



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110286484 A

(43)申请公布日 2019.09.27

(21)申请号 201910445842.0

G02B 26/10(2006.01)

(22)申请日 2014.10.20

G02B 27/09(2006.01)

(30)优先权数据

G03H 1/22(2006.01)

61/893,270 2013.10.20 US

H04N 9/31(2006.01)

(62)分案原申请数据

201480064480.6 2014.10.20

(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 格温·丹贝格

安德斯·巴莱斯塔特

(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 杜诚 刘敏

(51)Int.Cl.

G02B 26/08(2006.01)

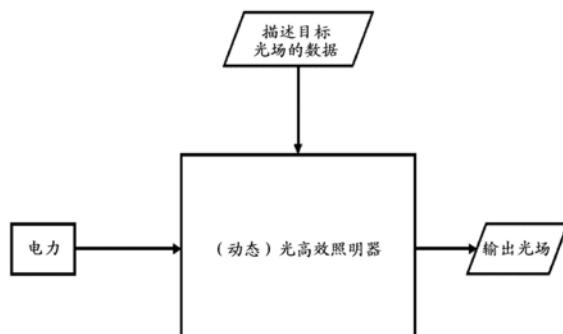
权利要求书1页 说明书27页 附图19页

(54)发明名称

光场投影装置及方法

(57)摘要

公开了光场投影装置及方法。照明装置的不期望的高能耗可至少部分地由消耗的(衰减的)光引起。可以用于投射光(包括图像)的光学高效照明系统利用光重定向。可以应用相位调制装置以创建期望的光场。一些实施方式提供了两个或多个调制显示或投影系统,其中一些调制器或所有调制器不仅使幅度衰减,而且放大幅度,或改变由光源提供的光的相位、频率和偏振。



1. 一种用于显示由图像数据指定的图像的方法,所述图像数据指定根据所述图像上的位置而改变的亮度,使得所述图像具有较暗区域和较亮区域,所述方法包括:

控制相位调制器以提供具有基于所述图像数据的配置的二维自由形式透镜;

用入射光照射所述相位调制器,并且允许所述入射光与所述相位调制器相互作用以得到经修改的光场;以及

将所述经修改的光场投射到表面上以得到图像的描绘;

其中,所述光与所述相位调制器的相互作用使光重定向,否则该光会将所述图像的较暗区域照射成所述图像的较亮区域。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述图像数据包括视频数据,并且所述方法包括:基于所述图像数据的连续的帧控制所述相位调制器以顺序地改变所述二维自由形式透镜。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,包括:通过进一步对所述经修改的光场进行空间调制来细化所述经修改的光场。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,进一步对所述经修改的光场进行空间调制包括:从反射型空间光调制器反射所述经修改的光场的光。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中,进一步对所述经修改的光场进行空间调制包括:将所述经修改的光场的光穿过透射型空间光调制器。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,包括:通过将所述经修改的光场的光穿过细化模块来将高空间频率细节添加至所述经修改的光场。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述细化模块包括光积分元件的阵列。

8. 根据权利要求6或7所述的方法,其中,所述细化模块包括空间光调制器,并且所述方法包括:控制所述空间光调制器以进一步调制所述经修改的光场的所述光。

9. 根据权利要求1至7中任一项所述的方法,包括:通过对所述图像数据应用前向算法来产生所述自由形式透镜的所述配置。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述前向算法包括:对所述图像数据应用逆变换,所述逆变换通过包括所述相位调制器的光路来使应用于所述入射光的变换逆转。

光场投影装置及方法

[0001] 本申请是申请日为2014年10月20日,中国申请号为201480064480.6,国际申请号为PCT/CA2014/051013,发明名称为“光场投影装置及方法”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2013年10月20日提交的美国申请第61/893270号的优先权。针对美国的目的,该申请根据35 U.S.C. §119要求于2013年10月20日提交并且题为“LIGHT FIELD PROJECTORS AND METHODS(光场投影装置及方法)”的美国申请第61/893270号的权益,上述申请针对所有目的通过引用并入本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及光投影装置。一些实施方式可以应用于针对观看的投影图像。其他实施方式可以应用于创建用于照明或其他目的的结构光。实施方式在下述市场中具有示例应用:例如数字影院、TV和家庭影院、便携式和个人投影(军事的、移动的等)、室内与室外个人和大屏幕广告和信息宣传、标牌/广告/布告牌/室外广告、大型场地与现场表演、医学成像、虚拟现实、计算机游戏、办公室演讲和协同工作、汽车和其他车辆中的平视显示、智能照明例如自适应汽车车头灯、剧院聚光灯、安全/建筑照明、高对比度天象投影装置、室内与室外普通照明系统、街道照明、道路照明、航空照明系统以及高对比度模拟显示例如飞行模拟器。

背景技术

[0005] 存在期望创建具有指定亮度分布的光场的许多情况。光投影系统具有从建筑照明至逼真图像的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,如典型的车头灯通过透镜投射到道路上的光束,由任意成形的光学表面组成的光束等)。光可以被投射到可以是平的或弯曲的宽范围的屏和其他表面上。这样的表面可以是全反射(如影院中使用的帆布、墙或建筑物)或部分反射(例如车辆的挡风玻璃)。屏幕可以是低增益或高增益的、朗伯或高度定向的、高对比度或较低对比度的。光可以被投影在固态对象上或投影在体积中的介质上(例如雾)。

[0006] 光投影装置的市场和应用包括:数字影院、室内和室外广告、医学成像(均用于显示图像以及通过智能光源捕获)、大型场地与现场事件或表演、汽车平视显示、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、个体乘客娱乐显示)、用于工业应用的结构化光源、汽车头灯以及其他应用。

[0007] 各种装置可以用于空间调制光。这些可以被称为空间光调制器(SLM)。大部分SLM提供独立和单独可寻址像素的2D阵列。SLM的一些示例是反射式SLM(例如数字微镜装置(DMD)、硅上液晶(LCoS)装置)和透射式SLM(例如LCD面板、透射式LCD芯片(例如高温多晶硅(HTPS)或低温多晶硅(LTPS)))；以及部分反射/部分透射SLM,例如一些入射光被透射以及一些入射光被反射的基于微机电系统(MEMS)的系统。一个问题是大部分易于利用的空间光

调制技术是减色法。这些SLM技术通过吸收或移除不期望的光来操作。这有助于下述更一般的问题：光投影和通常普通照明技术倾向于具有不期望的高能耗，并且还可能具有不期望的有限的峰值亮度。

[0008] 另外的考虑应用于适于投影图像的光投影装置。例如，在这样的投影装置中，可以关注升高的黑电平、不期望的低对比度和有限的颜色饱和。

[0009] 这些限制可能意味着黑暗观看环境（例如电影院、暗起居室或一些其他照明受控环境）需要最有效地使用投射影像。这限制了投影装置的可能应用。

[0010] 在包括光投影的所有技术领域中，以竞争性成本实现期望水平的性能会是一个问题。

[0011] 存在用于改善上述问题中的一个或更多个的光投影系统的普遍需要。

发明内容

[0012] 本发明涉及下述系统：动态地再分配来自单个光源或多个光源的光以高效地实现期望的光场（取决于应用，期望的光场可以包括图像或可以不包括图像）。光的再分配涉及从光场内的一个区域减去光以及将光导向光场内的另一区域。一些实施方式提供了可以用作照明应用的宽范围中的任一照明应用中的部件的可控照明系统。本发明的其他方面提供了用于创建光场的方法以及应用这样的方法的光投影装置。

[0013] 根据一些实施方式的光场投影系统包括数据处理器、计算机软件程序、一个或更多个光源以及光控制机构，该光控制机构包括一个或更多个动态可寻址光学元件。该光控制机构还可以包括一个或更多个静态光学元件，例如光路中的透镜、反射镜、缝隙、光纤、光导等。软件程序在由处理器执行时可以处理指定一个或更多个期望的目标光场（期望的目标光场例如可以包括从期望的前灯图案到电影中的图像帧的任何事物）的数据，并且可以使一个或更多个动态可寻址光学元件重定向光以实现期望的光场。

[0014] 本发明的示例实施方式提供光投影装置、投影显示装置、用于操作投影显示装置的方法、包含在由数据处理器执行时使数据处理器执行根据本发明的方法的计算机可读结构的介质、用于显示图像的方法、用于处理供显示的图像数据的方法、用于处理供显示的图像数据的序列的方法，等等。

[0015] 在附图中示出和/或在以下描述中描述了本发明的另外的方面以及示出的一组示例实施方式的特征。

附图说明

[0016] 附图示出了本发明的非限制性的示例实施方式。

[0017] 图1是在高层次下的示例系统（光高效照明器）的框图。

[0018] 图2是示出了光高效照明器的基本部件的在更详细的层次下图1的系统的框图。

[0019] 图3是详示了在作为图2中所示的光高效照明器的部件的光模块内的部件的框图。

[0020] 图4详示了图3的光模块内的示例光学部件，以及还描绘了该光模块内的每个级段处的示例光分布。

[0021] 图5是示例动态可寻址光再分配模块的框图。

[0022] 图6示出了在光模块（左）处、在动态可寻址聚焦元件（中心）处以及在系统输出处

的光分布的两个示例(顶部和底部)。

[0023] 图7示出了不需要相关光(但是与相关光兼容)的简单系统的示例光学器件。

[0024] 图8示出了再分配光以及利用整理级段(例如积分柱(integrating column)阵列)的系统示例部件以及示出了在每个部件处的示例光分布。

[0025] 图9是示出了用于确定施加至动态可寻址聚焦元件的不同区域的相移以创建目标光场(或以“精确模式”操作系统所需要的迭代程序)的基于优化的方法的操作的框图。

[0026] 图10是示出了用于创建目标光场的近似的过程方法的框图。

[0027] 图11示出了用于与相关光一起使用的光学设置的三个示例。

[0028] 图12示出了用于可变激光扫描方法的示例光学器件。

[0029] 图13示出了另一可变激光扫描方法(用动态可聚焦透镜或其他光学器件)的示例光学器件。

[0030] 图14是使用MEMS(微机电系统)的光学开关的示例。

[0031] 图15是光学开关或其他光再分配器可以如何与整理模块(例如积分柱的阵列)配合使用的示例。

[0032] 图16是包括细化模块(例如与空间光调制器(SLM)组合的光高效照明器)的系统的框图。

[0033] 图17示出了包括细化模块的系统的示例光学器件。图17还描绘了在光高效照明器的输出处和成像装置(例如SLM)的输入处的示例光分布。

[0034] 图18是包括整理级段和细化级段的照明系统的框图。

[0035] 图19示出了包括整理级段和细化级段的系统的示例光学器件。图19还描绘了在每个级段处的示例光分布。

[0036] 图20示出了时分复用或颜色场序列系统的强度-时间图和强度-定位图。两个示例方法使用两个不同的定时方案。

具体实施方式

[0037] 贯穿下面的描述,陈述了特定细节以向本领域技术人员提供更全面的理解。然而,可能没有示出或详细地描述众所周知的要素以避免不必要地使本公开内容模糊。本技术的示例的以下描述不意在为穷尽的或将该系统限制为任何示例实施方式的精确形式。因此,以说明性含义而不是以限制性的含义来考虑描述及附图。

[0038] 图1示意性地示出了根据示例实施方式用于产生光场的示例系统。该系统被配置成接收描述目标光场的数据,以及通过重定向光产生与期望的目标光场严密匹配的输出光场。在一些情况下,输出光场可能需要另外的光学处理或其他处理以产生期望的目标输出光场。可以通过如本文中描述的一个或更多个细化级段来提供这样的处理。如以下更详细地描述的,系统以极少光被浪费的光学高效的方式这样做。该系统包括可以被操作为产生光的一个或更多个光产生器(光源)。在一些实施方式中,该系统操作光产生器来输出光,然后将光重定向以提供输出光场。可以控制光产生器的输出以将输出光的量与输出光场所需要的光的量匹配。由一个或多个光产生器产生的大部分光可以在输出光场中结束。

[0039] 图2更详细地描绘了示例动态光高效照明器。在数据处理器上执行程序。程序接收描述目标光场的数据,并且计算要由动态可寻址光再分配器应用的光再分配方案。程序还

计算描述针对产生提供给光再分配器的光的一个或更多个光源的强度的数据。

[0040] 不是在所有实施方式中需要数据处理器。在一些实施方式中,预先确定针对预定光场组的光再分配方案。在这样的实施方式中,定义与光场对应的光再分配方案的数据可以被存储,以固定或可配置逻辑电路等被实施。然后,可以将适当的数据应用于控制光再分配器以在不需要任何计算的情况下产生光场中的期望的光场。

[0041] 光模块(包括光源和光再分配器以及关联的光学器件)接收电力,以及描述一个或几个光源的强度的数据,并且产生具有期望光分布的光场。在图3中进一步示出了示例光模块。

[0042] 图3是示例光模块的更详细的示意图。光模块包括:数据处理器、功率调节器、一个或多个光源、以及光组合和光束成形模块。

[0043] 数据处理器接收描述一个或多个光源的强度的数据,并且产生用于功率调节器的控制信号,该控制信号进而控制分配至每个光源的功率的量和/或定时。功率调节器可以包括多个分立的输出,并且/或者可以包括多个独立的功率调节电路。

[0044] 光源可以是各种类型中的任一种。一个光模块可以可选地包括多种类型的光源。光源的一些示例是:激光、弧光灯、LED、高强度灯等。

[0045] 每个光源可以发出不同形状、强度和分布的光。由光源产生的示例光分布可以是均匀的矩形强度分布,其可以使用积分柱或其他光学器件来产生。光分布的另一示例具有高斯强度分布或高斯强度分布的和。另一示例是具有不同强度的矩形均匀分布(块)的阵列。在另一示例中,由光模块产生的光分布可以采用任意期望的形状。

[0046] 然后,来自一个或多个光源的光被耦合至光再分配器的输入。耦合可以涉及空间上组合来自多个光源的光,并且/或者光学地使光成形,以得到用于输入至动态可寻址光再分配器的具有期望的光分布的光。可以使用通常的光学元件来进行光组合和光束成形,通常的光学元件例如为分光器、偏振片、波片、多层薄膜、光束组合器、微透镜阵列、透镜、光阑和/或反射镜。可以针对由光源(例如窄带光源或宽带光源)发出的光的性质来优化这些元件。

[0047] 在一个优选实施方式中,来自多个光源的光被耦合到公共光纤中,并且在光纤的输出处使用一组透镜使光准直。

[0048] 在该系统内存在的数据,例如描述入射在动态可寻址光再分配器上的光分布的控制信号或数据,可以用例如元数据的形式被提供至外部部件或系统。

[0049] 图4示出了通过图3中示出的系统的各个级段的示例光分布。

[0050] 光再分配器可以使用主要不是减色法的技术来可控地改变光的性质和/或分配。例如,光再分配器可以利用电磁波(光)的干涉,以通过控制电磁波的相位特征来调节光的分配和/或调节光的频率以改变光的外观颜色。这些示例二者示出了可以在不将来自光的能量转化成通过吸收光而产生的废热的情况下如何改变光。

[0051] 在一个实施方式中,一个或更多个光源LS1至LSn例如使用聚焦透镜409耦合到一个或更多个光纤408中。405示出了第n个光源的示例光分布。来自光纤408的组合输出例如使用中继透镜系统400中继到动态可寻址光再分配器407上,中继透镜系统400包括例如两个聚焦透镜401和402。400中的两个透镜401和402的组合效果可以是不对称地放大来自光纤408的输出分布。403示出了两个示例图:顶部的穿过407的一个空间维度的组合强度以及

底部的在407以二维存在的光分布的轮廓。404示出了在408的输出处存在的相同类型的强度和轮廓的图的示例。此外,在404中的顶部图示出了光分布的总强度可以如何由来自每个光源LS1至LSn的多个光分布例如406组成。

[0052] 图5示意性地示出了一类动态可寻址光再分配器。动态可寻址光再分配器包括接收光学器件以及动态可寻址聚焦元件。

[0053] 适于用作不同实施方式中的动态可寻址聚焦元件的装置的示例包括:具有下述特性的可控液晶隔间 (compartment) 的透射式2D阵列,所述特性为可以控制隔间以选择性地延迟光的相位,从而有效地引起路径长度的改变。还可以以反射的方式来实现相同类型的装置。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光特性。

[0054] 在一些其他实施方式中,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反射镜或其他光学元件。动态可寻址聚焦元件还可以包括或以可替选的方式包括一个或更多个光学开关。

[0055] 接收光学器件将来自光模块的入射光分布转换成与动态可寻址聚焦元件的尺寸、形状以及角接受范围匹配或近似匹配的照明光场。接收光学器件可以例如包括下述项中的一个或更多个:棱镜系统、透镜、自由空间光路、积分柱或波导。

[0056] 通过与光再分配方案对应的数据来控制动态可寻址聚焦元件。数据可以描述穿过下述装置的光路长度的改变:当通过动态可寻址聚焦元件实现该装置或在动态可寻址聚焦元件上执行该装置时使得形成期望的输出光场。

[0057] 图6示出了在光模块中创建的光分布和示例最终系统输出光分布的一些示例。图6包括可以在图5的三个级段处的光场的两个示例:来自光模块的入射光分布、在动态可寻址聚焦元件处存在的照明光场、以及至输出光学器件的光场。示例1示出了相当均匀的输入光场被转换成任意期望的输出光场的情况。示例2示出了由来自独立光源的阵列的光组成的非均匀输入光分布被转换成输出处的均匀光场的情况。

[0058] 图6示出了在光高效照明器的各个级段处的光分布的两个示例光分布组。在610中,示出了在光模块的输出处的光分布611被转换成在光高效照明器的输出处的任意光分布613的应用。任意光分布613可以直接表示目标光场或目标图像。光分布612示出了被中继并且被放大到动态可寻址聚焦元件上的光分布611。M1和M2分别表示导致强度比例因子N1和N2的光学系统的放大率。

[0059] 在620中,示出了在光模块的输出处的光分布621被转换成在光高效照明器的输出处的均匀光分布623的应用。光分布622示出了被中继并且被放大到动态可寻址聚焦元件上的光分布621。M1和M2分别表示导致强度比例因子N1和N2的光学系统的放大率。

[0060] 提供能够得到宽范围输出光场的模块是有利的,因为这样的模块可以针对光效率被优化,以及可以在如上所述的宽范围应用的任何应用中被采用。根据本发明的装置还可以直接集成到投影装置、显示装置、灯等中。

[0061] 如何使用相位调制器产生期望的光场的说明、基本布置的描述。

[0062] 示例相位调制装置包括:

[0063] • 空间光调制器 (SLM),例如1D像素阵列或2D像素阵列,其中以像素寻址的驱动电平与施加至入射到该像素上的光的相位延迟有关,例如0与65535之间的驱动电平可以对应于0弧度与 2π 弧度 (一个光波长周期) 之间的相位延迟范围。

[0064] • 这样的空间调制器可以同时改变光的偏振的状态(一个示例是透射式液晶显示装置,或反射式硅上液晶显示装置(LCoS))。可替选地,这样的SLM可以被设计成仅影响该像素的相位延迟,但是不影响该像素的偏振。

[0065] • 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、频率以及偏振特征。

[0066] • 光栅光阀(GLV);当前,这些装置是每个像素或元件可以通过机械地改变路径长度来改变入射光的相位的1D可寻址阵列。

[0067] 如何使用相位调制器创建期望的光场:

[0068] 传统意义上的透镜是可变厚度的玻璃,其在透镜表面上有区别地延迟入射光的相位,从而根据透镜的曲率或形状而导致光的聚焦点或散焦点。可以通过使用相位调制装置(PMD)延迟入射光束的相位来实现类似的效果。例如,可以通过例如在PMD的中心的 2π 相位延迟减小到在PMD的边缘的0相位延迟的情况下,在PMD上寻址变化的相位模式(pattern)来实现透镜的效果。可以通过控制PMD来实现较强的透镜(具有较短焦距的透镜)以提供与菲涅尔透镜的模式类似的模式的相位调制。

[0069] 可控制PMD以例如通过在PMD上的一个方向上施加缓慢变化的相位延迟量模拟其他光学元件(例如类似方式的棱镜和光栅)的效果。

[0070] 可以在PMD上组合不同的效果。一个示例是聚焦并且移动入射光分布的相位模式。这可以通过控制PMD以针对透镜和棱镜叠加(添加)相应的相位延迟模式的模式改变光的相位来实现。

[0071] 在PMD上并排或叠加的几个透镜可以初步地近似图像。通过适当地控制PMD仿真多个透镜的动作,可产生下述情况:图像或图像部分沿光传播的方向的任何地方例如在几个平面上焦点对准。

[0072] 与控制PMD仿真离散光学表面(例如透镜和/或棱镜)的组合相反地,可以通过控制PMD以呈现在PMD的区域上连续改变的相位调节而实现更复杂的图像或照度分布。

[0073] 用于光源的示例布置

[0074] 光源的类型:

[0075] 用于系统的光源可以例如是一个或更多个激光器、弧光灯、LED或者甚至太阳。光源的特定特征可以使其比其他光源更令人期望。例如,激光器相比于宽带灯由于其下述特性而是优选的:小光束尺寸、受限的光传播(产生非常高的强度)、受限的扩展量、其窄光谱带频率分布(以及因而纯色)、其偏振、寿命、衰减、效率、相干性以及准直特性。

[0076] 将光带到相位调制装置/从相位调制装置带出光的示例光学器件:

[0077] 光需要被传输至相位调制装置(PMD)以及需要从相位调制装置传输光。还可能期望的是:使光的特性中的一个或更多个改变,如光的照度分布、光的放大率和形状、光的偏振或频率。有时优选的是使入射光分布与PMD的形状匹配。可以用于实现这一点的元件或器件的示例包括但不限于:

[0078] • 包括一个或若干物理透镜的光束扩展器;

[0079] • 单个或成捆的光纤;

[0080] • 棱镜;

[0081] • 柱形透镜;

- [0082] • 微透镜阵列；
- [0083] • 光栅；
- [0084] • 扩散器；
- [0085] • 偏振滤光器；
- [0086] • 光阑；
- [0087] • 波片；
- [0088] • 积分柱。

[0089] 照射调制器的不同区域的不同的光源

[0090] 在若干光源用于照射PMD的情况下,来自这些独立光源的光分布可以在PMD上交叠,在PMD上部分交叠,或者不在PMD上交叠。

[0091] 可以期望的是在PMD上获取均匀组合的光分布。在该情况下,可以包括光学元件(例如积分柱、微透镜阵列、扩散器或其他光成形器件)以均匀地照射PMD。

[0092] 这些光源中的一个或更多个的强度可以被独立地调节以在PMD上实现期望的组合光分布。作为示例,可能想要使入射光分布在PMD的中心比在PMD的边缘更亮。

[0093] 可替选地,可以通过打开和关闭光源(脉冲宽度调制,PWM)而不是调节光源的强度来调节在固定时段内来自一个或更多个光源的入射到PMD的区域上的光的总量。相对于关断时间的开启时间确定在一个时段内入射到PMD上的光的总量。在该时段内开启脉冲的持续时间可以改变,并且它们可以是周期性的、非周期性的或随机的;总开启时间可以与观察者感知的亮度或颜色更相关。

[0094] 脉冲式PWM方法可能要求在入射光源与在该光学系统中的其他元件之间同步。

[0095] 示例投影布置

[0096] 最简单的投影系统包括:光源、部分或完全地照射PMD的一些光束成形光学器件、以及PMD上的相位延迟模式。

[0097] 在另一实施方式中,多个光源可以照射PMD。

[0098] 在另一实施方式中,来自PMD的输出光场可以被中继至空间光调制器(SLM)以例如通过幅度调制进一步细化。

[0099] 在另一实施方式中,来自PMD的输出光场可以被呈现到一个或更多个积分柱上,一个或更多个积分柱中的每个积分柱将入射到其上的所有光积分成均匀的输出。该输出进而被中继到SLM的不同区域上以进一步细化。

[0100] 在一些实施方式中,可能期望的是,将来自这些系统布置中的任何系统布置的输出光场中继到投影屏幕或表面上。

[0101] 不同聚焦布置

[0102] 在一个通常应用中,期望投影系统在平的表面、近似平的表面或在很微小的弯曲表面上形成图像。在其他应用中,可能期望投影到一个或若干非平的表面或屏幕上,例如投影到弯曲屏幕或粗糙表面(像砖墙或建筑物)上。在另一应用中,可能希望投影到运动对象上,例如人或动物、或在陆地、空中或水上或淹没在水下运动的交通工具。这样的应用可能需要对该运动对象进行同步捕获和检测。还可能期望将图像或图案投影到在体积内的不同对象上,或投影到体积的不同点上。例如,在车头灯应用中,可能希望非常明亮地照射即将到来的停止标记,但是以降低强度照射靠近的车辆。

[0103] 在PMD上呈现的相位模式可以被布置成使得以不同的景深或者不同的有效焦距聚焦。对应的光场可以包括在一个平面或点处对焦的图像或特征,以及同时或时间延迟地在另一平面或点处对焦的其他图像或特征。在一些实施方式中,可以在PMD上布置相位模式,使得系统免对焦,或以任何距离对焦。

[0104] 在这些点或平面的任一处的聚焦可以排他地使用PMD上的相位模式(“动态透镜”)而不是用物理透镜来实现。它还可以使用PMD上的动态透镜和物理透镜的组合来实现。它还可以仅使用物理透镜来实现。

[0105] 如何彩色成像。

[0106] 在一个实施方式中,通过将适当比例的三种不同感知的颜色的光例如在目标图像的任何地方的红、绿以及蓝进行混合来形成彩色图像。例如,在通过像素化的2D阵列描述的图像中,每个像素可以具有不同量的红、绿以及蓝成分。在另一实施方式中,为了类似的效果,可以将四种或更多种不同感知的颜色的光进行混合。

[0107] 在一个应用中,例如通过将基色中的每种照在其自身的SLM或PMD上并且然后使用颜色重组器例如由分色镜组成的立方体(所谓的“X-立方体”)来重新组合不同的颜色,可以同时但是并行地提供不同的颜色。在另一应用中,三个(或更多个)光源可以照射一个PMD的不同区域。因为一个或多个PMD的转向性能,可以通过在一个或多个PMD上应用适当的相位模式来在光学系统中在下游组合这三个(或更多个)区域。将单独地确定针对不同颜色区域的相位模式以确保在组合相位模式时,相位模式形成与目标图像尽可能接近的彩色图像。

[0108] 在另一应用中,视频的每个帧被分解成其独立的颜色通道,例如红、绿以及蓝。不同彩色的光源可以顺序地(所谓的时分复用)照射一个图像形成装置(例如PMD,或常规的幅度调制SLM)。期望的是快速连续地呈现这些顺序的色场,使得人类视觉系统在没有颜色分解或闪烁的情况下感知所产生的彩色图像。对于有效帧率24Hz或者每秒24帧,一个示例是示出针对视频序列的第一图像的红色场达72分之1秒,接下来示出针对第一图像的绿色场达下一个72分之1秒,接下来示出针对第一图像的蓝色场达第三个72分之1秒。然后针对接下来的视频的帧或图像序列重复该过程。

[0109] 在一个实施方式中,可以以下面的方式来将时分复用与光束转向进行组合。在三基色成像系统(例如R、G以及B)的情况下,三种颜色中的每种可以是通过不同量的时分复用,从而将不同量的积分强度的R、G以及B提供至显示屏幕上。例如,在一个完整的帧持续时间内,红色场的开启时间可以是比绿色场的开启时间大得多的总帧持续时间的部分。这可以扩展到较高数目的基色光源。

[0110] 在另一实施方式中,可以针对每个颜色通道从一个成像装置同时提供不同颜色。可以通过复用每个颜色通道来独立地实现每个颜色通道的调光(dim)。

[0111] 在另一应用中,可以使用衍射光栅或棱镜(针对静态偏转)、或PMD(针对动态偏转)来将宽带光或若干组合的窄带光源分离。颜色分离的光可以被中继到(第二)PMD,在该PMD中可以独立地处理若干颜色带以在显示屏幕处形成最终的彩色图像。

[0112] 在上述应用中的一个或所有应用中,可以在进一步处理之前使用积分柱以使不同区域的强度分布更均匀。

[0113] 控制形式

[0114] 控制系统硬件的示例

[0115] 控制系统硬件可以包括表示光场(“目标图像”)的序列的数据处理器和计算机可读数据。在一些实施方式中,可能优选的是实时地处理数据,在其他实施方式中,可以对数据进行预处理并且数据可以被存储在计算机可读介质上。在一些应用中,可以在现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路或通用可能CPU优化或可能GPU优化计算机上执行数据处理。

[0116] 可以控制PMD以创建超过输出光场的宽范围的任何光场。可以用许多方式确定使用什么数据来驱动PMD以得到特定期望的输出光场。在更计算昂贵但是更准确的模式下,可以采用由整个光学系统(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,以及计算与期望的输出光场对应的PMD像素设置。较不计算上密集的但是较不准确的模式包括:用于一个或更多个光学元件(透镜、棱镜等)的设置参数,可以通过PMD仿真所述设置参数来得到近似目标光图案的输出光图案。例如,参数可以包括:尺寸、定位以及光强。

[0117] 在一个实施方式中,确定在PMD上采用的相位模式,使得给定该成像系统的特定光学布局以及该系统的匹配模型的情况下,施加至其的光将在显示屏幕上产生下述图像:与内容装置(例如来自TV网络、DVD、蓝光盘或来自流因特网源)提供的期望的光场(“目标图像”)非常接近匹配的图像。可以通过迭代优化方法来实现这样的相位模式,其中迭代地使当前解和目标图像之间的差最小化,直到满足完成标准。

[0118] 在另一实施方式中,确定在PMD上采用的相位模式,使得从PMD输出的产生的光场仅部分地与目标图像或目标光场匹配。作为示例,可以通过将均由一组特征参数描述的多个类似的或不同的特征求和来形成目标图像的近似。特征可以例如是位于不同位置的、具有不同幅度和不同半峰全宽的一组高斯强度分布。这可以产生目标图像的低通滤波或模糊版本,但是也可以以降低的计算成本来执行。在本实施方式中,可能需要“细化级段”,并且该系统的输出光场可以被中继至例如二次幅度调制空间光调制器或另一PMD。在该情况下细化级段的目的将是恢复目标图像或光场的较精细的细节。

[0119] 在另一实施方式中,可以在PMD上模拟基本的物理光学器件例如透镜和棱镜,以缩放(scale)和平移(translate)图像的区域或部分。可以通过在PMD上模拟透镜来获得对特定输入光强度分布的缩放。该透镜可以具有圆形的或二维的圆柱对称性。可以通过在PMD上模拟棱镜例如通过逐渐地改变PMD上的相位延迟来实现对特定输入光强度分布的平移。可以仅仅通过透镜的曲率来描述透镜,以及可以通过棱镜相对于光轴的倾斜度来描述棱镜。在透镜上采用均匀的光分布的结果是使其聚焦或散焦。如果显示屏幕没有准确地位于所述透镜的焦距处,则如果透镜具有圆对称,则产生圆形的均匀光,以及如果透镜具有柱形,则产生矩形。

[0120] 在一些实施方式中,可能希望同时对图像的区域进行缩放和平移。这可以通过将针对透镜和棱镜的模拟的图案进行叠加来实现。

[0121] 如果期望的透镜或棱镜需要PMD不能提供的相位延迟的量,则可以利用从期望值中减去整数倍的 2π 的菲涅尔方法。例如,相位延迟“ π ”对PMD的光转向性能可以具有与相位延迟值 5π 相同的效果。等价数学方程可以是模量,在该示例中模量 $(5\pi, 2\pi) = \pi$ 。

[0122] 确定区域的方式:

[0123] 在一个实施方式中,光再分配方案描述一种方法来确定进入光再分配器的光的一个或更多个分区可以如何被映射到从光再分配器出去的光的其他分区。作为示例,该方案

可以描述入射到 10×10 像素分区上的光可以如何被重定向至 30×5 像素分区,可能平移成图像的另一部分。在该具体示例中,入射光用于照射仅100个像素(10×10),但是在映射之后,照射150个像素(30×5)。由于在该示例中所照射的区域已经增加了50%,则产生的强度已经减小了三分之一。光再分配方案可以分析目标图像以达成如何映射特定分区。

[0124] 在另一实施方式中,多个同等大小的分区被映射到相同数目的分区,但是这些分区可能都是不同的大小。可以使用这样的方法以创建目标图像或光场的低分辨率版本。现在将需要例如通过幅度调制SLM在下游调制或“细化”级段恢复图像的高分辨率部分。

[0125] 在一些实施方式中,施加至图像的同等大小的分区的缩放和移动的量以直接或间接的方式与该区域中的目标图像或光场所需要的光的总强度相关。

[0126] 在其他实施方式中,分析目标图像并且将多个不同大小的分区映射到相同数目的同等大小的分区。该方法的输出可以是入射在与每个分区的大小和形状匹配的积分柱的阵列上。

[0127] 在另一实施方式中,不同大小的分区可以被映射到另一组不同大小的分区。

[0128] 在另一实施方式中,一个分区可以映射到不同数目的分区。

[0129] 在一些实施方式中,会期望确保在输入侧的相邻分区在输出侧仍然相邻,以避免两个或更多分区之间的照明的间隙并且避免因此不适当降低或增加两个分区之间的间隙的照度或亮度。作为示例,如果光分配方案指定一个分区从其相邻分区平移开,则然后该光分配方案应还指定相邻分区或通过纯平移或通过缩放或通过这两者的组合与该分区一起平移。

[0130] 在示例实施方式中,通过使PMD的区域仿真透镜、棱镜或两者的组合来对入射到PMD上的多个区域中的每个区域上的光进行按缩放和/或平移。输出光场由经缩放/平移的光组成。

[0131] 一些实施方式可以包括光学开关,其可以被操作成选择性地将光从图像或光场的一个区域导向图像或光场的一个不同区域或多个不同区域。在一些实施方式中,这样的光学开关可以增强PMD或代替PMD。例如,可以应用光学开关以选择性地将光从光源导向多个积分柱或多个光纤之一。在积分柱或光纤中携载的光的强度可以通过设置光学开关来调节以改变哪些积分柱或光纤从哪些光源携载光。

[0132] 另一实施方式使用一个或更多个扫描激光器来提供期望的光场。例如,可以横跨区域快速地扫描激光束,留给观看者用等强度照射整个区域的印象。如果激光束是斑点,则可以执行两轴或更多轴扫描。如果激光束具有线形状,则可以执行一轴或更多轴扫描。可以通过使用例如机动化的聚焦透镜来使光束变宽。可以通过改变例如扫描速度、待扫描的区域的大小或扫描图案的密度中的一个或更多个来控制图像的各个区域的功率密度或光强度。

[0133] 应用分类:显示、投影、照明

[0134] 若干类应用可以采用本文中描述的方法。这些应用分类包括但不限于利用投影装置和屏幕在投影屏幕上形成图像的光投影装置、显示装置(例如电视和控制监视器)、以及通用照明装置(例如智能灯和照明设备)。所有应用共享期望高效地照射对象或形成图像。一些应用可能是静态的,但是其他应用可以动态地改变所形成的光图案。

[0135] 显示装置

[0136] 显示装置可以包括固定地安装到待照射的表面的投影装置。可以通过从前部照射反射表面或部分反射表面以在表面上形成图像的方式来控制投影装置。投影装置还可以被控制为通过从后部将后部投影到透射表面或部分透射表面上以形成图像。可以使用另外的光学器件以允许改变在屏幕与投影装置之间距离和角度,例如折叠式反射镜可以用于折叠光路以及将投影装置置于非常靠近屏幕。透镜可以用于放大、聚焦图像和/或使图像失真以匹配投影屏幕的特性(例如尺寸、曲率和表面特性)。

[0137] 显示装置-TV

[0138] 这样的显示装置的示例使用情况包括代替电视和其他显示装置的系统。例如,可以使用允许非常靠近地设置投影装置和屏幕的光学器件来将光高效照明器安装至可伸缩屏幕或固定屏幕。整个系统可以像TV那样安装至墙。光高效照明器可以安装在相对于屏幕的底部或相对于屏幕的顶部。屏幕可以是易弯曲的、可伸缩的或固态的。屏幕可以并入建筑结构例如天花板或墙中。

[0139] 显示装置-布告牌

[0140] 布告牌显示装置、数字与静态符号以及广告显示装置是可以应用本发明的其他示例显示系统。布告牌的示例是用于在高速公路的路肩上显示广告图案的序列的数字显示装置。可以以所有光或大部分光在迎面而来的交通方向上而不是在其他方向上被反射的方式来优化这样的显示装置的视角。可能期望代替或升级现有的基于纸的布告牌以显示数字内容的系统。

[0141] 显示装置-飞行模拟器

[0142] 可以采用本发明的显示系统的另一示例是用于飞机飞行员的地面飞行训练的飞行模拟器。在这样的应用中,可能期望在平的或弯曲的屏幕上实现高效图像形成或在体积而不是在平面上对焦的显示特征。

[0143] 投影系统:

[0144] 投影系统可以包括被对准以使得投影装置在屏幕上形成图像的投影装置和屏幕。屏幕可以是平的、弯曲的或任意形状的。屏幕可以具有某些反射特性,例如朗伯反射分布或某些方向反射分布。屏幕可以是透明的或部分透明的。屏幕还可以是穿孔的以允许空气和其他介质穿过屏幕。

[0145] 投影系统:影院和家庭影院

[0146] 可以采用本发明的投影系统的示例是下述影院投影装置:其中安装在观众上面和后面的投影装置在平的或弯曲的大的前部投影屏幕上形成图像。在这样的系统中,可能期望针对图像的一些部分或所有部分实现非常高的峰值亮度等级(亮度)。高峰值亮度的示例可以是高于 $48\text{cd}/\text{m}^2$ 的等级。高峰值亮度的另一示例可以是高于 $200\text{cd}/\text{m}^2$ 的等级。非常高的峰值亮度的另一示例可以是 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 至 $10000\text{cd}/\text{m}^2$ 。通常,高峰值亮度比观看者在观看环境下适合的等级显著明亮。在这样的系统中,还可以期望实现高对比度(与明亮特征相比是暗的)。可能期望顺序地或同时地实现这样的对比度。在这样的系统中,还可能期望实现非常纯的颜色。

[0147] 具有类似需求的系统的示例是用于在非公共空间和针对较少观众使用的家庭影院投影装置。

[0148] 投影系统:天文馆

[0149] 可以应用本发明的投影系统的另一示例是天文馆中的投影装置。这样的系统的期望特性可以是该系统产生非常小并且非常亮的亮点,例如在整体黑暗或暗淡的场景(夜空)内的恒星。这样的系统的另一期望特性可以是:黑电平接近于纯黑或与纯黑相同,这意味着在该场景的黑暗区域中不存在或几乎不存在光。这样的系统的另一特性可以是:图像在非平的表面上例如在天文馆内部的圆顶上对焦。

[0150] 投影系统:便携式和个人投影(军事、移动等)

[0151] 可以应用本发明的投影系统的另一示例是便携式、移动的或个人投影装置。这样的系统的一个期望的特性可以是尺寸小和/或重量轻。这样的系统的另一期望的特性可以是使用很少的电力和/或是高效系统。这样的系统的另一期望特性可以是:该系统可以根据便携式电源例如电池组或燃料电池或另一小型的发电机来操作。这样的系统的另一期望特性可以是:该系统不需要良好控制的环境,例如该系统可以在明亮的环境下例如阳光下形成清晰可读的图像。这样系统的另一期望的特性可以是:该系统易于设置,这可以包括该系统近似瞬时打开,即使存在没有校准的投影屏幕,该系统也在不平的表面上对焦或者不使图像失真。这样的系统的另一示例在物理对象上覆盖信息,例如在需要修理的机器中的部分的指示和位置。

[0152] 投影系统:平视式显示装置

[0153] 可以应用本发明的投影系统的另一示例是平视式显示装置,所述显示装置为在用户的视场内例如车的挡风玻璃或飞机的窗户上呈现另外的信息的显示装置。在这样的系统中,期望能够形成在许多观看环境下清楚可视的图像。例如,这样的系统的期望的特性可以是当在夜间驾驶时不要太亮(令人炫目),但是在有阳光期间足够量以可视。这样的系统的另一期望的特性可以是:该系统在非平的表面上对焦。这样的系统的另一期望的特性可以是:由该系统投射的图像可以是高质量的,使得与图像投影有关的伪像(例如,升高的黑电平)不干涉其覆盖的视场。

[0154] 投影系统:建筑结构照明和大型场地展示

[0155] 可以应用本发明的投影系统的另一示例是在建筑物上或作为艺术灯光秀的一部分的不同结构上形成图像的投影装置。另一示例是至球场地面和/或天花板上的投影。在这样的系统中,可能期望的是能够形成非常亮的亮点,所述亮点明显比周围亮度等级更亮,以及因此是突出的。还可能期望的是,该系统对于较低成本安装、设置时间和冷却需求是非常高效的。还可能期望的是,这样的系统能够将图像或光场的部分动态地聚焦到体积内的不同的平面或对象上。

[0156] 照明和布光

[0157] 可以应用本发明的照明和布光系统可在下述应用中使用,在所述应用中期望静态地或动态地照射对象并且不照射其他对象。在一些应用中,可能期望使用具有同时照射整个场景或仅场景的一部分的能力的照明系统。这样的系统的另一期望的特性可以是:照明系统与待照射的对象的光谱反射特性紧密地或近似地类似。在一些应用中,可以首先由相机或其他成像装置分析待照射的场景。

[0158] 照明和布光:机动车

[0159] 可以应用本发明的系统的示例是动态或智能机动车头灯。可能期望的是明亮地照射即将到来的道路标记和道路本身,但是同时不使迎面而来的交通目眩。还可能期望的是

高效地照射前方的道路。这样的系统可以与分析前方场景以及向照明系统提供目标光分布的相机配合工作。这样的系统的另一期望的特性可以是：照明系统与待照射的对象的光谱反射特性紧密地或近似地类似。

[0160] 照明和布光：剧院布光

[0161] 基于本发明的照明系统的另一示例是剧院聚光灯。通常，这样的聚光灯产生可以手动地或自动地移动以跟随例如在剧院舞台上的演员的亮点。可能期望的是用可以照射整个舞台以及可以动态地产生局部点光的照明系统来代替这样的系统。这样的系统的期望的特性可以是：该系统高效地照射场景内的一个或更多个对象。常见数据投影装置是如下系统的示例，该系统可照射较大场景，但是在仅照射部分场景或对象时不是非常高效，因为光在不需要照明的区域被遮挡。基于本发明的系统可以呈现高效的替选方案。这样的系统的另一期望特性可以是：在距照明系统不同距离处的对象上聚焦光的能力。

[0162] 一些光源例如激光光源可以产生在一些实施方式中为期望特性的相干光。然而，取决于最终系统输出光场的亮度要求，可能需要在光模块内部的几个独立光源或不同类型的光源例如LED或宽带灯。这会产生入射到动态可寻址光再分配器上的非相干光分布。

[0163] 图7示出了不需要相干光的系统的示例。来自光模块704的输出被成形并且使用例如光学模块700被中继至动态可寻址光再分配器703，光学模块700包括例如两个聚焦透镜701和702。目的可以是在平面705上形成图像，平面705可以是投影屏幕。动态可寻址光再分配器703可以被配置成例如具有预定相位模式以在705处产生期望的光场。

[0164] 在一些实施方式中，输出光场可能需要比用包括动态可寻址聚焦元件的可利用的光学器件实现的均匀性更高的均匀性。在该情况下，可以提供另外的光学器件（例如积分柱、积分室、光纤等）以使在光场的一个或更多个分区的强度分布均匀。可以通过系统（例如通过使用相干光或非相干光的方法）产生粗糙（coarse）的初始光场，以及在这样的另外的光学器件的输入端口上呈现粗糙的初始光场。

[0165] 图8示出了多个光源被布置成照射动态可寻址聚焦元件801的示例情况。驱动动态可寻址聚焦元件的光再分配方案使动态可寻址聚焦元件将初始光场分配到积分柱的阵列上。积分柱阵列的输出光场由具有与由积分柱的横截面划分的每个积分柱的输入端口处存在的总光至少近似相等的强度的均匀矩形场组成。

[0166] 为了说明，动态可寻址聚焦元件801已经被细分为两个相等大小的区域R1和R2。810、820以及830示出了在该光学系统的各个级段处的示例光分布。810描绘了从LS1至LS4的光分布811、812、813以及814。811和812入射到R1上，813和814入射到R2上。区域R1可以呈现在积分柱IR1上以及区域R2可以呈现在积分柱IR2上。动态可寻址聚焦元件801对入射光进行再分配。

[0167] 在该示例中，来自LS2的光与来自LS3和LS4的光一起被再分配至积分柱IR2。来自LS1的光呈现在积分柱IR1上。820描绘了入射到IR1和IR2上的光分布。821呈现在IR1上以及源于LS1，822呈现在IR2上以及源于LS2和LS3，823呈现在IR2上以及源于LS4。830示出了来自积分柱阵列的输出光分布，其中831示出了来自IR1的输出，以及832示出了来自IR2的输出。

[0168] 图9描绘了要在系统处理器上执行的程序的示例框架。该示例框架的目的是计算光再分配方案（例如以相位延迟值的2D阵列的形式），然后光再分配方案与输入照明分布和

系统光学器件结合地被编址到动态可寻址聚焦元件上,以产生与目标光场紧密匹配的输出光分布。

[0169] 图9示出了使用基于前向模型和其逆模型的最小化方法或优化方法寻找解的迭代方法。该示例示出了使用基于前向模型和其逆模型的最小化方法或优化方法寻找解的迭代方法“优化器”。光再分配方案以及正则项的初始推测可以用于以更少的迭代向适当解收敛。还可以提供系统约束。出口衡量标(准例如迭代的最大数目、残差或感知度衡量标准)在程序停止时确定并且以光再分配方案形式输出当前解。

[0170] 在可替选的实施方式中,可以在准备采用当前解以驱动PMD时确定衡量标准。在该情况发生之后,程序可以继续迭代以寻找更好的解。当获得更好的解时,可以采用更好的解来驱动PMD。在示例实施方式中,在一组数目的迭代之后(例如3、4、10、数个迭代),可以将当前最好相位模式解应用至PMD,同时计算机/算法继续计算更好的解。在另外数个迭代之后,新的(以及更好的)解可能是可得的并且可以在PMD上被寻址。所有这些都可以在视频的部分帧内发生。

[0171] 一对前向模型和其逆模型的示例是二维傅里叶变换和二维逆傅里叶变换,其可以用作针对穿过透镜的相干准直光束的近似模型。

[0172] 在另一实施方式中,前向模型可以描述在通过光照明时,在PMD上的相邻区域的相位或光路长度的不同而产生的偏转的量,以及所产生的强度分布。尽管准确的逆系统模型可能不存在,但是可以使用迭代优化方法来求解待在PMD上寻址的相位模式的近似解。

[0173] 图10描绘了可以在系统处理器上执行的程序的另一示例框架。该示例框架的目的是计算光再分配方案(例如以相位延迟值的2D阵列的形式),光再分配方案在被编址到动态可寻址聚焦元件上时将与输入照明分布和系统光学器件结合地产生与目标光场或输出光场紧密匹配的输出光分布,或该目标光场或输出光场可能需要进一步的光学处理或其他处理以产生期望的目标输出光场。

[0174] 图10的方法使用可以被添加到一起的多个分量光场来创建完整目标光场的近似。这样的分量的示例可以是矩形形状的均匀光场或高斯光场。

[0175] 该示例示出了已经接入一组特征例如虚拟光学元件(通过例如虚拟光学元件的形状、尺寸以及在PMD上位置,以及可以预先计算或以功能形式提供的虚拟光学元件产生的光场,以及可以通过程序改变的参数的描述来描述)的过程方法(非迭代性的)。每个这样的特征在应用到PMD时产生相关的输出分量光场。光场分析器比较这样的特征,特别是产生的输出光场与目标光场,以及确定针对多个特征的一组特征参数。这些以图案构建块的形式被组合到最终的光再分配方案中。

[0176] 作为示例,一个虚拟的光学元件可以产生高斯强度分布作为其输出。当在PMD上形成虚拟光学元件,可以直接描述峰值强度和半峰全宽。叠加的这样的高斯组在显示屏上被中继时可以类似于目标光场。

[0177] 图11示出了可以使用的光学器件和光场的三个示例,其中在动态可寻址聚焦元件上存在相干光,以及期望有系统传输功能(前向模型),例如期望可以通过二维傅里叶变换描述的系统传输功能。示例a) 使用在场透镜之后的动态可寻址聚焦元件上存在的相干准直光以聚焦光。示例b) 实现类似的结果,然而,场透镜被表示为可以与期望的光再分配方案叠加的路径长度可变图案。示例c) 提供类似的结果,利用稍微聚合的光束。

[0178] 所有三个实现的共同之处是:来自光模块1101的相干光或部分相干光使用扩展和光束成形光学器件1102被扩展,以及光入射到PMD 1105上。1102可以包括两个或更多个聚焦元件1103和1104。在1110中,入射到1105上的光是准直的。在1105不改变相位或跨装置均匀地改变相位的情况下,通过聚焦透镜1106将来自1105的输出光聚焦到1107上。

[0179] 在1120中,入射到1105上的光是准直的。在1105上的相位延迟模式类似于透镜或透镜的近似的情况下,来自1105的输出光被聚焦到1107上。

[0180] 在1130中,在1105不改变相位或跨装置均匀地改变相位的情况下,入射到1105上的光不是准直的,而是聚合以聚焦在1107处。

[0181] 在所有三个实现中,以下述方式配置1105:在1107处例如在投影屏幕上产生期望的目标光场的近似。

[0182] 图12示出了两个激光束或其他光束集体地扫描区域的可变扫描光学器件的示例。该方案可以被扩展到任意适当数目的光束。每个光束扫描在区域内的分区。通过改变所扫描的分区的大小,可以改变每个分区内的亮度。可以改变所扫描的分区的尺寸,例如所扫描的分区可以是矩形的,以及可以改变所扫描的分区的长度和宽度,从而改变所扫描的分区的面积。随着扫描的分区的大小和/或形状被改变,扫描速度和图案可以保持固定或者可以变化。例如,当所扫描的分区较小时,可以减小扫描速度,以及当所扫描的分区较大时,可以增加扫描速度。

[0183] 在图12中示出的示例实现方式中,结合允许光束跨不同区域扫描的例如可转向MEMS镜来使用多个光源例如激光器LS1和LS2。在该示例中,LS1照射区域1,并且LS2照射区域2。LS1和LS2一起照射整个成像区域1201。

[0184] LS1提供入射到双轴扫描反射镜1204上的光束,双轴扫描反射镜1204对区域1上的束1203进行扫描。LS2提供入射到双轴扫描反射镜1205上的光束,双轴扫描反射镜1205对区域2上的束1202进行扫描。可以用逐行的方式或任何其他期望的路径来在相应的区域上扫描束1203和1202。在该示例中,区域1的大小与区域2的大小不同。因此,1202的扫描速度可以增大以在针对1203扫描区域1所需要的相同时间内扫描区域2。假定LS1和LS2具有相同或类似强度,所产生的区域1的平均强度可以比区域2的平均强度更高。可以利用其它扫描图案、扫描速度、图案密度、光源调制或强度来获取类似的效果。

[0185] 在一些实施方式中,图像数据处理器将图像划分成相等的区域部分,根据个体区域的要求用均具有经调幅的一个光源来照射每个部分。

[0186] 在一些实施方式中,以覆盖其整个子部分的均匀场的形式来进行照射。在一些实施方式中,图像部分包括:在图像(颜色)中存在的频率中的一个或更多个频率的相等光能的不同大小的区域,使得每个子部分和频率可以达到不同的峰值幅度。

[0187] 在一些实施方式中,以穿过其屏幕的子部分扫描的点光源的形式例如使用激光器和安装在转动的2轴反射镜上的反射镜来进行照射。

[0188] 在一些实施方式中,以穿过其屏幕的子部分扫描的线光源的形式例如使用激光器和安装在转动的1轴反射镜上的反射镜来进行照射。

[0189] 在一些实施方式中,每个图像子部分用随机照明图案的序列来照射,每个随机照明图案由图像数据处理器生成,该图像数据处理器确保所产生的图像符合输入图像数据。

[0190] 在一些实施方式中,投影系统包括在图像(颜色)中存在的频率中的一个或更多个

频率的相等光能的不同大小的区域。每个子部分经过空间光幅度调制例如SLM。

[0191] 在一些实施方式中,投影系统包括在图像(颜色)中存在的频率中的一个或更多个频率的相等光能的不同大小的区域。在每个子部分内,以可变的速度但是恒定的强度进行扫描,使得所感知的子部分的强度变化。控制器可以被配置成确保每个子部分在每个子部分内以可变的速度扫描时仍完成在相同时间量上的总的子部分。

[0192] 在一些实施方式中,所需要的扫描速度是高的,以及代替机动化反射镜,采用衍射动态元件例如声光调制器或声光偏转装置,以描所使用的光。

[0193] 图13示出了作为在图12中描绘的实现的替选方式的示例可变激光扫描光学器件。在图13中,每个光源被中继到相应的区域,不是作为扫描光束,而是作为使用光束成形和扩展光学器件进行扩展的完整场。

[0194] 使用非对称光束扩展器ABE1来形成和扩展光束LS1。然后,使用双轴扫描反射镜1302将所扩展的光分布转向到图像的区域1上。类似地,使用非对称光束扩展器ABE2来形成和扩展LS2。然后,使用双轴扫描反射镜1301将所扩展的光分布转向到图像的区域2上。

[0195] 在1310和1320中说明了非对称光束扩展器ABE2。1310示出了如何使用柱形透镜1311和1312在两个垂直方向上将入射光束扩展不同的量。在其默认配置中,可以是聚焦点形式的输入光束分布将导致输出光分布是方的和均匀的强度光束。如果需要矩形形状,则可以通过例如沿该系统的光轴的马达移动柱形透镜1311或1312中的一个或两者。移动1311将使方形1321改变成形状1322。同样地,移动1312将使方形1323改变成形状1324。如果透镜1311和1312都被移动,则输出光分布可以如1325中所绘。除了形成单个光束之外,可以通过1301和1302使来自ABE1和ABE2的输出光分布转向,使得来自1300和1303的输出光分布的混合照明充满完整的图像。

[0196] 图14示出了将光从第一区域移除并且使该光导向第二区域的光学开关的示例应用。因此,第一区域变得较暗,以及第二区域变得较亮。

[0197] 在图14中,多个光源LS1至LSn例如经由光纤将输入光束提供到输入端口1400的阵列上。来自每个输入端口的光呈现在装置1403上,装置1403包括使光转向的一个或更多个元件例如1405。1405可以例如是双轴可控反射镜。该光还可以被中继离开二次装置1404,二次装置1404包括使光转向输出端口的输出阵列的一个或更多个元件例如1406。在一个实施方式中,由光源提供的输入光束被准直,并在输出端口1401处保持准直。

[0198] 图15描绘了使用光学开关的光高效照明器以及整理模块例如积分柱IR1, …, IRn 1510的实现,多个光源LS1至LSn例如经由光纤将输入光束提供到输入端口1500的阵列上。这些光束还被导向整理模块上,例如积分柱IR1至IRn的阵列。在该示例中,LS1和LS2入射到IR1上,LS3和LS4入射到IR2上等。1511示出了在IR1和IR2上的入射光分布。1513是源自LS1的光。1514是源自LS2的光。1515是源自LS3的光。1516是源自LS4的光。可以以类似的方式来描述该系统中的剩余积分柱。1512示出了来自积分柱IR1和IR2的输出光分布,并且图示了如何使非均匀输入分布变得均匀。1517的平均强度近似于组合或积分的1513和1514的平均强度的强度。1518的平均强度近似于组合或积分的1515和1516的平均强度的强度。

[0199] 在1520中,示出了具有转向的相同系统。在该示例中,LS2被转向离开IR1并且进入IR2,从而减小了来自IR1的强度输出并且增加了IR2的强度输出。1521示出了至IR1和IR2上的输入光分布。1523示出了从LS1至IR1的输入光分布。1524示出了从LS2、LS3和LS4至IR2的

组合光输入。

[0200] 1522示出了来自积分柱IR1和IR2的输出光分布。1525的平均强度近似于1523的平均强度的强度。1526的平均强度近似于组合或积分的1524的平均强度的强度。

[0201] 图16示出了应用细化模块(例如DMD)对光场进行精细调谐的实施方式。

[0202] 如本文中所述的装置的输出光场可以用作可控光源以照射细化级段,细化级段可以包括成像装置如DMD、LCD或LCoS。成像装置可以包括幅度调制SLM、PMD、扩散装置如DMD、LCD或LCoS。细化可以提供可改善完整系统的输出光场的质量的细化输出。细化模块可以包括去斑模块、偏振改变装置、颜色增强装置等。

[0203] 细化输出光场可以以通常方式被成像或中继到投影屏幕等。如在图16中所示,光高效照明器可以与可用串联和/或并联的配置布置的一个或几个细化模块组合。

[0204] 例如,细化模块可以将高空间频率细节提供至最终的光场,最终的光场现在可以在来自光高效照明器的输出光场的顶部被成像或中继到投影屏幕等上。

[0205] 细化模块的另一用途是使光高效照明器引入的视觉伪像最小化。在一些实现方式中,可以根据光高效照明器输出的分析以及人类视觉系统例如颜色外观模型、视觉差异预测器或其他模型来执行这些改进。

[0206] 在优选实施方式中,动态光高效照明器提供了目标光场的第一低质量版本,例如低空间分辨率彩色图像,作为到细化模块的输入。细化模块可以包括相对于彩色图像的高空间分辨率的单空间幅度调制器,并且仅提供亮度调制。组合的输出在绝对意义上可以与目标光场不同,但是在感知上是可比较的。

[0207] 图17描绘了示例光学实现方式以及在具有细化模块的光高效照明器的各个级段处存在的光分布。来自光高效照明器的输出光场1700经由例如中继透镜系统1701被中继到细化模块1703上。1704示出了由光高效照明器产生的示例输出光分布。1705示出了在细化模块1703上入射的示例光分布。在一些实施方式中,可以优选地不将1700的输出精确地聚焦到1703上,而是替代地通过将1703移动某一量1702而使1704模糊或对1704进行空间低通滤波。

[0208] 图18:示出了包括细化模块(例如DMD)以及整理模块(例如积分柱阵列)的实施方式。

[0209] 某些应用可能需要输出光场是高保真度、均匀、或可预测的。在一些情况下,输出光场可以包括没有针对目标光场指定的不期望的尖锐尖峰或其他光学噪声。可以通过提供均匀化元件的阵列例如独立积分柱的阵列或光纤束或在照明器与细化模块之间的一些光学波导来减少这些问题。然后,空间可变输出光场被减少至与使用的均匀化元件(例如光纤或积分柱)的数目匹配的已知强度分布区域的数目。将光转向至多个积分柱、光纤或区域的优点可以包括:增强的对比度、改进的黑电平、较高的峰值强度和/或输出光分布的改进的可预测性。此外,由于否则会穿过一个均匀化元件的光可以被重定向到另一均匀化元件,则产生的峰值亮度在最好的情况下可以增加了近似于区域的数目(例如,所有光或大部分光可以被导向均匀化元件中的一个)。通过对比,在没有重定向光而是仅仅使光衰减以实现期望的亮度等级的系统中,峰值亮度被限制为系统的光模块可以提供的全局亮度等级。

[0210] 图19描绘了与整理模块和细化模块组合的光高效照明器的示例实现方式。光高效照明器1900的输出使用例如透镜1901被中继到积分柱1902的阵列IR1、IR2、IR3以及IR4上。

积分柱的阵列的输出1903进一步使用例如透镜1904被中继到1905上。1905表示例如以幅度调制SLM形式的细化模块。1905的输出使用例如透镜1911被中继到例如投影屏幕1912上。在1907描绘了来自1900的示例输出光场。可以使用较小的偏移1906使入射到1905上的光分布模糊,在1903处的光分布1908变成在1905处的光分布1909。1910示出了来自完整系统的最终输出光场,其中1913表示1909通过1912调制成1914的中继版本。

[0211] 本文中描述的投影系统可以包括多个调制级段。一个或更多个级段可以调制光的相位,和/或一个或更多个其他级段调制光的幅度,和/或一个或更多个其他级段调制光的频率,和/或一个或更多个其他级段调制光的偏振。例如,一个投影系统可以具有两个空间幅度调制器、以及一个空间相位调制器。

[0212] 这样的级段可以被布置成以串联或并联的形式或两者的混合形式来处理光。在并联的情况下,可以通过分光器或光束合成器例如分色镜来组合不同的光场以组合不同频率的光,或通过偏振分光器来组合不同的光场以将具有不同的偏振的光组合。针对串联的情况,一个级段的输出被用作下一级段的输入。例如,一个系统可以使用与相位调制器并联的频率调制器,相位调制器和频率调制器二者与空间幅度调制器串联地安置。在两个并联级段被中继到与并联级段串联地安置的空间幅度调制器之前,可以通过光束合成器来组合两个并联级段。

[0213] 图20示出了在应用色场序列方案的系统中的强度-时间和强度-位置图。2010指示在由红通道(2011)、绿通道(2012)以及蓝通道(2013)组成的三原色光高效照明器中的期望的空间横截面光分布的示例。由于光高效照明器通过再分配光而不是排他地幅度调制光(通过衰减)来实现其目标光分布,所以每个光源所需要的光的总量与分别针对R、G以及B的每个颜色通道光分布2011、2012以及2013的积分的光成比例。在该特定示例中,可以检查光分布2011、2012以及2013,以及推断:需要较少量的绿光、需要适中量的红光,以及需要最大量的蓝光。

[0214] 在色场序列驱动方案中的一个视频帧内的针对每种颜色的光的总量可以通过降低如在2000中描绘的固定时段内的各个光源的强度来在源处进行调制,或通过在2020中描绘的变化时间量内的固定强度进行调制,或者通过没有在此描绘的这两个方案的组合来进行调制。在2000中,通过2001描绘针对红色的强度调制方法,通过2002描绘针对绿色的强度调制方法,以及通过2003描绘针对蓝色的强度调制方法。在2020中,通过2021描绘针对红色的时间调制方法,通过2022描绘针对绿色的时间调制方法,以及通过2023描绘针对蓝色的时间调制方法。

[0215] 术语解释

[0216] 除非上下文清楚地要求,否则贯穿说明书和权利要求:

[0217] • 与排他性或穷举性含义相反,“包括”、“包含”等应以包括性含义来解释;也就是说,以“包括但不限于”的含义;

[0218] • “连接”、“耦合”或其任何变体意味着两个或更多个元件之间的直接或间接的任意连接或耦合;元件之间的耦合或连接可以是物理的、逻辑的、或物理与逻辑的组合;

[0219] • “本文中”、“以上”、“以下”、以及类似含义的词在用于描述本说明书时,应指作为整体的本说明书,而不是本说明书的任何特定的部分;

[0220] • 关于两个或更多项的列表,“或”覆盖所有下面的词的解释:列表中的项中的任

一项、列表中的所有项、以及列表中项的任意组合；

[0221] • 单数形式“一”、“一个”以及“所述”也包括任何适当复数形式的含义。

[0222] 在本说明书和任何所附权利要求中使用的(在存在的情况下)指示方向的词,例如“垂直”、“横向”、“水平”“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向内”、“向外”、“竖直”、“横断”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“下面”、“上”、“下”等,取决于所描述和示出的装置的具体方位。本文中描述的主题可以假定各种可替选的方位。因此,这些方向术语没有严格地限定并且不应当狭义地解释。

[0223] 可以使用下述项来实现本发明的实施方式:专门设计的硬件,可配置硬件,通过能够在数据处理器上执行的软件(其可以可选地包括“固件”)的提供而配置的可编程数据处理器,专门目的计算机或数据处理器,所述专门目的计算机或数据处理器被专门编程、配置或构造成执行如在本文中详细说明的方法中的一个或更多个步骤和/或这些中的两个或更多个步骤的组合。专门设计的硬件的示例是:逻辑电路、专用集成电路(“ASIC”)、大规模集成电路(“LSI”)、超大规模集成电路(“VLSI”)等。可配置硬件的示例是:一个或更多个可编程逻辑器件,例如可编程阵列逻辑(“PAL”)、可编程逻辑阵列(“PLA”)以及现场可编程门阵列(“FPGA”)。可编程数据处理器的示例是:微处理器、数字信号处理器(“DSP”)、嵌入式处理器、图形处理器、数学协处理器、通用计算机、服务器计算机、云计算机、主机计算机、计算机工作站等。例如,用于装置的控制电路中的一个或更多个数据处理器可通过执行在处理器可访问的程序存储器中的软件指令来实现如本文中描述的方法。

[0224] 处理可以是集中式或分布式。当处理是分布式时,可以集中或分布地保存包括软件和/或数据的信息。可以借助于通信网络(例如局域网(LAN)、广域网或因特网)、有线或无线数据链路、电磁信号或其他数据通信信道在不同功能单元之间交换这样的信息。

[0225] 例如,尽管以给定顺序呈现处理或块,但是替选示例可以以不同的顺序执行具有步骤的例程或应用具有块的系统,并且一些处理或块可以被删除、移动、添加、细分、组合和/或修改以提供替选方案或子组合。可以用各种不同方式来实现这些处理或块中的每个。此外,尽管处理或块有时被示出为连续地执行,但是替代地这些处理或块可以并行地执行,或者可以在不同的时间执行。

[0226] 此外,尽管元件有时被示出为顺序地执行,但是元件可以代替地同时或以不同的顺序执行。因此,意图是:所附权利要求被解释为包括在其意图范围内的所有这样的改变。

[0227] 软件和其他模块可以驻留在下述装置上:服务器、工作站、个人计算机、平板计算机、图像数据编码器、图像数据解码器、PDA、视频投影装置、显示器(例如电视)、数字影院投影装置、媒体播放器以及适于本文中描述的目的的其他装置。

[0228] 还可以以程序产品的形式提供本发明。程序产品可以包括携带一组计算机可读指令的任意非暂态介质,当由数据处理器执行该组计算机可读指令时,使数据处理器执行本发明的方法。根据本发明的程序产品可以是各种形式中的任一种形式。程序产品可以包括例如非暂态介质,如磁数据存储介质、光数据存储介质、电子数据存储介质,其中磁数据存储介质包括软盘、硬盘驱动器,光数据存储介质包括CD ROM、DVD,电子数据存储介质包括ROM、闪速RAM、EPROM、硬线或预编程芯片(例如,EEPROM半导体芯片)、纳米技术存储器等。可以可选地压缩或加密程序产品上的计算机可读信号。

[0229] 在一些实施方式中,可以用软件实现本发明。为了更清楚,“软件”包括在处理器上

执行的任何指令,并且可以包括(但不限于)固件、驻留软件、微代码等。如本领域技术人员已知的,处理硬件和软件二者可以整体地或部分地是集中式的或分布式的(或集中式和分布式的组合)。例如,可以经由本地存储器、经由网络、经由浏览器或在分布式计算环境下的其他应用、或经由适于上述目的的其他手段来访问软件和其他模块。

[0230] 当部件(例如软件模块、处理器、组件、装置、电路等)在以上被提及时,除非另外地指明,否则提及该部件(包括提及“装置”)应被解释为包括执行所描述的部件的功能的任何部件(即,功能上等同)以作为该部件的等同物,包括执行在本发明的示出的示例性实施方式中的功能的在结构上与所公开的结构不等同的部件。

[0231] 为了说明的目的本文中已经描述了系统、方法和装置的特定示例。这些仅是示例。本文中提供的技术可以应用到除上述示例系统之外的系统。可以在本发明的实施内进行许多改变、修改、添加、省略以及置换。本发明包括对于本领域技术人员将是明显的所描述的实施方式的变化,包括通过下述方式获得的变化:用等同特征、元件和/或动作替换特征、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;对来自本文中描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/或动作进行组合;和/或省略来自所描述的实施方式的组合的特征、元件和/或动作。

[0232] 因此,意图是:所附权利要求和文中引入的权利要求被解释为包括可以合理地推断的所有这样的修改、置换、添加、省略以及子组合。权利要求的范围不应受示例中陈述的优选实施方式限制,而是应当给出与作为整体的描述一致的最宽的解释。

[0233] 此外,本申请可以被配置如下。

[0234] 1. 一种用于显示由图像数据指定的图像的方法,所述图像数据指定根据所述图像上的位置而改变的亮度,使得所述图像具有较暗区域和较亮区域,所述方法包括:

[0235] 控制相位调制器以提供具有基于所述图像数据的配置的二维自由形式透镜;

[0236] 用入射光照射所述相位调制器,并且允许所述入射光与所述相位调制器相互作用以得到经修改的光场;以及

[0237] 将所述经修改的光场投射到表面上以得到图像的描绘;

[0238] 其中,所述光与所述相位调制器的相互作用使光重定向,否则该光会将所述图像的较暗区域照射成所述图像的较亮区域。

[0239] 2. 根据1所述的方法,其中,所述图像数据包括视频数据,并且所述方法包括:基于所述图像数据的连续的帧控制所述相位调制器以顺序地改变所述二维自由形式透镜。

[0240] 3. 根据1至2中任一项所述的方法,包括:通过进一步对所述经修改的光场进行空间调制来细化所述经修改的光场。

[0241] 4. 根据3所述的方法,其中,进一步对所述经修改的光场进行空间调制包括:从反射型空间光调制器反射所述经修改的光场的光。

[0242] 5. 根据3所述的方法,其中,进一步对所述经修改的光场进行空间调制包括:将所述经修改的光场的光穿过透射型空间光调制器。

[0243] 6. 根据1至2中任一项所述的方法,包括:通过将所述经修改的光场的光穿过细化模块来将高空间频率细节添加至所述经修改的光场。

[0244] 7. 根据6所述的方法,其中,所述细化模块包括光积分元件的阵列。

[0245] 8. 根据6或7所述的方法,其中,所述细化模块包括空间光调制器,并且所述方法包

括:控制所述空间光调制器以进一步调制所述经修改的光场的所述光。

[0246] 9. 根据1至7中任一项所述的方法,包括:通过对所述图像数据应用前向算法来产生所述自由形式透镜的所述配置。

[0247] 10. 根据9所述的方法,其中,所述前向算法包括:对所述图像数据应用逆变换,所述逆变换通过包括所述相位调制器的光路来使应用于所述入射光的变换逆转。

[0248] 11. 根据10所述的方法,其中,所述逆变换包括逆傅里叶变换。

[0249] 12. 根据9所述的方法,其中,所述前向算法包括迭代算法。

[0250] 13. 根据12所述的方法,其中,所述迭代算法包括:迭代地使当前解与由所述图像数据指定的目标图像之间的差最小化,直到满足完成标准。

[0251] 14. 根据12或13所述的方法,包括:将所述迭代算法执行第一数目的迭代以得到用于所述自由形式透镜的第一配置,根据所述第一配置控制所述相位调制器,在根据所述第一配置控制所述相位调制器的同时,将所述迭代算法执行一个或更多个另外的迭代以得到用于所述自由形式透镜的细化的配置以及随后根据所述细化的配置控制所述相位调制器。

[0252] 15. 根据1至7中任一项所述的方法,包括:通过处理所述图像数据以得到用于多个光学元件的参数来产生所述自由形式透镜的所述配置,以及控制所述相位调制器以仿真这些光学元件。

[0253] 16. 根据15所述的方法,其中,所述光学元件包括棱镜。

[0254] 17. 根据15或16所述的方法,其中,所述光学元件包括透镜。

[0255] 18. 根据17所述的方法,其中,所述透镜包括菲涅尔透镜。

[0256] 19. 根据17或18所述的方法,其中,所述透镜包括柱形透镜。

[0257] 20. 根据15至19中任一项所述的方法,包括:控制所述相位调制器以仿真叠加多个预定义的光学元件。

[0258] 21. 根据20所述的方法,其中,所叠加的多个预定义的光学元件包括棱镜和透镜。

[0259] 22. 根据1至7中任一项所述的方法,其中,所述自由形式透镜被配置成在所述经修改的光场中提供一个或更多个特征,每个特征由一组特征参数描述,使得在所述经修改的光场中所述特征的和提供所述图像的近似。

[0260] 23. 根据1至7中任一项所述的方法,包括控制所述相位调制器以得到具有一个配置的自由形式透镜,该配置使得所述经修改的光场包括被选择为近似与所述图像数据对应的目标光场、具有不同位置、幅度和半峰全宽的一组高斯强度分布。

[0261] 24. 根据1至23中任一项所述的方法,包括控制所述相位调制器以得到具有一个配置的自由形式透镜,该配置使得与所述自由形式透镜的第一区域相互作用的所述入射光在所述经修改的光场上移动,以与已经和所述自由形式透镜的不同于所述第一区域的第二区域相互作用的光交叠。

[0262] 25. 根据1至23中任一项所述的方法,包括控制所述相位调制器以得到具有一个配置的自由形式透镜,该配置使得与所述自由形式透镜的第一区域相互作用的所述入射光通过与所述自由形式透镜相互作用被聚焦。

[0263] 26. 根据1至25中任一项所述的方法,其中,所述图像的所述较亮区域的亮度超过所述经修改的光场的最大可获得的均匀亮度。

[0264] 27. 根据1至26中任一项所述的方法,包括:在允许所述入射光与所述相位调制器

相互作用之前,使所述入射光准直。

[0265] 28. 根据1至27中任一项所述的方法,包括:控制所述入射光的强度。

[0266] 29. 根据28所述的方法,包括:单独控制照射所述相位调制器上的多个不同区域中的每个区域的所述入射光的强度。

[0267] 30. 根据28或29所述的方法,包括在多个可变强度光源处产生所述入射光,其中所述方法包括单独控制由所述多个光源中的不同的光源发出的光的强度。

[0268] 31. 根据30所述的方法,其中,所述光源包括激光器。

[0269] 32. 根据1至31中任一项所述的方法,其中,所述入射光是宽带光。

[0270] 33. 根据32所述的方法,其中,所述入射光是白光。

[0271] 34. 根据1至31中任一项所述的方法,其中,所述入射光包括相干光或部分相干光。

[0272] 35. 根据1至34中任一项所述的方法,其中,所述相位调制器是光反射的,并且所述方法包括将所述入射光从所述相位调制器反射开。

[0273] 36. 根据35所述的方法,其中,所述相位调制器包括LCOS装置。

[0274] 37. 根据35所述的方法,其中,所述相位调制器包括可变形反射镜。

[0275] 38. 根据1至34中任一项所述的方法,其中,所述相位调制器包括可变形透镜。

[0276] 39. 根据1至34中任一项所述的方法,其中,所述相位调制器是光透射的,并且所述方法包括将所述入射光穿过所述相位调制器。

[0277] 40. 根据1至39中任一项所述的方法,其中,所述入射光与所述相位调制器的相互作用使所述入射光折射。

[0278] 41. 根据1至40中任一项所述的方法,其中,将所述经修改的光场投射到所述表面包括:将所述经修改的光场穿过包括多个积分元件的整理级段。

[0279] 42. 根据1至41中任一项所述的方法,包括重复以下步骤:

[0280] 控制所述相位调制器以提供具有基于所述图像数据的配置的自由形式透镜;

[0281] 用入射光照射所述相位调制器,并且允许所述入射光与所述相位调制器相互作用以得到经修改的光场;以及

[0282] 针对入射光的多种不同颜色中的每种颜色,以时分复用的方式将所述经修改的光场投射到表面上。

[0283] 43. 根据42所述的方法,包括:在一个帧内,将入射光的不同颜色的开启时间控制为不同。

[0284] 44. 根据1至41中任一项所述的方法,包括:使用对应的多个相位调制器针对所述入射光的多种颜色中的每种颜色单独执行所要求保护的方法,以及将所产生的多个经修改的光场进行组合以得到彩色图像。

[0285] 45. 根据1至44中任一项所述的方法,包括:控制所述自由形式透镜以使所述经修改的光场的不同部分被聚焦在不同平面上。

[0286] 46. 根据1至45中任一项所述的方法,包括:控制所述入射光的偏振。

[0287] 47. 根据1至45中任一项所述的方法,包括:调制所述光的频率。

[0288] 48. 一种用于显示由图像数据指定的图像的显示装置,所述图像数据指定根据所述图像上的位置而改变的亮度,使得所述图像具有较暗区域和较亮区域,所述显示装置包括:

- [0289] 相位调制器；
- [0290] 控制电路,所述控制电路被连接成控制所述相位调制器以提供具有基于所述图像数据的配置的二维自由形式透镜；
- [0291] 光源,所述光源被布置成用入射光照射所述相位调制器;以及
- [0292] 光学器件,所述光学器件被布置成将包括已经与所述自由形式透镜相互作用的光的经修改的光场投射到表面上以得到所述图像的描绘；
- [0293] 其中,所述相位调制器由所述控制电路控制,以使光重定向,否则该光会将所述图像的较暗区域照射成所述图像的较亮区域。
- [0294] 49.根据48所述的显示装置,其中,所述图像数据包括视频数据,并且所述控制电路被配置成基于所述图像数据的连续的帧控制所述相位调制器以顺序地改变所述二维自由形式透镜。
- [0295] 50.根据48至49中任一项所述的显示装置,包括细化模块,所述细化模块包括空间光调制器,所述空间光调制器被布置成进一步对所述经修改的光场进行空间调制。
- [0296] 51.根据50所述的显示装置,其中,所述空间光调制器包括反射型空间光调制器。
- [0297] 52.根据50所述的显示装置,其中,所述空间光调制器包括透射型空间光调制器。
- [0298] 53.根据50所述的显示装置,其中,所述细化模块包括光积分元件的阵列。
- [0299] 54.根据48至53中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成通过对所述图像数据应用前向算法来产生所述自由形式透镜的所述配置。
- [0300] 55.根据54所述的显示装置,其中,所述前向算法包括:对所述图像数据应用逆变换,所述逆变换通过包括所述相位调制器的光路来使应用于所述入射光的变换逆转。
- [0301] 56.根据55所述的显示装置,其中,所述逆变换包括逆傅里叶变换。
- [0302] 57.根据54所述的显示装置,其中,所述前向算法包括迭代算法。
- [0303] 58.根据57所述的显示装置,其中,所述迭代算法包括:迭代地使当前解与由所述图像数据指定的目标图像之间的差最小化,直到满足完成标准。
- [0304] 59.根据57或58所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成:将所述迭代算法执行第一数目的迭代以得到用于所述自由形式透镜的第一配置,根据所述第一配置控制所述相位调制器,在根据所述第一配置控制所述相位调制器的同时,将所述迭代算法执行一个或更多个另外的迭代以得到用于所述自由形式透镜的细化的配置以及随后根据所述细化的配置控制所述相位调制器。
- [0305] 60.根据48至53中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成:通过处理所述图像数据以得到用于多个预定义的光学元件的参数来产生所述自由形式透镜的所述配置,以及控制所述相位调制器以仿真这些光学元件。
- [0306] 61.根据60所述的显示装置,其中,所述光学元件包括棱镜。
- [0307] 62.根据60或61所述的显示装置,其中,所述光学元件包括透镜。
- [0308] 63.根据62所述的显示装置,其中,所述透镜包括菲涅尔透镜。
- [0309] 64.根据62或63所述的显示装置,其中,所述透镜包括柱形透镜。
- [0310] 65.根据60至64中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成控制所述相位调制器以仿真叠加多个预定义的光学元件。
- [0311] 66.根据65所述的显示装置,其中,所叠加的多个预定义的光学元件包括棱镜和透

镜。

[0312] 67. 根据48至53中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成设置所述相位调制器,使得所述自由形式透镜在所述经修改的光场中提供一个或更多个特征,每个特征由一组特征参数描述,使得在所述经修改的光场中所述特征的和提供所述图像的近似。

[0313] 68. 根据48至53中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成设置所述相位调制器以得到具有一个配置的自由形式透镜,该配置使得所述经修改的光场包括被选择为近似与所述图像数据对应的目标光场的具有不同位置、幅度和半峰全宽的一组高斯强度分布。

[0314] 69. 根据48至68中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成控制所述相位调制器以得到具有一个配置的自由形式透镜,该配置使得与所述自由形式透镜的第一区域相互作用的所述入射光在所述经修改的光场上移动,以与已经和所述自由形式透镜的不同于所述第一区域的第二区域相互作用的光交叠。

[0315] 70. 根据48至69中任一项所述的显示装置,其特征在于:所述经修改的光场的最大可获得的均匀亮度,其中,所述图像的所述较亮区域的亮度超过所述经修改的光场的所述最大可获得的均匀亮度。

[0316] 71. 根据48至70中任一项所述的显示装置,包括准直器,所述准直器被布置成使所述相位调制器前方的入射光准直。

[0317] 72. 根据48至71中任一项所述的显示装置,其中,所述光源是可控强度光源,并且所述控制电路被连接成控制所述光源的强度。

[0318] 73. 根据72所述的显示装置,其中,所述光源包括多个可变强度光源,并且所述控制电路被连接成单独控制由所述多个光源中的不同的光源发出的光的强度。

[0319] 74. 根据73所述的显示装置,其中,所述光源均照射所述相位调制器的不同区域。

[0320] 75. 根据73或74所述的显示装置,其中,所述光源包括激光器。

[0321] 76. 根据48至74中任一项所述的显示装置,其中,所述光源是发出宽带光的宽带光源。

[0322] 77. 根据76所述的显示装置,其中,所述光源是发出白光的白光源。

[0323] 78. 根据48至74中任一项所述的显示装置,其中,所述光源发出相干光或部分相干光。

[0324] 79. 根据48至78中任一项所述的显示装置,其中,所述相位调制器是光反射的。

[0325] 80. 根据79所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括LCOS装置。

[0326] 81. 根据79所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括可变形反射镜。

[0327] 82. 根据48至78中任一项所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括可变形透镜。

[0328] 83. 根据48至78中任一项所述的显示装置,其中,所述相位调制器是光透射的。

[0329] 84. 根据48至83中任一项所述的显示装置,包括整理级段,所述整理级段包括多个积分元件,所述多个积分元件被布置在所述相位调制器与所述表面之间。

[0330] 85. 根据48至84中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成重复以下步骤:

- [0331] 控制所述相位调制器以提供具有基于所述图像数据的配置的自由形式透镜；
- [0332] 用入射光照射所述相位调制器，并且允许所述入射光与所述相位调制器相互作用以得到经修改的光场；以及
- [0333] 针对入射光的多种不同颜色中的每种颜色，以时分复用的方式将所述经修改的光场投射到表面上。
- [0334] 86. 根据85所述的显示装置，其中，所述控制电路被配置成：在一个帧内，将入射光的不同颜色的开启时间控制为不同。
- [0335] 87. 根据48至84中任一项所述的显示装置，包括：多个光源和颜色再组合器，所述多个光源中的每个光源被布置成将入射光导引到多个相位调制器中的相应相位调制器上，并且所述颜色再组合器被布置成将所产生的多个经修改的光场进行组合以得到彩色图像。
- [0336] 88. 一种用于显示图像的方法，所述图像具有根据位置而改变的亮度，使得所述图像具有较暗区域和较亮区域，所述方法包括：
- [0337] 传送来自多个光源中的每个光源的光以照射屏幕的多个对应区域；以及
- [0338] 响应于定义所述图像的图像数据来改变所述多个对应区域的大小，使得位于所述图像的所述较亮区域的所述对应区域较小，以及位于所述图像的所述较暗区域的所述对应区域较大。
- [0339] 89. 根据88所述的方法，其中，将所述光传送至所述对应区域包括：在扫描时段期间在所述对应区域上扫描源于所述对应光源的光束。
- [0340] 90. 根据89所述的方法，其中，所述扫描包括光栅扫描。
- [0341] 91. 根据90所述的方法，其中，相比于在所述较小区域上扫描线之间的间隔，在所述较大区域上扫描线之间的间隔更大。
- [0342] 92. 根据90所述的方法，其中，相比于在所述较小区域上所述光束与所述屏幕的交叉点的速度，在所述较大区域上所述光束与所述屏幕的交叉点的速度更大。
- [0343] 93. 根据88至92中任一项所述的方法，其中，所述屏幕的所述对应区域是矩形。
- [0344] 94. 根据88至93中任一项所述的方法，其中，改变所述多个对应区域的大小包括：改变所述对应区域中的至少一些区域的长度，以及改变所述对应区域中的至少一些区域的宽度。
- [0345] 95. 根据88至94中任一项所述的方法，其中，所述光源包括激光光源。
- [0346] 96. 根据88所述的方法，其中，将来自所述光源的光传送至所述对应区域包括：借助于光束成形和光束扩展光学器件将光中继至所述对应区域。
- [0347] 97. 根据96所述的方法，包括：对来自所述光源中的一个光源的光束进行扩展和成形以匹配所述对应区域的大小和形状，以及将所扩展成形的光束转向至所述对应区域的定位。
- [0348] 98. 根据97所述的方法，其中，将所扩展成形的光束转向包括：调节双轴扫描镜光学器件。
- [0349] 99. 根据97或98所述的方法，其中，扩展所述光束包括：在两个垂直方向中的每个方向上将所述光束扩展不同的量。
- [0350] 100. 根据97至99中任一项所述的方法，其中，扩展所述光束包括：将所述光束穿过一对柱形透镜。

- [0351] 101. 一种显示装置,包括:
- [0352] 多个光源,所述光源中的每个光源与光路关联,所述光路被布置成将来自所述光源的光运载至对应图像区域;
- [0353] 控制电路,所述控制电路被连接成响应于图像数据来控制所述光路中的光学器件以改变所述对应图像区域的大小;
- [0354] 其中,所述控制器被配置成增加位于所述图像的较暗区域的所述对应图像区域的大小,以及减小位于所述图像的较亮区域的所述对应图像区域的大小。
- [0355] 102. 根据101所述的显示装置,其中,所述光路中的每个光路包括扫描装置,所述扫描装置被布置成将来自所述光源中的对应光源的光扫描到所述对应图像区域上。
- [0356] 103. 根据102所述的显示装置,其中,所述扫描装置包括光栅扫描装置。
- [0357] 104. 根据102或103所述的显示装置,其中,所述屏幕的所述对应区域是矩形。
- [0358] 105. 根据101至104中任一项所述的显示装置,其中,所述控制电路被配置成:通过改变所述对应区域中至少一些区域的长度以及改变所述对应区域中至少一些区域的宽度来改变所述多个对应区域的大小。
- [0359] 106. 根据101至105中任一项所述的显示装置,其中,所述光源包括激光光源。
- [0360] 107. 根据101所述的显示装置,其中,所述光路包括被布置成将来自所述光源的光传送至所述对应区域的可控光束成形和光束扩展光学器件。
- [0361] 108. 根据101所述的显示装置,其中,所述光路包括双轴扫描镜光学器件。
- [0362] 109. 根据101至108中任一项所述的显示装置,其中,所述光路中的每个光路包括一对柱形透镜。
- [0363] 110. 一种用于产生具有期望光分布的光场的方法,所述方法包括:
- [0364] 提供光积分元件的阵列,每个光积分元件被布置成将光传送至成像装置的对应区域;
- [0365] 将来自多个输入端口中的每个输入端口的光转向至多个光积分元件中的一个光积分元件,使得所述光积分元件中的至少一些光积分元件接收来自多个输入端口的光,以及所述光积分元件中的不同的光积分元件接收来自不同数目的光输入端口的光。
- [0366] 111. 根据110所述的方法,其中,所述成像装置包括相位调制器,并且所述方法包括:在所述相位调制器处对所述光进行相位调制以得到经修改的光场。
- [0367] 112. 一种显示装置,包括:
- [0368] 积分元件的阵列,每个积分元件被布置成将光传送至对应的显示区域;
- [0369] 多个光源,每个光源被布置成将光传送至多个输入端口中的对应的输入端口;
- [0370] 转向光学器件,所述转向光学器件与所述输入端口关联,所述转向光学器件被布置成将来自所述输入端口中的一个输入端口的光转向至多个积分元件中的任一个积分元件;以及
- [0371] 成像装置,所述成像装置由所述积分元件照射。
- [0372] 113. 根据112所述的显示装置,其中,所述成像装置包括相位调制器。
- [0373] 114. 根据113所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括反射式相位调制器。
- [0374] 115. 根据114所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括LCoS装置。
- [0375] 116. 根据114所述的显示装置,其中,所述相位调制器包括可变形反射镜。

[0376] 117. 一种用于产生目标光场的方法,所述目标光场包括指定空间分布的亮度,所述方法包括:

[0377] 控制相位调制器以提供具有基于所述目标光场的配置的自由形式透镜;以及

[0378] 用入射光照射所述相位调制器,并且允许所述入射光与所述相位调制器相互作用以得到经修改的光场;

[0379] 其中,所述光与所述相位调制器的相互作用使光重定向,否则该光会将所述经修改的光场的较低亮度的区域照射成所述经修改的光场的较高亮度的区域。

[0380] 118. 根据117所述的方法,其中,所述相位调制器包括一维相位调制器。

[0381] 119. 根据117所述的方法,其中,所述相位调制器包括二维相位调制器。

[0382] 120. 一种用于产生目标光场的装置,所述目标光场包括指定空间分布的亮度,所述装置包括:

[0383] 相位调制器;

[0384] 控制电路,所述控制电路被配置成控制所述相位调制器以提供具有基于所述目标光场的配置的二维自由形式透镜;

[0385] 光源,所述光源被布置成用入射光照射所述相位调制器;

[0386] 其中,所述自由形式透镜被配置成使得所述入射光与所述相位调制器的相互作用使光重定向,否则该光会将所述经修改的光场的较低亮度的区域照射成所述经修改的光场的较高亮度的区域。

[0387] 121. 一种用于产生彩色光场的方法,所述方法包括:

[0388] 分析图像数据以针对多个颜色通道中的每个颜色通道确定在所述颜色通道中光的积分量;

[0389] 针对每个颜色通道,通过下述操作中的一个或更多个来控制发出对应颜色的光的光源以发出基于所述光的积分量的量的光:调制所述光源的强度;以及改变所述光源打开的时间的比例;

[0390] 针对每个颜色通道,使所述光与动态可变相位调制器相互作用以根据所述图像数据来空间上分布由所述对应光源发出的光;以及

[0391] 将来自所述多个颜色通道的光进行组合以得到所述彩色光场。

[0392] 122. 一种包括如本文描述的任何新颖的和创造性的步骤、动作、步骤和/或动作的组合、步骤和/或动作的子组合的方法。

[0393] 123. 一种包括如本文描述的任何新颖的和创造性的特征、特征的组合或特征的子组合的装置。

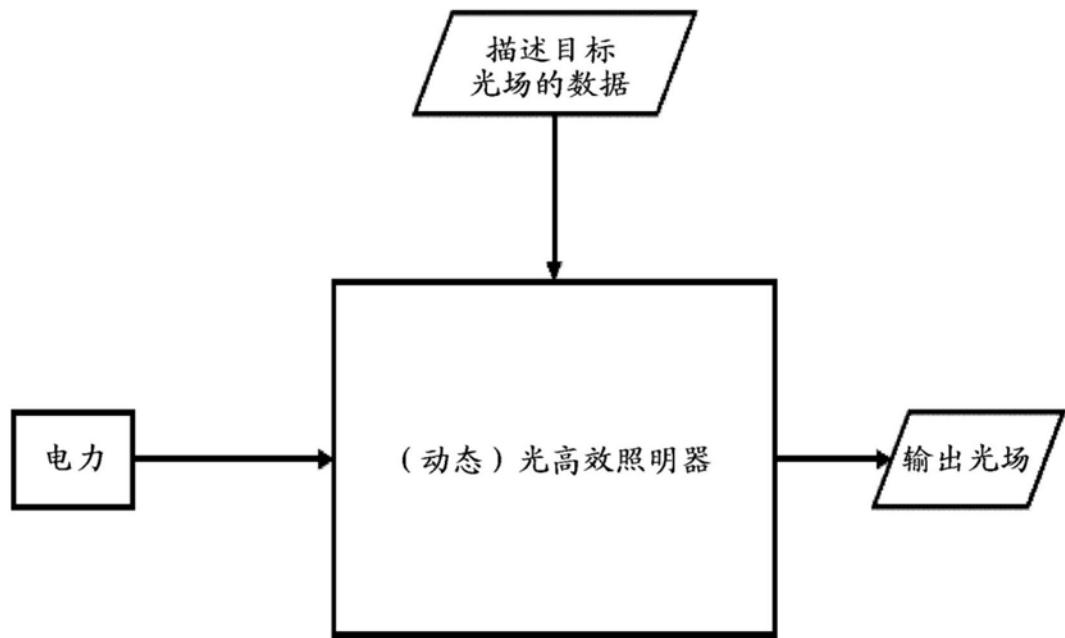


图1

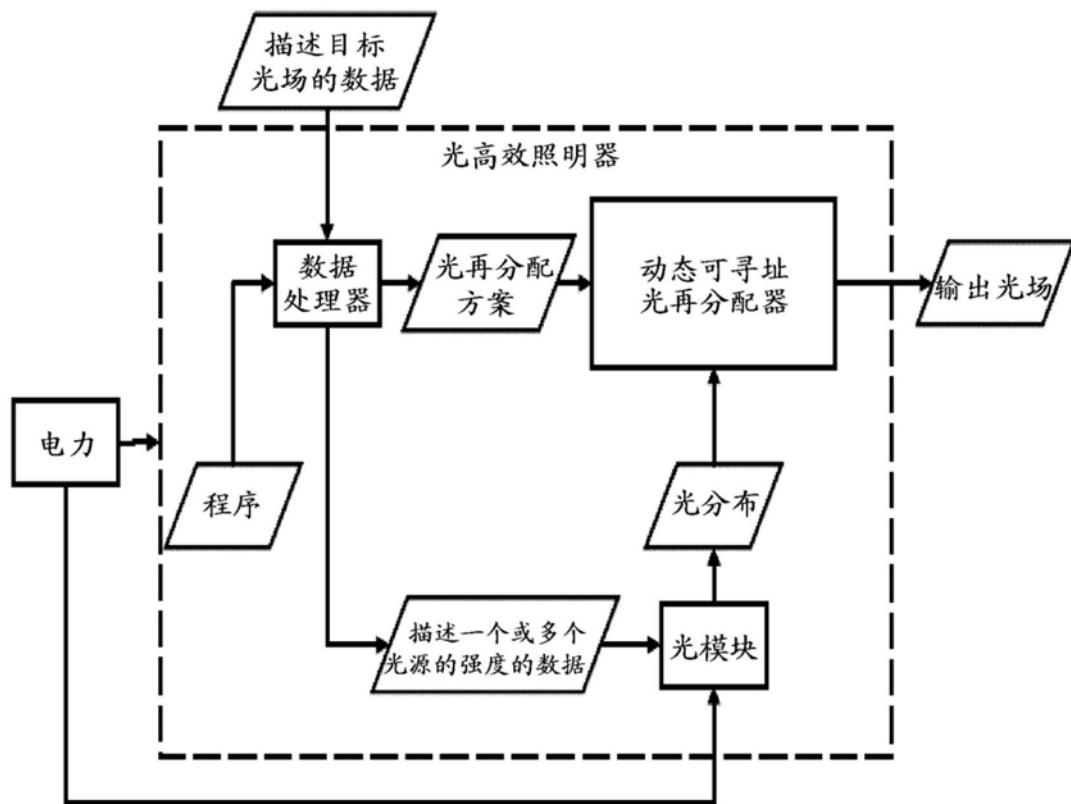


图2

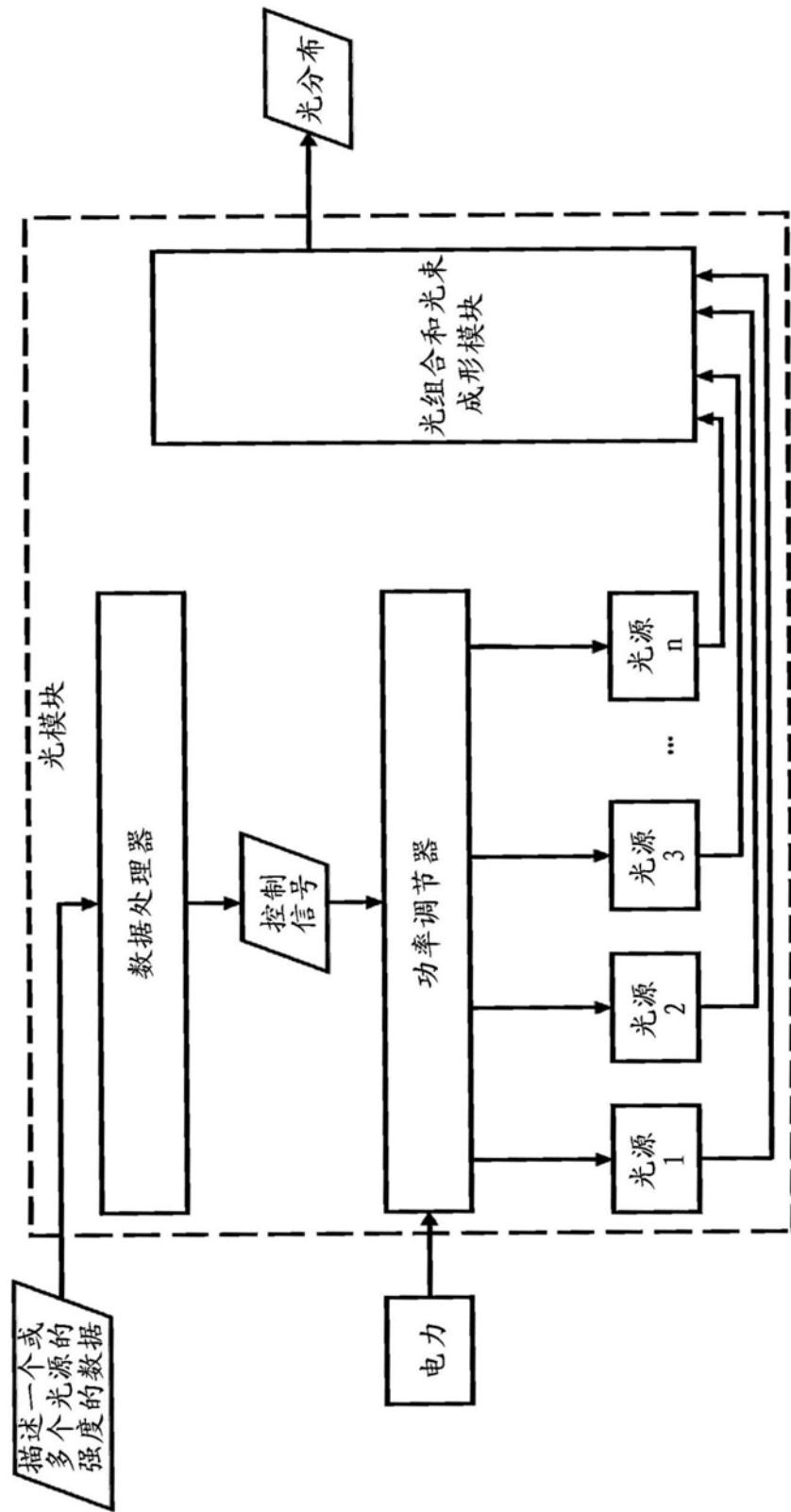


图3

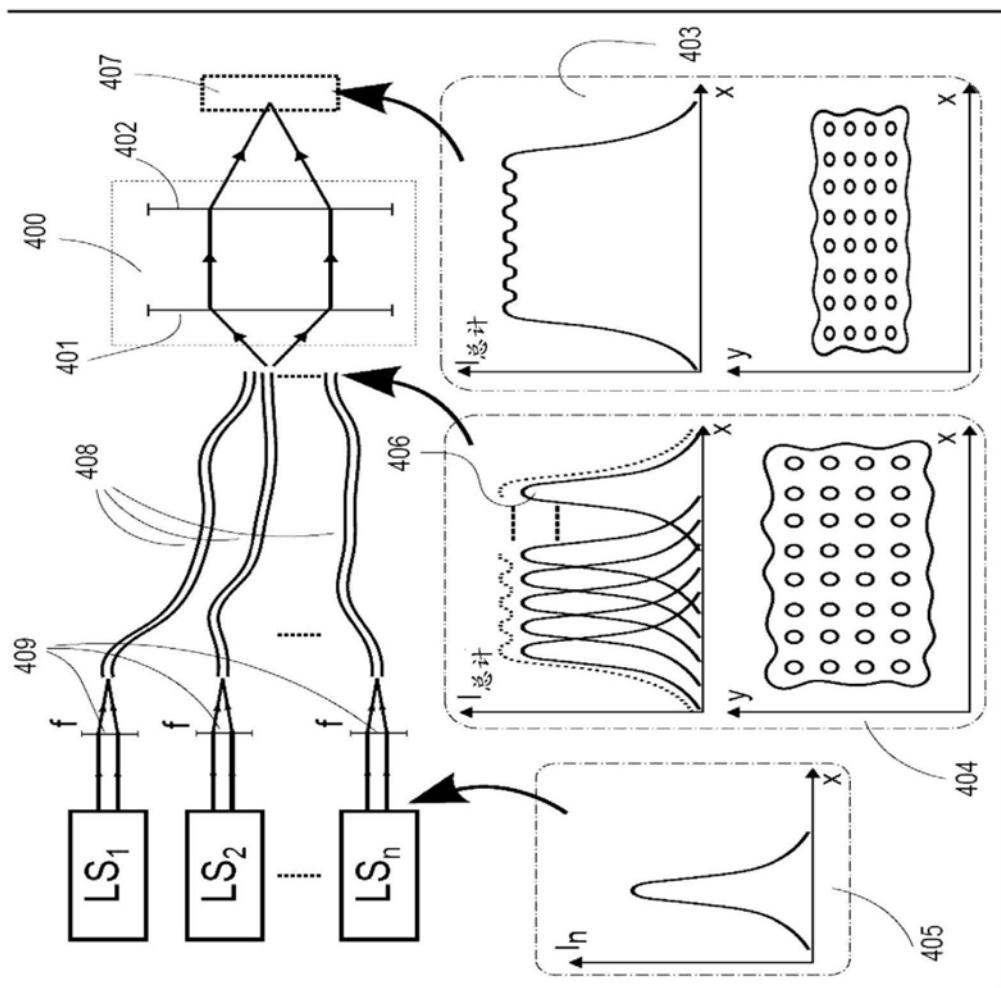


图4

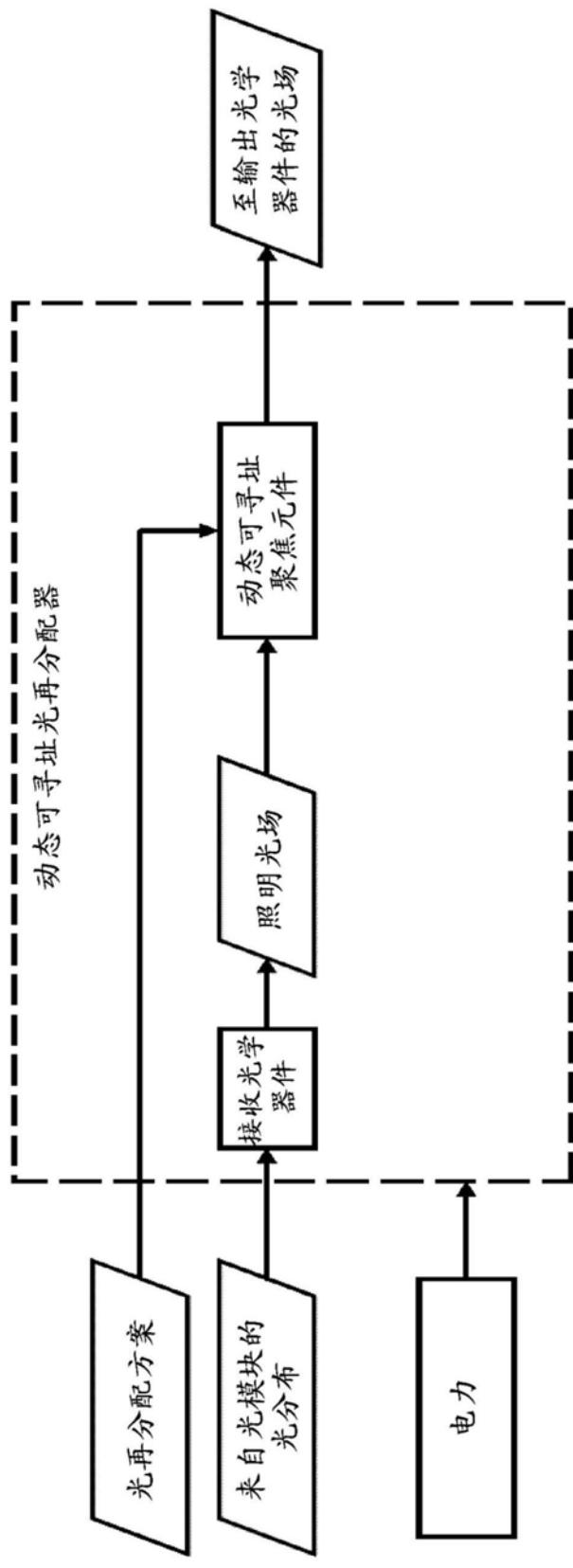


图5

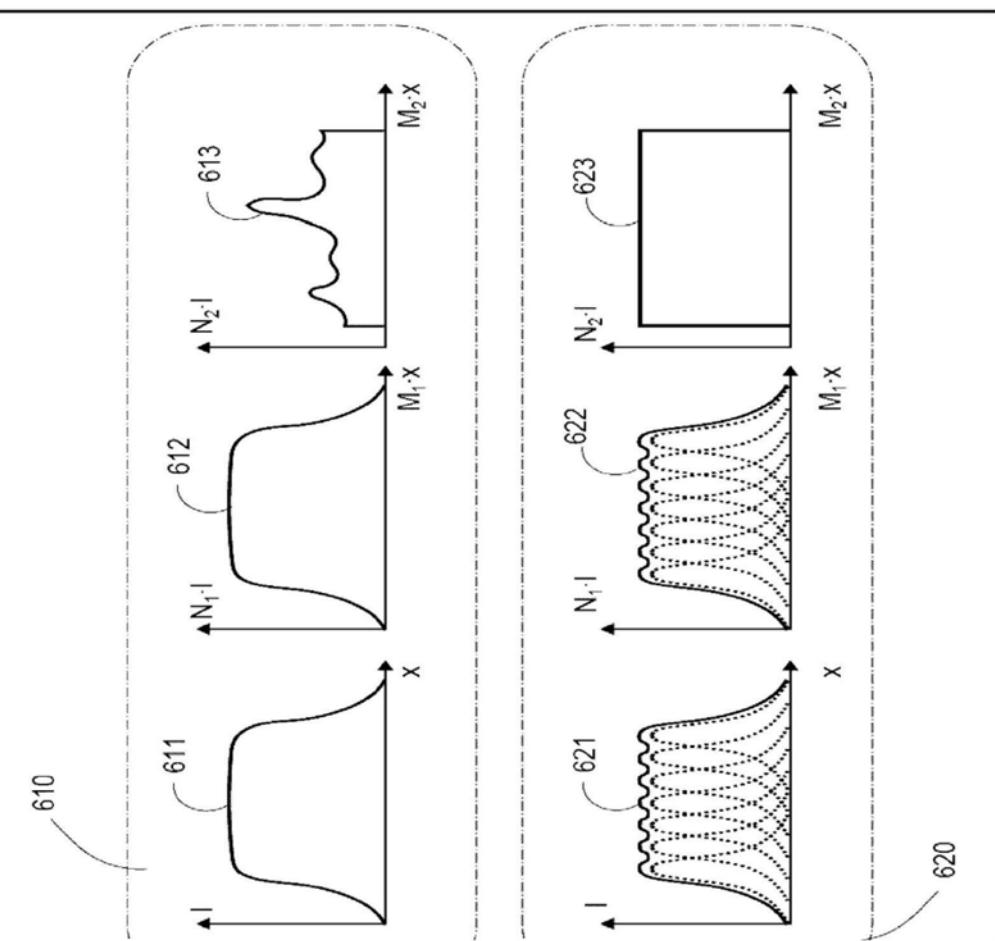


图6

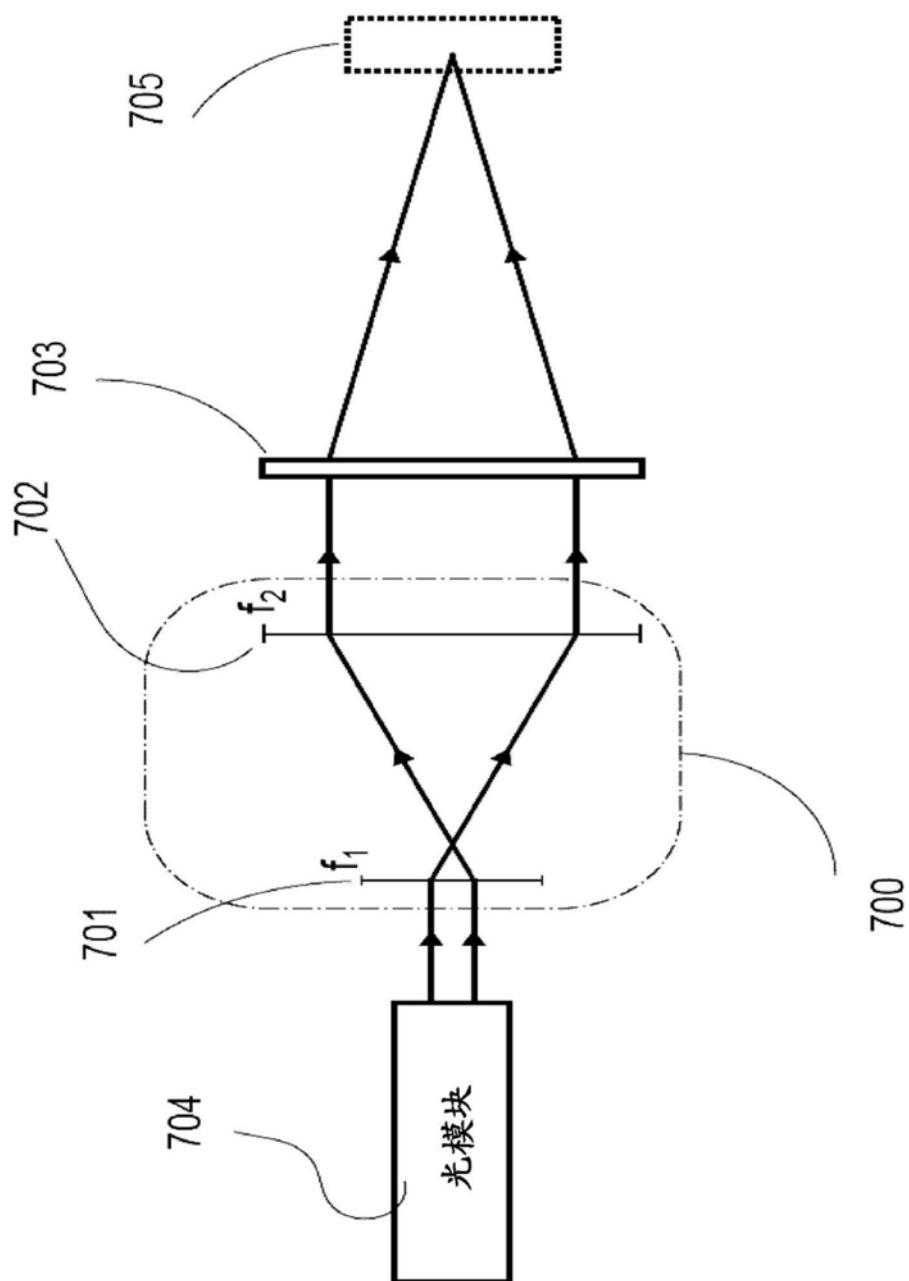


图7

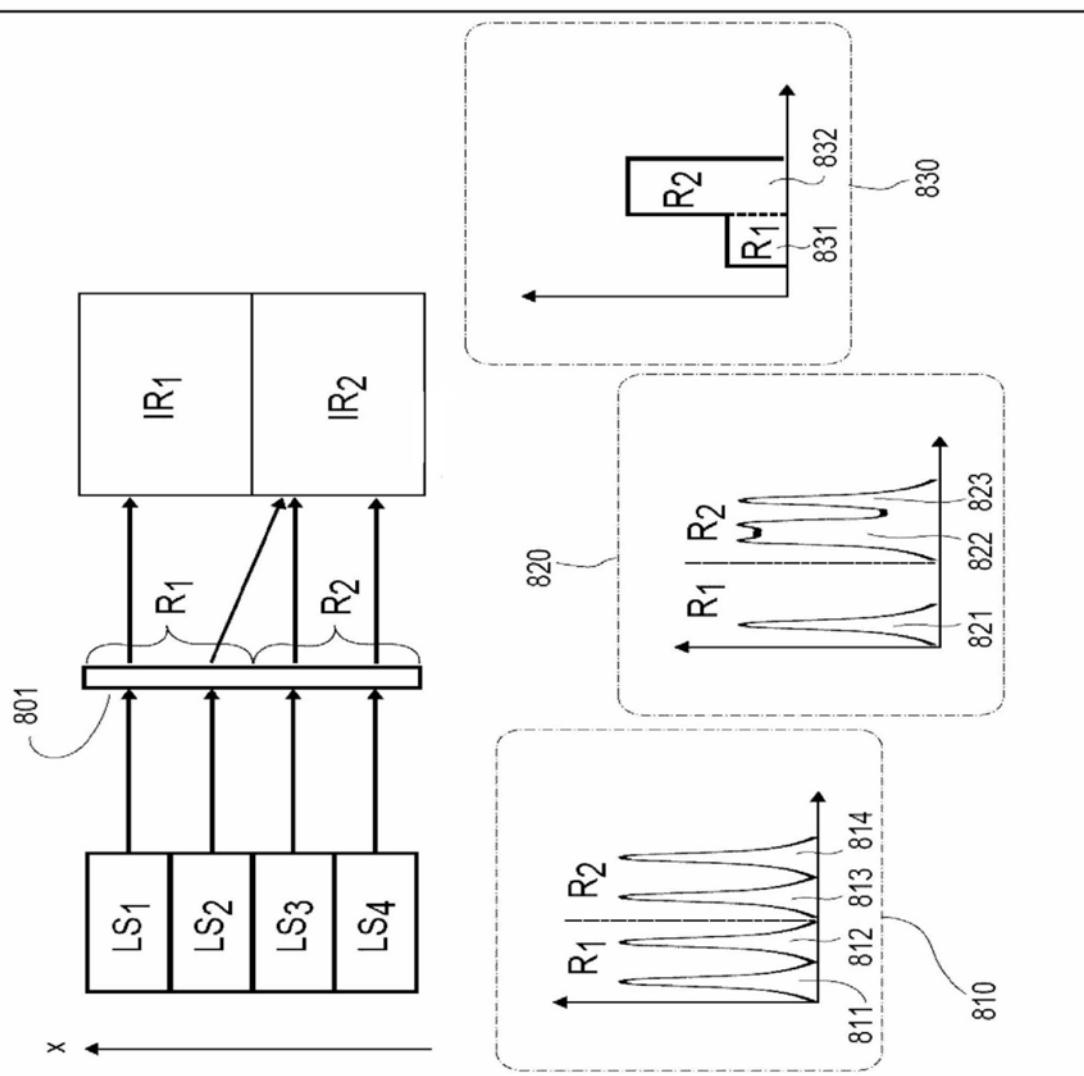


图8

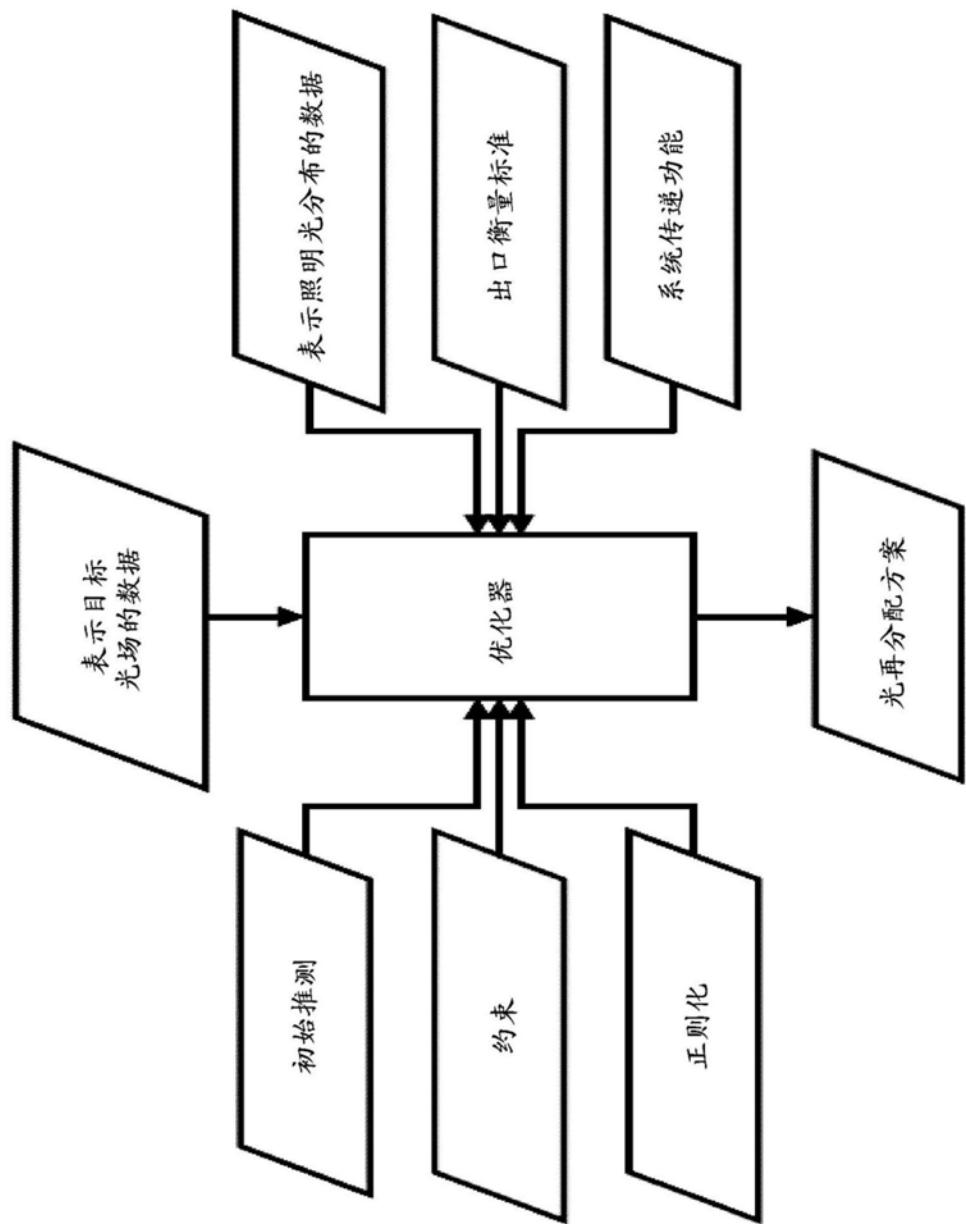


图9

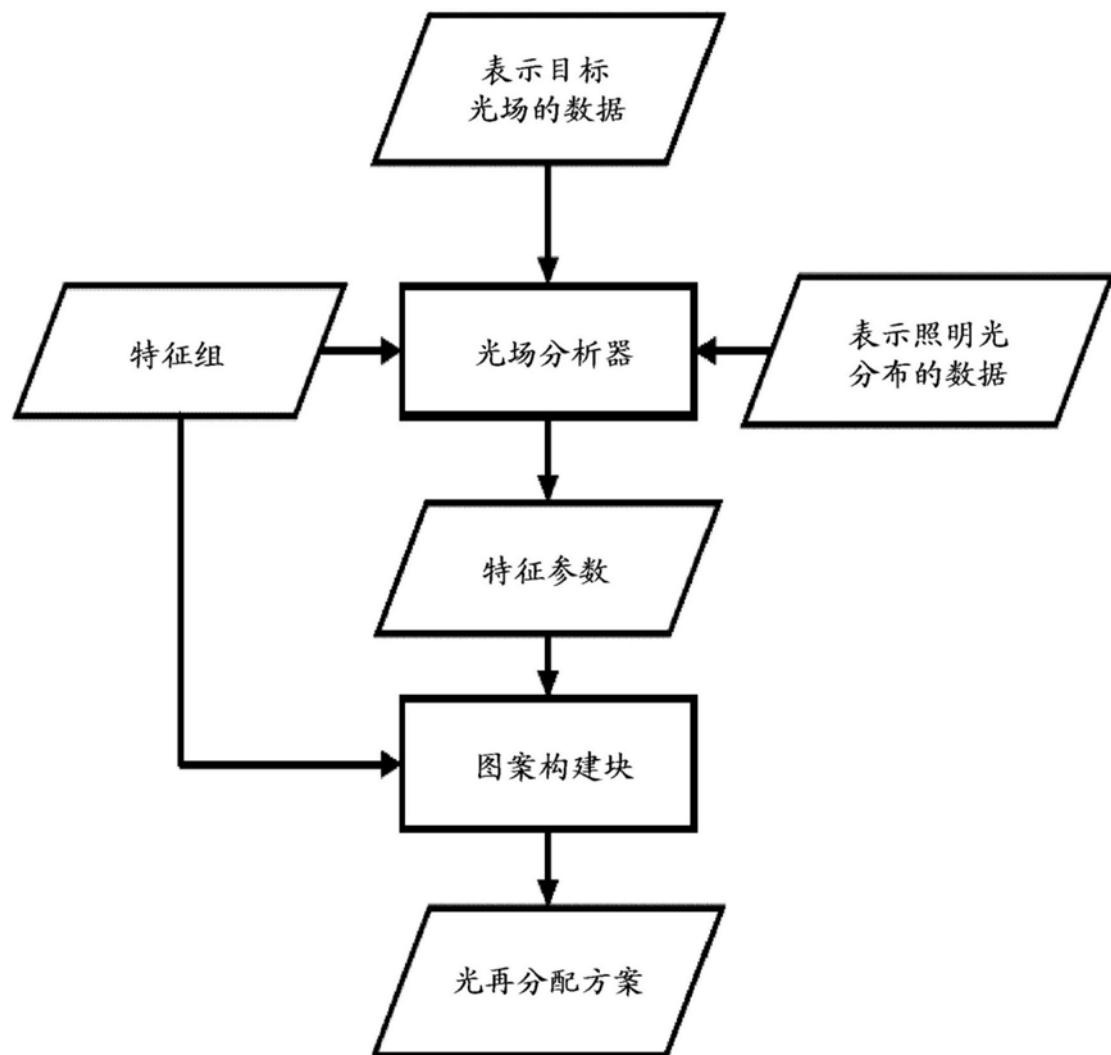


图10

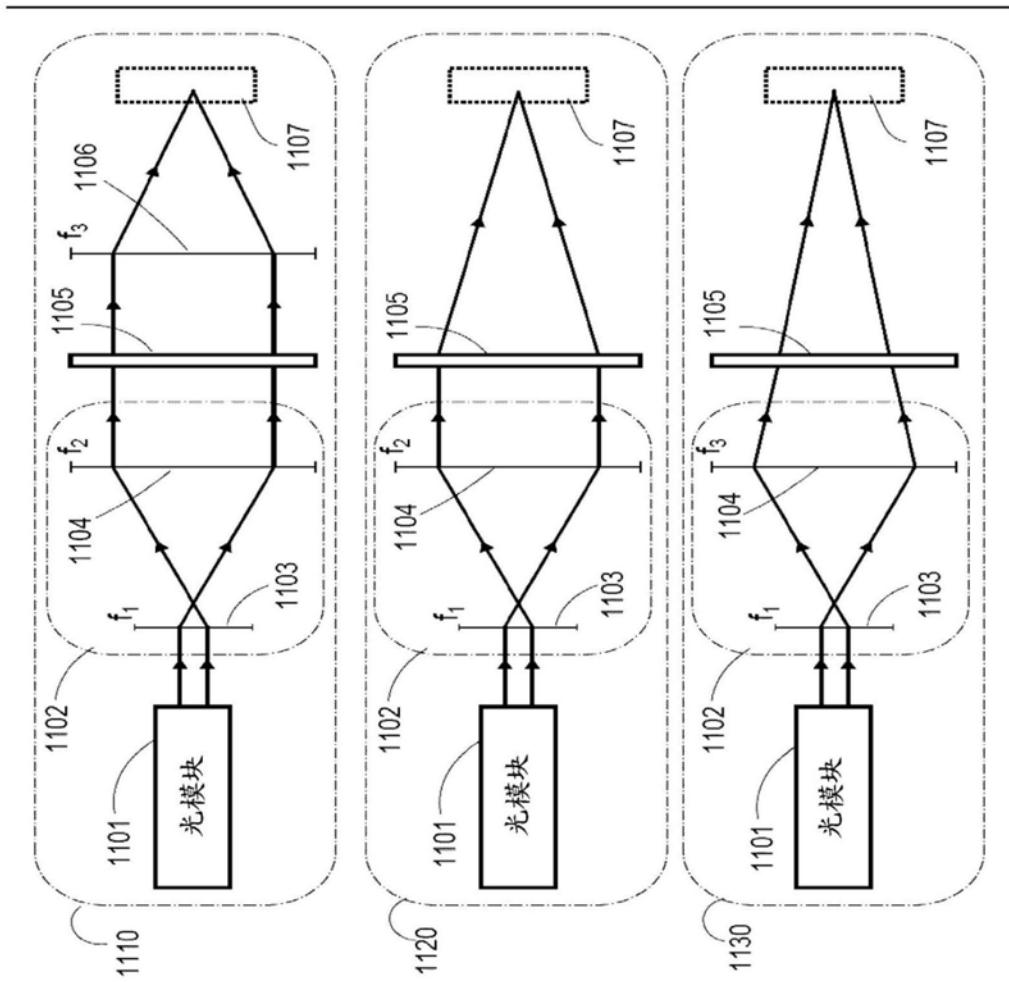


图11

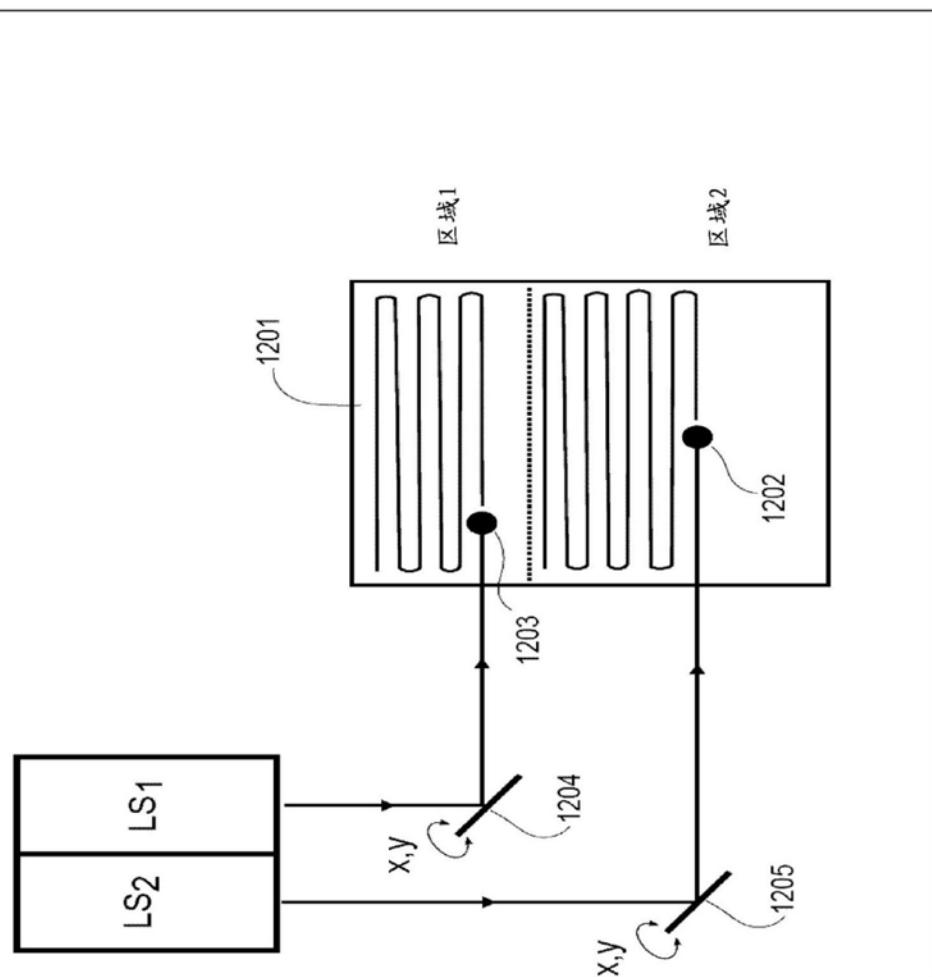


图12

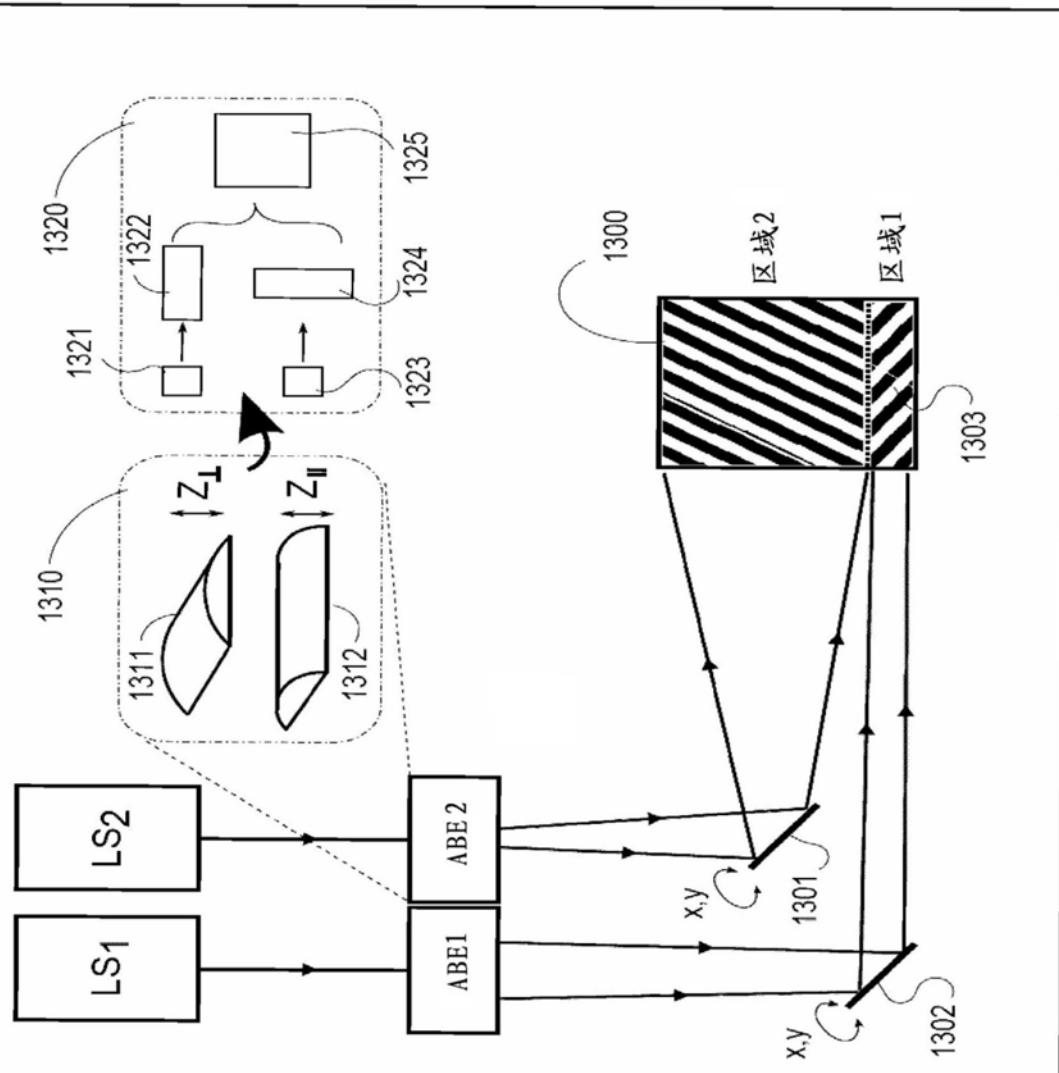


图13

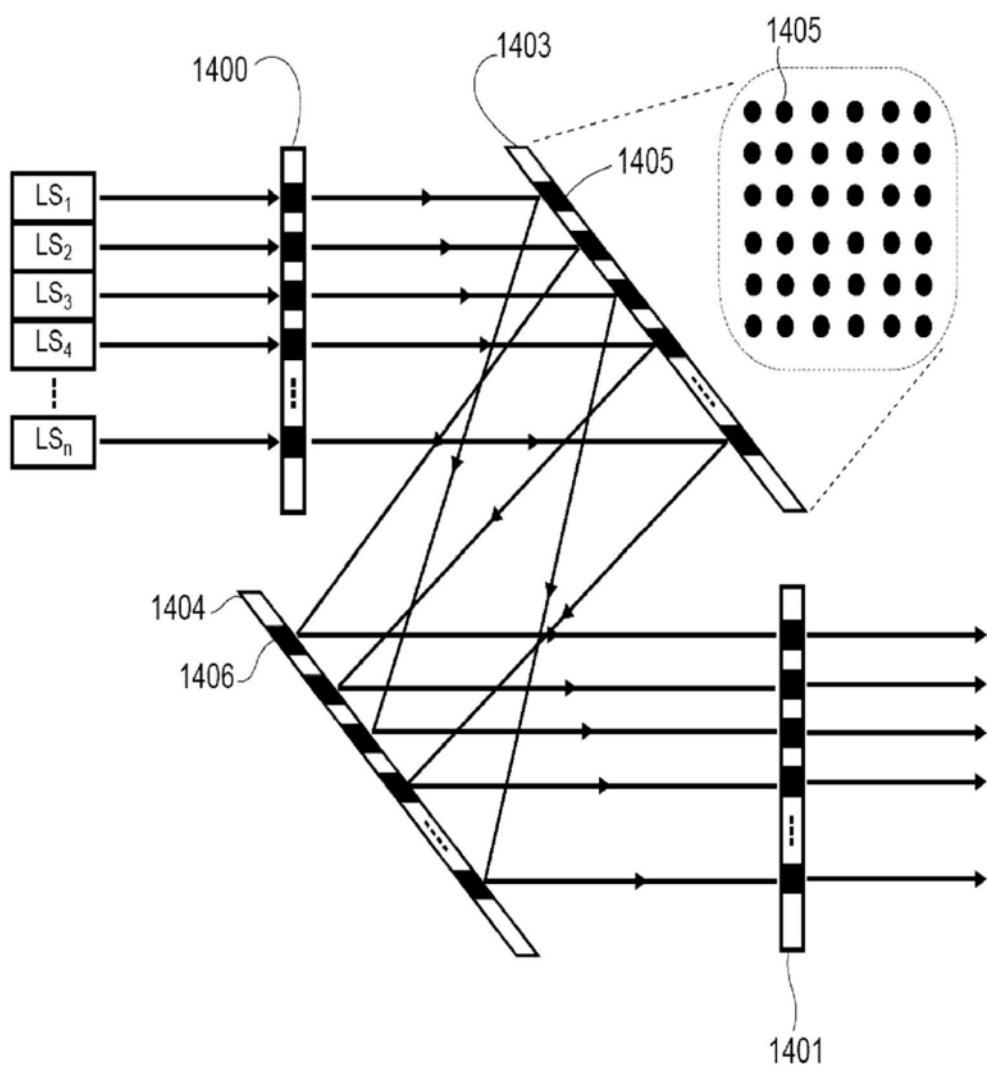


图14

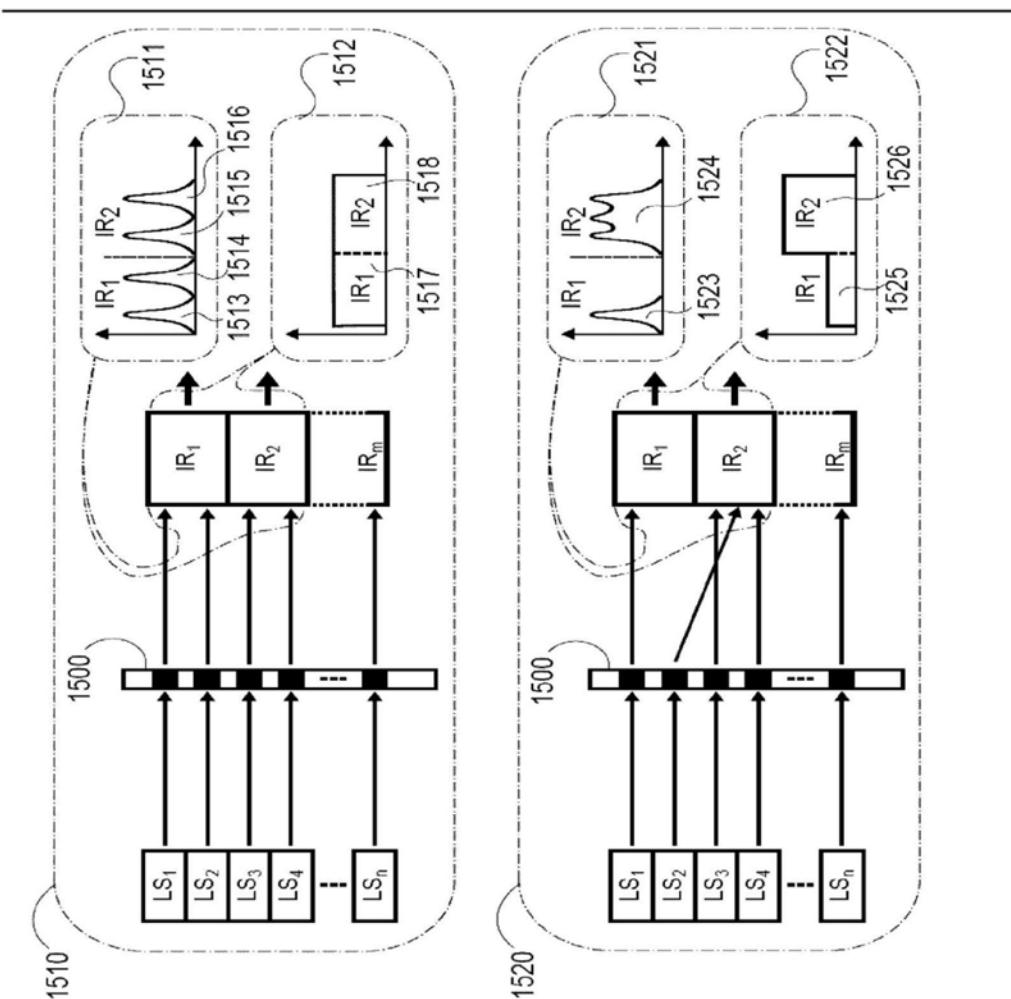


图15

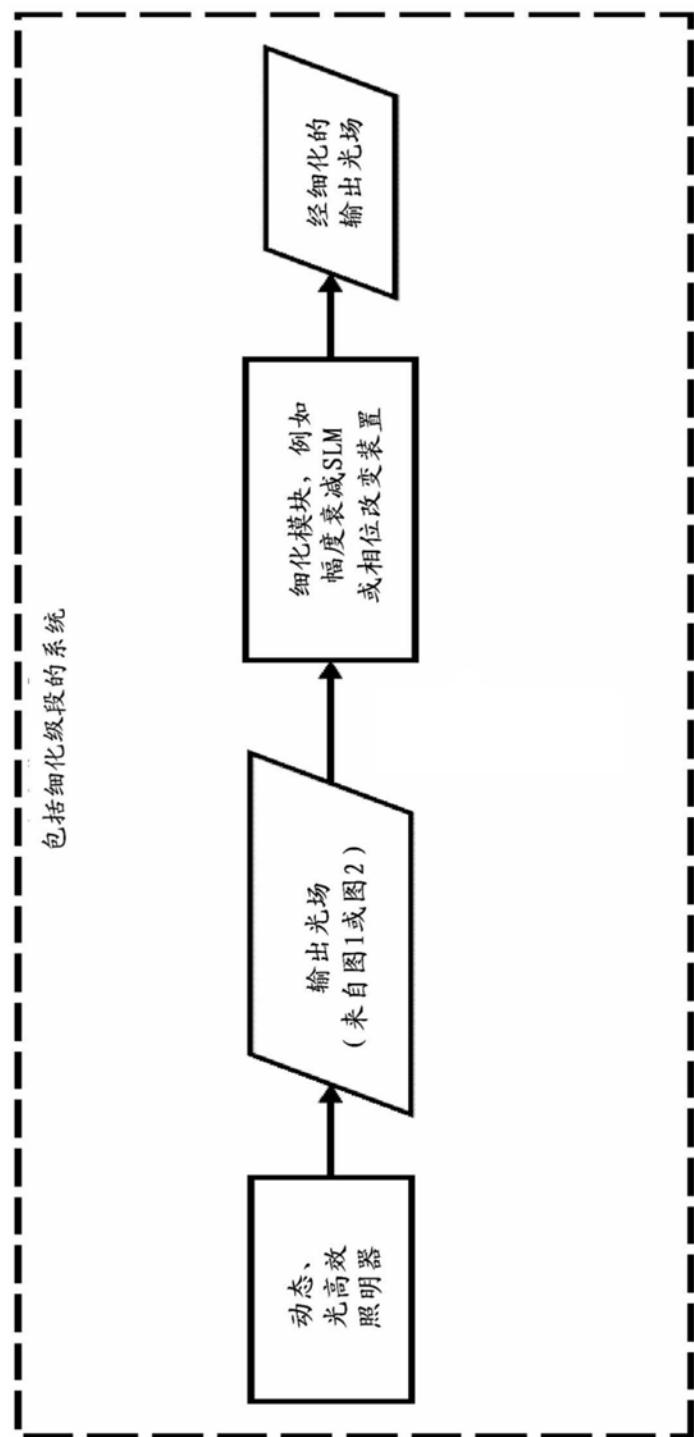


图16

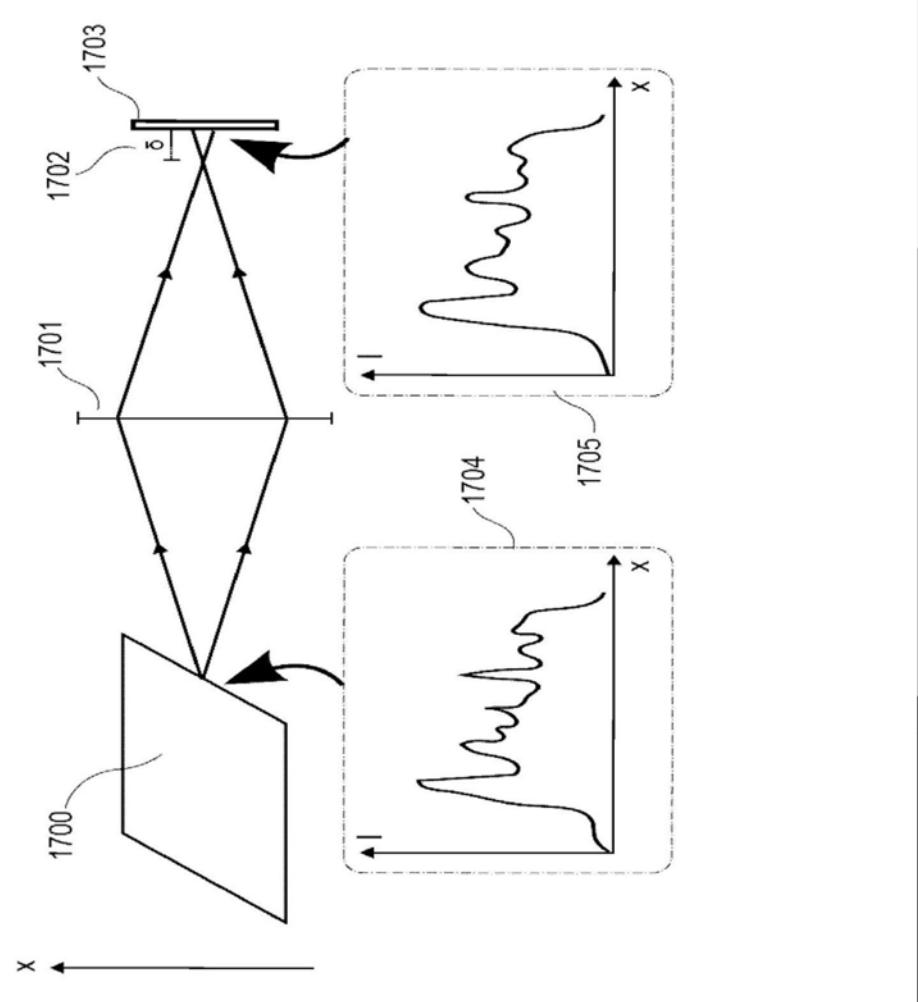


图17

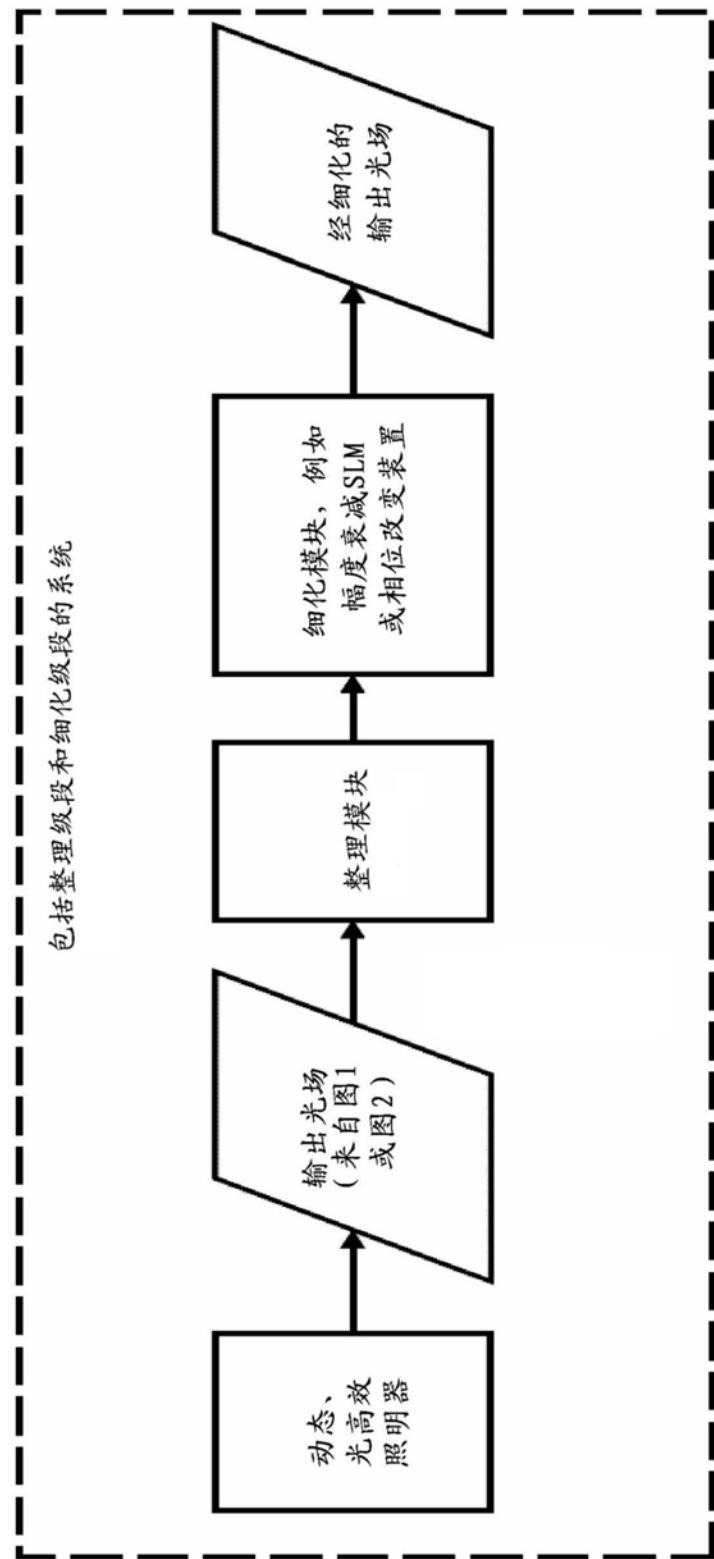


图18

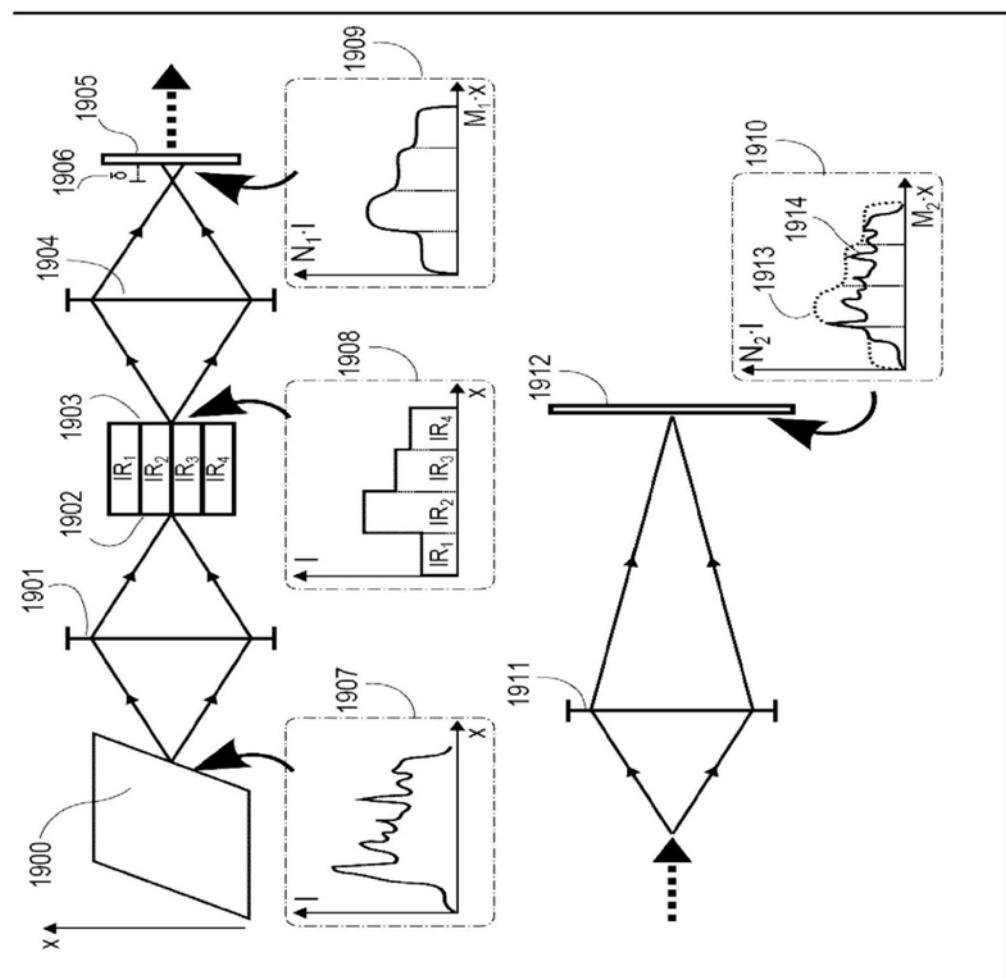


图19

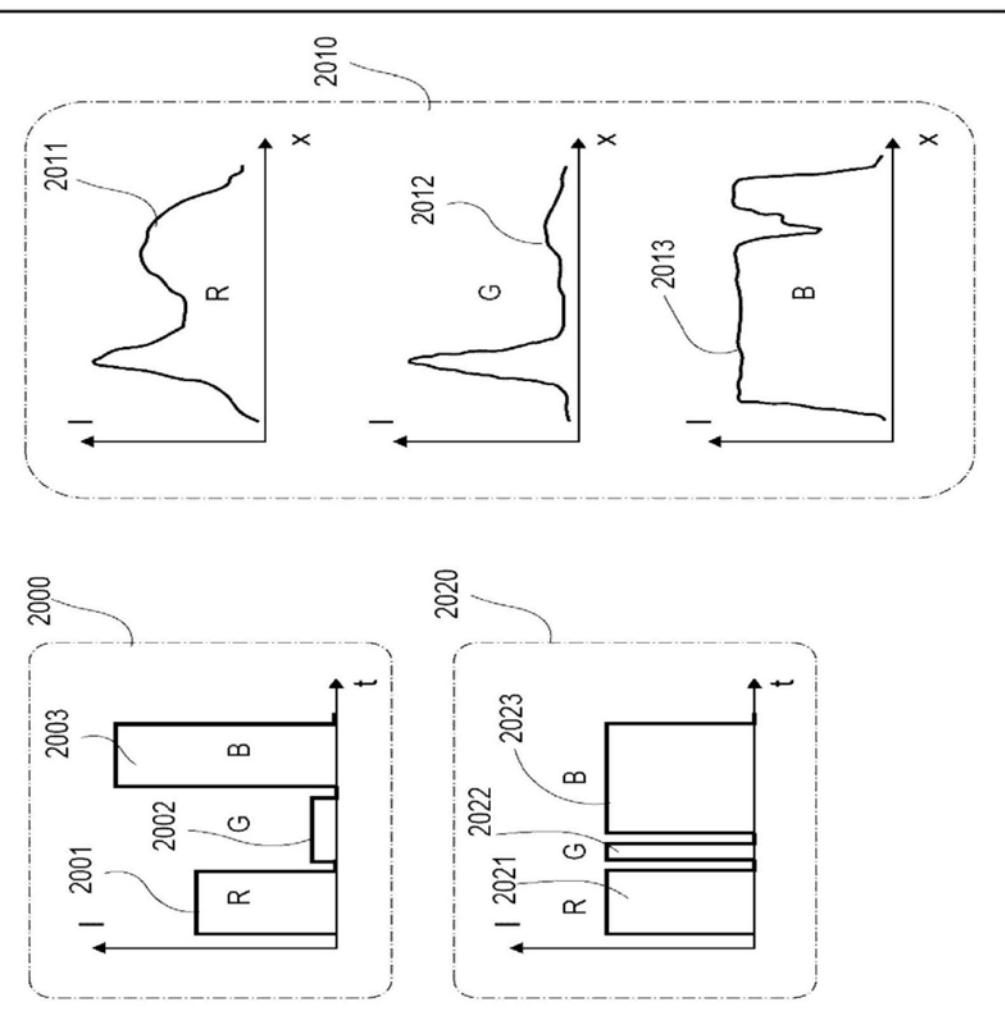


图20