(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118266208 A
(43)申请公布日 2024.06.28

(21)申请号 202280077035.8
(22)申请日 2022.11.23
(30)优先权数据
102021130561.6 2021.11.23 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.20
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2022/082945 2022.11.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/094432 DE 2023.06.01
(71)申请人 卡尔蔡司耶拿有限公司
地址 德国
(72)发明人 阿德里安·格雷韦 马克·容汉斯 罗曼·克莱因丁斯特 西门·屈尔 克里斯托夫·埃勒尔
(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 龚伟 李鹤松
(51)Int.Cl.
H04N 9/31(2006.01)
G02B 27/48(2006.01)

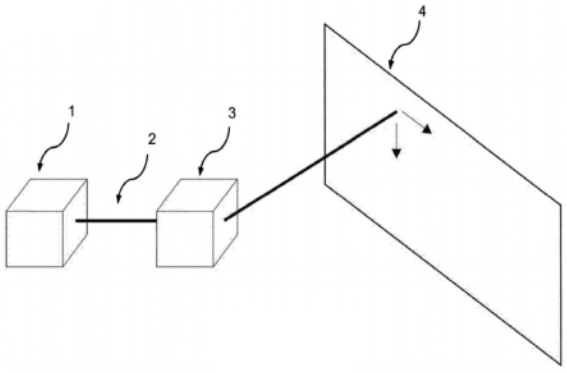
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54)发明名称

包括扫描光源和像素阵列的投影仪或显示器

(57)摘要

本发明优选地涉及一种图像生成单元,包括:光源(1),该光源用于生成照射辐射(2);以及光调制像素阵列(4),该光调制像素阵列用于通过逐像素地调制入射在像素阵列(4)上的照射辐射(2)来生成图像。图像生成单元的特征在于,照射辐射(2)在入射在光调制像素阵列(4)上时的侧向范围小于像素阵列(4),并且该照射辐射通过扫描单元(3)被引导到像素阵列(4)上以生成图像。通过组合照射辐射(2)在光调制像素阵列(4)上的扫描过程,扫描单元(3)的散斑特征和像素阵列(4)的散斑特征被叠加或组合以生成像素。有利地,可以显著减少所得图像中的可见散斑图案。



CN 118266208 A

1.一种图像生成单元,

包括:光源(1),该光源用于生成照射辐射(2);以及光调制像素阵列(4),该光调制像素阵列用于通过逐像素地调制入射在该像素阵列(4)上的该照射辐射(2)来生成图像,

其特征在于,

该照射辐射(2)在入射在该光调制像素阵列(4)上时的侧向范围小于该像素阵列(4),并且该照射辐射通过扫描单元(3)被引导到该像素阵列(4)上以生成图像,以便降低所生成的图像中的散斑图案的可见度。

2.如前述权利要求所述的图像生成单元,其特征在于,

该照射辐射(2)是相干辐射,和/或该光源(1)是激光器。

3.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元包括两个或更多个光源(1)、优选地两个或更多个单色激光器。

4.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该扫描单元(3)包括一个或多个扫描反射镜(5)、透镜、棱镜、楔镜、和/或衍射光学元件(DOE)。

5.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该光调制像素阵列(4)选自包括以下项的组:空间光调制器(SLM)、液晶显示器(LCD)、和/或微型反射镜阵列。

6.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该照射辐射(2)在入射在该像素阵列(4)上时的侧向范围是该像素阵列(4)的1/5、1/10、1/100或更小,和/或其中,该照射辐射(2)在入射在该像素阵列(4)上时的侧向范围小于50个、30个、20个、10个、5个、4个、3个、2个或小于1个像素。

7.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该扫描单元(3)的扫描频率和/或该像素阵列(4)的阵列频率为至少20Hz,优选地为至少25Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz或更大。

8.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

为了增大该像素阵列(4)和/或该扫描单元(3)的散斑特征的变化,该图像生成单元被配置成通过该像素阵列(4)和/或通过该扫描单元(3)实现该照射辐射(2)的附加相位变化。

9.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

为了增大该像素阵列(4)的散斑特征的变化,该图像生成单元被配置成对每个所生成的图像的像素状态进行附加调制,其中,优选地,该像素状态的调制频率是该图像生成单元的刷新率的2倍、4倍、6倍或更多倍。

10.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

为了增大该扫描单元(3)的散斑特征的变化,该图像生成单元被配置成对该扫描单元(3)进行附加调制,以实现该照射辐射(2)的相位变化,其中,该扫描单元(3)的调制频率是该图像生成单元的刷新率的2倍、4倍、6倍或更多倍,和/或其中,优选地,该扫描单元(3)的一个或多个部件被致动器(7)激励而振动。

11.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元另外在该光源(1)与该光调制像素阵列(4)之间的光束路径中、优选地在该扫描单元(3)与该光调制像素阵列(4)之间的光束路径中包括一个或多个漫射器(8)。

12.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元包括两个或更多个漫射器(8),该两个或更多个漫射器相继地在空间上间隔开地布置在该光束路径中。

13.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元被设计为显示器,其中,该光调制像素阵列(4)形成显示屏幕(11),和/或其中,由该光调制像素阵列(4)生成的图像被投影到(半)透明显示屏幕(11)上。

14.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元被设计为投影仪,其中,该光调制像素阵列(4)被投影到反射投影屏幕(11)上。

15.如前述权利要求中任一项所述的图像生成单元,其特征在于,

该图像生成单元具有对于该照射辐射(2)是透明的衬底本体(14),该衬底本体具有耦合表面(12),该照射辐射(2)在该透明的衬底本体(14)内经由该耦合表面被引导到后表面(15),在该后表面上存在重新定向元件(13),其中,该重新定向元件(13)被设计为使得入射的该照射辐射(2)朝该衬底本体(14)的前表面(16)的方向被重新定向,该照射辐射(2)穿过该前表面出射到该光调制像素阵列(4)上。

包括扫描光源和像素阵列的投影仪或显示器

技术领域

[0001] 本发明优选地涉及一种图像生成单元,该图像生成单元具有:光源,该光源用于生成照射辐射;以及光调制像素阵列,该光调制像素阵列用于通过逐像素地调制入射在像素阵列上的照射辐射来生成图像。图像生成单元的特征在于,照射辐射在入射在光调制像素阵列上时的侧向范围小于像素阵列,并且该照射辐射通过扫描单元被引导到像素阵列上以生成图像。通过组合照射辐射在光调制像素阵列上的扫描过程,扫描单元的散斑特征和像素阵列的散斑特征被叠加或组合以生成图像点。有利地,因此可以显著减少所得图像中的可见散斑图案。

背景技术

[0002] 本发明涉及照射系统领域。特别地,本发明涉及减少通过相干光源、特别是激光器进行照射的显示器或投影仪中的散斑图案和干涉图案。

[0003] 使用激光器作为白光源(比如氙弧灯)的替代方案在成像方面带来许多优点。特别地,激光器允许更高的色彩饱和度、更高的性能、改进的效率和对比度。

[0004] 对于涉及抬头显示器(HUD)的应用,激光器也已被确立为有利的照射源。HUD用于在虚拟平面中、例如在机动车辆的挡风玻璃前方展示出信息。车辆乘员或车辆驾驶员不必低头看着仪表板就可以读取信息。

[0005] 如果在投影仪或显示器中使用相干光源(比如激光器),则可能出现不期望的干涉现象,即所谓的散斑。散斑图案特别是指颗粒状干涉现象,在对光学粗糙的物体表面的充分相干照射的情况下,可能会观察到颗粒状干涉现象。

[0006] 当激光入射在粗糙表面上时(例如当入射在投影屏幕上时),激光以各种角度反射,并且相干激光随机地与自身在空间上干涉。相干光辐射的由此产生的干涉引起相长干涉和相消干涉。对于人眼来说,这种图像缺陷以可见的颗粒或散斑图案的形式出现。

[0007] 被照射的粗糙表面的不平整部也可以被视为散射中心,不同相位的球面波从散射中心发出,在远场中发生干涉。生成具有随机分布的强度最小值和强度最大值的空间结构。作为三维干涉现象,存在纵向散斑和横向散斑,这分别取决于纵向相干性和横向相干性。距离越大,横向散斑显著性越强,因为各个球面波分量可以被简化为平面波。

[0008] 因此,散斑是由光学系统的孔径内的局部相位差引起的,光学系统中各个表面的表面粗糙度或投影屏幕的粗糙度会不可避免地引起这些局部相位差。因此,散斑图案在空间上是固定的,并且表征穿过系统的光学路径。

[0009] 在现有技术中,存在多种方法来降低散斑图案对图像质量的不利影响。

[0010] 在US5,272,473中,提出了一种具有相干光源的图像生成系统,其中显示屏幕耦合到用于生成声表面波的换能器以减少散斑的出现。然而,该实施方式是复杂的,并且此外,不能转用于任何期望的显示器或投影布置。

[0011] US8,262,235B2披露了一种包括振荡设备的激光投影仪,其中光学投影系统的至少一个光学元件周期性地沿光的光轴振荡。激光投影仪中的振荡元件旨在将屏幕上的散斑

图案减少到肉眼不再能看出的程度。然而,沿光轴的振荡改变可能会降低图像质量。

[0012] US9,541,760B2披露了一种用于车辆的抬头显示器,其中,抬头显示器包括激光器和扫描系统,利用激光器和扫描系统从各个点逐点地生成要在车辆驾驶员的视场中展示出的图像。为了避免不想要的亮度差,激光器被选择为使得投影表面上的激光点非常小,以至于在放大要在虚拟图像平面中展示出的图像之后,激光点仍然小于人眼的分辨率。

[0013] 从US4,035,068和US5,313,479已知,使用可移动的漫射器来减少散斑,以便使用局部相位调制对观测器/检测器的积分时间内的散斑图案求平均,从而降低其可见度。

[0014] 为了减少在图像中可观测到的散斑图案,WO97/02507提出,在激光投影仪中使位于物体点与图像点之间的散斑场围绕光轴旋转,以便对多个不相关的场求平均。

[0015] US2008/0304128A1涉及一种激光投影系统,其中将扩展的激光束引导到二维光调制器(例如LCD面板),该二维光调制器逐像素地调制扩展的激光束以在投影表面上生成图像。为了降低投影图像中散斑的可见度,对扩展的激光束施加与角度相关的扫描。为此,设置有可移动的反射镜,其表面成像到多模波导的输入端上,使得激光束在波导的输入端处具有不同的角度,从而在激光束扩展到LCD面板上并且投影到投影屏幕上之后使散斑图案平均化。

[0016] EP3267236A1披露了一种包括图像处理单元和光学扫描器的投影仪,其中激光束通过MEMS反射镜在两个方向上被引导到要扫描的表面上。在要扫描的表面上存在一个或多个光电检测器,该一个或多个光电检测器被配置成在检测区域中测量入射的激光辐射。光电检测器的测量信号被传输到控制单元,并且可以用于调整和/或控制光源或MEMS反射镜。这使得可以补偿MEMS反射镜的扫描振幅中例如由于温度波动引起的任何变化。

[0017] 要扫描的表面是透光元件、优选地玻璃。绘制到要扫描的表面上的图像优选地投影到位于其后面的投影屏幕上。该图像优选地基于图像处理单元的图像数据通过对光源的驱动器进行调制来生成。为了减少散斑图案,在优选实施例中,要扫描的表面被设计为微透镜阵列,使得避免了在不同微透镜的光场之间的干涉,并且因此避免了散斑的出现。

[0018] 在现有技术方法方面需要改进。特别地,用于减少散斑图案的方法可能会同时导致图像质量的降低,或者实施起来是复杂的。因此期望的是,提供一种设备,以允许通过简单的手段有效地减少散斑,而不影响图像质量。

[0019] 发明目的

[0020] 本发明的目的是提供一种没有现有技术的缺点的图像生成单元。特别地,本发明的目的是提供一种图像生成单元,以允许利用简单的、建设性的手段有效地减少散斑图案并且同时确保出色的图像质量。

发明内容

[0021] 这个目的是由独立权利要求的特征来实现的。从属权利要求中描述了本发明的有利配置。

[0022] 在优选实施例中,本发明涉及一种图像生成单元,该图像生成单元具有:光源,该光源用于生成照射辐射;以及光调制像素阵列,该光调制像素阵列用于通过逐像素地调制入射在该像素阵列上的照射辐射来生成图像,其中,照射辐射在入射在光调制像素阵列上时的侧向范围小于像素阵列,并且该照射辐射通过扫描单元被引导到像素阵列上以生成图

像,以便降低所生成的图像中的散斑图案的可见度。

[0023] 这有利地利用以下事实:在图像点的生成期间,由扫描单元和光调制像素阵列产生的散斑图案被叠加,并且因此在所生成的图像中展示出优选地不再可见的较高频率的散斑图案。

[0024] 根据本发明的图像单元有利地允许利用简单的手段来减少在显示平面或投影平面中的可感知到的散斑图案,而不会降低图像质量。

[0025] 根据本发明,这利用以下事实:针对不同的扫描位置或像素状态,扫描单元和光调制像素阵列两者都具有特征性散斑特征。特别地,光调制像素阵列中的每个像素将会具有特定的散斑特征,这取决于表面条件和/或受控状态(例如,在LCD(液晶显示器)的情况下,取决于晶体配向)。相似地,由扫描单元生成的散斑针对不同的扫描位置也将会不同。在基于反射镜的扫描单元的情况下,所生成的散斑图案不仅将会取决于激光束在反射镜表面上的位置,而且将会取决于不同的角度光发射,这意味着光束中的散斑图案会随着扫描位置而变化。

[0026] 通过组合光束在像素阵列上的扫描过程,扫描单元的散斑特征和像素阵列的散斑特征被叠加或组合以生成图像点。图2的a)至图2的d)以示例的方式对此进行了说明。当由扫描单元引导的照射光束扫过光调制像素阵列的像素时,由扫描单元产生并且根据扫描位置而不同的散斑图案与表征相应像素的散斑图案叠加。所得图像点有利地通过具有较高空间频率的平均化散斑图案来表征,并且对观察者来说是不可感知的或者仅仅在减小的程度上是可感知的。

[0027] 因此,所生成的图像中的散斑图案的可见度的降低优选地通过以下事实来实现:照射辐射在其扫过光调制像素阵列的像素时通过扫描单元被引导,使得由扫描单元产生并且根据扫描位置而不同的散斑图案与表征相应像素的散斑图案叠加。

[0028] 因此有利地,根据本发明的图像生成单元利用部件的固有变化,以便由此生成高质量的图像,而没有干扰性亮度图案或干涉图案。光源本身可以具有高相干性——这例如对于全息应用是期望的——而没有可感知到的干扰性干涉图案(散斑)。为了生成可感知到的散斑图案的足够显著的减少,既不需要降低光束的相干性,也不需要另外地重新定向照射光束、使照射光束(离)聚焦或使照射光束旋转或引导照射光束穿过微透镜阵列。而是,通过在像素阵列(如上所述)本身上的图像生成扫描过程来减少散斑,而不会降低图像质量。

[0029] 在这方面,本发明在技术上展示出与已知方法的不同。在使用光调制像素阵列的情况下,在现有技术中通常通过尽可能均匀的扩展的照射光束来照射这些像素阵列。通过逐像素地调制扩展的照射光束来生成图像,扩展的照射光束尽可能均匀地照射整个像素阵列。

[0030] 相反,根据本发明,优选的是,照射辐射在入射在光调制像素阵列上时的侧向范围小于像素阵列。优选地,照射辐射在入射在像素阵列上时的侧向范围例如可以为像素阵列的侧向范围的1/5、1/10、1/100或更小。这确保了在照射辐射扫过单独的像素的扫描过程中,生成(并叠加)多个散斑图案以便生成图像点。因此,对于照射辐射,优选的是,照射辐射以光束的形式以聚焦的方式被引导到像素阵列上。术语“照射辐射”、“照射光束”或“光束”优选地同义地使用。光学部件(比如透镜)可以相应地使照射辐射准直或聚焦。

[0031] 散斑减少可以有利地针对各种各样的光源来实现。

[0032] 在优选实施例中,照射辐射是相干辐射,和/或光源是激光器。相干性优选地指光波的特性,根据相干性,在两个波列之间存在固定的相位关系。由于这两个波列之间固定的相位关系,可以产生在空间上稳定的干涉图案。对于全息应用,相干照射辐射是期望的,因为只有这样才可能重构波场的强度和相位。相干照射的缺点是会出现不想要的干涉图案或散斑图案。相干性优选地也可以被理解为干涉能力。

[0033] 在相干性方面,可以进行时间相干性与空间相干性的区分。空间相干性优选地展示出垂直于传播方向的波列之间固定的相位关系的量度,并且例如针对平行光束给出。时间相干性优选地展示出沿传播方向的波列之间固定的相位关系,并且特别是针对窄带、优选地单色光束给出。

[0034] 相干长度优选地表示从起始点出发的两个光束所具有的最大路径长度差或飞行时间差,使得在它们的叠加期间产生(在空间上和在时间上)稳定的干涉图案。相干时间优选地是指光行进相干长度所需的时间。

[0035] 激光可以具有在微米范围、米范围、直至公里范围内的相干长度。在图像生成单元中使用激光器作为光源的典型范围例如在1m至100m之间,这在一方面使激光器极好地适用于全息成像,另一方面可能导致不想要的(激光)散斑图案。

[0036] 因此,在特别优选实施例中,光源是激光器。特别优选地,光源是窄带、优选地单色激光器,具有在可见范围(优选地400nm至780nm)内的优选波长。

[0037] 为了本发明的目的,激光器优选地表示发射激光辐射的光源;非穷举示例包括固态激光器(优选地,半导体激光器或激光二极管)、气体激光器、或染料激光器。

[0038] 也可以优选使用其他光源,优选地相干光源。优选的是窄带光源,优选地单色光源,包括例如可选地与单色器组合的发光二极管(LED)。与激光器相比,LED在多数情况下具有在毫米或微米范围内的较小的相干长度。

[0039] 在优选实施例中,图像生成单元包括两个或更多个光源、优选地两个或更多个单色激光器,和/或具有在两个或更多个波长范围内的照射辐射的多色光源。由两个或更多个光源发射的照射辐射优选地沿共同的光轴并通过同一扫描单元被引导到光调制像素阵列上。然而,也可能的是,两个或更多个光源经由独立的扫描单元被引导。

[0040] 对于彩色成像,可以优选的是,例如提供在红色波长范围(优选地630nm至700nm)、绿色波长范围(优选地500nm至560nm)和蓝色波长范围(优选地450nm至475nm)内的照射辐射。

[0041] 特别优选地,为此提供具有三个单色激光器或具有分别在红色、绿色或蓝色(RGB)范围内的激光发射的多色激光器的激光系统。

[0042] 为了控制图像生成单元的部件,比如光调制像素阵列和/或扫描单元,图像生成单元优选地包括控制单元。

[0043] 为此,控制单元优选地适合于向部件输出电控制信号和/或从部件接收电控制信号。非限制性地,控制单元可以包括例如微处理器、微型计算机、集成电路(IC)、ASIC(专用集成电路)、可编程逻辑电路(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑控制器、和/或其他电子电路元件,比如数模转换器、模数转换器、存储器和/或(信号)放大器。

[0044] 本领域技术人员认识到,结合图像生成单元披露的用于生成图像的优选的方法步骤可以优选地由控制单元执行。优选地,为此,可以在控制单元或连接到控制单元的外部数

据处理单元上安装对应的软件和/或固件。

[0045] 照射辐射或光束优选地通过扫描单元被引导到像素阵列上。

[0046] 优选地,扫描单元(或连接到扫描单元的控制单元)被配置成将照射辐射逐行地或逐列地引导到整个像素阵列上。扫描单元的扫描频率优选地是指扫描单元扫描整个像素阵列的频率、或照射辐射扫过同一个像素的频率。因此,25Hz的扫描频率优选地意味着扫描单元每秒扫描整个像素阵列25次,或者在优选地逐行地或逐列地扫描的情况下每秒扫过特定像素25次。

[0047] 在优选实施例中,扫描频率大于20Hz,优选地大于25Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz或更大。

[0048] 扫描单元可以是各种系统的任何扫描单元。

[0049] 在优选实施例中,扫描单元包括一个或多个扫描反射镜,该一个或多个扫描反射镜优选地可围绕一个或多个轴线倾斜。例如,扫描单元可以包括第一扫描反射镜和第二扫描反射镜,其中第一扫描反射镜可围绕第一轴线倾斜,以便将照射辐射在第一方向(例如,水平方向)上引导到像素上,第二扫描反射镜可围绕第二轴线倾斜,以便将照射辐射在第二方向(例如,竖直方向)上引导到像素上。优选地,扫描反射镜可以是检流计反射镜(例如具有万向悬架)或微机电反射镜(MEMS)。扫描单元可以使用单独的扫描反射镜(在至少两个轴线上倾斜)或者两个或更多个扫描反射镜的组合。

[0050] 在另一实施例中,扫描单元包括一个或多个透镜和/或透镜阵列,通过该一个或多个透镜和/或透镜阵列,可控制照射光束在像素阵列上的移动。为此,透镜中的至少一个透镜可以以可平移的和/或可旋转的设计存在。同样,扫描单元可以具有棱镜和/或楔镜作为光束转向元件。

[0051] 在另一实施例中,扫描单元包括一个或多个衍射光学元件,通过该一个或多个衍射光学元件,可控制照射辐射在像素阵列上的移动。包括衍射光学元件的扫描单元的示例在Bawart等人的文献(Bawart等人,Dynamic beam-steering by a pair of rotating diffractive elements(通过一对旋转的衍射元件实现动态光束控制),Optics Communications(光学通讯)460(2020)125071)中有所描述,衍射光学元件被形成为具有相反光焦度的两个偏心衍射菲涅尔透镜。

[0052] 也可以设想其他扫描系统。例如,可以优选使用声光偏转器(AOD)。当然,也可以组合不同的技术。

[0053] 优选地,光调制像素阵列(或连接到光调制像素阵列的控制单元)被配置成逐像素地调制入射在像素阵列上的照射辐射。调制优选地是照射辐射的强度调制和/或相位调制。调制逐像素地执行,使得优选地可控制光调制像素阵列中的每个像素,以便为像素的区域设定调制状态,即限定的强度调制和/或相位调制。像素阵列优选地是二维平面光调制器。

[0054] 在优选实施例中,像素阵列具有多个像素,优选地100个、200个、500个、1000个、5000个、10,000个、50,000个、100,000个、500,000个、1,000,000个或更多个像素。

[0055] 优选地,像素布置在优选地与照射辐射基本上沿其传播的光轴垂直的平面或表面中。

[0056] 比如基本上、大约、约、左右等术语优选地描述小于±20%、优选地小于±10%、特别优选地小于±特5%、并且特别地小于±1%的公差范围,并且总是包括精确值。优选地,

“类似的”描述大致相同的大小。“部分地”优选地描述至少5％、特别优选地至少10％、并且特别地至少20％或至少40％。

[0057] 多个像素优选地以矩阵的形式布置在像素阵列中,像素的逐行或逐列布置可以是特别优选的,这形成例如具有水平范围和竖直范围的矩形像素阵列。同样,也可以设想像素阵列中的像素的其他布置,例如在同心圆上的布置。

[0058] 像素可以优选地具有矩形、正方形或菱形形状,但是也可以设想其他二维或三维形状,例如圆形、椭圆形、三角形、多边形等。

[0059] 像素阵列的阵列频率优选地表示像素阵列可以改变像素阵列中的所有像素的状态以生成图像的频率、或像素阵列中的单独的像素的状态可以改变以生成图像的频率。像素阵列中的像素的状态可以优选地同时改变。也可以优选的是,同时改变像素阵列的行和/或列的像素的状态,或者相继地改变单个像素的状态。在第一种情况下,阵列频率对应于同时控制所有像素的状态的频率,而在后两种情况下,阵列频率对应于改变同一行/列的像素的状态的频率,或者对应于改变单独的像素的状态以生成图像的频率。

[0060] 在优选实施例中,阵列频率大于20Hz,优选地大于25Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz或更大。

[0061] 为了本发明的目的,刷新率优选地是指通过图像生成单元每秒可以生成一个图像的频率。

[0062] 刷新率优选地对应于扫描频率和阵列频率中的最小值。扫描频率优选地等于阵列频率或是阵列频率的(整数)倍数,和/或阵列频率优选地等于扫描频率或是扫描频率的(整数)倍数。

[0063] 通过图像生成单元生成图像将在下文中以非限制性示例的方式解释,其中扫描频率等于阵列频率。

[0064] 例如,为了生成图像,可以提供的是,以30Hz的阵列频率同时改变像素阵列中的所有像素的状态。扫描单元同样以30Hz的扫描频率将照射辐射引导到像素阵列中的所有像素上。这意味着,扫描单元以30Hz的频率扫描整个像素阵列,或者照射辐射相应地以30Hz的频率扫过同一个像素。照射辐射以30Hz的频率扫过的相应像素的状态同样以30Hz的阵列频率改变。因此,要生成的图像的图像点以30Hz的刷新率生成或限定。在这种情况下,图像点优选地在扫描过程期间在照射辐射照射像素阵列中的对应像素或扫过该对应像素的时间段内生成。随着每个新的扫描过程,可以根据像素阵列上的像素的任何状态改变来生成或限定改变的图像点。如果刷新率足够高,如在本情况下那样,则眼睛的有限积分时间使得相继地生成的图像点被感知为连续图像。

[0065] 通过组合扫描单元和像素阵列的这种图像生成展示出与现有技术的已知方法的不同,在现有技术中,例如,利用扩展的基本上均匀的照射辐射来照射光调制像素阵列。在这些情况下,刷新率由像素阵列的阵列频率指定。如果像素阵列的像素以30Hz的频率经历状态改变,则同样以30Hz生成对应的图像。在扩展的基本上均匀的照射辐射的情况下,每个像素被持久地照射。

[0066] 根据本发明的附加扫描单元的引入对于本领域技术人员来说不是显而易见的,而是表面上看似冗余的,利用该附加扫描单元,相应像素不是被持久地照射,而是其中照射辐射在重复扫描过程中被引导到像素阵列上。

[0067] 然而,如开头部分所解释的那样,根据本发明认识到,通过在像素阵列上执行扫描过程以生成图像点,扫描单元的散斑特征和像素阵列的散斑特征被叠加或组合。当由扫描单元引导的照射光束扫过光调制像素阵列的像素时,由扫描单元产生并且根据扫描位置而不同的散斑图案与表征相应像素的散斑图案叠加。所得图像点有利地通过具有较高空间频率的平均化散斑图案来表征,并且对观察者来说是不可感知的或者仅仅在减小的程度上是可感知的。根据本发明,可以使用不同的光调制像素阵列。

[0068] 在优选实施例中,光调制像素阵列是液晶显示器(LCD)和/或反射镜矩阵、优选地微型反射镜阵列,例如数字微型反射镜装置(DMD)。也可以使用其他空间光调制器(SLM)。

[0069] 在现有技术中,已知可以用于本发明的大量液晶显示器。

[0070] 通常,液晶显示器基于以下事实:根据施加的电压,液晶可以影响光的偏振方向。因此,通过逐像素地调制晶体取向,可以逐像素地透射或吸收偏振的照射辐射,以便生成图像。例如,偏振光可以在液晶的一种状态下旋转90度,而在另一种状态下不旋转。为了产生具有吸收状态或透射状态的LCD,可以在液晶的每一侧设置偏振片,使得偏振片的偏振角偏移90度。

[0071] 例如,液晶显示器可以包括以不同的显示模式安装在两个衬底的内侧上的透明电极,显示模式例如扭曲向列(TN)显示模式,其中具有正(+)介电各向同性的液晶分子平行于衬底布置并且在衬底之间以几乎90度的角度差扭曲,或超扭曲向列(STN)显示模式,其中液晶分子与TN显示模式类似地布置但在衬底之间以180度至270度的角度差扭曲。也可以设想其他类型的显示器,比如三重超扭转向列型显示器等。根据本发明,可以使用多种不同的液晶显示器。

[0072] 微型反射镜阵列优选地是包括用于对光进行动态调制的多个微型反射镜的微机电系统(MEMS)。在(倾斜)反射镜矩阵或微型反射镜阵列、优选地DMD的情况下,像素通过可以优选地呈现离散偏转的各个(微型)反射镜形成。(倾斜)反射镜矩阵的各个微型反射镜可以优选地被静电致动并且特别是在至少两种(倾斜)状态之间切换,其中优选地,一种状态致使照射辐射偏转到要生成的图像上的图像点,并且另一种状态致使照射辐射偏转到要生成的图像之外,例如偏转到吸收体。

[0073] DMD可以具有不同的构造。例如,反射镜可以连接到位于其下的轭,其中轭继而经由两个薄的、机械顺应的扭转铰链连接到支撑柱,这些支撑柱附接到位于其下的衬底。在位于其下的存储器单元(例如SRAM)、轭和反射镜之间生成的静电场可以引起正的或负的倾斜方向。

[0074] 有利地,指定为优选的扫描单元和像素阵列的散斑特征的固有变化使得散斑显著地减少。此外,为了根据应用减少散斑,一个优选的参数是照射光束在像素阵列上的侧向范围。

[0075] 在优选实施例中,照射辐射在入射在像素阵列上时的(最大)侧向范围为像素阵列的(最小)侧向范围的1/5、1/10、1/100或更小。

[0076] 在优选实施例中,照射辐射在入射在像素阵列上时的(最大)侧向范围小于50个、30个、20个、10个、5个、4个、3个、2个或小于1个像素。也可以优选的是,照射辐射在入射在像素阵列上时的最大侧向范围例如为一个像素大小的仅0.8、0.5、0.2或更小。同样也可以优选的是,照射辐射在入射在像素阵列上时的最大侧向范围为多于1个像素或多于2个、3个、4

个、5个、10个或更多个像素。

[0077] 在优选实施例中,照射辐射在入射在像素阵列上时的最大侧向范围可以具有在单个像素大小的0.2倍与50倍之间的大小。

[0078] 对于照射辐射,优选的是,照射辐射以光束的形式以聚焦的方式被引导到像素阵列上。照射辐射在入射在像素阵列上时的侧向范围优选地通过光强度的半峰全宽(FWHM)来给出。因此,照射辐射在入射在像素阵列上时的侧向范围优选地对应于照射辐射在像素阵列上的光斑大小(FHMW)。

[0079] 像素阵列的侧向范围优选地表示沿平面像素阵列的平面的最小范围(通过区域质心测量)。在正方形像素阵列的情况下,最小侧向范围优选地对应于正方形的边长。在矩形形状的像素阵列的情况下,最小侧向范围优选地对应于矩形的两个边长中的较小边长。对于圆形像素阵列,侧向范围优选地由直径给出。

[0080] 上述优选的大小在减少所生成的图案中的散斑图案方面显示出特别好的结果。一方面,入射的照射辐射的大小足够小,以确保为了生成图像点(对应于像素阵列中的像素),(由扫描系统的不同的扫描位置生成的)多个散斑特征与相应像素的散斑特征叠加。另一方面,入射的照射辐射的大小不会太小而使得扫描系统和像素阵列的散斑特征不能有效地平均化。

[0081] 本领域技术人员知道,在照射辐射入射在像素阵列上时,通过使用光学部件来确保期望的光束轮廓。

[0082] 在优选实施例中,一个或多个透镜和/或透镜阵列存在于像素阵列前方的光束路径中,通过该一个或多个透镜和/或透镜阵列,设定照射辐射在入射在像素阵列上时的侧向范围,优选地,通过该一个或多个透镜和/或透镜阵列,可以确保照射辐射在像素阵列上的较小的光斑大小。

[0083] 在优选实施例中,在扫描单元与像素阵列之间的光束路径中存在一个或多个透镜,通过该一个或多个透镜,确保照射辐射无论在像素阵列上的入射点如何都以恒定入射角被引导到像素阵列上。一个或多个透镜可以优选地是衍射透镜、折射透镜或菲涅尔透镜。在优选实施例中,一个或多个透镜可以定位成使得扫描单元位于透镜的物体侧焦点中(参见图11)。此外,扫描单元与一个或多个透镜之间的距离可以变化,以便设定期望的辐射方向图。

[0084] 商业上可获得的扫描单元和像素阵列的散斑特征的固有变化有利地已经使得在所生成的图像中的可感知到的散斑结构或散斑图案显著地减少。为了本发明的目的,术语“散斑特征”优选地表征图像生成单元的部件在所生成的图像中生成特征性散斑图案的特性。如开头部分所解释的那样,散斑图案特别是指颗粒状干涉现象,在对光学粗糙的物体表面的充分相干照射的情况下,可能会观察到颗粒状干涉现象。为了生成图像点,可以有利地将扫描系统的(由不同的扫描位置生成的)多个散斑特征与相应像素的(根据其状态值的)散斑特征叠加。

[0085] 为了进一步增强散斑减少,可以优选的是,通过扫描单元和/或通过像素阵列引入照射辐射的附加相位变化。

[0086] 在优选实施例中,图像生成单元被配置成通过像素阵列和/或扫描单元引起照射辐射的附加相位变化。这允许增大像素阵列和/或扫描单元的散斑特征的变化。

[0087] 为了增大像素阵列和/或扫描单元的散斑特征的变化,可以设想不同的方法。

[0088] 在优选实施例中,图像生成单元被配置成对每个所生成的图像的像素状态进行附加调制,其中,优选地,像素状态的调制频率是图像生成单元的刷新率的2倍、4倍或更多倍。表述"图像生成单元被配置"优选地意味着,图像生成单元所包括的控制单元被配置成执行所述方法步骤(在此:对像素状态的调制),并且例如为此在控制单元和/或连接到控制单元的外部数据处理设备上安装对应的软件和/或固件。

[0089] 类似于振幅调制,例如针对光源,单个像素的状态可以改变若干次,而眼睛会将图像累加起来。优选地,像素状态的调制频率应当高到使得眼睛无法区分各个图像。优选地,像素在期望的刷新率内改变其状态若干次(例如2次、4次、6次或更多次)。在刷新率或状态改变频率足够大的前提下,像素因此在眼睛的积分时间内改变其状态若干次。每个图像被感知的状态优选地对应于刷新率内的所有像素状态的平均值。作为示例,在图3中展示了这点,其中,在所示出的实施例中,像素的状态在眼睛的积分时间内或在期望的刷新率(t_int)内改变其状态4次。

[0090] 在液晶显示器中,例如为了实现像素状态的调制频率,可以为像素指定不同相位值或振幅值的时间序列,只有在时间上对刷新率进行积分时,才会得出所生成的图像所期望的相位值或振幅值。

[0091] 在优选实施例中,阵列频率对应于刷新率的整数倍数,其中,整数倍数对应于在图像点的生成期间像素状态改变的例如2倍、4倍、6倍或更多倍。

[0092] 扫描频率应当优选地至少对应于像素状态的调制频率,或者展示出是像素状态的调制频率的整数倍数。

[0093] 例如,在120Hz的阵列频率和120Hz的扫描频率下,在每个像素针对每个所生成的图像呈现两种不同的状态的前提下,刷新率可以降低到60Hz,而在4种不同的状态的情况下,刷新率降低到30Hz。

[0094] 在另一优选实施例中,图像生成单元被配置成对扫描单元进行附加调制,以实现照射辐射的相位变化,其中,优选地,扫描单元的调制频率是图像生成单元的刷新率的2倍、4倍、6倍或更多倍,和/或其中,优选地,扫描单元的一个或多个部件被致动器激励而振动。

[0095] 对于扫描单元,如果附加地对快于眼睛可以分辨的照射辐射施加不同的相位值,则可以实现散斑减少的类似的附加效果。

[0096] 优选地,为此,扫描单元的一个或多个部件可以被致动器激励而振动。优选地,为此,致动器机械地耦合到扫描单元的至少一个部件,并且被配置成使部件振动。致动器例如可以是静电致动器、压电致动器、电磁致动器、和/或热致动器。优选地,致动器也可以作为MEMS致动器存在并且因此极其紧凑。对应的致动器(比如压电或微机械调制器)在现有技术中是已知的。例如,石英振荡器也可以用作致动器的频率变送器,或者本身充当致动器。

[0097] 在包括一个或多个扫描反射镜的扫描系统的情况下,例如扫描反射镜的反射镜表面可以通过一个或多个致动器被激励而振动。由致动器进行的振动激励可以在反射镜平面中(参见图4)和/或垂直于反射镜平面(参见图5)发生。同样,透镜、楔镜、棱镜、或优选的扫描单元的其他部件可以被激励而振动。

[0098] 有利地,扫描单元的部件的机械振动致使针对特定扫描位置(照射辐射在像素阵列上的入射点)的散斑特征的附加改变或调制。在扫描反射镜或透镜的振动激励的情况下,

表面并且因此表面的微观粗糙度以附加的机械调制频率振动,使得像素阵列上的散斑图案或散斑特征以该调制频率、甚至针对恒定扫描位置发生改变。

[0099] 扫描单元的附加调制频率可以优选地高于或低于扫描单元的扫描频率或像素阵列的阵列频率。优选地,扫描单元的附加调制频率(例如,扫描单元的部件的振动频率)应当优选地是刷新率的2倍、4倍、6倍、8倍、10倍或更多倍。

[0100] 在另一优选实施例中,图像生成单元附加地在光源与光调制像素阵列之间的光束路径中、优选地在扫描单元与光调制像素阵列之间的光束路径中包括一个或多个漫射器。

[0101] 漫射器优选地是为照射光束添加附加的随机化相位或随机相位的光学元件。优选地,漫射器具有多个随机分布的散射中心,光束在这些散射中心处在不同的方向上散射。

[0102] 如图8所展示的,漫射器因此优选地引起可能准直的照射辐射的在不同的入射点处入射在漫射器上的各个光束的混合。因此,可以附加地减小照射辐射的相干长度。漫射器可以被设计为具有随机化相位的光学元件,或者可以被设计为一个或多个透镜阵列。优选地,漫射器也可以被设计为使得其辐射方向图根据漫射器上的侧向位置而变化。这允许修改整个系统的辐射方向图,以例如生成更大或更小的眼动范围。

[0103] 在优选实施例中,漫射器选自包括以下项的组:透镜阵列、折射漫射器和/或衍射漫射器。

[0104] 漫射器可以引起表面散射和/或体积散射。漫射器可以被设计为反射光学元件或者可以被设计为透射光学元件。

[0105] 在表面散射的情况下,照射辐射优选地在漫射器的表面上被散射,该表面优选地为此被相应地处理。例如,由透明材料(例如玻璃)制成的板可以被机械地、化学地和/或光学地处理,以充当漫射器(尤其参见US4,035,068,其通过对表面进行研磨和蚀刻来提供由玻璃制成的漫射板)。通过透明材料的表面的微结构化,也可以精确地指定期望的漫射器效果。

[0106] 透射漫射元件优选地也可以被设计用于体积散射,其中,优选地,基本上透明的材料涵盖散射中心,例如透明和/或不透明颗粒,照射辐射在这些散射中心处被相位调制和/或振幅调制。在体积散射的情况下,优选使用薄层的漫射器,从而可以如所描述的那样实现散斑图案的减少,但不会大大降低性能。

[0107] 漫射角是漫射器的散射功率的量度以及因此各个光束的混合的量度。在优选实施例中,一个或多个漫射器的漫射角在0.5°至35°之间、优选地在1°至20°之间、特别优选地在1°至10°之间。

[0108] 在特别优选实施例中,图像生成单元具有两个或更多个漫射器,该两个或更多个漫射器优选地相继地在空间上间隔开地布置在光束路径中。特别优选实施例致使散斑图案和/或干涉图案的进一步改进的减少。

[0109] 如图8所示,有利地利用以下事实:最初在第一漫射器处散射的照射辐射在第二漫射器处已经在多个不同的入射点处入射在第二漫射器上。由此,多个散斑图案同时叠加。在像素阵列上(以及在图像平面中)叠加的光束或散斑图案的数量是具有单个漫射器的情况的许多倍。因此,漫射器沿光轴一个接一个地并且在空间上间隔开地布置致使各个光束的叠加的增强。如果叠加的散斑图案的空间频率足够高,则这些散斑图案无法被眼睛分辨,并且因此不会不利地影响图像质量。

[0110] 在优选实施例中,第一漫射器和/或第二漫射器的漫射角在0.5°至35°之间、优选地在1°至20°之间、特别优选地在1°至10°之间。第一漫射器与第二漫射器之间的空间距离优选地在0.5mm至100mm之间、优选地在1mm至50mm之间。

[0111] 图像生成单元可以被设计为显示器以及投影仪。

[0112] 在优选实施例中,图像生成单元被形成为显示器,其中,光调制像素阵列形成显示屏幕,和/或其中,由光调制像素阵列生成的图像被投影到(半)透明显示屏幕上。在优选实施例中,由像素阵列生成的图像因此可以直接在透射光下被观察到(参见图10),或者由像素阵列生成的图像被成像到透明或半透明显示屏幕上,可以在透射光下观看该显示屏幕。

[0113] 在优选实施例中,图像生成单元被设计为投影仪,其中,由光调制像素阵列生成的图像被投影到反射投影屏幕、优选地漫反射投影屏幕上。

[0114] 在优选实施例中,图像生成单元用于抬头显示器(HUD)。HUD可以包含体积全息光学单元,这些体积全息光学单元是表现出强波长依赖性(色散)的衍射光栅结构。因此,HUD的观测角随波长而改变,从而在宽带照射的情况下导致HUD模糊。因此,用于这种HUD的图像生成单元应当具有尽可能窄带的光谱线。有利地,借助于根据本发明的图像生成单元,可以提供窄带、优选地单色照射辐射,而没有导致不利的干涉效果或散斑图案的相关联的相干性。

[0115] 对于包括扫描单元、光调制像素阵列以及用于成形和/或引导照射辐射的可能的其他光学部件的图像生成单元的布置,可以设想各种可能性。

[0116] 在优选实施例中,图像生成单元具有对于照射辐射是透明的衬底本体,该衬底本体具有耦合表面,照射辐射在透明衬底本体内经由耦合表面被定向到后表面,在该后表面上存在重新定向元件,其中,重新定向元件被形成为使得入射的照射辐射被重新定向为朝向衬底本体的前表面,照射辐射穿过该前表面出射到光调制像素阵列上。

[0117] 该实施例被证明是特别紧凑的。特别地,图像生成单元所占据的垂直于光调制像素阵列的空间可以大大减小。优选地,垂直于像素阵列的安装空间基本上通过透明的衬底本体的后表面与前表面之间的间隔来预定,该间隔可以优选地与像素阵列的侧向范围(即,例如高度和/或宽度)相比保持为极小。在优选实施例中,透明的衬底本体的前表面与后表面之间的距离可以是像素阵列的最大侧向范围(即,例如高度和/或宽度)的1/5、1/10、1/50或更小。

[0118] 透明的衬底本体的后表面和/或前表面可以被形成为平面表面。例如,透明的衬底本体可以以平面平行板或长方体的基本形状存在。然而,也可能的是,前表面和/或后表面是弯曲的。

[0119] 作为基本形状,透明的衬底本体优选地具有长方体形状,该长方体具有彼此平行对准的后表面和前表面。优选地,长方体的厚度(即,后表面与前表面之间的间隔)显著小于后表面和/或前表面的高度和/或宽度,该高度和/或宽度优选地适于像素阵列的尺寸设计。例如,长方体的厚度可以是其高度和/或宽度的1/5、1/10、1/50或更小。衬底本体优选地对于照射辐射的波长是基本上透明的。

[0120] 优选地,衬底本体包括如下材料,该材料是光学塑料,优选地选自包括以下的组:聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚碳酸酯(PC)、环烯烃聚合物(COP)、环烯烃共聚物(COC)、和/或光学玻璃,光学玻璃优选地选自包括以下项的组:硼硅酸盐玻璃、B270、N-BK7、N-SF2、P-

SF68、P-SK57Q1、P-SK58A和/或P-BK7。

[0121] 图像生成单元优选地被配置成使得由光源生成的照射辐射通过扫描单元(如所描述的优选地以光束的形式)偏转到耦合表面上,并且在重新定向元件的方向上引导其穿过衬底本体。

[0122] 耦合表面可以优选地具有如下形状,该形状确保照射辐射在进入透明的衬底本体时经历尽可能小的偏转和/或像差。例如,可以优选的是,耦合表面具有凹形形状,该凹形形状确保由扫描单元引导的照射辐射对于不同的扫描位置以相对于耦合表面基本上垂直的入射角进入衬底本体(参见图12)。

[0123] 在衬底本体的透明材料中,照射辐射入射在重新定向元件上,该重新定向元件可以优选地直接应用于衬底本体的后表面。重新定向元件优选地将照射辐射定向在透明的衬底本体的相对的前表面的方向上。照射辐射穿过前表面从材料出射并且入射在像素阵列上。

[0124] 在优选实施例中,重新定向元件是重新定向全息图,其优选地形成为体积全息图、反射和/或透射全息图。重新定向元件优选地也可以通过微结构化的衍射元件和/或通过(结构化的)反射镜表面形成。

[0125] 在衍射重新定向元件(例如重新定向全息图)的情况下,照射辐射的零级未衍射光以及衍射成不同于重新定向方向所期望的衍射级的照射辐射的光可以作为干涉光在透明的衬底本体中传播。

[0126] 例如,虽然衍射重新定向元件被配置成在像素阵列的方向上引导n级照射辐射,但在该意义上,干涉光优选地表示照射辐射的零级未衍射光,但也表示不同于n级衍射的衍射级。

[0127] 在优选实施例中,图像生成单元可以被配置成将来自衍射重新定向元件的干涉光至少部分地引导到像素阵列上。有利地,可以通过干涉光将光引导到像素阵列上的另外的入射点上,其中,附加的叠加可以引起可见散斑图案的进一步减少。

[0128] 在优选实施例中,图像生成单元也可以被配置成使得来自衍射重新定向元件的干涉光离开衬底本体的表面而不入射在像素阵列上。例如,为此,扫描系统的扫描角度区域可以被指定为使得确保干涉光出射在像素阵列的区域之外。同样可以优选的是,耦合表面被设计为使得照射辐射无论扫描位置如何都以相同的入射角入射在重新定向元件上。为此,例如可以优选使用自由形状光学单元、双锥形透镜、旋转对称透镜、和/或折射或衍射元件。此外,透明的衬底本体的其上安装有重新定向元件的后表面也可以被适配成例如具有凸形形状,以便使干涉光背离像素阵列转向(参见图15)。

[0129] 优选地,针对上述紧凑设计的图像生成单元,还可以引入一个或多个漫射器,以便进一步降低散斑图案的可见度。一个或多个漫射器可以优选地位于扫描单元与透明的衬底本体之间、透明的衬底本体与像素阵列之间、光源与扫描单元之间、或重新定向元件与透明的衬底本体之间。

[0130] 具体描述

[0131] 在下文中,将通过示例和附图更详细地解释本发明,但不限于此。

附图说明

[0132] 图1示出了根据本发明的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0133] 图2示出了a)像素阵列的散斑特征和b)扫描单元的散斑特征以及它们针对c)扫描位置和d)图像点的叠加的示意性图示。

[0134] 图3示出了通过对每个所生成的图像的像素状态进行附加调制来增大像素阵列的散斑特征的变化的示意性图示。

[0135] 图4和图5示出了通过激励扫描反射镜使其沿反射镜平面(图4)或垂直于反射镜平面(图5)振动来增大扫描单元的散斑特征的变化的示意性图示。

[0136] 图6示出了在光束路径中具有漫射器的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0137] 图7示出在光束路径中具有两个漫射器的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0138] 图8示出了通过在光束路径中使用两个漫射器来进行多个光束的叠加的示意性图示。

[0139] 图9示出了具有透镜的图像生成单元的优选实施例的示意性图示,该透镜用于确保照射辐射在像素阵列上的恒定入射角。

[0140] 图10示出了被设计为显示器的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0141] 图11示出了被设计为投影仪的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0142] 图12示出了具有垂直于像素阵列的减小的安装空间的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0143] 图13示出了具有垂直于像素阵列的减小的安装空间的图像生成单元的优选实施例的示意性图示,其中干涉光被引导到像素阵列上。

[0144] 图14至图16示出了具有垂直于像素阵列的减小的安装空间的图像生成单元的优选实施例的示意性图示,其中通过指定扫描角度(图14)、成形重新定向元件(图15)或设计耦合表面(图16)来避免干涉光入射在像素阵列上。

具体实施方式

[0145] 图1示出了根据本发明的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。

[0146] 图像生成单元包括用于生成照射辐射2的至少一个光源1,该照射辐射优选地作为光束在光轴上被引导。通过扫描单元3,照射辐射2被引导到光调制像素阵列4上以生成图像。光源1可以是由多个优选地单色激光器构成的系统,这些单色激光器被另外的光学部件转向到共同的光轴。照射辐射2的光束在入射在像素阵列4上时的直径可以大于或小于单个像素的大小,但小于整个像素阵列4。

[0147] 为了减少散斑图案,根据本发明的图像生成单元利用以下事实:针对不同的扫描位置或像素状态,扫描单元3和光调制像素阵列4两者都具有特征性散斑特征。

[0148] 有利地,在扫描过程中,在图像点的生成期间,扫描单元3和像素阵列4的散斑特征被叠加或组合,从而减少在所生成的图像中可见或可感知到的散斑图案。

[0149] 图2示意性地图示了像素阵列4和扫描单元3的散斑特征以及它们的叠加。图2的a)图示了光调制像素阵列4的像素的散斑特征。像素的散斑特征可以取决于例如表面条件和/

或受控状态(例如LCD显示器的晶体取向)。Dx表示像素在扫描方向上的大小。图2的b)图示了针对特定扫描位置(dx)的扫描单元3的散斑特征。在基于反射镜的扫描单元3的情况下,散斑特征可以例如取决于反射镜表面5的表面条件。

[0150] 孤立地讲,像素阵列的散斑特征(图2的a))或扫描单元的散斑特征(图的2b))通过明显的最小值和最大值来表征,其可以被观察者感知为所生成的图像点或图像中的亮度差或颗粒。

[0151] 图2的c)图示了针对特定扫描位置的扫描单元3的散斑特征与像素阵列4的散斑特征的叠加。这已经使得散斑图案的空间频率较高,并且因此可见度较低。散斑图案的特别显著的减少通过以下事实来实现:在针对同一个图像点扫过单个像素时,多个散斑图案(根据扫描位置)生成并且与该像素的散斑特征叠加。

[0152] 在逐步扫描过程中,叠加的散斑图案的数量等于扫描步数。在模拟移动中,散斑图案的数量是无穷大的,各个散斑图案之间变化较小。在足够的扫描频率下,人眼不再能够区分这些各个图案。将不能被眼睛区分的所有散斑图案随时间推移相加在一起。图2的d)图示了对于Dx/80的步长,在-Dx≤dx≤Dx范围内出现的所有散斑图案的相加的示例。散斑图案的对比度(即,强度分布中的最小值与最大值之间的距离)明显降低,使得可以实现可感知到的散斑图案的显著减少。

[0153] 商业上可获得的扫描单元和像素阵列的散斑特征的固有变化通常已经足以显著减少散斑。为了进一步加强这一点,可以通过扫描单元3和像素阵列4两者引入附加相位变化。

[0154] 图3示意性地示出了通过对每个所生成的图像的像素状态进行附加调制来增大像素阵列4的散斑特征的变化。

[0155] 类似于振幅调制,例如在光源中,单个像素的状态可以改变若干次,而眼睛会将图像累加起来。为此,调制频率必须足够高,使得眼睛无法区分各个图像。

[0156] 如图3的a)所示,优选地,一个像素可以在眼睛的积分时间内或在期望的刷新率(t_int)内改变其状态4次。被感知的状态对应于t_int内所有状态的平均值(参见图3的b)),其中对应的散斑图案有利地在积分时间内被叠加或平均。

[0157] 图4和图5示意性地示出了用于通过通过致动器7激励扫描反射镜5使其沿反射镜平面6(图4)或垂直于反射镜平面6(图5)振动来增大扫描单元3的散斑特征的变化的示例性实施例。可以例如通过压电或微机械调制器或者石英晶振片来引起振动。优选地,扫描单元3的散斑特征通过致动器以高频方式变化,其中扫描单元3的调制频率优选地显著高于刷新率。

[0158] 图4示出了具有万向悬架的扫描反射镜5,通过具有频率变送器的致动器7使该扫描反射镜沿反射镜平面6振动。图5示出了在万向悬架中的扫描反射镜5,通过具有频率变送器的致动器7使该扫描反射镜垂直于反射镜平面6振动。

[0159] 此外,在光束路径中,优选地在扫描单元3与像素阵列4之间,可以引入添加散斑特征的附加元件。优选的是例如在扫描过程期间增大散斑方差的漫射器。

[0160] 图6示出了在光束路径中具有漫射器8的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。漫射器8例如可以被设计为具有随机化相位的光学元件或者可以被设计为透镜阵列。漫射器8优选地引起照射辐射2的在不同的入射点处入射在漫射器8上的各个光束的散射和混

合。由此,附加地减小了照射辐射2的相干长度,并且降低了所生成的图像中的散斑图案的可见度。

[0161] 图7示出了在光束路径中具有两个漫射器8的图像生成单元的优选实施例的示意性图示。两个漫射器8在光束路径中沿传播方向一个接一个地在空间上间隔开地布置。通过两个漫射器,可以实现散斑图案和/或干涉图案的进一步显著改善的减少。

[0162] 图8示意性地图示了通过在光束路径中使用两个漫射器8来进行照射辐射2的多个光束的叠加。

[0163] 在第一漫射器8处散射的照射辐射2已经在多个不同的入射点处入射在第二漫射器8上,在第二漫射器处发生进一步的散射。由此,多个散斑图案同时叠加。在像素阵列4上(以及在图像平面中)的叠加的光束2或散斑图案的数量是具有单个漫射器8的情况的许多倍。

[0164] 当比较在第二漫射器8上和在像素阵列4上的叠加的光束2或散斑图案的数量时,这特别明显。如果散斑图案的空间频率足够高,则它们不能被眼睛分辨。此外,彼此侧向地相距与单个漫射器8的情况相比更远的辐射光束2叠加。这降低了光源的空间相干性。如果光源的相干长度足够小,则不会生成可感知到的散斑图案。光束2的扩展在图7和图8中指示并且优选地对应于漫射角。

[0165] 图9示出了具有透镜9的图像生成单元的优选实施例的示意性图示,该透镜用于确保照射辐射2在像素阵列4上的恒定入射角。

[0166] 透镜9优选地是折射透镜、衍射透镜或菲涅尔透镜。优选地,透镜9(如图所示)定位在扫描单元3与像素阵列4之间,并且被配置成使得所有光束2在像素阵列4上具有相同的入射角,而与其空间位置无关(参见图9中的两个示例性扫描角度和光束轮廓)。为此,例如,扫描单元3可以位于透镜9的物体侧焦点中。该距离可变化,以修改整个系统的辐射方向图。

[0167] 图像生成单元可以用作显示器或用作投影仪。

[0168] 图10示意性地示出了被设计为显示器的图像生成单元的优选实施例。对于用作显示器,像素阵列4可以充当显示屏幕10并且直接对其进行观看(如图所示),或者像素阵列4被投影到(半)透明显示屏幕10上,然后在透射光下观看该显示屏幕(未示出)。

[0169] 图11示意性地示出了被设计为投影仪的图像生成单元的优选实施例。为了被设计为投影仪,像素阵列4被投影到反射投影屏幕、优选地漫反射投影屏幕11上。

[0170] 图12示意性地示出了具有垂直于像素阵列4的减小的安装空间的图像生成单元的优选实施例。

[0171] 为此,图像生成单元具有对于照射辐射2是透明的衬底本体14,该衬底本体具有耦合表面12,照射辐射2在透明的衬底本体14内经由该耦合表面被引导到后表面15,在该后表面上存在重新定向元件13。重新定向元件13被设计为使得入射的照射辐射2朝衬底本体14的前表面16的方向被重新定向,照射辐射2穿过该前表面而出射到光调制像素阵列4上。

[0172] 与像素阵列4的高度和宽度相比,衬底本体14优选地是薄型设计,并且可以具有长方体的基本形状,其中在至少一个表面上存在特殊成形的耦合表面12。为了减少偏转或像差,耦合表面12可以为凹形,使得由扫描单元3引导的照射辐射2针对不同的扫描位置以基本上垂直的入射角进入衬底本体14。

[0173] 重新定向元件13例如可以是体积全息图、微结构化的衍射元件或(结构化的)反射

镜表面。在衍射重新定向元件(例如体积全息图)的情况下,零级未衍射光以及衍射成不同于期望衍射级的衍射级的光可以作为干涉光17在透明的衬底本体14中传播。

[0174] 图13示意性地示出了图像生成单元的优选实施例,其中干涉光17至少部分地被引导到像素阵列4上。

[0175] 这允许光同时转向到像素阵列4上的多个点上,以便以此方式进一步减少可见散斑。

[0176] 图14至图16示出了根据本发明的图像生成单元的优选实施例的示意性图示,其中避免了干涉光17入射在像素阵列17上。

[0177] 在图14中,扫描单元3的扫描角度被指定为使得干涉光17不是从前表面16出射到像素阵列4上,而是从衬底本体14的下表面出射。

[0178] 在图15中,透明的衬底本体14的其上安装有重新定向元件13的后表面15被适配成使得干涉光17背离像素阵列4转向。

[0179] 在图16中,耦合表面12被设计为使得来自扫描单元3的照射辐射2的所有光束以相同的角度入射在重新定向元件13上。例如,为此可以使用自由形状光学单元、双锥形透镜或旋转对称透镜。

[0180] 需注意,可使用本发明所描述的实施例的各种替代方案,以实施本发明并且实现根据本发明的解决方案。因此,根据本发明的图像生成单元在其实施例方面不限于上述优选实施例。相反,可以设想可以偏离所示出的解决方案的大量设计变型。权利要求的目的是限定本发明的保护范围。权利要求的保护范围旨在覆盖根据本发明的图像生成单元及其等效实施例。

[0181] 附图标记列表

[0182] 1光源

[0183] 2照射辐射

[0184] 3扫描单元

[0185] 4光调制像素阵列

[0186] 5扫描反射镜

[0187] 6反射镜平面

[0188] 7致动器

[0189] 8漫射器

[0190] 9透镜

[0191] 10显示屏幕

[0192] 11投影屏幕

[0193] 12 耦合表面

[0194] 13 重新定向元件

[0195] 14 透明的衬底本体

[0196] 15 衬底本体的后表面

[0197] 16 衬底本体的前表面

[0198] 17 干涉光

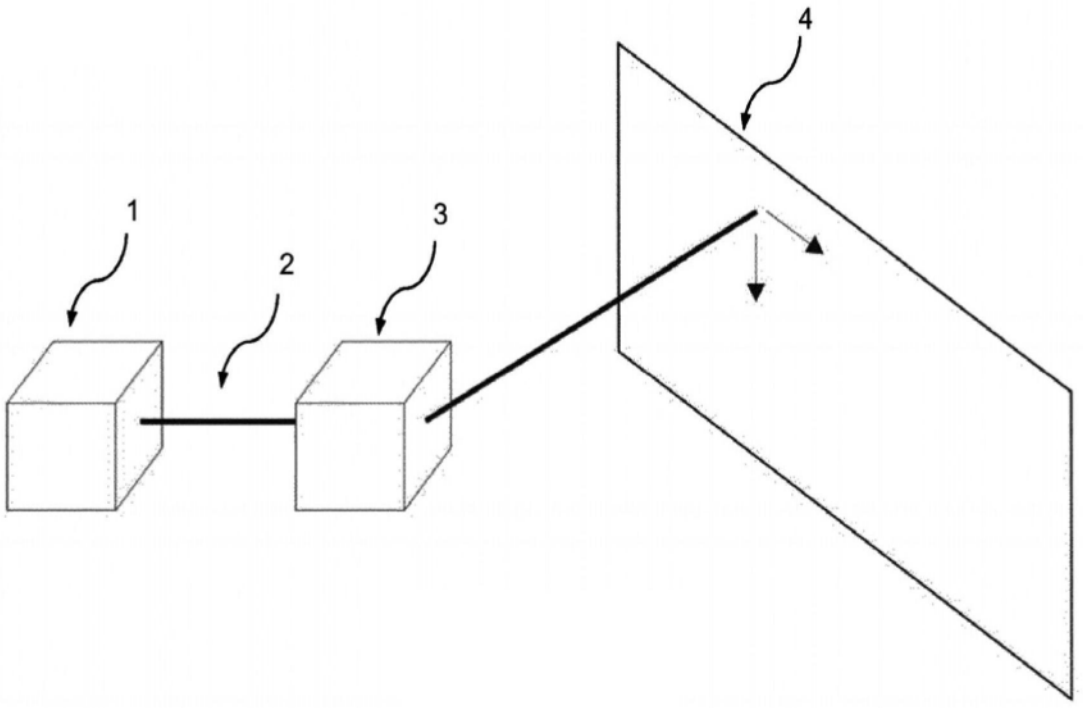


图1

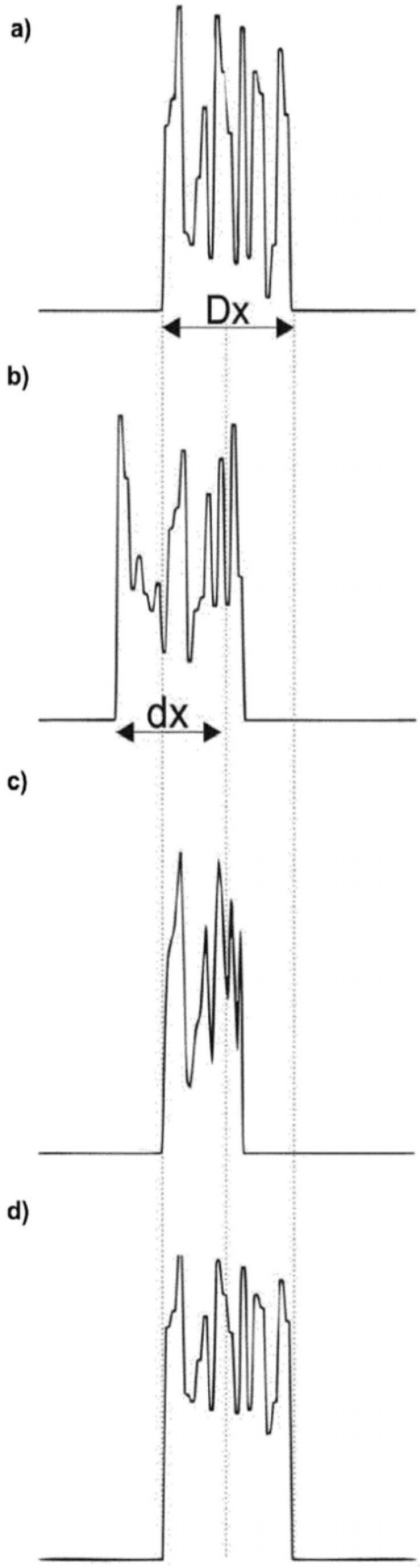


图2

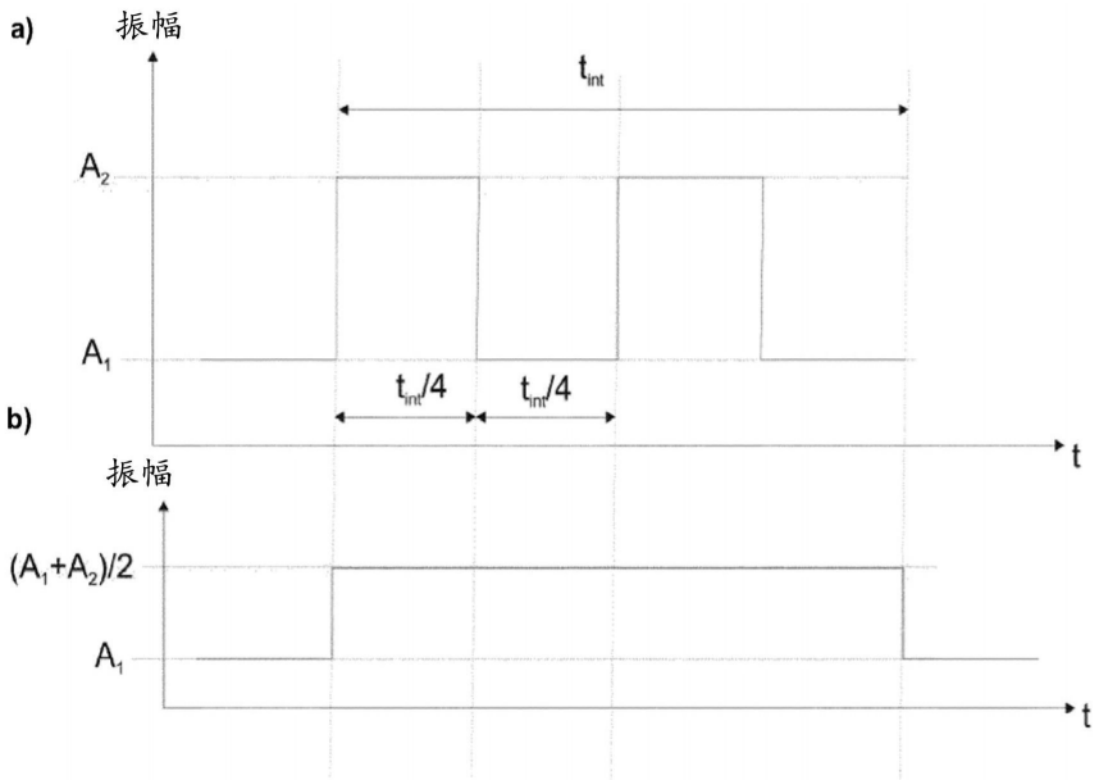


图3

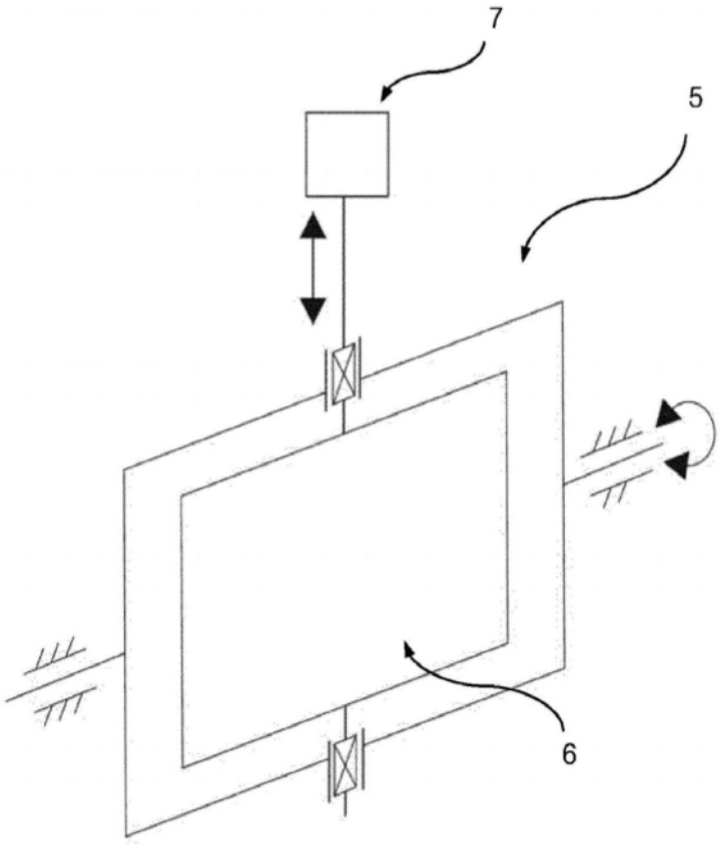


图4

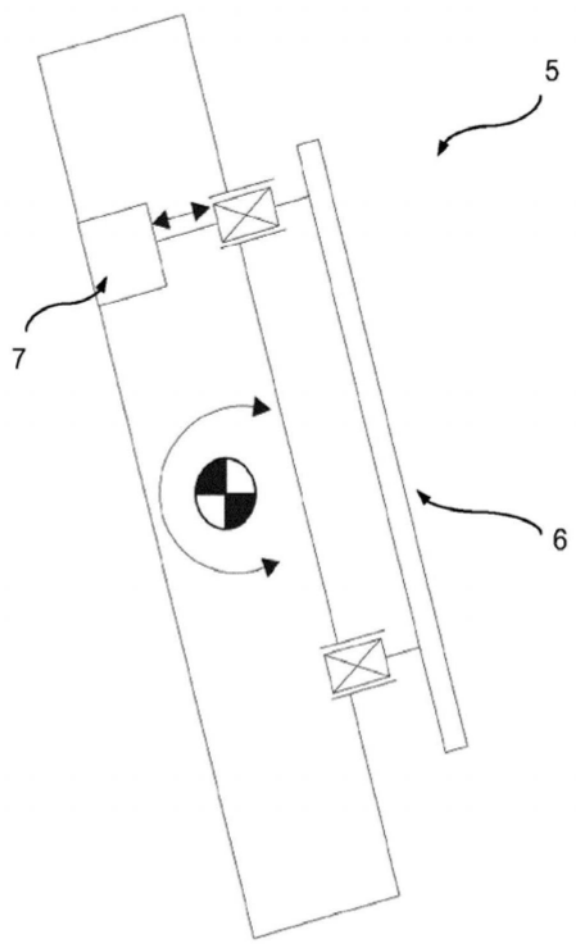


图5

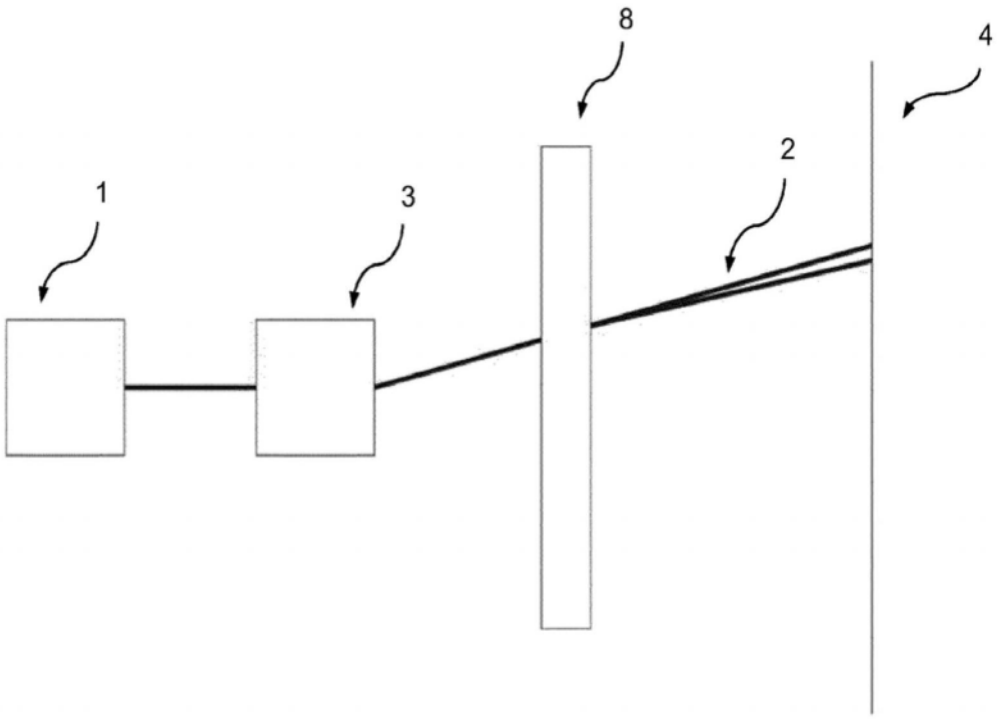


图6

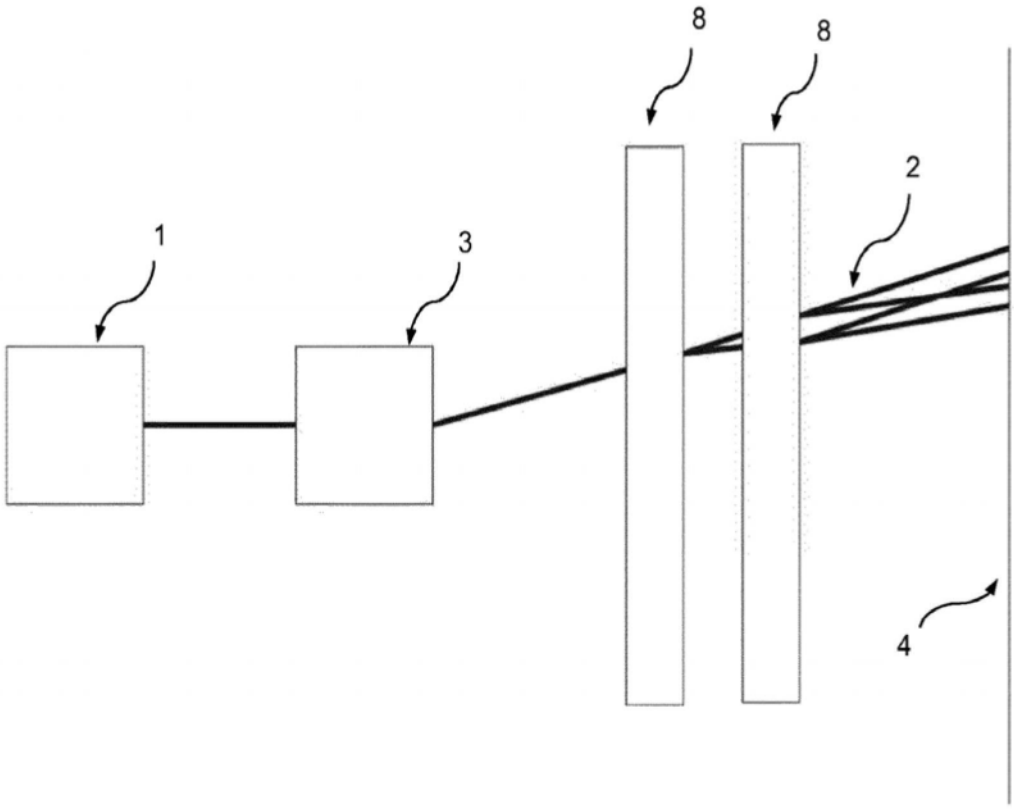


图7

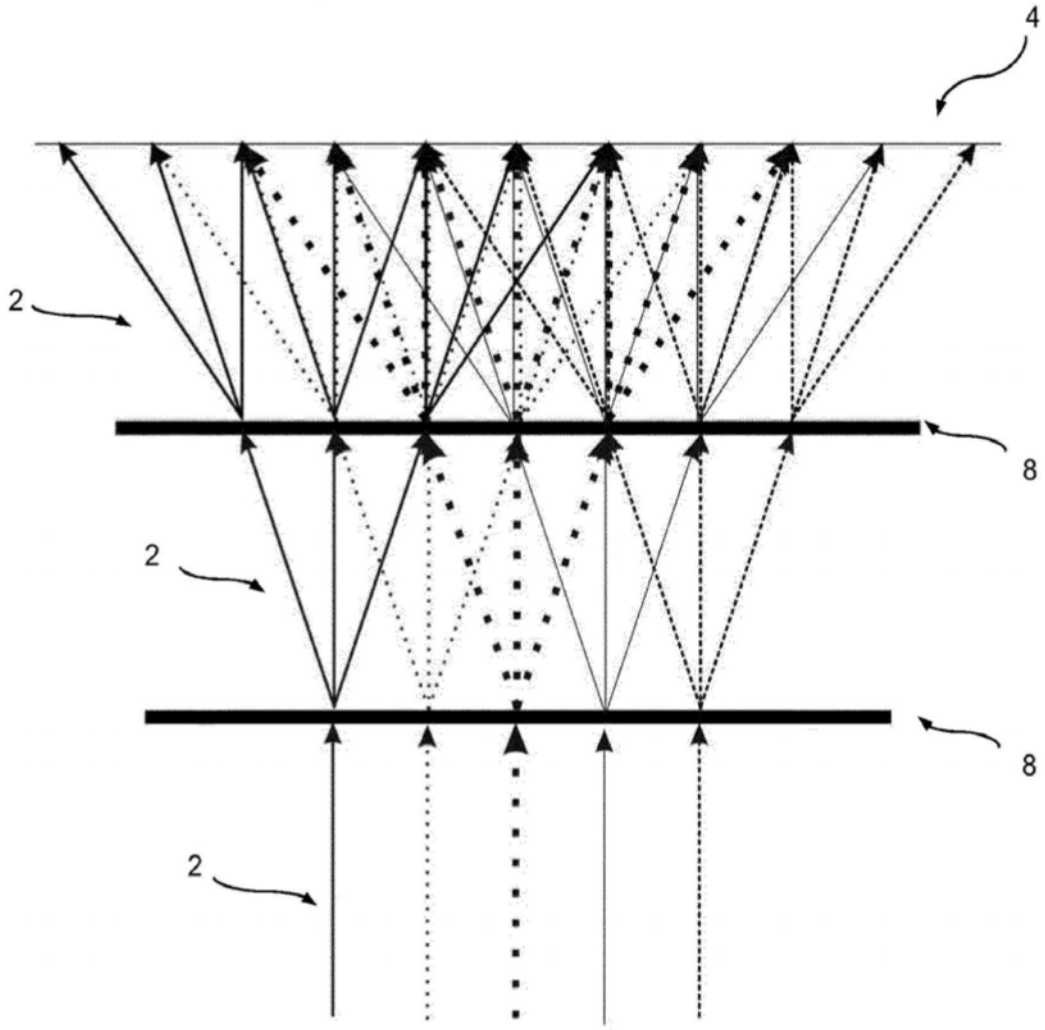


图8

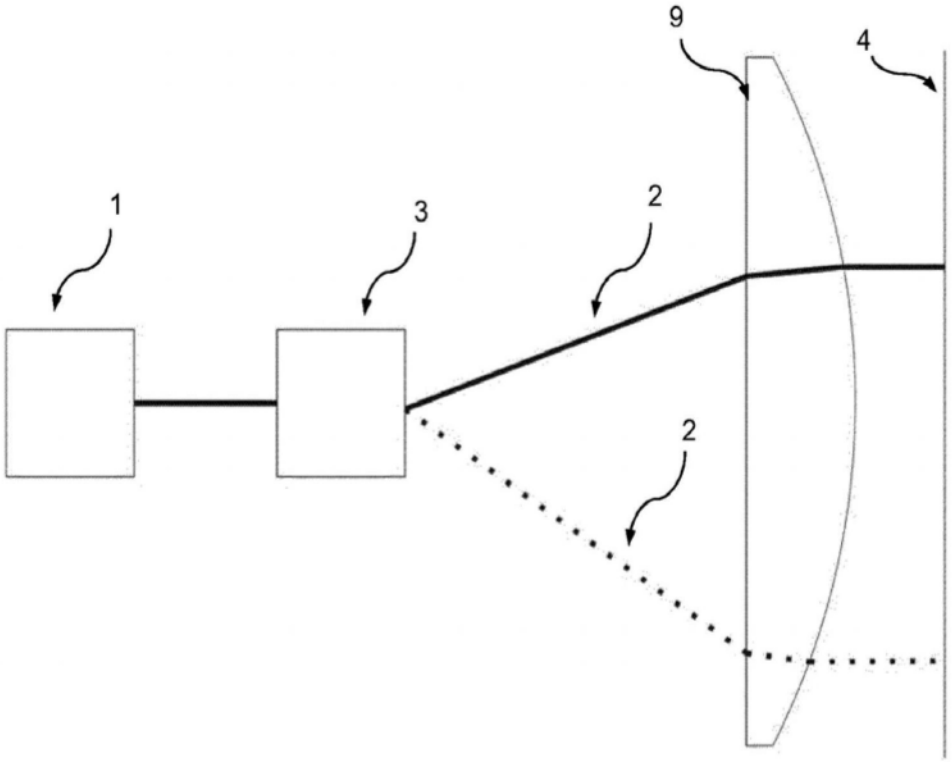


图9

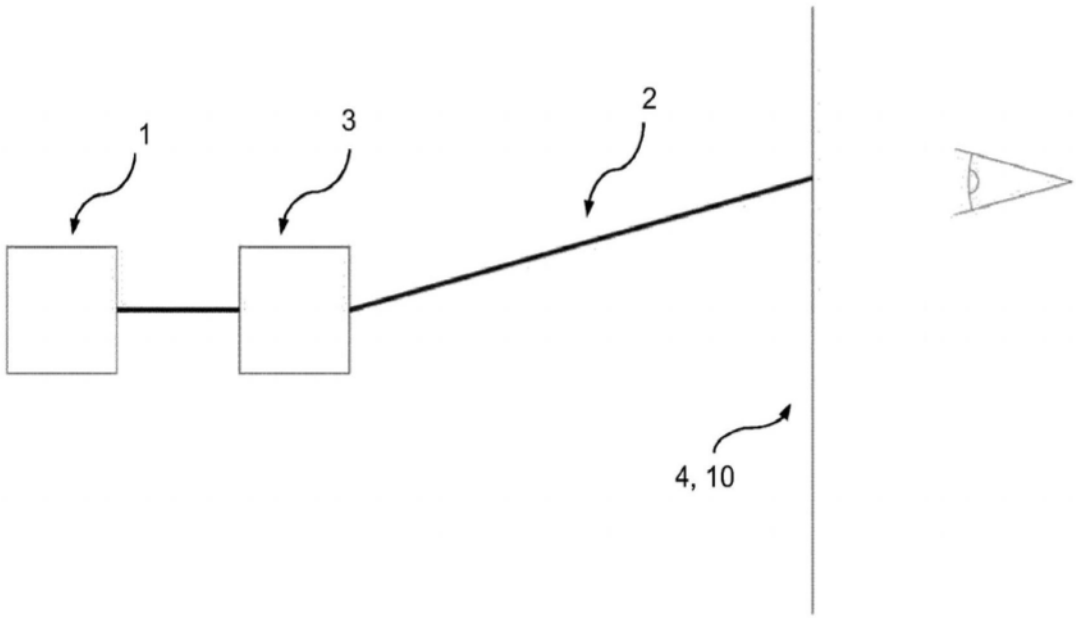


图10

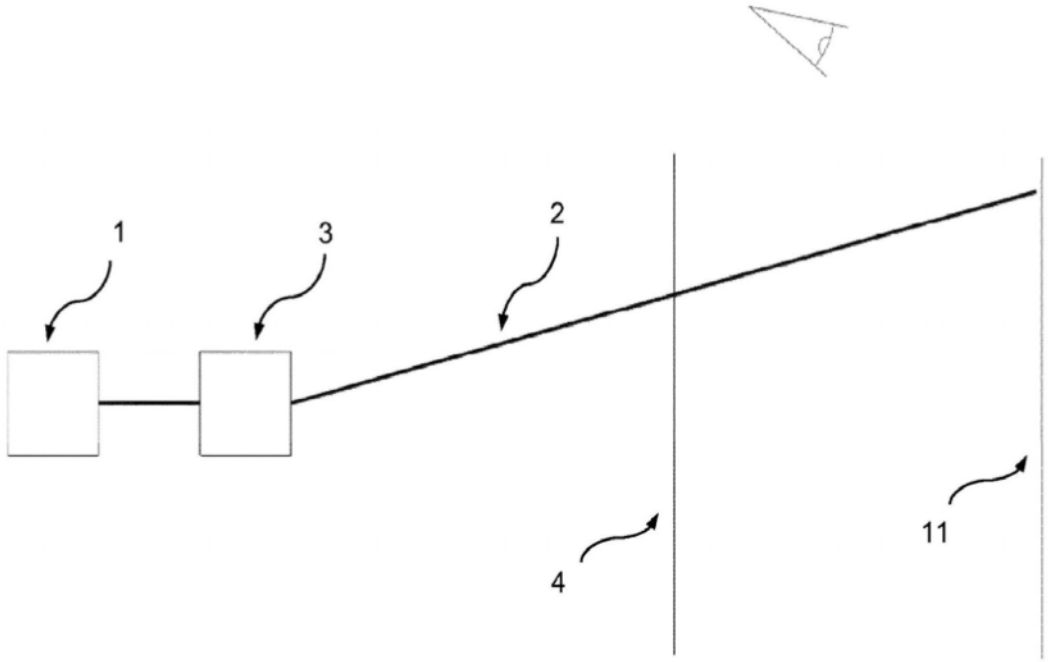


图11

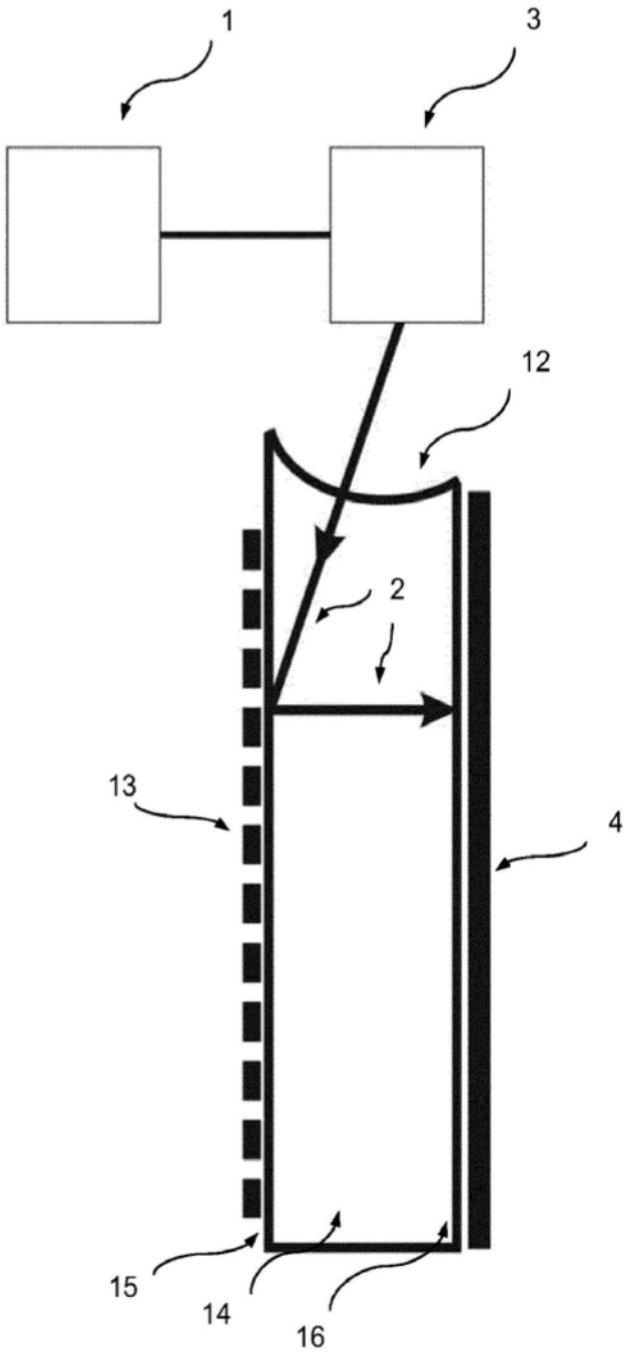


图12

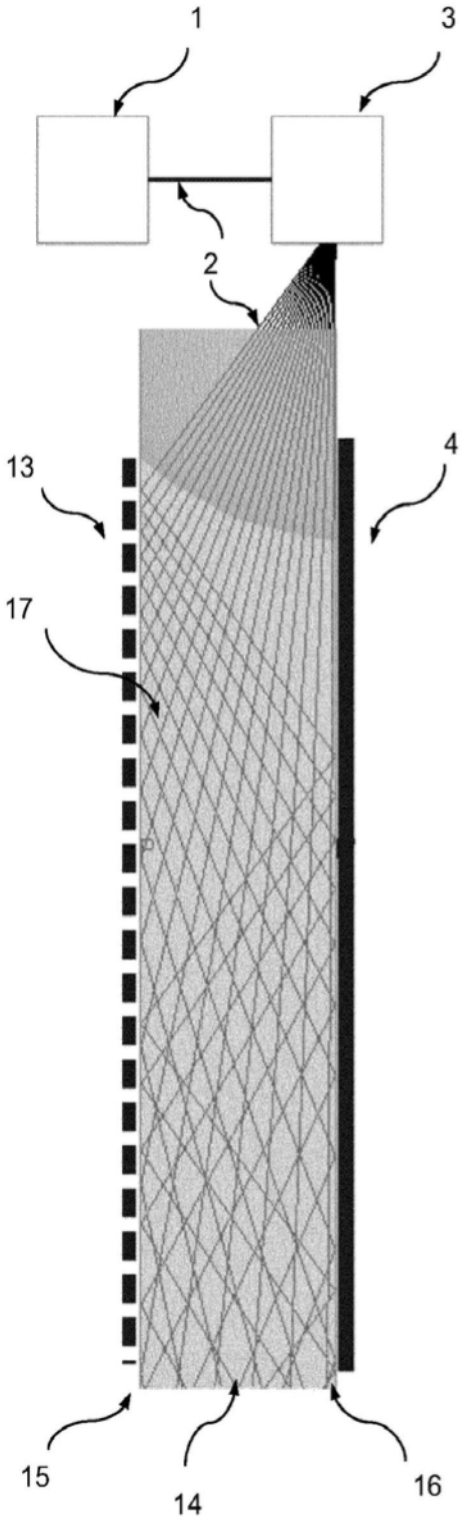


图13

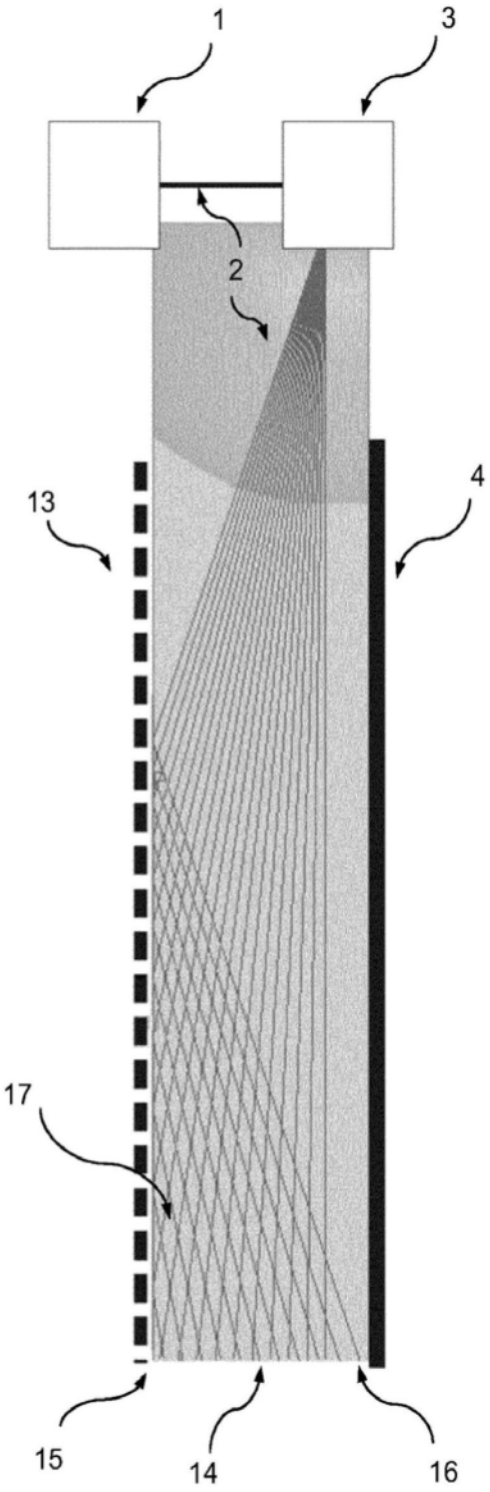


图14

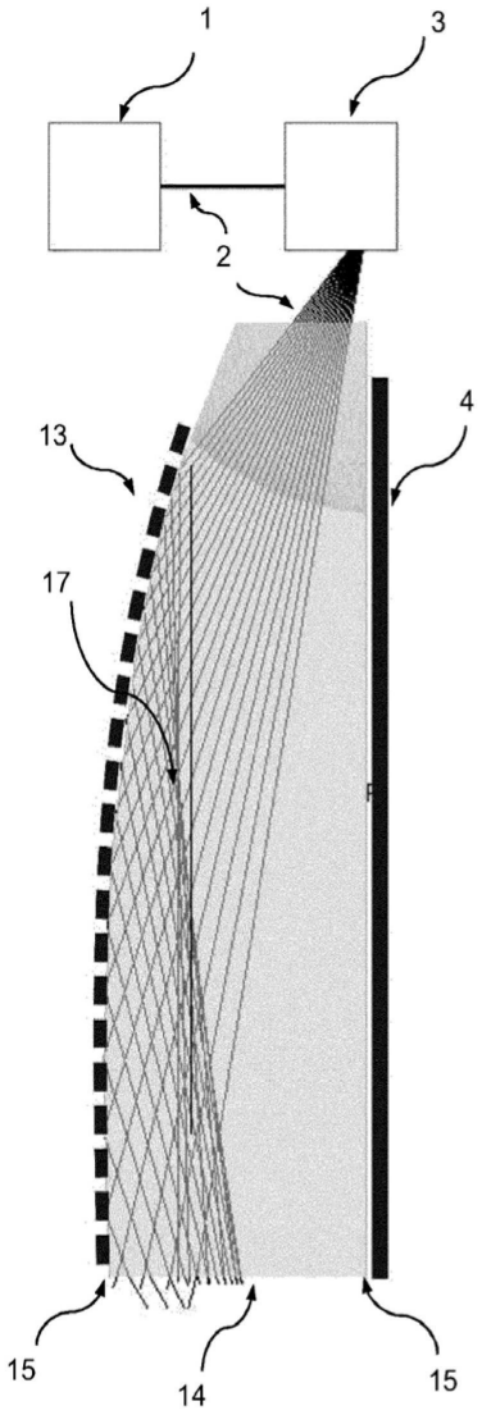


图15

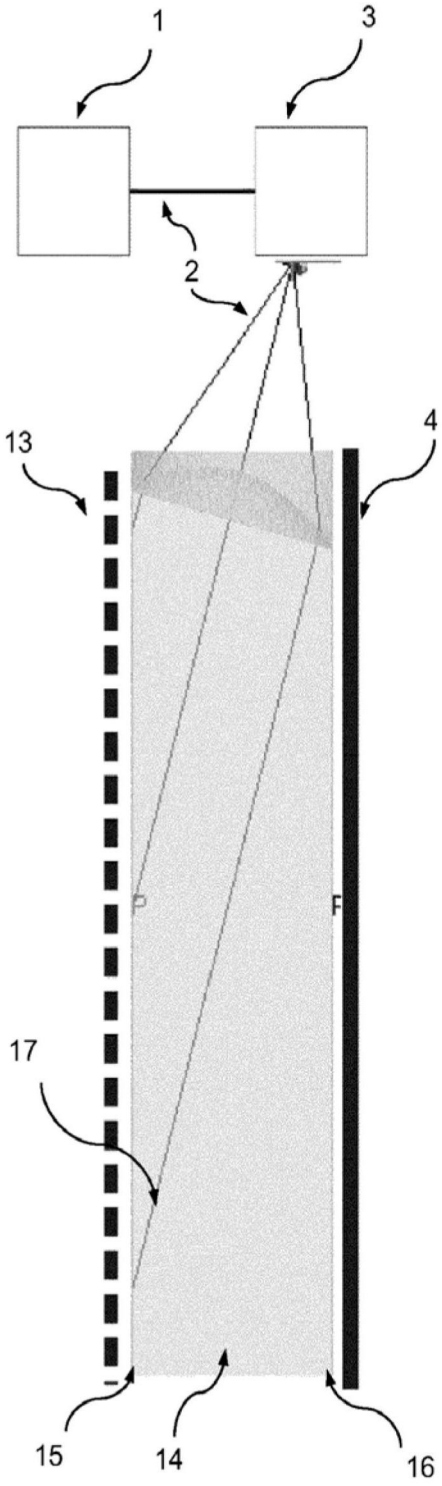


图16