



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115407363 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 29

(21) 申请号 202210549435.6

G01S 17/42 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.20

G01S 17/86 (2020.01)

(30) 优先权数据

G01S 7/48 (2006.01)

21176387.5 2021.05.27 EP

G01S 7/481 (2006.01)

(71) 申请人 莱卡地球系统公开股份有限公司

地址 瑞士海尔博瑞格

(72) 发明人 R·沃尔格南特 L·海泽尔

G·布鲁诺 R·哈蒂

罗兰·格雷夫 R·斯特芬

S·马克

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限

公司 11127

专利代理师 张亚静 党晓林

(51) Int. Cl.

G01S 17/894 (2020.01)

权利要求书4页 说明书11页 附图9页

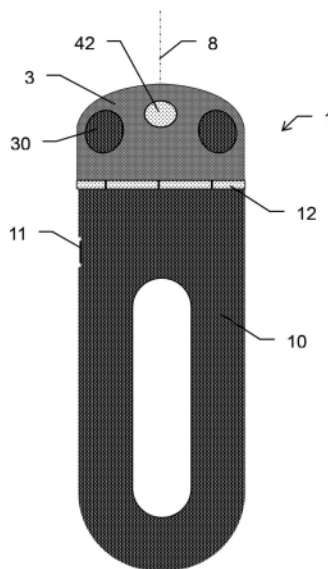
(54) 发明名称

现实捕获装置

(57) 摘要

本发明关于一种现实捕获装置,其执行用于生成环境数字表示的测量过程,该装置包括:限定第一轴线的主体;和具有一个或多个2D摄像头的成像单元,该成像单元提供环境的2D图像数据。该装置包括ToF摄像头装置,其捕获环境的3D点云数据并包括至少两个飞行时间摄像头,各个飞行时间摄像头包括传感器阵列和激光发射器,各个飞行时间摄像头的传感器阵列具有光学轴线并接收由相应飞行时间摄像头的激光发射器发射的光脉冲的反射,飞行时间摄像头是围绕第一轴线布置的,以使各个传感器阵列具有一个或两个其它传感器阵列作为邻近传感器阵列,传感器阵列的光学轴线与其邻近传感器阵列中一者的光学轴线之间的绕第一轴线的角度不大于

$\frac{360^\circ}{n} + 20^\circ$, n是飞行时间摄像头数量。



1. 一种现实捕获装置(1、2),所述现实捕获装置被配置成执行用于生成环境的数字表示的测量过程,其中,所述现实捕获装置包括限定第一轴线(8)的主体,所述现实捕获装置包括具有一个或更多个2D摄像头(42、44)的成像单元,所述成像单元被配置成提供所述环境的二维图像数据,

其特征在于,

所述现实捕获装置(1、2)包括ToF摄像头装置,所述ToF摄像头装置被配置成捕获所述环境的三维点云数据并且包括至少两个飞行时间摄像头(30),其中,

各个飞行时间摄像头(30)包括传感器阵列(33)以及一个或更多个激光发射器(35),

所述飞行时间摄像头(30)中的各个飞行时间摄像头的所述传感器阵列(33)具有光学轴线(83)并且被配置成接收由相应飞行时间摄像头(30)的所述一个或更多个激光发射器(35)发射的光脉冲的反射,并且

所述至少两个飞行时间摄像头(30)是围绕所述第一轴线(8)布置的,以使各个传感器阵列具有一个或两个其它传感器阵列作为邻近传感器阵列,其中,传感器阵列的所述光学轴线(83)与该传感器阵列的邻近传感器阵列中的一个邻近传感器阵列的光学轴线(83)之间的绕所述第一轴线(8)的角度不大于 $\frac{360^\circ}{n} + 20^\circ$,其中,n是围绕所述第一轴线(8)布置的飞行时间摄像头(30)的数量。

2. 根据权利要求1所述的现实捕获装置(1、2),所述ToF摄像头装置包括围绕所述第一轴线(8)的至少三个飞行时间摄像头(30),以使各个传感器阵列(33)具有两个其它传感器阵列(33)作为邻近传感器阵列,其中,传感器阵列(33)的所述光学轴线(83)与该传感器阵列(33)的邻近传感器阵列中的一个邻近传感器阵列的光学轴线(83)之间的绕所述第一轴线(8)的角度不大于 140° 。

3. 根据权利要求1或2所述的现实捕获装置(1、2),其中,

所述飞行时间摄像头(30)中的各个飞行时间摄像头具有矩形传感器阵列(33),所述矩形传感器阵列具有平行于所述传感器阵列(33)的两条边并且正交于相应光学轴线(83)的纵向轴线(93),其中,各个传感器阵列(33)被设置成使得该传感器阵列(33)的纵向轴线(93)相对于与所述第一轴线(8)正交的第二轴线(9)倾斜,以使所述纵向轴线(93)与所述第二轴线(9)之间的角度 α 介于 10° 至 45° 之间,特别是约 35° ;和/或

所述传感器阵列(33)被布置成相对于所述第一轴线(8)倾斜,以使所述第一轴线与各个飞行时间摄像头的所述光学轴线(83)之间的角度 β 介于 45° 至 65° 之间、特别是约 55° ,

特别是其中,各个传感器阵列(33)的纵横比为4:3。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置(1、2),其中,

各个传感器阵列具有至少0.3兆像素的分辨率,特别是其中,各个传感器阵列具有至少 640×480 像素的分辨率;

所述传感器阵列被布置并且被配置用于共同地覆盖半球形视场的至少75%、特别是至少90%;和/或

所述激光发射器(35)包括激光二极管,所述激光二极管被设在所述相应飞行时间摄像头(30)的印刷电路板上和/或被配置成发射红外光。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置(1、2),其中,两个或更多个2D摄像

头(42)、特别是至少三个2D摄像头(42)围绕所述第一轴线(8)布置,其中,

所述2D摄像头(42)被布置并且被配置成共同地覆盖至少由所述传感器阵列覆盖的视场;

所述2D摄像头(42)被布置并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%、特别是至少90%;和/或

至少所述2D摄像头(42)的子集是超高清摄像头,特别是其中,所述超高清摄像头中的各个超高清摄像头被配置成提供具有至少20兆像素的图像。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置(1、2),其中,所述成像单元包括鱼眼摄像头装置,所述鱼眼摄像头装置具有高分辨率2D摄像头(44)和鱼镜头(40),所述鱼眼摄像头装置的所述高分辨率2D摄像头(44)和所述鱼镜头(40)被布置并且被配置成捕获覆盖围绕所述第一轴线的360°视场以及围绕与所述第一轴线(8)正交的第二轴线(9)的至少160°视场的图像数据,特别是其中,

所述鱼眼摄像头装置的所述高分辨率2D摄像头(44)和所述鱼镜头(42)被布置并且被配置成捕获覆盖围绕所述第一轴线的360°视场以及围绕所述第二轴线(9)的至少190°视场的图像数据,

所述高分辨率2D摄像头(44)具有与所述第一轴线(8)平行或者与所述第一轴线(8)重合的第一光学轴线(84),和/或

所述高分辨率2D摄像头(44)是超高清摄像头、特别被配置成提供具有至少20兆像素的图像的超高清摄像头。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置(1、2),其中,所述飞行时间摄像头(30)和所述至少一个2D摄像头(42、44)被集成到所述主体中,其中,所述主体具有壳体,所述壳体具有限定所述第一轴线(8)的侧表面,特别是其中,

所述侧表面是围绕所述第一轴线(8)沿圆周布置的,和/或

所述壳体包括能够透过红外辐射的可透过区域(50),并且所述激光发射器(35)被集成到所述壳体中并且被配置成发射穿过所述可透过区域(50)的红外激光束,特别是其中,所述飞行时间摄像头(30)在所述可透过区域(50)处被集成到所述壳体中。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置,其中,所述现实捕获装置是移动现实捕获装置(1),所述移动现实捕获装置被配置成由移动载体、特别是人、机器人、载具或飞行器携带并移动,并且被配置成在所述测量过程期间移动,所述移动现实捕获装置(1)包括定位单元(14),所述定位单元被配置成连续确定所述移动现实捕获装置(1)的姿态并且生成定位数据,特别是其中,

所述定位单元(14)包括惯性测量单元,和/或所述定位单元被配置成确定所述移动现实捕获装置(1)的轨迹;

所述移动现实捕获装置(1)被设计为在所述测量过程期间定向,以使所述第一轴线(8)竖直;和/或

所述移动现实捕获装置(1)包括手柄部分(10),并且所述移动现实捕获装置被配置成由人携带。

9. 根据权利要求8所述的现实捕获装置(1),所述现实捕获装置被配置成:当所述现实捕获装置(1)沿着路径移动通过所述环境时执行所述测量过程,在该测量过程期间,

利用所述飞行时间摄像头(30)连续捕获所述环境的三维点云数据,

利用所述一个或更多个2D摄像头(42、44)连续捕获所述环境的二维图像数据,

将所述定位单元(14)配置成在所述现实捕获装置(1)沿着所述路径移动时连续生成定位数据,并且基于所述定位数据来跟踪所述现实捕获装置(1)的姿态,特别是以6自由度来跟踪所述现实捕获装置(1)的姿态,以及

将所述现实捕获装置(1)配置成将所述捕获的点云数据和图像数据链接至所述点云数据和所述图像数据被捕获时的所述姿态,

特别是其中,所述飞行时间摄像头(30)以及所述一个或更多个2D摄像头(42、44)各自被配置成以每秒钟至少5次操作的速率、特别是以每秒钟至少25次操作的速率来捕获和提供所述三维点云数据和所述二维图像数据。

10. 根据权利要求8或9所述的现实捕获装置(1),其中,所述定位单元(14)被配置成执行:

ToF-SLAM功能,所述ToF-SLAM功能使用所述三维点云数据、特别是还使用所述成像单元的二维图像数据和/或所述定位单元(14)的定位数据来用于同时定位与地图构建;和/或

姿态和轨迹确定功能,所述姿态和轨迹确定功能用于基于所述成像单元的二维图像数据和/或基于三维点云数据、特别是还基于所述定位单元(14)的定位数据来连续确定所述现实捕获装置(1)的姿态和轨迹。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的现实捕获装置(1),其中,

至少所述激光发射器(35)的子集被配置成以图案的形式发射光脉冲,从而生成所述光脉冲的反射图案,并且

所述ToF摄像头装置被配置成使用所述反射图案来捕获三维点云数据,

特别是其中,

所述激光发射器(35)的所述子集包括光学镜头、光栅或网格以生成所述图案,和/或

所述现实捕获装置的定位单元(14)被配置成使用所述反射图案的所述三维点云数据以执行用于同时定位与地图构建的ToF SLAM功能。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的现实捕获装置(1),其中,

所述激光发射器(35)被配置成发射散射红外照明,

所述飞行时间摄像头(30)中的各个飞行时间摄像头的所述传感器阵列被配置成接收由所述相应飞行时间摄像头(30)的所述一个或更多个激光发射器(35)发射的所述散射红外照明的反射,

所述飞行时间摄像头(30)被配置成基于接收到的所述散射红外照明的反射来生成强度图像,以及

所述定位单元(14)被配置成执行视觉-SLAM和/或ToF-SLAM功能,所述视觉-SLAM和/或ToF-SLAM功能使用从所述飞行时间摄像头(30)接收到的所述强度图像、特别是还使用所述成像单元的二维图像数据和/或所述定位单元(14)的定位数据来用于同时定位与地图构建。

13. 根据权利要求8至12中任一项所述的现实捕获装置(1),其中,所述现实捕获装置包括手柄部分(10),所述现实捕获装置和所述手柄部分(10)被设计成使得所述现实捕获装置在所述测量过程期间能由使用者保持,其中,

所述现实捕获装置和所述手柄部分(10)被设计成使得所述现实捕获装置的所述第一轴线(8)被保持为倾斜远离所述使用者,特别是以相对于垂直方向小于 20° 的角度倾斜远离所述使用者;和/或

所述飞行时间摄像头(30)是围绕所述第一轴线(8)布置的,以使所述一个或更多个激光发射器(35)不将光脉冲发射到保持所述现实捕获装置的所述使用者的方向中,所述方向是由所述手柄部分(10)相对于所述第一轴线(8)的位置来限定的。

14.根据前述权利要求中任一项所述的现实捕获装置(1、2),所述现实捕获装置还包括:

处理器(16),所述处理器被配置成处理或预处理点云数据和/或图像数据;和/或

通信单元(15),所述通信单元被配置成将点云数据和/或图像数据上传和/或流传输至计算机或者公共云或企业云中,特别是其中,所述通信单元(15)是无线通信单元,所述无线通信单元被配置成经由WLAN、蓝牙或移动无线电来上传和/或流传输所述点云数据和/或图像数据,

特别是其中,所述处理器(16)被配置成预处理点云数据和/或图像数据,并且所述无线通信单元(15)被配置成上传和/或流传输经预处理的点云数据和/或图像数据,以允许在所述计算机或云处对经预处理的数据进行后处理。

15.一种使用移动现实捕获装置对环境进行空间映射的方法,特别是使用根据权利要求8至14中任一项所述的移动现实捕获装置(1)来对环境进行空间映射的方法,所述方法包括以下步骤:在沿着路径移动通过所述环境时连续捕获所述环境的三维点云数据和二维图像数据,其中,

所述二维图像数据是由一个或更多个2D摄像头(42、44)捕获的,所述一个或更多个2D摄像头被布置在所述现实捕获装置上并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%;

所述环境的所述三维点云数据是利用多个飞行时间摄像头(30)同时捕获的,各个飞行时间摄像头(30)包括传感器阵列以及一个或更多个激光发射器(35),所述传感器阵列接收由相应飞行时间摄像头(30)的所述一个或更多个激光发射器(35)发射的光脉冲的反射,所述传感器阵列被布置在所述现实捕获装置上并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%;以及

在沿着所述路径移动时连续生成定位数据,基于所述定位数据来跟踪位置,并且将捕获的点云数据和图像数据链接至所述点云数据和所述图像数据被捕获时的所述位置。

现实捕获装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于生成环境的数字三维表示、特别是在建筑物内进行测绘的现实捕获装置。

背景技术

[0002] 建筑物和周围地形的测绘例如是建筑师或工匠所关注的,以便分别快速评估房间的实际状况或者建筑工地的施工进度,例如,以高效地计划接下来的工作步骤。借助于实际状态的数字可视化(例如采用点云或矢量文件模型的形式),或者借助于增强现实功能,可以检查针对进一步的步骤的不同选项或扩展选项,并且可选地以易于访问的方式呈现给员工或客户。

[0003] 而且,将三维(3D)监视系统用于监测城市内的神经节点(诸如火车站、机场、城市公园或其它繁忙的公共场所),或者保护受限或危险区域(例如工业厂房、建筑工地或商业综合体)。而且,可以支持设施的运营,例如监督管理仓库或停车场。

[0004] WO 2020/126123 A2公开了一种包括激光扫描仪和至少一个摄像头的紧凑型现实捕获装置。利用该装置,可以借助于发射测量激光束的激光扫描仪(例如使用脉冲化电磁辐射)来对环境进行光学扫描和测量,其中,接收来自环境的反向散射表面点的回波,并且导出距该表面点的距离并将该距离与关联的测量激光束的角发射方向相关联。以这种方式,生成三维点云。例如,距离测量可以基于脉冲的飞行时间、形状和/或相位。对于附加信息,例如借助于RGB摄像头或红外摄像头,将激光扫描仪数据与摄像头数据组合,特别是提供高分辨率光谱信息。现实捕获装置可以是固定安装的监测系统。另选地,现实捕获装置可以是移动的并且被配置成同时提供测绘数据并定位数据,例如其中,至少该装置的轨迹数据(例如位置和/或姿态数据)提供有探测数据(例如激光扫描仪数据和/或摄像头数据),使得可以将现实捕获装置的不同位置的探测数据组合成公共坐标系。可以将现实捕获装置配置成例如借助于同时定位与地图构建(SLAM)功能来自主创建新环境的3D地图。

[0005] 尤其对于移动应用来说,期望具有一种比现有装置更轻且更容易使用的现实捕获装置。

[0006] 已知可以使用飞行时间(ToF)摄像头(尤其是针对短距离测量的室内应用)来生成可以被用于类似应用的网格,就像由激光扫描仪生成的点云一样。与传统的扫描系统相比,基于ToF-传感器-芯片的系统的主要优点是能够在非常短的时间内同时采集多个3D点。这意味着这些系统即使在低分辨率(与具有非常高分辨率的传统图像传感器相比)的情况下也具有相对高的数据采集率。另外,所采集的空间中的3D点是例如以矩形形式均匀设置的,这与传统扫描系统相反,传统的扫描系统递送不适于后处理或部署SLAM算法的“扫描迹线”。

[0007] 已经开发了紧凑型ToF摄像头以供移动电话和平板计算机使用。然而,这些应用主要专注于增强现实应用或扩展现实应用以及用于内置摄像头的改进的姿态估计。由于有限的视场,使用具有ToF摄像头的移动电话或平板计算机的空间映射是麻烦的、易出错的且耗

时的。

发明内容

[0008] 因此,本发明的目的是提供一种改进的现实捕获装置。

[0009] 一个特别的目的是,提供这样一种改进的现实捕获装置,即,其具有不太复杂的装置(setup)(特别是较少或没有移动部件),使得其更容易构建、需要较少的维护并且通常更耐用。

[0010] 另一目的是,提供这样一种改进的现实捕获装置,其允许更容易和/或更快地捕获各种环境。

[0011] 其他目的是,提供这样一种改进的现实捕获装置,其允许在360°内(特别是以至少半球形的视场)来即时捕获图像数据和3D点信息。

[0012] 这些目的中的至少一个目的是通过独立权利要求书的特征化的特征来实现的。以另选或有利的进一步开发本发明的特征可以在从属权利要求中找到。

[0013] 本发明的第一方面涉及一种现实捕获装置,该现实捕获装置被配置成执行用于生成环境的数字表示(例如,三维(3D)点云或网格)的测量过程。该装置包括:限定第一轴线的主体;以及具有一个或多个摄像头(2D摄像头)的成像单元,并且该成像单元被配置成提供环境的二维(2D)图像数据。

[0014] 该装置还包括飞行时间(ToF)摄像头装置,该摄像头装置被配置成捕获环境的3D点云数据并且包括围绕第一轴线布置的至少两个ToF摄像头。各个ToF摄像头均包括传感器阵列以及一个或多个激光发射器。所述ToF摄像头中的各个ToF摄像头的传感器阵列均具有光学轴线并且被配置成接收由相应ToF摄像头的一个或多个激光发射器发射的光脉冲的反射。

[0015] 所述ToF摄像头(或者更精确地:它们的传感器阵列)是围绕第一轴线布置的,以使各个ToF摄像头均具有一个其它ToF摄像头(在正好两个ToF摄像头的情况下)或两个其它ToF摄像头(在多于两个ToF摄像头的情况下)作为邻近ToF摄像头(或邻近传感器阵列),其中,传感器阵列的光学轴线与其邻近传感器阵列中的一个邻近传感器阵列的光学轴线之间的(绕第一轴线)的角度不大于 $\frac{360^\circ}{n} + 20^\circ$,其中,n是围绕第一轴线设置的飞行时间摄像头的数量。

[0016] 例如,在围绕第一轴线均匀分布的正好两个ToF摄像头的情况下,邻近光学轴线之间的各个角度均为180°(2×180°=360°)。然而,对于一些应用,在340°的视场中捕获3D数据可能就足够了。因此,只要邻近光学轴线之间的角度不超过200°,摄像头就可以不均匀地分布。

[0017] 根据现实捕获装置的一个实施方式,ToF摄像头装置包括围绕第一轴线(8)的至少三个飞行时间摄像头,以使各个传感器阵列(33)均具有两个其它传感器阵列(33)作为邻近传感器阵列,其中,传感器阵列(33)的光学轴线(83)与其邻近传感器阵列中的一个邻近传感器阵列的光学轴线之间的绕第一轴线(8)的角度不大于140°。

[0018] 例如,在围绕第一轴线均匀分布的正好三个ToF摄像头的情况下,邻近光学轴线之间的各个角度均为120°(3×120°=360°)。然而,由于在340°的视场中捕获3D数据可能就足

够了。因此,只要邻近光学轴线之间的角度不超过 140° ,摄像头就可以不均匀地分布。

[0019] 根据现实捕获装置的另一实施方式,所述ToF摄像头中的各个ToF摄像头均具有矩形传感器阵列,该矩形传感器阵列具有平行于传感器阵列的两条边并且正交于相应光学轴线的纵向轴线。例如,各个矩形传感器阵列均可以具有4:3的纵横比。各个矩形传感器阵列均可以被布置成,使得其纵向轴线相对于与第一轴线正交的第二轴线倾斜,以使纵向轴线与所述第二轴线之间的角度介于 10° 到 45° 之间,例如, 35° 或约 35° 。有利地,这允许减小或避免所覆盖的视场中的间隙,尤其是在捕获圆顶形(例如,半球形)视场的情况下。

[0020] 根据现实捕获装置的另一实施方式,该传感器阵列被布置成相对于第一轴线倾斜,以使第一轴线与各个ToF摄像头的光学轴线之间的角度介于 45° 到 65° 之间,特别是约 55° 。像这样指向上方的ToF摄像头便于捕获半球形或圆顶形视场。

[0021] 在一些实施方式中,各个传感器阵列均具有至少0.3兆像素的分辨率,例如,至少 640×480 像素的分辨率。

[0022] 在一些实施方式中,该传感器阵列被布置并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%,特别是至少90%。

[0023] 在一些实施方式中,该激光发射器包括被设在相应飞行时间摄像头的印刷电路板上的激光二极管,和/或该激光发射器被配置成发射红外光。

[0024] 根据现实捕获装置的一些实施方式,将成像单元的两个或更多个2D摄像头、特别是至少三个2D摄像头围绕第一轴线布置。

[0025] 在一个实施方式中,所述两个或更多个2D摄像头被布置并且被配置成共同地覆盖至少由传感器阵列覆盖的视觉视场,或者由传感器阵列覆盖的视觉视场的至少90%。

[0026] 在一个实施方式中,所述两个或更多个2D摄像头被布置并且被配置成共同地覆盖半球形视觉视场的至少75%、特别是至少90%, -或者半球形视觉视场的至少 340° (绕第一轴线)的至少90%。

[0027] 在一些实施方式中,该成像单元包括一个或更多个超高清(UHD)摄像头,该UHD摄像头例如被配置成提供具有至少20兆像素的图像。

[0028] 根据现实捕获装置的另一实施方式,该成像单元包括鱼眼摄像头装置,该鱼眼摄像头装置具有高分辨率2D摄像头和鱼眼镜头,该鱼眼摄像头装置的摄像头和鱼眼镜头被布置并且被配置成捕获覆盖围绕第一轴线的 360° 视场以及围绕与第一轴线正交的第二轴线的至少 160° 视场的图像数据。

[0029] 在一个实施方式中,该鱼眼摄像头装置的高分辨率2D摄像头和鱼眼镜头被布置并且被配置成捕获覆盖围绕第一轴线的 360° 视场以及围绕第二轴线的至少 190° 视场的图像数据。

[0030] 在另一实施方式中,该高分辨率2D摄像头具有与第一轴线平行或者与第一轴线重合的第一光学轴线。

[0031] 在另一实施方式中,该高分辨率2D摄像头是UHD摄像头,该UHD摄像头例如被配置成提供具有至少20兆像素的图像。

[0032] 根据现实捕获装置的一些实施方式,该飞行时间摄像头和所述至少一个2D摄像头被集成到该装置的主体中,其中,该主体具有壳体,该壳体具有限定第一轴线的侧表面。例如,该侧表面可以围绕第一轴线沿圆周布置。

[0033] 在一个实施方式中,该壳体包括能够透过红外辐射的区域,并且该激光发射器被集成到壳体中并且被配置成发射穿过可透过区域的红外激光束,特别地,该ToF摄像头的传感器阵列也被集成到壳体的可透过区域中。

[0034] 根据一些实施方式,该现实捕获装置是移动现实捕获装置,该移动现实捕获装置被配置成由移动载体(例如,人、机器人、载具或飞行器(例如,UAV))携带并移动,并且被配置成在测量过程期间移动。该移动现实捕获装置包括定位单元,该定位单元被配置成连续确定移动现实捕获装置的姿态并且生成定位数据。

[0035] 在一些实施方式中,所述定位单元包括惯性测量单元(IMU),和/或所述定位单元被配置成确定移动现实捕获装置的轨迹。

[0036] 在一些实施方式中,该移动现实捕获装置被设计为在测量过程期间定向,以使第一轴线竖直(upright)。

[0037] 在一些实施方式中,该移动现实捕获装置包括手柄部分,并且该移动现实捕获装置被配置成由人携带。

[0038] 根据一个实施方式,该移动现实捕获装置被配置成,当该移动现实捕获装置沿着路径移动通过环境时执行测量过程。在该测量过程期间,

[0039] -利用ToF摄像头连续捕获环境的3D点云数据,

[0040] -利用所述一个或更多个2D摄像头连续捕获环境的2D图像数据,

[0041] -将该定位单元配置成在所述装置沿着所述路径移动时连续生成定位数据,并且基于该定位数据,特别是以六自由度(6DOF)来跟踪所述装置的姿态,以及

[0042] -将所述装置配置成将所捕获的点云数据和图像数据链接至所述点云数据和图像数据被捕获时的姿态。

[0043] 在一个实施方式中,该ToF摄像头以及所述一个或更多个2D摄像头均被配置成以每秒钟至少5次操作的速率,特别是以每秒钟至少25次操作的速率来分别捕获和提供3D点云数据和2D图像数据。

[0044] 根据移动现实捕获装置的一个实施方式中,该定位单元被配置成执行ToF-SLAM功能,该ToF-SLAM功能使用3D点云数据,特别是还使用成像单元的2D图像数据和/或定位单元的定位数据来用于同时定位与地图构建。

[0045] 根据移动现实捕获装置的另一实施方式中,该定位单元被配置成执行姿态和轨迹确定功能,该姿态和轨迹确定功能用于基于成像单元的2D图像数据和/或基于3D点云数据、特别是还基于定位单元的定位数据来连续确定所述装置的姿态和轨迹。

[0046] 根据移动现实捕获装置的另一实施方式中,至少激光发射器的子集被配置成以图案的形式发射光脉冲,从而生成该光脉冲的反射图案,并且该ToF摄像头装置被配置成使用反射图案来捕获3D点云数据。例如,该激光发射器的子集可以包括光学镜头、光栅和/或网格以生成所述图案。在一个实施方式中,该定位单元被配置成使用反射图案的3D点云数据以执行用于同时定位与地图构建的ToF-SLAM功能。

[0047] 根据移动现实捕获装置的另一实施方式中,该激光发射器被配置成发射散射红外照明,并且所述飞行时间摄像头中的各个飞行时间摄像头的传感器阵列均被配置成接收由相应飞行时间摄像头的所述一个或更多个激光发射器发射的散射红外照明的反射。该飞行时间摄像头被配置成基于所接收到的散射红外照明的反射来生成强度图像,以及该定位单

元被配置成执行视觉SLAM (V-SLAM) 和/或ToF-SLAM功能,该V-SLAM和/或ToF-SLAM功能使用从飞行时间摄像头接收到的强度图像、特别是还使用成像单元的二维图像数据和/或定位单元的定位数据来用于同时定位与地图构建。

[0048] 在一些实施方式中,该移动现实捕获装置被设计为在测量过程期间定向,以使第一轴线竖直 (upright)。

[0049] 根据一些实施方式,该移动现实捕获装置包括手柄部分,所述装置和手柄部分被设计成使得所述装置在测量过程期间可以由使用者保持。

[0050] 在一个实施方式中,所述装置和手柄部分被设计成使得所述装置的第一轴线被保持倾斜远离使用者,特别是以相对于垂直 (vertical) 方向小于 20° (例如,介于 10° 到 20° 之间) 的角度倾斜远离使用者。

[0051] 在另一实施方式中,该飞行时间摄像头是围绕第一轴线布置的,以使所述一个或更多个激光发射器不将光脉冲发射到保持所述装置的使用者的方向中,所述方向是由手柄部分相对于第一轴线的位置来限定的。

[0052] 根据另一实施方式,该现实捕获装置包括:处理器,该处理器被配置成处理或预处理点云数据和/或图像数据;和/或通信单元,该通信单元被配置成将点云数据和/或图像数据上传和/或流传输至计算机或者公共云或企业云中。例如,该通信单元可以是无线通信单元,该无线通信单元被配置成经由WLAN、蓝牙或移动无线电来上传和/或流传输点云数据和/或图像数据。

[0053] 在一个实施方式中,该处理器被配置成预处理点云数据和/或图像数据,并且该无线通信单元被配置成上传和/或流传输经预处理的点云数据和/或图像数据,以允许在计算机或云处对该经预处理的数据进行后处理。

[0054] 本发明的第二方面关于一种使用移动现实捕获装置,特别是根据本发明的第一方面的移动现实捕获装置来对环境进行空间映射的方法。所述方法包括以下步骤:在沿着路径移动通过环境时连续捕获该环境的3D点云数据和2D图像数据,其中,

[0055] -该2D图像数据是由一个或更多个2D摄像头捕获的,所述一个或更多个2D摄像头被布置在所述装置上并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%;

[0056] -该环境的3D点云数据是利用多个ToF摄像头同时捕获的,各个ToF摄像头均包括传感器阵列以及一个或更多个激光发射器,该传感器阵列接收由相应ToF摄像头的所述一个或更多个激光发射器发射的光脉冲的反射,该传感器阵列被布置在所述装置上并且被配置成共同地覆盖半球形视场的至少75%;以及-在沿着所述路径移动时连续生成定位数据,基于该定位数据来跟踪位置,以及将所捕获的点云数据和图像数据链接至所述点云数据和图像数据被捕获时的位置。

附图说明

[0057] 下面参照附图中示意性地示出的工作示例,完全以示例的方式,对本发明的各方面进行更详细描述或解释。附图中利用相同的标号来标记相同的要素。所描述的实施方式通常不按真实比例示出,并且这些实施方式也不应被解释为限制本发明。

[0058] 图1示出了移动现实捕获装置在建筑物测绘中的示例性应用;

[0059] 图2a、图2b示出了根据本发明的移动现实捕获装置的两个示例性实施方式;

- [0060] 图3a、图3b示出了根据本发明的固定现实捕获装置的两个示例性实施方式；
- [0061] 图4a、图4b示出了根据本发明的现实捕获装置的两个示例性实施方式的传感器单元；
- [0062] 图5a、图5b、图5c、图5d例示了根据本发明的现实捕获装置的示例性传感器单元的细节；以及
- [0063] 图6示出了根据本发明的现实捕获装置的示例性实施方式的内部组件。

具体实施方式

[0064] 图1示出了移动现实捕获装置1在建筑结构或房地产领域的示例性应用，例如其中，建筑师或潜在的购房者期望具有房间或整个建筑物的3D模型，该3D模型用于提供细节或潜在扩展计划的改进可视化。

[0065] 移动现实捕获装置1包括例如用于提供同时定位与地图构建 (SLAM) 功能的定位单元，并且被配置成由使用者携带通过房间。现实捕获装置1的传感器单元3包括：飞行时间 (ToF) 摄像头单元，该ToF摄像头单元包括多个ToF摄像头；以及成像单元，该成像单元包括至少一个“常规” (即，二维 (2D)) 高分辨率 (HR) 摄像头。

[0066] ToF摄像头是本领域公知的距离成像摄像头系统，并且采用飞行时间技术，通过测量例如由激光器或LED提供的人工光信号的往返时间或相移来针对图像的各个点解析摄像头与被测点 (subject) 之间的距离。基于激光的ToF摄像头是更广泛类别的“无扫描”LIDAR (即，不具有机械移动扫描元件的LIDAR，也被称为“固态LIDAR”) 的一部分，其中，与诸如在扫描LIDAR系统中利用激光束逐点方式相比，利用各个激光脉冲来捕获整个场景 (或整个场景的大部分)。与标准2D摄像头相比，ToF摄像头的空间分辨率通常较低。与用于捕获3D图像的其它3D激光扫描方法相比，ToF摄像头操作更快并且提供更好的点网格。

[0067] 通常，ToF摄像头测量发射光信号与检测到返回反射信号之间的时间延迟。有时，这些摄像头也被称为距离成像摄像头或RIM摄像头。存在可以使用的不同类型的ToF摄像头。根据本发明的现实捕获装置的一些实施方式可以包括使用直接飞行时间 (dToF) (即，直接测量两个相邻脉冲之间的时间延迟) 的ToF摄像头。这些也被称为脉冲化飞行时间 (pToF)。其它实施方式可以包括使用间接飞行时间 (iToF) (即，使用周期性波形和相位延迟来获得时间延迟) 的ToF摄像头。这些也被称为连续波飞行时间 (cwToF)。

[0068] 在移动现实捕获装置1的运动期间对房间进行测绘，其中，ToF摄像头和成像单元在不同位置捕获的数据 (例如在SLAM (同时定位与地图构建) 功能的范围内) 借助于定位单元进行彼此参照。由于使用者的移动，因此，可以从不同的角度测量目标和空间区域，结果是可以避免阴影和/或死角。

[0069] 各个ToF摄像头均具有一个或更多个激光发射器，该激光发射器被布置并且被配置成朝着位于同一ToF摄像头的传感器阵列的视场中的周围环境的表面发射光脉冲。出于执行SLAM的目的，光脉冲可以离散地发射，并且不需要分布覆盖整个视场。

[0070] 移动现实捕获装置1的侧表面限定移动现实捕获装置的第一轴线8，其中，在所示例性实施方式中，侧表面是围绕竖立轴线沿圆周设置的。该装置被设计为在测量过程期间保持成使得第一轴线8是竖直的，即，垂直轴线。ToF摄像头单元和成像单元两者的摄像头都被定位并且被配置成各自覆盖围绕第一轴线8的大于180°的视场，特别是完整的360°全

景。

[0071] 取决于摄像头的数量和分布,尤其是ToF摄像头单元的传感器的视场可能具有一些间隙。这些间隙总共不应超过全圆顶视场的25%,优选是小于10%。

[0072] 在一些实施方式中,由于使用者的头部可能遮挡视场,因此,可以将ToF摄像头单元的可视视场限制成不考虑被使用者正常遮挡的部分,以使仅覆盖完整全景的约340°或350°。这允许使用更少的ToF摄像头和/或减小视场的无遮挡部分中的间隙。

[0073] 另选地,为了防止视场被使用者的头部遮挡,可以将该装置保持成使得第一轴线8朝着运动方向倾斜,即,远离使用者,例如,倾斜高达20°。可以将该装置的手柄可选地设计成使得该装置既能够倾斜又能够竖直取向。

[0074] 成像单元的2D摄像头可以包括:被配置成在视觉SLAM(V-SLAM)功能中使用的一个或多个摄像头;例如用于对环境的数字表示(3D点云或网格)进行着色的一个或多个彩色摄像头;例如用于提供高分辨率细节图像的一个或多个高分辨率摄像头;一个或多个高动态范围(HDR)摄像头(例如,单曝光HDR摄像头);例如用于标识表面特性或区分不同种类的表面的一个或多个多光谱(特别是高光谱)摄像头;以及例如用于提供温度信息的一个或多个热像仪。特别地,一个或多个摄像头可以包括多于一个或者全部上述特征。

[0075] 移动现实捕获装置1还可以包括其它传感器或者具有附加的辅助装置接口,例如用于附接GNSS接收器或显示器的接口。特别地,移动现实捕获装置1被配置成与配套装置(例如,计算机、平板计算机或智能手机)的外部处理单元进行通信,该外部处理单元被配置成处理现实捕获装置1的测量数据中的至少部分测量数据,例如用于参照常规摄像头数据与ToF摄像头数据或者用于提供扩展显示功能。

[0076] 特别地,现实捕获装置1被配置成:例如经由WLAN或蓝牙连接,借助于相对于测量过程同时开始的或者至少在时间上接近的数据流传输来将测量数据发送至外部处理单元,以使在外部处理单元上对测量数据的处理可以基本上与数据获取并行进行。例如,通过这种方式,例如借助于被联接至移动现实捕获装置1的显示器,可以将测量数据作为持续增长的着色3D点云或网格连续显示给用户。

[0077] 可以将定位单元配置成以六个自由度(6DOF)来确定移动现实捕获装置1的轨迹,即,涉及移动现实捕获装置的位置和取向(姿态)。特别地,移动现实捕获装置1可以被配置用于通过涉及以下项中的至少一项来进行同时定位与地图构建(SLAM)以生成三维地图:惯性测量单元(IMU-SLAM)的数据、用于视觉SLAM(V-SLAM)的摄像头单元的图像数据、以及(类似于LIDAR-SLAM的)使用针对基于ToF的SLAM地图构建(ToF-SLAM)的ToF摄像头的的数据。在V. Castañeda、D. Mateus和N. Navab的论文“SLAM combining ToF and High-Resolution cameras”(Computer Aided Medical Procedures (CAMP), Technische Universität München)中一般性地描述了这种方法。

[0078] 除了定位单元以外,现实捕获装置1可以附加设有定位单元(诸如全球导航卫星系统(GNSS)收发器或罗盘),例如用于相对于全局坐标系定位(referencing)移动现实捕获装置的数据。

[0079] 使用装置1,操作者可以执行对环境进行空间映射的方法,其中,该方法包括以下步骤:在移动通过环境时连续捕获该环境的3D点云数据和2D图像数据。根据本发明的一些实施方式,环境的3D数据是由被布置并且被配置成共同地覆盖至少半球形视场的多个ToF

摄像头捕获的,图像数据是由被布置并且被配置成共同地覆盖至少半球形视场的一个或更多个数字摄像头捕获的,并且定位数据是在沿着路径移动通过环境时连续地生成的,基于该定位数据跟踪位置,并且将所捕获的点云数据和图像数据链接至它们被捕获时的位置处。三个ToF摄像头可以同时、顺序地或者交错地捕获数据。位置还可以包括取向,特别是以6DOF取向。

[0080] 另选地,可以将移动现实捕获装置配置成由机器人、载具或飞行器(例如,无人驾驶飞行器(UAV))携带和移动。

[0081] 图2a和图2b各自示出了移动现实捕获装置1的示例性实施方式,各个装置均包括手柄部分10和传感器单元3。各个传感器单元3均包括:具有三个ToF摄像头30的ToF摄像头单元,以及具有一个或更多个RGB摄像头40、42的成像单元。当然,取决于装置的形状和必要的或期望的视场,可以选择不同数量的ToF摄像头30。

[0082] 可以将移动现实捕获装置可选地配置成仅需要被集成到装置中的最少数量的控件(controls)。在所示示例中,该装置仅具有单个集成控制元件11,该控制元件具有活动状态和不活动状态并且可经由外部动作切换以呈现活动状态或不活动状态。

[0083] 现实捕获装置的单独测量程序和/或动作可以由以下项中的至少一项来触发:控制元件11的状态从不活动状态改变成活动状态、控制元件11的状态从活动状态改变成不活动状态、在限定的时间段期间借助于持久的外部效应(例如,连续按压控制按钮)来切换控制元件11、控制元件11在活动状态与不活动状态之间的编码序列的状态变化、以及在限定的时间段内在控制元件11上的编码序列的暂时持久的外部效应。这样的测量程序或动作可以包括以下项中的至少一项:开始定义的测量过程、或者中断、取消或重启该测量过程。

[0084] 还可以将移动现实捕获装置1配置成使得所定义的测量程序和动作被存储在所述装置上,和/或新的测量程序和动作可以由用户例如经由用于将命令指派给控制元件11的状态和/或状态变化的对应输入功能来进行定义。

[0085] 移动现实捕获装置1还可以包括光指示器12,该光指示器10例如用于以这样的方式指示装置状态,即,状态指示在围绕现实捕获装置的竖立轴线的所有方位的方向上看起来都是一致的。而且,可以将光指示器12配置成为操作者提供引导指令。

[0086] 图2a的移动现实捕获装置1的传感器单元3包括:具有三个ToF摄像头30(在该视图中仅其中两个ToF摄像头是可见的)的ToF摄像头单元,以及包括“鱼镜头”40(即,生成强视觉失真以创建半球形或几乎半球形图像的超广角镜头)的单个鱼眼摄像头装置(setup)。所述鱼眼摄像头装置允许在围绕装置的垂直第一轴线8的360°内捕获图像数据。鱼眼摄像头的光学轴线可以与第一轴线8重合或平行。

[0087] 图2b的移动现实捕获装置1的传感器单元3包括与图2a相同的ToF摄像头单元。代替鱼眼摄像头,本实施方式中的成像单元包括被布置在所述三个ToF摄像头30之间的三个摄像头42(在该视图中仅一个摄像头可见)。将这三个摄像头42布置成使得它们在围绕垂直第一轴线8的360°内捕获图像数据。

[0088] 尽管将三个RGB摄像头42和三个ToF摄像头30描绘为定位于同一水平面,但是其它配置当然也是可以的,其中,将摄像头定位在不同的水平面处。而且,RGB摄像头42和ToF摄像头30的数量可以高于或低于三个,其中,需要两个或更多个ToF摄像头30。

[0089] 图3a和图3b各自示出了固定安装的现实捕获装置2的示例性实施方式,各个传感

器单元3均包括:具有三个ToF摄像头30的ToF摄像头单元,以及具有一个或更多个摄像头40、42的成像单元。将装置2附接至基部20,该基部可以被固定地安装在移动或不动的目标(例如,载具或屋顶或墙壁)上。可以将基部安装成使得第一轴线8是垂直的或水平的或者在垂直与水平之间成任何角度。

[0090] 图3a的所安装的现实捕获装置2的传感器单元3包括:具有三个ToF摄像头30(在该视图中仅其中两个ToF摄像头是可见的)的ToF摄像头单元,以及包括用于在围绕该装置的第一轴线8的360°内捕获图像数据的鱼镜头40的单个鱼眼摄像头。鱼眼摄像头的光学轴线可以与第一轴线8重合或平行。

[0091] 图3b的所安装的现实捕获装置2的传感器单元3包括与图2a相同的ToF摄像头单元。代替鱼眼摄像头,本实施方式中的成像单元包括被布置在所述三个ToF摄像头30之间的三个摄像头42(在该视图中仅一个摄像头可见)。将这三个摄像头装置成使得它们在围绕第一轴线8的360°内捕获图像数据。

[0092] 图4a和图4b各自示出了图2a、图2b以及图3a、图3b的现实捕获装置的传感器单元3。在背面和内部的摄像头在这里用虚线可见。在两个实施方式中,传感器单元3包括三个ToF摄像头30,所述三个ToF摄像头30围绕传感器单元3的壳体以相同的距离布置,以覆盖半球形视场。

[0093] 在图4a的传感器单元3的内部,使高清2D摄像头44朝着鱼镜头40取向,以在半球形视场中以高分辨率捕获图像。在图4b的传感器单元3的外表面上,将三个高清2D摄像头42定位在ToF摄像头30之间,以覆盖半球形视场。

[0094] 图5a和图5c更详细地例示了图4a的传感器单元3的示例性实施方式。

[0095] 图5a示出了单元30的顶部上的鱼镜头40,该鱼镜头被配置成使得摄像头44能够以360°×190°的视场来捕获图像。

[0096] 在该实施方式中,这三个ToF摄像头30中的各个ToF摄像头被三个红外激光发射器35包围着,其中,该ToF摄像头被配置成接收由红外激光发射器35发射的光脉冲的反射,并且使用已知的飞行时间原理测量距反射表面的距离。

[0097] 这些激光发射器35可以是无源发射器,其被连接至该装置的(可选地由例如掺铒光纤放大器放大的)中心激光源,该无源发射器例如包括光纤耦合、衍射光栅或光纤分束(fiber-splitting)。另选地,激光发射器35可以是有源发射器(例如,激光二极管或垂直腔面发射激光器(VCSEL)阵列),其可以被设置在与相应的ToF摄像头30相同的印刷电路板上。另外,可以将透镜放置在VCSEL的前方以准直所发射的激光束。

[0098] 在所示示例中,将红外激光发射器35(与ToF摄像头30一起)定位在传感器单元3的壳体的可透过红外光的区段(IR可透区段50)中。这允许将敏感激光源隐藏在壳体内部并且使光脉冲穿过IR可透区段50发射到环境的表面上。

[0099] 可以将由ToF摄像头捕获的范围图像(range image)用于基于ToF的SLAM。为了减少范围图像中的噪声并且增强SLAM的准确度和/或距离范围,可以将发射器35中的一些或全部发射器配置成将恒定的光图案投射到周围环境中,以使仅ToF传感器的像素的子集接收来自这些发射器35发射的光的反射的周围环境的范围信息。基于ToF的SLAM可选地可以由使用2D摄像头的视觉SLAM支持。

[0100] 在一个实施方式中,可以将发射器35中的一些或全部发射器配置成例如通过使光

投射通过衍射或折射光栅或网格来投射光图案,而将其它发射器35配置成发射没有图案的光,以使反射完全照射ToF传感器。如果发射器35顺序地发射光,则可以将图案化的、不完整但准确的范围图像用于增强完整但有噪声的范围图像的结果。

[0101] 另外地或者另选地,可以将ToF摄像头配置成捕获强度图像。该强度图像包括周围环境的亮度信息,并且可以被用于在装置移动通过周围环境时基于这些强度图像来执行视觉SLAM。为了生成强度图像,发射器可以发射散射光而不是投射图案。由于发射器35发射红外光,因此,该视觉SLAM对于使用者是不可见的。

[0102] 图5b例示了摄像头相对于彼此的示例性装置,其允许三个ToF摄像头30的半球形视场。通过鱼镜头40捕获图像的摄像头44的光学轴线84与第一轴线8重合。

[0103] ToF摄像头30的传感器阵列的组合视场中的间隙的数量和尺寸应当尽可能小。如果在测量期间装置是移动的并且移动通过周围环境,则一些间隙是可接受的。然而,在半球形视场中,间隙仍然总共不应超过25%,优选是小于10%。此外,应当将传感器阵列布置成使得各个传感器阵列仅接收已经由同一ToF摄像头30的激光发射器发射的那些光脉冲的反射,而不接收其它光脉冲的反射。从而,ToF摄像头30的传感器阵列应当以尽可能少的重叠来布置。

[0104] 为了减少重叠和间隙两者,将三个ToF摄像头30围绕传感器单元3的壳体布置成彼此等距,即,彼此成 120° 的角度。而且,将ToF摄像头30定向成,使得它们的光学轴线83与第一轴线8成约 55° 的角度。

[0105] 优选地,各个ToF摄像头均具有矩形传感器阵列以覆盖矩形视场。可以将ToF摄像头垂直布置(即,阵列的纵向轴线与第一轴线8正交)或竖直布置(即,绕相应摄像头的光学轴线83旋转 90°)。

[0106] 为了以具有尽可能少和小的间隙(甚或根本没有任何间隙)的ToF摄像头视场覆盖半球的顶部,将ToF摄像头优选地布置成使得ToF摄像头30中的各个ToF摄像头的矩形视场绕相应摄像头的光学轴线83旋转约 35° ,即,使得阵列的纵向轴线相对于与第一轴线8正交的第二轴线旋转约 35° 。最佳结果的确切量可以在 10° 到 80° 之间变化,并且尤其取决于矩形阵列的宽高比以及传感器单元3上的各个摄像头的数量和确切位置。

[0107] 可以与这种装置一起使用的合适的ToF摄像头30例如可以具有分辨率为 640×480 像素、像素尺寸为 $5\mu\text{m}$ 以及对角线为 4.0mm (例如, $3.2\text{mm} \times 2.4\text{mm}$)的矩形ToF传感器阵列。鱼眼摄像头44的示例性合适的RGB传感器可以具有 5496×3694 像素的分辨率、 $2.4\mu\text{m}$ 的像素尺寸以及 15.86mm 的对角线(例如, $13.19\text{mm} \times 8.86\text{mm}$)。

[0108] 图5c示出了倾斜于上面提及的第二轴线9布置的ToF摄像头的传感器阵列33。第二轴线9与第一轴线8正交。传感器阵列33的发射轴线(emission axis)83直接指向旁观者。传感器阵列33是纵横比约为4:3的矩形。平行于矩形传感器阵列33的边中的两条边的纵向轴线93与发射轴线83正交,并且相对于第二轴线9倾斜角度 α (例如,介于在 10° 到 45° 之间,例如约 20° 或约 35°)。

[0109] 图5d示出了倾斜于上面提及的第一轴线8布置的ToF摄像头的传感器阵列33。发射轴线83与矩形传感器阵列33正交并且相对于第一轴线8倾斜角度 β (例如,大于 30° ,特别是介于 45° 到 65° 之间,例如约 55°)。

[0110] 图6示出了根据本发明的示例性现实捕获装置的内部组件。将传感器单元3安装至

第二部分,该第二部分可以被具体实施为如参照图2a和图2b所描述的移动现实捕获装置1的手柄部分,或者被具体实施为如参照图3a和图3b所描述的固定安装的现实捕获装置2的基部20。传感器单元3包括具有摄像头44和超广角“鱼镜头”的鱼眼摄像头装置,以用于以(至少)半球形视场来捕获图像数据。传感器单元3还包括多个ToF摄像头30,各个ToF摄像头均包括ToF传感器阵列以及一个或更多个激光发射器35(例如,激光二极管)。在所示的简化示例中,存在两个ToF摄像头30,然而,也可以使用三个或者多于三个ToF摄像头30,以便覆盖360°的视场。

[0111] 第二部分(即,手柄部分或基部)包括能量提供单元13,该能量提供单元13用于向第二部分的其它组件并且向传感器单元3提供电能。它可以包括可再充电电池或者用于接受一个或更多个可更换电池的一个或更多个插座。另选地或者附加的,能量提供单元13可以包括用于连接至外部电源的装置,例如,经由电缆、插头以及插座的电网连接。如果该装置是移动现实捕获装置,则可以由外部电源对可再充电电池进行充电,或者该装置可在通过电缆连接至电网时进行操作。

[0112] 尤其是如果该装置是移动现实捕获装置,则第二部分(例如,手柄部分)还可以包括定位单元14,该定位单元被配置成连续地确定该装置的位置,例如,用于在测量过程期间确定移动现实捕获装置的轨迹。例如,定位单元14包括惯性测量单元(IMU)和GNSS接收器。定位单元14还可以包括其它传感器(诸如罗盘和气压计),或者被配置成根据诸如WLAN之类的无线通信信号推断出装置的位置。还可以将定位单元14配置成使用传感器单元3的数据(即,由摄像头44生成的图像数据)来执行同时定位与地图构建(SLAM)功能。可选地,也可以将由ToF摄像头30生成的3D数据和/或来自IMU的数据用于改进SLAM功能。

[0113] 第二部分还包括通信单元15,该通信单元15用于将传感器单元3中生成的数据提供给外部计算机(例如,操作者的手持式装置),或者提供给服务器计算机或云。可以将通信单元15配置成无线通信单元,例如,借助于WLAN、蓝牙或移动无线电来提供数据。另选地,可以将通信单元15配置成系缆式(tethered)通信单元。在固定安装的装置的情况下,于是可以借助于LAN线缆来提供数据。如果该装置是移动的,则通信单元15可以包括用于连接移动装置的USB或类似插座。可以将通信单元15配置成连续地提供数据,例如,通过实时地流传输该数据。另选地,可以在测量过程已经完成之后,例如在外部装置借助于线缆或蓝牙连接时,将数据上传至外部装置。通信单元15可以包括用于存储所捕获的数据直到其被提供的数据存储装置。根据需要,可以在外部计算机处或在云中执行所上传或流传输的数据的处理或后处理。另选地或者附加地,该装置可以包括被配置成处理数据的处理器16。还可以将处理器16配置成对数据进行预处理,其中,通信单元15被配置成上传和/或流传输经预处理的数据,以允许在该计算机处或云中对该经预处理的数据进行后处理。

[0114] 尽管组件13至16在这里被描绘为第二部分中的部分,但是这些单元中的一些或全部单元当然也可以被集成到传感器单元3中。

[0115] 尽管上面例示了本发明(部分是关于一些优选实施方式),但是必须理解,可以做出这些实施方式的许多修改和不同特征的组合。这些修改全部落入所附权利要求的范围内。

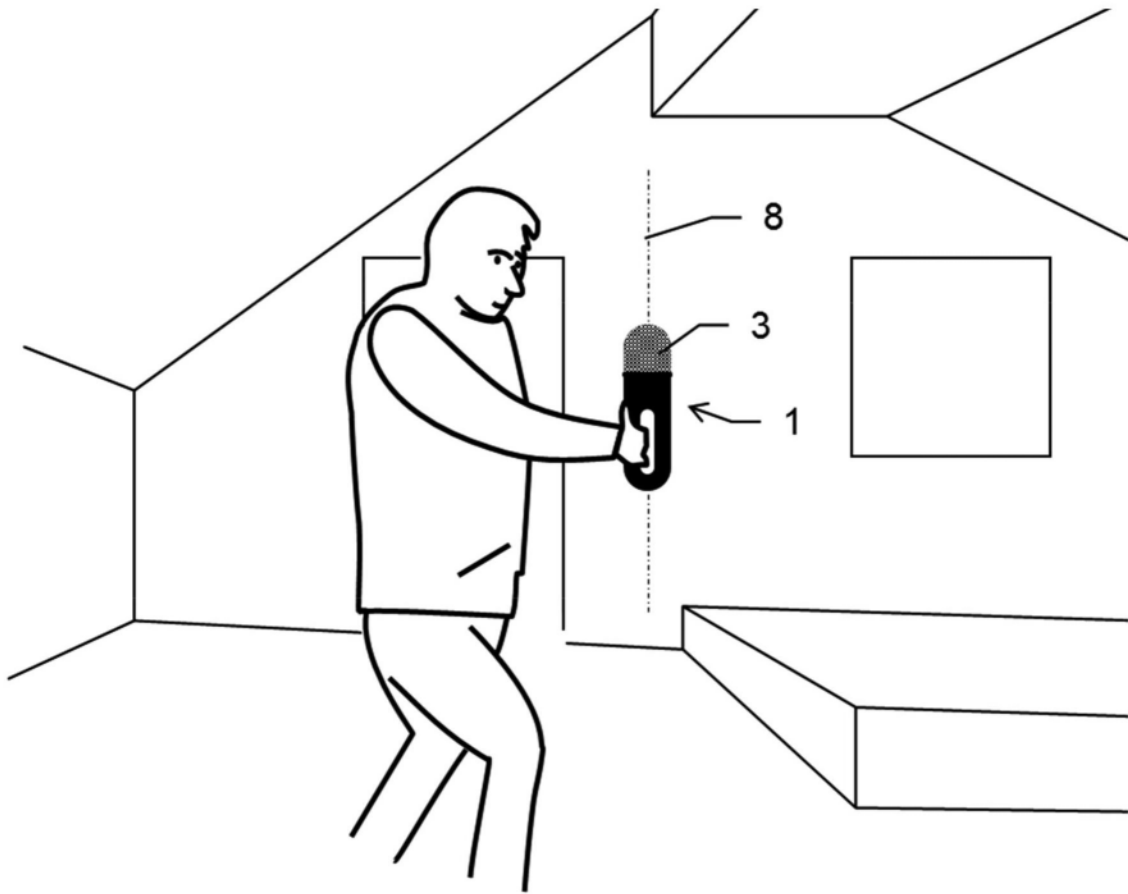


图1

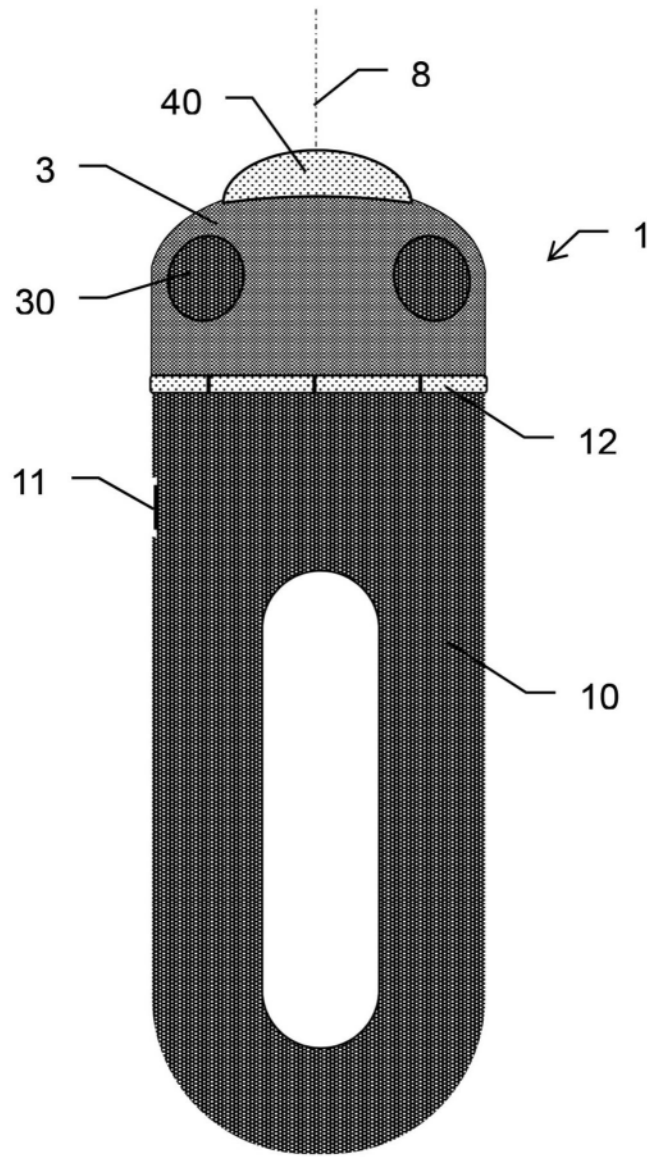


图2a

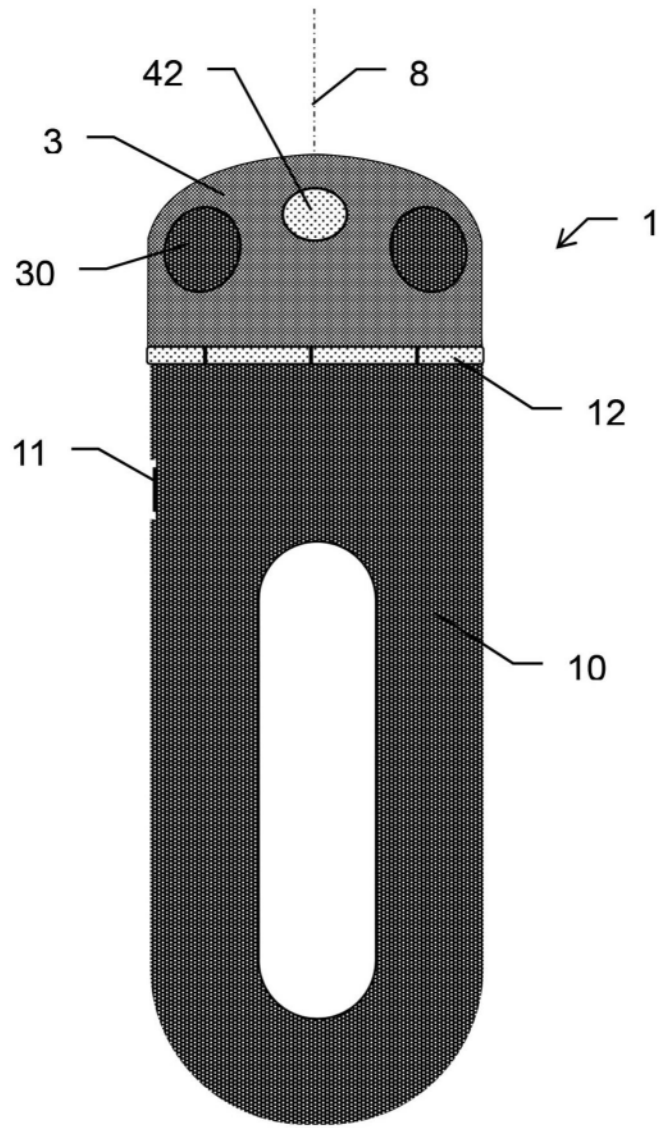


图2b

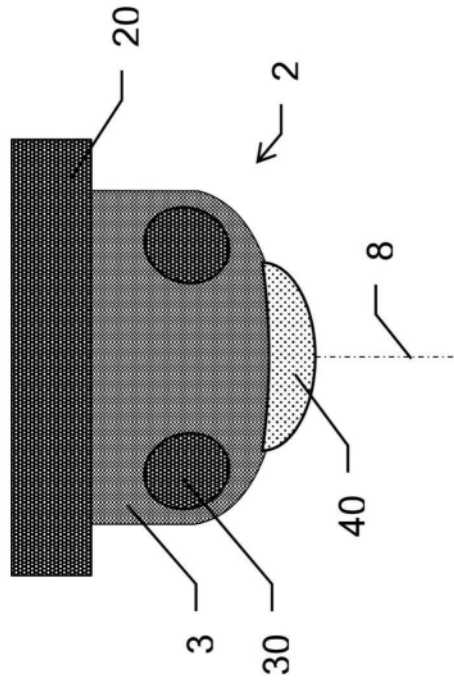


图3a

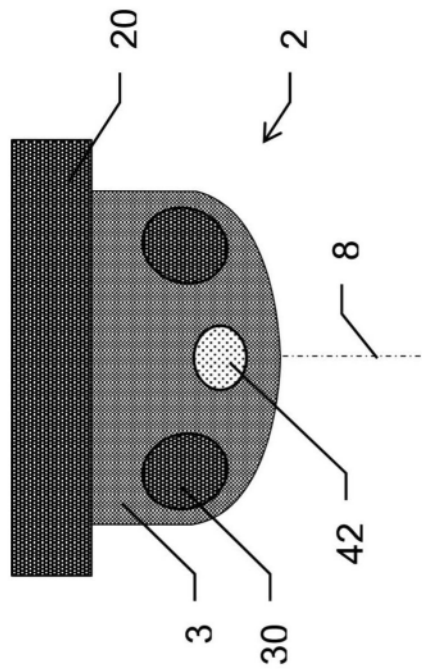


图3b

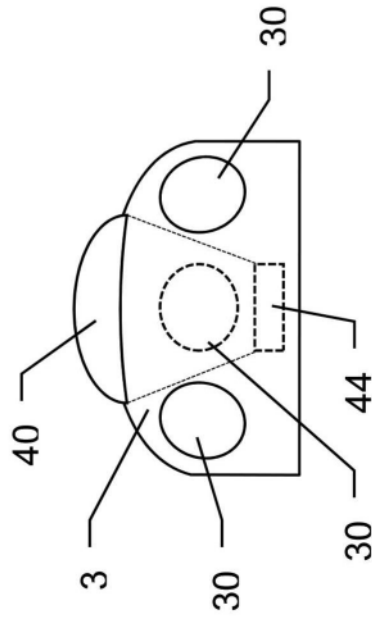


图4a

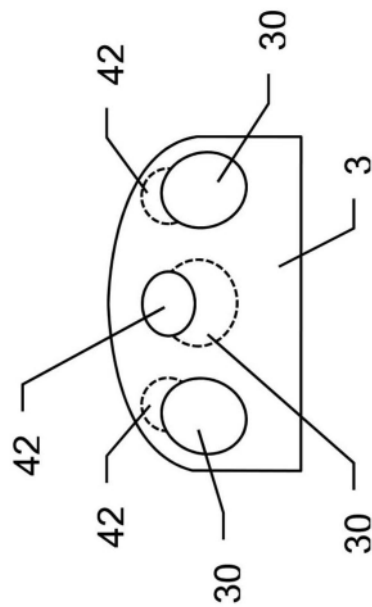


图4b

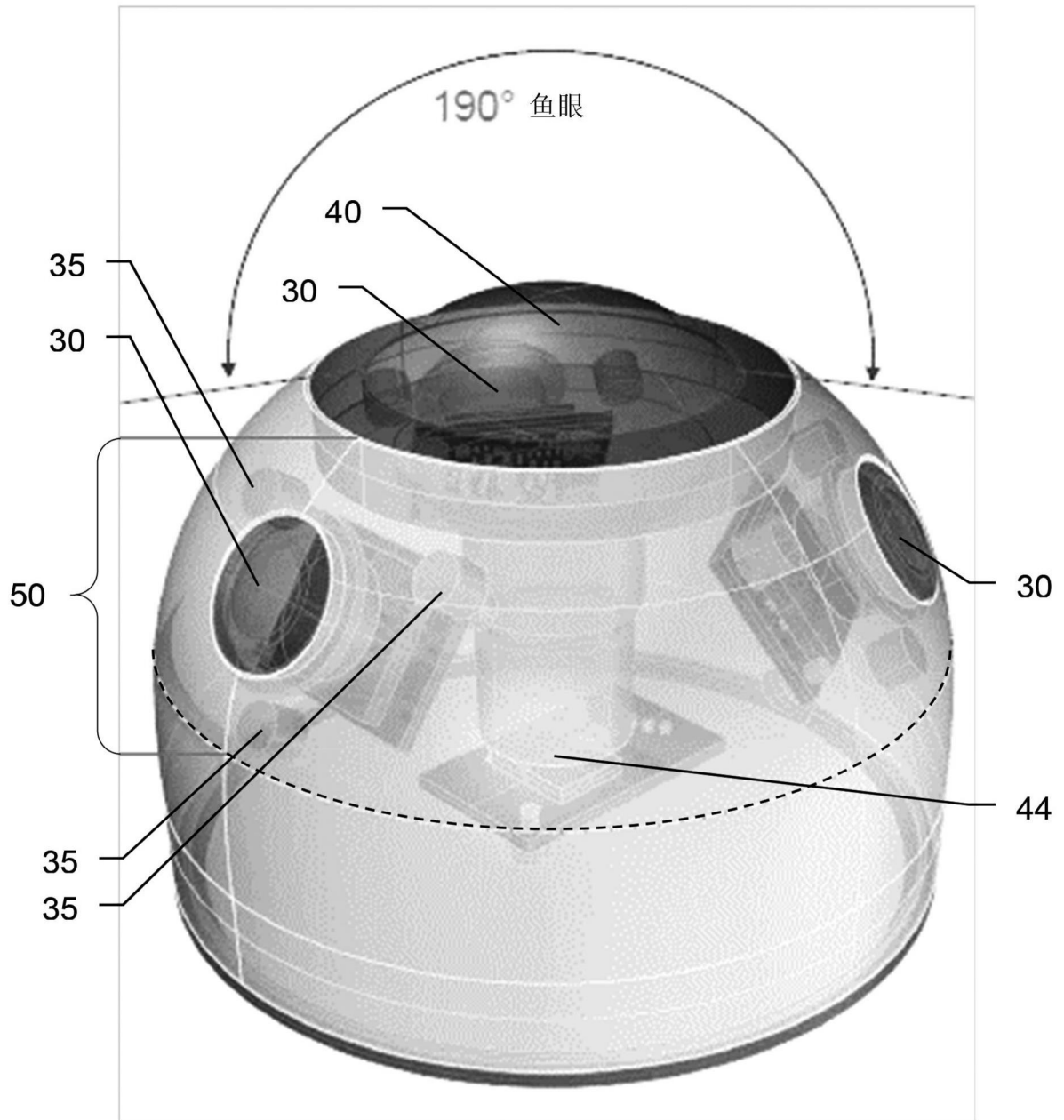


图5a

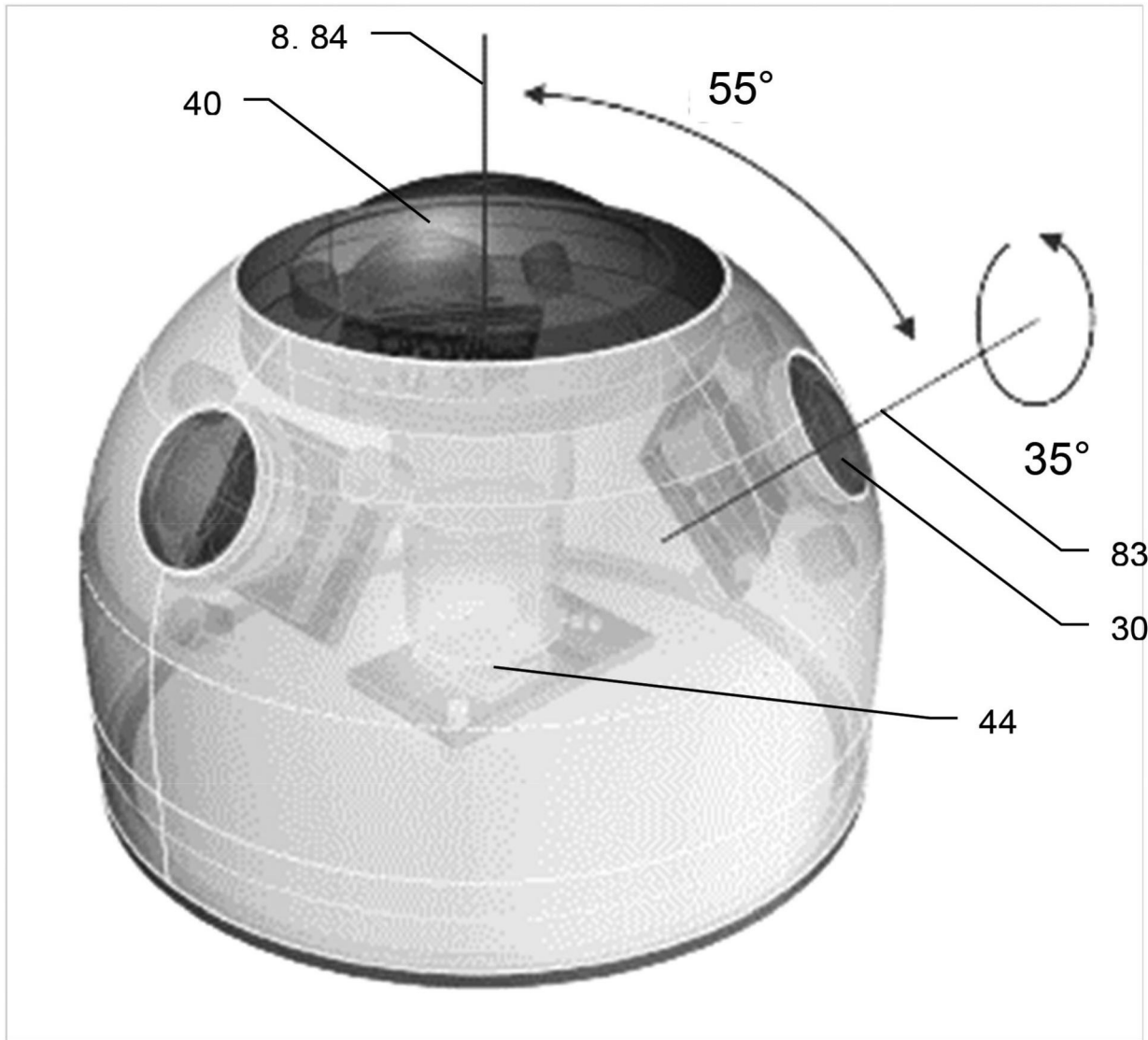


图5b

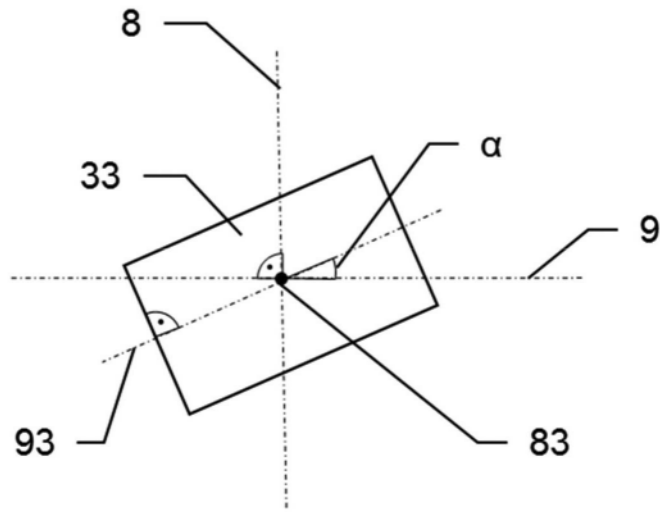


图5c

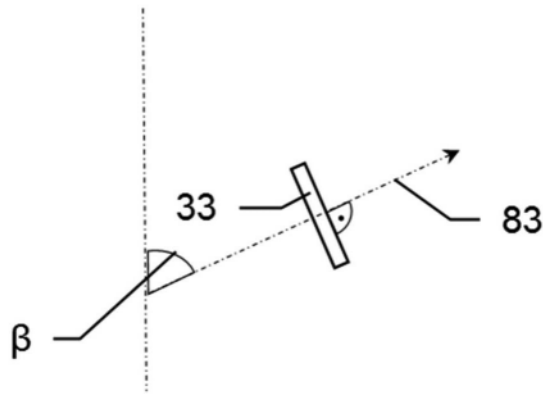


图5d

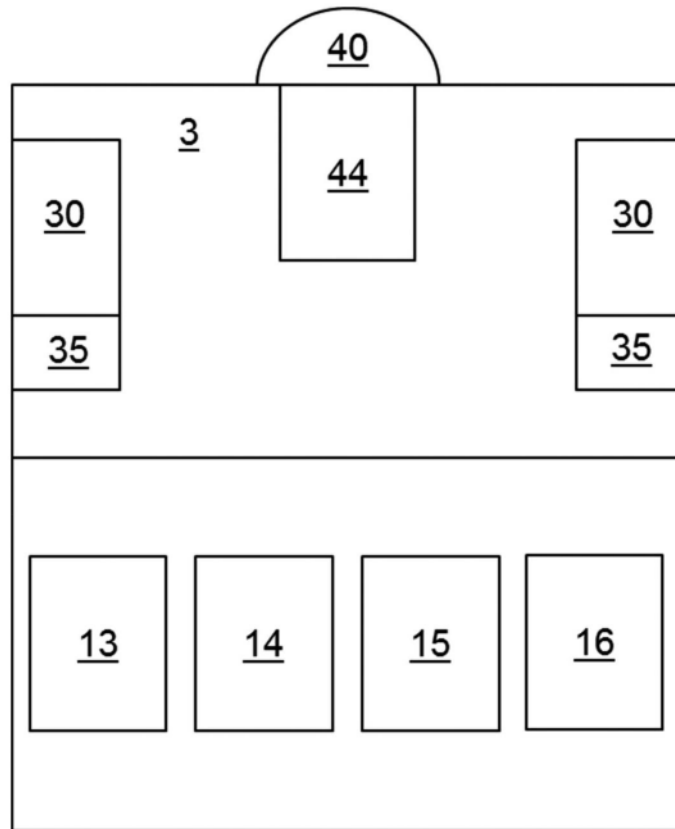


图6