



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108957746 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 201810660818.4

(22) 申请日 2014.03.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108957746 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(30) 优先权数据
1306763.2 2013.04.12 GB

(62) 分案原申请数据
201480033963.X 2014.03.31

(73) 专利权人 杜尔利塔斯有限公司
地址 英国米尔顿凯恩斯

(72) 发明人 J. 克里斯马斯 D. 马西亚诺

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 宋西

(51) Int.Cl.

G02B 27/01 (2006.01)

G03H 1/08 (2006.01)

G03H 1/16 (2006.01)

G03H 1/22 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2012007762 A1, 2012.01.19

WO 2012062681 A1, 2012.05.18

WO 2013049248 A2, 2013.04.04

CN 102809821 A, 2012.12.05

US 2012306940 A1,2012.12.06

US 2013088413 A1, 2013.04.11

US 2010165429 A1, 2010.07.01

审查员 王晶晶

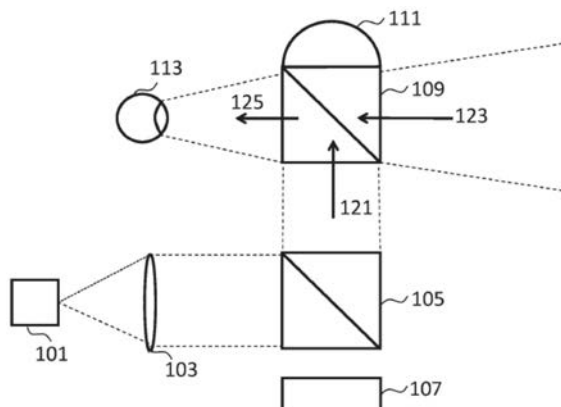
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

近眼装置

(57) 摘要

提供了一种用于增强真实场景的近眼装置。该近眼装置包括空间光调制器,该空间光调制器包括布置为向入射光提供相位延迟分布的相位调制元件的阵列。该装置还包括波束组合器,该波束组合器包括布置为从空间光调制器接收空间调制光的第一光学输入,以及具有真实世界的视域的第二光学输入。



1. 一种近眼装置,包括:

空间光调制器(507),其包括光调制元件阵列,所述光调制元件阵列布置为对入射光应用包括相位延迟分布的调制,以形成空间调制光;

波束组合器(509),其包括布置为从所述空间光调制器接收所述空间调制光的第一光学输入,和具有真实世界的视域的第二光学输入(523);

其中所述空间光调制器被配置成以表示图像的全息数据和具有透镜效应的数据来空间调制入射光的相位,并且

其中所述透镜效应是负的,从而通过波束组合器从所述空间光调制器接收到的所述空间调制光是分散的。

2. 根据权利要求1所述的近眼装置,其特征在于,所述全息数据是傅里叶全息图,其中所述空间调制光被设置成使得用户的眼睛执行所述空间调制光的傅里叶变换,以致所述用户看到所述图像的全息重建。

3. 根据权利要求1所述的近眼装置,其特征在于,所述全息数据是菲涅耳全息图,其中所述空间调制光被布置为在近场中的重放平面处形成所述图像的全息重建。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的近眼装置,其特征在于,其中所述空间光调制器以被配置成补偿所述近眼装置中的其它光学部件中的像差的数据来调制入射光的相位。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的近眼装置,其特征在于,所述波束组合器(509)还包括布置为将在所述第一光学输入上接收到的光与在所述第二光学输入(523)上接收到的光组合的光学输出(525)。

6. 根据权利要求5所述的近眼装置,其特征在于,所述光学输出(525)被布置为至少部分地将在所述第一光学输入上接收的光与在所述第二光学输入(523)上接收的光叠加。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的近眼装置,其特征在于,该近眼装置被配置成让该近眼装置的使用者接收自所述波束组合器(509)的光学输出。

8. 根据权利要求1-3中任一项所述的近眼装置,其特征在于,所述图像的全息重建增强了所述真实世界的视域。

9. 根据权利要求1-3中任一项所述的近眼装置,其特征在于,所述近眼装置还包括布置为照亮所述空间光调制器(507)的光源(501),其中所述光源被布置为采用光的平面波照亮所述空间光调制器。

10. 根据权利要求1-3中任一项所述的近眼装置,其特征在于,所述近眼装置是一对护目镜或眼镜。

11. 一种使用近眼装置提供增强现实的方法,该方法包括:

提供表示图像的全息数据和具有透镜效应的数据;

通过空间光调制器采用所述全息数据和具有透镜效应的所述数据空间地调制光的相位,以形成空间调制光;以及

使用波束组合器(509)将所述空间调制光与真实世界的视场结合,

其中所述透镜效应是负的,从而通过波束组合从所述空间光调制器接收到的空间调制光是分散的。

12. 根据权利要求11所述的提供增强现实的方法,其特征在于,所述全息数据是傅里叶全息图。

13. 根据权利要求11所述的提供增强现实的方法, 其特征在于, 所述全息数据是菲涅耳全息图。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的提供增强现实的方法, 其特征在于, 还包括:
提供布置成补偿所述近眼装置的光学部件中的像差的数据; 以及
补偿所述近眼装置的所述光学部件中的像差。

近眼装置

[0001] 本申请是申请日为2014年3月31日,申请号为201480033963.X,发明名称为“近眼装置”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及护目镜、眼镜等近眼装置。这里公开的实施例通常涉及用于增加真实场景或者用于增强现实的近眼装置。更具体地,这里公开的实施例通常涉及增强现实的全息投影,如增强现实的纯相位全息投影技术。

背景技术

[0003] 现在已经开发出增强现实的近眼装置等。

[0004] 在图1中,展示了一种已知的近眼装置。图1展示了布置为通过分束器105照亮空间光调制器107的光源101和准直透镜103。空间光调制器107包括布置为形成图像的调幅元件阵列。更具体地,入射到空间光调制器107上的光的幅度进行空间调制以形成图像。可能通过分束器105观察该图像。更具体地,在空间光调制器107上的图像形成波束组合器109的第一光学输入。波束组合器109还包括提供真实场景的视域的第二光学输入123。

[0005] 波束组合器109包括球面111,该球面111导致空间光调制器107的图像变成发散的。该波束组合器109还布置为至少将分散的图像部分反射到波束组合器的光学输出125。

[0006] 在第二光学输入123上接收到的光线还被引导到波束组合器109的光学输出125。在这方面,可以理解的是,波束组合器将真实图像与来自空间光调制器107的分散图像进行组合。因此,可以理解的是,使用来自空间光调制器的图像增加了真实图像。值得注意的是,参照图1所描述的装置提供球面111,以致在空间光调制器上的图像看起来来自在波束组合器前方的空间中的一些固定点。因此,来自空间光调制器107的图像看起来来自自由球面111的曲率半径定义的空间中的一些固定点。

[0007] 本发明旨在提供改进的近眼装置。

发明内容

[0008] 在附加的独立权利要求中限定了本发明的各方面。

[0009] 本发明提供一种近眼装置和相应的方法,其使用布置为接收来自空间光调制器的空间调制光并提供现实世界的视域的波束组合器。相应地,采用图像形式的额外信息,可以补充或增强真实场景。已知的近眼装置使用物理光学部件将实像投射到场景中以增加良视距。发明人已经认识到使用计算的纯相位全息技术可以有利地提供图像。该技术更节能,并且使得额外的光学元件能够被有效编码或嵌入在成像数据中。有利地,不需要额外的复杂部件。还有利地,可以实时控制增强的图像的距离。

附图说明

[0010] 将参照以下附图对实施例进行说明。

- [0011] 图1为已知的近眼装置的结构示意图；
- [0012] 图2展示了布置为在重放场位置产生全息重建的反射SLM,如LCOS；
- [0013] 图3展示了用于计算机生成纯相位全息图的示意性算法；
- [0014] 图4展示了图3所示的示意性算法的示意性随机相位种子点；
- [0015] 图5展示了根据本发明的实施例；
- [0016] 图6展示了根据实施例计算菲涅耳全息图的算法；
- [0017] 图7为LCOS SLM的结构示意图。
- [0018] 在附图中,相似的附图标记表示相似的部件。

具体实施方式

[0019] 本发明目的在于使用在空间光调制器上的图像和具有用于增加所谓的良视距的型面的光束组合器,克服已知装置的一些不足,提供一种改进的近眼装置。具体地,发明人已经认识到,通过使用通用的计算全息技术可以提供改进的近眼装置。

[0020] 从物体散射的光同时包括幅度和相位信息。可以通过已知的接口技术在,例如,光敏板上捕获这种幅度和相位信息,以形成包括干涉条纹的全息记录或“全息图”。该“全息图”可以通过合适的光照亮而重建以形成表示原物体的全息重建,或重放图像。

[0021] 已经发现,可以根据只包含与原物体相关的相位信息的“全息图”形成可接受质量的全息重建。这样的全息记录可以称为纯相位全息图。计算机生成的全息技术可以使用,例如,傅里叶技术,数值模拟干涉过程,以产生计算机生成的纯相位全息图。计算机生成的纯相位全息图可能用于产生表示物体的全息重建。

[0022] 因此,术语“全息图”涉及包含与物体有关的信息的记录,该记录可以用于形成表示物体的重建。该全息图可能包含物体在频域或者傅里叶域中的信息。

[0023] 已经提出在二维图像投影系统中使用全息技术。使用纯相位全息图的投影图像的优点在于,能够通过计算方法控制许多图像属性,例如,高宽比、分辨率、对比度和投影图像的动态范围。纯相位全息图的进一步优点在于通过幅度调制没有损失光能。

[0024] 计算机生成的纯相位全息图可能是“像素化的”。也就是说,纯相位全息图可能由分立的相位元件的阵列所表示。每个分立的相位元件可能成为“像素”。每个像素均充当光调制元件,如相位调制元件。因此,计算机生成的纯相位全息图可能由相位调制元件(如,液晶空间光调制器(Spatial Light Modulator,SLM))的阵列所表示。该SLM可能反光,意味着,调制光以反射的形式从SLM输出。

[0025] 每个相位调制元件,或者像素,可能状态不同,从而向入射到相位调制元件上的光提供可控制的相位延迟。相位调制元件阵列,因此,例如,硅基液晶(Liquid Crystal On Silicon,LCOS)SLM可能表示(或“显示”)计算确定的相位延迟分布。如果入射到相位调制元件上的光是一致的,将使用全息信息或全息图对该光进行调制。全息信息可能处于频域或傅里叶域中。

[0026] 可选地,相位延迟分布可能记录在相息图上。词语“相息图”通常用来指代纯相位的全息记录或全息图。

[0027] 可以量化相位延迟。也就是说,每个像素可能设为离散数量的相位等级中的一个。

[0028] 相位延迟分布可能(例如,通过照射LCOS SLM)被应用于入射光波,并被重建。可能

通过使用透镜执行光学傅里叶变换控制重建在空间中的位置,以在空间域中形成全息重建,或“图像”。可选地,如果重建发生在远场,可能不需要透镜。

[0029] 可能通过多种方式计算计算机生成的全息图,包括使用撒克斯通 (Gerchberg-Saxton) 等算法。撒克斯通算法可能用于根据在空间域 (如2D图像) 中的幅度信息得到在频域中的相位信息。也就是说,可能只根据在空间域中的强度或幅度信息,“得到”关于物体的相位信息。于是,可以在频域中计算出物体的纯相位全息再现。

[0030] 可能通过照射全息图,并且必要的话,使用例如傅里叶变换透镜执行光学傅里叶变换,形成全息重建,从而在重放域,例如屏幕上形成图像 (全息重建)。在菲涅耳全息图的情况下,全息重建形成在预定位置。

[0031] 图2展示了根据本发明使用反射的SLM,如LCOS-SLM,在重放域位置产生傅里叶全息重建的例子。

[0032] 光源 (210), 例如激光或激光二极管设置为通过准直透镜 (211) 照射SLM (240)。准直透镜使得光通常在同一个平面上的波阵面变成入射在SLM上。该波阵面的方向轻微移位 (例如,相对真实地正交于透明层的平面偏离两度或三度)。布置为,从光源发出的光被SLM装有镜子的后表面反射,与相位调制层相互作用形成退出波阵面 (212)。该退出波阵面 (212) 施加于具有傅里叶变换透镜 (220) 的光学设备,该傅里叶变换透镜 (220) 聚焦在屏幕 (225) 上。

[0033] 傅里叶变换透镜 (220) 接收从SLM离去的相位调制光的波束,并执行频率-空间转换以在屏幕 (225) 产生空间域的全息重建。

[0034] 在这个过程中,对于图像投影系统的光,来自光源的可见光分布到SLM (240) 和相位调制层 (例如,相位调制元件的阵列)。离开相位调制层的光可能遍及重放域地分布。全息图的每个像素整体地促成重放图像。也就是说,重放图像上的具体点和具体相位调制元件之间不存在一一对应。

[0035] 撒克斯通算法考虑到当分别在平面A和B中的光束 $I_A(x,y)$ 和 $I_B(x,y)$ 的强度截面已知和由单个傅里叶变换关联 $I_A(x,y)$ 和 $I_B(x,y)$ 时的相位恢复问题。采用给定的强度截面,可以找到分别在平面A和B中的相位分别的近似值, $\Phi_A(x,y)$ 和 $\Phi_B(x,y)$ 。撒克斯通算法通过以下迭代过程找到解决这一问题的方案。

[0036] 撒克斯通算法在空间域和傅里叶 (谱) 域之间反复传输表示 $I_A(x,y)$ 和 $I_B(x,y)$ 的数据集的同时,迭代使用空间和谱约束。空间域和谱域分别为 $I_A(x,y)$ 和 $I_B(x,y)$ 。在空间域或谱域中的约束强加于数据集的幅度。通过一系列迭代可以得到相应的相位信息。

[0037] 现已发展了基于撒克斯通改进的算法,例如,参见未决的公开的PCT申请W0 2007/131650,这里通过引用将其包括在内。

[0038] 图3展示了改进的算法,其检索数据集的傅里叶变换的相位信息 $\Psi[u,v]$,该相位信息 $\Psi[u,v]$ 产生已知的幅度信息 $T[x,y]$ 362。幅度 $T[x,y]$ 362表示目标图像 (例如,全息图像)。位信息 $\Psi[u,v]$ 用于在图像平面产生目标图像的全息表示。

[0039] 由于幅度和相位在傅里叶变换中固有地结合,变换的幅度 (相位也一样) 包括关于计算的数据集的准确性的有用信息。因此,算法可以提供关于幅度和相位信息的反馈。

[0040] 图3所示的算法可以认为具有复杂的波输入 (具有幅度信息301和相位信息303) 和复杂的波输出 (也具有幅度信息311和相位信息313)。虽然幅度信息和相位信息固有地结合

形成数据集,但是为了描述方便,分开考虑幅度信息和相位信息。应该记住的是,幅度信息和相位信息自身是远场图像的空间坐标 (x, y) 和全息图的空间坐标 (x, y) 的函数,它们都可以被认为是幅度和相位分布。

[0041] 参照图3,处理框350根据具有幅度信息301和相位信息303的第一数据产生傅里叶变换。结果是具有幅度信息和相位信息的第二数据集 $\Psi_n[u, v]$ 305。来自处理框350的幅度信息设定为表示光源的分布,而保留相位信息 $\Psi_n[u, v]$ 305。相位信息309传递到处理框356,并通过处理框352与新的幅度结合。第三数据集307、309施加到处理框356,该处理框356执行逆傅里叶变换。这在空间域产生具有幅度信息311和相位信息313的第四数据集 $R_n[x, y]$ 。

[0042] 从第四数据集开始,它的相位信息313形成第五数据集的相位信息,用作下一次迭代303'的第一数据集。它的幅度信息 $R_n[x, y]$ 311通过对来自目标图像的幅度信息 $T[x, y]$ 362进行减法产生幅度信息315集而改变。从目标幅度信息 $T[x, y]$ 362减去缩放的幅度信息315 (缩放 α 倍) 以产生作为下一次迭代的第一数据集的第五数据集的输入幅度信息 $\eta[x, y]$ 301。该过程可以用以下等式数学表示:

[0043] $R_{n+1}[x, y] = F' \{ \exp(i\psi_n[u, v]) \}$

[0044] $\psi_n[u, v] = \angle F \{ \eta \cdot \exp(i\angle R_n[x, y]) \}$

[0045] $\eta = T[x, y] - \alpha (|R_n[x, y]| - T[x, y])$

[0046] 其中:

[0047] F' 是逆傅里叶变换;

[0048] F 是正逆傅里叶变换;

[0049] R 是重放域;

[0050] T 目标图像;

[0051] $\angle$ 是角度信息;

[0052] Ψ 是角度信息的量化版本;

[0053] ϵ 是新的目标幅度, $\epsilon \geq 0$;

[0054] α 是增益元素 ~ 1 。

[0055] 可以根据传入的目标图像数据的尺寸和比率,预先确定增益元素 α 。

[0056] 在不存在来自前次迭代的相位信息的情形下,算法的第一次迭代使用随机相位发生器提供作为起始点的随机相位信息。图4展示了随机相位种子的例子。

[0057] 在变形例中,没有丢弃来自处理框350的结果幅度信息。从幅度信息中减去目标幅度信息362产生新的幅度信息。从幅度信息362中减去多倍的幅度信息,可以产生处理框356的输入幅度信息。进一步可选地,相位没有全部反馈,只有与它在最后两次迭代中的变化成比例的部分被反馈。

[0058] 因此,可以形成表示感兴趣的图像的傅里叶域数据。

[0059] 实施例通过例子的方式与相位-全息图相关,并且可以理解的是,本发明同样可适用于幅度全息图。

[0060] 发明人已经认识到图1所示的近眼装置的局限性:

[0061] 图1的装置是低效能的,因为光被幅度调制,其包括大多数光的衰减;

[0062] 增强现实世界视野的图像在空间中个固定 (例如,不可变的) 位置被感知;

[0063] 在光学部件中可能需要额外的光学设备来补偿光学像差等；

[0064] 作为组合器的部分的球面的制造是昂贵的。

[0065] 发明人通过使用通用的全息技术形成增强真实场景的图像，克服了这些问题。该图像可以被称为“增强图像”。

[0066] 图5展示了本发明的一个实施例。

[0067] 图5展示了布置为通过分束器505照亮空间光调制器507的光源501和准直透镜503。空间光调制器507包括布置为呈现(或“显示”)全息域再现的相位调制元件(或“像素”)阵列。更具体地，入射到空间光调制器507上的光的相位被空间调制以形成空间调制光。该空间调制光形成波束组合器509的第一光学输入。

[0068] 波束组合器509还包括提供真实场景的视域的第二光学输入523。分束器509还布置为将空间调制光引导到波束组合器509的光学输出。在第二光学输入523上接收到的光还被引导到波束组合器509的光学输出525。在这方面，可以理解的是，波束组合器将真实世界图像与空间调节的光进行结合。因此，可以理解的是，来自空间光调制器的光增强了真实世界图像。

[0069] 可以容易理解的是，分束器505是可选择的，空间光调制器507可能同等于背光或照亮在其他几何图形中，无需分束器。同样地，可能不需要准直透镜503，例如，源发出的光已经准直。此外，本领域技术人员可以理解的是，可以同等使用其他准直光的技术。

[0070] 相比于参照图1的装置，根据本发明的空间光调制器507空间调制入射光的相位而不是幅度。因此，由于光没有衰减，该装置更节能。

[0071] 本发明因此提供了一种近眼装置，包括：空间光调制器，其包括布置为向入射光提供相位延迟分布的相位调制元件阵列；波束组合器，其包括布置为从所述空间调制器接收空间调制光的第一光学输入，和具有真实世界的视域的第二光学输入。

[0072] 进一步相比于图1的装置，空间光调制器507显示对应于图像而不是真实图像的全息图。也就是说，空间调制光包括表示图像的纯相位全息域数据。相应地，由于全息图的所有部分作用重建的所有部分，因此该装置是节能的。

[0073] 在实施例中，全息图是傅里叶全息图。也就是说，全息域数据时傅里叶全息图。傅里叶全息图是在无穷远处或在执行傅里叶变换的透镜的焦点上形成重建的全息图。有利地，通过使用傅里叶全息图，为了在视网膜上形成全息重建，观看者的眼睛可能执行傅里叶变换。相应地，观看者和波束组合器之间的距离是不重要的。也就是说，观看者可以朝向或背离波束组合器移动，而仍然看到全息重建。因此，该装置对观看者的移动更宽容，并提供更加灵活的设计。也就是说，在实施例中，空间调制光布置为使得用户的眼睛执行空间调制光的傅里叶变换，以致用户看到图像的全息重建。

[0074] 这里所述的实施例只是通过例子的方式与傅里叶全息术相关。本发明通用可应用于菲涅耳全息术，其中，在全息图的计算过程中应用菲涅耳透镜函数。图6展示了用于计算表示投影的目标图像的傅里叶域数据的菲涅耳全息算法的例子。

[0075] 相位恢复算法的开始条件601为，每个像素具有一致的幅度，和随机相位种子函数提供的随机相位。菲涅耳相位函数603加到相位数据上。合成的幅度和相位函数进行傅里叶变换605。从幅度分量上减去目标图像(只有相位)609，施加可控的增益611。目标图像609加到幅度分量上，执行逆傅里叶变换615。减去菲涅耳透镜函数617，量化相位619。生成的相位

信息形成全息图623。通过再次加上菲涅耳透镜函数621,重复傅里叶变换616和后续步骤直到得到“可接收的”质量的全息图,可以执行进一步地迭代循环。

[0076] 在实施例中,全息图是菲涅耳全息图。也就是说,全息域数据是菲涅耳全息图。在菲涅耳全息术中,全息重建形成在沿着傅里叶路径的一些预定点。也就是说,在实施例中,空间调制光被布置为在近场中的重放平面形成图像的全息重建。有利地,采用菲涅耳全息术,可以根据单个全息图在空间中的多个平面创建重建。因此,在相同的时间,多个图像可能增强真实场景。

[0077] 在实施例中,全息图还包括透镜数据。更具体地,具有透镜效应的全息域数据结合到,例如,加入到表示图像的全息域数据。额外的全息数据模拟真实透镜,因而增加光功率。因此,透镜数据控制空间中将图像呈现给用户的位置。本领域技术人员知道如何计算具有所需的透镜效应的全息域数据,以及如何将这些数据加入到另一全息域数据上。

[0078] 因此,在实施例中,空间调整的光还包括具有透镜效应的纯相位全息域数据。

[0079] 在实施例中,全息图是纯相位全息域,通过纯相位透镜提供透镜效应。该纯相位全息图可以实时计算,或者从数据库等储存库得到。可以使用撒克斯通类型算法或用于生成合适的全息域数据的任何其他算法计算全息图。本领域技术人员可以理解的是,全息图可能等同于幅度全息图,或幅度和相位全息图,因此也可以通过幅度全息图,或幅度和相位全息图提供透镜效应。

[0080] 在实施例中,表示图像的全息域数据与具有透镜效应的全息域数据结合,以致不需要在波束组合器上的球面等额外元件将良视距加入到系统。因此,减少制造该系统的成本。具体地,带有所需公差的球面的制造是昂贵的。

[0081] 在实施例中,通过简单的向量加法结合两个全息数据集。在这方面,在空间光调制器上的全息图包括用于增强的表示实际图像的第一数据和包括透镜函数的第二数据。可注意的是,该透镜函数可以容易通过简单地将不同透镜函数加到表示图像的全息数据上而改变。因此,如果,例如,该系统在使用过程中重新调整或者用户希望在不同距离显示数据,那么该方法也允许图像的感知位置的实时调整。

[0082] 在实施例中,透镜效应是负透镜效应。相应地,增强真实场景的图像可以有效地从用户移开。也就是说,图像表现为源自比其实际所处的更远的位置。更具体地,图像表现为来自空间中比空间光调制器更远的点。在这方面,可以说透镜效应增加了良视距。有利地,通过使用负透镜效应,图像可能因此呈现给用户为处于真实场景中。换句话说,在实施例中,空间调制光是分散的。

[0083] 在进一步地实施例中,可能向全息图增加额外的光功率以补偿其他光学部件。在实施例中,空间调制光还包括布置为补偿在近场装置的其他光学部件中的像差的纯相位全息域数据。此外,可以理解的是,布置为补偿像差的纯相位全息域数据可以计算地控制,并因此容易改变。

[0084] 由上可以理解的是,在实施例中,图像(全息重建)增强真实场景。在实施例中,该增强是可选地实现。在实施例中,第一光学输入和第二光学输入是共线的。在实施例中,波束组合器还包括布置为将在第一光学输入上接收的光与在第二光学输入上接收的光组合的光学输出。相应地,提供了增强真实场景的简单和方便的方法。更具体地,在实施例中,光学输出布置为至少部分地将在第一光学输入上接收的光与在第二光学输入上接收的光叠

加。

[0085] 在实施例中,为近眼装置的用户布置近眼装置以接收从波束组合器输出的光。全息重建可能用于向用户提供额外的信息。全息重建还可能用于提供人造场景。在实施例中,图像的全息重建增强了真实世界的视域。

[0086] 可以理解的是,该装置需要光源,但是光源可能不在近眼装置的外部,或者可能与近眼装置集成在一起。在实施例中,近眼装置还包括布置为照亮空间光调制器的光源。

[0087] 为简单起见,入射光可能是平面波。然而,可以理解的是,全息图调整为适应入射光,以在空间调整之后形成所需的光,该光重建以形成所需的图像。也就是说,入射光可能不是平面波。然而,在实施例中,光源布置为使用光的屏幕波照亮空间光调制器。

[0088] 在实施例中,近眼装置是一副护目镜或者眼镜。本领域技术人员可以理解的是,近眼装置可能采用其他已知的形式。图像可能是视频图像,或者可能是时变的。图像可能按时间移动。该图像也可能是静态图像。

[0089] 因此,本发明提供一种使用近眼装置提供增强的现实的方法,该方法包括:提供全息数据,该全息数据包括表示图像的纯相位全息域数据;采用所述全息数据空间调制光以形成空间调制光;以及,使用波束组合器将所述空间调制光与真实世界的视域结合。在实施例中,全息数据还包括具有透镜效应的纯相位全息域数据。在实施例中,全息域数据至少是傅里叶全息图和菲涅耳全息图中的一个。

[0090] 可能使用空间光调制器,如在硅SLM上的液晶,空间调制光。可以理解的是,全息数据写入SLM,以致采用全息数据空间调制光的入射平面波。在这方面,可以认为,SLM的像素“显示”或“表示”全息数据。

[0091] 可以理解的是,装置可能显示各种信息。对应于要显示的许多可能的图像的全息图可能因此预先计算并且存储在储存库中,或者实时计算。在实施例中,提供了分别表示多个图像的全息域数据的存储库。类似地,在实施例中,提供了具有不同透镜效应的全息域数据的存储库。在进一步的实施例中,提供了透镜数据的各种集的光功率的查找表。

[0092] 在傅里叶全息术中,重建的图像的质量可能受所谓的零阶问题的影响,该零阶问题是重建的衍射性质所导致的。这种零阶光可以被称为“噪声”,并且包括,例如,镜面反射的光,以及其他来自SLM的不想要的光。

[0093] 这种“噪声”通常集中在傅里叶透镜的焦点,导致在重建的图像的中心的辉点。通常,可以简单地挡住零阶光,然而这 will 明显表示用暗点代替辉点。

[0094] 然而,由于全息图包含三维信息,可以将重建转移到空间中不同的平面,例如,参见公开的PCT申请W0 2007/131649,这里通过引用将其包括在内。

[0095] 可选地、有角度地选择的过滤器可以用于只移除零阶的准直光线。还可以使用管理零阶的其他方法。

[0096] 虽然这里所述的实施例涉及显示图像,但是并不意味着本发明限制在这方面,在任何一个实施,都可以在SLM上显示一个以上全息图。

[0097] 例如,实施例实现“瓷砖”技术,其中,SLM的表面区域进一步分成许多瓷砖,每个瓷砖设定为在类似于或等同于原瓷砖的相位分布的相位分布中。因此,每个瓷砖相比SLM的整个分配的区域用作一个大的相位模式有更小的表面区域。在瓷砖中的频率部件的数量越小,在图像产生时重建的像素分隔得更远。图像创建在零次衍射内,并且优选地,第一阶和

后续阶移动得足够远,以致不会与图像重叠,可能通过空间滤波器的方式挡住该第一阶和后续阶。

[0098] 如上所述,该方法产生的图像(无论是否使用瓷砖)包括形成图像像素的点。使用的瓷砖的数量越大,这些点变得越小。如果举无限正弦波的傅里叶变换的例子,那么可以产生单一频率。这是最佳的输出。在实践中,如果只使用一块瓷砖,那么该瓷砖对应于正弦波的单个周期的输入,带有从正弦波的结束节点延伸到无穷远的在正方向和负方向上的零值。取代从它的傅里叶变换产生的单个频率,主频部件在其任意一边制作有一系列相邻的频率部件。瓷砖的使用减少了这些相邻的频率部件的幅度,作为直接的结果,在相邻的图像像素之间发生更少干涉(相长的或相消的),从而提高图像质量。

[0099] 优选地,虽然可以使用瓷砖的部分,但是每个瓷砖是完整的瓷砖。

[0100] 虽然实施例涉及撒克斯通算法,本领域技术人员可以理解的是,其他相位恢复算法也可以实现本发明公开的改进的方法。

[0101] 本领域技术人员可以理解的是,本发明公开的改进的方法同样可以应用于用于形成物体的三维重建的全息图的计算。

[0102] 同样地,本发明不限于单色图像的投影。

[0103] 可以产生彩色2D全息重建,其实现主要有两种方法。一种方法是已知的“帧连续的彩色”(Frame-sequential Colour,FSC)。在FSC系统中,使用三个激光器(红、绿和蓝),每个激光器在SLM上接连点亮以产生视频的每帧。这些颜色以足够快的速率循环(红、绿、蓝、红、绿、蓝等),以致观看者看到来自三个激光器的组合的全息图像。因此,每个全息图均是特定的颜色。例如,在25帧每秒的视频中,通过点亮红色激光器1/75秒,接着点亮绿色激光器1/75秒,最后点亮蓝色发光器1/75秒,产生第一帧。然后,从红色激光器开始,依此类推,产生下一帧。

[0104] 一种将被称为“空间分离的颜色”(Spatially Separated Colours,SSC)的可选的方法涉及全部三个激光器在相同的时间被点亮,但是采取不同的光学途径,例如,每个激光器均使用不同的SLM或者单个SLM的不同区域,接着组合形成彩色图像。

[0105] 帧连续的彩色(FSC)方法的优点在于,整个SLM用于每个颜色。这意味着将不会损害产生的三个颜色图像的质量,因为在SLM上的全部像素都用于单个颜色图像。然而,FSC方法的缺点在于,产生的整个图像将不会跟SSC方法通过约为3的因子产生的相应的图像一样亮,因为,每个激光器只用于三分之一的时间。可以通过驱动这些激光器,或者使用更大功率的激光器,潜在地解决该缺点,但是这将需要使用更多动力,将涉及更高的成本,并且将使得该系统更不紧凑。

[0106] SSC(空间分离的颜色)方法的优点在于,由于三个激光器同时被点亮,因此图像更亮。然而,如果由于空间限制而需要只使用一个SLM,那么SLM的表面区域可以划分为三个相等的部分,其效果相当于三个单独的SLM。这种方法的缺点在于,由于可用于每个全息图像的SLM表面减少了,因此每个单颜色图像的质量下降了。因此,全息图像的指令也相应地下降了。可用的SLM表面的减小意味着在SLM上更少的像素可以使用,因而降低了图片的质量。因为图片的分辨率降低了,因此图像的质量也降低了。

[0107] 在实施例中,SLM为硅上液晶(Liquid Crystal over Silicon,LCOS)装置。LCOS SLM具有信号线、栅极线和晶体管在镜面下方的优点,导致高的填充因数(通常大于90%)和

高的分辨率。

[0108] LCOS装置现在对于在 $4.5\mu\text{m}$ 和 $12\mu\text{m}$ 之间的像素是有效的。

[0109] LCOS的结构如图7所示。

[0110] 使用单个单晶硅衬底(802)形成LCOS装置。它具有布置在衬底的上表面上的2D阵列的平面方形铝电极(801),这些铝电极(801)由间隙(801a)间隔开。每个电极(801)均可以通过埋在衬底(802)中的电路(803)访问。每个电极均形成各自的平面镜。在电极阵列上设置有取向层(803),在取向层(803)上设置有液晶层(804)。在液晶层(804)上设有第二取向层(805),在第二取向层(805)上设有(例如,玻璃的)平面透明层(806)。在透明层(806)和第二取向层(805)之间设有单个(例如,ITO的)透明电极(807)。

[0111] 每个方形电极(801)与透明电极(807)的覆盖区域和介于中间的液晶材料限定了可控的相位调制元件(808),通常称为像素。有效的像素区域或填充因子是考虑了像素(801a)之间的空间的具有光学活性的总像素的百分比。通过控制相对于透明电极(807)施加到每个电极(801)上的电压,可以改变各相位调制元件的液晶材料的性质,从而向入射到相位调制元件上的光提供可变的延迟。其效果是向波阵面提供纯相位调制,即,不会发生幅度效应。

[0112] 使用反射的LCOS空间光调制器的主要优点在于,液晶层的厚度为如果使用穿透装置所必需的厚度的一半。这极大地提供了液晶的切换速度(移动视频图像的投影的关键点)。LCOS装置还具有独特的能力能够在小的光圈中显示大的纯相位元件阵列。小的元件(通常约为10微米或更小)导致实际的衍射角(几度),以致光学系统不需要非常长的光路。

[0113] 相比于更大的液晶装置的光圈,更容易充分地照亮LCOS SLM的小光圈(几平方厘米)。LCOS SLM还具有大的孔径比,在像素之间存在非常小的无效区(由于驱动这些像素的电路埋在镜子下)。这是在重放场中降低光学噪声的重要问题。

[0114] 上述装置通常工作在 10°C 到约 50°C 的温度范围内,然而,取决于使用的LC成分,优选的装置工作温度为约 40°C 到 50°C 。

[0115] 使用硅背部的优点在于,像素是光学平面的,这对于相位调制装置是很重要的。

[0116] 尽管实施例涉及反射LCOS SLM,但是本领域技术人员可以理解的是,可以使用任何SLM,包括穿透式SLM。

[0117] 本发明不限于上述实施例,其保护范围应以所附权利要求为准。

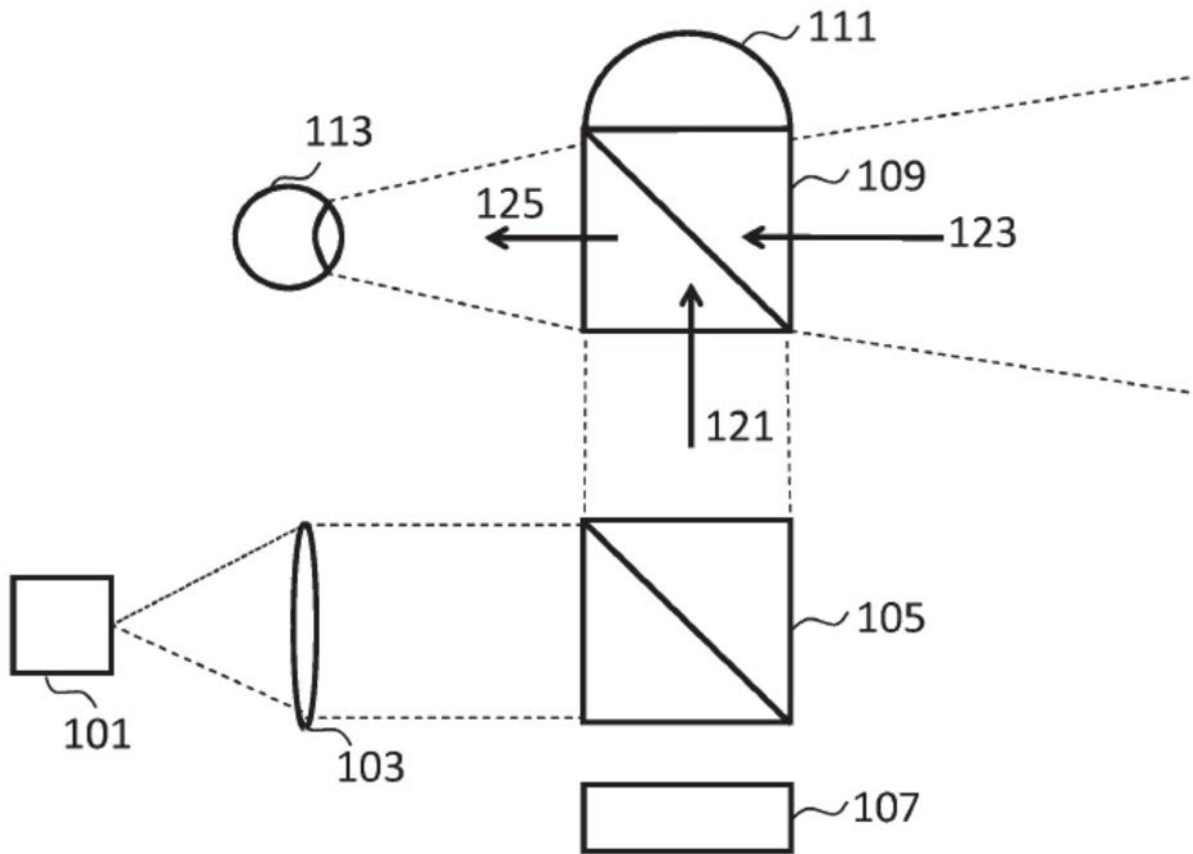


图1

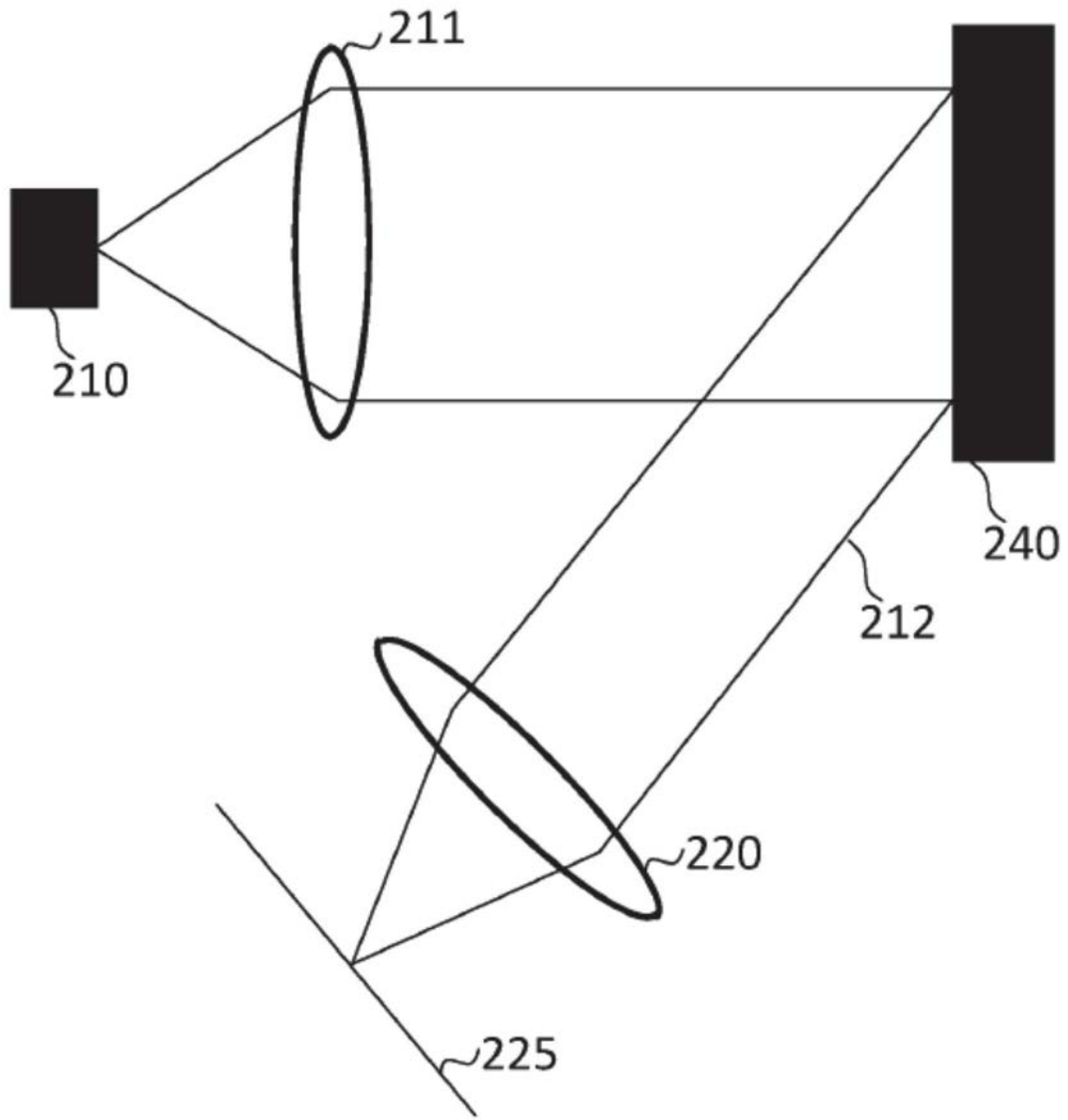


图2

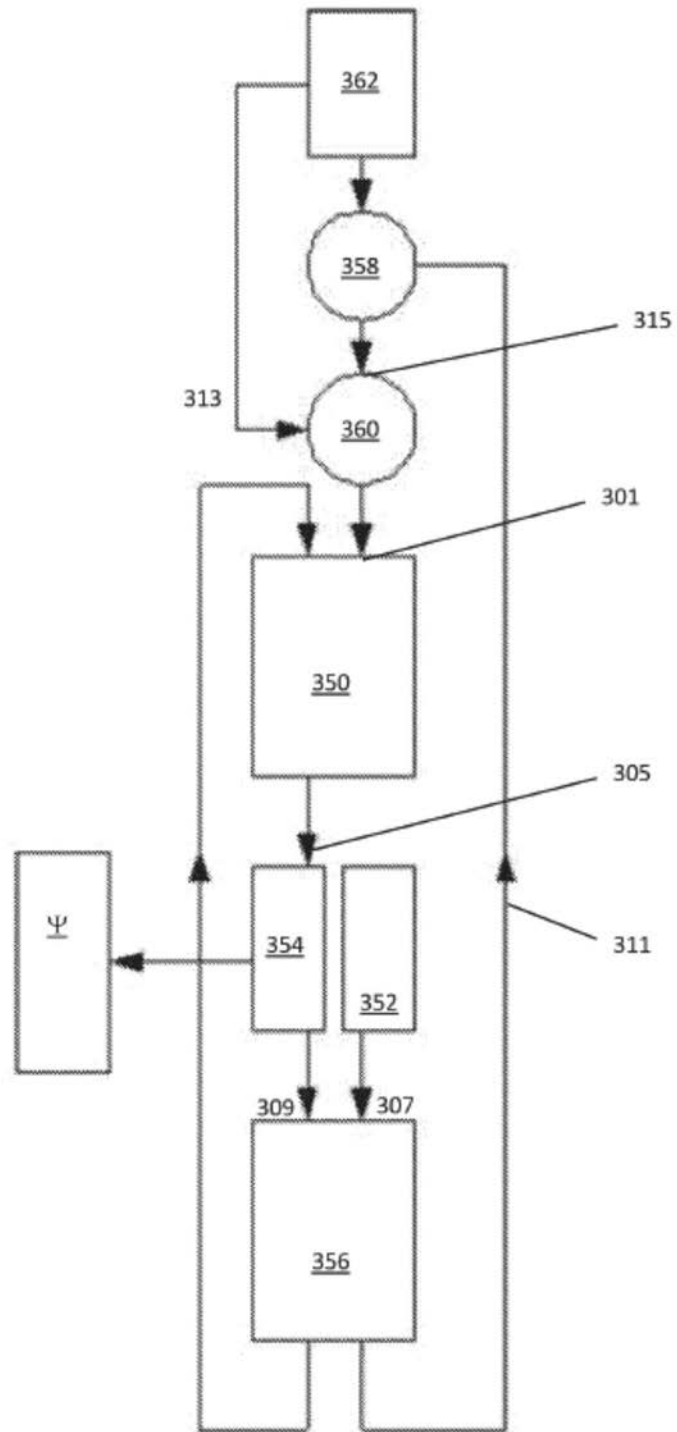


图3

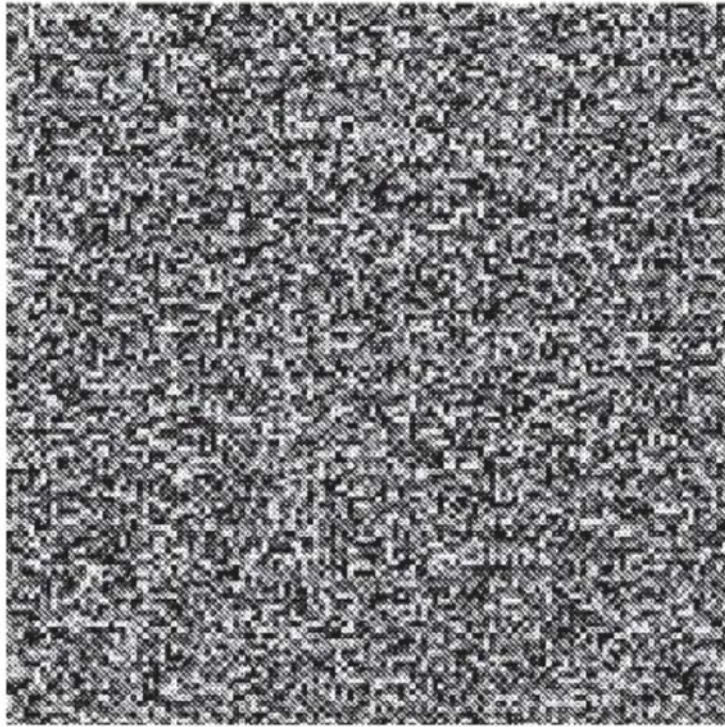


图4

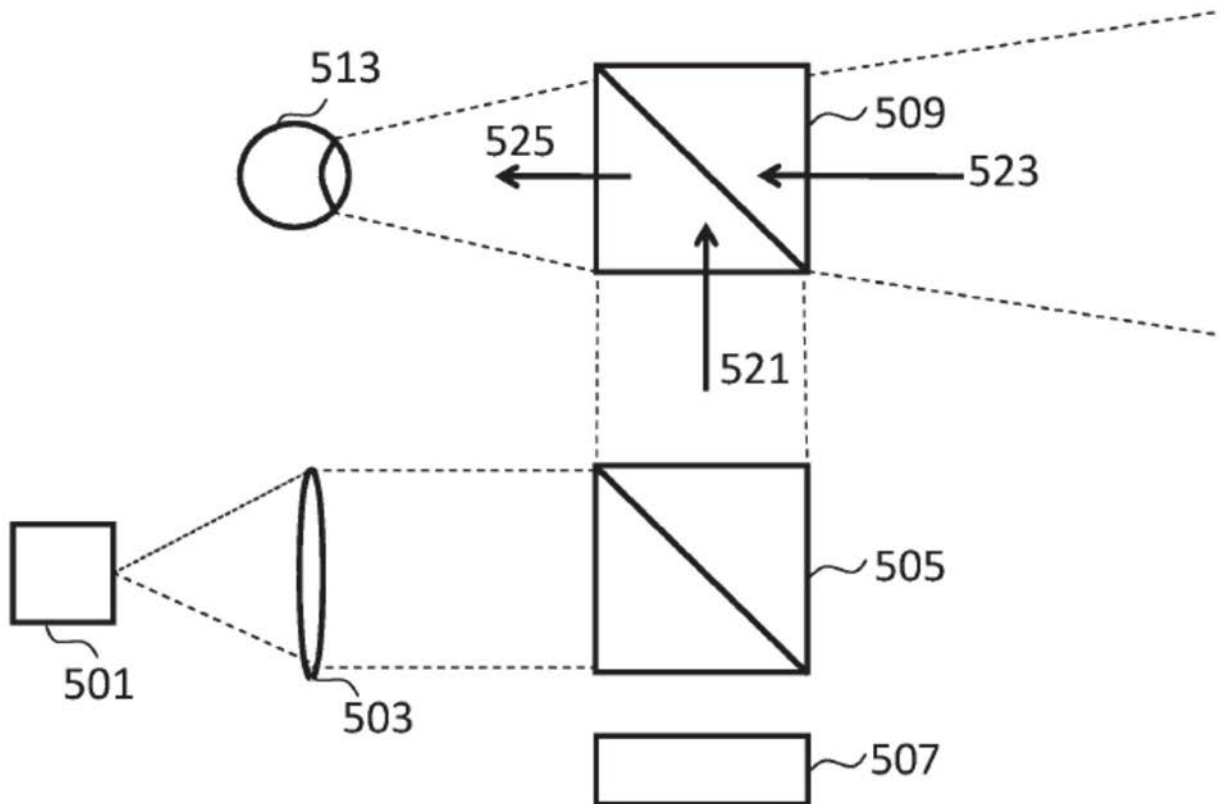


图5

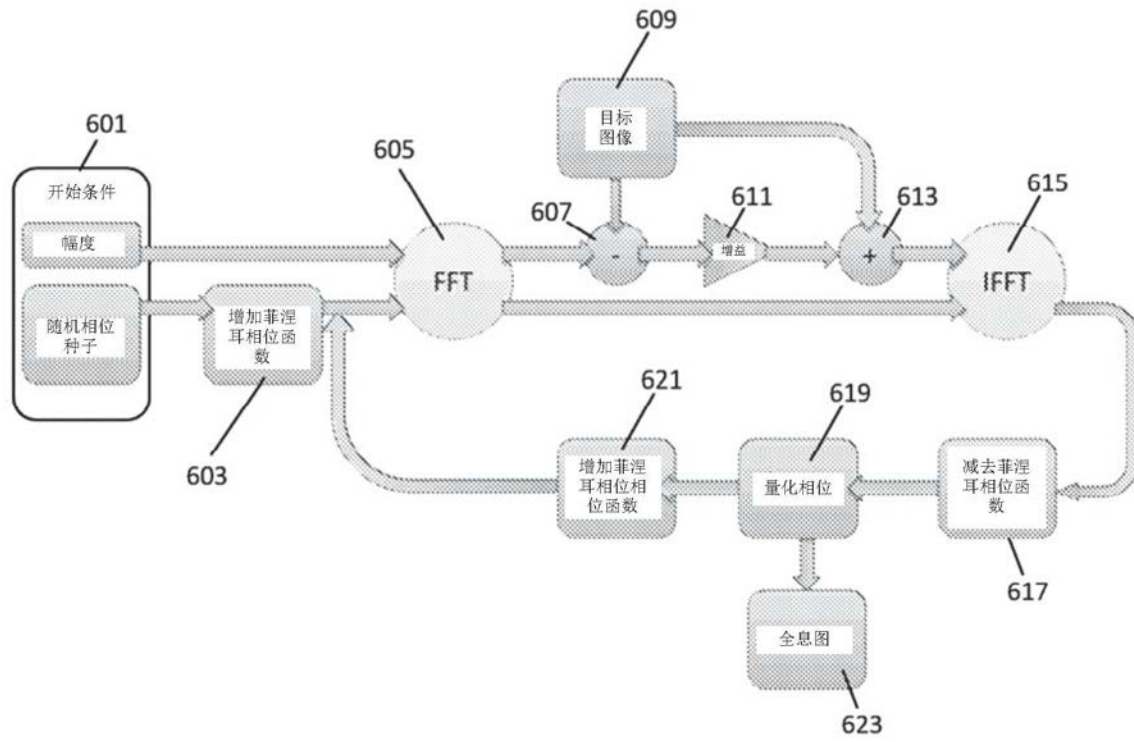


图6

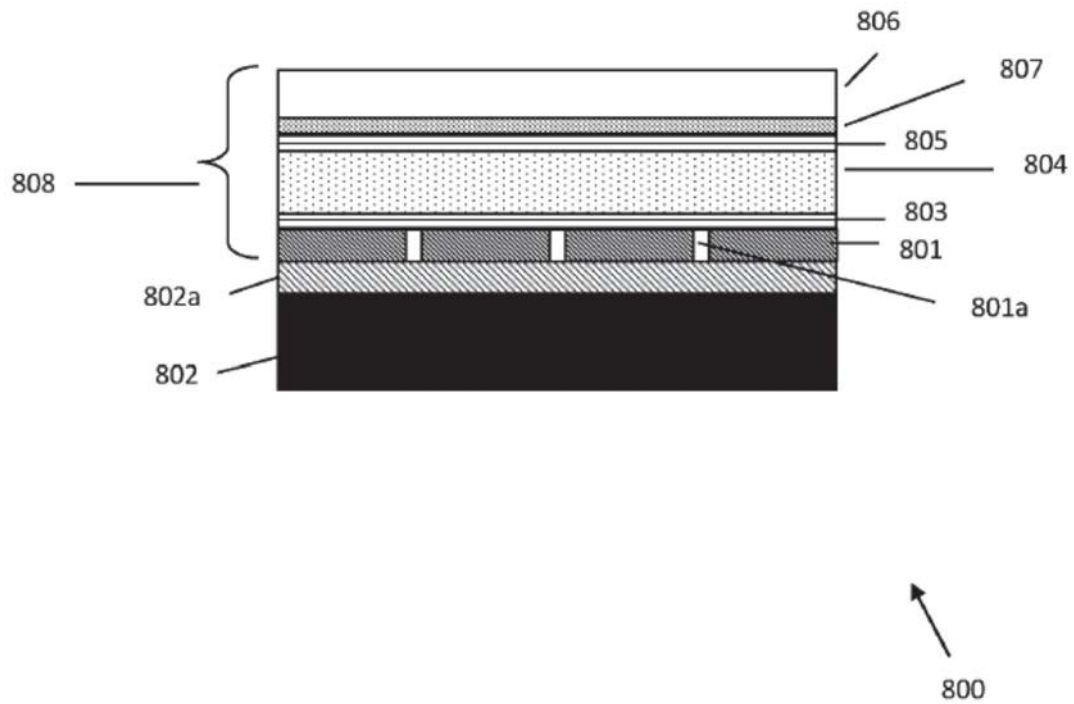


图7