(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119200250 A
(43)申请公布日 2024.12.27

(21)申请号 202411371984.4
(22)申请日 2018.07.05
(30)优先权数据
62/529,223 2017.07.06 US
(62)分案原申请数据
201880044941.1 2018.07.05
(71)申请人 奇跃公司
地址 美国
(72)发明人 P·圣西莱尔
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 贺月娇 于静
(51)Int.Cl.
G02B 27/48(2006.01)
G02B 27/01(2006.01)
G02B 5/02(2006.01)
G09G 3/00(2006.01)

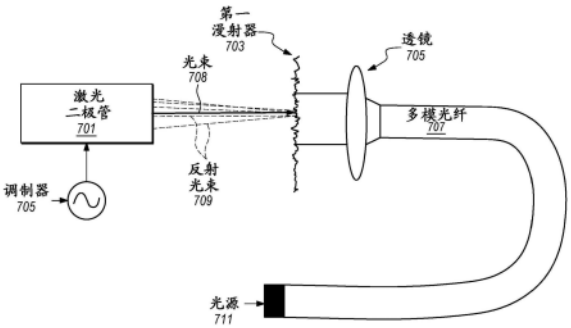
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

减弱散斑的虚拟和增强现实系统及方法

(57)摘要

本公开涉及减弱散斑的虚拟和增强现实系统及方法。一种成像系统包括漫射元件,该漫射元件被配置为将光束中的部分耦合回到激光二极管中。该系统包括二极管激光器,该二极管激光器由漫射器和调制驱动电流的组合驱动进入混沌状态,以使其发射横跨具有3至10纳米宽的包络线的频谱的光。该系统进一步包括与二极管激光器相距至少0.1mm至0.5mm的漫射元件,以将光束中的部分耦合回到激光二极管中。另一个实施例涉及使用漫射元件来照亮平板显示器或空间光调制器。



CN 119200250 A

1.一种近眼显示系统,包括:

激光二极管,其被配置为生成光束,其中,所述光束具有在可见光谱内的波长;

调制器,其被耦合到所述激光二极管,所述调制器被配置为改变用于驱动所述激光二极管的电流;

漫射器,其被光学耦合到所述激光二极管,其中,所述漫射器包括随机图案化表面或伪随机表面,其被配置为使包括所述光束的多个光束从所述随机图案化表面或所述伪随机表面反弹并散射回到所述激光二极管中作为反射光束,以生成混沌激光图案;以及

2D空间光调制器,其光学耦合到所述漫射器,

其中,所述漫射器还被配置为允许所述光束的透射部分在其中传播通过并传播到所述2D空间光调制器上。

2.根据权利要求1所述的近眼显示系统,其中,所述调制器至少基于第二混沌激光图案来改变所述电流。

3.根据权利要求2所述的近眼显示系统,其中,所述调制器的功率变化至少基于所述漫射器的结构。

4.根据权利要求1所述的近眼显示系统,进一步包括:

第二漫射器,其被设置在所述漫射器的与所述激光二极管相反的一侧,其中,所述第二漫射器接收所述光束中的第二部分。

5.一种用于减弱激光散斑的成像系统,所述成像系统包括:

激光二极管,其用于生成具有在可见光谱内的波长的光束;

调制器,其用于改变用于驱动所述激光二极管的电流;以及

漫射器,其用于接收所述光束,其中,所述漫射器包括随机图案化表面或伪随机表面,其被配置为使所述光束的反射部分从所述随机图案化表面或所述伪随机表面反弹并散射回到所述激光二极管中作为反射光线以生成混沌激光图案,并且还使所述光束的透射部分在其中传播通过。

6.一种用于减弱激光散斑的系统,包括:

激光二极管,其被配置为生成具有在可见光谱内的波长的光束;

调制器,其被配置为改变用于驱动所述激光二极管的电流;以及

具有随机或伪随机图案化表面的漫射器,其被配置为使所述光束的至少一部分从所述随机或伪随机图案化表面反射并散射回到所述激光二极管中作为反射光线以生成混沌激光图案,其中,所述漫射器还被配置为使所述光束的一部分在其中传播通过作为透射光线。

7.一种用于减弱激光散斑的系统,包括:

激光二极管,其被配置为生成具有在可见光谱内的波长的光束;

调制器,其被配置为改变用于驱动所述激光二极管的电流;以及

具有随机或伪随机图案化表面的漫射器,其被配置为使2-4%的所述光束从所述随机或伪随机图案化表面反射并散射回到所述激光二极管中作为反射光线,以生成混沌激光图案。

8.一种用于减弱激光散斑的系统,包括:

激光二极管,其被配置为生成具有在可见光谱内的波长的光束;

调制器,其被配置为改变用于驱动所述激光二极管的电流;以及

具有随机或伪随机图案化表面的漫射器,其被配置为使所述光束的至少一部分从所述随机或伪随机图案化表面反射并散射回到所述激光二极管中作为反射光线,以生成混沌激光图案,其中,所述漫射器与所述激光二极管间隔开0.1mm至0.5mm。

9.一种用于减弱激光散斑的方法,包括:

生成波长在可见光谱内的激光束;

对所述激光束进行幅度调制;

将经调制的激光束的至少一部分从随机或伪随机图案化表面反射回到所述经调制的激光束中,从而生成混沌激光图案;以及

使所述经调制的激光束的至少一部分透射通过所述随机或伪随机图案化表面。

10.一种用于减弱激光散斑的方法,包括:

生成波长在可见光谱内的激光束;

对所述激光束进行幅度调制;以及

将经调制的激光束的2-4%的所述光束从随机或伪随机图案化表面反射回到所述经调制的激光束中,从而生成混沌激光图案。

减弱散斑的虚拟和增强现实系统及方法

[0001] 本申请是申请日为2018年7月5日、PCT国际申请号为PCT/US2018/040954、中国国家阶段申请号为201880044941.1、发明名称为“减弱散斑的虚拟和增强现实系统及方法”的申请的分案申请。

背景技术

[0002] 现代计算和显示技术促进了用于所谓的包括“虚拟现实”或“增强现实”的“混合现实”体验的系统的开发,其中,数字再现的图像或其部分以它们看起来是真实的或可以被感知为真实的方式呈现给用户。虚拟现实或“VR”场景通常涉及数字或虚拟图像信息的呈现,而对实际的真实世界视觉背景不可见,以使得用户仅感知数字或虚拟图像,而不感知直接来自真实世界的任何光/图像。增强现实或“AR”场景将涉及数字或虚拟图像信息的呈现作为对用户周围的实际世界的感知的增强(即,对其他实际的现实世界视觉输入可见),以使得用户将数字或虚拟内容感知为真实世界环境中的对象(即虚拟对象)。因此,AR场景涉及伴随对其他实际的真实世界视觉输入的视图而呈现数字或虚拟图像信息。人类视觉感知系统非常复杂。因此,产生便于在其他虚拟或真实世界图像元素之外的虚拟图像元素的舒适、感觉自然且丰富的呈现的VR或AR技术是具有挑战性的。

[0003] 散斑(speckle)图案是由从相干源发出的多个波前的相互干涉产生的一种强度图案。散斑是指当高度相干光束(例如,来自激光器的光束)在粗糙表面(诸如,纸张、白色油漆、显示屏或金属表面)处漫反射时可以观察到的随机颗粒图案(granular pattern)。这种现象是由具有随机相对光学相位的入射光束中的不同反射部分的干涉而导致。每当激光束传播通过漫射器或从漫反射表面反射时,产生激光散斑结构。散斑结构取决于激光辐射的相干特性,并由于大量随机初始相位的散射波的干涉而出现。

[0004] 散斑图案可能使包括激光源的投影显示器的图像质量严重降低。由于激光器是相干窄带光源,因此激光器会产生干涉图案。这样,由于激光趋于在各个点处发生干涉,因此使用具有激光源的投影显示器来生成的图像的质量可能降低。另外,在投影光学器件上的大量散射颗粒(例如,灰尘)处由衍射生成的干涉也将使图像质量降低。来自各种源的图像的质量的降低的累积导致最终图像呈现颗粒状和扭曲。

[0005] 因此,需要减弱虚拟现实或增强现实系统中的激光散斑。

发明内容

[0006] 本公开的实施例提供了一种系统,用于通过将漫射器放置在激光二极管的前方以在激光二极管中生成混沌激光图案来减弱激光散斑。漫射器是随机图案或伪随机图案表面,其使多个光束光线从漫射表面的不同位置反弹并散射回到激光二极管中,从而在激光增益介质中产生模式的复杂叠加,因此在激光谐振器中引发模式跳跃。这些模式跳跃降低了相干性,因为它们中的每一者与稍微不同的发射频率相关。激光器也被接收到的光学反馈和电流调制的组合进一步驱动到混沌操作中。在其他实施例中,漫射器和来自激光器的功率的变化协同作用以将激光器推到混沌中。

[0007] 在一个实施例中,一种用于减弱激光散斑的成像系统包括用于生成光束的二极管激光器,其中,该光束具有在可见光谱内的波长。该系统还包括用于改变用于驱动二极管激光器的电流的调制器。该系统进一步包括用于接收光束的漫射器,其中,该漫射器被配置为将光束中的一部分反射回到激光二极管中作为反射光束以生成混沌激光图案。

[0008] 在一个或多个实施例中,调制器至少基于第二混沌激光图案来改变电流。调制器的功率变化可以至少基于漫射器的结构。该系统还可以包括第二漫射器,该第二漫射器被设置在漫射器的与激光二极管相反的一侧,其中,该第二漫射器接收光束中的第二部分。该系统还可以包括透镜,该透镜被设置在漫射器的与激光二极管相反的一侧,以接收传播通过漫射器的光束中的另一部分。该系统可以进一步包括多模光纤,该多模光纤被设置在透镜的与漫射器相反的一侧,以随着光束中的一部分行进通过该多模光纤而调整光束中的该部分的定时(timing),该多模光纤具有近端和远端,在光束中的一部分行进通过透镜之后,该远端接收光束中的该部分,该远端对应于光源。

[0009] 在一个或多个实施例中,该系统还包括:投影光源;分束器,该分束器被设置在漫射器的与激光二极管相反的一侧,以接收来自投影光源和漫射器的光;以及微型显示器,该微型显示器用于接收来自分束器的光。该微型显示器可以包括硅上液晶或数字光处理器中的至少一者。该系统还可以包括匀化器(homogenizer),该匀化器用于使光束中的不规则平滑以产生均匀图案。

[0010] 在另一个实施例中,一种近眼显示系统包括激光二极管。该系统还包括耦合到激光二极管的调制器。该系统进一步包括光学耦合到激光二极管的漫射器。此外,该系统包括光学耦合到漫射器的2D空间光调制器。

[0011] 在一个或多个实施例中,2D空间光调制器包括硅上液晶2D空间光调制器。该系统还可以包括光学耦合到2D空间光调制器的波导目镜。该系统还可以包括设置在微型显示器与波导目镜之间的投射透镜。

[0012] 在一个或多个实施例中,波导目镜包括耦入光栅(incoupling grating),并且投射透镜被定位为将光耦合到耦入光栅中。该系统还可以包括设置在投射透镜与2D空间光调制器之间的偏振分束器。该系统还可以包括被定位在漫射器与偏振分束器之间的照明侧准直透镜。

[0013] 在一个或多个实施例中,波导目镜包括耦入光栅和出射光瞳扩展光栅,该出射光瞳扩展光栅通过波导目镜而被耦合到该耦入光栅。

[0014] 下面在具体实施方式、附图和权利要求中描述本公开的实施例、目的和优点的进一步的细节。前面的一般描述和下面的具体实施方式两者都是示例性和说明性的,且不旨在限制本公开的范围。

附图说明

[0015] 附图例示了本公开的各种实施例的设计和效用。应当注意,附图不是按比例绘制,并且在所有附图中,相似结构或功能的元件由相同的参考标记来表示。为了更好地理解如何获得本公开的各种实施例的上述和其它优点和目的,将通过参考在附图中例示的本公开的具体实施例来对上面简要描述的本公开进行更详细的描述。应该理解,这些附图仅描绘了本公开的典型实施例,因此不应被视为限制其范围,本公开将通过使用以下附图以附加

的特征和细节来进行描述和解释,其中:

[0016] 图1A描绘了根据一些实施例的以单模式操作的激光器的幅度与波长的关系曲线图。

[0017] 图1B描绘了根据一些实施例的以混沌模式操作的激光器的幅度与波长的关系曲线图。

[0018] 图2A至图2D示意性地描绘了根据各种实施例的可穿戴AR设备的视图。

[0019] 图3描绘了根据一些实施例的示例性散斑图案。

[0020] 图4示意性地描绘了根据一些实施例的减弱激光散斑的替代方法。

[0021] 图5示意性地描绘了根据一些实施例的通过一个漫射器减弱激光散斑的光学系统。

[0022] 图6示意性地描绘了根据一些实施例的通过两个漫射器减弱激光散斑的光学系统。

[0023] 图7A至图7B示意性地描绘了根据一些实施例的通过多模光纤减弱激光散斑的光学系统。

[0024] 图8示意性地描绘了根据一些实施例的通过使用光源来减弱激光散斑的光学系统。

[0025] 图9示意性地描绘了根据一些实施例的通过匀化器减弱激光散斑的光学系统。

具体实施方式

[0026] 现在将参考附图详细描述各种实施例,这些附图被提供作为本公开的说明性示例,以便使本领域技术人员能够实践本公开。应注意的是,下面的附图和示例并不意味着限制本公开的范围。在可以使用已知部件(或方法或过程)部分或全部实现本公开的某些元素的情况下,将仅描述理解本公开所必需的这样的已知部件(或方法或过程)中的那些部分,并且将省略这样的已知部件(或方法或过程)中的其他部分的详细描述,以免模糊本公开。此外,各种实施例涵盖通过例示的方式在本文中提及的部件的当前和将来已知的等同物。

[0027] 贯穿此说明书,对“一个实施例”或“实施例”的提及意味着结合该实施例描述的特定特征、结构或特性包括在至少一个实施例中。因此,贯穿此说明书在各处出现的短语“在一个实施例中”或“在实施例中”不一定都指同一实施例。此外,在一个或多个实施例中,可以以任何适当的方式结合特定的特征、结构或特性。

[0028] 示出并描述了许多实施方式。为了便于理解,即使在某些情况下这些结构可能不相同,但在各个附图之间用相同的附图标记来标识相同或相似的结构。

[0029] 在此描述的光学系统可以独立于增强现实(AR)系统来实现,但仅出于说明性目的,以下关于AR系统来描述许多实施例。

[0030] 问题与解决方案概述

[0031] 以下公开描述了用于减轻激光散斑的系统和方法的各种实施例。根据某些实施例,通过使用被驱动到混沌状态(chaotic regime)(“相干塌陷状态”)中的激光源来减弱散斑。减弱激光散斑的一种方法是优化谱线宽度。减弱激光散斑的另一种方法是优化光束直径。特别地,使用漫射元件来将所发射的光中的一部分耦合回到激光器中,以产生导致激光器的混沌操作的光学反馈。以混沌模式操作的激光器表现出比以单模式操作的激光器更宽

的频谱。在本文描述的某些实施例中,使用漫射器来使否则将以单模式操作的激光器进行混沌操作。在一些实施例中,驱动激光器的电流被附加地调制为增加激光器的混沌行为。

[0032] 说明性光学系统

[0033] 在描述光分配系统的实施例的细节之前,将给出说明性光学系统的简要描述。尽管实施例可以与任何光学系统一起使用,但是对具体系统(例如,AR系统)进行描述以说明作为实施例基础的技术。

[0034] 为了向用户呈现3D虚拟内容,增强现实(AR)系统将虚拟内容的图像投影到用户的眼睛中,以使得它们看起来源自在用户前方以各种距离间隔开(即,正交地远离用户的眼睛)的各深度平面。换句话说,虚拟内容不仅可以在X和Y方向上(即,在与用户的眼睛的中央视轴正交的2D平面中)延伸,而且还可以看起来在Z方向上改变深度,以使得用户可以感知对像靠近,在无限距离处或两者之间的任何距离处。在其他实施例中,用户可以同时感知在不同深度平面处的多个对象。例如,用户可以看见虚拟的龙出现在极远距离处,然后朝向用户奔跑。或者,用户可以同时看见远离用户3米距离处的虚拟的鸟和距用户一臂长(约1米)处的虚拟咖啡杯。

[0035] 在某些实施例中,每个目镜包括透明的波导的堆叠。每个波导可以设置有耦入光学特征、耦出特征以及可选的一个或多个用于使光分布在耦出特征上的附加光学特征。每个特定波导以与将光输入该特定波导的角度相对应的角度输出光。波导的堆叠可以包括专用于特定颜色组分(例如,红色、绿色或蓝色)并且向出射光赋予特定凸波前曲率的波导。赋予波前曲率的一种方式是将耦出特征实现为具有弯曲光栅槽的透射衍射光栅,如在2016年9月9日提交的,序列号为62/384,552,名称为“Mixed Reality Systems Including Thick Media and Related Methods(包括厚媒介的混合现实系统及相关方法)”的美国临时专利申请中所教导的。每个波前曲率对应于特定虚拟图像距离。通过提供赋予不同曲率的多个波导,可以生成多个虚拟图像距离。在一个示例中,每个目镜可包括两组红色、蓝色和绿色专用波导。两组中的一组可被配置为赋予第一波前曲率,而两组中的第二组可被配置为赋予第二波前曲率。

[0036] 如将在下面进一步详细解释的,来自单模激光器的光是单色且相干的。当这样的相干光被具有一些光学尺度表面特征的漫射表面反射时,根据惠更斯(Huygens)原理,该表面上的每个点成为虚拟波源,并且来自不同点的波会进行相长干涉和相消干涉。这导致产生干涉图案,也称为散斑图案。

[0037] 图1a是示出具有一个谱线宽度的激光器的幅度与波长的关系曲线图。图1a所示的谱线是由以窄频率范围发射光导致的。通常,正常激光器将发射窄谱线(即,小于1纳米),诸如图1a中的窄曲线100a所示。激光器产生空间和时间相干光束。这种空间相干性允许来自激光器的光被准直成小发散衍射受限光束。单模相干激光器的窄频谱(在图1a中表示为ΔΛ)仅显示一个峰。

[0038] 图1b是示出了混沌激光器的幅度与波长的关系曲线图。激光器具有多个峰100b,而不是仅具有单个峰(如与图1a中的窄谱线100a相比)。在一些实施例中,由激光器发射的光的带宽(ΔΛ)在2纳米至15纳米之间的范围内。此较宽的波长范围使激光器呈现低得多的相干性,这降低了由来自激光器的光产生的散斑图案的对比度,并使激光器更像常规白光源一样运行。与相干光形成对比,非相干光在所发射的光束中的不同空间点之间不具有

固定的相位关系。混沌模式跳跃包括时间非相干性和空间非相干性。

[0039] 使用激光源可具有若干优点。在一些实施例中,激光源可以具有比其他光源更小的光学扩展量(etendue)。在一些实施例中,与使用其他光源相比,通过使用激光源可以更容易地将光准直成紧密的(例如,小的)用于扫描显示器的光斑。在一些实施例中,激光源可以比其他光源更有效。

[0040] 在一些实施例中,由激光源发射的所有光子可以是同相的并且可以是彼此相干的。除了别的之外,这些特性可能会产生散斑。每组相干光子可以对应于一个模式。在一些实施例中,激光源可以具有单模式。例如,激光源可以在光谱域中具有纵模。在一些实施例中,激光源可以具有多种模式。相干性可以通过多个模式通过多少光谱来确定。例如,模式越多,光谱越宽,且光的相干性越低。在一些实施例中,可能期望具有相干性较低的激光器。可以通过对激光器进行混沌模式跳跃来实现相干性较低的激光器。

[0041] 参考图2A至图2D,示出了一些一般的部件选项。在图2A至图2D的讨论之后的详细描述的各部分中,提出了各种系统、子系统和部件,以实现为混合现实(例如,VR和/或AR)提供高质量的舒适感知的显示系统的目的。

[0042] 如图2A所示,描绘了AR系统用户60佩戴头戴部件58,该头戴部件58的特征是被耦接到显示系统的框架64结构,该显示系统包括定位在用户的眼睛前方的目镜波导62。扬声器66以所描绘的配置耦接到框架64,并且邻近用户的耳道定位(在一个实施例中,未示出的另一扬声器邻近用户的另一耳道定位,以提供立体的/可塑形的声音控制)。显示系统可以诸如通过有线引线或无线连接可操作地耦接68到本地处理和数据模块70,该本地处理和数据模块70可以以各种配置安装,诸如固定地附接到框架64,固定地附接到如在图2B的实施例中所示的头盔或帽子80,嵌入耳机中,以如在图2C的实施例中所示的背包式配置可移除地附接到用户60的躯干82,或者以如在图2D的实施例中所示的腰带耦接式配置可移除地附接到用户60的髋部84。

[0043] 本地处理和数据模块70可以包括节能处理器或控制器,以及数字存储器(诸如闪速存储器),两者均可用于辅助以下数据的处理、缓存和存储:(a)从可以可操作地耦接到框架64的传感器捕获的数据,传感器诸如为图像捕获设备(诸如照相机)、麦克风、惯性测量单元、加速计、指南针、GPS单元、无线电设备和/或陀螺仪;和/或(b)使用远程处理模块72和/或远程数据储存库74获取和/或处理的数据,可能用于在这样的处理或检索之后向显示器传送。本地处理和数据模块70可以诸如经由有线或无线通信链路可操作地耦接76、78到远程处理模块72和远程数据储存库74,以使得这些远程模块72、74可操作地彼此耦接,并且可用作本地处理和数据模块70的资源。

[0044] 在一个实施例中,远程处理模块72可包括被配置为分析和处理数据和/或图像信息的一个或多个相对强大的处理器或控制器。在一个实施例中,远程数据储存库74可以包括相对大规模的数字数据存储设施,其可以通过互联网或“云”资源配置中的其他网络配置来获得。在一个实施例中,所有数据可以被存储在本地处理和数据模块中并且可以在本地处理和数据模块中执行所有计算,从而允许来自任何远程模块的完全自主的使用。

[0045] 如参考图2A至图2D所述,AR系统连续地从各种设备接收输入,这些设备收集关于AR用户和周围环境的数据。可以接收的输入中的一者是来自漫射器系统的各种实施例的光源,所述漫射器系统用于最小化AR和其他混合现实系统中的激光散斑,如在下面进一步详

细解释的。

[0046] 图3是来自常规相干激光束的激光散斑图案的图示。激光散斑300是指当高度相干的光束在诸如金属表面、显示屏、白色油漆或纸张的复杂表面(例如,粗糙表面)处漫反射时观察到的随机颗粒图案。如图所示,随机颗粒图案包括随机分布的亮斑和暗斑。

[0047] 这些散斑图案300在投影图像上表现为不想要的颗粒噪声,并且会严重降低使用激光照明的投影显示系统的图像质量。散斑图案是由入射光束的不同反射部分的干涉导致的,入射光束的不同反射部分由于其行进路径的差异而可以具有随机的相对光学相位。对于使用激光照明源的显示系统的每个像素,来自反射部分的干涉也可能对强度变化起作用。

[0048] 生成激光二极管混沌的一种方法是使用外部光学反馈。对相对于激光器的内部时标的时间延迟和来自外部光学反馈的返回场的相位的灵敏度进行缩放而导致混沌。在一些实施例中,回到激光器的延迟反射以及其与增益介质内的场的相互作用可导致混沌。然而,实际上,这种方法不能成功地完全消除散斑图案,这是因为作为示例,发射光谱的拓宽可能不足。

[0049] 图4示出了根据一些实施例的用于通过反射镜减弱激光散斑的光学系统的示意图。该光学系统包括:激光二极管401,其包括由调制器403驱动的激光器;以及外部光学反馈机构(包括反射镜405)。激光二极管401发射激光束407。在恰当的条件下,激光束407可以从反射镜405反弹,以使激光发射中的一小部分返回到激光二极管401中。回到激光二极管401中的反射可能导致具有不同类型的波形和特性的一些混沌输出。可以从简单的外部反射镜提供反馈,或者可以通过更复杂的配置提供反馈,从而导致到混沌的不同路径。该实施例在消除激光散斑方面可能不是非常有效的,因为从反射镜405到激光二极管401中的单次反射可能不会在激光二极管401中产生足够复杂以激发大量混沌模式的模式图案。

[0050] 图5示出了根据一些实施例的用于通过漫射器减弱激光散斑的光学系统的示意图。该系统包括:激光二极管501,其包括由调制器505驱动的激光器;以及外部光学反馈机构(包括漫射器503)。激光二极管501发射具有一个或多个波长的激光光束507,该一个或多个波长通常在彼此的5纳米以内。在一些实施例中,漫射器503可以在与激光二极管501相距0.1到2毫米之间的任何位置。在一些实施例中,激光光束507的光束直径通常可以是50到500微米。可通过将漫射器503安装在不允许漫射器503移动的固定件中来使漫射器503稳定。如果漫射器503相对于激光二极管501移动,则激光二极管501将不以混沌模式操作。激光二极管501必须是稳定的,因为如果漫射器503相对于激光二极管501移动,则反射模式可能与激光二极管501内部的模式不相干(并且因此,反射模式可能与激光二极管501内部的模式不能干涉以产生混沌)。因此,在一些实施例中,激光二极管501相对于漫射器503具有零速度,以使得反射模式和激光二极管501内部的模式能干涉,并产生混沌图案。

[0051] 漫射器503是使光漫射的随机或伪随机图案。由于不平坦的漫射表面,所以漫射器503特别适合于产生混沌图案。在一些实施例中,漫射器503是反射漫射器。

[0052] 漫射器503使一个或多个随机反射光线509反射回到激光二极管501中。由于漫射器503的不平坦表面,漫射器503将反射光线509耦合回到激光二极管501中,但该光中的大部分将传播通过漫射器503。与反射光线509相关联的光子从漫射器503的表面中的每个部分反弹回来,以在反射光线509中产生大量散射光束。在一些实施例中,照射在漫射器503上

的光中的2％到4％将朝向激光二极管501反射回去。漫射器503将光散射回到激光二极管501中,以在激光增益介质中产生复杂的模式叠加,因此在激光谐振器中引发模式跳跃。这些模式跳跃会降低相干性,因为它们中的每一者都与稍微不同的发射频率相关。

[0053] 调制器505被耦合到激光二极管501,并通过调制的电流而驱动激光二极管501。调制器505与漫射器503协同作用以增加到混沌激光图案。每个激光二极管将与其他激光二极管略微不同地起作用,但是调制可能会促进激光二极管501的混沌操作。通过调制器505、漫射器503的图案以及激光二极管501的其他特征和特性的组合产生散布在3到5纳米的总光谱波长范围内的光发射。与调制波形、漫射器503的纹理和漫射器503的反射率相对应的参数确定散斑的减弱量。调制器505的输出被耦合到激光二极管501。调制器505可以例如以10kHz至10MHz范围内的频率调制光。时间调制速率应比显示系统的帧速率快得多,以使得混沌光在每个图像帧中平坦输出。在没有调制的情况下,由激光二极管501发射的光的宽度较小,但是调制允许显示系统获得最高达10纳米的光谱波长。

[0054] 在一些实施例中,漫射器503和到激光二极管501的功率的变化两者协同作用以将由激光二极管501发射的激光推入混沌。激光二极管501功率变化中的大部分可由来自调制器505的调制信号导致,但漫射器503也可使激光二极管501的内部功率波动。具有不同结构的漫射器可使调制器同时具有功率变化和时间变化的不同光谱,因为不同的漫射器可以产生不同的光谱功率分布。在一些实施例中,漫射器的特征尺寸可以在1至100微米的范围内。

[0055] 在一些实施例中,经由反射光线509从漫射器503到激光二极管501的反馈与由调制器505对电流的幅度和频率方面的调制的组合将来自激光二极管501的激光图案驱动为混沌。反射光线509可以包括重复图案和伪随机图案。具体地,电流调制和反射光线509之间的相互作用使激光混沌。在一些实施例中,来自激光二极管501的光中的约4％将从漫射器503反射并返回到激光二极管501作为反射光线509,并且该光中的一部分将通过漫射器503漫射。反射光线509与激光二极管501的不同模式干涉以将光驱动成混沌。

[0056] 图6示出了根据一些实施例的用于通过两个漫射器减弱激光散斑的光学系统的示意图。第二漫射器607被放置在第一漫射器603后面,以帮助漫射光束611变得更均匀。

[0057] 第一漫射器603的伪随机漫射表面使反射光线609反射回到激光二极管601中。与反射光线609相关联的光子从第一漫射器603中的每个部分反弹回去,从而产生大量反射光线609以散射光。漫射光束611(例如,传播通过第一漫射器603的光)将进入第二漫射器607。由于混沌激光图案,调制器605还有助于产生较少散斑的图案。

[0058] 第一漫射器603和到激光二极管601的功率的变化协同作用以将光推入混沌。在一些实施例中,来自后向散射光图案的反馈(例如,反射光线609)与由调制器605对激光电流的调制的组合将激光图案驱动为混沌。第一漫射器603可以包括重复图案以及随机或伪随机图案。来自调制器605的调制与被第一漫射器603反射的反射光线609的相互作用使激光二极管601混沌。当反射光线609被反射回到激光二极管601中时,它们可与激光二极管601的不同模式干涉。

[0059] 图7A至图7B示出了根据一些实施例的用于通过光学多模光纤来减弱激光散斑的光学系统的示意图。多模光纤707是一种被设计为同时承载多个光线或多个模式的光纤。大多数多模光纤具有大纤芯直径,大纤芯直径有助于使多个光模式在光纤纤芯内以稍微不同的反射角传播。

[0060] 图7A示出了使反射光线709反射回到激光二极管701中的伪随机第一漫射器703。来自光束708的光子从第一漫射器703中的每个部分反弹回去,以使大量反射光线709散射光。由于混沌激光图案,调制器705还有助于产生较少散斑图案。

[0061] 来自由调制器705驱动的激光二极管701的激光传播通过第一漫射器703。传播通过第一漫射器703的光束在进入多模光纤707并传播通过该多模光纤707之前还传播通过分离的(separate)聚光透镜705。透镜705有助于将光耦合到多模光纤707中。

[0062] 使光传播通过多模光纤707可以进一步使光均匀化。在一些实施例中,从多模光纤707输出的光可以用于照亮增强现实眼镜中使用的空间光调制器。

[0063] 图7B示出了根据一些实施例的增强现实眼镜的光学系统的示意性表示。增强现实眼镜的光学系统可以包括目镜波导102、光耦合器子系统104和控制子系统106。波导102包括一个或多个主平面波导1,以及与主平面波导1中的至少一些中的每一者相关联的一个或多个衍射光学元件(DOE)2。

[0064] 光耦合器子系统104通过向用户的眼睛耦合图像式(image wise)调制光来将光光学耦合到波导102中。如图7B所示,光耦合器子系统104可以包括光学元件5,例如反射表面、反射镜,二向色镜或棱镜,以将光光学耦合到主平面波导1的边缘122中。光耦合器子系统104可以附加地或替代地包括准直元件6,该准直元件6准直来自一个或多个光源(例如,传送来自激光二极管701的光的多模光纤707)的光。

[0065] 控制子系统106包括一个或多个光源和驱动电子器件,该驱动电子器件生成以空间和/或时间变化的光的形式编码的图像数据。如上所述,准直元件6可以准直光,并且准直光被耦合到一个或多个主平面波导1中。虽然在图7B中将具体的激光二极管701/漫射器703组合描绘为光源,但是用于最小化激光散斑的漫射器系统的其他实施例,诸如在说明书的其他区域中描述的那些,也可以用作光源。

[0066] 图8示出了根据一些实施例的用于减弱激光散斑以照亮平板显示器的光学系统的示意图。

[0067] 图8示出了由调制器805驱动的激光二极管801。激光二极管801发射一个或多个波长,该一个或多个波长通常在彼此的5纳米之内。在一些实施例中,漫射器803可以在与激光二极管801相距0.1到2毫米之间的任何位置。可以通过将漫射器803安装在不允许漫射器803相对于激光二极管801移动的支撑件中来使漫射器803稳定。固定漫射器803相对于激光二极管801的位置有利于使激光二极管801以混沌模式操作。如果漫射器803相对于激光二极管801移动,则由漫射器803反射的反射光线809可能与激光二极管801的模式不相干。

[0068] 在操作期间,调制器805向激光二极管801提供驱动信号。激光二极管801发射大部分透射通过漫射器803的光。激光二极管801光学耦合(如自由空间传播所示,但替代地,经由光学元件)到漫射器803。反射光线809(由激光二极管801发射的光中的被漫射器803反射的部分)被耦合到激光二极管801中。驱动信号的调制与反射光线809组合使激光二极管801以混沌(降低的相干模式)操作。

[0069] 在传播通过漫射器803之后,光通过照明侧准直透镜819和偏振分束器(PBS)809而被光学耦合到微型显示器(二维(2D)空间光调制器)807,该微型显示器807空间调制光以呈现图像。微型显示器包括2D像素阵列(在图8中不可见)。微型显示器807可以例如采用硅上液晶(LCoS)空间光调制器(SLM)的形式。替代地,数字微镜设备(DMD)可以用作微型显示器

807,在这种情况下,PBS 809可以被由气隙分开的两个相对棱镜的布置代替。DMD选择性地将光偏转到在面向气隙的两个相对的棱镜中的靠近的一者的面处全内反射的角度之上和之下的角度。光由微型显示器807通过PBS 809反射回到投射透镜811。投射透镜811根据由微型显示器807中的每个像素调制的光形成准直光束。来自微型显示器807的由每个特定像素产生的准直光以由特定像素的位置确定的角度传播。因此,投射透镜811形成位于无限远处的虚拟图像。由投射透镜811准直的光被耦合到位于波导目镜62的表面上的耦入光学元件(光栅)817。因此,微型显示器807通过穿过(traverse)PBS 809和投射透镜811的光路而被光学耦合到耦入光栅817。光经由包含递增地耦出光的出射光瞳扩展光栅819的波导目镜62而被耦合到用户的眼睛821。

[0070] 漫射器803可以具有随机或伪随机轮廓表面,该表面使反射光线809反射回到激光二极管801中。与反射的光线809相关联的光子产生反射散射光。调制器805也有助于产生较少散斑图案,从而使激光二极管801的模式跳跃更加混沌。

[0071] 通过使用光源可以避免散斑。从漫射器803出来的光将传播通过PBS 809以照亮平板显示器(例如,微型显示器807)。来自第一漫射器803的光束还可用于直接照亮诸如LCoS或数字光处理器(DLP)的微型显示器807,以消除平板显示器。

[0072] 图9示出了根据一些实施例的用于通过匀化器减弱激光散斑的光学系统的示意图。匀化器905是使激光束轮廓中的不规则平滑以产生更均匀图案的设备。许多匀化器使用具有方形小面的多面镜。反射镜以不同角度反射光,以在整个光束轮廓上产生具有均匀功率的光束。

[0073] 激光二极管901被调制器911驱动。激光二极管901发射一个或多个波长,该一个或多个波长通常在彼此的5纳米以内。在一些实施例中,漫射器903可以在与激光二极管915相距0.1到2毫米之间的任何位置。可以通过将漫射器903安装在不允许漫射器903相对于激光二极管901移动的固定件中来使漫射器903稳定。如果漫射器903没有牢固地相对于激光二极管901被附接并且在操作期间相对于激光二极管901移动,则激光二极管901可能不以混沌模式操作。

[0074] 图9还示出了具有使反射光线909反射回到激光二极管901中的伪随机漫射表面的漫射器903。来自反射光线909的光子从漫射表面903中的每个部分反射回去,以产生散射光。由于混沌激光图案,调制器911还有助于产生较少散斑图案。

[0075] 在一些实施例中,匀化器905使从漫射器903出来的光均匀化。然后,光通过透镜907重新成像以将光重新聚焦到表面上。这导致在具有更多用于投影图像的均匀光的同时减弱激光散斑。

[0076] 本文描述了本公开的各种示例性实施例。以非限制性意义对这些示例进行参考。提供它们以说明本公开的更广泛适用的实施例。在不脱离本公开的真实精神和范围的情况下,可以对所描述的公开进行各种改变,并且可以替换等同物。另外,可以做出许多修改以使特定情况、材料、物质组成、处理、一个或多个处理动作或一个或多个处理步骤适应本公开的一个或多个目的、精神或范围。此外,如本领域技术人员将理解的,本文描述和说明的个体变型中的每一者具有离散的部件和特征,该部件和特征可以容易地与其他若干实施例中的任一者的特征分开或组合,而不脱离本公开的范围或精神。所有这样的修改旨在落入与本公开相关联的权利要求的范围内。

[0077] 本公开包括可以使用主题设备执行的方法。该方法可以包括提供这样的适当设备的动作。这样的提供可以由终端用户执行。换句话说，“提供”动作仅要求终端用户获得、接入、接近、定位、设置、激活、加电或以其他动作提供以提供主题方法中的必要设备。可以以逻辑上可能的所述事件的任何顺序以及事件的所述顺序来实施本文所述的方法。

[0078] 上面已经阐述了本公开的示例性实施例以及有关材料选择和制造的细节。至于本公开的其他细节，可以结合以上参考的专利和出版物以及本领域技术人员通常已知或理解的来理解这些。就通常或逻辑上采用的附加动作而言，本公开的基于方法的实施例同样适用。

[0079] 另外，尽管已经参考可选地包括各种特征的若干示例描述了本公开，但是本公开不限于如本公开的每个变型所预期那样被描述或指示的那些。在不脱离本公开的真实精神和范围的情况下，可以对所描述的本公开进行各种改变，并且可以替换等同物(无论是在本文中引用的等同物还是为了简洁起见而未包括的等同物)。另外，在提供值的范围的情况下，应当理解，在该范围的上限和下限与所述范围内的任何其他所述值或中间值之间的每个中间值都包括在本公开内。

[0080] 同样，可以预期的是，可以独立地或与在此描述的特征中的任何一个或多个组合地阐述和要求保护所描述的发明变型的任何可选特征。对单个项目的引用包括存在多个相同项目的可能性。更具体地，如本文和与本文相关联的权利要求中所使用的，单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”包括复数个指示物，除非另有具体说明。换句话说，冠词的使用允许在以上说明书以及与本公开相关联的权利要求中的主题项目中的“至少一个”。还应注意，可以将这样的权利要求撰写为排除任何可选要素。因此，本声明旨在作为结合权利要求要素的叙述使用诸如“单独”、“仅”等排他性术语或使用“否定”限制的先行基础。

[0081] 在不使用这样的排他性术语的情况下，与本公开相关联的权利要求中的术语“包括”应允许包括任何附加要素，而不管这样的权利要求中是否列举了给定数量的要素，或者特征的附加可以被视为改变了在这样的权利要求中阐述的要素的性质。除非在此具体限定，否则在保持权利要求的有效性的同时，将给予本文所使用的全部技术术语和科学术语尽可能广泛的通常理解的含义。

[0082] 在前述说明书中，已经参照本公开的具体实施例描述了本公开。然而，将显而易见的是，在不脱离本公开的更广泛的精神和范围的情况下，可以对其进行各种修改和改变。例如，参考处理动作的特定排序来描述上述处理流程。然而，在不影响本公开的范围或操作的情况下，可以改变所描述的处理动作中的许多的排序。因此，说明书和附图应被认为是说明性意义而非限制性意义。

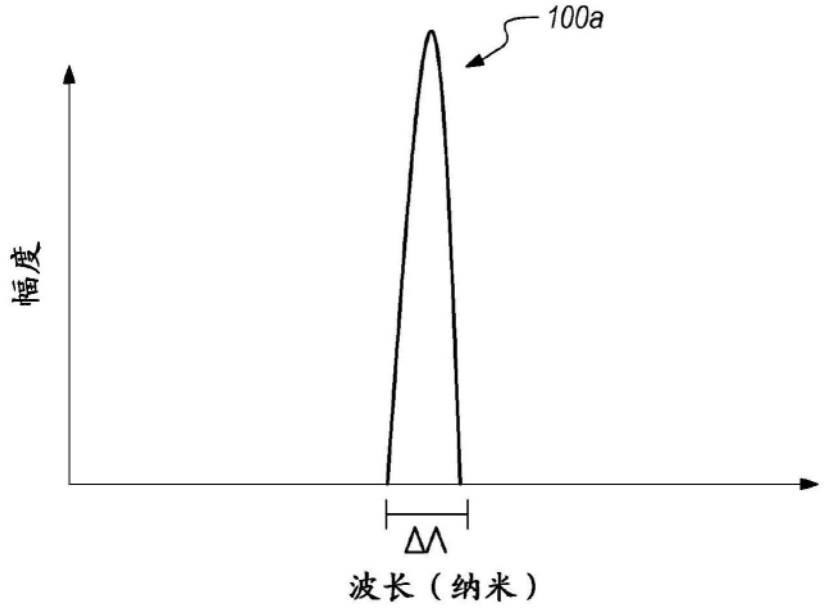


图1A

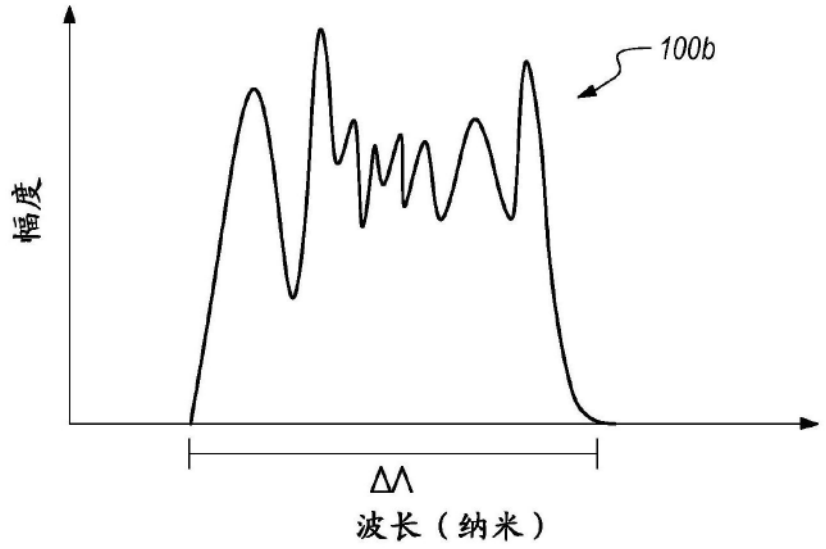


图1B

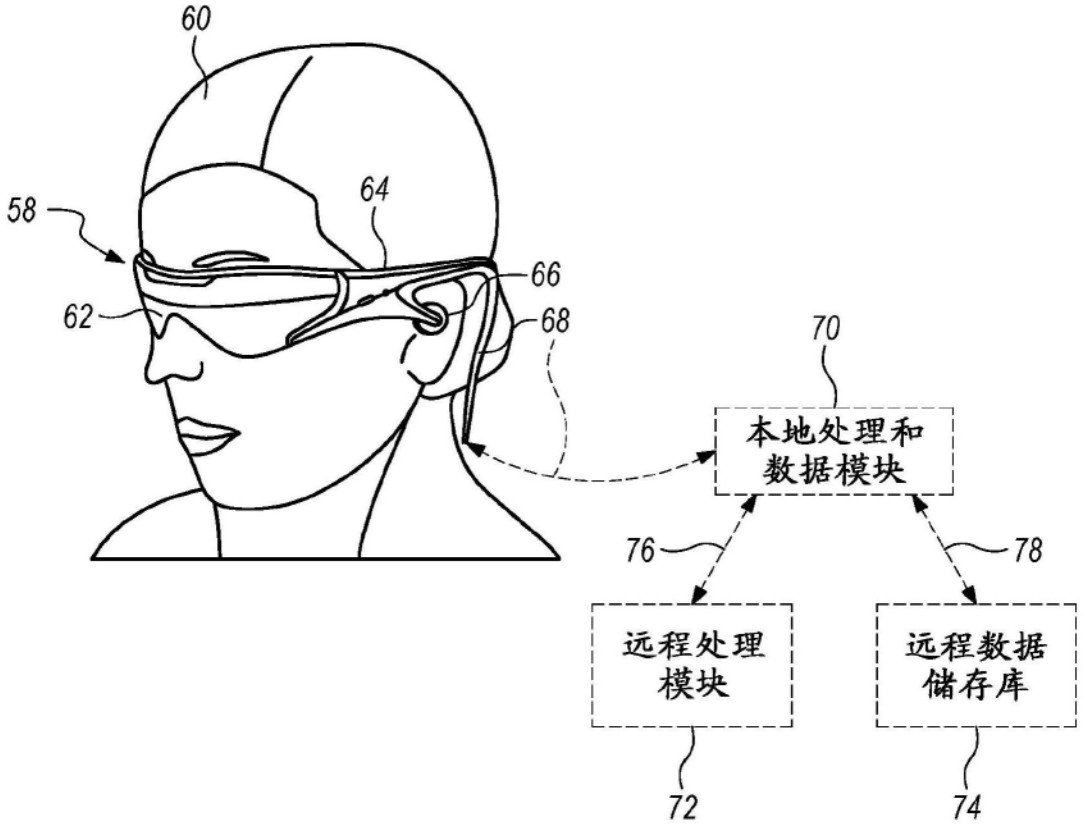

60
58
64
66
62
68
70
本地处理和
数据模块
76
78
远程处理
模块
远程数据
储存库
72
74

图2A

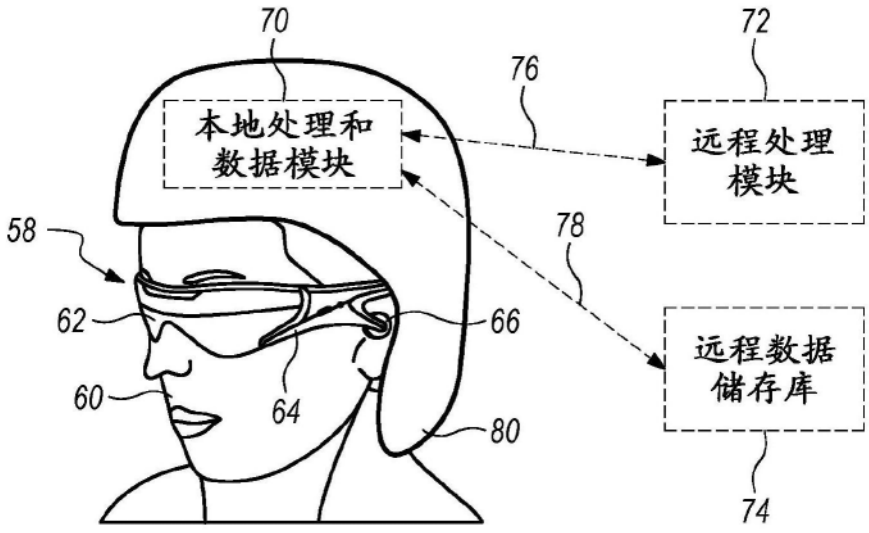

70
本地处理和
数据模块
76
72
远程处理
模块
58
78
62
66
60
64
80
远程数据
储存库
74

图2B

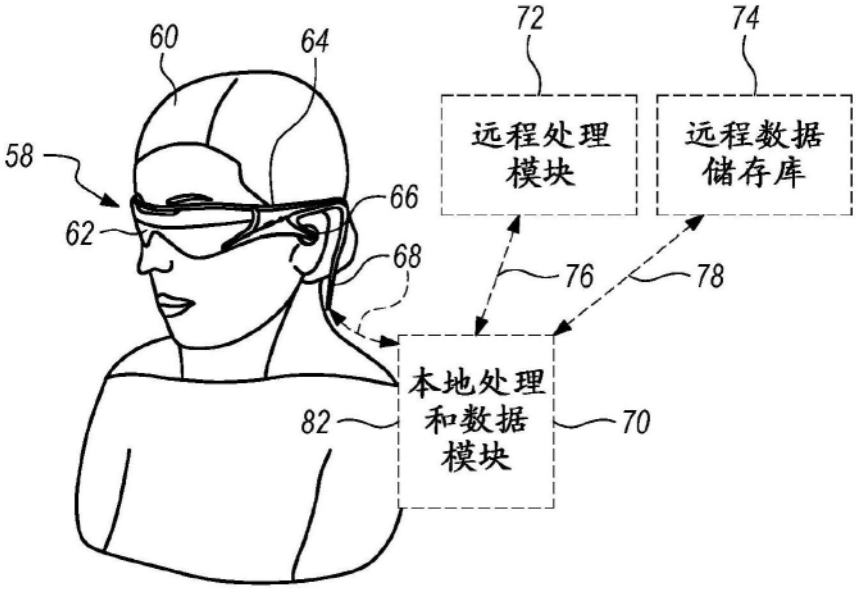

60
64
72
74
远程处理模块
远程数据储存库
58
66
62
68
76
78
本地处理和数据模块
82
70

图2C

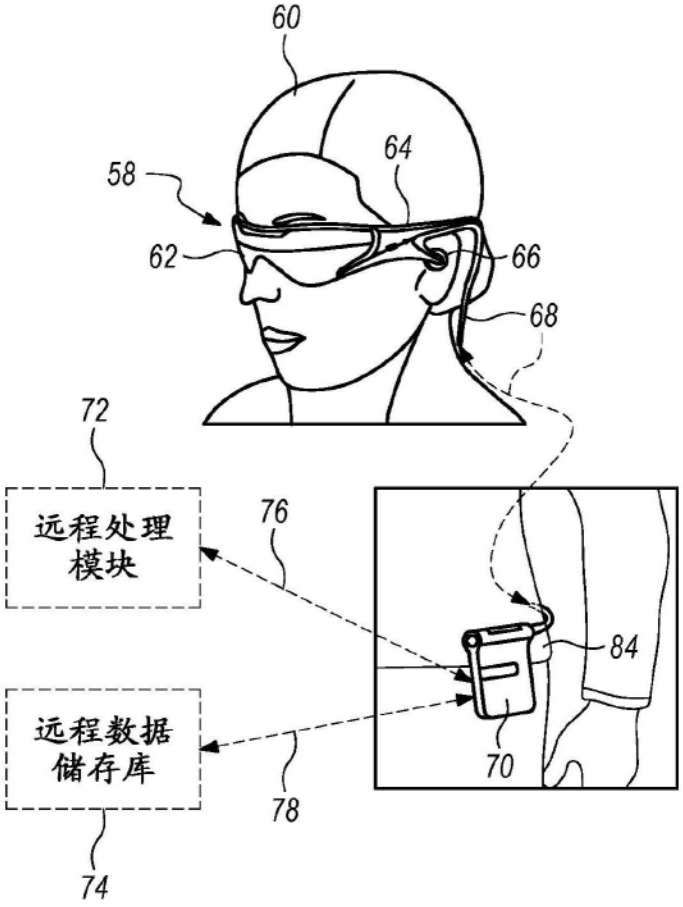

60
64
58
62
66
68
72
远程处理模块
76
84
远程数据储存库
70
78
74

图2D

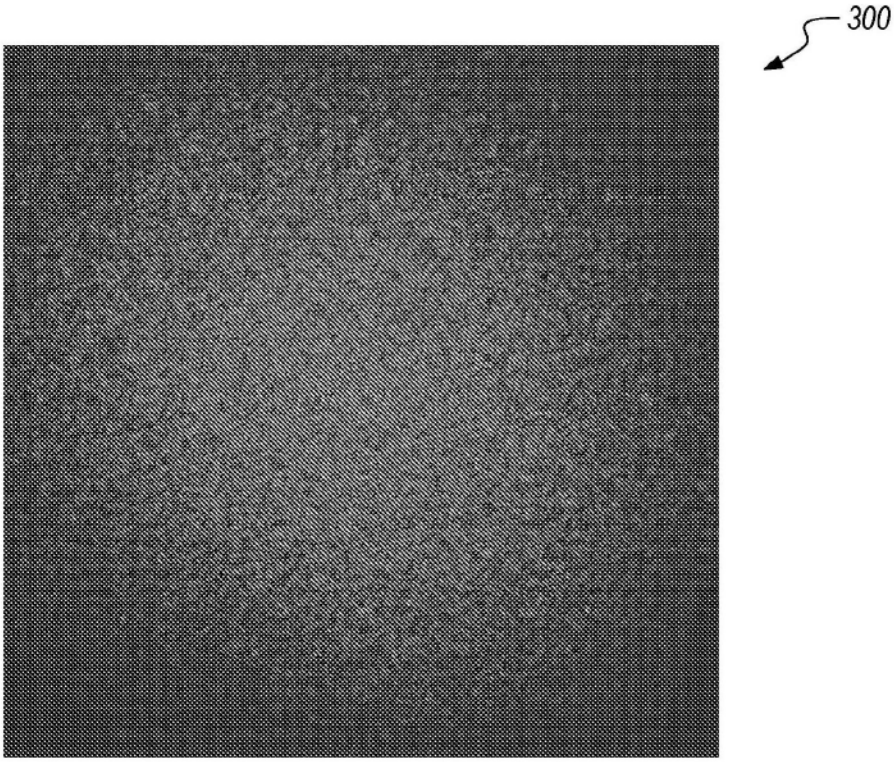


图3

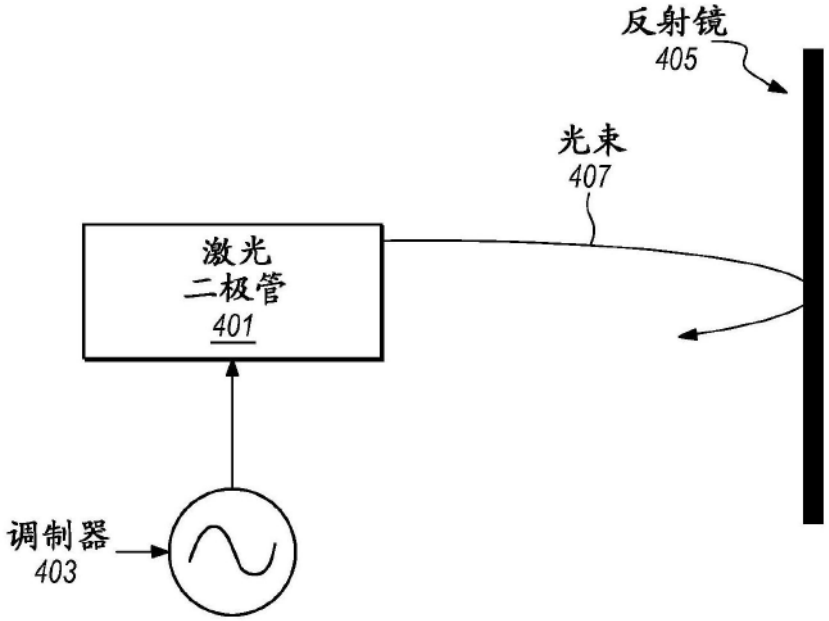


图4

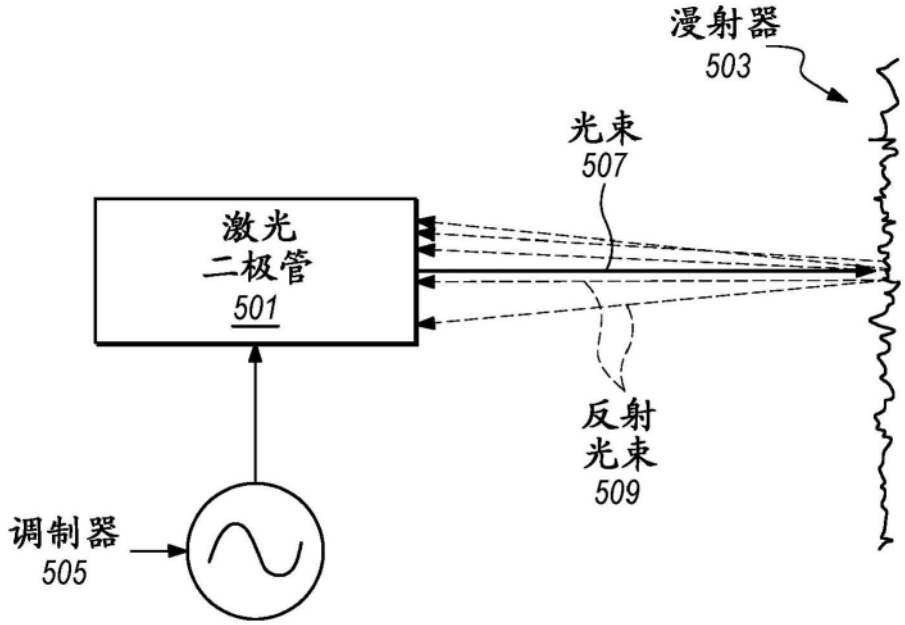

漫射器
503
光束
507
激光
二极管
501
反射
光束
509
调制器
505

图5

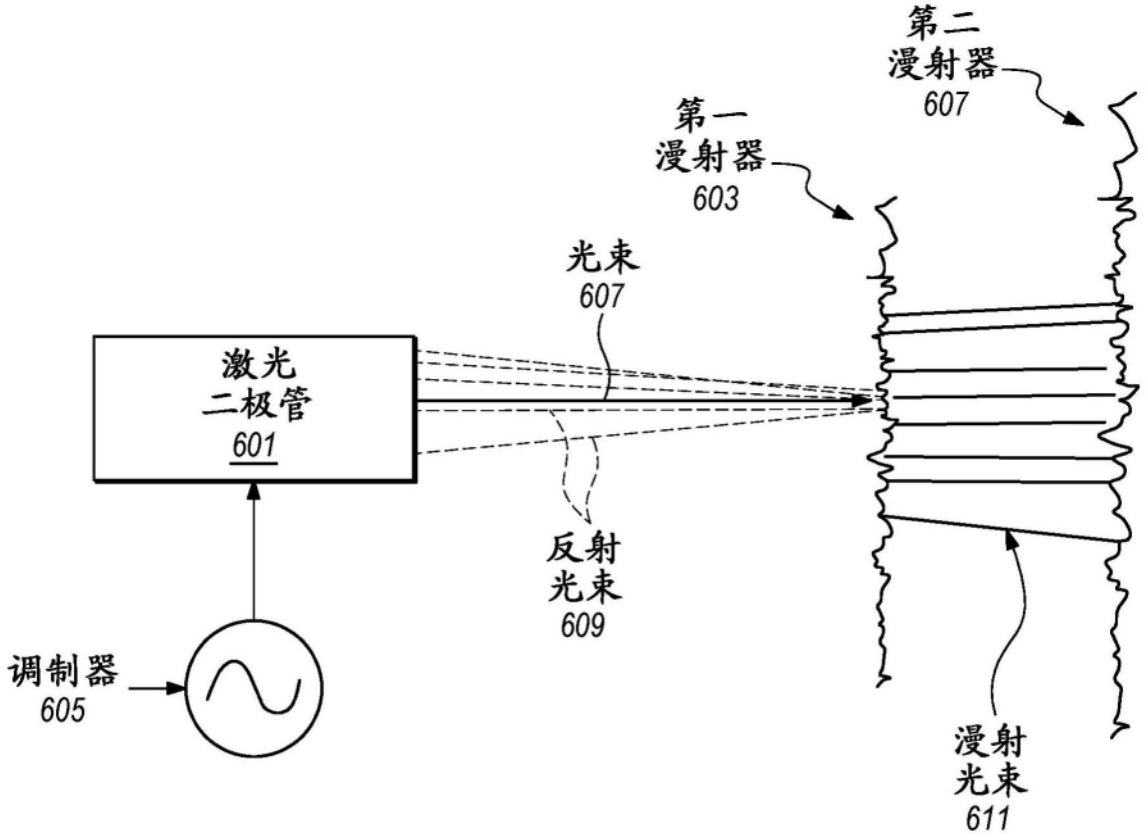

第二
漫射器
607
第一
漫射器
603
光束
607
激光
二极管
601
反射
光束
609
调制器
605
漫射
光束
611

图6

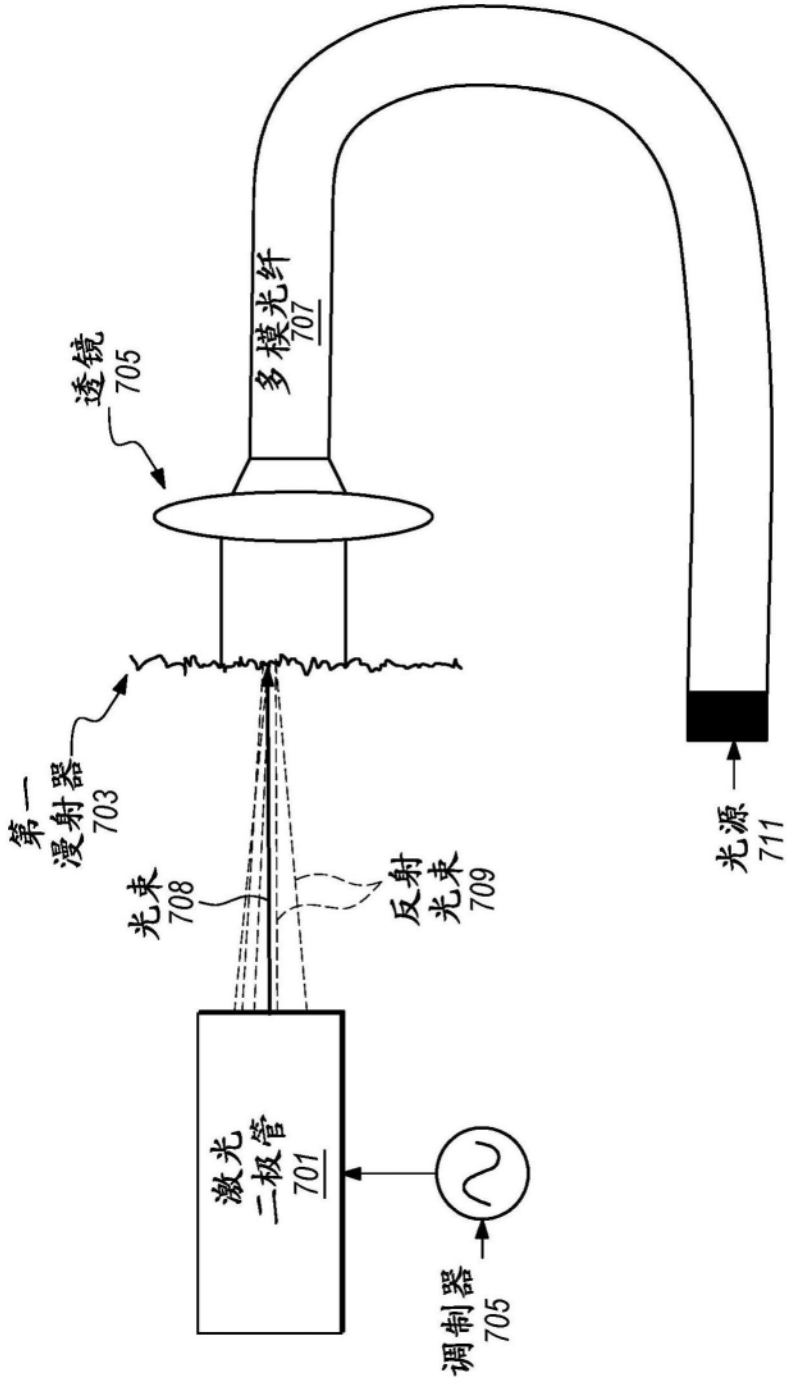

透镜
705
多模光纤
707
第一
漫射器
703
光束
708
反射
光束
709
光源
711
激光
二极管
701
调制器
705

图7A

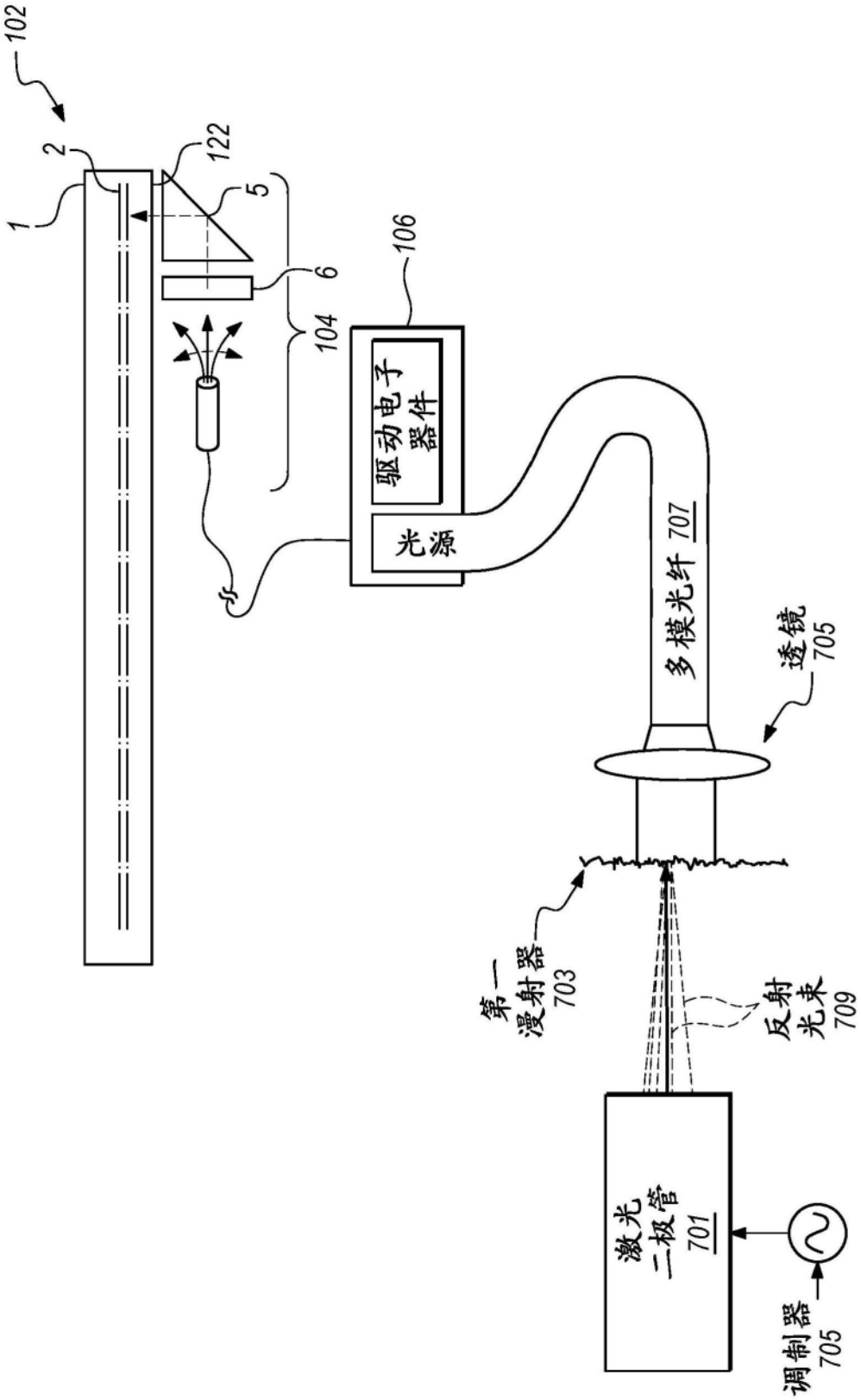

102
2
122
1
5
6
106
104
驱动电子器件
光源
多模光纤 707
透镜 705
第一漫射器 703
反射光束 709
激光二极管 701
调制器 705

图7B

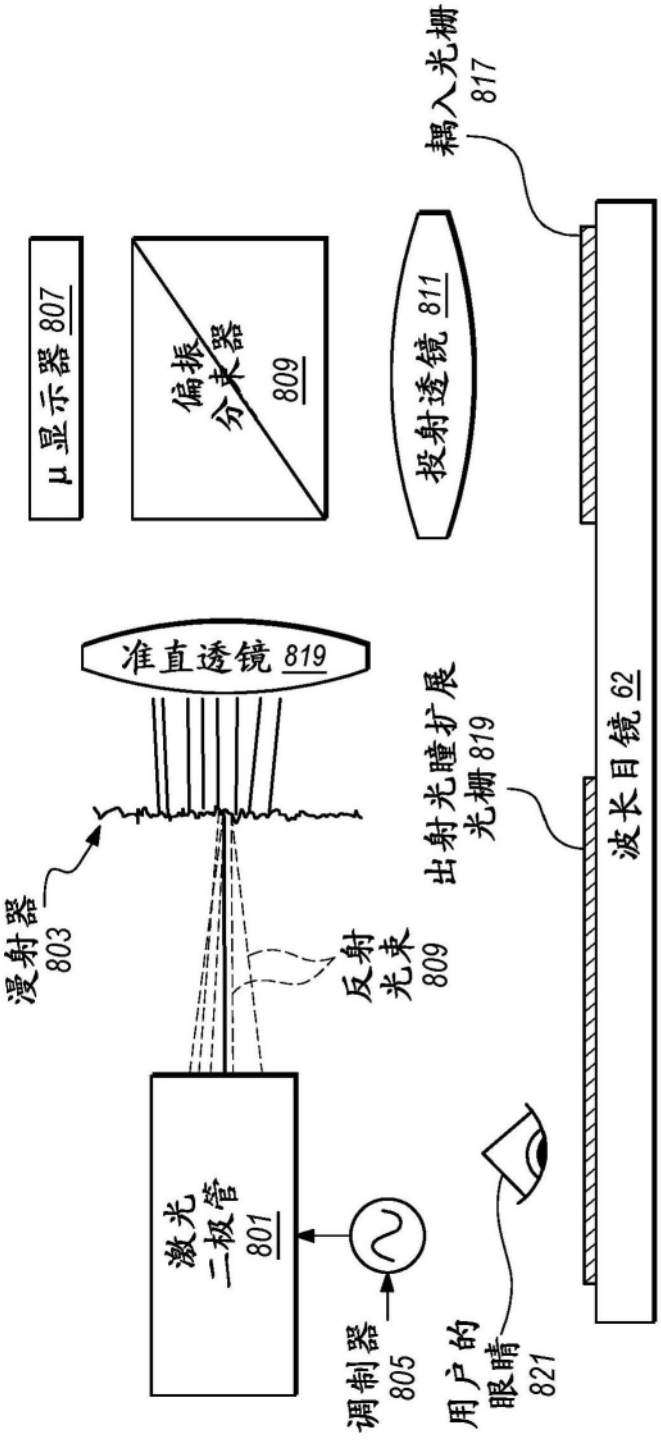

耦入光栅 817
μ显示器 807
偏振分束器 809
投射透镜 811
准直透镜 819
出射光瞳扩展光栅 819
波长目镜 62
漫射器 803
反射光束 809
激光二极管 801
调制器 805
用户的眼睛 821

图8

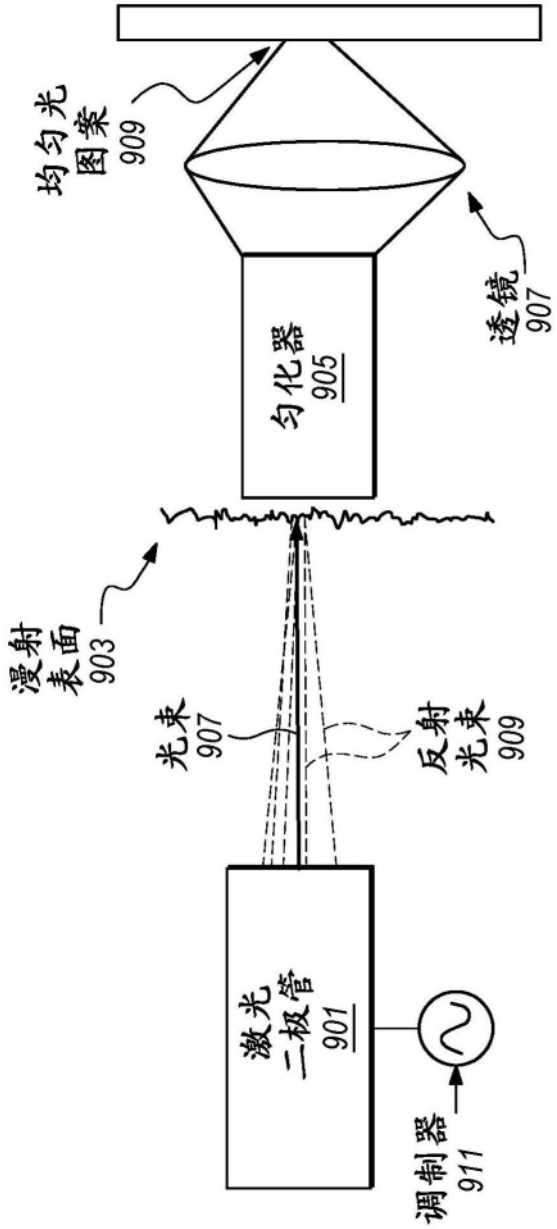

均匀光
图案
909
透镜
907
匀化器
905
漫射
表面
903
光束
907
反射
光束
909
激光
二极管
901
调制器
911

图9