(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112576950 A
(43)申请公布日 2021.03.30

(21)申请号 202011581471.8

(22)申请日 2015.08.14

(30)优先权数据
62/037,543 2014.08.14 US

(62)分案原申请数据
201580043254.4 2015.08.14

(71)申请人 MTT创新公司
地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

(72)发明人 约翰尼斯·米诺 格温·丹贝格
巴维恩·库马兰
安德斯·巴莱斯塔特
埃里克·扬·科扎克
吉尔·罗森菲尔德 埃兰·伊莱泽

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 唐京桥 姜婷

(51)Int.Cl.
F21K 9/60(2016.01)
F21K 9/61(2016.01)
F21V 29/90(2015.01)
G02B 26/08(2006.01)
F21Y 115/10(2016.01)
F21Y 115/30(2016.01)

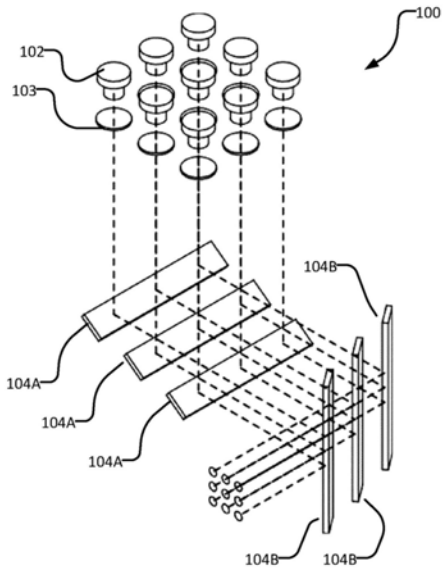
权利要求书1页 说明书20页 附图20页

(54)发明名称

多激光器光源

(57)摘要

本公开涉及多激光器光源。光源包括多个激光二极管或其他光发射器。来自光发射器的光束被引导以提供n个平行光束阵列，所述n个平行光束阵列用光斑阵列照射目标区域。在一些实施方式中，平行光束被缩微以形成光斑阵列。这样的光源应用于照射动态可寻址聚焦元件例如相位调制器、可变形镜和动态可寻址透镜。用于各种应用的光投影器可以将本文所述的光源与动态可寻址聚焦元件组合以投影定义的光图案。



CN 112576950 A

1.一种光源,包括:

多个光发射器,所述多个光发射器中的每个光发射器能够操作成发射相应的光束;

一个或更多个镜,所述一个或更多个镜被布置成对所述光束进行重定向以提供紧密间隔的平行光束阵列;以及

动态可寻址聚焦元件,所述动态可寻址聚焦元件由所述紧密间隔的平行光束阵列来照射,所述动态可寻址聚焦元件具有基本上被光斑阵列覆盖的有效区域,所述光斑中的每个光斑与所述紧密间隔的平行光束阵列中的光束之一对应。

2.根据权利要求1所述的光源,其中,所述紧密间隔的平行光束阵列是具有以下长度和宽度的二维阵列,所述长度和宽度均比所述光斑中任一光斑的长度和宽度大。

3.根据权利要求1或2所述的光源,其中,所述镜包括第一组平行刀刃镜和第二组平行刀刃镜,所述第二组平行刀刃镜相对于所述第一组刀刃镜中的刀刃镜被横向地定向。

4.根据权利要求1或2所述的光源,其中,所述镜包括具有圆形对称表面的至少一个镜,并且所述多个光发射器被布置成将所述相应光束定向成径向地朝向所述至少一个镜的所述圆形对称表面,所述镜操作成将所述光束重定向成在与所述至少一个镜的对称轴平行的方向上行进。

5.根据权利要求4所述的光源,其中,所述至少一个镜的所述圆形对称表面是锥形表面。

6.根据权利要求4所述的光源,其中,所述至少一个镜的所述圆形对称表面是抛物形表面。

7.根据权利要求4至6中任一项所述的光源,其中,所述光源被布置成至少第一组和第二组,其中,所述第一组的光源被布置在沿所述对称轴的第一距离处,所述第二组的光源被布置在沿所述对称轴的与所述第一距离不同的第二距离处。

8.根据权利要求1至8中任一项所述的光源,包括在所述镜与所述动态可寻址聚焦元件之间的缩微光学器件。

9.根据权利要求8所述的光源,其中,所述缩微光学器件被配置成将由所述紧密间隔的平行光束阵列覆盖的横截面面积减小至少4倍。

10.根据权利要求8或9所述的光源,其中,所述缩微光学器件包括第一透镜和第二透镜。

多激光器光源

[0001] 本申请为于2017年2月10日提交、申请号为201580043254.4、发明名称为“多激光器光源”的中国专利申请的分案申请。所述母案申请的国际申请日为2015年8月14日，国际申请号为PCT/CA2015/050778。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2014年8月14日提交的美国申请No.62/037543的优先权。出于美国的目的，本申请按照35U.S.C.§119要求于2014年8月14日提交的题为MULTIPLE-LASER LIGHT SOURCE的美国申请No.62/037543的权益，上述美国申请的内容出于各种目的通过引用合并到本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及光投影器。一些实施方式可以应用于对图像进行投影以用于观看。其他实施方式可以应用于产生结构光以用于照明或其他目的。实施方式示例性应用于：数字影院；TV和家庭影院；便携式个人投影(军事的、移动的等)；室内和室外个人以及大屏幕广告和信息传播；指示牌/广告/布告/室外广告；大型场地和现场表演；医学成像；虚拟现实；计算机游戏；办公室演示和协同工作；汽车和其他交通工具中的平视显示；智能照明例如自适应汽车头灯、剧院聚光灯、安全/建筑照明、高对比度天文投影器、室内和室外通用照明系统、街道照明、道路照明、航空照明系统；高对比度模拟显示例如飞行模拟器以及用于2D和3D打印的小尺度结构化照明；以及激光微加工。

背景技术

[0005] 存在期望产生具有指定亮度分布的光场的许多情形。光投影系统具有从建筑照明到逼真图像显示的非常广泛的应用。所投影的光图案可以是动态的(例如视频)、静态的(用于静态图像或静态应用，比如典型汽车头灯的光束通过由任意形状的光学表面形成的透镜被投射到道路上等)。光可以被投影到宽范围的屏幕以及可以是平坦的或弯曲的其他表面上。这样的表面可以是完全反射性的(如在影院、墙壁或建筑中使用的帆布)或者部分反射性的(例如车辆的挡风玻璃)。屏幕可以为低增益或高增益的、朗伯的或高度方向性的、高对比度或对比度低的。光可以被投射到固态物体上或被投射到具有一定体积的介质(例如雾)上。

[0006] 光投影器的市场和应用包括数字影院、室内和室外广告、医学成像(均用于图像的显示，并且由智能光源捕获)、大型场地和现场活动或表演、汽车平视显示、汽车头灯和尾灯、汽车娱乐和信息显示、家庭影院、便携式商业投影、用于消费者应用的电视和显示、军事应用、航空应用(如座舱显示、智能着陆辅助、个人乘客娱乐显示)、用于工业应用的结构光源、汽车头灯和其他应用。结构光还可以用于高精度应用，如使用于2D或3D打印的油墨或其他材料固化或者对用于激光微加工的光进行导向。

[0007] 可以使用各种装置在空间上对光进行调制。这些装置可以称为空间光调制器(SLM)。大多数SLM提供独立且单独可寻址像素的2D阵列。SLM的一些示例为：反射性SLM例如

数字微镜装置(digital micro-mirror device,DMD)、硅基液晶(LCoS)装置;以及透射性SLM例如LCD面板、透射性LCD芯片例如高温多晶硅(HTPS)或低温多晶硅(LTPS);以及部分反射性/部分透射性SLM例如基于微机电系统(MEMS)的系统,在该系统中,一些入射光被透射并且一些入射光被反射。大多数现成的空间光调制技术是消减性的。这些SLM技术通过吸收或去除不期望的光来操作。

[0008] 其他类型的装置可以使用并非主要是消减性的技术来可控地改变光的性质和/或分布。例如,光重分布器可以采用电磁波(光)的干扰,以通过控制光的相位特性来调制光的分布和/或调制光的频率,以改变光的表观色。这些示例均示出了可以如何在不通过吸收光而将来自光的能量转换成废热的情况下改变光。

[0009] 动态可寻址聚焦元件的示例包括:可控液晶舱的透射性2D阵列,该舱具有以下性质,可以被控制以选择性地延迟光的相位的性质以有效地产生光程长度的变化。可以可控地调制不同区域的光的相位的装置称为相位调制装置(PMD)。PMD可以是透射性或反射性的。一些PMD可以分别地控制由大量像素构成的2D阵列中的相位。动态可寻址聚焦元件还可以影响光的偏振。一些装置可以同时改变若干个光性质。

[0010] 其他类型的动态可寻址聚焦元件包括:一个或更多个扫描镜,例如2D或3D微机电系统(MEMS);和/或一个或更多个可变形透镜或镜或其他光学元件。动态可寻址聚焦元件还可以是一个或更多个光学开关或者在替选方式中包括一个或更多个光学开关。

[0011] 各种源可以用于照射SLM、PMD、成像芯片或包括孤光灯、发光二极管(LED)、LED加荧光体、激光器、激光器加荧光体的任何其他的光重分布装置。每个光源可以发射不同形状、强度和分布的光。将多个光源组合成单个较高功率的源的传统方法包括:将光耦合至光纤中;将刀刃镜光束组合、转发到整合棒或者其他的一些光平均装置中。

[0012] 然而,在一些情况下,在使用传统方法被组合时各个低功率光源的有用特性未被保留,并且较高功率单发射器不是不可用,就是具有过高的每瓦特光的成本。例如,当来自多个激光二极管的光被组合时,被影响的一些特性为:

[0013] • 相干性:当将来自多个分离激光二极管或激光二极管线阵的光耦合至多模光纤,或者使用刀刃镜阵列加透镜将多个激光束组合成单个光束时,相干性丢失。

[0014] • 偏振:由于在多模光纤的输出处的光不再被偏振,所以一些偏振恢复技术必须用于需要偏振光的应用。

[0015] 需要有效地组合来自多个光源的光的光源和投影器。特别需要其中来自多个光源的光可以被操纵以产生具有期望光学特性的期望光图案的有成本效益的光源和投影器。

发明内容

[0016] 本发明具有多个方面。一个方面提供了一种光源,所述光源组合了来自多个低功率光发射器的光(低功率光发射器在一些非限制性实施方式中包括激光二极管或其他激光光源并且在其他实施方式中包括非激光光源,非激光光源在一些实施方式中为固态光源)。所述光源可以发射离散的经准直化的非交叠的光斑阵列形式的光。在一些实施方式中,由所述光源提供的光路使各个光斑具有期望的光学特性例如期望的偏振和/或相干性。另一方面提供了一种用于照射动态可寻址聚焦元件的方法。另一方面提供了一种包括如本文所述的光源的光投影器。

[0017] 在附图中示出和/或在以下描述中描述了其他方面和示例实施方式。

附图说明

[0018] 附图示出了本发明的非限制性示例实施方式。

[0019] 图1A和图1B示出了包括具有多个镜的固定二极管阵列的光源。

[0020] 图2A和图2B示出了包括光纤耦合二极管阵列的光源。

[0021] 图3A至图3C示出了包括“圣诞树形”镜的光源。

[0022] 图3D至图3F示出了包括抛物面镜的光源。

[0023] 图4A和图4B示出了光分布调节。

[0024] 图5A和图5B示出了将来自若干个光源的光束的阵列组合以产生较大的光束阵列。

[0025] 图6示出了用于对来自具有快轴和慢轴的光发射器的光束进行准直化的示例光学布置。

[0026] 图7示出了利用多个镜的光程长度均等化。

[0027] 图8示出了DMD控制方案。

[0028] 图9A和图9B示出了异步的光源调制和DMD操作的可能影响。

[0029] 图10A和图10B示出了在光源以相对于DMD的翻转时间的高频率被调制的情况下的异步的光源调制和DMD操作。

[0030] 图11示出了异步的光源调制和DMD操作。

[0031] 图12示出了用于通过分析由DMD转储的光来生成DMD同步信号的示例设备的框图。

[0032] 图13示出了光发射器相对于DMD周期的示例性交错的开始。

[0033] 图14A和图14B示意性地示出了用于控制动态可寻址聚焦元件来显示图像的不同的可能模式。

[0034] 图15是示出示例投影器的框图。

[0035] 图16A和图16B示意性地示出了可能的彩色成像模式以及在投影器中增大或减小光功率的方式。

具体实施方式

[0036] 贯穿以下描述,阐述了具体细节以提供对本发明的更透彻的理解。然而,可以在没有这些详情的情况下实践本发明。在其他实例中,未详细示出或描述公知元件以避免不必要地使本发明不清晰。因此,说明书和附图应当被视为示例性而不是限制性意义。

[0037] 已经构思了若干个新颖的方法来以平行的准直化的方式对来自多个源的光进行平铺。在一些应用中有利的是,所平铺的光斑彼此具有最小的交叠。在这些方法中的任一方法中,可以将光斑在动态可寻址聚焦元件如相位调制器(PMD)的表面上阵列化。

[0038] 可调二极管阵列、固定镜

[0039] 可以使用刀刃镜的二级阵列将低功率光源例如LED或激光二极管的二维阵列进行平铺,以用离散非交叠的光斑覆盖成像芯片的有效区域。每个离散激光二极管(或其他光发射器)被安装在具有内置的X、Y和角度调节以及用于捕获光并对光进行准直化的透镜的支持器中。支持器每个均包括两轴级,并且在一些实施方式中支持器具有端/倾斜调节。

[0040] 由于上述限制了光源布置的紧凑度,所以使用彼此成90度取向的两个刀刃镜阵

列。图1A和图1B示出了应用该类型的方法的示例光源100。光源100包括光发射器102、透镜103、刀刃镜104A和104B。镜104A和104B被布置成彼此成90度。

[0041] 如果空间或设计约束要求更复杂的几何机构，则可以将两个刀刃阵列在其他方向上进行组合以实现紧密间隔的平行光束。

[0042] 刀刃镜用于减小各个光束的间隔，并且修剪边缘以使交叠最小化并且使覆盖最大化。由于每个光束可以沿长轴和短轴略微发散不同的角度，所以镜组件保持紧凑。从镜组件的输出至成像芯片的距离被保持为尽可能小。

[0043] 具有可调镜的固定二极管阵列

[0044] 在另一示例实施方式中，光发射器(例如，激光二极管)的2维网格适用于被加工成具有紧密的制造容限的固定底座，其中，光发射器具有内置的准直透镜。由光发射器阵列发射的光束被定向在两级刀缘镜阵列处。在该实施方式中，光发射器保持固定并且通过移动镜来实现对准。一旦实现对准，则可以将镜永久地设定，使得光机械系统的输出是二维的离散非交叠的光斑阵列。该实施方式还可以与图1A和图1B中所示的实施方式非常相似或相同。

[0045] 该调节可以通过将每个镜安装在枢转接头上来实现，该枢转接头可以在一旦被调节时用粘合剂来设置或者可以是可以被填充就位的柔性结构。

[0046] 在一些实施方式中，利用各个端倾斜控制，针对每个源将刀刃镜分段。这有助于从行或列对各个源进行去耦合。可以对可调段进行调节以对各个光束的方向或发散施加任何校正。

[0047] 一些实施方式提供了对光发射器102的位置和/或取向以及对镜104的角度的调节。

[0048] 对每个二极管进行光纤耦合

[0049] 图2A和图2B示出了另一实施方式，在该实施方式中，由光纤203来引导激光二极管102或其他光发射器的输出以产生期望的光斑阵列。例如，可以将光斑在动态可寻址聚焦元件例如相位调制器(PMD)的表面上阵列化。在该设计中，光发射器102的阵列每个均具有捕获所发射的光并将其耦合到单模光纤203中的关联透镜103。光纤203是成束的，并且光纤束的输出被转发到成像芯片(例如，PMD)上。该方法可以用于将源阵列转换成任何形状、间隔或配置。单模光纤将保持激光的偏振和相干性，但是该相同方法可以用多模光纤来实现，该多模光纤具有用于增大耦合效率的最佳直径和几何结构而没有相干性或过度发散的显著损失。

[0050] “圣诞树形”镜安装

[0051] 代替例如在图1A和图2A中所示将光斑平铺成矩形图案，可以通过使用具有大致锥形的“圣诞树形”设计的镜来实现光斑的放射状图案，在图3A至图3C中示出了一个潜在配置300。在该实施方式中，光发射器102径向地向内朝着圣诞树形镜304被安装。在所示实施方式中，镜304包括多个大致锥形的轴向间隔开的镜表面304A和304B。还可以通过在单个步骤中将透镜弧度加工成镜表面304A和304B以对光束进行准直化、减小间隔并且将光束孔径化来扩展通过图3A至图3C例示的方法。

[0052] 可以使用大的源间隔以光机械系统的总体尺寸为代价来改进对准。

[0053] 如果需要一致的偏振，则可以在每个光束入射到成像芯片或其他目的地时考虑角

度以保持每个光束的一致偏振。

[0054] 用于组合径向光束的抛物面镜

[0055] 图3D、图3E和图3F示出了布置300A，布置300A与布置300相似但是使用抛物面透镜304A以将来自径向布置的光发射器102A、102B的光束偏转成平行的紧密间隔的布置。在所示的实施方式中，发射器包括光发射器102A和光发射器102B，光发射器102A将镜304A处的光束定向在与镜304A的对称轴成第一角度的方向上，并且光发射器102B将镜304A处的光束定向在与镜304的对称轴成第二角度的方向上。该构思与图3A至图3C中所示的“圣诞树形”方法类似，但是不具有对镜边缘的孔径化效果。

[0056] 过大光束网格的缩微

[0057] 目标照明区域例如成像芯片、SLM或PMD与源阵列相比可以较小。可以使用包括参照图1A和图1B所描述的刀刃镜方法的以上方法中的任一方法来产生在尺寸上比目标区域大的非交叠光斑的平铺图案(即，平行光束阵列)。在一些实施方式中，光斑的尺寸是目标区域的2倍或更多倍(例如，在一些实施方式中光斑覆盖了目标区域的面积的4倍或更多倍)。可以使用光学系统通过对光束进行缩微来减小所产生的光束簇的面积以使得光斑阵列被调节至所需的尺寸。

[0058] 在图4A和图4B中示出了示例布置400。光学系统401(例如上述的系统中的任何系统)产生光束阵列402。在该示例中包括透镜404A和404B的光学系统404对光束阵列进行缩微。

[0059] 由于可以在平行光束之间保持间隙，所以可以避免在缩微的光分布中的发散或失真。

[0060] 对刀刃镜级进行级联

[0061] 在一些实施方式中，可以产生每个均包括多个如上所述的光发射器的各个模块，所述各个模块具有每个均产生光斑阵列的配置(例如3×3或3×2配置)。如上所述(例如，使用如图1A所示所布置的可倾斜镜的阵列)，可以如图4A和图4B所示对由这样的模块中的两个或更多个模块输出的光束进行缩微，并且使用可调镜技术来平铺所述光束。

[0062] 图5示出了示例系统500，在示例系统500中，通过镜502对由三个模块401输出的光进行偏转以形成光斑阵列503。可以以此方式来组合来自任何适当数目的模块401的光。如所示的，阵列503可以以线性方式组合来自模块401的阵列，或者可以组合来自模块401的阵列以产生输出阵列503，输出阵列503在二维中的每个维度上比来自各个模块401的光斑阵列大。例如，来自模块401的光斑阵列可以被布置成产生具有来自各个模块401的多行和多列的复合阵列。

[0063] 光发射器

[0064] 在上述实施方式中可以使用多种光发射器中的任何光发射器。例如，光发射器可以包括激光器。固态激光器如激光二极管对于一系列应用是实用的。光发射器的其他示例包括：固态光发射器如发光二极管(LED)；等离子体光发射器；冷阴极光发射器；灯等。在一些实施方式中，光发射器发射相干光。在一些实施方式中，光发射器发射偏振光。

[0065] 光发射器可以以分立器件的形式提供或者可以被一起封装在组合多个光发射器的封装包中。例如，可以使用包括具有合适的发射器数目和间隔的多个光发射器例如二极管线阵的系统来提供在如上所述的实施方式中的光发射器。这样的实施方式可以有利于减

少光源中独立安装的部件的数目。

[0066] 一些光发射器可以发射被有利地校正成产生具有期望属性的光束(例如,被良好的准直化并且被定向在期望方向上的光束)的形式的光。在一些实施方式中可以提供定制光学器件用于针对光束路径的光束进行调节和校正。

[0067] 图6示出了示例设备600,示例设备600包括边缘发射二极管阵列602,边缘发射二极管阵列602提供多个独立的光发射器102C。每个光发射器102C具有快轴和慢轴。设备600包括准直光学器件605,准直光学器件605包括用于沿一个轴准直化的透镜605A和用于沿第二轴准直化以产生一排经准直化的输出光束的多个透镜605B。可以将两组或更多组设备600堆叠以提供二维的发射器阵列。

[0068] 特别是在将现成的二极管线阵用于阵列602时,在发射器阵列具有一些弧度的情况下可以在光学系统中提供某些调节和“微小的校正”。可以提供孔径化或反向刀刃化以增大光束之间的间隔。这可以有助于基本上消除相邻光束之间的交叠。

[0069] 处理光程长度和发散

[0070] 大多数光发射器不发射完全准直化的光束。来自光发射器的光束一般将表现出一些发散。期望的是减少这样的发散的影响。在可以基本上消除来自不同发射器的光束的发散的情况下,光斑输出阵列可以具有彼此间隔非常紧密而彼此之间不具有任何显著交叠的光斑。一些光发射器发射在不同方向上不同程度地发散的光。发散度大的方向可以称为快轴。发散度较小的方向可以称为慢轴。在光发射器具有快轴和慢轴的情况下,单个对称透镜可以沿快轴或慢轴对来自光发射器的光束进行近似准直化,但是光束将在其他轴上继续发散。

[0071] 用于固定光程长度的镜对

[0072] 一些实施方式将从光发射器至目标区域处的相应光斑的光程长度均等化。使光程长度对于所有光束相等是有利的,这至少部分地是因为光束发散对于不同光程长度可能是不同的。在光程长度相等时,所有光束的发散可以近似相等。

[0073] 如图7的设备700中所示,可以使用镜来折叠光路以使所有光束的光程长度均等化。使用多个镜级,在没有复杂几何结构的情况下每个光束的光程长度可以相同。设备7包括光发射器102,光发射器102发射光束103-1、103-2和103-3。每个光束与折叠其路径的镜对相互作用。镜被间隔开以使得从每个光发射器102至输出光束703的光程长度相等。设备700包括:对光束103-1起作用的镜对701A-1和701B-1;对光束103-2起作用的镜对701A-2和701B-2;以及对光束103-3起作用的镜对701A-3和701B-3。

[0074] 不对称透镜

[0075] 源光束的光分布在形状上或者在发散率上可能不是径向对称的。例如,激光二极管的快轴和慢轴具有不同的发散率。这可以通过在光路中引入在光束方向上不是圆形对称的透镜(例如,柱面透镜)来校正。

[0076] 一些实施方式提供柱面透镜的阵列来校正来自多个光发射器例如激光二极管的光束沿慢轴的发散。该方法良好地适用于二极管线阵或二极管线阵堆提供光发射器的情况。该方法还可以适用于独立二极管或其他光发射器的阵列。在图6中示出了示例。

[0077] 用于校正具有快轴和慢轴的光束的发散的各种可能的光学布置包括:针对每个轴使用成对的柱面透镜;针对每个轴使用单个共享的球面透镜和柱面透镜等。

[0078] 长几何结构

[0079] 如上所述，可以通过以下操作来抑制发散的影响：将源阵列设计成使得从源阵列至将光引导成平行光束的镜(例如，如图1A中所示的刀刃镜)的距离相对于刀刃镜与目标区域(例如，动态可寻址聚焦元件或其他成像芯片)之间的距离而言较大。在一些实施方式中，从光发射器至镜之间的距离是从镜至成像芯片的距离的至少3、5、10或18倍。

[0080] 利用该方法，增大从光发射器至镜的距离使得针对不同光束的光程长度的任何相对差异较小。镜可以与成像芯片足够靠近以使得镜与成像芯片之间的发散量小，从而使得在成像芯片处不发生不期望的交叠。

[0081] 使用相位和幅度调制的自由空间激光投影器的期望光源特性

[0082] 在传统数字投影器中，重要的是对经由投影透镜被成像到投影屏幕上的幅度SLM(DLP、LCD、LCoS)均匀地照射。

[0083] 在一些实施方式中，光源不均匀地照射动态可寻址聚焦元件。在这样的实施方式中，可以控制动态可寻址聚焦元件(例如，相位调制器)以提供对幅度SLM的结构化照明(其以已知的方式随位置而变化)。在均匀地照射相位调制器(当平坦相位被寻址或者在相位SLM失效的情况下SLM上的平稳热发散、均匀光分布)保持有益的同时，可以考虑相位SLM上的强度变化并且可以调节透镜图案以对所述强度变化进行“校正”(例如在需要时对幅度SLM提供均匀照明)。

[0084] 对准示例

[0085] 用于特定应用的光源理想地实现了针对简单且紧凑的封装包中的光束质量以及稳定性的应用所需的规格。理想地，光源可以被安装为单个模块，所述单个模块可以在制造时使用有助于快速精确对准的调节(例如，正交调节，使得一个光束属性的调节不改变其他光束属性)来对准。

[0086] 在一些实施方式中，以“自下而上”法来执行对准，在该方法中，使来自各个光发射器的光束集中并且准直化，将光发射器被组装成排，对光束的对准进行调节，然后调节光束收缩光学器件以将输出光传递至期望的目标区域(在一些实施方式中目标区域是每侧数mm，例如12×7mm)。在每个对准步骤之后，可以使用可固化材料例如合适的环氧树脂、粘合物、焊锡等来固定该调节。

[0087] 表1提供了三组示例设计规格。在一些实施方式中实现这些规格中的一些规格。在一些实施方式中实现这些规格组中的一个或更多个组。

[0088]

表 1-示例设计规格

优先级	特征	良好规格	较好规格	最好规格	单位	注释/度量
1	Z 平行化	500	210	0.5	弧度秒	快轴,在 0.1m、0.5m 和 5m 距离处的光轴上测量 分辨率 6.4 um 距离 300 mm
2	XY 平行化(面内倾斜)	15	2	0.5	度	
3	XY 转换(平铺)	50	10	0.1	px (LETO)	
4	发散(快轴)				毫弧度	
	发散(慢轴)				毫弧度	
5	LETO 上的填充因子	40	95	99	%LETO 面积	填充因子是光束尺寸和二极管数目的函数。需要修改

[0089]

						一个或另一个
6	LETO 上的强度均匀性	40	75	95	%相对于峰值	
7	测量端口	不存在	存在，可去除	不存在	%相对于峰值	
8	随时间的光束稳定性	未知	被量化	被约束	%变化	在 1h、6h、24h 之后满足 1、2、3
9	随温度的光束稳定性	未知	被量化	被约束	%变化	在 20℃、40℃、60℃处满足 1、2、3
10	随功率的光束稳定性	未知	被量化	被约束	%变化	随各种调制方法、PWM、电流控制等的（分布、中心位置、强度）一致性&可预测性
11	吞吐量	60	75	90	%	

[0090] 示例光源块

[0091] 在该示例中，八个激光二极管——每个具有相应的准直透镜——以10mm的间隔距离被定位在阵列中。每个二极管被压入具有集成冷却片和附接特征的铜块中。八个透镜被安装在具有10mm间隔的固定块中。夹具保持固定透镜阵列相对于在远场中的相距某个任意大的距离的对准图案而静止。该对准图案包括指示期望光束位置的参考线，所述光束位置具有10mm的间隔。

[0092] 单个二极管块保持在三轴、四轴、五轴或六轴定位级，并且被定位成使得发射器以相应透镜为中心，输出光束被准直化(在远场中既不发散也不会聚)、被定向成使得偏振与光源规格一致，并且被定向成使得光束与对准图案上指示的相应位置一致。

[0093] 二极管发射器的z轴位置(与光束方向平行)控制光束的发散。二极管发射器的x轴位置和y轴位置控制激光光斑在对准图案上的x位置和y位置。绕z轴的旋转控制偏振方向。可以调节二极管发射器的x轴位置和y轴位置以校正光束形状的失真。

[0094] 当二极管被适当地定位时，二极管被固定至透镜块。该机械连接可以以例如以下多种方式来实现：

[0095] 1.二极管块具有被焊接至透镜块上的焊盘的标签；

[0096] 2.二极管块保持在夹具中，应用粘合物例如环氧树脂或合适的UV固化粘合物或合适的热固化粘合物来固定二极管位置；

[0097] 3.二极管块被点焊至透镜块；

[0098] 4.二极管块初始地被粗略地对准并且在夹具中精确地形变以进行精细的对准。

[0099] 用于提高对准精确度的技术

[0100] 利用所描述的示例系统上的印制对准掩码，准直化和平行化精度被限制于在3m距离处的+/-1mm的量级或0.015度。

[0101] 为了提高精度，可以实现更先进的技术。一些示例为：

[0102] 1.衍射光栅可以被定位在光路中以利用衍射成像产生较大的对准图案，并且针对提高的测量准确度来放大衍射光栅；

[0103] • 可以调节准直化以实现达到高得多的精确度的最佳点扩展函数；

[0104] • 可以通过将两个对准图案配准而不是试图将模糊的光束点视觉地置于对准网格的中心来提高平行光束对准精确度。

[0105] 2.还可以使用动态衍射光学元件例如纯相位空间光调制器，通过针对多步骤对准方法来动态地改变衍射对准图案来提高对准精确度。

[0106] • 可以通过以粗略图案开始并且逐渐移动至较精细的对准来生成对准图案组；

[0107] • 不同图案可以较好地适于实现不同方面的对准。例如，用于XZ面对准的水平线、用于YZ面对准的垂直线、用于准直化调节或者用于优化关于光学轴的光束角度的合适的水平和垂直对称图案等。

[0108] 光源对准的自动化

[0109] 使用计算机控制的4轴、5轴或6轴对准级或者使用面向屏幕的机器视觉相机，或者通过将输出光束转发至光学传感器例如CCD或CMOS上，可以逐二极管地使对准过程自动化。以下是可以应用于自动化或半自动化对准的示例算法。该算法开始于将固定的透镜块安装至对准夹具。对于对准过程的持续时间，透镜阵列可以相对于除二极管以外的所有其他元件来保持固定。对准夹具保持透镜阵列块指向动态衍射光学元件(例如，相位调制器)。使用标准光学器件来调节从相位调制器输出的光，并且将其转发至光学传感器上，或者将其投影到屏幕上并且由机器视觉相机所捕获。衍射光学元件和屏幕或光学传感器被置于与固定阵列中的透镜的焦距相比而非常大的距离处。

[0110] 1.开始

[0111] 2.将光发射器(例如，激光二极管)定位成与相应透镜近似对准并且将激光发射器夹持在夹具中，以提供4轴、5轴或6轴微定位。夹具可以包括台架和保持装置。

[0112] 3.继续自动化对准过程：

[0113] a.将平坦相位图案应用于动态衍射光学元件，并且通过移动光发射器来调节焦距使得光束既不会聚也不发散。这可以通过以下操作来实现：沿光学轴在若干个距离处采样光束分布并且调节激光二极管与透镜之间的距离直到所有样本为相同宽度为止。这还可以使用光束分割器和相位传感器并且调节激光发射器的位置直到光束分布是最大平坦为止来实现。

[0114] b.将偏振器插入光路中(如果动态衍射光学元件不被偏振，或者如果动态衍射光学元件不沿期望方向被偏振)。调节光发射器关于光学轴的角度，以保持所有其他调节恒定，直到光束达到最大亮度为止。

[0115] c.将对准图案应用于动态衍射元件并且调节光发射器的位置直到图案被最佳地

配准为止。该处理可以针对包括XZ面平行化、YZ面平行化、绕X轴或Y轴旋转的对准的各个方面来重复。

[0116] d.该对准过程可以在从粗略对准至精细对准的多个步骤中重复。

[0117] 4.当针对光发射器透镜对来实现足够精确的对准时，使用上述方法之一将光发射器固定至透镜块。

[0118] 5.针对每个另外的光发射器来重复以上步骤，针对以上光束特性来调节并且还确保光束与被添加至块的先前对准的光发射器平行。

[0119] 组合系统

[0120] 一旦光发射器-透镜对的块已经被对准以产生具有相同的偏振取向的准直化的平行光束，则可以将该块与其他元件组合，所述其他元件用于产生更紧凑的光束阵列，并且对所组合的光分布进行整形和调节以覆盖成像芯片。这样的系统可以包括：

[0121] • 用于保持二极管-透镜对阵列的底座；

[0122] • 被布置成减小相邻光束之间的间隔的刀刃镜阵列；

[0123] • 用于扩展或收缩光束以适应期望应用的一个或更多个透镜或镜；

[0124] • 用于折叠光路以实现紧凑占用面积和/或将光程长度或不同光束均等化的镜；

[0125] • 用于发热元件的冷却元件(例如，合适的散热器和/或主动冷却器例如珀尔帖(Peltier)元件)；以及

[0126] • 用于光发射器的控制电子器件。

[0127] 一些实施方式还包括：监视传感器，例如被附接以测量光发射器和/或其他元件的操作温度的温度传感器；和/或可以评估光束分布的测量端口。

[0128] 在示例实施方式中，光发射器包括500mW激光二极管例如三菱电机生产的ML501P73型号的激光二极管。这些激光二极管输出638nm的光。示例显示器包括6至20个这样的激光二极管。

[0129] 控制电子器件

[0130] 由于一些图像不包含大量的光，所以并非总是期望使光发射器以完全亮度运行。可以将不需要的光引导至转储区域(例如，通过对动态可寻址聚焦元件的适当控制)，但是更理想的是减少光发射器的光输出并且减少能量消耗和热输出。针对较暗的图像减少光发射器的输出还可以通过减少散射光来改善黑暗水平。

[0131] 可以通过以足够快从而不能被人类观测者注意到的速度来减少传递通过激光二极管的电流量或者将激光二极管关闭和开启——称为脉冲宽度调制(PWM)——来使激光二极管变暗。通过控制电流与通过PWM相比，较难以实现精确的强度控制。

[0132] 当使用PWM时，控制占空比(光发射器为开启的时间的%)可以被视为控制输出光强度。例如，实现对光强度的8位控制的方法是以256x PWM频率对计数器进行计数使得输出被保持在与光发射器为开启的状态下直到计数器值达到8位强度值为止。在每个PWM周期期间的其他时间处，输出将处于与光发射器为开启对应的状态。

[0133] 在一些投影器中，使用数字光处理(DLP)装置来产生最终图像。期望的是提供与下游DLP装置兼容的如本文所述的光源。在DLP装置中，二元调制器将微镜在将光发送至屏幕的“开启”状态与将光发送至“转储”区域的“关闭”状态之间来回翻转。每个像素具有相应的微镜。DLP通过快速地来回翻转微镜来产生灰度。控制微镜以在“开启”状态下花费较多的时

间以产生较亮的像素或者在“关闭”状态下花费较多的时间以使像素较暗。

[0134] 在示例DLP驱动方案中，每个像素具有每视频帧(通常为60fps)的8位(或更多位)灰度级驱动值，这些被转换成8个镜翻转时段，其中每位具有一个时段。与最低有效位对应的时段短。针对每个位，时段加倍，并且针对最高有效位，时段是最长的。

[0135] 位被设置为0还是1可以确定镜被翻转至相应时段的“开启”位置还是“关闭”位置。图8示出了镜可以处于“开启”状态或“关闭”状态的最短时段为最低阶位(b0)。该最短时段可以称为“翻转时段”。

[0136] 异步光脉冲

[0137] 如果使用脉冲光源(例如以产生最大水平的50％的光)，则如果光发射器的“关闭”和“开启”脉冲与镜翻转是异步的，将发生闪烁，并且由于针对光状态的低脉冲频率，在静态图像上，“关闭”和“开启”的时段在帧与帧之间显著不同。

[0138] 慢异步光脉冲

[0139] 这在图9A和图9B中示出。在图9A的帧1中，观看者在DMD发送光的时间期间感知到两个光脉冲。在图9B的帧2中，观看者在相同的DMD开启时段期间感知到三个光脉冲。光强度的50％的变化是由于光脉冲与镜翻转异步。

[0140] 快异步光脉冲

[0141] 如果“关闭”和“开启”光源时段相对于“镜翻转”时段而较短，则静态帧之间的“关闭”时段与“开启”时段之间的差异应当被急剧减少并且应当是人眼不可感知的。例如，图10A和图10B示出了其中光发射器被调制成显著地比DLP翻转时段快的示例。

[0142] 在图10A和图10B中，仅示出描绘驱动值1的单个最小宽度镜翻转。观看者感知到与图10A中的27/54对应以及与图10B中的28/54对应的光强度。该解决方案的缺点是可能通过非常快地关闭和开启强激光器而产生大量的电磁干扰(EMI)。而且，电路需要较紧凑的定时容限来使激光器之间的占空比失真最小化。

[0143] 同步光脉冲

[0144] 如果光发射器“关闭”和“开启”时段与镜翻转同步，则实际上在静态帧之间应当无差异，并且光源脉冲发生器仅需要在镜翻转时段处运行，从而大大减少了所生成的EMI并且允许松散的定时考虑。图11示出了其中从光发射器输出的光与DLP翻转周期同步的示例实施方式。

[0145] 当新的帧到达时，可以经由双缓冲方案(或者在需要时在块中从上到下)来同步地更新所有像素的镜翻转逻辑。

[0146] 将光源与DLP同步

[0147] 一些DLP驱动器芯片提供指示镜翻转周期(mirror flip cycle)的开始的“触发”引脚。在不存在上述“触发”引脚时，可以构造独立的“镜定时恢复”电路。当镜处于“关闭”状态时，镜将光发送至“转储”区域。将感光器置于转储区域中会当镜翻转至“关闭”状态时将电压发送回电路。在“训练模式”期间，激光器持续开启并且DLP仅将最低有效位发送至转储区域(即，具有8位控制的DLP的驱动水平254)。使用高速参考时钟和计数器，可以确定最短镜翻转的时段，并且可以预测随后的镜翻转的定时。在电信应用中使用类似的方法以用于时钟和从单线串行数据流的数据恢复。可以根据恢复系统中的误差量来提供抖动衰减器。

[0148] 利用所恢复的镜翻转时段，光源可以针对光发射器将PWM与镜翻转时段同步，以使

得可以针对最短镜翻转时段(以及所有的较长时段)产生确定性光强度。在较长镜翻转时段期间,PWM周期可以简单地重复(针对位1为两次,针对位2为四次,针对位3为8次等),或者为了进一步减少EMI,PWM周期时段可以针对每位而加长。

[0149] 图12示出了示例系统1200,在该示例系统120中,光源102通过光学系统(其例如可以如在本文讨论的任何实施方式中所描述的光学系统)照射PWD 1204,由PMD 1204引导光1205以照射DMD(或DLP)1206的有效区域。DMD 1206的像素可操作成将光定向至屏幕1208或光转储区1210。感光器1212测量在光转储区1210处入射的光。由于该光在DMD 1206的微镜翻转时为开启和关闭状态,因此感光器1212的输出信号被调制。感光器1212的输出信号被提供给定时恢复电路1214,定时恢复电路1214还接收参考时钟信号1214A。定时恢复电路通过对来自感光器1212的信号的分析来确定DMD镜翻转周期的定时并且生成同步信号1215,同步信号1215被提供给PWM发生器1218。PWM发生器1218接收光发射器驱动值1219并且生成PWM信号以使光发射器驱动器1220在合适的水平处驱动光源102。PWM发生器1218将PWM信号与同步信号1215同步。

[0150] 可以减少从激光器电源汲取的最大电流并且稍微减少EMI而添加的进一步增强是略微地缩短PWM时段并且使不同光发射器的开启时间错开。

[0151] 错开激光器开启时间需要来自激光器电源的较小的最大电流容量,这是因为在任何给定时间处仅一个激光器开启。这还应当减少由电源产生的EMI。图13示出了与DMD镜翻转同步的错开的激光器开启时间。

[0152] 光发射器温度控制

[0153] 激光二极管的温度影响所产生的波长和效率(流明/瓦特)。如果激光器输出在扩展时段内被衰减至低水平,则激光器可能过度地冷却并且流明输出可能劣化。更槽糕地,光输出可以变得相对于PWM驱动水平而不确定。为了校正该情况,光源可以被配置成在它们被冷却时较强地驱动激光器并且将过量的光引导至转储区域以使激光器升温。替选地,可以使用珀尔帖(Peltier)元件(和或另外的加热器)来加热或冷却在期望温度范围以外操作的激光器。可以实现光学反馈路径以检测光束的一部分中的光强度以相对于激光器驱动水平和温度来测量流明输出的准确度。

[0154] 示例应用

[0155] 可以使用本发明的实施方式来对上述的任何应用或市场提供照明。由平铺的基本上不交叠的相干的偏振激光的光斑构成的光分布具有多个潜在的应用。示例应用使用相位调制装置(PMD)提供照明以产生光场。在需要时可以个体地调制激光器的输出。在一些实施方式中,光斑的偏振被定向成与由PMD优先传递的偏振匹配。

[0156] 示例相位调制装置包括:

[0157] • 空间光调制(SLM),例如1D或2D像素阵列,其中,在像素处被寻址的驱动水平关联至被施加于照射到该像素上的光的相位延迟,例如,0与65535之间的驱动水平可以对应于0与2π弧度(光的波长的一个周期)之间的相位延迟的范围。

[0158] • 这样的空间调制器可以同步地改变光的偏振状态(示例为透射性液晶显示器或者反射性硅基液晶显示器)。替选地,这样的SLM可以被设计成影响该像素的相位延迟,而不影响像素的偏振。

[0159] • 声光调制器(AOM;也称为布拉格单元)可以影响入射光的偏转角、其相位、频率

和偏振特性。

[0160] • 光栅光阀(GLV);目前,这些装置为1D可寻址阵列,其中,每个像素或元件可以通过机械地改变光程长度来改变入射光的相位。

[0161] • 可变形镜;使用具有控制点阵列的连续可变形镜表面或者离散的单独调制的反射性像素阵列。

[0162] 可以使用相位调制装置来产生期望的光场。在典型意义上的透镜是可变厚度的透明材料片例如将通过透镜表面的入射光的相位不同地延迟的玻璃,以根据透镜的曲率或形状来产生聚焦光点或非聚焦光点。通过使用相位调制装置(PMD)来延迟入射光的相位来实现类似的效果。例如,可以通过对PMD上的变化的相位图案进行寻址来实现透镜的效果,其中,在PMD的中心具有例如2π相位延迟,在PMD的边缘上下降至0相位延迟。可以通过控制PMD以提供如菲涅尔透镜的图案的相位调制(即,通过对用于驱动PWD像素的值进行相位叠加),来实现更强的透镜(具有更短焦距的透镜)。

[0163] 可以控制PMD以类似方式——例如通过在PWD上沿一个方向施加慢变化相位延迟量——来模拟例如棱镜和光栅的其他光学元件的效果。

[0164] 可以将不同效果组合在PMD上。示例是聚焦并且转换入射光分布的相位图案。这可以通过控制PMD来改变光的相位的图案来实现,所述改变为针对透镜和棱镜叠加(添加)相应相位延迟图案。

[0165] 并排或叠加在PMD上的若干个透镜可以粗略地对图像进行近似。通过适当的控制PMD来模拟多个透镜的动作,可以产生以下情形:图像或图像的一部分聚焦在沿光传播方向的任何地方,例如在若干个平面中。

[0166] 可以控制PMD来产生任何极其宽的输出光场范围。可以以多种方式完成确定使用哪些数据来驱动PMD产生特定期望的输出光场。在计算上较昂贵但较为精确的模式下,可以应用由整个光学系统(包括PMD)提供的逆变换的数学模型来以期望的输出光场开始并且计算与期望输出光场对应的PMD像素设置。计算上较不密集但较不精确的模式包括:针对可以通过PMD模拟以产生近似目标光图案的输出光图案的一个或更多个分立光学元件(透镜、棱镜等)来设置参数。参数例如可以包括尺寸、位置和光强度。

[0167] 在公开为WO2015054797;PCTCA2015000324;PCTCA2015050515;和PCTCA2015050730的PCTCA2014051013中描述了用于控制PMD以产生期望图像或要显示的其他光图案的各种方法,上述申请中的所有申请的公开内容出于各种目的通过引用合并到本文中。

[0168] 基于混合GS的成像:

[0169] 在示例实施方式中,使用修正的Gerchberg-Saxton算法在PMD上生成图案以产生远场中的图像。Gerchberg-Saxton算法是用于恢复光场对的相位的迭代方法。给定某个目标照明分布以及良好表征的输入光分布,可以使用迭代方法来收敛于相位图案上,该相位图案当被应用于PMD时将近似为远场中的目标分布。

[0170] 平行光束阵列被转发至PMD的有效区域上,每个阵列覆盖有效区域的片段,并且提供光以在远场中形成子图像。这在图14A中示出。由光束的不完全平行化引起的未对准可以通过以下操作来校正:将棱镜叠加在应用于PMD的相应区域的调制图案上以将与该区域对应的子图像转换为对准,使得每个子图像被准确地叠加在图像位置处。

[0171] 分段方法

[0172] 在该方法中,针对其中图像被划分成与入射束对应的片段的PMD来计算相位图案。可以使用与上述方法类似的方法来计算该图案。如图14B中所示,在该方法中,使用PMD的光场重分布被限制成图像片段内的局部重分布,使得来自单个光束的光仅在相应图像片段内被重新定向。如上所述,可以根据需要将棱镜叠加在每个图像片段中的相位图案上,以用于精细的对准调节。

[0173] 透镜

[0174] 可以控制PMD来模拟其他光学元件例如类似形式的棱镜和光栅的效果,例如,可以通过在PMD上在一个方向上施加慢变化的相位延迟量来提供棱镜。

[0175] 可以在PMD上组合不同的效果。示例是聚焦并且转换入射光分布的相位图案。这可以通过控制PMD来改变在针对透镜和棱镜叠加(添加)了相应相位延迟图案的图案中的光相位来实现。

[0176] 可以与由平铺的非叠加光斑构成的输入光场结合地使用该方法,以转换和缩放各个光斑或小部分光斑以近似图像。

[0177] 自由形状的透镜

[0178] 并排或叠加在PMD上的若干个透镜可以粗略地近似图像。通过控制PMD来呈现在PMD的区域上连续变化的相位调节从而可以实现更复杂的图像或照明分布。这样的相位分布可以通过迭代优化方法来实现,在该方法中,当前解决方案与目标图像之间的差异被迭代地最小化直到满足完成准则为止。

[0179] 优化器基于正向模型或其逆向模型来发现一种使用最小化或优化方法的解决方案。可以利用光重分布方案的初始猜想以及正则项在较少的迭代中朝向合适的解收敛。还可以提供系统约束。现有度量例如最大迭代次数、残差或感知度量,确定程序何时停止并且输出光重分布方案形式的当前解。

[0180] 在入射光是平行光束的2D阵列形式时可以应用优化方法。输入光分布可以被表征和提供为算法的输入,并且必须计算将输入光分布转换成焦平面内的期望图像的透镜表面。

[0181] 无透镜算法

[0182] 另一方法计算相位图案,该相位图案在距PMD的一定距离的指定焦平面中而不是在远场中产生目标光场。该算法可以产生期望的输出光图案,而在光路中没有附加的透镜。这样的无透镜算法可以与良好表征的平铺的非交叠光束阵列一起使用。可以基于入射光分布来生成要提供在PMD上的相位图案。

[0183] 转移至转储区以用于局部暗化

[0184] 通过脉冲化或者通过动态地改变电流来对包括激光二极管或LED的一些光源的动态暗化可能会负面地影响光源稳定性和寿命。如果场景需要,则可以使用用于在算法上校正光束对准的动态转移方法将整个光束转移至光束转储区以实现总体暗化效果,而不对源输入功率进行脉冲化或修改。

[0185] 针对失真抑制的二极管属性差异

[0186] 策略上将具有不同属性的光源组合可以用于使某些不理想的失真的出现最小化。例如当使用相干单色光显示图像时,可能发生诸如斑点的失真。与利用单个源的成像相比,

组合多个光束以形成总体图像可以使算法噪声、图像斑点和屏幕斑点减少。另外，如果光源被选择成具有略微不同的波长或者被配置成改变输入角度，则平均效果可以使某些图像失真的出现最小化。

[0187] 投影系统中的示例应用

[0188] 图15示出了根据示例实施方式的光投影系统1500。来自光源阵列102的光束在1502处被组合成非交叠的平行的准直化光束的2D阵列，并且由转发光学器件1504转发到空间光调制器1505上。计算机将控制信号发送至空间光调制器，空间光调制器改变入射光场以实现目标照明分布。该空间光调制器的输出然后通过投影光学器件1506被转发，并且被聚焦至在该情况下为投影屏幕1507的表面上。

[0189] 立体光刻的示例应用

[0190] 立体光刻3D打印机使用UV、IR或可见光对树脂进行固化。这样的系统可以包括树脂缸和每次对一个层(Z轴)进行固化的2D扫描激光束。在每个层完成时，部分完成的模型降低一步而进入缸中，并且下一层被“写入”。该处理通常占用一些时间来完成，例如每层为10分钟或者整个3D模型为6小时。

[0191] 一些方法用UV光源取代投影系统内的可见光源，则立刻暴露整个层，替代了以2D方式扫描来产生层。使用该技术存在两个限制：首先，限制了典型投影器可以产生的强度，因此该层需要被暴露较长的时间；其次，限制了典型投影器的对比度，因此其中不打算对树脂进行固化的区域将接收少量的光，这可能足以对树脂进行固化并且有效地限制模型可以被打印的分辨率。

[0192] 使用例如本文讨论的光重定向投影方法对光进行投影以在3D打印机中成像地暴露层，可以产生较高的打印速度(由于局部强度较高)以及较高的准确性(由于存在有限的光泄露或不存在光泄露)的改进。

[0193] 示例实施方式

[0194] 图16A和图16B提供了如何将本文所述的实施方式应用于显示彩色图像或其他光图案以及如何放大光功率(通过改变在一个投影器内或者在不同投影器之间的模式)的说明。一些实施方式通过生成和调制三种颜色(例如，红色、绿色和蓝色)的光来执行彩色成像。这些颜色可以并行地被生成和调制(例如，使用不同PMD)或者以时间复用方式被显示(例如，相同的PMD可以在不同时段中调制不同颜色的光)。

[0195] 不同颜色的光发射器可以具有不同的光功率输出。而且，某些成像或照明应用可能针对不同颜色需要不同的光功率水平。可以以各种方式来兼顾使用可能具有不同光功率输出的不同颜色的光发射器的期望和或针对某些应用的不同颜色的不同光功率水平的需要。在一些实施方式中，不同颜色的光发射器的数目不同。针对每种颜色的光学系统可以用与用于该颜色的光源的数目对应的数目的光斑来平铺PMD或者其他动态可寻址聚焦元件的有效区域。另外，光斑的布置可以在不同颜色之间不同。例如，对于一些颜色，PMD的有效区域可以被光斑的单行或单列所覆盖，而对于其他颜色，PMD的有效区域可以由具有多行和多列的光斑或阵列所覆盖。

[0196] 此外，可以通过增加光发射器的数目来增大总体的可用光功率。这可以针对单色投影器或针对多色投影器中的任一种或更多种颜色来完成。图16A和图16B示出了两个可能布置，一个布置(图16A)针对较低功率投影器，另一布置(图16B)针对较高功率投影器。在该

非限制性示例实施方式中，在图16B中红色光发射器和绿色光发射器的数目被加倍。相同数目的蓝色光发射器在两个实施方式中提供相等的光功率(当然如果需要，也可以增加蓝色光发射器的数目)。图16A和图16B可以表示不同投影器或单个投影器的不同操作模式。

[0197] 在一些如图16A和图16B的示例实施方式中，由激光二极管提供光，激光二极管的快轴被准直化。光束沿慢轴发散以填充PMD的有效区域。在其他实施方式中，共同地对PMD的有效区域照射的光斑可以是不同形状的或者可以被布置成提供对PMD有效区域的不同平铺。

[0198] 术语的解释

[0199] 除非上下文清楚要求，否则，贯穿本说明书和权力要求：

[0200] • “包括”、“包含”等要解释成与排他性或穷尽性意义相反的包括性意义，也就是说，要解释为“包括但不限于”的意义；

[0201] • “连接的”、“耦接的”或其任何变型意指两个或更多个元件之间的直接或间接的任何连接或耦接；元件之间的耦接或连接可以是物理的、逻辑的或其组合。

[0202] • “本文中”、“以上”、“以下”以及类似引入的词语，当被用于描述本说明书时，应当指代该说明书全部，而不是该说明书的任何特定部分；

[0203] • “或者”，在引用两个或更多个项的列表时，覆盖词语的以下解释中的全部解释：列表中的项中的任一项、列表中的项中的所有项以及列表中的项的任何组合；

[0204] • 单数形式“一”、“一个”和“该”还包括任何适当的复数形式的意义。

[0205] 例如“垂直”、“横向”、“水平”、“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向里”、“向外”、“垂直”、横向”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶”、“底”、“以下”、“以上”、“下”等的指示方向的词语被用在本说明书和任何所附权力要求(在存在的情况下)中时，取决于所描述和示出的设备的具体方向。本文所描述的主题可以采用各种替选方向。因此，这些方向术语不被严格地定义并且不应当被狭隘地解释。

[0206] 虽然以给定顺序表示过程或块，但是替选示例可以执行具有不同顺序的步骤的例程或者采用具有不同顺序的块的系统，并且可以删除、去除、添加、再划分、组合和/或修改一些过程或块以提供替选方式或子组合。这些过程或块中的每一个可以以各种不同方式来实现。而且，虽然有时过程或块被示出为顺序地(连续地)执行，但是作为替代，这些过程或块可以并行地执行或者可以在不同时间处执行。

[0207] 当在上文中引用部件(例如，光发射器、镜、透镜、组件、装置、电路等)时，除非另外指出，否则对该部件的引用(包括对“装置”的引用)应当解释为包括执行上述部件的功能的任何部件的等同物(即，功能上等同)，包括与执行本发明的所示示例性实施方式中的功能的所公开的结构在结构上不等同的部件。

[0208] 在本文中已经出于示出目的描述了系统、方法和设备的具体示例。这些仅是示例。本文中提供的技术可以应用于除上述示例系统以外的系统。许多变型、修改、添加、省略和置换在本发明的实践内是可能的。本发明包括对于技术人员而言明显的对所描述的实施方式的变型，包括通过以下操作获得的变型：利用等同特征、元件和/或动作来替换特征、元件和/或动作；对来自不同实施方式的特征、元件和/或动作进行混合和匹配；将来自本文所述的实施方式的特征、元件和/或动作与其他技术的特征、元件和/或动作组合；和/或省略组合来自所描述的实施方式的特征、元件和/或动作。

[0209] 因而意在:以下所附权利要求以及之后引入的权利要求被解释为包括可以合理推断的所有这样的修改、置换、添加、省略和子组合。权利要求的范围不应当通过示例中阐述的优选实施方式来限制,而应当被给出与说明书整体一致的最宽解释。

[0210] 关于包括以上实施例的实施方式,还公开下述的技术方案:

[0211] (1).一种光源,包括:

[0212] 多个光发射器,所述多个光发射器中的每个光发射器能够操作成发射相应的光束;

[0213] 一个或更多个镜,所述一个或更多个镜被布置成对所述光束进行重定向以提供紧密间隔的平行光束阵列;以及

[0214] 动态可寻址聚焦元件,所述动态可寻址聚焦元件由所述紧密间隔的平行光束阵列来照射,所述动态可寻址聚焦元件具有基本上被光斑阵列覆盖的有效区域,所述光斑中的每个光斑与所述紧密间隔的平行光束阵列中的光束之一对应。

[0215] (2).根据(1)所述的光源,其中,所述紧密间隔的平行光束阵列是具有以下长度和宽度的二维阵列,所述长度和宽度均比所述光斑中任一光斑的长度和宽度大。

[0216] (3).根据(1)或(2)所述的光源,其中,所述镜包括第一组平行刀刃镜和第二组平行刀刃镜,所述第二组平行刀刃镜相对于所述第一组刀刃镜中的刀刃镜被横向地定向。

[0217] (4).根据(1)或(2)所述的光源,其中,所述镜包括具有圆形对称表面的至少一个镜,并且所述多个光发射器被布置成将所述相应光束定向成径向地朝向所述至少一个镜的所述圆形对称表面,所述镜操作成将所述光束重定向成在与所述至少一个镜的对称轴平行的方向上行进。

[0218] (5).根据(4)所述的光源,其中,所述至少一个镜的所述圆形对称表面是锥形表面。

[0219] (6).根据(4)所述的光源,其中,所述至少一个镜的所述圆形对称表面是抛物形表面。

[0220] (7).根据(4)至(6)中任一项所述的光源,其中,所述光源被布置成至少第一组和第二组,其中,所述第一组的光源被布置在沿所述对称轴的第一距离处,所述第二组的光源被布置在沿所述对称轴的与所述第一距离不同的第二距离处。

[0221] (8).根据(1)至(8)中任一项所述的光源,包括在所述镜与所述动态可寻址聚焦元件之间的缩微光学器件。

[0222] (9).根据(8)所述的光源,其中,所述缩微光学器件被配置成将由所述紧密间隔的平行光束阵列覆盖的横截面面积减小至少4倍。

[0223] (10).根据(8)或(9)所述的光源,其中,所述缩微光学器件包括第一透镜和第二透镜。

[0224] (11).根据(1)至(10)中任一项所述的光源,其中,所述光发射器发射偏振光,并且所述光发射器和所述镜被布置成使得所述光斑的偏振方向基本上相同。

[0225] (12).根据(1)至(11)中任一项所述的光源,其中,沿着从所述光发射器中的每个光发射器至所述动态可寻址聚焦元件的有效区域的光束的光程长度基本上相等。

[0226] (13).根据(1)至(12)中任一项所述的光源,其中,所述动态可寻址聚焦元件包括相位调制器。

[0227] (14).根据(1)至(12)中任一项所述的光源,其中,所述动态可寻址聚焦元件包括可变形镜。

[0228] (15).根据(1)至(12)中任一项所述的光源,其中,所述动态可寻址聚焦元件包括微机械扫描镜阵列。

[0229] (16).根据(1)至(15)中任一项所述的光源,包括控制系统,所述控制系统被连接成驱动所述动态可寻址聚焦元件以在图像位置处生成期望光图案。

[0230] (17).根据(16)所述的光源,其中,所述控制系统被配置成驱动与所述光束中的未对准光束的光斑对应的区域以补偿所述光束的未对准。

[0231] (18).根据(16)或(17)所述的光源,其中,所述控制系统被配置成驱动所述有效区域中的与多个所述光斑中的每个光斑对应的部分来模拟透镜,其中所述透镜具有基于所述期望光图案确定的焦距。

[0232] (19).根据(16)至(18)中任一项所述的光源,其中,所述控制系统被配置成驱动所述有效区域中的与多个所述光斑中的每个光斑对应的部分来模拟棱镜,其中所述棱镜具有基于所述期望光图案确定的倾斜度和倾斜方向。

[0233] (20).根据(16)至(19)中任一项所述的光源,其中,所述控制系统被配置成选择性地驱动所述有效区域中的与所述光斑中的一个或更多个光斑对应的部分以将与所述光斑对应的光束重定向至光转储区。

[0234] (21).根据(16)至(19)中任一项所述的光源,其中,所述控制系统被配置成控制所述光发射器的强度。

[0235] (22).根据(21)所述的光源,其中,所述控制系统被配置成个体地控制所述光发射器的强度。

[0236] (23).根据(1)至(22)中任一项所述的光源,其中,所述光发射器包括固态光发射器。

[0237] (24).根据(1)至(23)中任一项所述的光源,其中,所述光发射器包括激光器。

[0238] (25).根据(24)所述的光源,其中,所述激光器包括激光二极管。

[0239] (26).根据(24)或(25)所述的光源,其中,所述激光器具有500mW或更大的光功率输出。

[0240] (27).根据(26)所述的光源,其中,所述激光二极管由包括多个间隔开的激光二极管的至少一个激光二极管线阵来提供。

[0241] (28).根据(27)所述的光源,其中,所述激光二极管由多个所述激光二极管线阵来提供。

[0242] (29).根据(1)至(28)中任一项所述的光源,其中,由所述光发射器发射的光束发散,并且所述光源包括用于所述光束中的每个光束的准直光学器件。

[0243] (30).根据(29)所述的光源,其中,所述准直光学器件仅在一个轴上起作用,并且所述光束在与所述一个轴正交的第二轴上是发散的。

[0244] (31).根据(29)所述的光源,其中,所述光发射器具有快轴和慢轴,所发射的光束在所述快轴和所述慢轴上不同地发散,并且所述准直光学器件在所述快轴和所述慢轴二者上对所述光束进行准直。

[0245] (32).根据(1)至(31)中任一项所述的光源,其中,所述光斑彼此不交叠。

[0246] (33).根据(32)所述的光源,其中,所述光斑覆盖所述有效区域的至少65%。

[0247] (34).根据(1)至(33)中任一项所述的光源,包括空间光调制器,所述空间光调制器由与所述动态可寻址聚焦装置的有效区域相互作用的光来照射。

[0248] (35).根据(34)所述的光源,其中,所述空间光调制器包括LCD面板。

[0249] (36).根据(34)所述的光源,其中,所述空间光调制器包括DMD。

[0250] (37).根据(36)所述的光源,包括用于所述光发射器的驱动器,其中,所述驱动器被配置成操作所述光发射器来发射光脉冲。

[0251] (38).根据(37)所述的光源,其中,用于所述光发射器的驱动器被配置成将所述光发射器的所述脉冲与所述DMD的镜翻转周期同步。

[0252] (39).根据(37)所述的光源,其中,用于所述光发射器的驱动器被配置成使所述光发射器被开启的时间交错。

[0253] (40).根据(37)或(39)所述的光源,其中,用于所述光发射器的驱动器被配置成操作所述光发射器以比所述镜翻转周期的频率显著高的频率来发射所述光脉冲。

[0254] (41).根据(38)所述的光源,包括同步信号发生器,所述同步信号发生器包括光学检测器和镜定时恢复电路,所述光学检测器位于所述DMD的光转储区处,所述镜定时恢复电路被配置成检测所述DMD的镜翻转并且基于检测到的镜翻转来生成同步信号。

[0255] (42).根据(1)至(41)中任一项所述的光源,其中,所述光发射器被配置成发射略微不同波长的光。

[0256] (43).根据(1)至(42)中任一项所述的光源,其中,所述光斑每个均包括相干光。

[0257] (44).根据(1)至(43)中任一项所述的光源,包括加热器,所述加热器被连接成将所述光发射器加热至期望操作范围内的温度。

[0258] (45).根据(44)所述的光源,其中,所述加热器包括热泵。

[0259] (46).根据(45)所述的光源,其中,所述热泵能够选择性地操作成加热或冷却所述光发射器。

[0260] (47).根据(46)所述的光源,其中,所述热泵包括珀尔帖装置。

[0261] (48).根据(1)至(47)中任一项所述的光源,其中,沿着从所述光发射器至所述一个或更多个镜的光束的距离大于沿着从所述一个或更多个镜至所述动态可寻址聚焦元件的所述有效区域的光束的距离。

[0262] (49).一种设备,具有如本文所述的任何新的创造性特征、特征的组合或特征的子组合。

[0263] (50).一种方法,具有如本文所述的任何新的创造性步骤、动作、步骤和/或动作的组合或者步骤和/或动作的子组合。

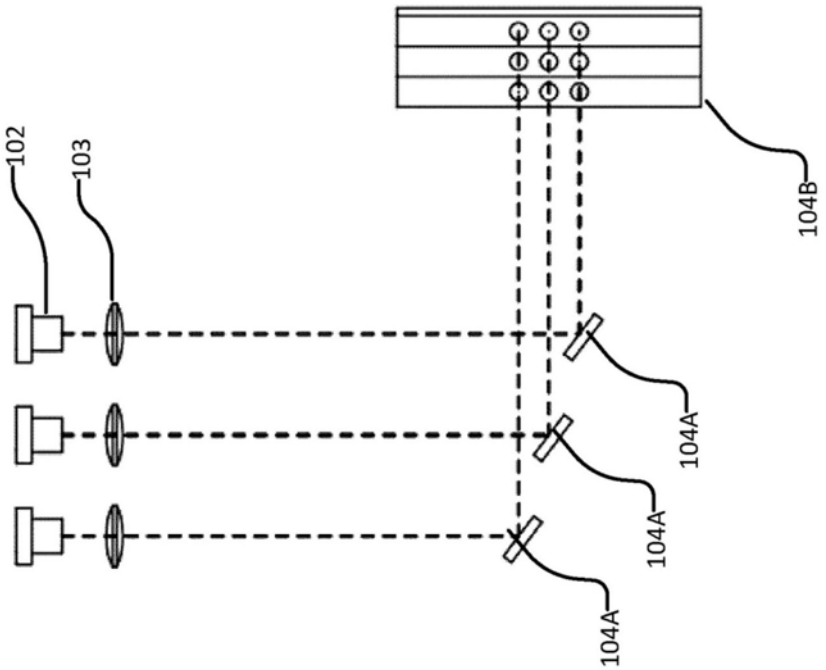

102
103
104B
104A
104A
104A

图1A

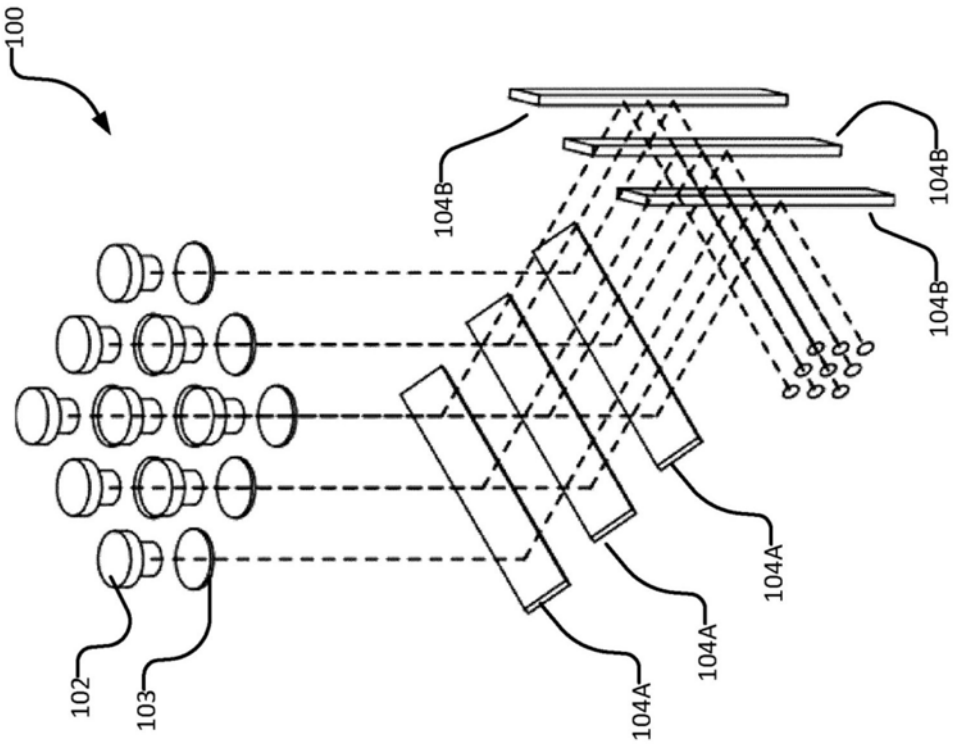

100
104B
104B
104B
104A
104A
104A
102
103

图1B

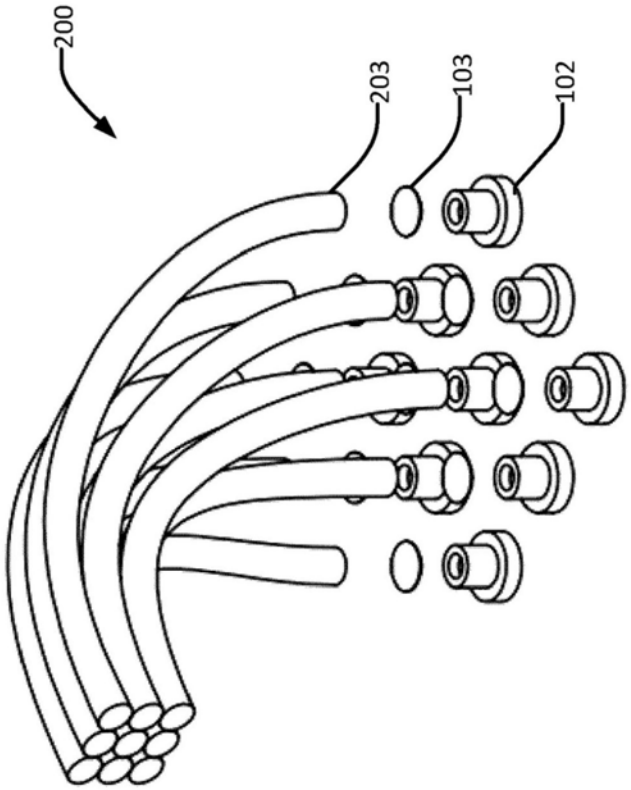


图2A

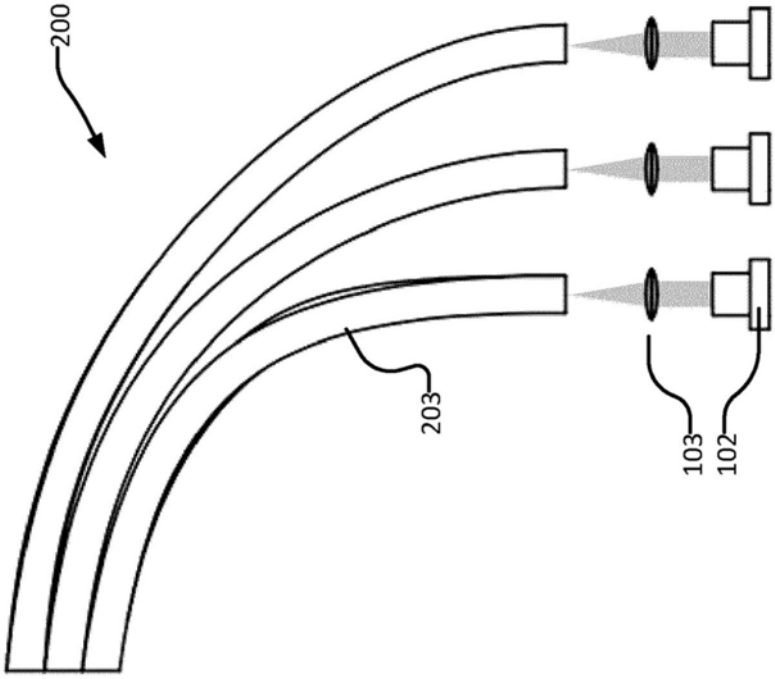


图2B

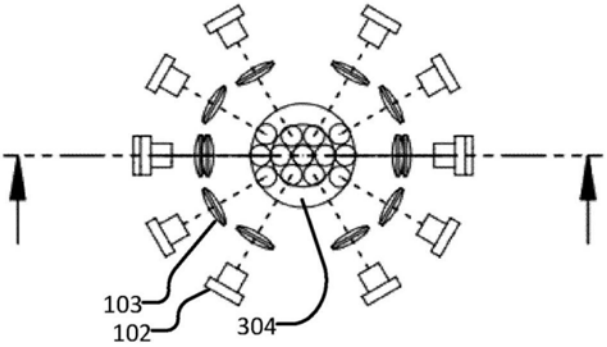


图 3A

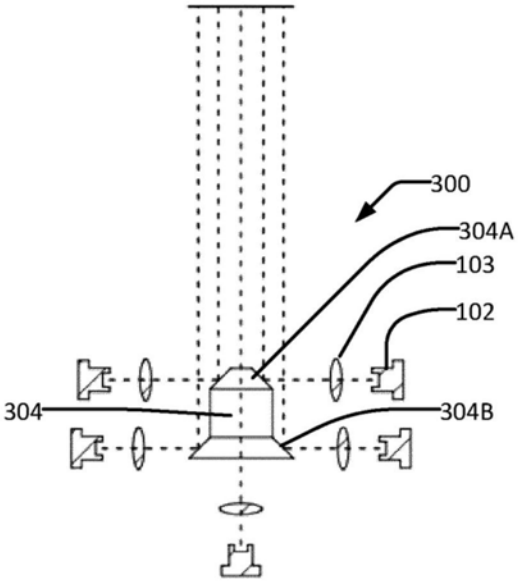


图 3B

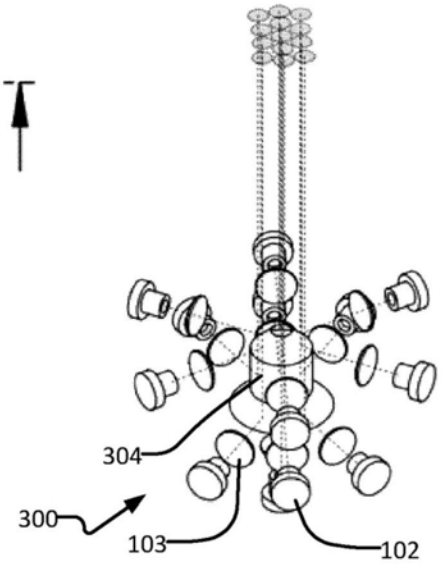


图 3C

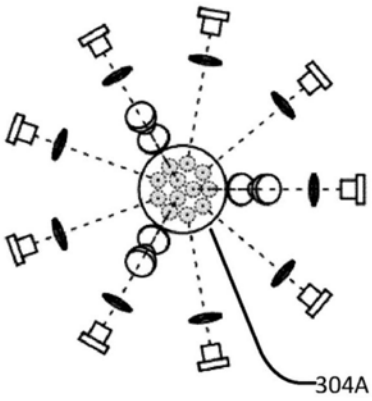


图 3D

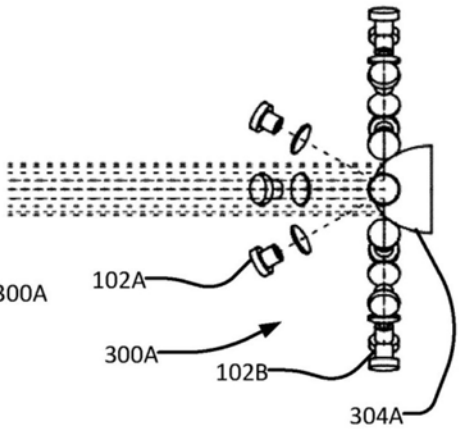


图 3E

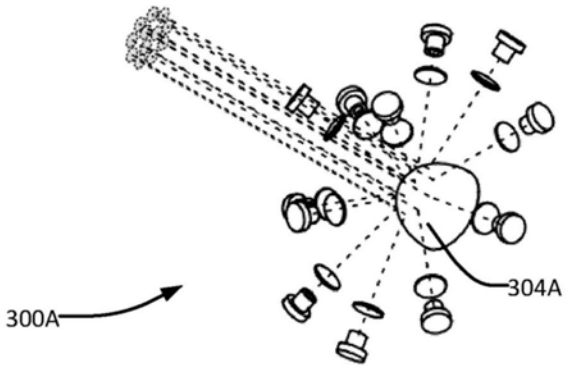


图 3F

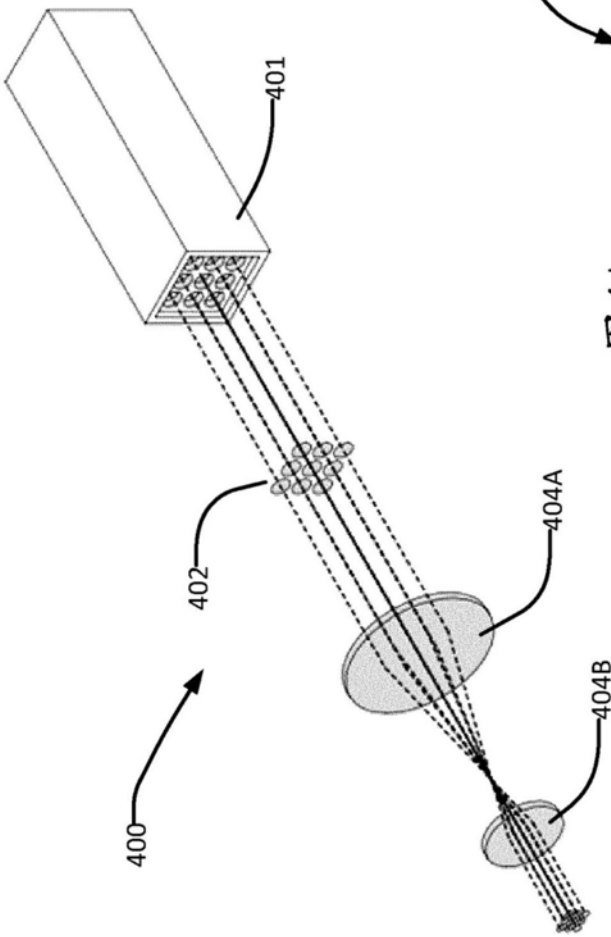


图4A

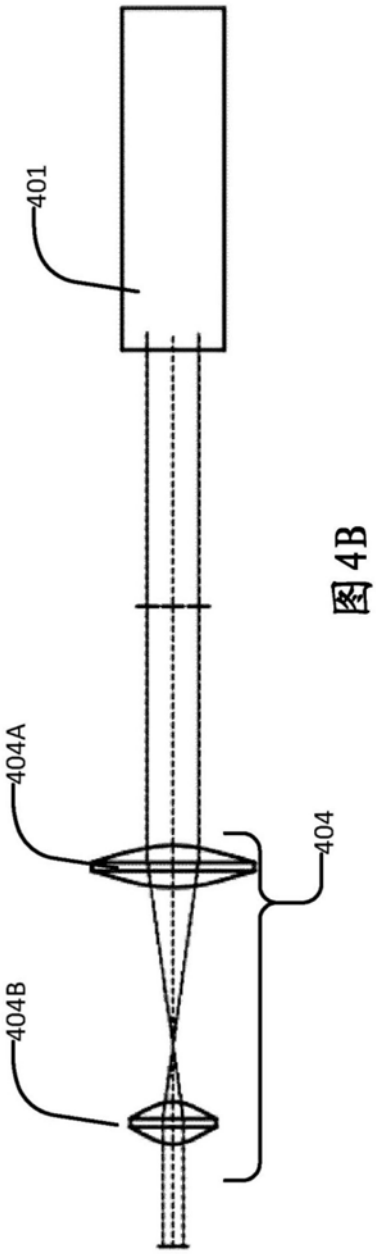


图4B

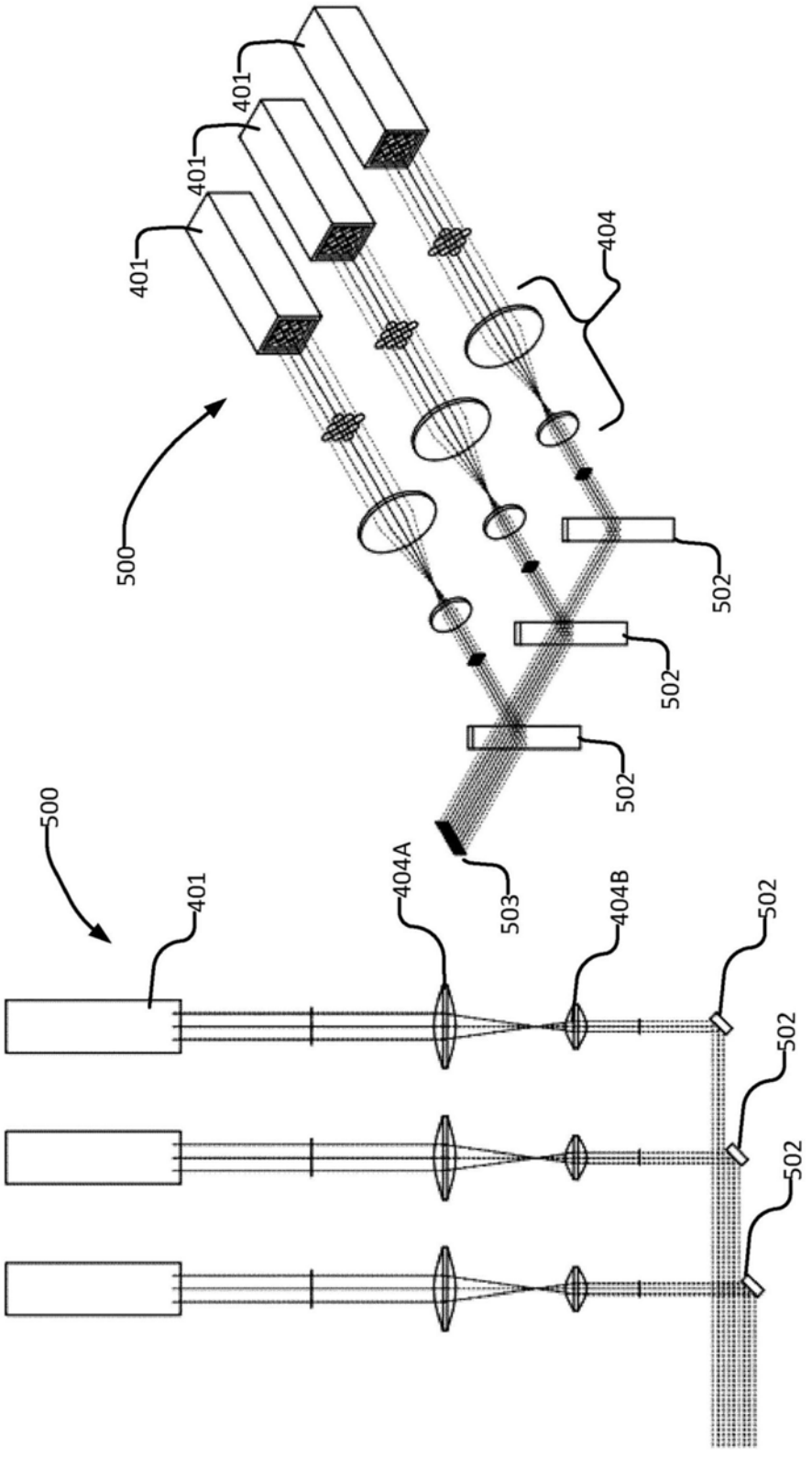

401
401
401
404
500
502
502
502
500
401
404A
503
404B
502
502
502

图5B

图5A

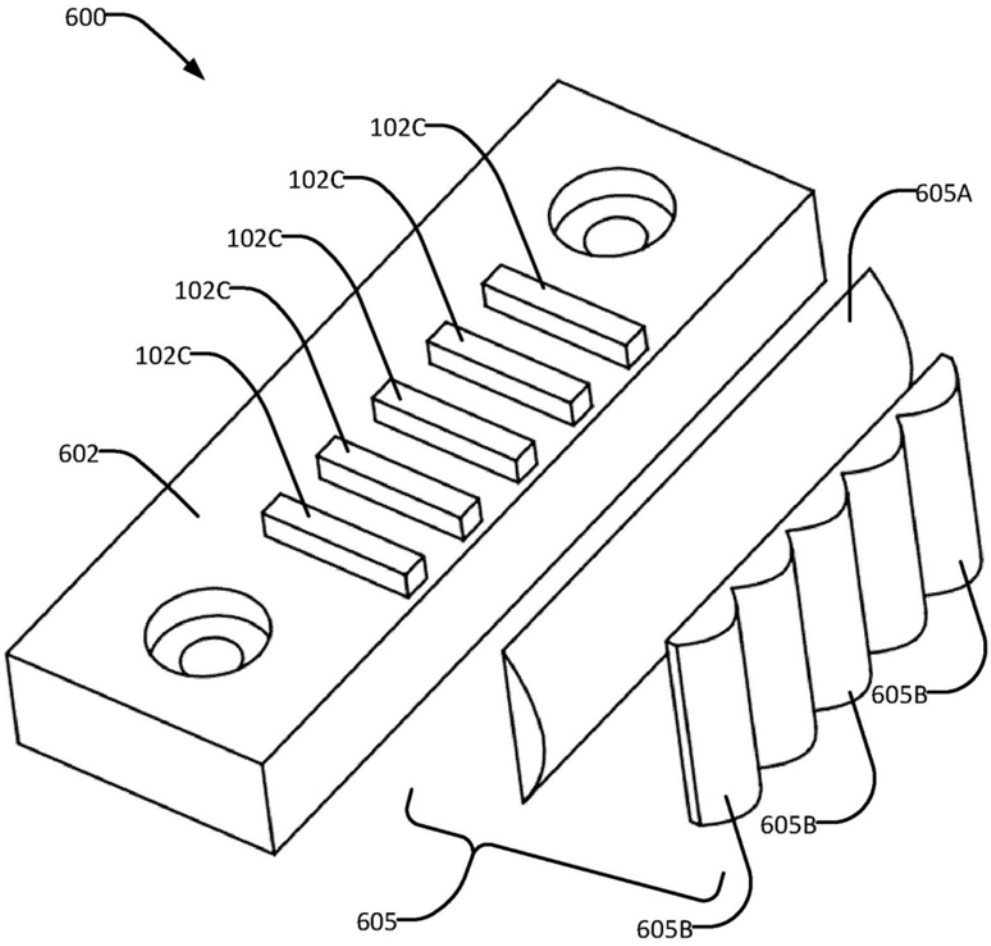


图6

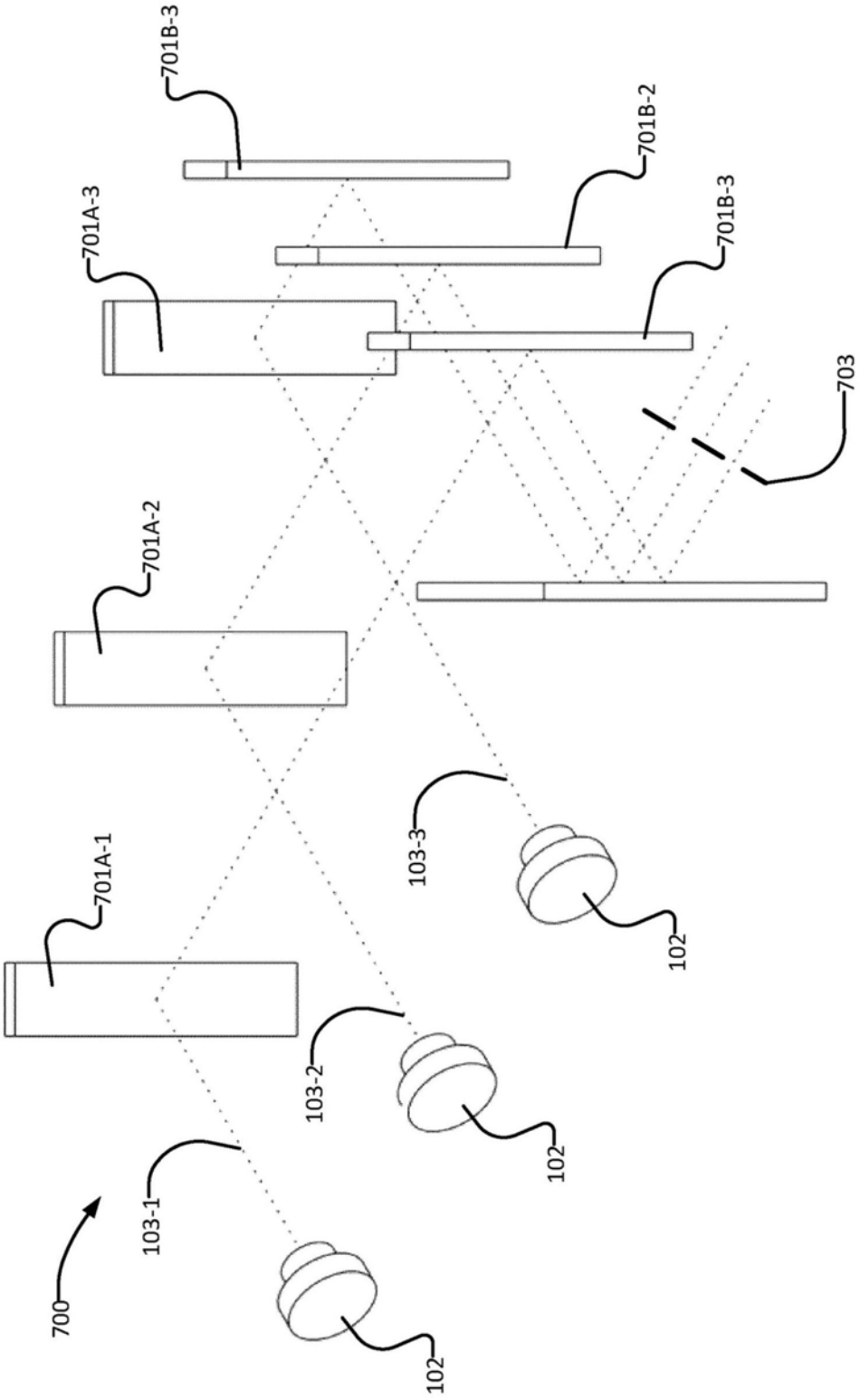

701B-3
701B-2
701A-3
701B-3
703
701A-2
103-3
102
701A-1
103-2
102
103-1
102
700

图7

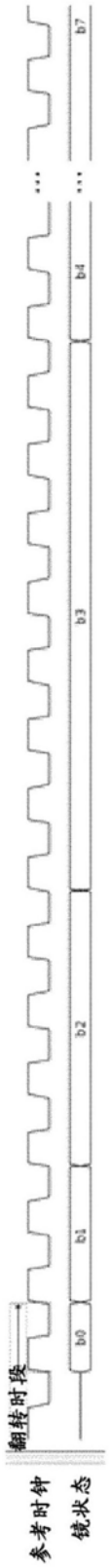


图8

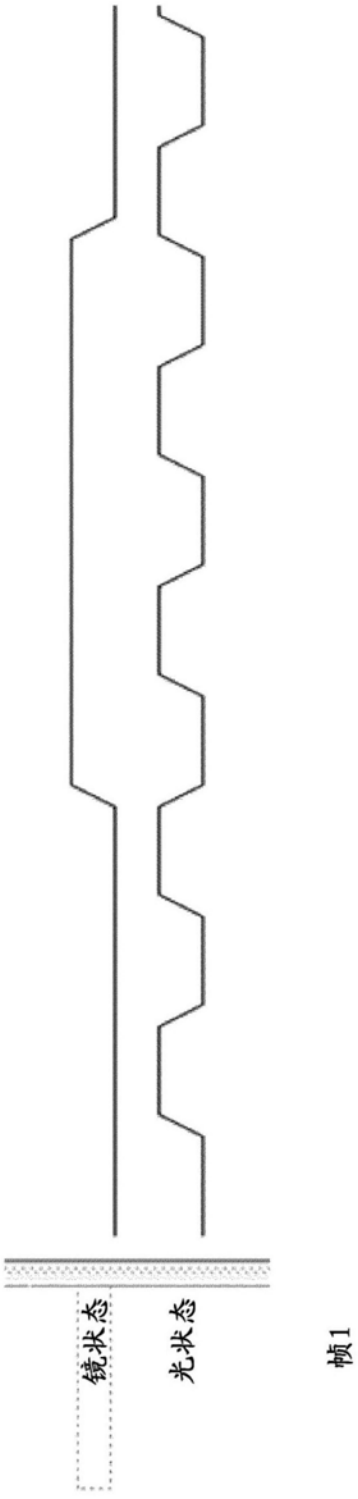


图9A

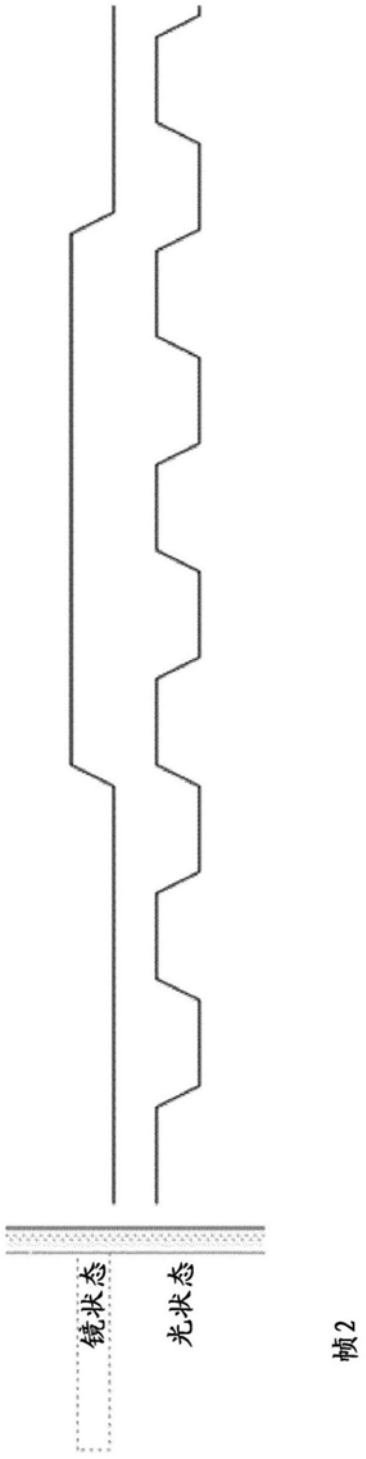


图9B

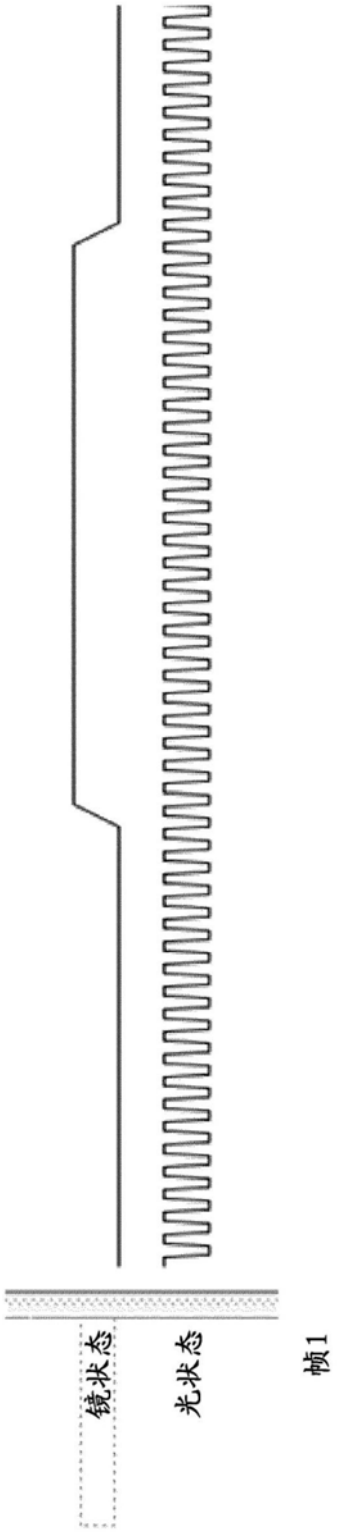


图10A

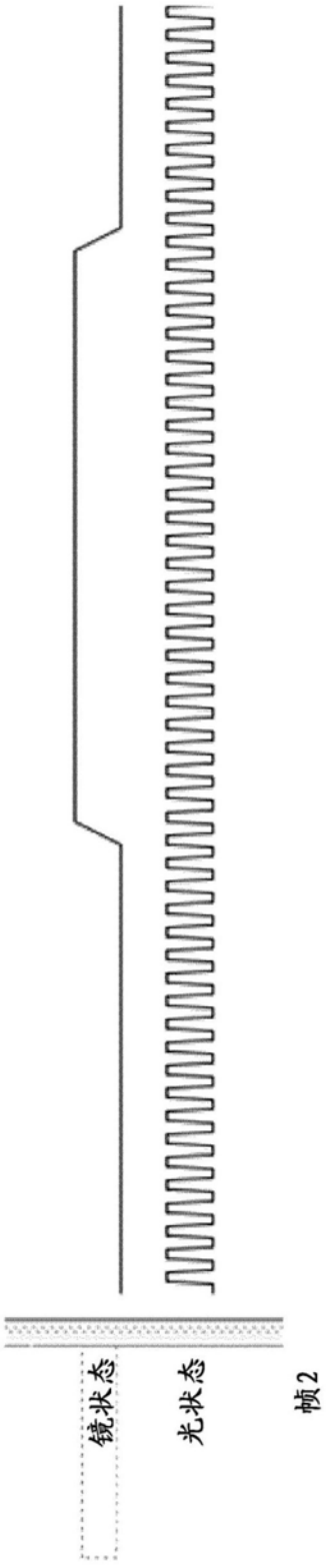


图10B

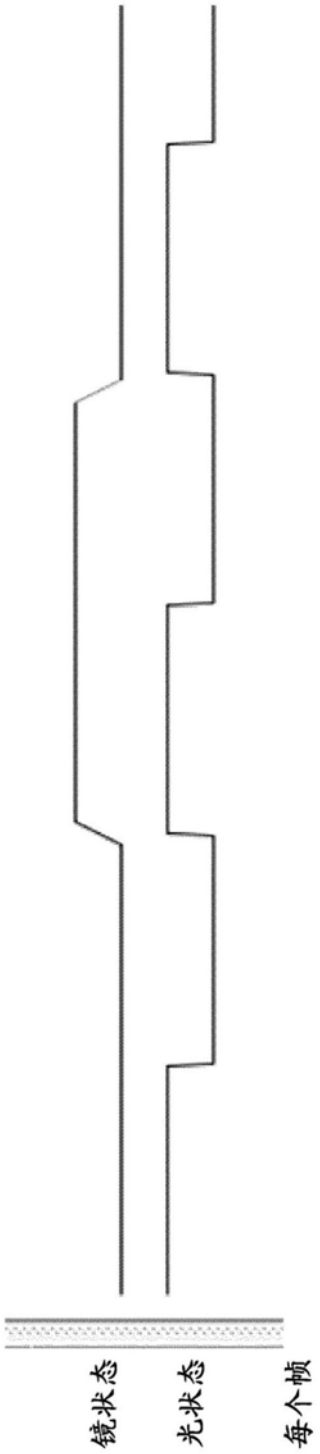


图11

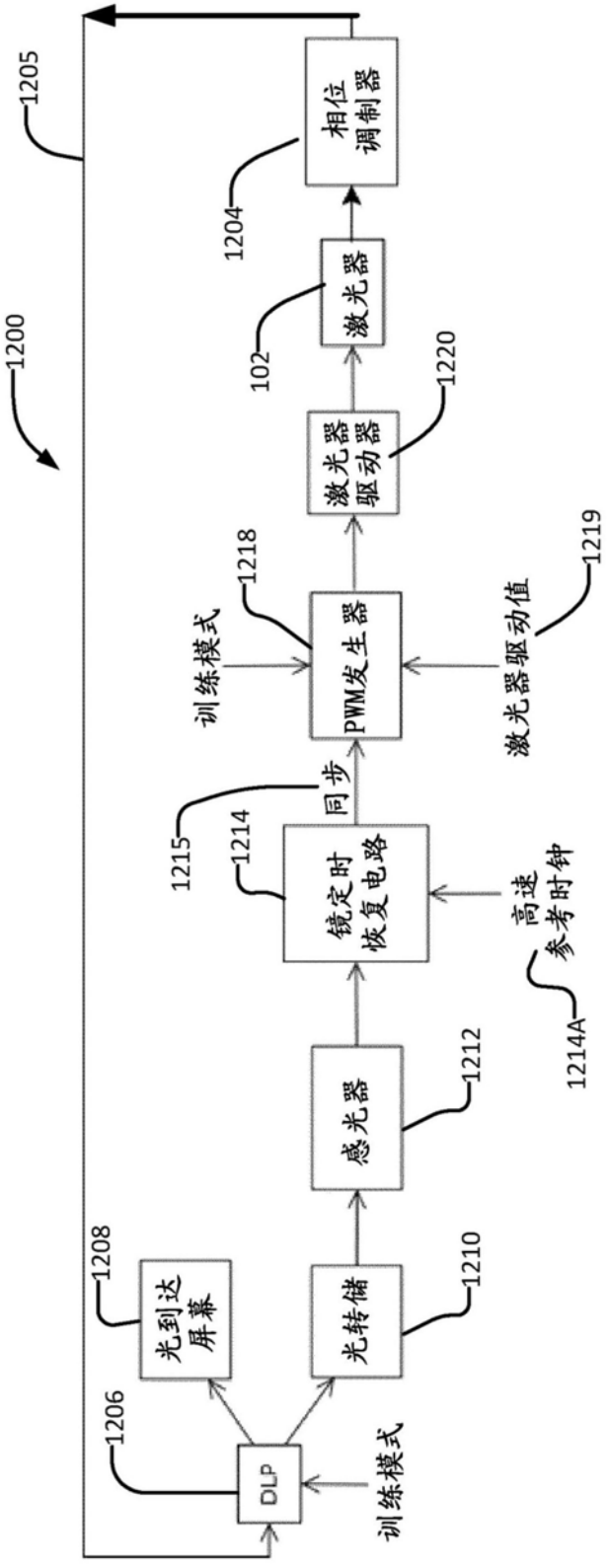

1205
1200
1204
相位调制器
102
激光器
1220
激光器驱动器
1218
训练模式
PWM发生器
1219
激光器驱动值
1215
同步
1214
锁定时恢复电路
高速参考时钟
1214A
1212
感光器
1208
光到达屏幕
1210
光转储
1206
DLP
训练模式

图12

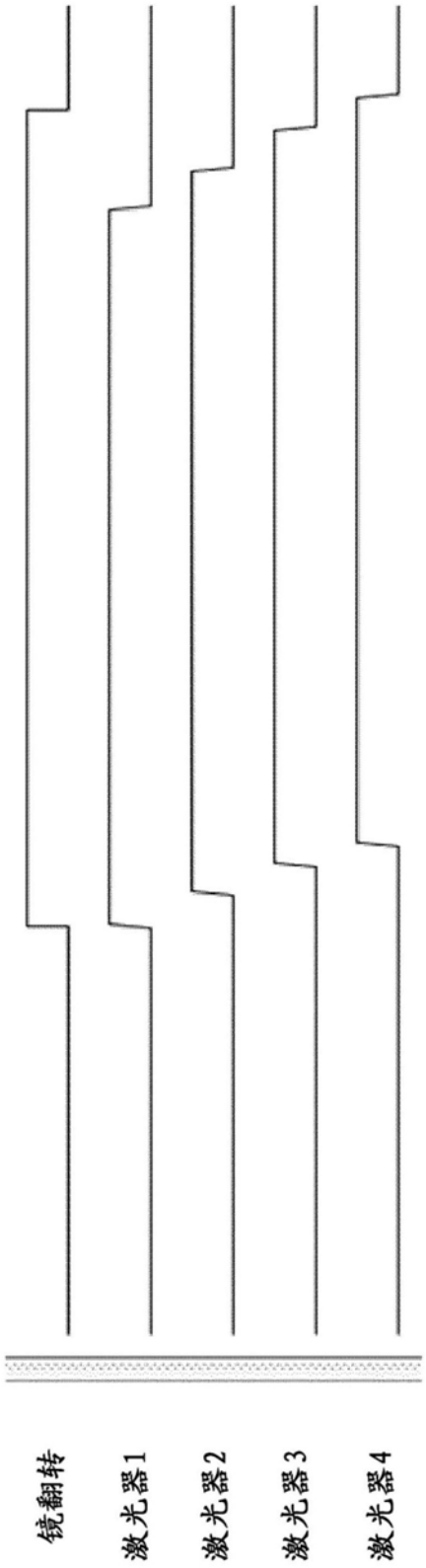


图13

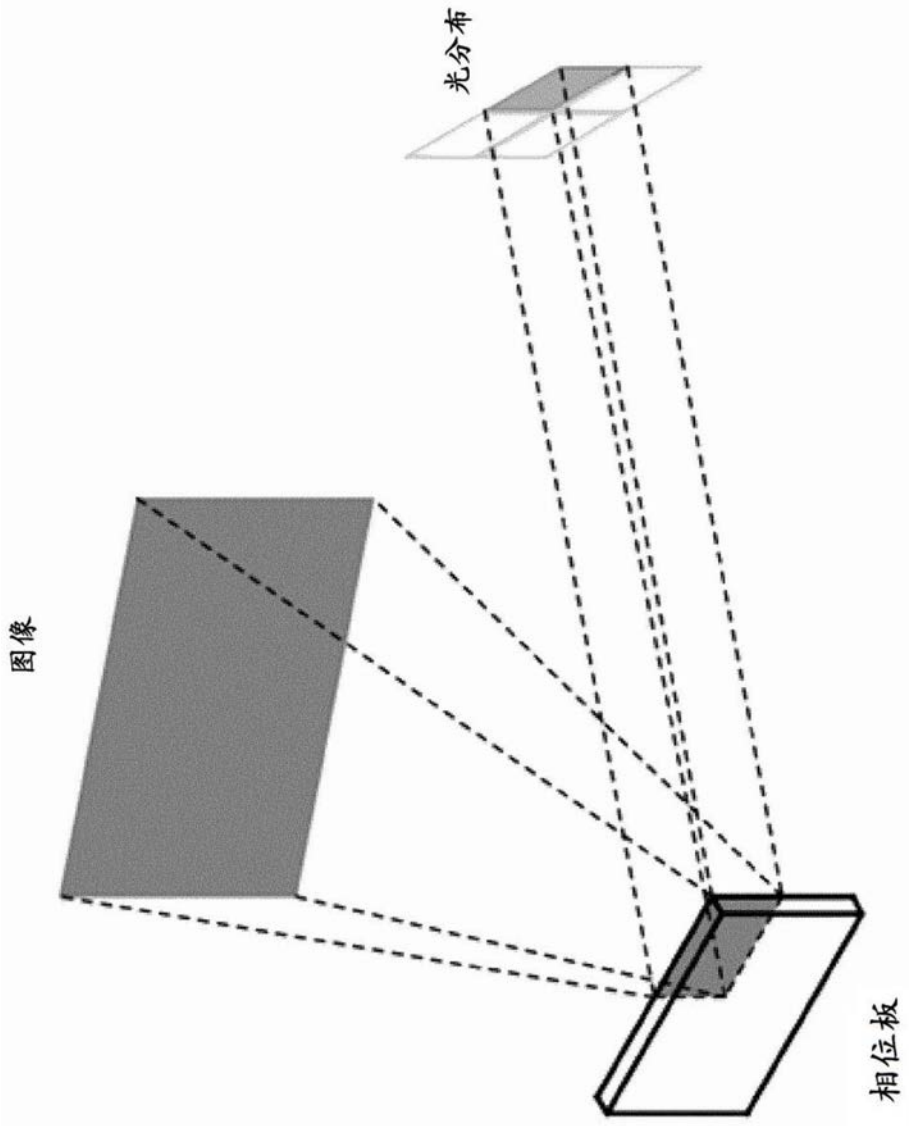


图14A

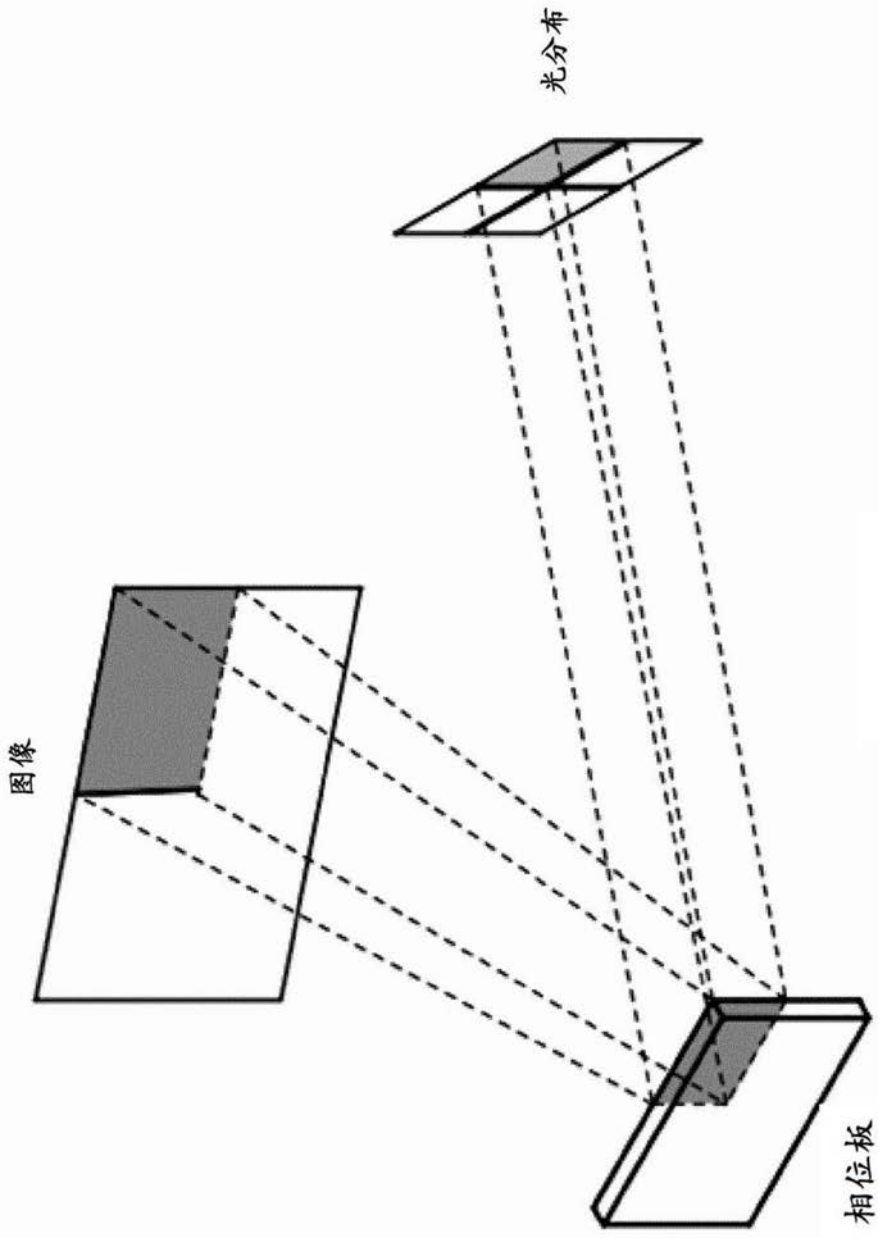


图14B

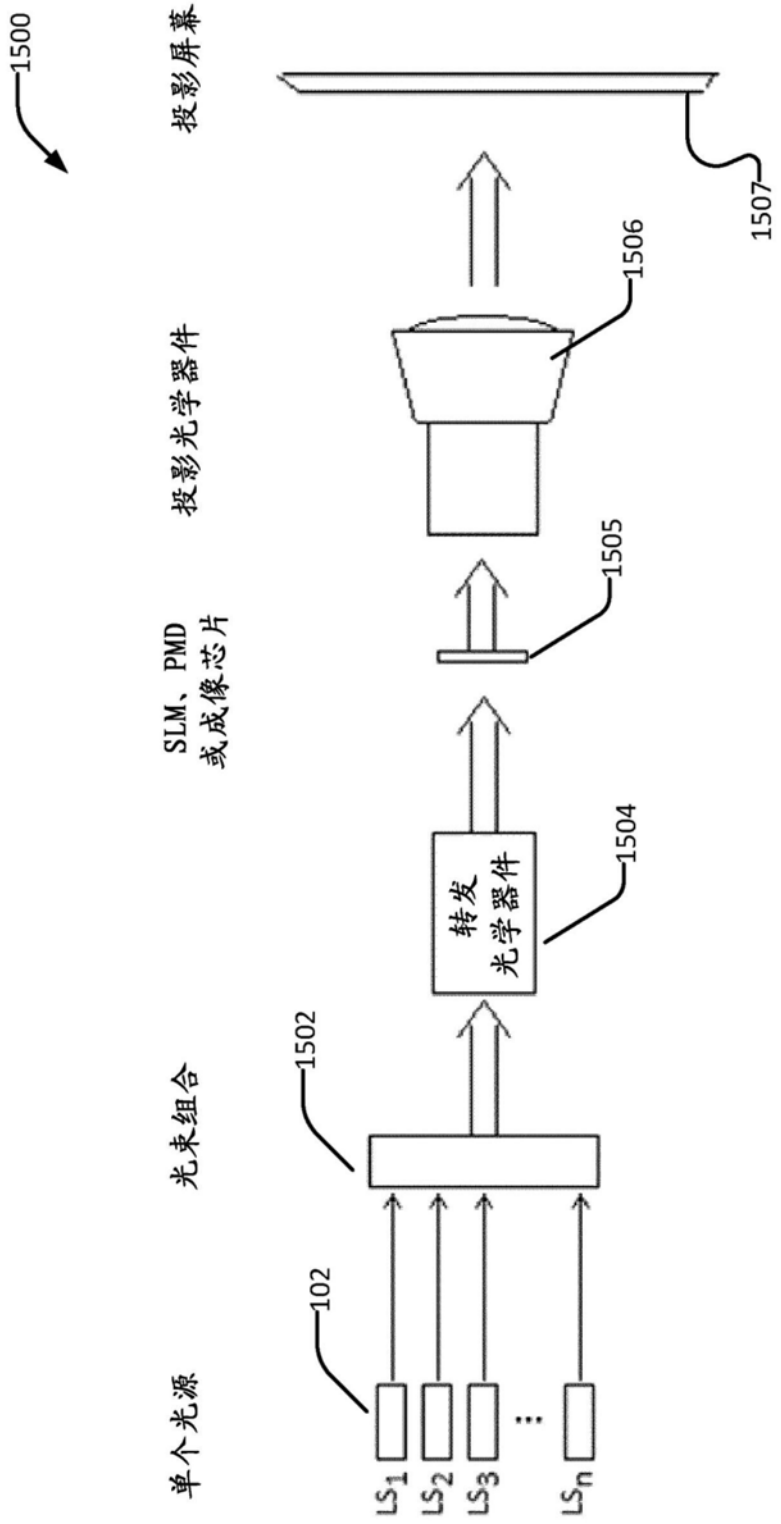

1500
投影屏幕
1507
投影光学器件
1506
SLM、PMD
或成像芯片
1505
转发
光学器件
1504
光束组合
1502
单个光源
102
LS1
LS2
LS3
LSn

图15

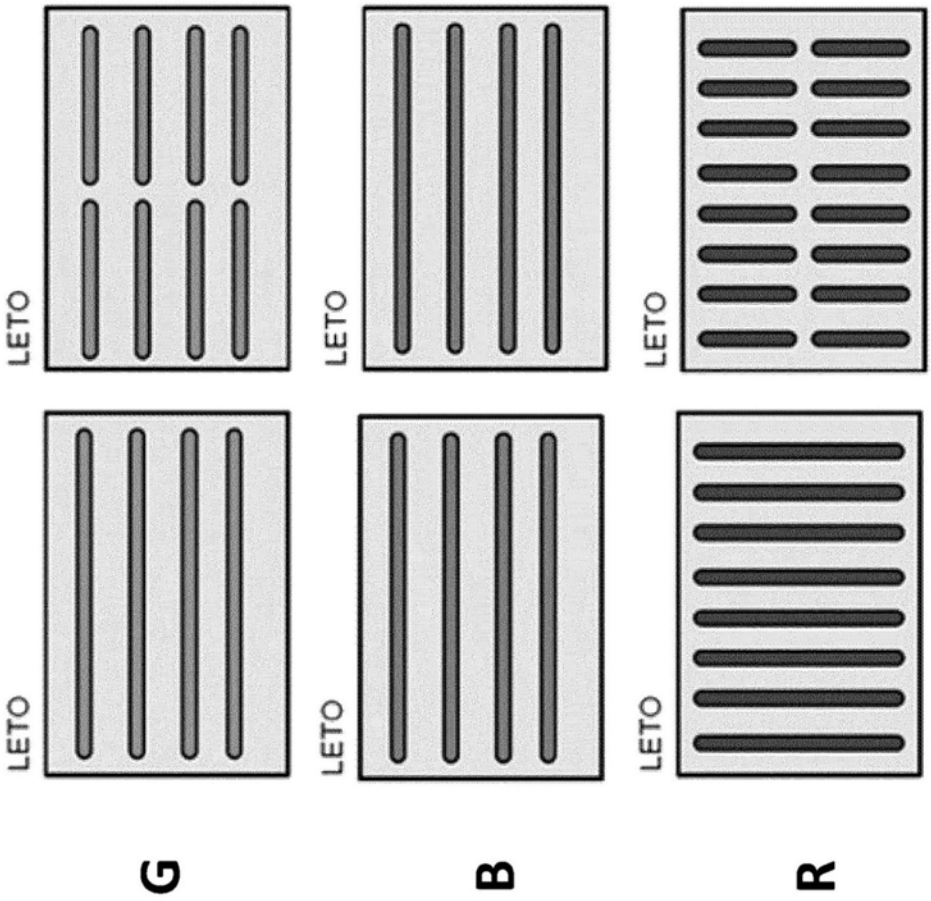


图16B

图16A