绘了单个单通道发送器和接收器对。
- [0009] 图2描绘了匹配多通道收发器的对。
- [0010] 图3描绘了包括发射器和检测器两者的32位发射器芯片。
- [0011] 图4描绘了对强度调制来说有用的子集群的布置。
- [0012] 图5描绘了数据中心机架中的自由空间光交换机。
- [0013] 图6描绘了用于将自由空间光交换机或收发器安装在表面上方的结构。
- [0014] 图7描绘了采用频率、角度和空间复用的一个实施例。
- [0015] 图8描绘了高速自由空间光交换机的一个实施例。

## 具体实施方式

### 阵列集群

公开了一个实施例,其包括单、双、1D或2D阵列的高功率且高速的自由空间激光射束小集群(诸如在相关申请中所描述的那些),其以对称方式到达接收侧上检测器的对应阵列上,以便促进相互的一对向内面对的器件以提供充分的双向通信。集群可以被并行布线,或者可以被分解成个别和并行驱动的二进制加权的子组。在任一情况下,来自每个个别集群的射束可以使用全息光学扩散元件进行混合,该元件将射束传播到准直透镜,以便传递到每个对应的检测器的集光透镜。这也促进了板对板“串级链接(daisy chaining)”方案,以能够实现由所有板所共享的总线式数据架构。

[0017] 图1描绘了来自图2中的系统或任意类似设计的单个的单通道发送器/接收器对。该发射器可处于已经根据美国专利号7949024中阐述的概念所处理的外延生长的GaAs晶片的芯片上,其中两个或更多VCSEL元件(100)的集群可被并联电连接并由单个高速驱动器所驱动。在一个实施例中,来自每个元件的射束撞击到光扩散元件(102)(诸如全息光学扩散器)的表面上。这样的扩散器具有提供所产生的射束传播上良好的光功率均匀性和高传输效率的优点。来自每个VCSEL元件的扩散锥体撞击到透镜(104)的背面上,该透镜的焦距等于从扩散面到透镜主平面的距离长度。从透镜形成的射束是来自各个元件的射束的组合,

并且它们不是连贯的,这减少了激光斑点效应。集束(bundle)对于接收器表现为光(106)的单个半准直圆盘。如果该圆盘相比其光功率具有足够的直径,那么通过将集束看作“扩展源”,可更易于满足激光安全标准。

[0018] 接收器集光透镜(108)处该集束的尺寸可能未充满、匹配或溢出集光透镜的尺寸,这取决于所期望的平移容限量。

[0019] 在该集束撞击到接收器集光透镜时,它被聚焦到检测器(110)表面后方的小点以便在检测器平面处形成模糊的圆圈(112)。这允许接收器到发送器的光轴的一定量的倾斜或平移容限,同时在检测器平面处仍输送足够的光功率以满足链路预算。由此可在角度容限和光功率之间进行权衡,以在模糊圆圈内提供足够的链路预算能量。

[0020] 图2描绘了一对匹配的多通道收发器,其按照一种配置,由此单个GaAs发射器芯片(200)位于共享衬底(204)上两个或更多检测器/放大器对元件(202)之间。具有第二共享衬底(208)的相同发射器阵列和检测器/放大器阵列(206)位于光轴上面向但远离第一衬底(204)一定的距离。发送器和接收器的对称系统可以因此被构造成在两个对称且面向的衬底之间提供同时的多通道通信。

[0021] 发射器芯片(200)包括两个或更多高速VCSEL集群,每个集群由其自身的高速电流控制电路所驱动。如图1中已图示的,发送器透镜位于扩散器之后,使得每个不同的集群将创建其自己的与来自其他集群的射束集束在角度上移位的半准直射束。以这种方式,每个集束可被引导到对应接收器衬底周边处其匹配的接收器集光透镜。衬底周边处的接收器透镜朝向衬底中心偏移,以适应发送器射束正从对应衬底中心附近到达,并且不平行于衬底之间光轴的事实。该方案可被扩展到两个维度,由此发射器芯片为m×n集群的2D阵列,而检测器/放大器阵列是围绕发射器芯片的元件的环。

[0022] 图3表示具有32位配置的一个匹配对的顶视图。该图图示了收发器可能的密度,其具有32个集群的发射器源,其以具有在中间的方形区域(310)周围形成的集群的看起来像正方形圈的图案排列在芯片(300)上。如本文中所述的,可以使用许多其他的配置。实施例的所图示的设计允许致密但小型的发射器芯片。发射器芯片将位于正方形区域(310)中,同时允许许多检测器和支持芯片(306)位于结构周界的周围。支持芯片,如横向阻抗放大器,可以被排列在一个芯片上,并以熟悉芯片布局和集成混合芯片布局领域的技术人员所已知的多个方式路由到检测器。它们也可以通过衬底中的通路孔连接。无源或有源芯片冷却技术也可以与该配置一起使用。

[0023] 图3图示了匹配对的一个收发器的实施例,其中并行驱动的集群元件的阵列以可使用例如美国专利号7,949,024中所述的激光源技术容易地光学传送到对应检测器阵列(304)上的配置来分组。各个集群的元件本身是单元件的阵列(308),利用自己的源来驱动的每个集群提供了强大的激光源,其通过功率的充足性克服了链路预算和相关容限的设计问题,功率的充足性允许大的“模糊”点(312)跨过检测器位置被成像,从而允许了板到板的宽松对准容限。这可能增强了用于电路板之间光通信的即插即用架构。

[0024] 强度调制

通过针对可被适配到一个集群中并成像到检测器上的任何合理数量的子集群而使用数字强度调制(幅移键控),图3的每个集群(308)内形成的,来自共同转让的美国专利公开号2011/0148328A1所描述的技术的二进制加权阵列,可被用来将附加数据编码到每个通

道中。因此,二进制数据可以通过将强度水平与二进制数据中的比特位置相关联来编码。在一个实施例中,最低有效位(“LSB”)与最低强度水平相关联。因此,可以有效地进行编码的比特数目主要取决于具有大于电平判别电路的最小链路预算和精度的LSB 信号的接收端。上文提及的扩散器元件对于在检测器模糊点上均匀分布每个发射器子集群的不同功率水平而言是理想的。

[0025] 电流偏置增加时具有更高频率响应或变得更快直至趋近功率翻转的VCSEL,可提高强度调制。为了更高的速度能力,VCSEL宁愿被充分地接通。通常,通过使用模拟信号电平来实现与激光不同的强度水平来实现强度调制,并且因此降低的电平将会减慢整个数据传输系统。将不同阵列接通到其最高偏置(以便减小失真)并且允许所选组被用来改变其强度水平,允许了使用强度调制来实现非常高的带宽。

[0026] 图4图示了已被划分成三个分离的二进制加权子集群的个别集群分组。通过使单个元件输出加倍或者通过调整元件数量来以二进制方式增加子集群功率,每个子集群的激光输出以二进制方式增加。每个子集群由其自身的独立于其他子集群和其驱动器的驱动器源来控制。在这种方式下,比特(子集群)的任何组合可被控制,并因此在每个时钟脉冲期间被编码。在同一脉冲定时期间,接通不同子集群或其组合将会把可由电平判别电路所标识的增加的强度水平表示为不同的编码电平。在该情况下,组(400)具有2个VCSEL发射器,组(402)具有4个VCSEL发射器,以及组(404)具有8个VCSEL发射器。假定此示例中每个发射器可以接近与其相邻发射器相同的功率输出。全息光学元件(406)将热点分配为强度更均匀的混合射束,以及透镜(408)半准直化单个脉冲中接通的任意组阵列的输出。

[0027] 当不同的组被接通时,下列数据信息可以通过所提供的射束强度水平引导,检测器具有动态范围,以检测最低有效位(LSB)电平和最高有效位(MSB)的强度水平之间的差异:

- 000-时钟脉冲期间没有组接通
- 001-时钟脉冲期间仅组(400)接通
- 010-时钟脉冲期间仅组(402)接通
- 011-同一时钟脉冲期间,组(400)和(402)接通
- 100-时钟脉冲期间仅组(404)接通
- 101-同一时钟脉冲期间,组(400)和(404)接通
- 110-同一时钟脉冲期间,组(402)和(404)接通
- 111-同一时钟脉冲期间,组(400)、(402)和(404)接通

这些配置允许利用一个脉冲来中继8个单独的数据码。优选的实施例可使用该强度调制技术,但其不是必要的。例如也可以实现强度调制,而不用定义组或者通过在组和发射器之间具有一对一关系。

[0028] 另外的实施例将采用波分复用或密集波分复用,其中每个特定波长具有用于该波长的在每个相应脉冲上编码的比特串信息,或其他光学复用方案,例如正交频分复用,其中许多紧密间隔的正交子载波信号被用来承载数据。这种性质的装置能够具有极高的数据传送速率。此外,此实施例中不需要倍频。频率增加可被用来实现更长的、人眼安全的波长,这在采用高功率的激光传播时是重要的因素。

[0029] 在另一个实施例中,由任何数目的光源和/或发射器芯片产生的任何数目的波长

或射束可通过一个或多个光学元件进行组合以形成高度分辨的数字脉冲。这样的装置能够具有潜在无限的比特信息容量,仅易受到组合透镜的尺寸、焦距和距离以及可以根据检测的动态范围的限度所定义的子组的数目的影响。

[0030] 射束转向

在一个实施例中,透镜后面的光子元件的阵列或集群,使得从光子元件发射出的射束在不同的位置处冲击透镜,从而提供了指向性。可通过选择性地激活阵列的元件来实现射束转向。这允许非机械光学对准,从而减少或消除了过多的万向运动,节约了能量并提高了可靠性。射束扫描也可以通过使用该技术来实现。一维和二维指向性均可分别通过使用一维或二维阵列来实现。此外,可以通过采用多个扇区,例如朝外的阵列的六边形、球形或其他三维布置,来实现360度覆盖。

[0031] 数据中心环境中的光学交换。

[0032] 另外的实施例允许采用透镜后面的光子元件阵列的光学交换应用。本实施例中优选的是窄射束。数据中心机架中,可以放置采用这种技术的光交换机,使得从交换机发射出的窄射束可以到达机架内所限定的位置。例如,交换机可采用多透镜阵列,且将其放置在机架顶部处,如图5中看出的。在一个实施例中,设备机架(500)可在其内部包含安装到表面(504)的光交换机(502),该表面可以是机架的顶棚。检测器(508)可以被安装到表面(506),其可以在机架内部或是机架壁。放置光交换机(502)和检测器(508),使得交换机和检测器之间的光通信不受到干扰,例如,通过维持光交换机(502)和检测器(508)之间的视线。该布置允许精确数据簇射束在机架内定义的位置处到达服务器连接,从而能够实现无电缆机架。虽然图5中图示了顶棚布置,但光交换机(502)可被安装在机架的底板上或者在底板和顶棚之间中的任何地方,这取决于机架的配置以及机架的什么部分提供了对于射束而言最清晰的视线。

[0033] 其他实施例允许采用广泛的链路几何形状(诸如启动、串级链接、环或网状的各种网络拓扑结构)。各种因素(诸如机架的布置、气流和电力布线)可能产生对于视线的阻碍,但这些阻碍可以通过选择合适的链路几何形状来克服。适当的几何形状可能不仅涉及网络拓扑结构,而且涉及在水平和垂直维度二者中的正确定位。例如,图6中描绘的装置可被用于将光子阵列定位在机架上方的合适距离。光交换机或收发器(600)可以被安装到多侧面结构(602),该结构被示为具有六个侧面,但可以被配置成包含具有许多不同数目的侧面的许多不同的配置。安装系统可以支持光交换机或收发器(600)的对准或重新定向。例如,如图6下部所示出的,从侧面透视图示出的多侧面结构(602),可由支撑结构(604)连接到机架(606),该支撑结构(604)可以允许旋转或高度调整。进一步地,光交换机(600)可以由子阵列的阵列所形成,其中透镜被定位在子阵列的分组的前放,以便将从交换机(600)发射的射束转向到检测器可能位于的特定位置。这可以允许另一自由度,并允许射束的自动对准。这些阵列子组与校正透镜设计相结合,可覆盖其中自动的射束对准可能通过扫描和接收方案发生的小区域。

[0034] 数据中心内实施例的使用允许提高的链路预算。射束的更精确对准允许较窄的视场和宽松的功率要求,这进而允许了更高的带宽。当在数据中心内使用时,实施例在自由空间光通信网络上能够实现至少千兆位/秒的吞吐量。

[0035] 在宏观尺度上,不是所有的频率都在大气中很好地传播。悬浮颗粒物质,诸如雾、

灰尘、雨水或雪,也可能阻碍光波传播。然而,在数据中心中大部分频率传播得足够好,且颗粒物质通常不是问题。

[0036] 可以通过复用实现40Gb/s或更高的高总带宽。波分复用允许多个光波长被放置在相同的光学路径上。在源配置重叠的地方,得到更大的功率密度。源配置也可以倾斜,从而允许了角度分离。实施例可以采用利用单个波长的频率复用或空间和角度复用,如图7中所描绘的。例如,堆叠的发射器(700)可在多频率下发射激光输出,冲击透镜(706)的表面并遵循光路(708)。非堆叠的发射器(702)和(704)可发射相同或不同波长的频率,并它们的输出冲击透镜(706)并分别遵循光路(710)和(712)。射束大小决定了空间通道密度和角度分辨率二者。

#### [0037] 用于光交换的高速高功率阵列

VCSEL器件的阵列可被用于高速交换矩阵中。信息可通过单个源(例如100Gb/s光纤连接)馈送到交换机。需要被路由的每个信息分组由将分组路由到适当输出通道的标准路由芯片所分离。

[0038] 来自输出通道的信号可由连接到单个VCSEL器件或VCSEL器件阵列的高速电流驱动器所放大。这些中的每个进而是较大阵列的一部分,其大小定义了在整个交换网络中有多少通道可用。

[0039] 激光器件的输出被分离了通过光学元件成像到光学元件(诸如透镜、透镜阵列或光纤)的图案上的受控距离。每个子元件的信号随后被注入到单个光学通道或光纤通道中。可部署在激光射束的路径内的用于各种目的的另外的光学元件包括扩散器、反射镜、MEMS器件等等。

[0040] 光学通道或光纤通道也形成阵列。这个阵列的输出可以按照至少两种方式被处理。首先,其可被引导到检测器阵列上,其中每个检测器信号被往回转换成光信号,并被注入到光纤中。光纤可以转到光学插头,例如单个光纤插头或任何其他类型的光学终端。第二,光交换阵列的输出可被直接注入到光学元件或光纤中。

[0041] 为了最终获得可检测的信号,必须分析该配置的链路预算。在许多情况下,在系统启动时,没有足够的功率。额外的功率将增强信号质量并改善误码率。因此,可能期望在如实际那样的高功率水平下操作每个子元件。

[0042] 图8中描绘了一个实施例。多个VCSEL阵列(802)、(804)可被安装到表面(800)。来自VCSEL阵列(802)的输出穿过透镜(806),冲击球形透镜(808),其可被耦合到通道(812),该通道(812)可以是光纤。同样地,来自VCSEL阵列(804)的输出穿过透镜(806),冲击球形透镜(808),其可被耦合不同的通道(810)。图8中描绘的表示输出的线不表示射线追踪,而是仅仅表示位置成像关系。

#### [0043] 用于家庭和办公室的人眼安全光网络

许多应用可利用本文所公开形式的自由空间光通信。例如,使用发送器来在大区域上传播功率密度,其中功率密度是人眼安全的,一个或多个发射器/接收器可以被嵌入在工作台中,其中光信号到达具有保护透明盖的柜台或表面,使得具有嵌入装置中或装置上的发射器/接收器的移动装置可被放置在工作台顶部上并且自动链接到1G至10G的数据源。许多其他物理配置是可能的,包括为了同一目的将发射器/接收器置于房间中的其他位置中或围绕房间中的表面。例如,激光发射器集群可发射激光射束到光学元件,该光学元件被成形

为具有第一侧和第二侧的透明平面表面,其中第一侧接收激光射束,并在第二侧区域上传播激光射束的输出,该第二侧区域足以将激光射束的功率强度降低到人眼安全水平。

[0044] 实施例减少了这种类型的操作,因为由于宽信号覆盖区域,无需进行对准。此外,不存在变为丢失、错位或被盗的硬接线连接。不包括电缆的这种类型的公共接入网络是更加容易的。发送器可以使使用来自英特尔(INTEL)的THUNDERBOLT技术或其他协议。这些发送器需要用于更大的传输区域的更多功率。

[0045] 在大于一米的距离上的自由空间光通信要求用于人眼安全操作的有限的光功率密度,其结合了用于易于接收定位的更宽的区域覆盖。这些要求已经限制了能够提供更广泛使用领域所需的高功率和高速的装置。

[0046] 利用由提供用于光信号的广泛使用领域的高功率、高速的装置所能够实现的足够带宽和功率密度,单个链路可在多个通道上发送数据,或者可以同时服务于多个用户。透镜后面的子分组阵列的阵列可被切换,使得单独的射束可以相对于单独区域而被定位。检测器阵列,也被称为自由空间光MIMO(多输入多输出)检测器,可被排序以标识信号需要被发送的地方并发送信号到那些特定区域。多个子分组阵列在任一时间序列中可以是功能性的,其允许到多个用户的同时通信链路。用于多个用户的另一个实施例可以由与上述相同的MIMO检测器方案采用波分复用,但是其中过滤的输入对多个波长敏感,且对于输入和输出二者具有在不同波长下使用多个通道进行感测和响应的能力。

[0047] 一个或多个发送器可以被连接到数据源,诸如光纤电缆、高速以太网电缆或视频源。

[0048] 发送器可以包括信号输入接口、封装的VCSEL阵列、VCSEL驱动器以及控制和放大电子器件,并且还可以包括接收器部件和制造收发器和适当的射束成形光学器件的电子器件,所有这些都处于共同的外壳中。其他部件可包括用于将光功率密度传播到人眼安全水平的光学部件,以及用于控制自由空间区域中射束直径及射束的分散度的透镜。

[0049] 发送器和接收器外壳可使用简单的塑料模制的眼球型插座方案来指向彼此。发送器或收发器可以通过可调整的鹅颈灯类型的配置指向接收器或收发器。发送器或接收器可以均从简单的低电压直流电源或甚至电池进行操作。发送器/收发器可与其他顶棚驻留的公共设施(例如照明装置、安全/保安传感器、视频摄像机和安全警笛)相结合地安装。

[0050] VCSEL阵列可被操作为一组(联动)阵列,或操作为可寻址阵列,其中一个或多个子阵列(均具有一个或多个元件)可以被独立信号驱动并在位置上跨整个阵列移动。

[0051] 发送器可在将宽射束的数据输送到一个或多个接收器的“广播”模式下进行操作。

[0052] 发送器可在将窄射束输送到一个或多个接收器的“聚束”模式下进行操作。

[0053] 发送器可在“平遥(panning)”模式下进行操作,其中子阵列按顺序跨越在自由空间中转换成角度运动的VCSEL阵列进行操作。

[0054] 系统可被配置为单工(单向)链路,或全双工(双向)链路。在后一种情况下,光链路的每一端处存在VCSEL阵列和一个或多个检测器。

[0055] 当使用检测器阵列时,具有最强信号的检测器阵列或子阵列可被选择为用于优先关注的最接近的发送器,用于“切换”到邻近的发送器,或者来适应远离所期望发送器的接收光学器件的中等角度未对准。

[0056] 发送器可被放置在办公室的顶棚中,其中每一个以一个距离被间隔,使得在接收

器处具有足够覆盖,而没有过多的信号重叠。

[0057] 发送器可居中放置在垂直支撑(例如光柱)上,其中每个发送器覆盖其自身的空间角度扇区。

[0058] 接收器可以包括集光装置、检测器,放大电子器件和合适的输出接口。

[0059] 集光装置可以是成像透镜或非成像装置,诸如圆柱形抛物面集中器。

[0060] 在接收检测器处,数据可被传送到本地数据传输方案,例如光纤、以太网、数字视频电缆或甚至无线(例如Wi-Fi)。

[0061] 接收器也可被直接结合到将超高带宽通过电缆或无线分配到多个本地用户的数字交换机或路由器中。

[0062] 接收器可被直接集成到需要高带宽链路的部件中。

[0063] 因为下行链路对比上行链路所需的带宽的很可能的不对称,可使用替代的电缆或无线上行链路,诸如Wi-Fi、BPL、以太网等。

[0064] 用于发送器波长的光学过滤器可被用于接收端处以抑制除了发送器所需的波长以外的所有其他波长。可使用单个发送器中的多波长链路。

[0065] 极化的VCSEL阵列可连同接收器上极化的过滤器一起使用,以帮助消除零落反射信号干扰。

[0066] 接收器处光学限制的路径屏障可消除以除了入射信号外的不同角度进入的零落反射信号。

[0067] 多个发送器或收发器可从不同的位置被使用,从而允许三角定位网格以用于最佳信号接收或者以便防止来自移动目标的信号遮蔽。

[0068] 窗口过滤器可被用于保护数据免于离开建筑物。发送器或收发器可以被安装在墙壁、地板、顶棚或目标上。发送器或收发器可被安装在阁楼爬行空间中或难以访问的点对点区域中。发送器或收发器可被安装在管道中。发送器或收发器可被安装在烟囱中。

#### [0069] 附加的实施例

许多附加实施例是可能的。例如,在任何地方的从一个到几千对的每对匹配的收发器可以按照任意数量的布局配置来使用这种技术。

[0070] 元件的集群可作为单通道而被驱动,或者被配置用于每个收发器通道的强度调制。

[0071] 美国专利号7949024中公开了一种底部发射阵列。然而,倒装芯片配置中的底部发射阵列或顶部发射阵列或顶部发射阵列的分组可以被用于多元件发射器装置。

[0072] 使用美国专利号7949024中提到的排列VCSEL技术,单个双工收发器可被用于板对板自由空间光通信。

[0073] 可以形成几乎任何形状的2D图案,而不仅仅是可能通过使用圆形光学元件更好地起作用的正方形或矩形图案。

[0074] 具有任何数量的集群或发射器的1D阵列可被用于除了单个或2D之外的配置。

[0075] 任何数量的图案可被用于形成集群以及成像到相同图案的阵列上。

[0076] 通过选择不同的一个或多个发射器来将数据传送给那些选择通道,1D或2D阵列可以被用作背板来选择哪个通道将接收数据脉冲。当数据需要被发送到特定通道时,已经与穿过整个阵列前方的成像或投影透镜的通道对准的适当发射器将被选择。实施例还可被用

在更远距离处,以用于利用适当成像光学器件的高速数据通信应用。

[0077] 图3中以上提及的发射器阵列(300)可根据相同的高速和高功率技术来形成,或如上面所记录的,以倒装芯片方式形成到衬底而不是设计到衬底上。

[0078] 倒装芯片式的发射器可以处于不同的波长下,从而允许针对发射器的WDM能力和针对检测器的适当的波长过滤。

[0079] 高功率射束可以在较大的接收区域上传播,或与其他发射器射束重叠到可能具有多个检测器的区域上。覆盖检测器的过滤器可以与多波长发射器芯片结合来使用,以从不同波长的发射器集群中分离那些重叠射束的信号。

[0080] 发送器或收发器可被用于高速长途应用。

[0081] 发送器或收发器可被用在卫星之间。

[0082] 发送器或收发器可被安装在电话柱或建筑物的屋顶上。

[0083] 发送器或收发器可被安装在垂直柱上以用于更好的传输角度。

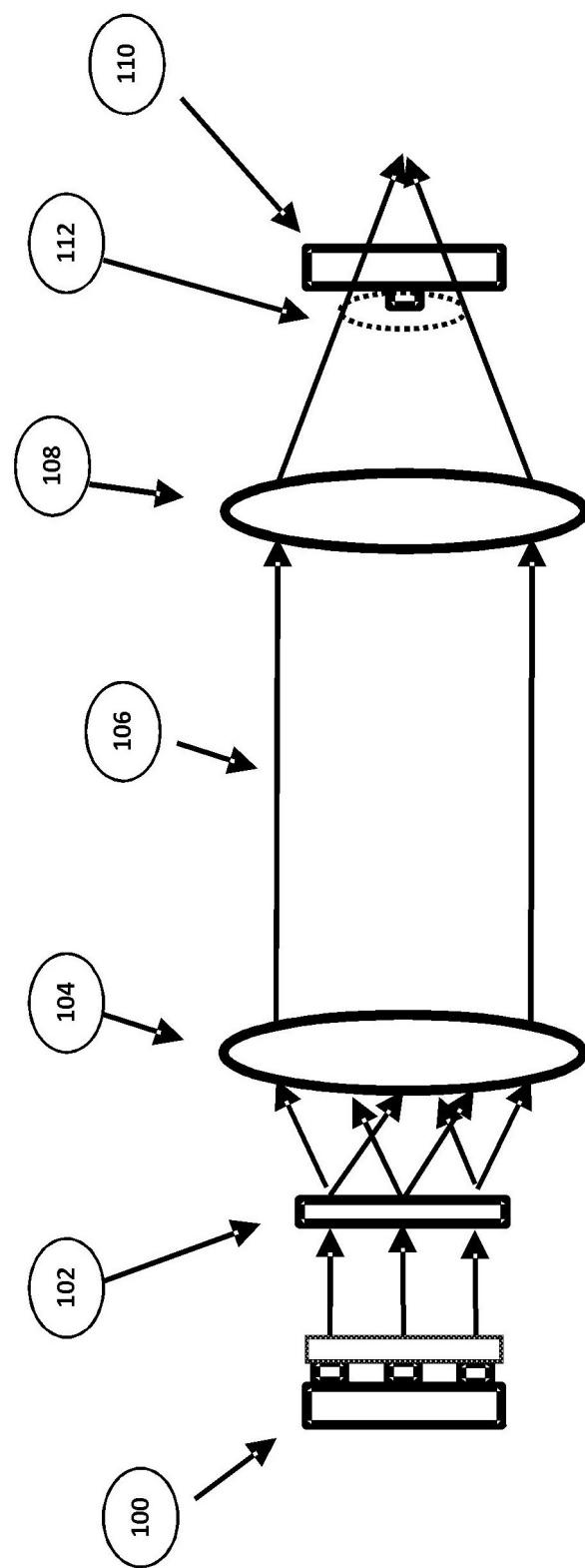
[0084] 收发器的接收器部分具有位于检测器周围的光伏或“太阳能电池”,当激光射束的集束被配置为溢出一个区域中的集光透镜和检测器时,该光伏或“太阳能电池”能够恢复所有可能的光功率或至少过多的激光能量,以便实现更容易的对准。

[0085] 上面提及的光伏器件可以是从基站或装置光学发送以便发送功率和/或数据通信的功率源。

[0086] 在一个实施例中,可采用具有任意数量的行的线性阵列用于数据传输。即使脉冲具有相同或相似的波长,任何数量的行或所有行也可以同时接通。每行的输出位置,相对于其他行,向波分复用或密集波分复用增加了一维的元件。

[0087] 在另一个实施例中,使用一维阵列以便产生单波长脉冲,其与相同或不同波长的其他源相组合。组合的波长的输出脉冲强度以垂直和水平方式进行扫描,从而能够实现数据传输。

[0088] 在另一实施例中,通过采用倒装芯片技术和具有形成在每个子阵列或元件周围的波导的用于高速阵列的设计,可以增加VCSEL阵列的速度和数据速率,如在美国专利号7949024中所描述的。



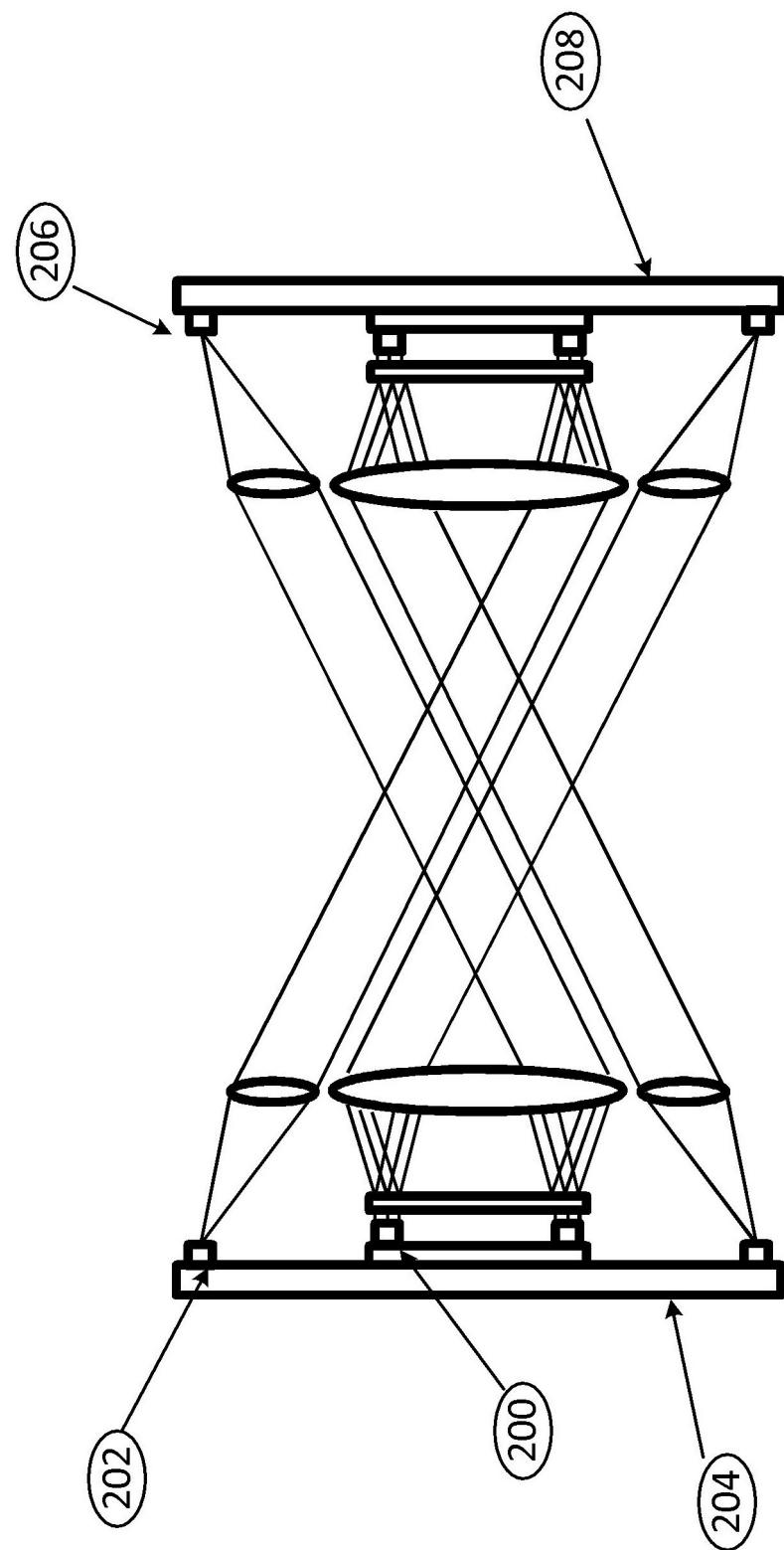


图2

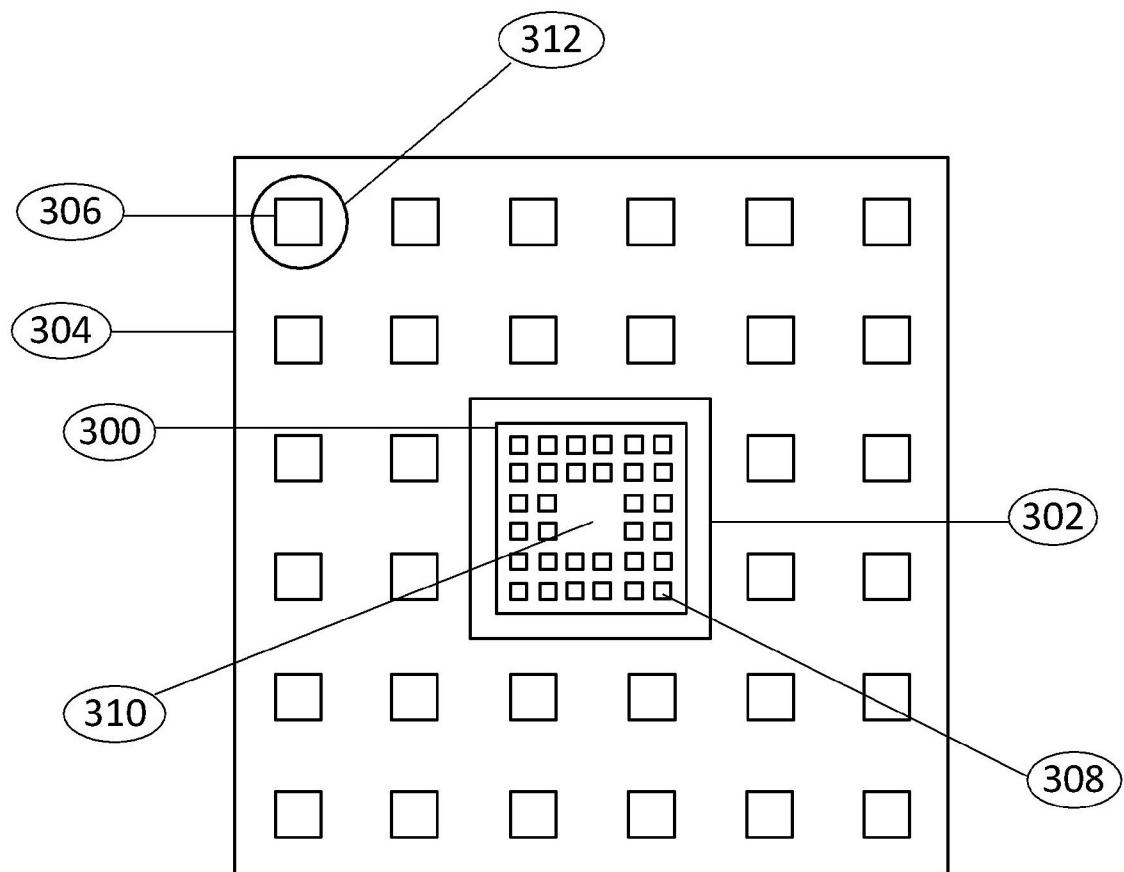


图3

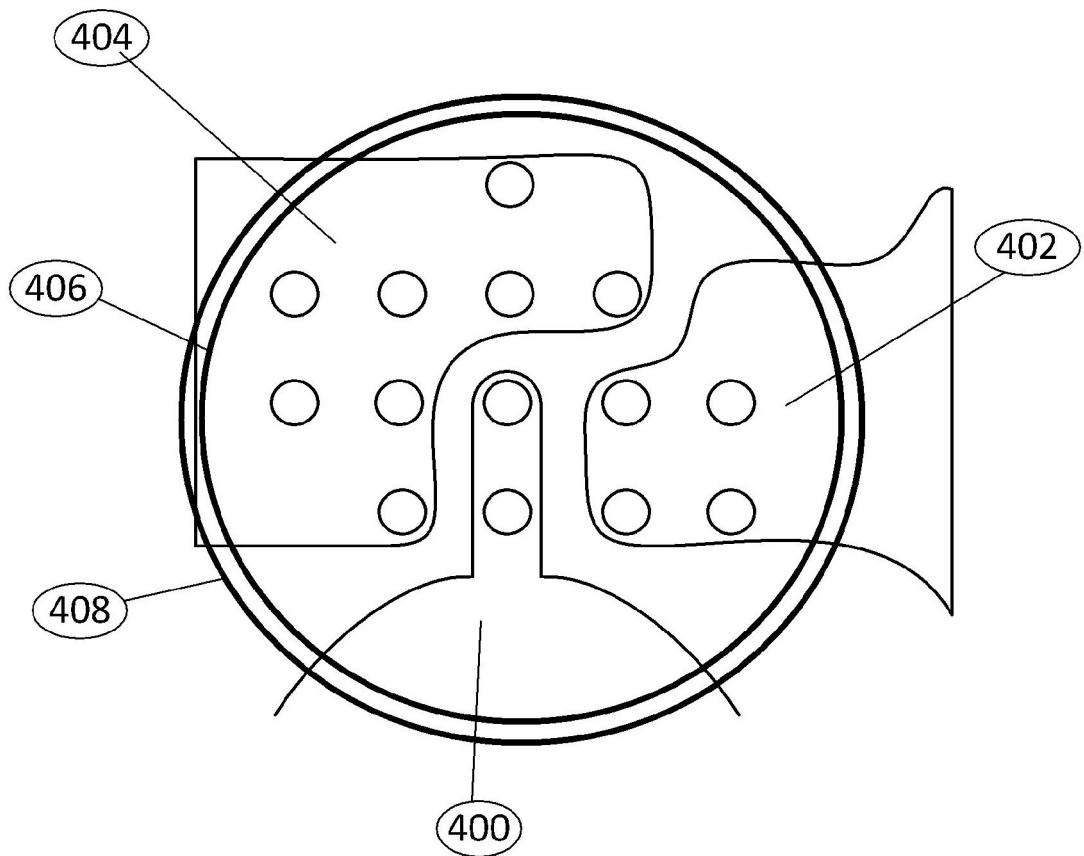


图4

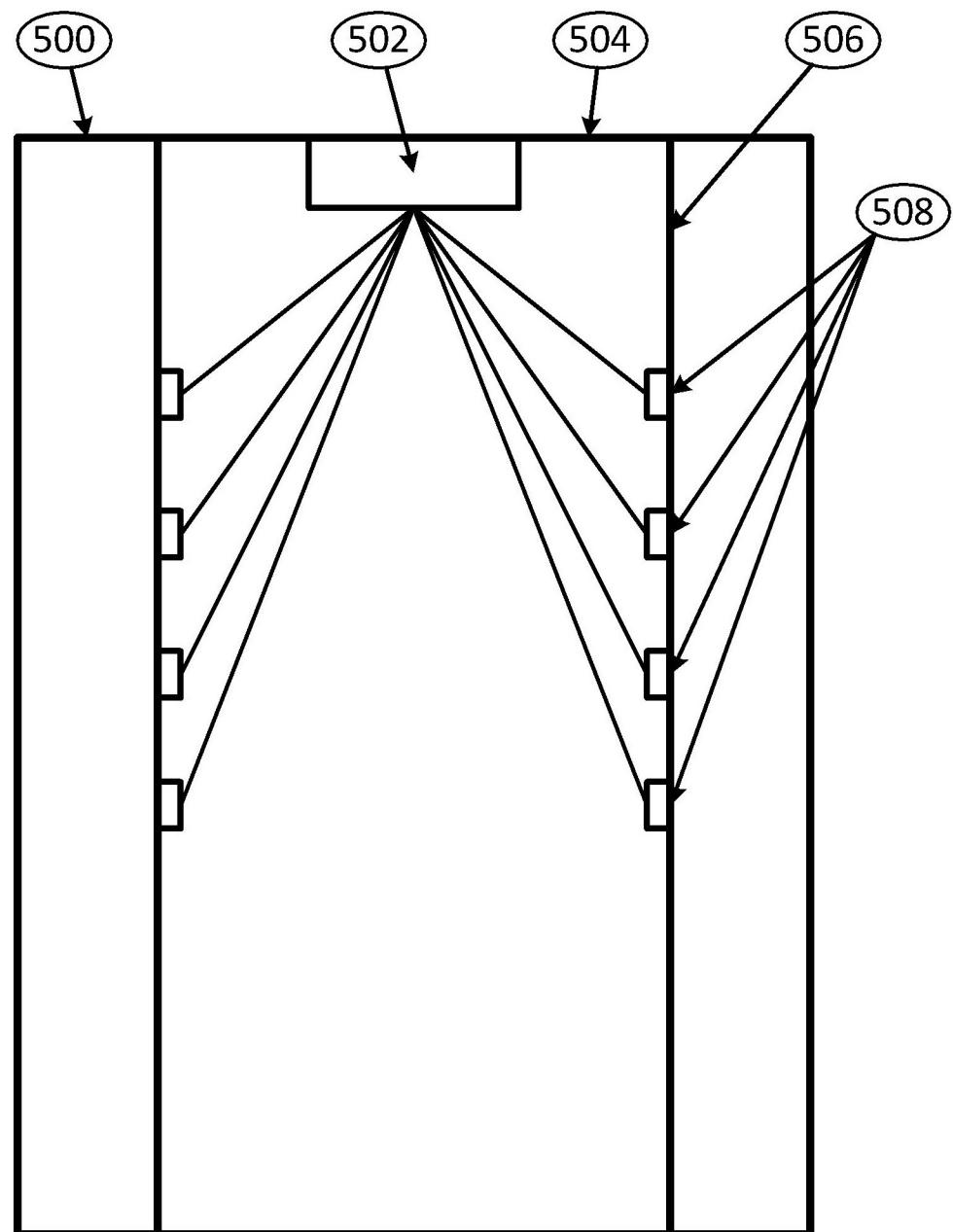


图5

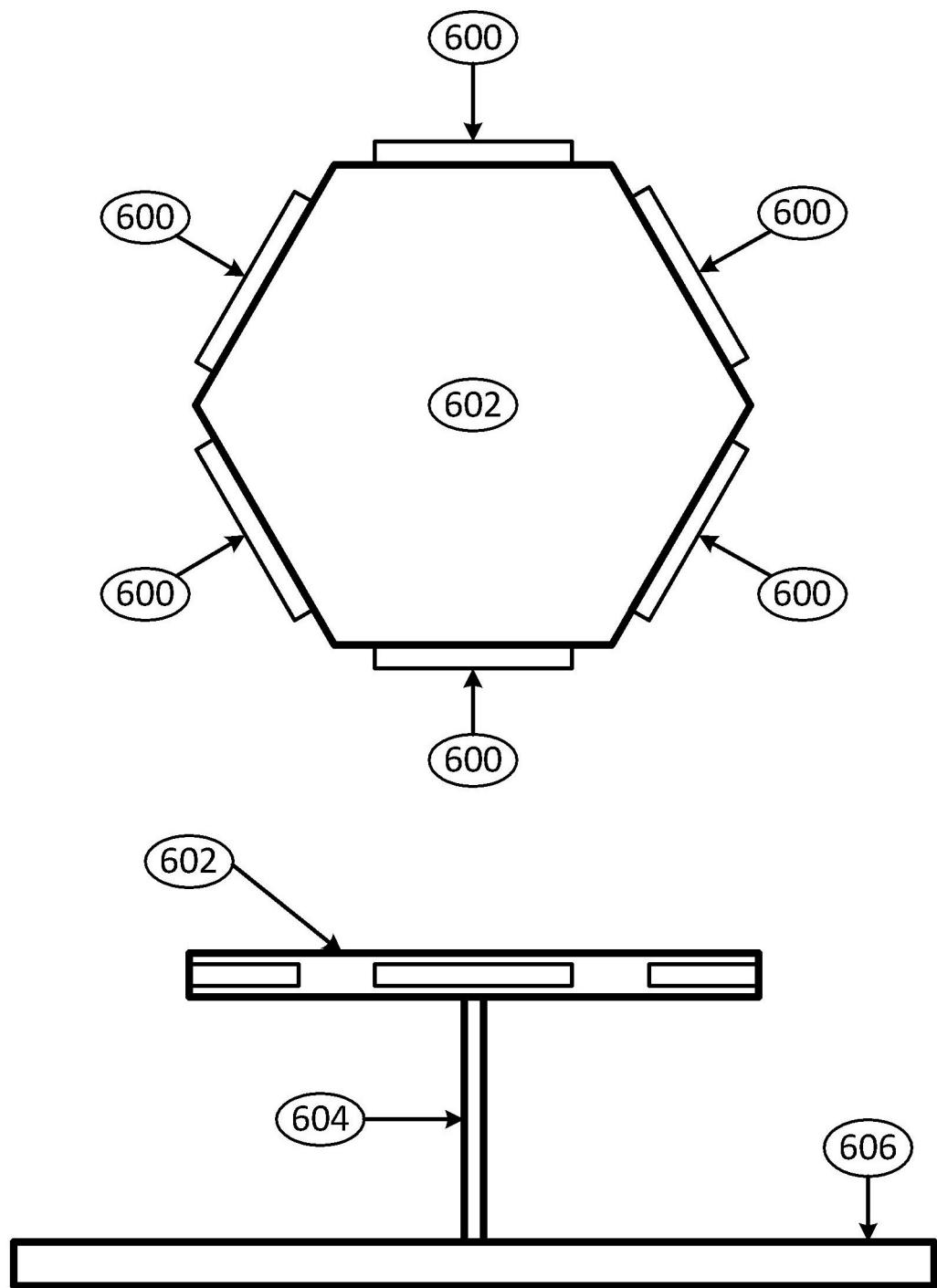


图6

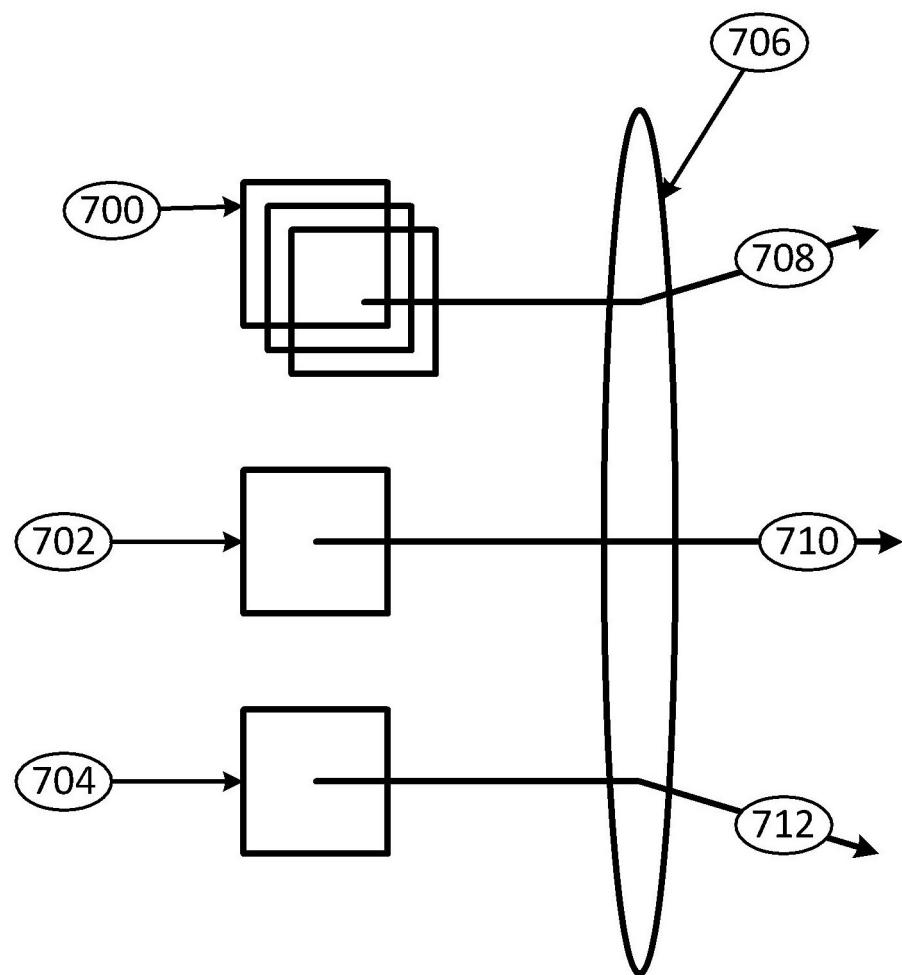


图7

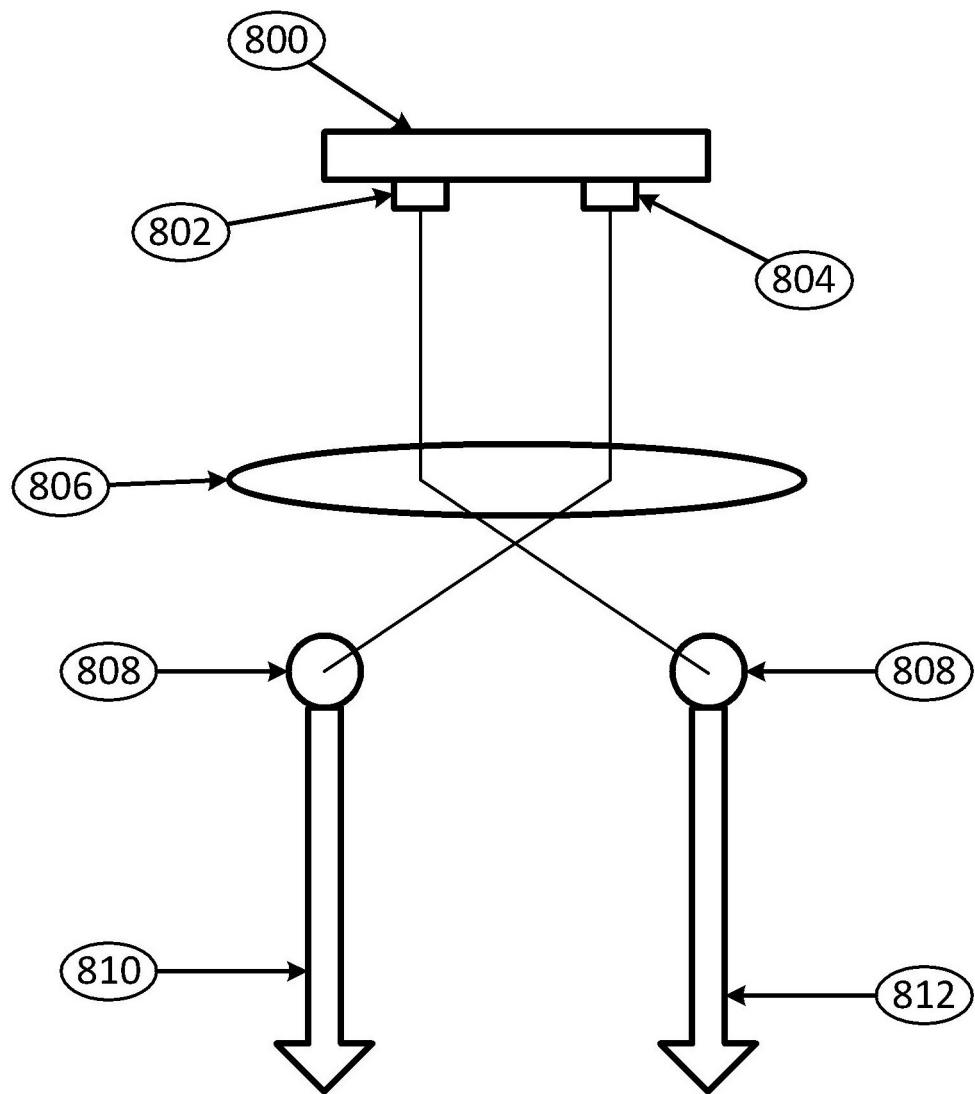


图8

## Abstract

High power, high speed VCSEL arrays are employed in unique configurations of arrays and sub-arrays. Placement of a VCSEL array behind a lens allows spatial separation and directivity. Diffusion may be employed to increase alignment tolerance. Intensity modulation may be performed by operating groups of VCSEL emitters at maximum bias. Optical communications networks with high bandwidth may employ angular, spatial, and/or wavelength multiplexing. A variety of network topologies and bandwidths suitable for the data center may be implemented. Eye safe networks may employ VCSEL emitters may be paired with optical elements to reduce optical power density to eye safe levels.