



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111123624 B

(45) 授权公告日 2022.03.29

(21) 申请号 201911258361.5

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

(22) 申请日 2015.12.23

公司 11227

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 杜诚 刘敏

申请公布号 CN 111123624 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2020.05.08

G03B 21/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

G03B 21/20 (2006.01)

62/099,078 2014.12.31 US

H04N 9/31 (2006.01)

62/142,353 2015.04.02 US

(56) 对比文件

(62) 分案原申请数据

US 2008246705 A1, 2008.10.09

201580071748.3 2015.12.23

CN 1520193 A, 2004.08.11

(73) 专利权人 杜比实验室特许公司

CN 101377611 A, 2009.03.04

地址 美国加利福尼亚州

CN 1957619 A, 2007.05.02

(72) 发明人 马丁·J·理查兹 内森·温赖特

CN 101231452 A, 2008.07.30

道格拉斯·J·戈尔内

CN 1437041 A, 2003.08.20

杜安·斯克特·德瓦尔德

JP 2009003444 A, 2009.01.08

审查员 双建丽

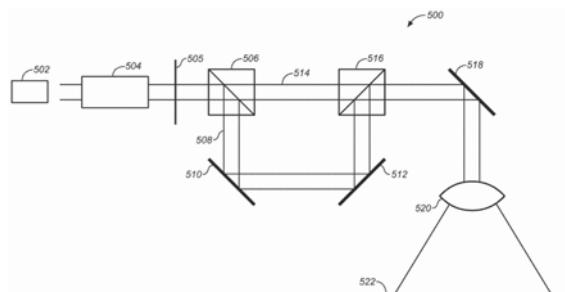
权利要求书3页 说明书17页 附图20页

(54) 发明名称

投影仪显示系统及其控制方法

(57) 摘要

公开了投影仪显示系统及其控制方法。所述投影仪显示系统包括：光源，积分棒，中继光学系统，第一调制器，第二调制器，以及控制器。所述控制方法包括：接收输入图像；计算输入图像的期望区域中每个单独调制颜色的平均图片水平；确定期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加；以及针对每个单独调制颜色将照明光源强度减小到亮度增加的倒数。



1. 一种控制投影仪显示系统的方法,所述显示系统还包括:
光源,所述光源包括多个单独调制颜色发射器;
积分棒,所述积分棒被配置成在近端处接收来自所述光源的光,其中,所述近端包括被配置成沿所述积分棒反射要回收的光的反射表面;
中继光学系统,所述中继光学系统还包括被配置成移动所述投影仪显示系统的焦平面的光学元件;
第一调制器,所述第一调制器包括多个可移动镜,所述多个可移动镜被配置成反射从所述积分棒接收的回收的光;
第二调制器,所述第二调制器被配置成调制从所述第一调制器接收的光,并且传输所调制的光以用于投影;以及
控制器,所述控制器用于至少控制所述光源、所述第一调制器和所述第二调制器,
所述方法包括以下步骤:
接收输入图像;
计算输入图像的期望区域中每个单独调制颜色的平均图片水平;
确定所述期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加;以及
针对每个单独调制颜色将照明光源强度减小到利用照明光源能够获得的、亮度增加的倒数的最接近设置。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,
针对每个单独调制颜色将照明光源强度减小到利用照明光源能够获得的、亮度增加的倒数的最接近设置的步骤包括:针对每个单独调制颜色将所述照明光源强度减小到所述亮度增加的倒数的最接近设置,而不低于倒数值。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:
降低被驱动到调制器的图像的强度,以补偿所期望的亮度增加的倒数与利用所述照明光源能够获得的所述最接近设置之间的差。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加的步骤还包括:基于实验统计数据确定所述期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,针对每个单独调制颜色将照明光源强度减小到利用照明光源能够获得的、亮度增加的倒数的最接近设置的步骤还包括:
针对每个单独调制颜色将所述照明光源强度减小到利用照明光源能够获得的、具有最低亮度增加的区域的倒数的最接近设置。
6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:
基于照明光源强度设置确定每个单独调制颜色的每个区域的相对亮度增加。
7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:
降低被驱动到每个区域的图像的强度,以补偿所述区域的所期望的亮度增加的倒数与利用所述照明光源能够获得的所述最接近设置之间的差。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,在假设不进行光回收的情况下创建所述输入图像,所述方法还包括:
向所述控制器提供针对每个单独调制颜色所能达到的亮度范围;

基于回收范围生成要显示的图像，其不如在进行回收的情况下针对每个单独调制颜色所能达到的亮度亮；

针对每个单独调制颜色计算新的平均图片水平；以及

基于所述新的平均图片水平，针对每个单独调制颜色确定新的相对亮度增加。

9. 根据权利要求8所述的方法，还包括：

针对每个单独调制颜色将所述照明光源强度减小到利用照明光源能够获得的、新的亮度增加的倒数的最接近设置。

10. 一种控制投影仪显示系统的方法，所述显示系统还包括：

光源，所述光源包括多个单独调制颜色发射器；

积分棒，所述积分棒被配置成在近端处接收光，其中，所述近端包括被配置成沿所述积分棒反射要回收的光的反射表面；

偏振器，所述偏振器接收来自所述光源的光；

分束器，所述分束器接收来自所述偏振器的偏振光；

第一调制器，所述第一调制器包括多个可移动镜，并且接收来自所述分束器的光的某个部分；

光束合并器，所述光束合并器接收来自所述分束器和所述第一调制器的光；

第二调制器，所述第二调制器被配置成调制从所述光束合并器接收的光，并且传输所调制的光以用于投影；

所述方法包括以下步骤：

接收输入图像；

针对每个单独调制颜色计算要直接转向至所述第二调制器的光量；

针对每个单独调制颜色计算要由所述第一调制器生成的光场；

针对每个单独调制颜色计算所述第一调制器的平均图片水平；

针对每个单独调制颜色确定相对亮度增加；以及

将照明光源强度减小到每个单独调制颜色的亮度增加的倒数加上针对每个单独调制颜色要直接转向至所述第一调制器的光量。

11. 根据权利要求10所述的方法，还包括：

调节所述偏振器以将偏振对准到所述分束器，使得期望光量被直接转向至所述第一调制器。

12. 一种配置成对来自光源的光进行回收的投影仪显示系统，所述投影仪显示系统包括：

光源，所述光源包括多个单独调制颜色发射器；

积分棒，所述积分棒被配置成在近端处接收来自所述光源的光，其中，所述近端包括被配置成沿所述积分棒反射光的反射表面；

中继光学系统，所述中继光学系统还包括被配置成移动所述投影仪显示系统的焦平面的光学元件；

第一调制器，所述第一调制器包括多个可移动镜，所述多个可移动镜被配置成在第一投影方向和光回收方向中的至少一个方向上反射从所述积分棒接收的光，其中，所述光回收方向基本上沿着所述积分棒的方向；

第二调制器，所述第二调制器被配置成调制在所述第一投影方向上从所述第一调制器接收的光，并且传输所调制的光以用于投影；以及

控制器，所述控制器用于控制所述第一调制器和所述第二调制器，所述控制器读取机器可读指令，所述机器可读指令在被读取时使得所述控制器执行以下操作：

接收输入图像；

计算所述输入图像的期望区域中每个单独调制颜色的平均图片水平；

确定所述期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加；以及

针对每个单独调制颜色将照明光源强度减小到亮度增加的倒数。

13. 根据权利要求12所述的投影仪显示系统，其中，所述控制器还执行以下操作：

基于实验统计数据确定所述期望区域中每个单独调制颜色的相对亮度增加。

14. 根据权利要求13所述的投影仪显示系统，其中，所述控制器还执行以下操作：

针对每个单独调制颜色将所述照明光源强度减小到具有最低亮度增加的区域的倒数。

15. 根据权利要求14所述的投影仪显示系统，其中，所述控制器还执行以下操作：

基于照明光源强度设置确定每个单独调制颜色的每个区域的相对亮度增加。

16. 根据权利要求12所述的投影仪显示系统，其中，在假设不进行光回收的情况下创建所述输入图像，所述控制器还执行以下操作：

向所述控制器提供针对每个单独调制颜色所能达到的亮度范围；

基于回收范围生成要显示的图像，其不如在进行回收的情况下针对每个单独调制颜色所能达到的亮度亮；

针对每个单独调制颜色计算新的平均图片水平；以及

基于所述新的平均图片水平，针对每个单独调制颜色确定新的相对亮度增加。

17. 根据权利要求16所述的投影仪显示系统，其中，所述控制器还执行以下操作：

针对每个单独调制颜色将所述照明光源强度减小到新的亮度增加的倒数。

投影仪显示系统及其控制方法

[0001] 本申请是申请日为2015年12月23日,国际申请号为PCT/IB2015/059957,中国申请号为201580071748.3,发明名称为“用于高动态范围图像投影仪的方法和系统”的中国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2015年4月2日提交的美国专利申请第62/142,353号以及于2014年12月31日提交的美国临时专利申请第62/099,078号的优先权,上述申请中的每个申请的全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及用于投影仪系统的光回收,并且特别地涉及用于高动态范围(HDR)投影系统的系统和方法。

背景技术

[0005] 现在正在通过改进动态范围来构建投影仪系统。双调制器和多调制器投影仪显示系统是本领域已知的。然而,对这种显示系统中的光处理的改进的建模导致另外的改进在这种显示系统的呈现和性能两方面是可能的。此外,如本发明人所理解的,期望的是增加双调制/多调制系统的图像高光的亮度,和/或单调制显示系统以及双调制/多调制显示系统的能量性能。

发明内容

[0006] 公开了通过回收一部分光能以供将来使用来有效地利用光的投影系统和/或方法。在一个实施方式中,公开了一种投影显示系统,该投影显示系统包括:光源;积分棒,该积分棒在近端处接收来自光源的光,所述近端包括可以沿所述积分棒反射/回收光的反射表面;以及调制器,该调制器包括至少一个可移动镜,所述至少一个可移动镜在投影方向或者光回收方向上反射从积分棒接收的光。在其他实施方式中,公开了双调制器和多调制器投影仪显示系统。第一调制器可以影响预调制的半色调图像,或者可以影响用于要显示的期望图像的高光调制图像。可以提供第二调制器以用于期望图像的主调制。

[0007] 在一个实施方式中,公开了一种能够回收来自光源的光的投影仪显示系统,所述投影仪显示系统包括:光源;积分棒,所述积分棒被配置成在近端处接收来自所述光源的光,以及其中,所述近端包括能够沿所述积分棒反射光的反射表面;沿所述积分棒反射光的;中继光学系统,所述中继光学系统还包括能够移动投影仪显示系统的焦平面的光学元件;以及调制器,所述调制器包括可移动镜,所述可移动镜能够在投影方向和光回收方向中的至少一个方向上反射从所述积分棒接收的光,其中,所述光回收方向基本上沿着所述积分棒的方向。

[0008] 还呈现了响应于图像特性来控制光回收的实施方式。

[0009] 当结合本申请中呈现的附图进行阅读时,在下面的详细描述中呈现了本系统的其

他特征和优点。

附图说明

- [0010] 在附图中的各图中示出了示例性实施方式。其目的在于：本文中公开的实施方式和附图将被视为说明性的而不是限制性的。
- [0011] 图1A描绘了示意性地示出并且根据本申请的原理制造的具有光回收模块的双调制器投影仪显示系统。
- [0012] 图1B描绘了示意性地示出并且根据本申请的原理制造的具有光回收模块的单调制投影仪显示系统。
- [0013] 图1C描绘了包括多个颜色通道上的光回收模块的投影仪显示系统。
- [0014] 图2描绘了满足本申请的目的的光回收模块的一个实施方式。
- [0015] 图3示出了适用于本申请的目的的积分棒的近端。
- [0016] 图4描绘了根据本申请的原理的双调制器/多调制器投影仪系统的另一实施方式，在本实施方式中，执行光回收可以是可能的和/或期望的。
- [0017] 图5描绘了根据本申请的原理的投影仪系统的另一实施方式，在本实施方式中，回收光可以是可能的和/或期望的。
- [0018] 图6A和图6B示意性地描绘了根据本申请的原理的用于投影仪系统的许多可能的实施方式，这些本实施方式可以为光回收提供这些一个或多个机会。
- [0019] 图7A是用于单调制投影仪显示系统的一种可能的光回收控制系统和/或方法。
- [0020] 图7B和图7C分别描绘了用于常规DMD部件的各个经调制的颜色响应的响应曲线和响应表。
- [0021] 图8描绘了用于单调制投影仪显示系统的另一种可能的光回收控制系统和/或方法。
- [0022] 图9描绘了用于单调制投影仪显示系统的再一种可能的光回收控制系统和/或方法。
- [0023] 图10描绘了用于给定照明图案的光回收的一种可能的响应表。
- [0024] 图11、图12和图13描绘了用于可以进行光回收的显示系统中的有效光回收的三种算法。
- [0025] 图14描绘了双调制器显示系统中的光回收模块的一种替代实施方式。
- [0026] 图15描绘了由根据本申请的原理制造的中继光学器件产生的一种可能的高斯光斑形状。
- [0027] 图16是根据本申请的原理制造的中继光学系统的另一实施方式。
- [0028] 图17描绘了图16的中继光学系统内的聚焦透镜组的一个实施方式。
- [0029] 图18示出了图16的中继光学系统内的彗差校正透镜组的一个实施方式。
- [0030] 图19描绘了可以适用于可以执行光回收的投影仪系统的中继光学系统的一个实施方式。
- [0031] 图20描绘了用于假定的投影仪显示系统的光纤数相对(vs.)回收效率的示例性曲线图。

具体实施方式

[0032] 如本文所使用的，术语“部件”、“系统”、“接口”等旨在表示与计算机相关的实体，即硬件、软件(例如，执行中的)和/或固件。例如，部件可以是在处理器上运行的过程、处理器、对象、可执行文件、程序和/或计算机。举例来说，在服务器上运行的应用和服务器二者都可以是部件。一个或更多个部件可以驻留在过程中，并且部件可以定位在一个计算机上和/或分布在两个或更多个计算机之间。部件还可以意图指代与通信有关的实体，即硬件、软件(例如，执行中的)和/或固件，并且还可以包括影响通信的足够的有线或无线硬件。

[0033] 通过下面的描述阐述了具体细节，以便为本领域技术人员提供更透彻的理解。然而，为了避免不必要的使本公开模糊，可能未示出或详细描述公知的元件。因此，应该认为描述和附图是说明性的而不是限制性的。

[0034] 介绍

[0035] 在投影仪和其他显示系统的领域中，期望的是改进图像呈现性能和系统效率。本申请的几个实施方式描述了通过对双调制或多调制显示系统采用光场建模来影响这些改进的系统、方法和技术。在一个实施方式中，开发了光源模型并将其用于有益的效果。可以对已知输入图像的显示图像的摄像机图片进行评估以改进光模型。在一些实施方式中，迭代处理可以对改进进行累积。在一些实施方式中，这些技术可以用于运动图像以进行实时调制来改进图像呈现性能。

[0036] 在下述共同拥有的专利和专利申请中描述了双调制投影仪和显示系统，包括：

[0037] (1)于2012年2月28日发布的Ward等人的美国专利第8,125,702号，题目为“SERIAL MODULATION DISPLAY HAVING BINARY LIGHT MODULATION STAGE”；

[0038] (2)于2013年6月13日公开的Whitehead等人的美国专利申请20130148037，题目为“PROJECTION DISPLAYS”；

[0039] (3)于2011年9月22日公开的Wallener的美国专利申请20110227900，题目为“CUSTOM PSFs USING CLUSTERED LIGHT SOURCES”；

[0040] (4)于2013年5月2日公开的Shields等人的美国专利申请20130106923，题目为“SYSTEMS AND METHODS FOR ACCURATELY REPRESENTING HIGH CONTRAST IMAGERY ON HIGH DYNAMIC RANGE DISPLAY SYSTEMS”；

[0041] (5)于2011年11月17日公开的Erinjippurath等人的美国专利申请20110279749，题目为“HIGH DYNAMIC RANGE DISPLAYS USING FILTERLESS LCD(S) FOR INCREASING CONTRAST AND RESOLUTION”；以及

[0042] (6)于2012年5月31日公开的Kwong的美国专利申请20120133689，题目为“REFLECTORS WITH SPATIALLY VARYING REFLECTANCE/ABSORPTION GRADIENTS FOR COLOR AND LUMINANCE COMPENSATION”。

[0043] ——上述申请的全部内容通过引用并入本文中。

[0044] 一个示例性物理架构

[0045] 通常，具有单个数字微镜器件(DMD)的投影仪可能往往具有有限的对比度。为了获得更大的对比度，可以将两个或更多个DMD和/或其他反射器(例如，微机电系统(MEMS))串联布置。由于DMD可以作为时分或脉冲宽度调制器工作，所以操作串联的两个或更多个DMD和/或反射器(二者都用作脉冲宽度调制器)往往要求精确的时分对准以及时分排序的像素

至像素的对应关系。这样的对准和对应关系要求在实践中可能是困难的。因此，在本申请的许多实施方式中，投影仪和/或显示系统可以采用不同的双调制方案来影响期望的性能。

[0046] 仅对于一个示例而言，投影仪显示系统的一个实施方式可以使用第一调制器（例如，第一DMD/反射器）作为“预调制器（pre-modulator或premod）”，该第一调制器可以借助于可以在期望时间段（例如，一帧或者一帧的一部分）内保持的半色调图像对光源进行空间调制。该半色调图像可以被模糊以产生在空间上减小带宽（spatially-reduced-bandwidth）的光场，该光场可以被应用于第二DMD/反射器。被称为主调制器的第二DMD/反射器可以对模糊的光场进行脉冲宽度调制。这种布置往往可以避免上面提及的两个要求，例如，精确的时分对准和/或像素至像素的对应关系。在一些实施方式中，两个或更多个DMD/反射器可以在时间上帧对准，并且在空间上大致帧对准。在一些实施方式中，来自预DMD/反射器的模糊光场可以与主DMD/反射器基本上交叠。在其他实施方式中，空间对准可以是已知的，并且被认为是例如辅助图像呈现性能。

[0047] 虽然本申请是在双调制、多调制投影系统的环境下呈现的，但是应当理解，本申请的技术和方法将在单调制或者其他双调制、多调制显示器系统中得到应用。例如，包括背光、第一调制器（例如LCD等）和第二调制器（例如，LCD等）的双调制显示系统可以采用适当的模糊光学部件以及图像处理方法和技术来影响本文在投影系统的环境下所讨论的性能和效率。

[0048] 还应当理解，虽然图1A描绘了两级或双调制器显示系统，但是本申请的方法和技术还可以应用于仅具有一个调制器的显示系统或者具有三个或更多个调制器的显示系统（多调制器显示系统）。本申请的范围包括这些各种可替代的实施方式。

[0049] 图1A示出了可以满足本申请的目的的双调制器/多调制器投影仪显示系统100的一种可能的实施方式。投影仪系统100采用为投影仪系统提供期望照明的光源102，使得对于投影图像的预期观看者而言最终投影图像足够亮。光源102可以包括可能的任何适当的光源，包括但不限于：氙气灯、激光器、相干光源、部分相干光源。由于光源是整个投影仪系统的功率和/或能量的主要来源，因此期望的是有利地使用和/或重新使用光，以在其操作过程中节省功率和/或能量。

[0050] 光104可以照射第一调制器106，第一调制器106进而可以经由一组可选的光学部件108照射第二调制器110。来自第二调制器110的光可以被投影透镜112（或者其他适当的光学部件）投影，以在屏幕114上形成最终投影图像。第一调制器和第二调制器可以由控制器116控制，控制器116可以接收输入的图像和/或视频数据。控制器116可以对输入的图像/视频数据执行某些图像处理算法、色域映射算法或者其他这样适当的处理，并且将控制/数据信号输出到第一调制器和第二调制器，以实现期望的最终投影图像114。此外，在一些投影仪系统中，可以根据光源来调制光源102（控制线未示出），以实现对最终投影图像的图像质量的另外控制。

[0051] 在图1A中，光回收模块103被描绘为虚线框，光回收模块103可以被放置在从光源102到第一调制器106的光路中，如下面将要讨论的。虽然将在这种布置的环境下给出本发明的讨论，但是应当理解，在投影仪系统中，光回收可以被插入在投影仪系统中的各个点处。例如，光回收可以被放置在第一调制器与第二调制器之间。此外，光回收可以被放置在显示系统的光路中的多于一个点上。虽然这样的实施方式可能由于部件数目的增加而更昂

贵,但是由于多点光回收,这种增加可以与能量成本的节省相平衡。

[0052] 图1B描绘了包括单个调制器106b的投影仪显示系统100b的一个实施方式。如前所述,光源102b发射(可能在控制器的控制下——未示出)光束104b,光束104b可以穿过光回收模块103b。调制器106b可以根据控制器的要求选择性地反射光,并且经调制的光108b可以穿过投影仪光学器件112b并且投影到屏幕114上,作为要被观看的最终期望图像。

[0053] 图1C描绘了可以在多个彩色激光通道(例如,R、G和B)上执行光回收的光回收模块的一个实施方式。如在本示例中可以看到的,显示系统可以包括红光光源(R),红光光源(R)进入积分棒126(例如,B进入积分棒124,并且G进入积分棒122),红光可以被传输(可能经由全内反射)到可控制的反射器120,该反射器120可以包括可以展现回收位置120b或传输位置120a的一个或多个反射器。如果要回收光,则反射器120b将激光反射回积分棒126中——光可以在该路径内多次反射,直到反射器被指令(经由控制器,未示出)到传输位置120a为止。由反射器120a传输的光可以指向如图所示的红光镜128。在蓝光的情况下,蓝光可以在二向色合并器(dichroic combiner)130处与红光合并。类似地,绿光可以此后在二向色合并器132处被合并,然后光可以进一步由光学元件120调制和/或投影,如简单地描绘的。应当理解,这种光回收模块可以满足所期望的单调制器、双调制器和/或多调制器显示系统的目的。

[0054] 一个光回收实施方式

[0055] 图2描绘了可以适用于本申请的目的的光回收子系统和/或模块的一个实施方式。如上所述,该光回收子系统/模块可以在投影仪系统中被主要放置在光源102与第一调制器221之间。来自光源102的光可以经由积分棒/管/盒202(例如,如图3所示,经由端口201b)输入到光路。积分棒/管/盒202在其内部可以包括基本上反射的表面,使得入射在其表面上的光可以被反射(例如,可能多次),直到光离开其最右端203为止。一旦光离开积分棒/管/盒,光可以被置于由一组光学元件(例如透镜204、214和216)以及一组滤光器和/或偏振器208、210和212所限定的光路中。

[0056] 第一调制器221可以包括若干个棱镜218a、218b和反射器220。反射器220可以包括反射器的DMD阵列,或MEMS阵列,或者可以在至少两条或更多条路径中反射光的可能的任何其他适当的反射器组。在图2中示出了一条这样的路径。如可以看到的,反射器220将光引导到棱镜218a和218b的界面上,使得光因此被反射到透镜组件222中,并且之后被反射到第二调制器229(例如,包括透镜组件224、棱镜226和230以及反射器228)。可以采用这些光来形成最终投影图像以供观众观看。

[0057] 然而,在呈现最终投影图像期间的某个时间处,可能不需要光源102的全部功率/能量。如果不可以调制光源102的功率(或者如果难以调制,或者存在着节省光的另外机会),则可以期望回收来自光源102的光。在这种情况下,如可以在图2中看到的,可以将反射器220从其如图所示的当前位置(即,在该位置,光被引导成沿着向下至第二调制器的路径行进)对准到以下位置:在该位置,光将基本上被反射回到积分棒/管/盒202,在从右向左的方向上行进时沿着与所描述的基本上相同的路径。在一个实施方式中,回收系统能够使图像的某些部分更亮。在屏幕的大部分较暗而某些部分非常亮的情况下,这可能是期望的。

[0058] 在另一实施方式中,第三(可选的)路径(未示出)允许反射器将来自光源的光引导到光“收集器(dump)”,即,投影仪系统中的吸收光的部分。在这种情况下,光作为从投影仪

系统散发出去的热量而被浪费。因此,当涉及根据需要来引导光时,投影仪系统可以具有多个自由度。

[0059] 图3示出了帮助影响光回收的近端201(即,最靠近光源的一端)的一个实施方式。从图3可以看出,光可以通过积分棒/管/盒202行进(例如,经由多次反射)而回到近端201。近端201还可以包括后部201a(该后部201a还可以包括反射表面)以及端口开口201b,来自光源102的光可以在端口开口201b处被输入到投影仪系统中。冲击到后部201a的光可以被反射回积分棒202(可能多次,直到第一调制器处的反射器被定向成将光传输到第二调制器或者用以形成最终图像的一些其他适当的光路)。图2和图3的示例可以被认为是光回收模块的一个示例(如本文中给出的其他示例),该光回收模块能够在通过显示系统的光通路中的某个点处回收光。

[0060] 图14是光回收模块1400的另一实施方式,该光回收模块1400可以提供用于至少一个激光器和/或部分相干彩色光源1402、1404、1406的模块。来自这种光源的光可以穿过第一光学子系统1408,以调节要输入到积分棒1412中的光,积分棒1412可以包括如图3所示的反射近端1410。第二光学子系统1414还可以在输入到第一调制器1416之前根据需要进一步调节光。如上述图2和图3所示,模块1400的第一支路可以影响所讨论的光回收模式。

[0061] 在第一调制之后,光可以在输入到第二调制器1420之前穿过第三光学子系统1418,第二调制器1420调制用于穿过投影仪光学子系统1422的光,以投影最终图像以供观看。

[0062] 高光实施方式

[0063] 在一个实施方式中,可选的高光调制器(hIGHLIGHTS modulator)可以用可得到的光的一部分来影响可调节的照明,除非该高光调制器与预调制器进行组合。为了实现这一点,可以采用机械子系统和/或非机械子系统二者以及光束转向(beam steering)技术,例如,使用机械转向将照明光源的一些部分转向到系统中的各种路径,具有空间光调制器的全息图,或者其他空间调制方法是可能的。这种系统可能需要通过将光转向到期望的地方来提高效率。

[0064] 机械光束转向可以使用能够在水平方向和/或垂直方向上在运动范围内被控制的一组反射元件。随着高光调制器产生受控的非均匀照明,这些反射元件将到达该反射元件的光引导到调制器的期望区域。

[0065] 非机械光束转向方法可以使用空间光调制器来使到达调制器的均匀相干光的相位偏移。当通过透镜成像时,相位偏移的光产生三维光场。可以根据具有不同锐度或PSF特性的、成像到产生二维光场的后续调制器之一上的维度坍缩成像(collapsed dimension imaging)来将三维光场成像为具有不同平面的二维光场。

[0066] 在不考虑实现方式的情况下,高光调制是指使用调制器将到达该调制器的光转向到后续调制器上的任何地方。虽然可能存在限制,如位置范围和粒度,但是术语“任何地方”仍然可以用于将高光调制器与其他调制器进行区分。

[0067] 在一些实施方式中,取决于高光调制元件的数目、PSF特性以及能够由高光调制器达到的总覆盖范围,可能不需要在该高光调制器与主调制器/第二调制器之间具有预调制器/第一调制器。在一些实施方式中,高光调制器可能具有这样的性能:即,在该高光调制器之后不需要任何调制(预调制或主调制)。

[0068] 对到达预/主中继光学器件的高光的控制

[0069] 在一些实施方式中,可以调节中继光学器件以控制由高光调制器产生的对预调制器/第一调制器或者主调制器/第二调制器的照射的点扩散函数形状。在一些实施方式中,可以存在着对调节半高全宽(Full Width Half Max)的控制以及对PSF的形状或尾部的控制。当采用光回收时,可以期望的是预测、监测和/或测量所得到的性能,因为通过积分棒的额外传递将改变光的均匀性和角度多样性,这又将影响所得到的PSF。

[0070] 预调制/第一调制实施方式

[0071] 在一些实施方式中,预调制/第一调制可能需要在到达主调制器的途中对到达预调制器的光进行调制的能力。在某些情况下,可以采用预调制来增加系统对比度。通过高光显示,除了未成像的预调制器照明之外,高光图像可以照射预调制器。

[0072] 在一些实施方式中,合适的预调制器/第一调制器可以是DMD、LCD、LCoS(硅基液晶)或者其他强度调制器。不管实现方式如何,可以使用预调制以将到达的光强度调制到随后的调制器。预调制器元件(例如,镜、像素等)各自影响随后的调制器上的固定位置,或者如果在预调制器之后没有另外的调制,则影响屏幕上的固定位置。取决于预调制元件的数目、PSF属性和预调制器可达到的总覆盖范围,在预调制器之后可能没有必要有主调制器。预调制器可以具有以下性能:在其之前或之后不需要任何调制(例如,高光调制或主调制)。

[0073] 预调制器到主调制器的中继光学器件控制

[0074] 这指的是调节中继光学器件以控制由高光调制器或预调制器产生的对主调制器的照射的点扩散函数形状的能力。存在着对调节半高全宽的控制以及对PSF的形状或尾部的控制。可以使用预调制器进行回收,并且可以期望的是对所得到的照明强度进行监测、建模、预测和/或测量,因为通过积分棒的额外传递将改变光的均匀性和角度多样性,这又将影响所得到的PSF。

[0075] 主调制器实施方式

[0076] 主调制/第二调制可能需要在到达屏幕的途中对到达主调制器的光进行调制的能力。在一些实施方式中,这往往可以确保所得到的图像质量具有高对比度以及期望的空间和强度分辨率。在一些实施方式中,除了未成像的主调制器照明之外,高光显示和/或预调制器图像可以照射主调制器。

[0077] 在一些实施方式中,合适的主调制器/第二调制器可以是DMD、LCD、LCoS或者其他强度调制器。不管实现方式如何,主调制/第二调制可以用于将到达的光强度调制到屏幕。主调制器元件(例如,镜、像素等)各自影响屏幕上的固定位置。每个位置的尺寸和形状应该一致,以形成投影的屏幕图像,该图像的总体尺寸和形状将由投影光学器件确定。取决于主调制器对比度范围,可能不需要使用高光调制器或者预调制器。主调制器可以具有这样的性能:即,在其之前不需要进行任何调制(高光调制或预调制)。可以使用主调制器进行回收。期望的是在水平方面和在时间方面了解所得到的照明强度,以便利用照明调节进行补偿,或者通过改变到调制器的信号来确保形成期望的图像。可以测量该水平。还可以在算法上对该水平进行建模和预测。

[0078] 其他投影仪系统实施方式

[0079] 图4描绘了双调制器/多调制器投影仪系统400的另一实施方式,在本实施方式中可能和/或期望的是执行光回收。从图4可以看出,投影仪系统400可以包括一个或多个光源

(例如,402a和/或402b或者其他另外的光源)。在本实施方式中,光源402a将光提供到积分子系统/盒404a中,该积分子系统/盒404a可以类似于图2的实施方式。来自402a的光可以最终到达第一调制器406,其中第一调制器406可以与图1A、图1B、图1C和/或图2基本相同的方式来构造(即,具有可以将光反射回积分子系统/盒404a的反射器)。然后光可以行进到光学子系统408、第二调制器410,之后到投影仪透镜412,并且可以在屏幕414上形成最终投影图像。

[0080] 然而,光回收的另一个机会可以与另一个(或者在其他实施方式中为多个)光源402b一起出现。在一个实施方式中,可以采用光源402b作为另一个主光源(即,在大量时间为最终图像提供大量的光)。在本实施方式中,来自402b的光可以被反射器403进一步反射,使得该光可以在分束器405处与来自402a的光合并,并且合并后的光束在大量时间形成最终图像。

[0081] 在另一实施方式中,为了在图像的一部分内提供高光照明,可以以较少量的时间使用光源402b。应当理解,反射器403可以是可移动的单个镜(例如,将光引导到收集器或者另一回收子系统)。可替代地,反射器403可以是反射器(例如,MEMS、DMD等)组和/或阵列,以提供对来自402b的额外光的更精细的控制。

[0082] 在另一实施方式中,光源402b可以是可选的,并且积分子系统/盒404b可以在光源402b可以到达的近端处具有全反射表面。在本实施方式中,光可以具有对光进行回收的另一路径(例如在盒404b内以及在盒404a内)。在另一实施方式中,针对405可以使用单向镜。在这种情况下,反射器403将只是可以将光重定向到404b的可控镜,因此反射器403可能仅需要“折叠”用于回收的系统。在这样的实施方式中,可能不需要在404a中回收光,而是可以在404b中回收光。这可能是期望的,因为其中不具有用于光输入的孔的回收反射器使其成为更高效的回收器。

[0083] 图5是可能的和/或期望的光回收的又一实施方式。如前所述,投影仪系统500可以包括光源502和积分子系统/盒504。偏振器505可以是可控偏振器例如LCD,偏振器505在一个取向上使光的可选择部分偏振。分束器506可以是偏振分束器,分束器506使得一个取向上的光作为均匀光场514直线通过,以使用516合并到主调制器518。在另一个取向上偏振的光被506重新定向为508。取决于系统的设计,镜510可以是用于折叠系统并且使光照射到预调制器或高光调制器512的镜。

[0084] 来自512的非均匀光场随后通过516与514合并以照射518。当512是预调制器时,可以使用光束514为图像522的非常暗的部分提供一些基本水平的照明(小于512的第一步骤)以脱离黑暗。可替代地,当512是高光调制器时,514被用于在由512产生的非均匀光场中不会有光线的区域中提供图像522所需的均匀光照水平。

[0085] 在其它实施方式中,可以将回收型积分棒(类似于图3中描述的积分棒)放置在510与512之间(或者506与510之间),并且将非回收版本的积分棒(例如,不具有后反射器的积分棒)放置在506与516之间。在这样的实施方式中,可以期望的是在502之后移除504,以将光保持为密集光束(tight beam)。

[0086] 一个示意性实施方式

[0087] 图6A和图6B示意性地描绘了可以提供这多个光回收机会的投影仪系统的一个或多个可能的实施方式。图6A示意性地描绘了可以使用双调制器/多调制器投影仪系统来实

现的处理600。该处理可以包括来自各种激光器、相干或部分相干光源的光，例如，其中激光可以是脉冲的(602)或者由激光二极管604提供。这样的光可以以各种架构和方式而被合并和传输(606)(如结合上述几个实施方式所述的)。然后，光可以被分割(608)成各分量部分(例如，610至620)，并且这个光可以被合并和分割(622)以用于各种功能，例如高光照明(628)、收集器照明(630)、预调制(或第一调制器)照明(626)以及主(或第二调制器)照明(624)。

[0088] 在一个实施方式中，调节激光功率往往会均匀地影响整个显示区域以用于全局调光。这可以适用于可以调节激光和/或光源功率的投影仪系统中的一些图像和场景。然而，在一些情况下，在低亮度水平下具有直接施加到高光、预调制器/第一调制器或者主调制器/第二调制器的可控的基本水平的均匀照明可能是有利的。控制这种类型的激光功率调节将被认为是另一种形式的全局调光。

[0089] 在显示系统中采用多个激光源(用于每个可控源的单个激光或激光组，或者通过将激光或激光束分割成每个可控源)的一个实施方式中，可以在空间上将这多个激光源布置成使得每个激光源影响显示区域的一部分，从而允许局部调光。该方法与高光调制器的不同之处在于，这些局部调光区域在空间上是固定的，其中高光调制局部调光区域可以在空间上可调制。通过将到达镜的光引导到空间上定向的光纤或者光学部件(例如将光引导到调制器上的预定空间区域的分段式积分棒)，可以使用机械光转向来控制对每个区域的激光功率调节。

[0090] 在这种情况下，机械光转向装置可以被认为是激光功率调节的一部分，而不是高光调制器和/或预调制器，然而，其中有关机械转向的独立可控元件的数目大于空间区域的数目的这些系统具有这样的额外优点：即，能够在空间上重新分布来自固定光源或可变光源的照明，而不是必须直接改变每个区域的光源。激光照射到调制器的空间应用可以由每个调制器的照明光学器件来控制。对于全局调光，照明光学器件(例如，透镜、积分棒等)的照明可以被设计成均匀地照射调制器。对于局部调光，照明光学器件(例如，小透镜阵列、分段式积分棒等)的照明可以被设计成采用每个光路并将其分散到调制器的期望部分以产生适当的PSF。

[0091] 在预期预调制器/第一调制器接收大部分照明的实施方式中，如果实现光回收，则可以期望的是使其照明可调节，通过分割或是利用激光功率控制，或者通过使用调制器来补偿，这可能会降低对比度。

[0092] 几个示意性实施方式

[0093] 图6B描绘了可能影响如图6A所示的这种处理的投影仪系统的若干个实施方式。系统632可以可选地提供高光照明628以进入到达高光调制器636的光路634。该光可以经由光路644发送到预调制器(或第一调制器)，或者该光可以被丢弃(638)并且可以在640处被回收。

[0094] 预调制器/第一调制器阶段可以在626处经由光路652输入光。如上所述，该光可以在预调制器/第一调制器646处与高光照明合并。该光可以被发送到主调制器/第二调制器(例如，形成预调制图像654)，或者可以在648处被丢弃并且被回收。

[0095] 主调制器/第二调制器(660)可以从预调制器/第一调制器或者主照明624接收光(例如，分别经由光路656、658)。该光可以作为主图像662被发送到投影光学器件664，在投

影屏幕668上形成投影图像666(可能具有振动,如果光源是相干的或部分相干的),并且在礼堂670等中被观看。否则,该光可以在674处被丢弃并且被回收。

[0096] 应当理解,该示意图可以支持各种可能的投影仪系统,并且这些投影仪系统都被包括在本申请的范围内。可以满足投影仪系统架构可以支持用于本申请的目的的光回收的一个或多个机会。

[0097] 控制算法实施方式

[0098] 如上所述,在图像、一组图像或视频的投影期间的许多次,可能不期望使用光源的全部功率来形成最终投影图像。在这种情况下,一部分光可以被回收多次(基本上无限次),直到需要形成更光亮的图像为止。另外,由于反射器220可以实际上包括一组(或一个阵列)的反射器,因此可以基于局部调光来实现回收光的机会。在一种可能的实施方式中,当不需要所有可用的光来形成最终投影图像时,可以基于全局调光或局部调光来采用光回收,然后基于目标来使用光,例如在最终投影图像中投射“高光”。高光显示可以是图像的一部分,为了强调该部分,与图像的周围部分相比,期望导入大量的更光亮的能量。

[0099] 在另一实施方式中,同样可以基于全局调光或局部调光来使用光回收,以提高图像或场景的亮度,即平均来说比之前的图像或场景更亮。这些机会可以出现在预调制器/第一调制器阶段或者主调制器/第二调制器阶段的照明期间,如在图6B中可以看到的。

[0100] 在一个实施方式中,投影仪系统可以确定在处理输入图像/视频数据时如何最好地通过控制器来采用光回收。回收的决定可以在处理图像数据时进行,或者以前瞻性(look-ahead)方式按帧、按一组帧或者逐场景地预先进行。在另一实施方式中,可以离线分析整个视频和/或场景,并且可以将控制信号作为相关联的元数据流的一部分连同图像/视频数据一起发送到控制器。

[0101] 图7A是用于执行光回收的流程图的一个实施方式。控制系统/方法700可以在702处输入图像数据。基于响应曲线和/或表(例如,如图7B所示),该系统/方法可以针对调制器的每个单独调制颜色(IMC)来计算平均图片水平(APL)。如从图7B的曲线图中可以看到的,对于给定的DMD填充百分比,每个单独的颜色可以表现出不同的相对亮度。在执行光回收时可以期望的是考虑这些色差,以消除和/或减轻任何色调的视觉伪像。应当理解,图7A和图8的流程图可以假设回收产生了均匀的光场,而图9的流程图可以解释由于回收而引起的空间强度变化,并且采用图7C和图10中的表格。例如,根据图7C中描绘的表格,输入图像可以被划分成 5×4 的图像区域阵列,并且每个图像区域中的光回收可以如所示地来调节,从0%到40%。

[0102] 返回到图7A,在706处,该系统/方法可以针对每个IMC确定相对亮度增加。一旦完成,系统/方法可以指示显示系统针对每个IMC将照明光源强度减小到亮度增加的倒数。应当理解,照明光源强度与亮度增加之间的其他函数关系是可能的和/或期望的,例如可以是亮度增加的某个函数的某个逆关系。在本文中使用术语“倒数”的情况下,应当理解,这样的其他实施方式也是可以的。可以在708中调节光源强度,但是在一些实施方式中,回收可以保持不变(例如,回收的百分比可以不会由于光源减少而改变,仅仅是绝对值改变,以便不将太多照明置于调制器上)。由于光快速行进,并且即使最快的PWM周期也相对较慢,因此可以将回收视为瞬时的,并且可以在调制器切换到其当前状态之后立即实现所得到的照明水平。

[0103] 在系统采用一个或多个DMD作为主调制器(例如,在几个时间段上展开调制的调制器)的情况下,可以存在着每个时间段的调制器状态和所得到的回收水平,并且可以计算和补偿其中的每一个。对于采用一个或多个DMD作为预调制器的系统,可以只存在一个时间段,因为系统可以使用半色调二进制图案来驱动这些预调制器,这可能只会在每帧改变一次(例如,实际上可能会每帧改变1至4次,但是这可能明显小于主DMD调制器的时间段的10倍至100倍($10' \text{ s} - 100' \text{ s}$)。在采用LCD和LCoS作为主调制器的实施方式中,这些主调制器可以在显示时缓慢地(相对于DMD)切换,因此可以在该时间内积分所得到的回收,以确定如何进行补偿。

[0104] 虽然图7A的控制系统/方法通常可以在任何双调制器/多调制器显示系统中起作用,但是该控制也可以在单个调制器投影仪系统的环境下(例如,可以与图1B相同或类似的方式来构造)起作用。主调制器上的回收可以来自于基于DMD、LCoS和LCD的系统的时序性质。

[0105] 图8是用于光回收的又一控制系统/方法(800)。控制可以在802处开始输入图像数据。在804处,系统可以针对每个IMC计算APL。然后,系统可以在806处针对每个IMC确定相对亮度增加。在808处,系统可以针对每个IMC将照明光源强度减小到亮度增加的倒数的最接近设置,可能地不低于该倒数值。在一个实施方式中,可以假设系统可以用调制器减少光,但是不增加光,在这种情况下,可能不期望系统将照明光源减小到低于所要求的水平。然而,在另一实施方式中(例如,在大多数暗调制器图像的情况下),相反的情况往往是最真实的(例如,系统可以减少照明,然后设置调制器以允许更多的光通过)。在这种情况下,步骤808可以继续针对每个IMC将照明光源强度减小到与亮度增加的倒数最接近的设置,并且仍然允许调制器补偿。

[0106] 然后,系统可以在810处降低被驱动到调制器的图像的强度,以补偿以下二者之间的差:亮度增加的期望倒数,以及用照明光源可获得的设置。可替代地,步骤810还可以调节被驱动到调制器的图像的强度,以补偿以下二者之间的差:亮度增加的期望倒数,以及用照明光源可获得的设置。

[0107] 图9是用于光回收的控制系统/方法的又一实施方式。然而,该控制系统/方法在可能需要考虑和/或调节由回收引起的光非均匀性的显示系统中可以很好地起作用,并且照明强度控制是细粒度的或连续的。系统/方法900可以在902处输入图像数据。在904处,系统可以针对IMC的每个区域(即,图像可以被划分成不同的区域)计算APL。在906处,系统可以基于实验统计数据针对每个IMC中的每个区域确定相对亮度增加。系统可以将图案(例如,某些区域关闭,而其余部分开启)驱动到调制器并观察光的分布。根据黑暗区域的位置,其回收的光可以以非均匀的方式返回到调制器。这种非均匀性需要在调制器上进行补偿。

[0108] 在908处,系统可以针对每个IMC将照明光源强度减小到具有最低亮度增加的区域的倒数。该系统可以基于照明光源强度设置,针对每个IMC中的每个区域确定相对亮度增加。然后,在912处,系统可以降低被驱动到调制器的每个区域的图像的强度,以补偿以下二者之间的差:针对该区域的亮度增加的期望倒数,以及照明光源的设置。

[0109] 在给定被划分成 5×4 图像区域阵列的输入图像的情况下,图10描绘了部分填充的(例如,仅通过测量、估计和/或计算来填充中心和角落值,其余部分可以类似地填充)示例表格,该表格用于在给定某个调制器区域图案(例如,作为实验统计数据的一部分而得出)

的情况下设置调制器上的光回收的不均匀水平。在另一方面中,可以显示该图案,然后基于其特性来调节所得到的回收水平。例如,表1示出了被划分成 3×3 图像区域阵列的图像的亮度特性(例如,在每个区域中,其显示平均亮度水平或峰值亮度水平是高于还是低于预定亮度阈值(例如,10尼特))。例如,由于右下方区域为关闭(或低于阈值),因此,在实施方式中,如表2所示,可以在靠近该区域处执行大部分的光回收,然后针对位于更远的图像区域减少。在906中可以使用通过实验得出的许多这样的表。

[0110] 表1——分割成 3×3 阵列的图像区域的测试图像的亮度特性

[0111]

开启	开启	开启
开启	开启	开启
开启	开启	关闭

[0112] 表2——根据图像特性的,针对分割成 3×3 的图像的光回收的百分比

[0113]

102%	104%	108%
103%	108%	109%
104%	108%	110%

[0114] 图11是用于根据亮度增加来减少照明光源强度的算法(1100)的一个实施方式。在一些系统中,可以基于单独调制颜色而产生这种亮度增加。

[0115] 在1102处,系统可以输入期望的图像以供观看。在1104处,系统可以针对每个单独调制颜色(IMC)计算期望的(或者以其他方式要求的)要由预调制器产生的光场。在1106处,系统可以针对每个IMC的预调制器计算平均图片水平(APL)。在1108处,可以针对每个IMC基于其APL确定相对亮度增加。在1110处,系统然后可以针对每个IMC将照明光源强度减小到亮度增加的倒数。

[0116] 图12是用于减少照明光源强度的算法(1200)的一个实施方式,特别是在可以采用偏振来投影图像的系统中,例如,如从图5中可以看到的。

[0117] 在1202处,系统可以输入期望的图像以供观看。在1204处,系统可以可能地针对每个IMC计算要直接转向至主调制器的光(例如,图5中的514)的量。在1206处,系统然后可以计算要由每个IMC的预调制器产生的光场。然后在1208处可以针对每个IMC的预调制器计算APL。然后,系统可以在1210处针对每个IMC基于其APL确定相对亮度增加。在1212处,系统可以针对每个IMC将照明光源强度减小到亮度增加的倒数。这也包括针对每个IMC要直接转向至主调制器的光的量。在1214处,系统然后可以调节偏振器(例如505)以将偏振对准到分束器(例如506),使得期望量的光可以被直接转向至主调制器。

[0118] 图13是在不假定显示系统可以参与光回收的情况下可以输入所生成的图像的算法(1300)的一个实施方式。在一个实施方式中,系统可以以许多可能的方式调节光回收,例如,采用“EDR Master”等级(“EDR Master”grade),并将其映射到目标显示器的能力同时通过元数据来保留艺术意图。

[0119] 在1302处,系统可以输入期望的图像以供观看。该图像可以是在假设没有回收要被实现的情况下创建的。在1304处,系统可以针对每个IMC计算APL。在1306处,系统可以针对每个IMC基于其APL确定相对亮度增加。然后,系统可以在1308处向显示管理算法提供(或其他方式计算)针对每个IMC可实现的亮度范围。在1310处,显示管理算法可以基于回收范围来生成要显示的图像,该回收范围的亮度可以低于——但是可能地不高于——使用回

收时针对每个IMC可实现的亮度。在1312处,系统然后可以针对每个IMC计算新的APL(NAPL)。在1314处,系统可以基于其NAPL针对每个IMC确定新的相对亮度增加。此后,系统可以在1316处针对每个IMC将照明光源强度降低到NAPL的倒数。

[0120] 用于高动态范围投影仪系统的中继光学器件

[0121] 继续参照图14,图14示出了被放置在第一调制器1416(例如,预调制器)与第二调制器1420(例如,主调制器)之间的中继光学系统1418。这样的中继光学系统可以期望的是既减少图像处理中的伪像的量,又增加投影图像的对比度。

[0122] 如本文在一个实施方式的环境下所讨论的,可以期望的是第一调制器/预调制器基于图像数据值(例如本文中提及的半色调图像)来产生模糊和/或散焦的图像。在许多实施方式中,可以期望的是具有中继光学系统,该中继光学系统往往生成从预调制器到主调制器的均匀模糊/散焦的图像。此外,对于本实施方式,可以期望的是具有期望的散焦的光斑形状。

[0123] 在许多实施方式中,中继光学系统可以包括透镜或其他光学元件,所述透镜或其他光学元件有效地移动焦平面,校正任何彗差(coma),并且调节扩散(例如,通过产生散焦/模糊,以及添加达某个期望的量的球面像差)。

[0124] 例如,图15描绘了基本上高斯形状的一个可能期望的光斑形状1502,其中x轴是距离(以mm为单位),y轴是相对量照明(例如,“1”是最大照明,“0”是黑暗)。应该注意的是,在可以提供光回收的系统或者提供高光的其他系统/方法中,在某一时间或另一时间,照明可以超过“1”。

[0125] 除了图14的光学系统1418之外,图16是适用于本申请的目的的中继光学系统1600的另一实施方式。在中继光学系统1600的任一端上,可以设置两个调制器,例如,1602a和1602b(例如,如图16所示为展开的棱镜系统)。第一调制器1602a可以是预调制器,并且第二调制器1602b可以是主调制器,如本文进一步提及的。

[0126] 由第一调制器1602a传输的光可以在照射第二调制器1602b之前进一步穿过聚焦透镜组1604、彗差校正透镜组1606和场平坦化/引起球面像差的透镜组1608。在许多实施方式中,中继光学系统可以基本上是远心的(telecentric),例如,其中主光线(即,穿过孔径光阑的中心的倾斜光线)在系统前面或后面分别基本上平行于光轴。

[0127] 图17和图18分别描绘了聚焦组1604和彗差校正透镜组1606的实施方式。从图17中可以看出,来自第一调制器1602a的光传输到聚焦组1604。聚焦组1604还可以包括第一透镜1604a,其可以是平凸透镜。透镜1604b和1604c可以是包括平凸透镜或者包含轻微弯月面的透镜的两个透镜。

[0128] 这些透镜中的每个透镜可以被设计成具有期望量的球面像差,该球面像差与散焦相结合,可以在主调制器所在的像平面处产生适当的光分布(如图15所示)。多个弱透镜,而不是具有较高功率的较少元件,将更容易产生期望量的球面像差。透镜元件之间的距离也可以有助于实现期望量的这些像差。

[0129] 如上所述,可以根据透镜1604a与透镜1604b之间的距离来设置和/或控制模糊和/或散焦的量。在一个实施方式中,大约5mm至9mm的距离和/或气隙可以适合于为照射第二调制器提供足够的散焦/模糊。聚焦组1604的另一实施方式可以通过改变两个元件之间的空隙间隔来影响改变聚焦的能力,从而调节主调制器处的光斑尺寸。在这方面,可以用元件调

节的聚焦也往往产生期望的球面像差。

[0130] 在一个实施方式中,投影仪系统可以在制造时将该距离设置一次,并且可以在投影仪系统的工作寿命期间将透镜设置在永久安装件上。在另一实施方式中,可以在操作过程中动态地改变该距离。在这样的实施方式中,一个或多个透镜可以被可移动地安装在中继光学系统中,其中可以根据需要根据向可移动安装件提供控制信号的控制器来调节距离。

[0131] 图18描绘了来自聚焦组1604的光被传输到彗差校正组1606。如在本投影系统的几个实施方式中,光在两个调制器(其可以包括相对于彼此倾斜的光学元件)(例如,包括多个棱镜的两个调制器等)之间传输的事实,这可能往往在所传输的光中引起一定量的彗差和/或像差。因此,在许多实施方式中,可以将彗差校正组1606放置在光路中,以校正这种彗差和/或像差。通过将第一透镜1606a中的光轴1607a相对于第二透镜1606b中的光轴1607b偏移期望的量,可以实现校正彗差/像差的一种方式,如图18中可以看到的。在一个实施方式中,透镜1606a和1606b二者可以是轻微弯月面的,例如,其中靠近光路的表面轻微凹陷,并且远离光路的表面轻微凸起。透镜1606a和1606b中的一个或两个可以是平凸透镜。

[0132] 另外,可以将彗差校正组1606设计成提供光中的颜色校正,例如,以使得投影仪系统可以以下述方式来采用多种颜色的光(例如,红、绿和蓝):提供均匀的放大率,并且避免使用任何另外的校正光学元件。如果正性元件(positive element)由具有低色散的冕玻璃(crown glass)制成,并且组1606的负性元件(negative element)由具有高色散的燧石玻璃(flint glass)制成,则可以选择玻璃和元件形状,以使得所有光的波长几乎相同地聚焦在主调制器处。该特征还可以为每种颜色提供相同的放大率,以使得在三色投影仪中,可以使图16的光学系统针对每个颜色的光路是相同的。

[0133] 来自彗差校正组1606的光可以被传输到场平坦化/引起球面像差的组1608。可以采用组1608来提供另外的球面像差,以向传输到第二调制器的光的点扩散函数(PSF,例如,基本上高斯的)提供另外的散焦/模糊。

[0134] 在一些实施方式中,可以具有中继光学系统,该中继光学系统可以具有用于不同布置的一个、两个或三个功能组。例如,一个中继光学系统可以包括不同组合的聚焦组、彗差校正组和/或引起球面像差的组。

[0135] 用于采用光回收的投影仪系统的中继光学系统

[0136] 在采用如本文所讨论的光回收系统的投影仪系统中,图19示出了一个可能的实施方式,该实施方式包括第一调制器1602a、第二调制器1602b和中继光学系统,该中继光学系统可以包括聚焦组2004、彗差校正组2006和引起球面像差的组2008。聚焦组2004和彗差校正组2006以及引起球面像差的组2008可以起作用,并且在不进行光回收的情况下可以被设置为与上述基本相同。

[0137] 然而,在采用光回收的系统中,可以期望的是来自第一调制器1602a的光对于进入中继光学系统的光路具有不同的入射角(如从1602a的表面2001传输的光所描绘的)。为了校正该入射角度,可以在第二调制器1602b的近侧放置棱镜2010。这可以是因为离开物体(预调制器1602a)的光相对于预调制器1602a基本上为36度的入射角(在这种情况下被称为主光角),并且光以24度的入射角到达主调制器1602b。这往往导致损失光路中的对称性,这在非回收的情况下不会发生。可以期望的是光从物平面的所有角落行进到像平面的光路

(玻璃和空气二者)基本上相同。在发现像平面相对于主调制器1602b倾斜的地方,可以将玻璃楔形物2010添加到光路中的一个或多个棱镜,通过考虑聚焦组2004、彗差组2006和像差组2008对设计进行优化来确定这种楔形物的形状。

[0138] 图20描绘了光源的光学扩展量(etendue),例如,如果存在照射光路的多条光纤。例如,在图14中,可以存在多于一条的光纤来提供照明。可以输送到小光斑或单个光纤中的光可以优于输送到大光斑或多根光纤中的光。图20示出了回收效率的潜在折衷。可以期望的是提供要被反射器而不是端口覆盖的积分棒的输入面的最大可能面积。

[0139] 现在已经给出了示出本发明原理的、与附图一起阅读的本发明的一个或多个实施方式的详细描述。应当理解的是,虽然结合这样的实施方式描述本发明,但是本发明并不限于任何实施方式。本发明的范围仅由权利要求所限制,并且本发明包括许多替换、修改以及等同方式。在本描述中已经阐述了许多具体细节,以便提供对本发明的透彻理解。出于示例的目的来提供这些细节,并且可以在没有这些具体细节中的一些具体细节或所有具体细节的情况下根据权利要求来实践本发明。出于清楚的目的,未详细描述本技术领域中已知的与本发明有关的技术材料,以使得不会不必要地使本发明难以理解。

[0140] 此外,本发明还可被配置如下。

[0141] (1). 一种能够回收来自光源的光的投影仪显示系统,所述投影仪显示系统包括:

[0142] 光源;

[0143] 积分棒,所述积分棒被配置成在近端处接收来自所述光源的光,以及其中,所述近端包括能够沿所述积分棒反射光的反射表面;

[0144] 中继光学系统,所述中继光学系统还包括能够移动所述投影仪显示系统的焦平面的光学元件;以及

[0145] 调制器,所述调制器包括可移动镜,所述可移动镜能够在投影方向和光回收方向中的至少一个方向上反射从所述积分棒接收的光,其中,所述光回收方向基本上沿着所述积分棒的方向。

[0146] (2). 根据上述的投影仪显示系统,其中,所述光源是下述组中的一个,所述组包括:激光器、部分相干光、彩色部分相干光、LED、氙气灯。

[0147] (3). 根据上述的投影仪显示系统,其中,所述投影仪还包括:

[0148] 第一调制器,所述第一调制器包括多个可移动镜,所述多个可移动镜能够在第一投影方向和光回收方向中的至少一个方向上反射从所述积分棒接收的光,其中,所述光回收方向基本上沿着所述积分棒的方向;以及

[0149] 第二调制器,所述第二调制器能够调制在所述第一投影方向上从所述第一调制器接收的光,并且传输所调制的光以用于投影。

[0150] (4). 根据上述的投影显示系统,其中,所述第一调制器包括预调制器。

[0151] (5). 根据上述的投影显示系统,其中,所述预调制器能够产生要显示的期望图像的半色调图像。

[0152] (6). 根据上述的投影显示系统,其中,所述第二调制器包括主调制器。

[0153] (7). 根据上述的投影显示系统,其中,所述主调制器能够对由所述预调制器产生的所述半色调图像进行脉冲宽度调制。

[0154] (8). 根据上述的投影仪显示系统,其中,所述第一调制器包括高光调制器。

[0155] (9) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述高光调制器能够将另外的光能放置在主光束中, 以对要显示的图像的期望部分进行高光显示。

[0156] (10) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述第二调制器能够调制所述主光束和所述另外的光能, 以产生期望的图像。

[0157] (11) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述光源包括多个彩色光源; 以及

[0158] 用于每个彩色光源的积分棒, 所述积分棒被配置成在近端处接收来自所述光源的光, 以及其中, 所述近端包括能够沿所述积分棒反射光的反射表面; 以及

[0159] 用于每个彩色光源的调制器, 所述调制器包括可移动镜, 所述可移动镜能够在投影方向和光回收方向中的至少一个方向上反射从所述积分棒接收的光, 其中, 所述光回收方向基本上沿着所述积分棒的方向。

[0160] (12) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述投影仪显示系统还包括: 二向色合并器, 所述二向色合并器能够合并来自至少两个积分棒的至少两个彩色光束以形成主光束。

[0161] (13) . 一种投影仪显示系统, 包括:

[0162] 光源;

[0163] 控制器, 所述控制器接收输入图像数据, 并且响应于所述输入图像数据来发送控制信号;

[0164] 第一调制器, 所述第一调制器能够被来自所述控制器的所述控制信号控制, 并且所述第一调制器被配置成基于所述输入图像数据来产生模糊图像;

[0165] 中继光学系统, 所述中继光学系统被配置成从所述第一调制器接收模糊图像, 并且还被配置成提供所述模糊图像的期望量的散焦, 以提供多个基本上高斯的光斑; 以及

[0166] 第二调制器, 所述第二调制器被配置成接收所述多个高斯光斑, 并且进一步调制所述光以产生用于进一步投影的图像。

[0167] (14) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述光源是下述组中的一个, 所述组包括: 激光器、部分相干光、彩色部分相干光、LED、氙气灯。

[0168] (15) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述中继光学系统包括: 多个光学元件, 所述光学元件被配置成将焦平面移动适当的量, 以产生所述期望量的散焦。

[0169] (16) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述多个光学元件还包括: 聚焦透镜组; 落差校正透镜组; 以及引起球面像差的透镜组。

[0170] (17) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述多个光学元件基本上是远心的。

[0171] (18) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述聚焦透镜组还包括第一平凸透镜和一组第二透镜, 所述一组第二透镜包括下述组中的一个, 所述组包括: 平凸透镜, 以及包括轻微弯月面的透镜。

[0172] (19) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述第一平凸透镜与所述一组第二透镜之间的期望距离被设置成产生所述期望量的散焦。

[0173] (20) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述落差校正透镜组至少包括第一透镜和第二透镜, 其中, 进一步地, 所述第二透镜的光轴偏离所述第一透镜的光轴, 以产生期望量的落差校正。

[0174] (21) . 根据上述的投影仪显示系统, 其中, 所述引起球面像差的透镜组还包括用于

提供另外的球面像差的多个透镜,以向发送到所述第二调制器的光提供期望的点扩散函数。

[0175] (22) .根据上述的投影仪显示系统,其中,所述投影仪显示系统还包括靠近所述中继光学系统的棱镜,所述棱镜被配置成校正离开所述第一调制器的光的入射角。

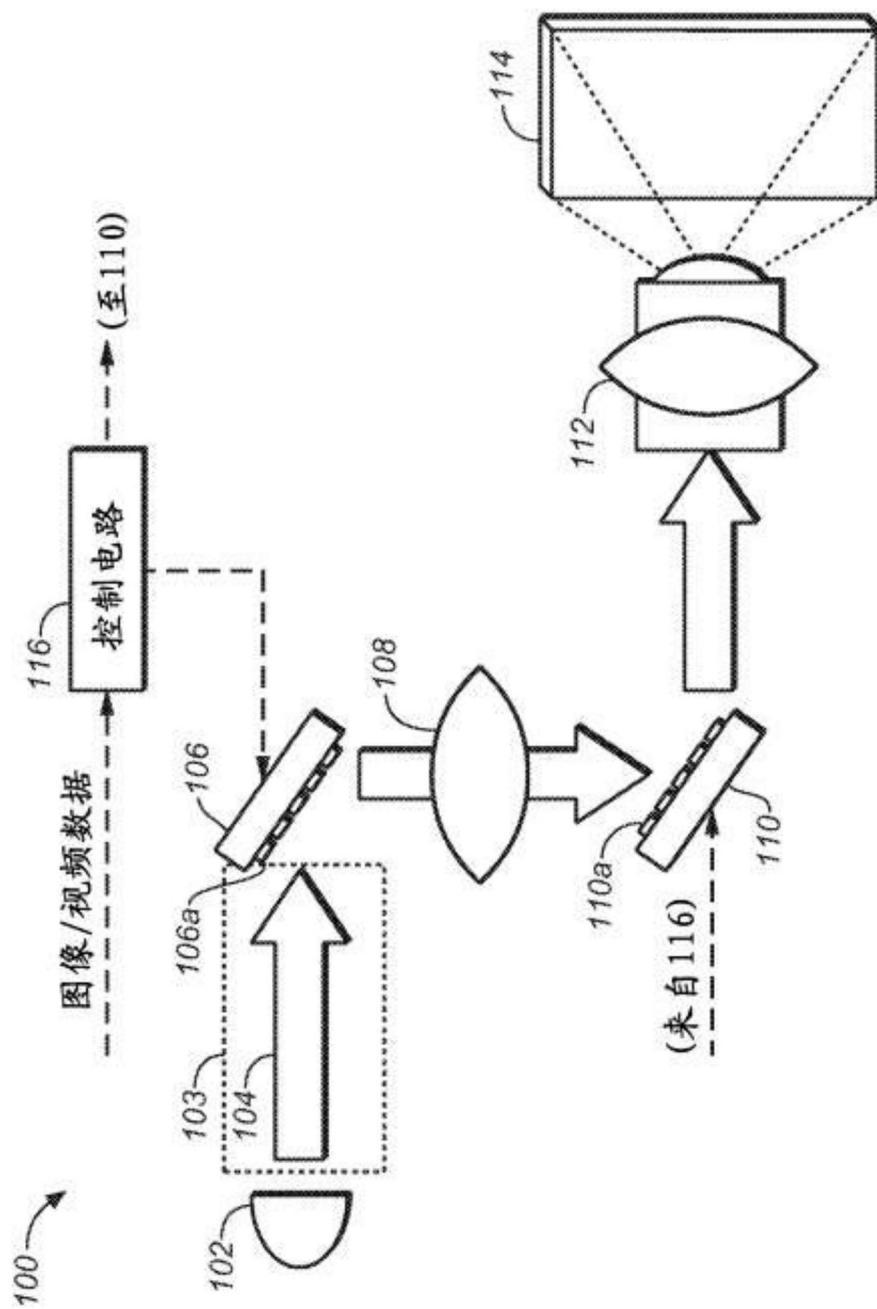


图1A

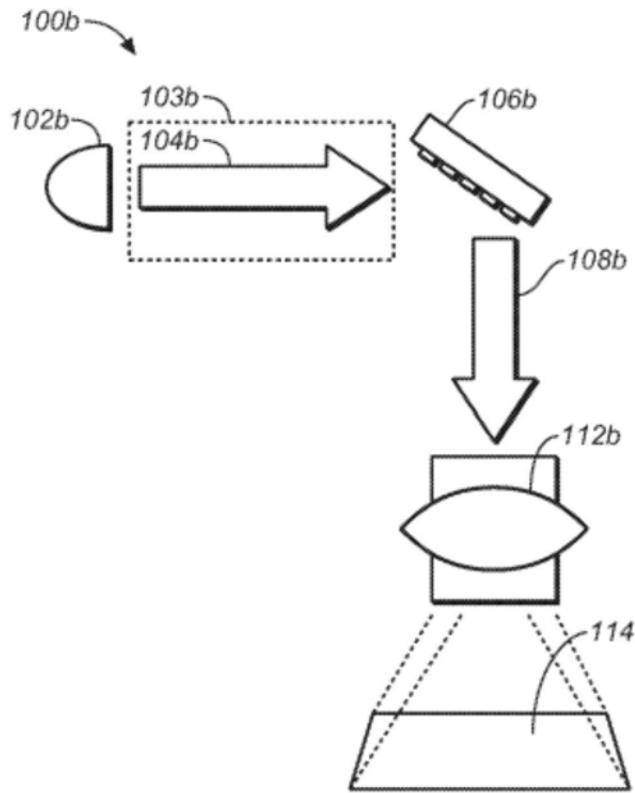


图1B

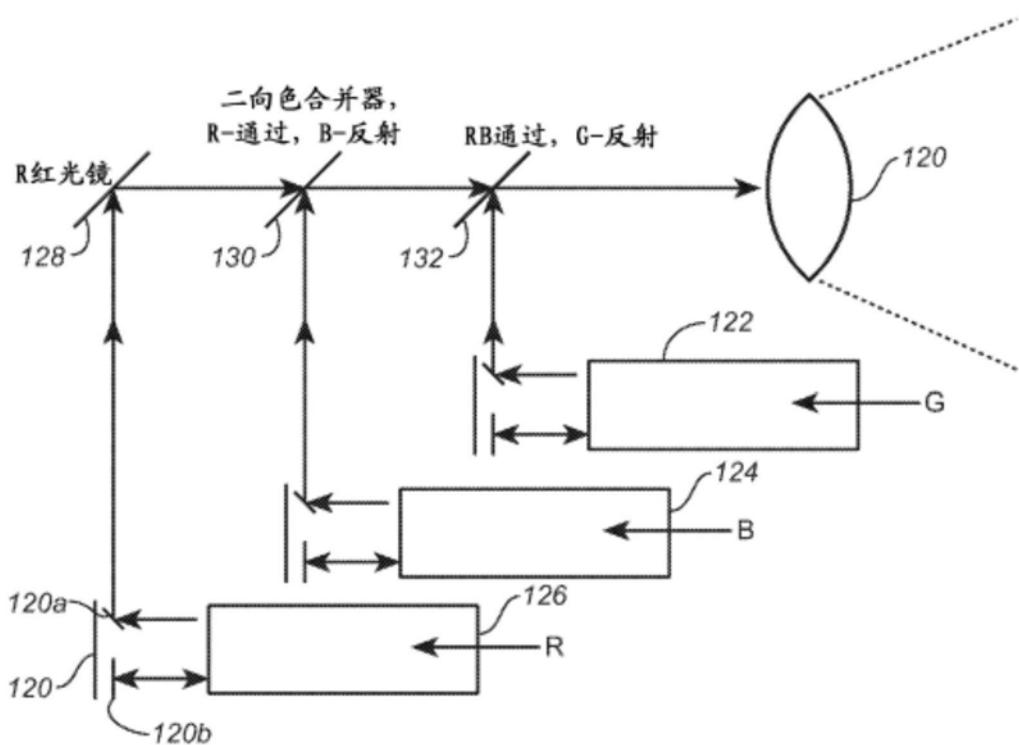


图1C

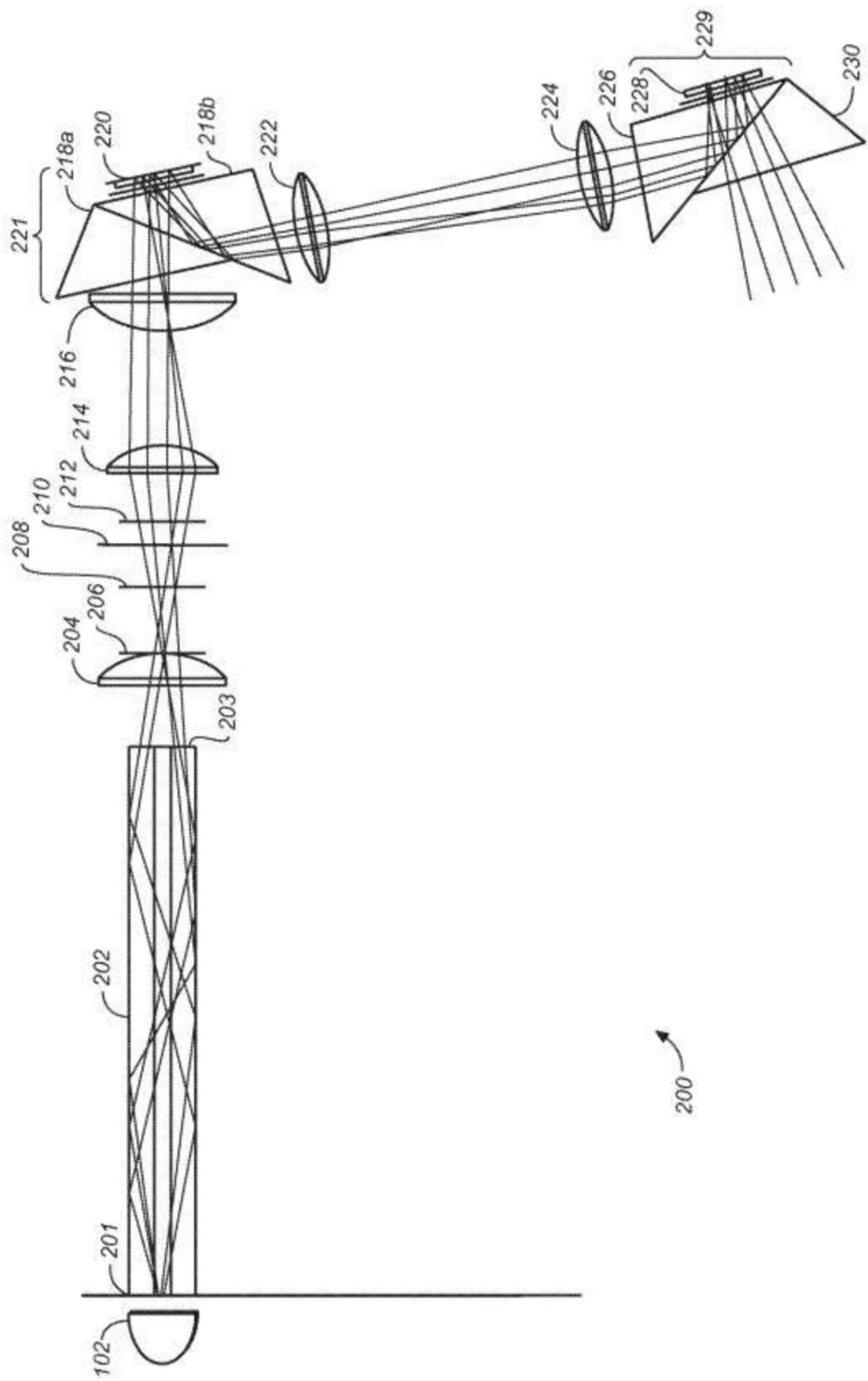


图2

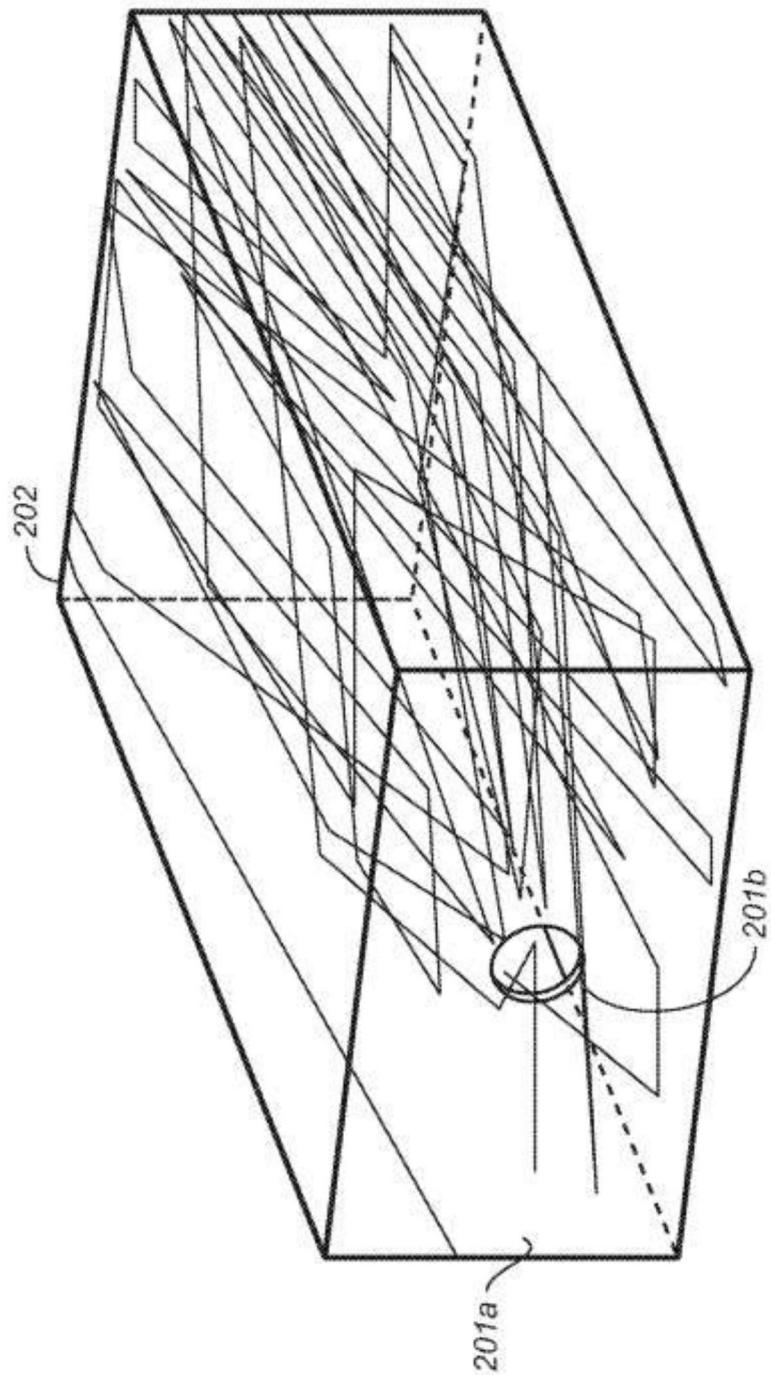


图3

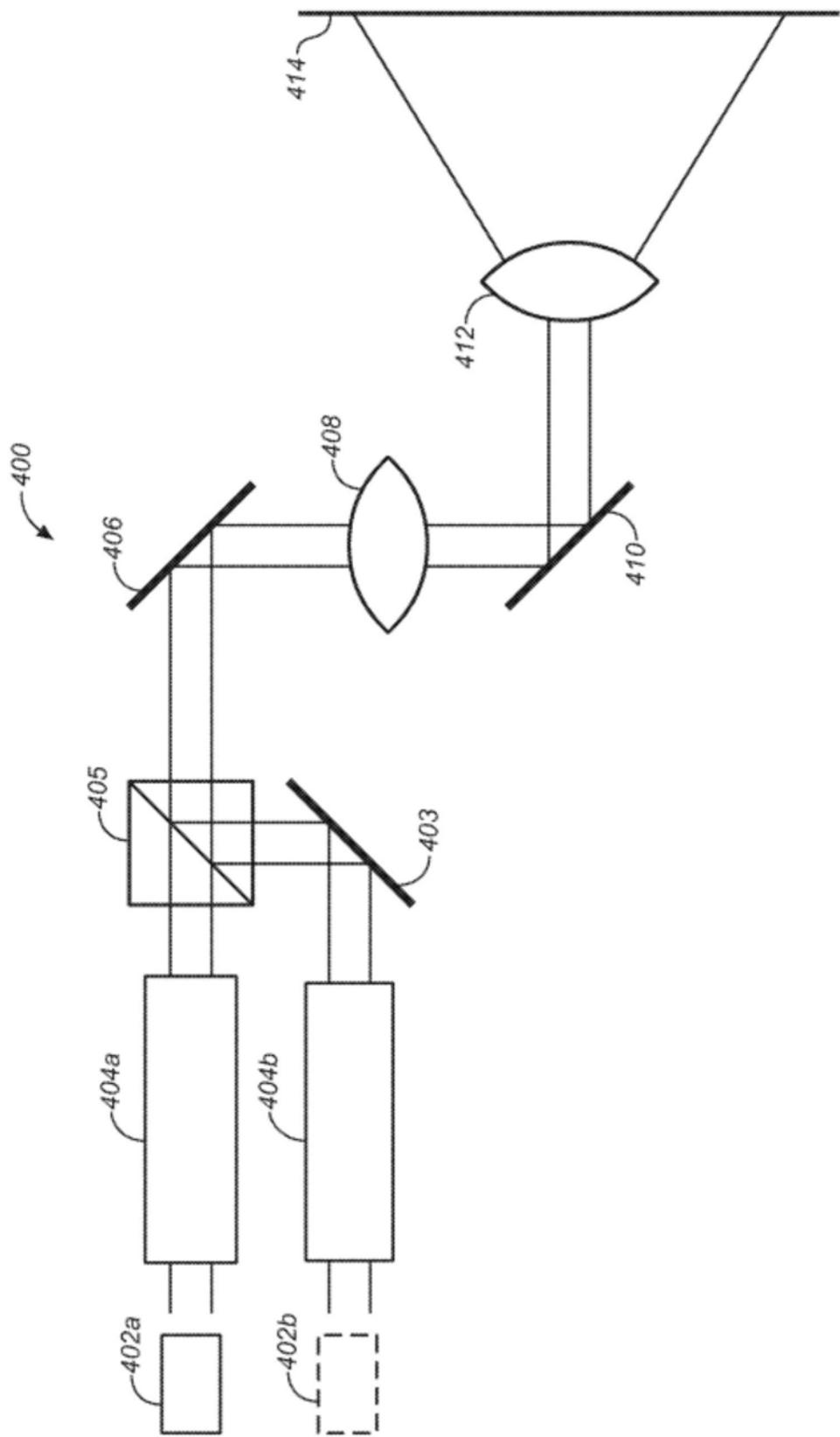


图4

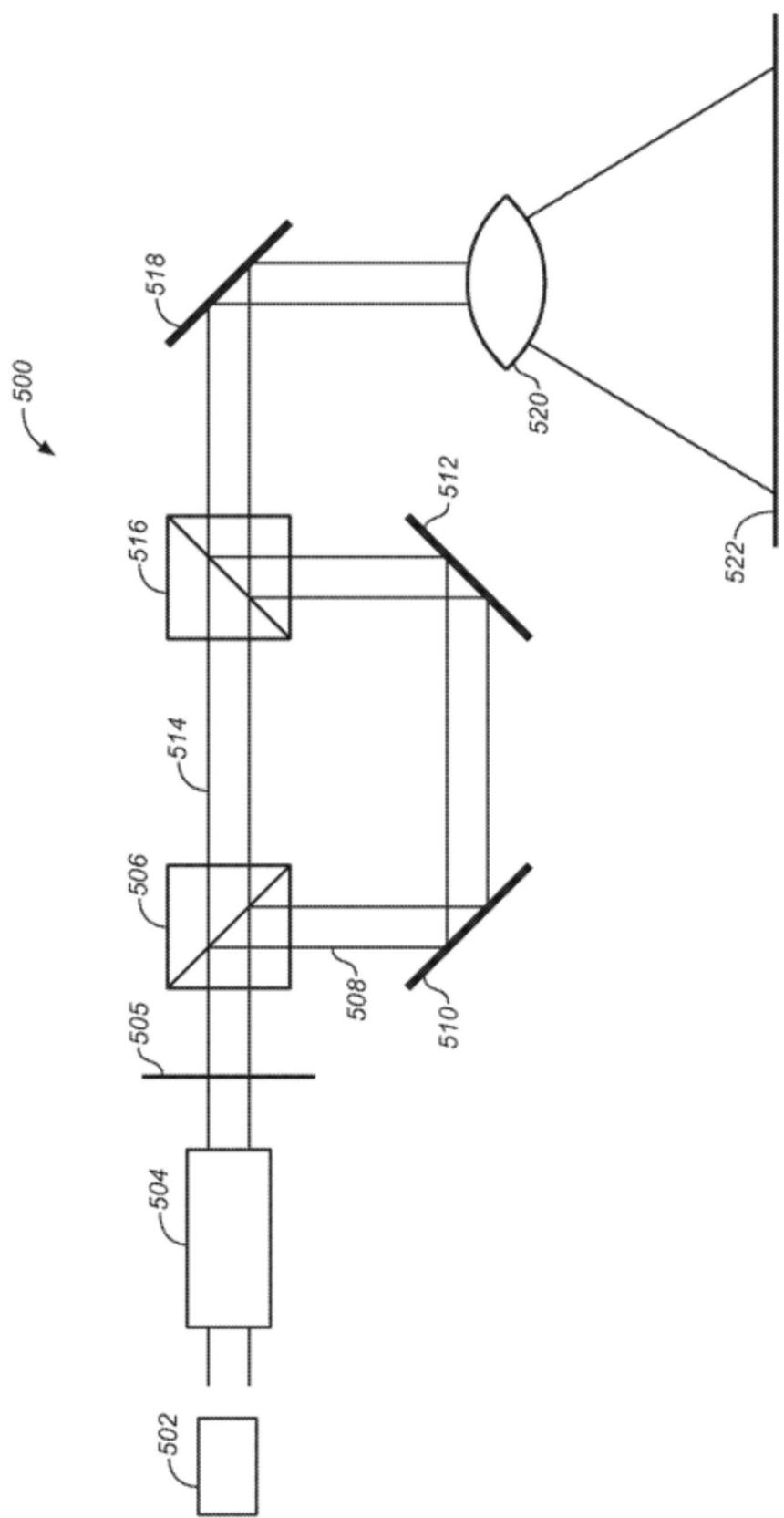


图5

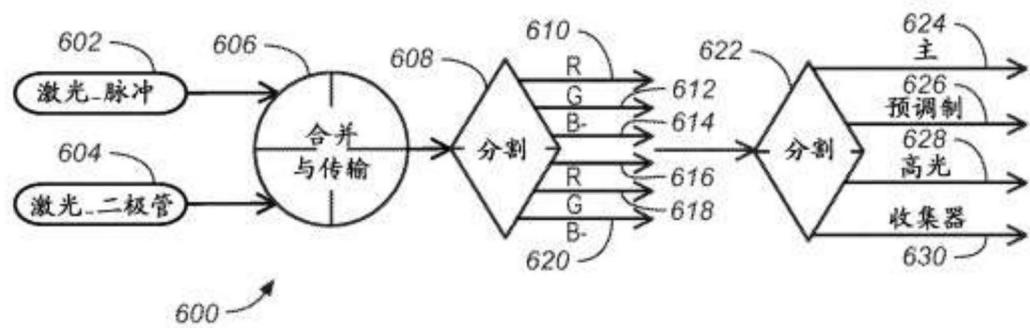
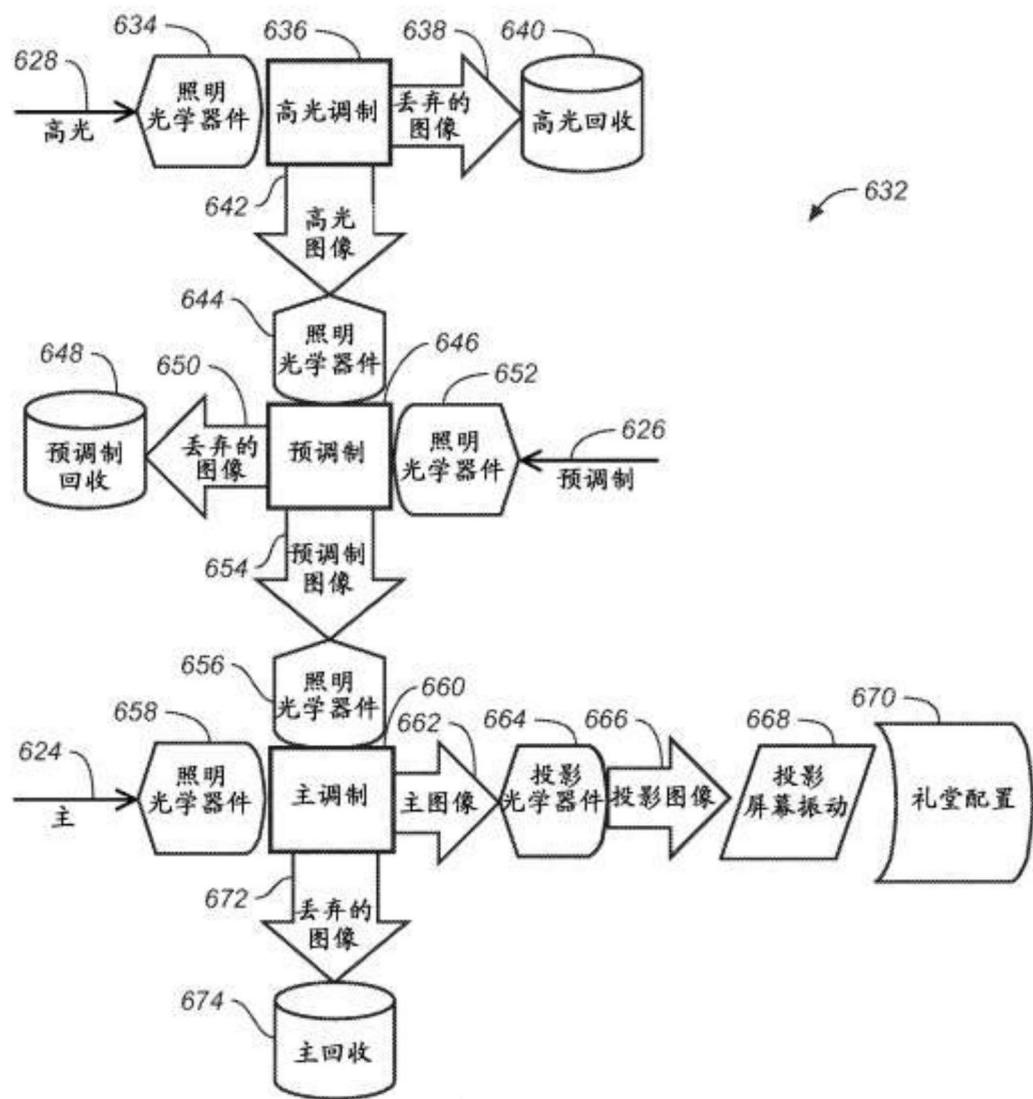


图6A



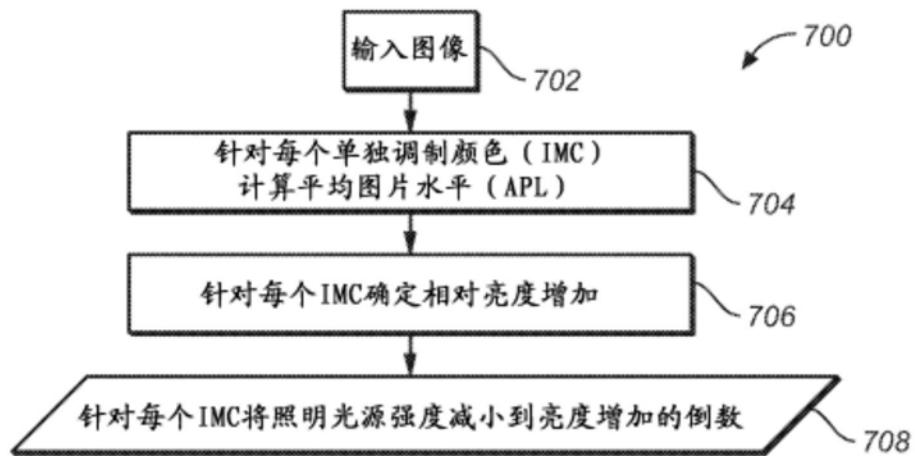


图7A

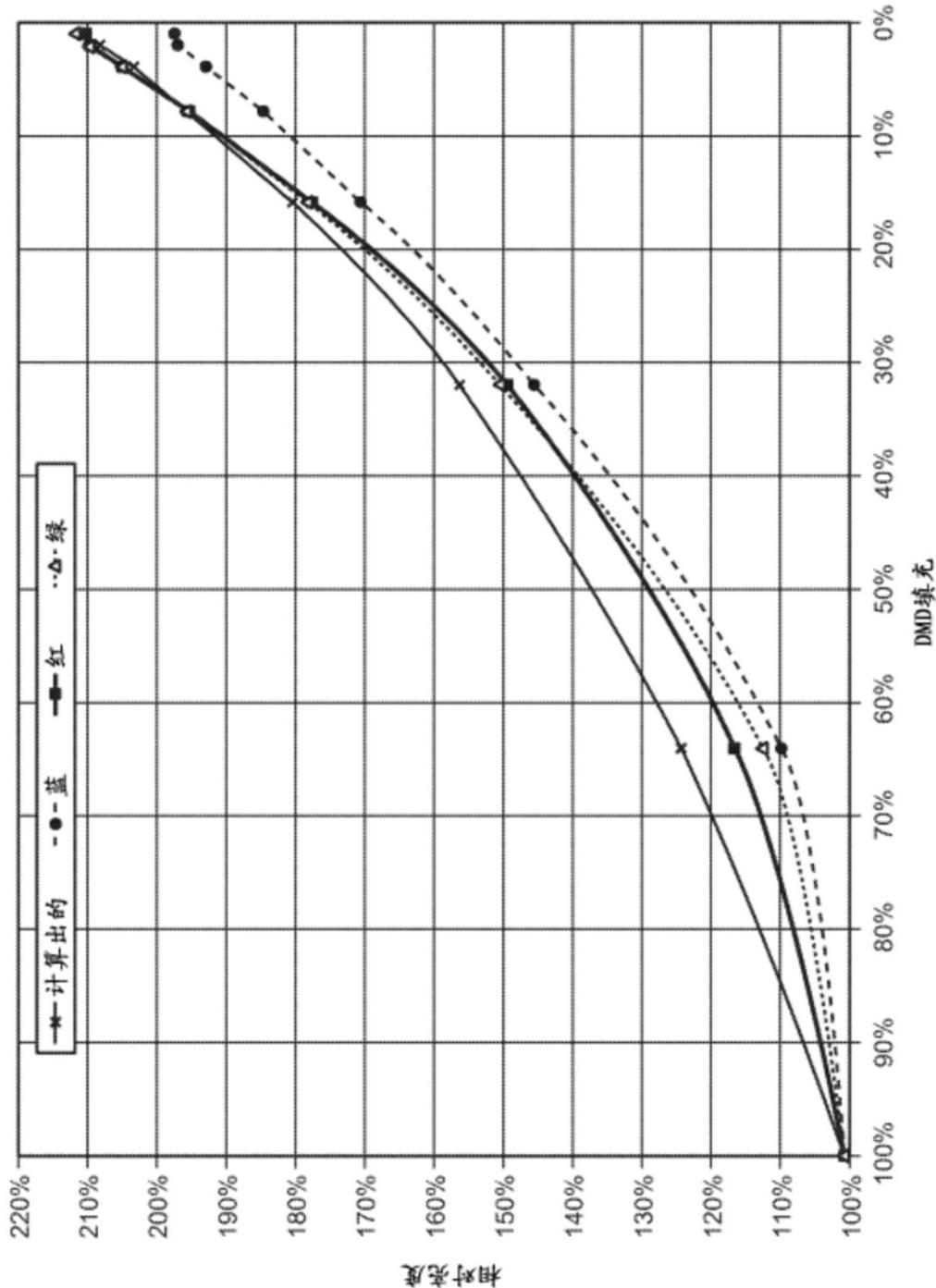


图7B

10%	5%	10%	7%	8%
20%	10%	10%	10%	10%
12%	0%	10%	10%	10%
10%	10%	10%	40%	10%

图7C

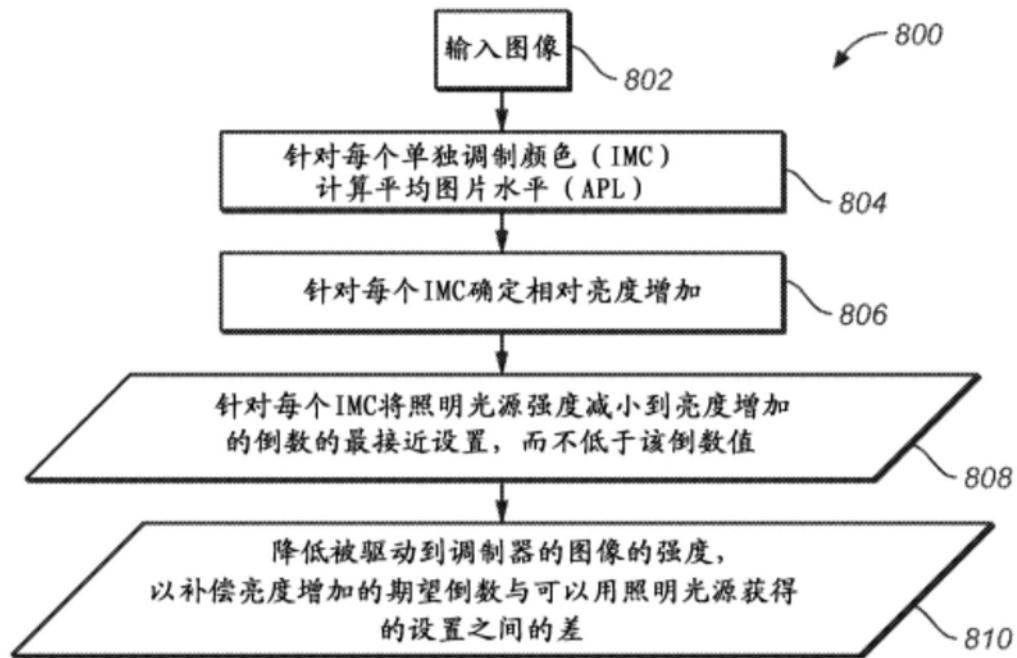


图8

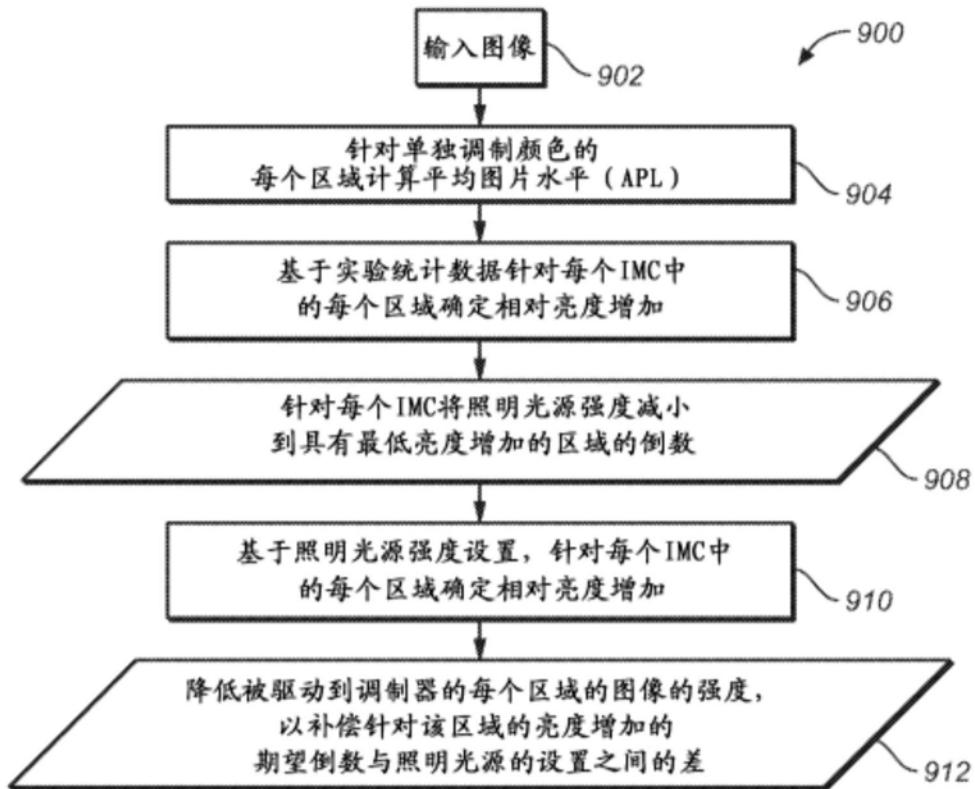


图9

173%				188%
	185%	200%	182%	
	182%	192%	194%	
	176%	194%	189%	
175%				193%

图10

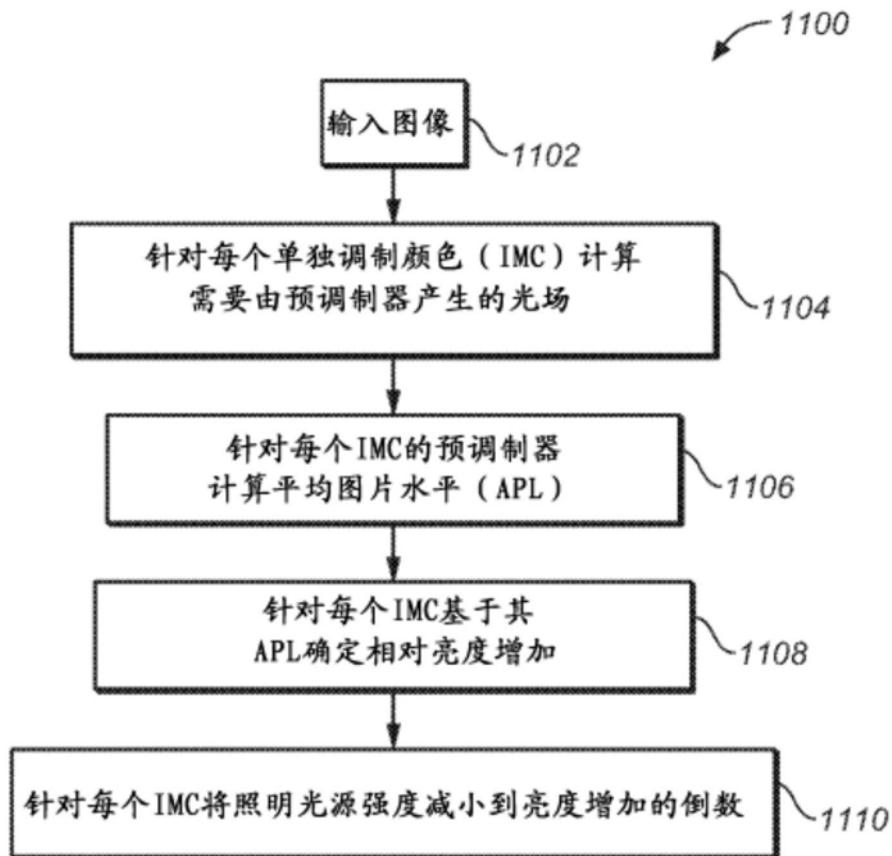


图11

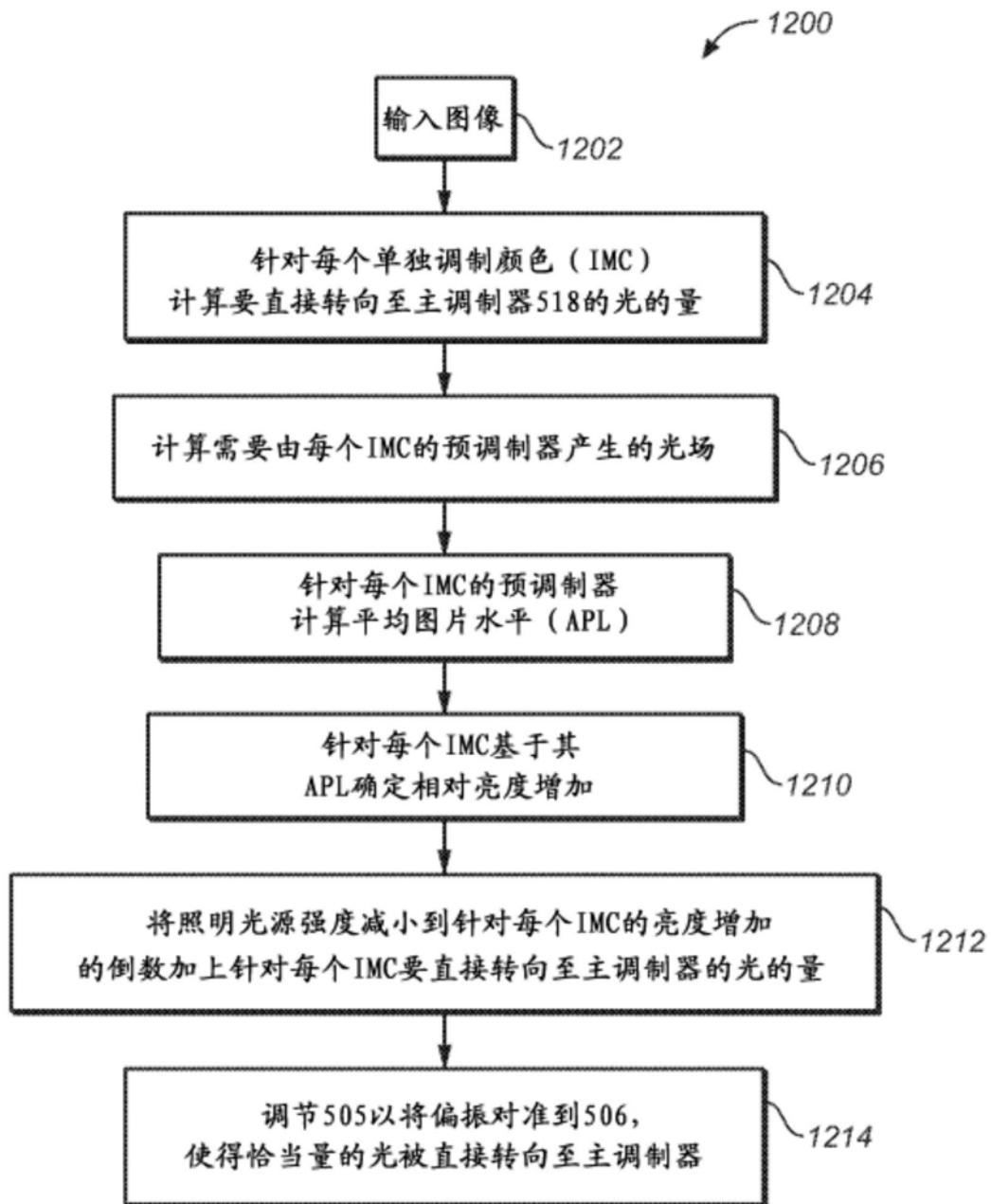


图12

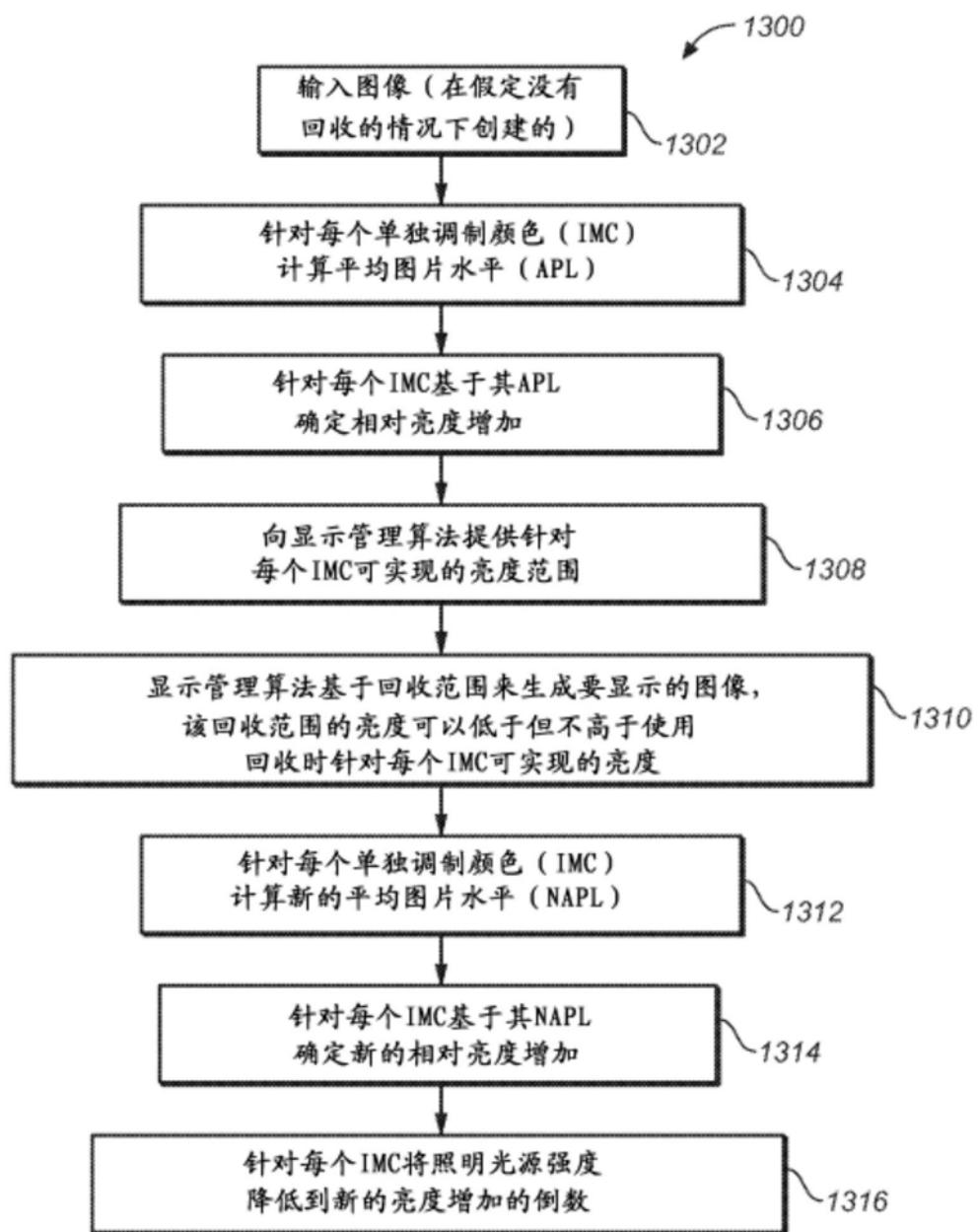


图13

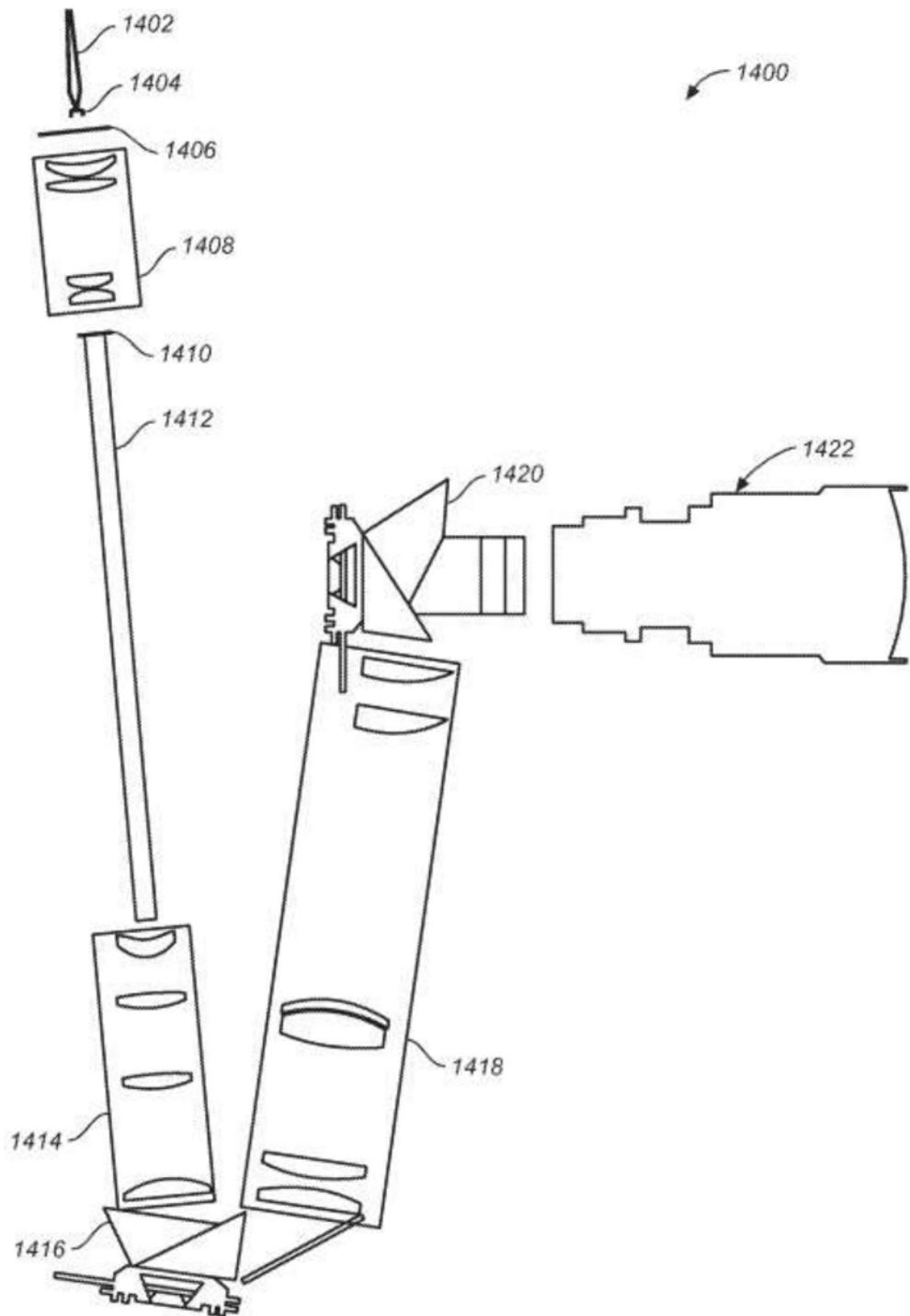


图14

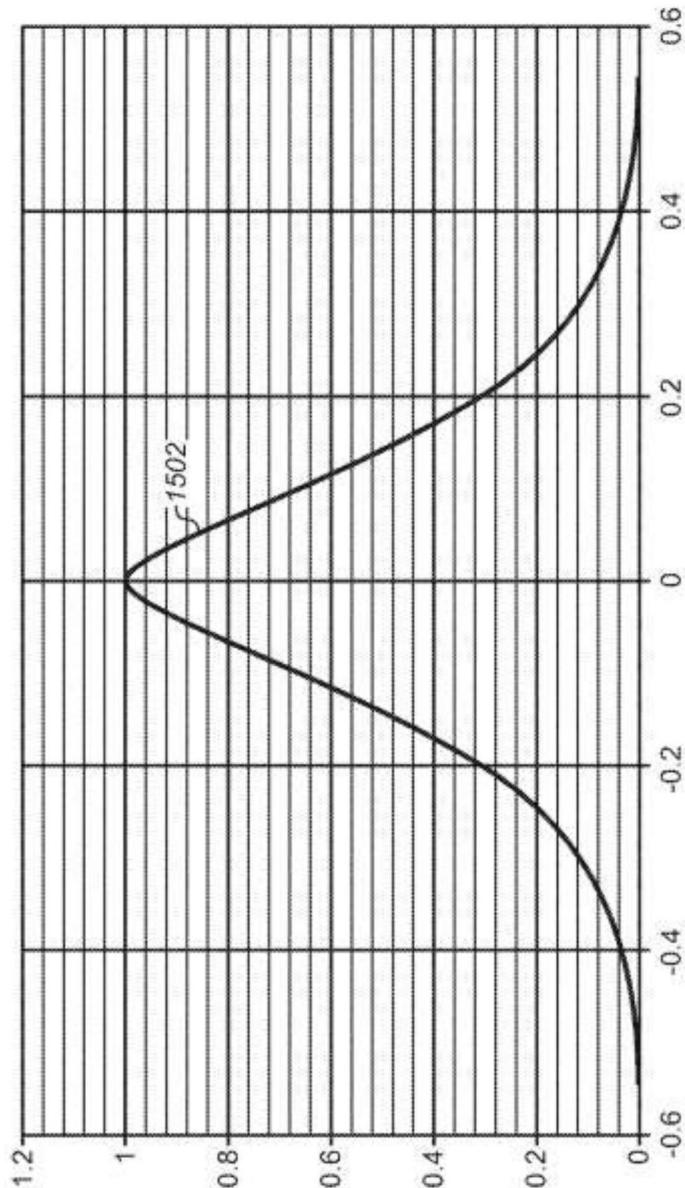


图15

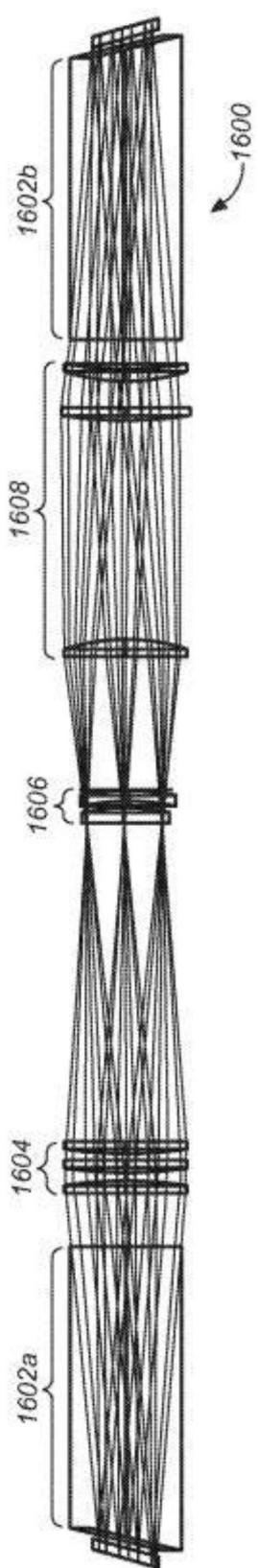


图16

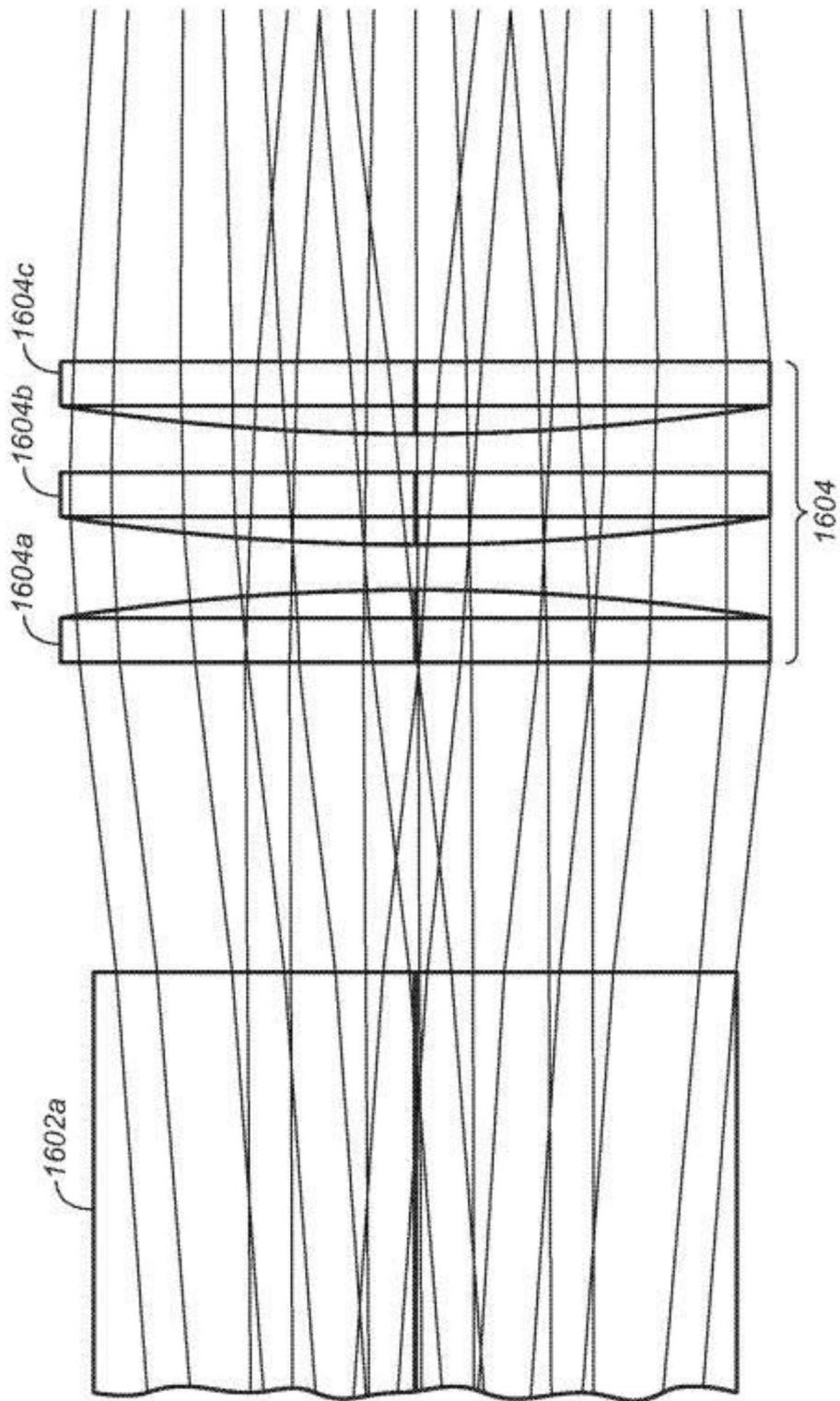


图17

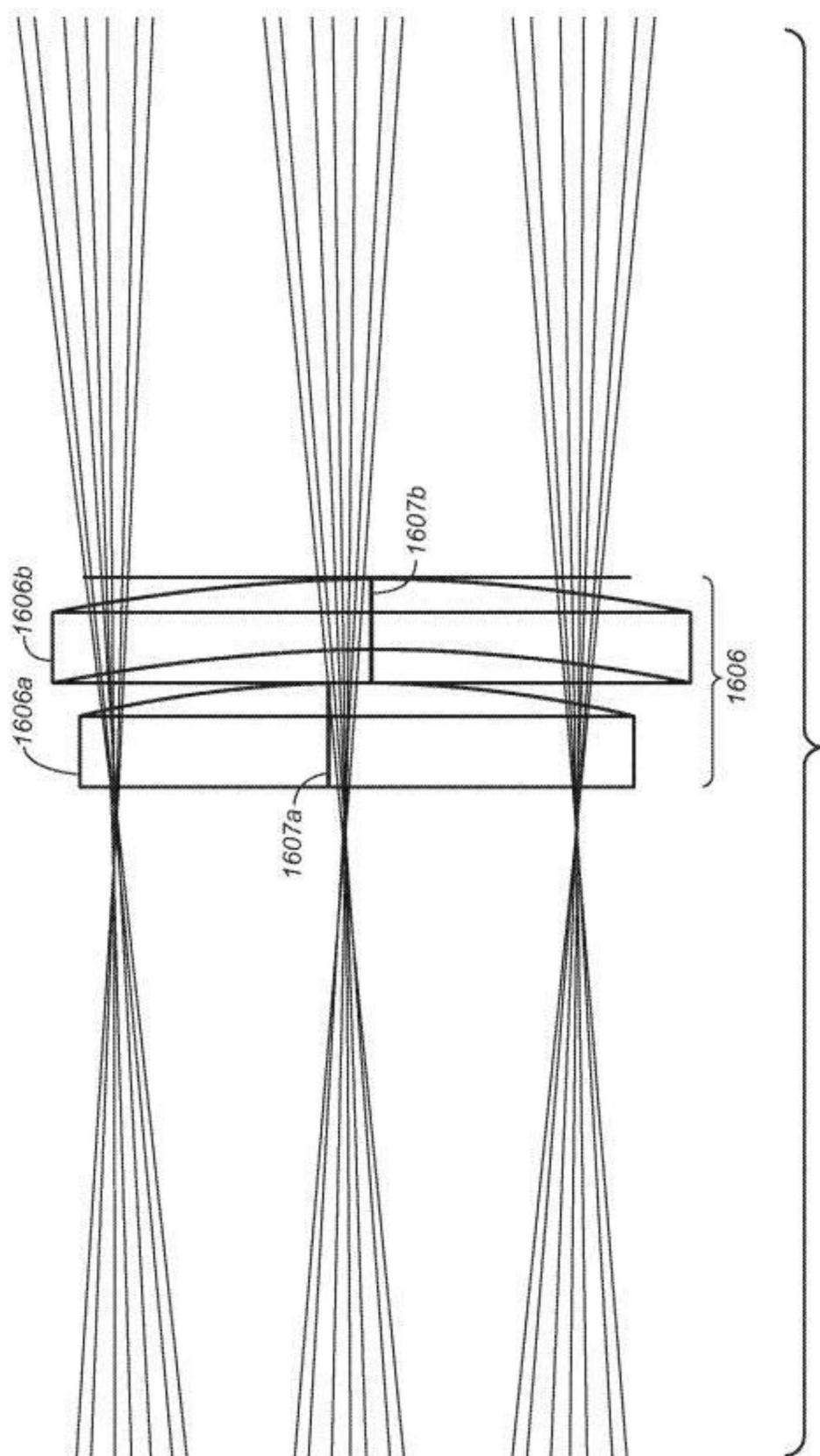


图18

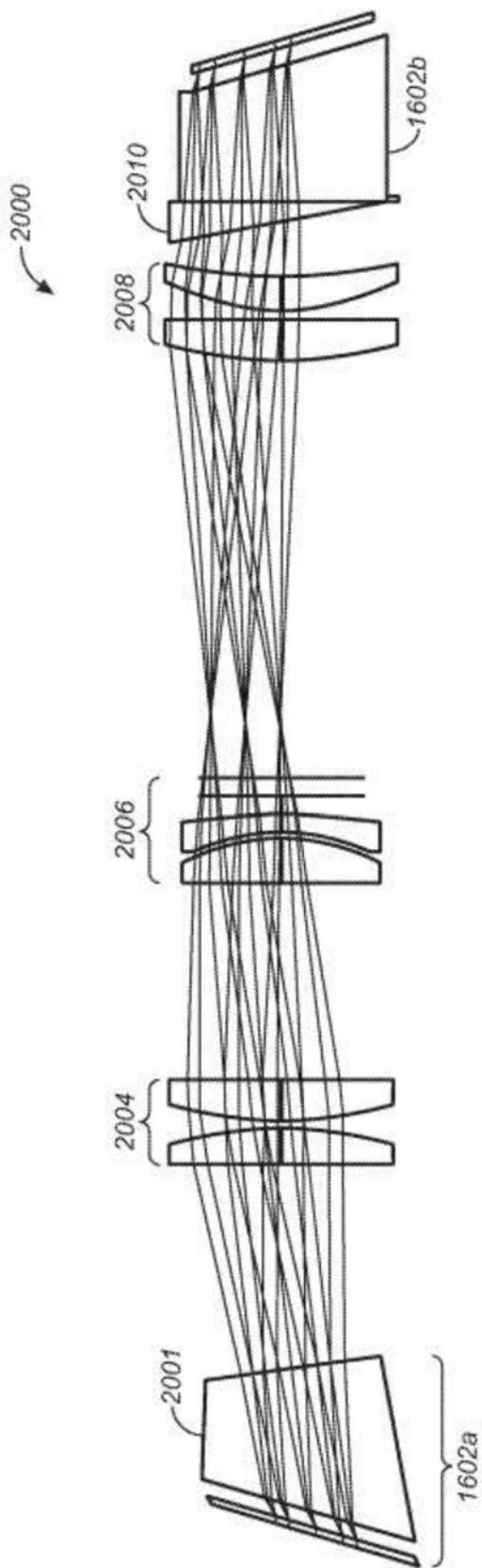


图19

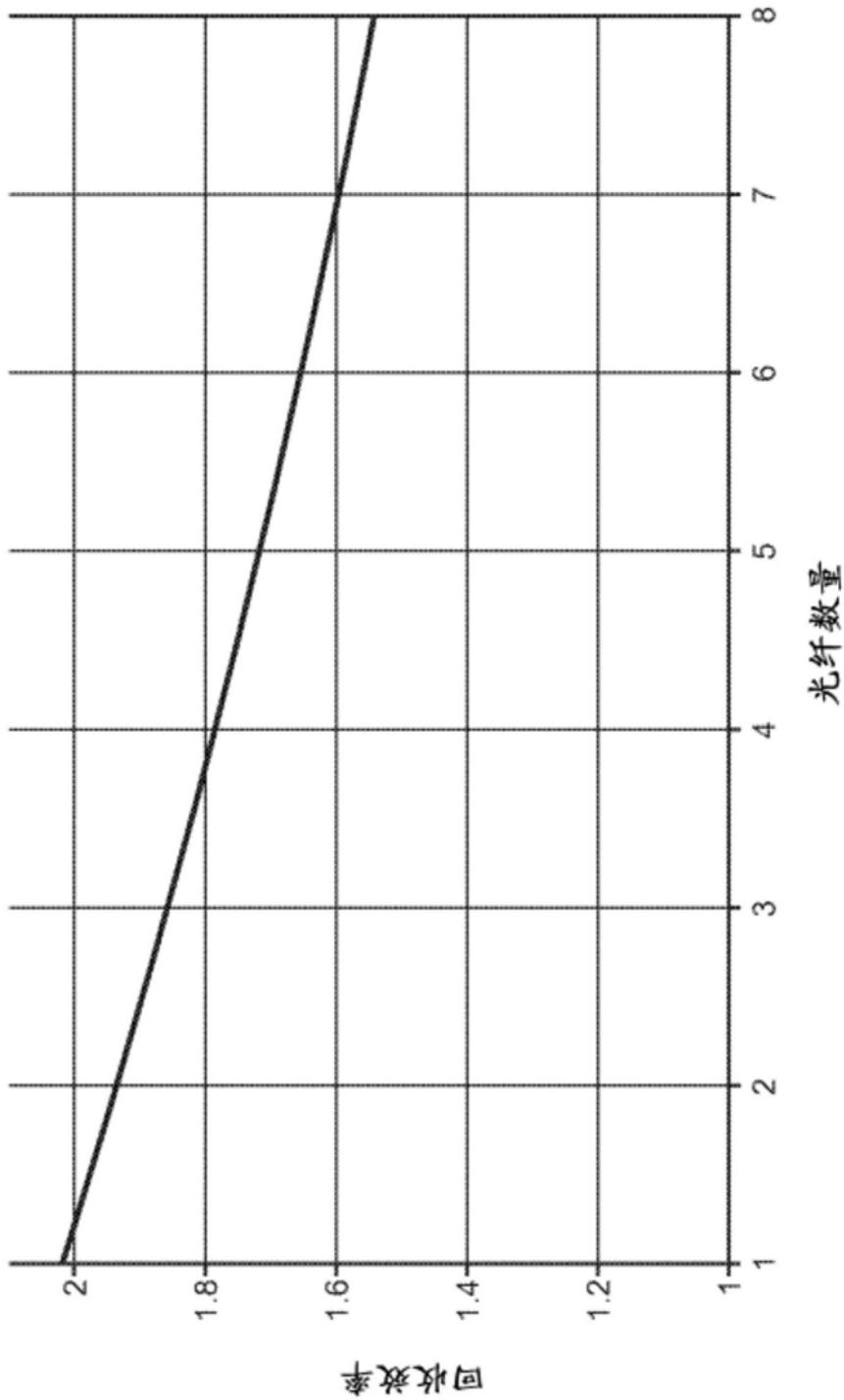


图20