



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112997099 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 201980071223.8

(22) 申请日 2019.11.12

(30) 优先权数据

62/760,648 2018.11.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.04.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/060921 2019.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/102196 EN 2020.05.22

(71) 申请人 纽诺有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 李浩 张云

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 桑敏

(51) Int.Cl.

G01S 17/931 (2020.01)

G01S 7/48 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

G01S 17/87 (2020.01)

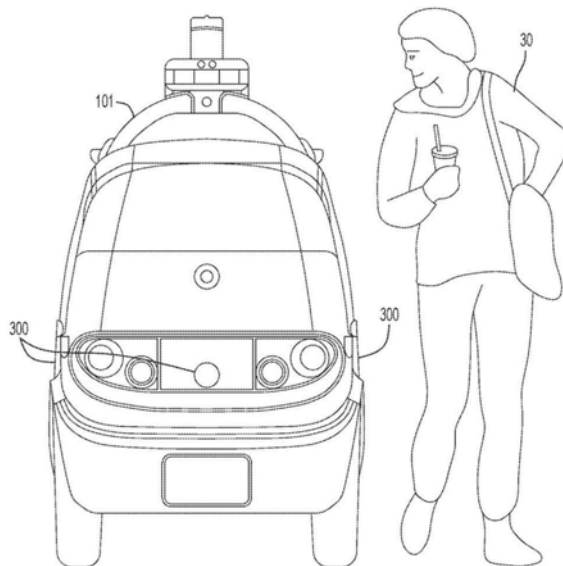
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

用于车辆盲点检测的光检测与测距

(57) 摘要

根据本公开的一些方面呈现了一种系统。在各种实施例中,该系统包括:光源,被配置为发射光;发射透镜,被定位为获得发射的光并且被配置为产生成形光束;光学元件,被定位为获得成形光束并且将成形光束重定向到近场物体以从近场物体产生散射光,并且获得并重定向散射光的至少一部分;以及收集透镜,被配置为将散射光的至少该部分聚焦在光检测器上。



1. 一种系统,包括:
光源,被配置为发射光;
发射透镜,被定位为获得发射的光并且被配置为产生成形光束;
光学元件,包括具有旋转轴的镜子,所述光学元件被定位为:
获得所述成形光束并且将所述成形光束重定向到近场物体以从所述近场物体产生散射光,并且
获得并且重定向所述散射光的至少一部分;以及
收集透镜,被配置为将所述散射光的所述至少一部分聚焦在光检测器上,所述收集透镜包括子午平面,
其中所述发射透镜包括子午平面,该子午平面与所述光学元件的旋转轴一致并且与所述收集透镜的子午平面一致。
2. 如权利要求1所述的系统,其中所述镜子包括以下至少一者:棱镜、平面镜、楔形镜。
3. 如权利要求1所述的系统,其中所述镜子包括以下至少一者:具有分隔的镜子、镜子的集合。
4. 如权利要求1所述的系统,还包括:
处理器;以及
存储器,包括指令,所述指令当被所述处理器执行时,使得所述系统基于所述散射光在所述光检测器上的所述部分来检测物体。
5. 如权利要求4所述的系统,其中所述镜子包括旋转速度,并且
其中所述指令当被所述处理器执行时,还使得所述系统:
确定检测速率;并且
基于所述检测速率和视场中的至少一者来确定所述镜子的旋转速度。
6. 如权利要求1所述的系统,其中所述光源是线性光源。
7. 如权利要求1所述的系统,其中所述光源包括激光二极管阵列。
8. 如权利要求1所述的系统,其中所述光源包括以下至少一者:紫外光、可见光、近红外光。
9. 如权利要求1所述的系统,其中所述光检测器包括以下至少一者:光电二极管、光电倍增管、雪崩光电二极管阵列。
10. 如权利要求1所述的系统,其中所述发射透镜包括以下至少一者:衍射光学元件、透镜的阵列。
11. 如权利要求1所述的系统,还包括:
第二光源,被配置为第二发射光;
第二发射透镜,被定位为获得第二发射的光并且被配置为产生第二成形光束,其中所述光学元件被定位为获得所述第二成形光束并且将所述第二成形光束重定向到所述近场物体以从所述近场物体产生第二散射光,并且获得并重定向所述第二散射光的至少一部分;以及
第二收集透镜,被配置为将所述第二散射光的所述至少一部分聚焦在第二光检测器上,所述第二收集透镜包括子午平面,
其中所述第二发射透镜包括子午平面,该子午平面与所述光学元件的旋转轴一致并且

与所述第二收集透镜的子午平面一致。

12. 一种方法, 包括:

从光源发射光;

由被定位为获得发射的光的发射透镜来产生成形光束;

由光学元件获得所述成形光束并且由所述光学元件将所述成形光束重定向到近场物体以从所述近场物体产生散射光;

由所述光学元件获得并且重定向所述散射光的至少一部分; 并且

由收集透镜将所述散射光的所述至少一部分聚焦在光检测器上。

13. 如权利要求12所述的方法, 其中:

所述光学元件包括具有旋转轴的镜子;

所述收集透镜包括子午平面; 并且

所述发射透镜包括子午平面, 该子午平面与所述光学元件的旋转轴一致并且与所述收集透镜的子午平面一致。

14. 如权利要求12所述的方法, 其中:

所述光学元件包括具有旋转轴的镜子;

所述收集透镜包括弧矢平面, 该弧矢平面符合以下至少一项: 与所述发射透镜的弧矢平面一致、与所述发射透镜的弧矢平面平行;

所述收集透镜和所述发射透镜分别分布在所述镜子的旋转轴的左侧和右侧; 并且

所述发射透镜的子午平面和所述收集透镜的子午平面与所述旋转轴平行。

15. 如权利要求14所述的方法, 其中所述镜子包括以下至少一者: 具有隔断的镜子、镜子的集合。

16. 如权利要求14所述的方法, 其中所述方法还包括基于所述散射光在所述光检测器上的所述部分来检测物体。

17. 如权利要求16所述的方法, 其中所述镜子包括旋转速度,

所述方法还包括:

确定检测速率; 并且

基于所述检测速率和视场中的至少一者来确定所述镜子的旋转速度。

18. 如权利要求12所述的方法, 其中所述光源是线性光源。

19. 如权利要求12所述的方法, 其中所述光源包括激光二极管阵列。

20. 一种系统, 包括:

光源, 被配置为发射光;

发射透镜, 被定位为获得发射的光并且被配置为产生成形光束;

光学元件, 包括具有旋转轴的镜子, 所述光学元件被定位为:

获得所述成形光束并且将所述成形光束重定向到近场物体以从所述近场物体产生散射光, 并且

获得并且重定向所述散射光的至少一部分; 以及

收集透镜, 被配置为将所述散射光的所述至少一部分聚焦在光检测器上,

其中所述收集透镜的弧矢平面和所述发射透镜的弧矢平面是一致的,

其中所述收集透镜和所述发射透镜分别分布在所述镜子的旋转轴的左侧和右侧。

用于车辆盲点检测的光检测与测距

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2018年11月13日提交的美国临时申请第62/760,648号的权益和优先权,特此通过引用将该美国临时申请的全部内容并入在此。

技术领域

[0003] 本申请涉及自主车辆,并且具体而言,涉及用于车辆盲点检测的LiDAR系统和方法。

背景技术

[0004] 光检测与测距(Light detection and ranging,LiDAR)是一种可用于测量到远程目标的距离的技术。通常,LiDAR系统包括光源和检测器。光源朝着目标发出光,目标随后散射光。一些散射的光在检测器处被接收回。系统基于与返回的光相关联的一个或多个特性来确定到目标的距离。例如,系统可基于返回的光的飞行时间来确定到目标的距离。

[0005] 光检测器,比如光电二极管、雪崩光电二极管(avalanche photo diode,APD),可用于通过例如输出与光的强度相对应的电信号(例如电压或电流)来检测施加在其表面上的光。这种设备通常是由半导体材料制成的,例如硅或GaN。为了检测基本几何区域上的光,可以将多个光检测器布置成并行连接的阵列。

[0006] 鉴于LiDAR技术的特性,对于为LiDAR系统和方法开发应用是有兴趣的。

发明内容

[0007] 本公开涉及短程LiDAR系统和方法,并且具体而言,涉及用于盲点检测的短程LiDAR系统和方法。在一个方面中,本公开提供了用于自主机器人车辆的短程LiDAR系统。

[0008] 根据本公开的一些方面,一种系统包括被配置为发射光的光源、发射透镜、光学元件、以及收集透镜。发射透镜被定位为获得发射的光并且被配置为产生成形光束。光学元件包括具有旋转轴的镜子,并且被定位为:获得成形光束并且将成形光束重定向到近场物体以从近场物体产生散射光,并且获得并重定向散射光的至少一部分。收集透镜被配置为将散射光的至少该部分聚焦在光检测器上并且包括子午平面。发射透镜包括与光学元件的旋转轴一致并且与收集透镜的子午平面一致的子午平面。

[0009] 在该系统的各种实施例中,镜子包括棱镜、平面镜和/或楔形镜。

[0010] 在该系统的各种实施例中,镜子包括具有隔断的镜子和/或镜子的集合。

[0011] 在该系统的各种实施例中,该系统还包括处理器和存储器。存储器包括指令,所述指令当被处理器执行时,使得系统基于散射光在光检测器上的部分来检测物体。

[0012] 在该系统的各种实施例中,镜子包括旋转速度。所述指令当被处理器执行时,还使得系统:确定检测速率,并且基于检测速率和/或视场来确定镜子的旋转速度。

[0013] 在该系统的各种实施例中,光源是线性光源。

[0014] 在该系统的各种实施例中,光源包括激光二极管阵列。

- [0015] 在该系统的各种实施例中,光源包括紫外光、可见光或者近红外光中的至少一者。
- [0016] 在该系统的各种实施例中,光检测器包括光电二极管、光电倍增管、和/或雪崩光电二极管阵列。
- [0017] 在该系统的各种实施例中,发射透镜包括衍射光学元件和/或透镜的阵列。
- [0018] 在该系统的各种实施例中,该系统包括:被配置为第二发射光的第二光源、第二发射透镜、以及第二收集透镜。第二发射透镜被定位为获得第二发射的光并且被配置为产生第二成形光束。光学元件被定位为获得第二成形光束并且将第二成形光束重定向到近场物体以从近场物体产生第二散射光,并且获得并重定向第二散射光的至少一部分。第二收集透镜被配置为将第二散射光的至少该部分聚焦在第二光检测器上,并且第二收集透镜包括子午平面。第二发射透镜包括与光学元件的旋转轴一致并且与第二收集透镜的子午平面一致的子午平面。
- [0019] 根据本公开的一些方面,一种方法包括:从光源发射光,由被定位为获得发射的光的发射透镜来产生成形光束,由光学元件获得成形光束并且由光学元件将成形光束重定向到近场物体以从近场物体产生散射光,由光学元件获得并且重定向散射光的至少一部分,并且由收集透镜将散射光的至少该部分聚焦在光检测器上。
- [0020] 在该方法的各种实施例中,光学元件包括具有旋转轴的镜子,收集透镜包括与发射透镜的弧矢平面一致和/或平行的弧矢平面,并且收集透镜和发射透镜分别分布在镜子的旋转轴的左侧和右侧,其中发射透镜和收集透镜两者的子午平面都与旋转轴平行。
- [0021] 在该方法的各种实施例中,光学元件可包括具有旋转轴的镜子,收集透镜包括子午平面,并且发射透镜包括与光学元件的旋转轴一致并且与收集透镜的子午平面一致的子午平面。
- [0022] 在该方法的各种实施例中,镜子包括具有隔断的镜子或者镜子的集合。
- [0023] 在该方法的各种实施例中,该方法包括基于散射光在光检测器上的部分来检测物体。
- [0024] 在该方法的各种实施例中,镜子包括旋转速度。该方法还包括确定检测速率并且基于检测速率和/或视场来确定镜子的旋转速度。
- [0025] 在该方法的各种实施例中,光源是线性光源。
- [0026] 在该方法的各种实施例中,光源包括激光二极管阵列。
- [0027] 根据本公开的一些方面,该系统包括:被配置为发射光的光源、发射透镜、光学元件、以及收集透镜。发射透镜被定位为获得发射的光并且被配置为产生成形光束。光学元件包括具有旋转轴的镜子,并且被定位为:获得成形光束并且将成形光束重定向到近场物体以从近场物体产生散射光,并且获得并重定向散射光的至少一部分。收集透镜被配置为将散射光的至少该部分聚焦在光检测器上。收集透镜的弧矢平面和发射透镜的弧矢平面是一致的。收集透镜和发射透镜分别分布在镜子的旋转轴的左侧和右侧。
- [0028] 本公开的示范性实施例的更多细节和方面在下文参考附图来更详细描述。

附图说明

[0029] 通过参考记载利用了本技术的原理的说明性实施例的以下详细描述以及附图,将会获得对公开的技术的特征和优点的更好理解,附图中:

- [0030] 图1是根据本公开的一些方面的LiDAR系统的示范性配置的图；
- [0031] 图2是根据本公开的一些方面的LiDAR系统的另一示范性配置的图；
- [0032] 图3是根据本公开的一些方面的图1的LiDAR系统的示范性实施例的图；
- [0033] 图4是根据本公开的一些方面的图3的LiDAR系统的各种组件的图；
- [0034] 图5是根据本公开的一些方面的包括LiDAR系统的示范性自主机器人车辆的图；
- [0035] 图6是根据本公开的一些方面的示范性控制器的框图；并且
- [0036] 图7是根据本公开的一些方面的用于盲点检测的示范性方法的流程图；
- [0037] 图8是根据本公开的一些方面的示范性楔形镜的图；
- [0038] 图9是根据本公开的一些方面的图8的楔形镜的另一幅图；
- [0039] 图10是根据本公开的一些方面的使用楔形镜的LiDAR系统的示范性配置的图；
- [0040] 图11是根据本公开的一些方面的图10的LiDAR系统的示范性实施例的图；
- [0041] 图12是根据本公开的一些方面的图11的LiDAR系统的示范性视场的图；并且
- [0042] 图13是根据本公开的一些方面的图11的LiDAR系统的视场的顶视图的图。

具体实施方式

[0043] 本公开涉及用于车辆盲点检测的LiDAR系统和方法。在一个方面中，本公开为自主车辆提供了盲点检测。

[0044] 图1是根据本公开的一些方面的LiDAR系统的示范性实施例。系统100包括扫描镜10、光源或激光二极管(laser diode, LD) 12、发射透镜14、收集透镜18、控制器600(图6)、以及光检测器16。在各种实施例中，光源12可以是单个激光二极管单元或者是激光二极管阵列。在各种实施例中，光源或激光二极管12可以是线性光源。在各种实施例中，光源可以是生成一条线(例如垂直线)中的点的集合的激光二极管阵列。在各种实施例中，光源可包括发光二极管(light-emitting diode, LED) 或者可提供垂直腔表面发射激光器(vertical-cavity surface-emitting laser, VCSEL)。在各种实施例中，光源可以产生紫外光、可见光或者近红外光。在各种实施例中，发射透镜14可以是或者可以包括衍射光学元件和/或透镜的阵列。

[0045] 在各种实施例中，扫描镜10可以是单面表面镜或者双面表面镜。在各种实施例中，镜子可以是镜子的集合或者具有隔断(separation)的镜子。扫描镜10旋转，并且马达(图3，标号20)可用来旋转扫描镜10。在各种实施例中，扫描镜10和马达可以顺时针或逆时针旋转360度。在各种实施例中，扫描镜10和马达可以顺时针和逆时针振荡。振荡程度可以变化，并且预期到本公开涵盖了不同的振荡程度。旋转速度可以由各种参数确定，例如检测速率和/或视场(field of view, FoV)，等等。在各种实施例中，设想到了扫描镜可被诸如棱镜之类的另一类型的光学元件所替代。在各种实施例中，扫描镜可包括单面、双面、和/或多面。

[0046] 继续参考图1，光源或激光二极管12发射光束或光柱22。术语“光束”(light beam)和“光柱”(light bundle)在本文中可互换使用。从光源或激光二极管12发射的光柱22进入发射透镜14，并且被发射透镜14在水平方向上准直/会聚并且在垂直方向上散开/发散，以产生离开发射透镜14的成形光束。在各种实施例中，垂直方向指的是与扫描镜10的旋转轴24平行的方向。在各种实施例中，垂直方向指的是与扫描镜10所位于的地面正交的方向。如本文所使用的，水平方向指的是与垂直方向正交的方向并且该方向可以在扫描镜10的平

面内。

[0047] 扫描镜10接收成形光束,并且将成形光束重定向到近场物体30,从而照亮物体30。定向到物体30的成形光束从物体30散射,以产生来自物体30的散射光。扫描镜10接收一些散射光并且将散射光重定向到收集透镜18,收集透镜18将散射光聚焦到光检测器16上。

[0048] 光检测器16可包括光电二极管、硅光电倍增管(silicon photomultiplier, SiPM)、单光子雪崩二极管(single photon avalanche diode, SPAD)、SPAD阵列、和/或雪崩光电二极管(avalanche photodiode, APD)阵列,其可用于检测施加在其表面上的光并且输出与光的强度相对应的电信号,例如电压或电流。正如本领域技术人员将会理解的,APD阵列基于其接收的光的量和定时来生成信号。在各种实施例中,APD可以是例如16、32或64个元件或者其他数目的元件的阵列。设想到了,电子器件可以顺序地(一次一个单元)或者同时地(一次多个单元)从APD阵列读出感测信号。在各种实施例中,在光源(例如,激光二极管12)生成点的集合的情况下,APD阵列中的单元的数目可以与由光源生成的点的集合中的点的数目相对应。

[0049] 以上描述的实施例是示范性的,并且其他组件或组件的类型被设想为在本公开的范围之内。例如,在各种实施例中,成形光束可具有与本文以上描述的实施例不同的形状。在各种实施例中,发射透镜可以在第一方向上准直/会聚发射的光,并且在第二方向上发散发射的光。第一方向和第二方向可以是正交的,或者可以相对于彼此倾斜,并且可以在三维空间中的任何方向上形成。这样的变化被设想为在本公开的范围之内。

[0050] 系统100基于与各种光束相关联的一个或多个特性来估计物体30的距离。例如,系统100可以基于各种光束的飞行时间来估计物体30的距离。例如,系统可以确定给定波长的发射光从物体30反射并且由光检测器16测量该反射光所花费的时间。物体距离可以由控制器、处理器或者信号处理单元或者其他类型的处理设备来估计。物体距离随后可被自主机器人车辆的引导系统或者碰撞避免系统用来辅助自主机器人车辆安全地在环境中导航并且避免与物体碰撞。

[0051] 继续参考图1,正如本领域技术人员将会理解的,透镜可以用子午平面(tangential plane)和弧矢平面(sagittal plane)来表征。在图1的图示中,子午平面是包含透镜的光轴44和长轴42的平面,并且弧矢平面是包含透镜的光轴44和短轴40的平面。关于这些平面,图1的配置是这样的配置:其中发射透镜14和收集透镜18的子午平面与扫描镜10的旋转轴24一致。

[0052] 如上所述,离开发射透镜14的成形光束实质上形成垂直线段。因为发射透镜14的子午平面与扫描镜10的旋转轴24一致,所以在图1中,成形光束指向扫描镜10的旋转轴24。扫描镜10反射成形光束,并且将成形光束重定向到近场物体30。例如,物体30可以是人、另一车辆或者道路障碍。指向近场物体30的成形光束从近场物体30反射以产生散射光。在各种实施例中,扫描镜10接收并反射散射光的一部分。在图1的配置中,收集透镜18的子午平面与扫描镜10的旋转轴24一致。在各种实施例中,收集透镜18被定位和配置成使得只有从旋转轴24反射的光可以被收集透镜18引导到光检测器16。从而,虽然扫描镜10可接收并在其表面上反射散射光,但只有从旋转轴24反射的光可以被收集透镜18引导到光检测器16。在各种实施例中,可以交换光检测器16和激光二极管12的位置。例如,光检测器16可以在激光二极管12上方,并且激光二极管12可以在光检测器16下方。

[0053] 图2是根据本公开的一些方面的LiDAR系统200的第二配置的图。在这个第二配置中,发射透镜214和收集透镜218的子午平面分别分布在扫描镜210的旋转轴224的左侧和右侧,而发射透镜214和收集透镜218的的弧矢平面是一致的。

[0054] 如图2中所示,从光源或激光二极管212发射出光柱222。发射透镜214被定位为使得光柱222进入发射透镜214。在各种实施例中,发射透镜214被配置为通过在水平方向上准直或会聚光柱222并且在垂直方向上发散或分散光柱222来变换光柱222,以产生离开发射透镜214的成形光束。通过以这种方式变换光柱222,离开发射透镜214的成形光束实质上形成垂直线段。因为发射透镜214的子午平面在扫描镜210的旋转轴224的左侧,所以在图2中,成形光束指向扫描镜210的旋转轴224的左侧。

[0055] 扫描镜210反射成形光束,并且将成形光束重定向到近场物体230。例如,物体230可以是人、另一车辆或者道路障碍。指向近场物体30的成形光束从近场物体230反射以产生散射光。在各种实施例中,扫描镜210接收并反射散射光的一部分。在图2的配置中,收集透镜218的子午平面在扫描镜210的旋转轴224的右侧。在各种实施例中,收集透镜218被定位和配置成使得只有从扫描镜210与收集透镜子午平面的交点反射的光可以被收集透镜218引导到光探测器216。从而,虽然扫描镜210可接收并在其表面上反射散射光,但只有从扫描镜210与收集透镜子午平面的交点反射的光可以被收集透镜218引导到光探测器216。在各种实施例中,可以交换光探测器216和激光二极管212的位置。例如,光探测器216可以在左侧,并且激光二极管212可以在右侧。

[0056] 参考图3,根据本公开的一些方面,示出了图1的LiDAR系统的示范性实施例。壳体28包括上部和下部。发射透镜14和光源(例如,激光二极管12)被布置在壳体28的上部。发射透镜14被定位为接收从激光二极管12发射的光,并且产生成形光束,如结合图1所描述。

[0057] 在各种实施例中,马达20可旋转地耦合到扫描镜10,并且被布置在基座26上。镜子10被定位为接收由发射透镜14发射的成形光束,并且将成形光束重定向到扫描镜10的视场内的近场物体。

[0058] 在图示的实施例中,收集透镜18和光探测器16位于壳体28的下部。壳体28被布置在基座26上。图3的实施例被配置成使得发射透镜14和收集透镜18的子午平面与扫描镜10的旋转轴一致。在各种实施例中,在扫描镜10的端部之间插有分隔器29。分隔器屏蔽或隔离从发射透镜14发射的光,使其不直接到达收集透镜18。图4示出了图3的装置在没有分隔器29并且没有壳体28情况下的透视图。如图4中所示,扫描镜10可以由耦合在一起的两个镜段组成。

[0059] 图5描绘了可包括本文以上描述的LiDAR系统的自主机器人车辆101的示范性视图。设想到了上述的任何系统和/或配置都可以被部署在自主机器人车辆101上以实现盲点检测。与部署在具有旋转激光束的车辆的顶面的LiDAR设备形成对比,本公开设想到了如本文所述的多个LiDAR系统可被部署在自主机器人车辆101的各种面上。例如,公开的LiDAR系统可被部署在保险杠中或保险杠上,或者部署在各侧的车门上。基于这样的部署,公开的LiDAR系统可以检测物体30,例如自主机器人车辆101的几英寸或更小范围内的人。公开的LiDAR系统也可以检测其他距离的物体或人。来自公开的LiDAR系统的数据可被车辆的导航系统使用,以避免与人或其他物体30碰撞。虽然在本公开中使用了自主机器人车辆101,但本公开也适用于其他类型的车辆,包括有人驾驶和/或无人驾驶车辆,如汽车、卡车、飞机、

无人机、飞行器、以及水上交通工具。

[0060] 参考图6,示出了控制器600的框图。控制器600包括连接到计算机可读存储介质或存储器604的处理器602,该计算机可读存储介质或存储器604可以是易失型存储器,比如RAM,或者非易失型存储器,比如闪存介质、盘介质、或者其他类型的存储器。在各种实施例中,处理器602可以是另一类型的处理器,例如但不限于数字信号处理器、微处理器、ASIC、图形处理单元(GPU)、现场可编程门阵列(FPGA)、或者中央处理单元(CPU)。

[0061] 在各种实施例中,存储器604可以是随机访问存储器、只读存储器、磁盘存储器、固态存储器、光盘存储器、和/或另外类型的存储器。在各种实施例中,存储器604可以与控制器600分离,并且可以通过电路板的通信总线 and/或通过诸如串行ATA线缆或其他类型的线缆之类的通信线缆与处理器602通信。存储器604包括计算机可读指令,这些指令可由处理器602执行以操作控制器600。在各种实施例中,控制器600可包括网络接口606,以与其他计算机或服务器通信。

[0062] 现在参考图7,示出了用于盲点检测的方法700的流程图。设想到了,在不脱离本公开的范围的情况下,可以以不同的顺序执行、重复和/或省略方法700的一个或多个操作。在各种实施例中,图示的方法700可由控制器600(图6)来控制。虽然将针对盲点检测来描述图7的操作,但将会理解图示的操作也适用于其他系统和用途。

[0063] 最初,在步骤702,操作包括从光源发射光(例如,光柱)。在各种实施例中,光源可包括激光二极管。在各种实施例中,光源可包括线性光源和/或激光二极管阵列。在各种实施例中,光源包括紫外光、可见光和/或近红外光。例如,光源可以发射波长为1000纳米的光。。

[0064] 在步骤704,操作包括由被定位为获得发射光的发射透镜来产生成形光束。发射透镜在第一方向(例如水平方向)上准直/会聚发射的光,并且在第二方向(例如垂直方向)上发散发射的光。

[0065] 在步骤706,操作包括由光学元件获得成形光束。操作包括随后由光学元件将成形光束朝着光学元件的视场内的近场物体重定向,以产生来自近场物体的散射光。例如,近场物体可以包括人。示范性的1000纳米光可以从人反射,从而产生散射光。

[0066] 在各种实施例中,光学元件可包括具有旋转轴的镜子。在各种实施例中,收集透镜的弧矢平面和发射透镜的弧矢平面是一致的。在各种实施例中,收集透镜和发射透镜分别分布在镜子的旋转轴的左侧和右侧。

[0067] 在各种实施例中,光学元件可包括具有旋转轴的镜子。在各种实施例中,收集透镜可包括子午平面。在各种实施例中,发射透镜可包括与光学元件的旋转轴一致并且与收集透镜的子午平面一致的子午平面。

[0068] 在步骤708,操作包括由光学元件获得和重定向散射光的至少一部分。例如,由扫描镜获得和重定向从人产生的散射光的一部分。

[0069] 在步骤710,操作包括由收集透镜18将散射光的至少该部分聚焦在光检测器16上。在各种实施例中,光检测器16可包括光电二极管、光电倍增管、和/或雪崩光电二极管阵列。

[0070] 在各种实施例中,操作可基于散射光在光检测器上的部分来检测物体。例如,操作可基于散射光的该部分来检测人。在各种实施例中,操作可确定检测速率,并且基于检测速率或视场中的至少一者来确定镜旋转速度。在各种实施例中,自主机器人车辆的引导系统

可基于检测到的物体、检测速率和/或镜旋转速度来生成导航指令。例如,如果检测到物体太靠近自主机器人车辆的右侧,则自主机器人车辆可以更多地向左移动。

[0071] 参考图8和图9,示出了根据本公开的一些方面的楔形镜800。在各种实施例中,楔形镜800可以取代本文先前描述的平面扫描镜使用或者与之配合使用。在楔形镜800中,在镜子平坦表面802和镜子楔形表面804之间存在一角度C。表面802、804都用于反射光。正如本领域技术人员将会理解的,对于理想的平面镜和固定的入射光线,固定的入射光线的入射角和反射角是相同的,并且可以表示为相对于理想平面镜的正交线的 θ 。如果将理想平面镜从其原始位置旋转一角度 φ ,则固定入射光线于是将具有相对于旋转后的平面镜的正交线的入射角和反射角 $\theta+\varphi$ 。相对于原始光路,入射光保持相同的路径,而反射光偏转角度为 2φ 。因此,楔形镜中的角度C起到如下作用:与平坦侧的光路相比,使光路偏转 $2C$ 度,如下文结合图10所说明。

[0072] 参考图10,根据本公开的一些方面示出了具有图8的楔形镜800的LiDAR系统的配置。系统1000包括(图8的)楔形镜800、光源12、发射透镜14、收集透镜18、控制器(未示出)、以及光探测器16。镜子平坦表面802由实线图示,而楔形镜表面804由虚线图示。与镜子平坦表面802相互作用的光线的路径与图1中所示的路径相同。与镜子表面804和物体30相互作用的光线的路径由虚线示出并且包括路径1002-1008。楔形镜800在操作中旋转,但为了比较的目的,在图10中在相同位置示出。在操作中,楔形镜表面804将面向图示的系统组件以产生虚线光路1002-1008。

[0073] 光源或激光二极管12发射光束或光柱22。从光源或激光二极管12发射的光柱22进入发射透镜14,并且被发射透镜14在水平方向上准直/会聚并且在垂直方向上散开/发散,以产生离开发射透镜14的成形光束。在各种实施例中,垂直方向和水平方向具有与本文以上所述相同的含义。

[0074] 楔形镜800接收成形光束,并且将成形光束重定向到近场物体30,从而照亮物体30。定向到物体30的成形光束从物体30散射,以产生来自物体30的散射光。楔形镜800接收一些散射光并且将散射光重定向到收集透镜18,收集透镜18将散射光聚焦到光探测器16上。虚线1002-1008是物体30与镜子楔形表面804之间的光路。如图10中所示,基于镜子平坦表面802的光路覆盖了基于楔形镜子表面804的光路没有覆盖的垂直空间,反之亦然。垂直空间的差异是 $2C$ 度,其中C是楔形镜角度。从而,随着镜子800旋转,检测到的垂直空间依据镜子平坦表面802是否面向系统组件或者楔形镜子表面804是否面向系统组件而变化。根据本公开的一些方面,基于镜子平坦表面802和基于楔形镜子表面804生成的空间数据可以被核对或组合,以提供比单独由任一表面实现的垂直分辨率更高的垂直分辨率。

[0075] 图8-图10的实施例是示范性,并且设想到了变化。例如,在各种实施例中,扫描镜可包括多于两个反射表面并且表面可具有多个角度。这样的变化被设想为在本公开的范围内。

[0076] 图11-图13是根据本公开的具有双光学头的LiDAR系统的示范性实施例。系统1100包括两个光学头。如下文所说明,双光学头布置可增大公开的LiDAR系统的视场。

[0077] 第一壳体1128A包括上部和下部。第一发射透镜1114A和第一光源(例如,激光二极管12)被布置在第一壳体1128A的上部。第一发射透镜1114A被定位为接收从第一光源发射的光,并且产生第一成形光束。第二壳体1128B包括上部和下部。第二发射透镜1114B和第二

光源被布置在第二壳体1128B的上部。第二发射透镜1114B被定位为接收从第二光源发射的光,并且产生第二成形光束。

[0078] 在各种实施例中,马达1120可旋转地耦合到扫描镜1102,扫描镜1102被布置在基座1126上。扫描镜1102被定位为接收由第一发射透镜1114A和第二发射透镜1114B发射的成形光束,并且将成形光束重定向到双光头系统1100的视场内的近场物体。扫描镜1102可以是平面镜、楔形镜、或者这些的组合。

[0079] 在图示的实施例中,第一收集透镜1118A和第一光检测器(未示出)位于第一壳体1128A的下部。第二收集透镜1118A和第二光检测器(未示出)被插入在第二壳体1128B的下部。第一壳体1128A和第二1128B被布置在基座1126上。图11的实施例被配置成使得第一发射透镜1114A和第一收集透镜1118A的子午平面与扫描镜1102的旋转轴一致。另外,第二发射透镜1114B和第二收集透镜1118B的子午平面与扫描镜1102的旋转轴线一致。图12示出了图11的系统的透视图,并且图示了双光学头系统1100的示范性视场1200。图13示出了图11的系统的顶视图,并且图示了视场1200的俯视图。双光学头系统100提供的视场1200比诸如图3的系统之类的单光学系统提供的视场更大。

[0080] 如本文所使用的,术语“机器人”、“机器人车辆”、“机器人车队”、“车辆”、“全地形车辆”和类似术语用于指示运输货物、物品和/或商品的移动机器。典型的车辆包括汽车、货车、面包车、无人机动车(例如,三轮车、卡车、拖车、公共汽车等等)、无人有轨车辆(例如,火车、有轨电车等等)、无人水上交通工具(例如,船舶、船只、渡船、登陆艇、驳船、筏子等等)、空中无人机、无人气垫船(空中、陆地和水上类型)、无人飞机,并且甚至包括无人航天器。

[0081] 如本文所使用的,术语“服务器”、“计算机服务器”、“中央服务器”、“主服务器”以及类似术语用于指示网络上管理车队资源即机器人车辆的计算机或设备。

[0082] 如本文所使用的,术语“控制器”和类似术语用于指示控制从计算机到外围设备以及从外围设备到计算机的数据传送的设备。例如,盘驱动器、显示屏幕、键盘和打印机都需要控制器。在个人计算机中,控制器通常是单芯片。如本文所使用的,控制器通常用于管理对机器人的组件(例如可保护隔间)的访问。

[0083] 如本文所使用的,术语“模块”和类似术语用于指示中央服务器的自足的硬件组件,而中央服务器进而又包括软件模块。在软件中,模块是程序的一部分。程序是由一个或多个独立开发的模块组成的,这些模块在程序被链接之前不会被组合起来。单个模块可包含一个或若干个例程,或者执行特定任务的程序部分。如本文所使用的,车队管理模块包括用于管理机器人车队的各种方面和功能的软件模块。

[0084] 如本文所用,术语“处理器”、“数字处理设备”和类似术语用于指示微处理器或中央处理单元(CPU)。CPU是计算机内的电子电路,它通过执行指令规定的基本算术、逻辑、控制和输入/输出(I/O)操作来执行计算机程序的指令。

[0085] 根据本文的描述,作为非限制性示例,适当的数字处理设备包括服务器计算机、桌面型计算机、膝上型计算机、笔记本计算机、小型笔记本计算机、上网本计算机、网盘计算机、机顶计算机、手持计算机、互联网电器、移动智能电话、平板计算机、个人数字助理、视频游戏机和车辆。本领域的技术人员将认识到,许多智能电话适合用于本文所述的系统。适当的平板计算机包括那些具有书本式、板式和可转换配置的平板计算机,这是本领域的技术人员已知的。

[0086] 在一些实施例中,数字处理设备包括被配置为执行可执行指令的操作系统。操作系统例如是软件,包括程序和数据,其管理设备的硬件并提供用于应用的执行的服务。本领域技术人员将认识到,作为非限制性示例,适当的服务器操作系统包括FreeBSD、OpenBSD、NetBSD®、Linux、Apple® Mac OS X Server®、Oracle® Solaris®、Windows Server®和Novell® NetWare®。本领域技术人员将认识到,作为非限制性示例,适当的个人计算机操作系统包括Microsoft® Windows®、Apple® Mac OS X®、UNIX®和类似UNIX的操作系统,例如GNU/Linux®。在一些实施例中,操作系统由云计算提供。本领域技术人员还将认识到,作为非限制性示例,适当的移动智能电话操作系统包括Nokia® Symbian® OS、Apple® iOS®、Research In Motion® BlackBerry OS®、Google® Android®、Microsoft® Windows Phone® OS、Microsoft® Windows Mobile® OS、Linux®和Palm® WebOS®。

[0087] 在一些实施例中,设备包括存储装置和/或存储器设备。存储装置和/或存储器设备是用于临时或永久地存储数据或程序的一个或多个物理装置。在一些实施例中,该设备是易失性存储器,并且需要电力来维持存储的信息。在一些实施例中,该设备是非易失性存储器,并且当数字处理设备不被供电时保留存储的信息。在一些实施例中,非易失性存储器包括闪存。在一些实施例中,非易失性存储器包括动态随机访问存储器(DRAM)。在一些实施例中,非易失性存储器包括铁电随机访问存储器(FRAM)。在一些实施例中,非易失性存储器包括相变随机访问存储器(PRAM)。在一些实施例中,设备是存储设备,作为非限制性示例,包括CD-ROM、DVD、闪存设备、磁盘驱动器、磁带驱动器、光盘驱动器和基于云计算的存储装置。在一些实施例中,存储装置和/或存储器设备是诸如本文公开的那些的设备的组合。

[0088] 在一些实施例中,数字处理设备包括显示器,以向用户提供视觉信息。在一些实施例中,显示器是阴极射线管(CRT)。在一些实施例中,显示器是液晶显示器(LCD)。在一些实施例中,显示器是薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)。在一些实施例中,显示器是有机发光二极管(OLED)显示器。在各种一些实施例中,OLED显示器上是无源矩阵OLED(PMOLED)或有源矩阵OLED(AMOLED)显示器。在一些实施例中,显示器是等离子体显示器。在一些实施例中,显示器是视频投影仪。在一些实施例中,显示器是交互式的(例如,具有触摸屏或诸如相机、3D传感器、LiDAR、雷达等等之类的传感器),该传感器可检测用户交互/手势/响应等等。在另外的一些实施例中,显示器是诸如本文公开的那些的设备的组合。

[0089] 本文公开的实施例是本公开的示例,并且可以以各种形式体现。例如,虽然本文的某些实施例被描述为单独的实施例,但本文的每个实施例可以与本文的一个或多个其他实施例组合。本文公开的具体结构和功能细节不应被解释为限制性的,而是作为权利要求的基础,并且作为教导本领域技术人员以实际上任何适当的详细结构以各种方式采用本公开的代表性基础。在对图的整个描述中,类似的标号可以指代相似或相同的元素。

[0090] 短语“在一实施例中”、“在实施例中”、“在各种实施例中”、“在一些实施例中”或者“在其他实施例中”可以各自指根据本公开的一个或多个相同或不同的实施例。形式为“A或B”的短语指的是“(A)、(B)或(A和B)”。形式为“A、B或C中的至少一者”的短语指的是“(A);(B);(C);(A和B);(A和C);(B和C);或者(A、B和C)”。

[0091] 本文描述的任何方法、程序、算法或代码可被转换为编程语言或计算机程序,或者用其来表达。本文使用的术语“编程语言”和“计算机程序”各自包括用于向计算机指定指令的任何语言,并且包括(但不限于)以下语言及其派生物:Assembler、Basic、Batch文件、BCPL、C、C+、C++、Delphi、Fortran、Java、JavaScript、机器代码、操作系统命令语言、Pascal、Perl、PL1、脚本语言、Visual Basic、本身指定程序的元语言,以及所有第一代、第二代、第三代、第四代、第五代或者更后代的计算机语言。此外,还包括数据库和其他数据模式,以及任何其他元语言。不区分解释、编译、或者同时使用编译和解释方法的语言。在程序的编译版本和源版本之间不做区分。从而,在程序语言可以以多于一种状态存在(例如源码、编译、对象或链接)的情况下,对程序的引用则是对任何和所有这些状态的引用。对程序的引用可涵盖实际指令和/或这些指令的意图。

[0092] 本文所述的系统还可以利用一个或多个控制器来接收各种信息,并且将接收到的信息进行变换以生成输出。控制器可包括任何类型的计算设备、计算电路或者能够执行存储在存储器中的一系列指令的任何类型的处理器或处理电路。控制器可包括多个处理器和/或多核中央处理单元(CPU),并且可以包括任何类型的处理器,例如微处理器、数字信号处理器、微控制器、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA),等等。控制器还可包括存储器以存储数据和/或指令,当由一个或多个处理器执行时,这些数据和/或指令使得一个或多个处理器执行一个或多个方法和/或算法。

[0093] 应当理解,上述描述只是本公开的说明性描述。本领域技术人员可以在不脱离本公开的前提下设计各种替换和修改。因此,本公开旨在包含所有这些替换、修改和变型。参照附图描述的实施例只是为了展示本公开的某些示例。与上述和/或在所附权利要求书中描述的那些无实质区别的其他元素、步骤、方法和技术也意欲被包含在本公开的范围內。

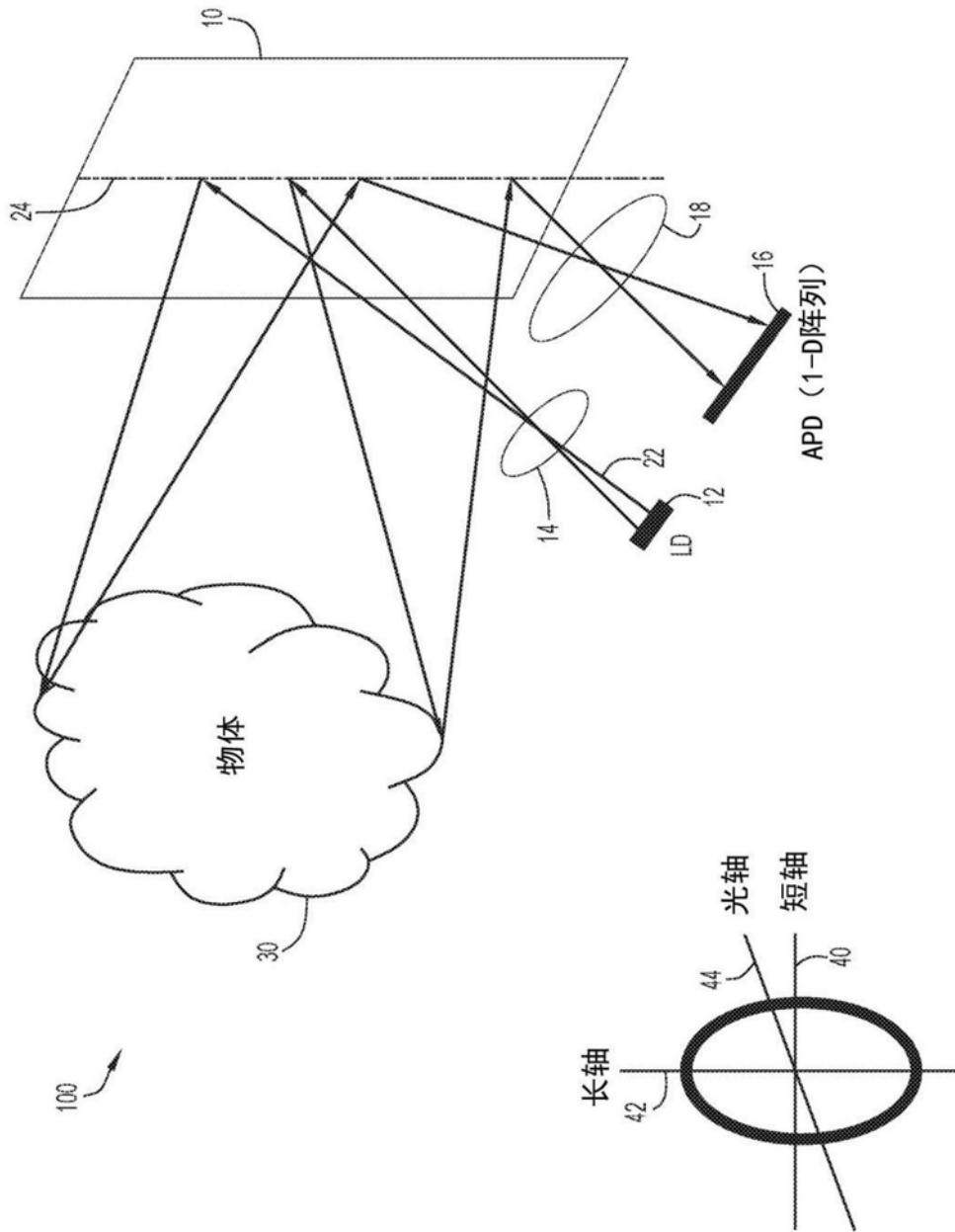


图1

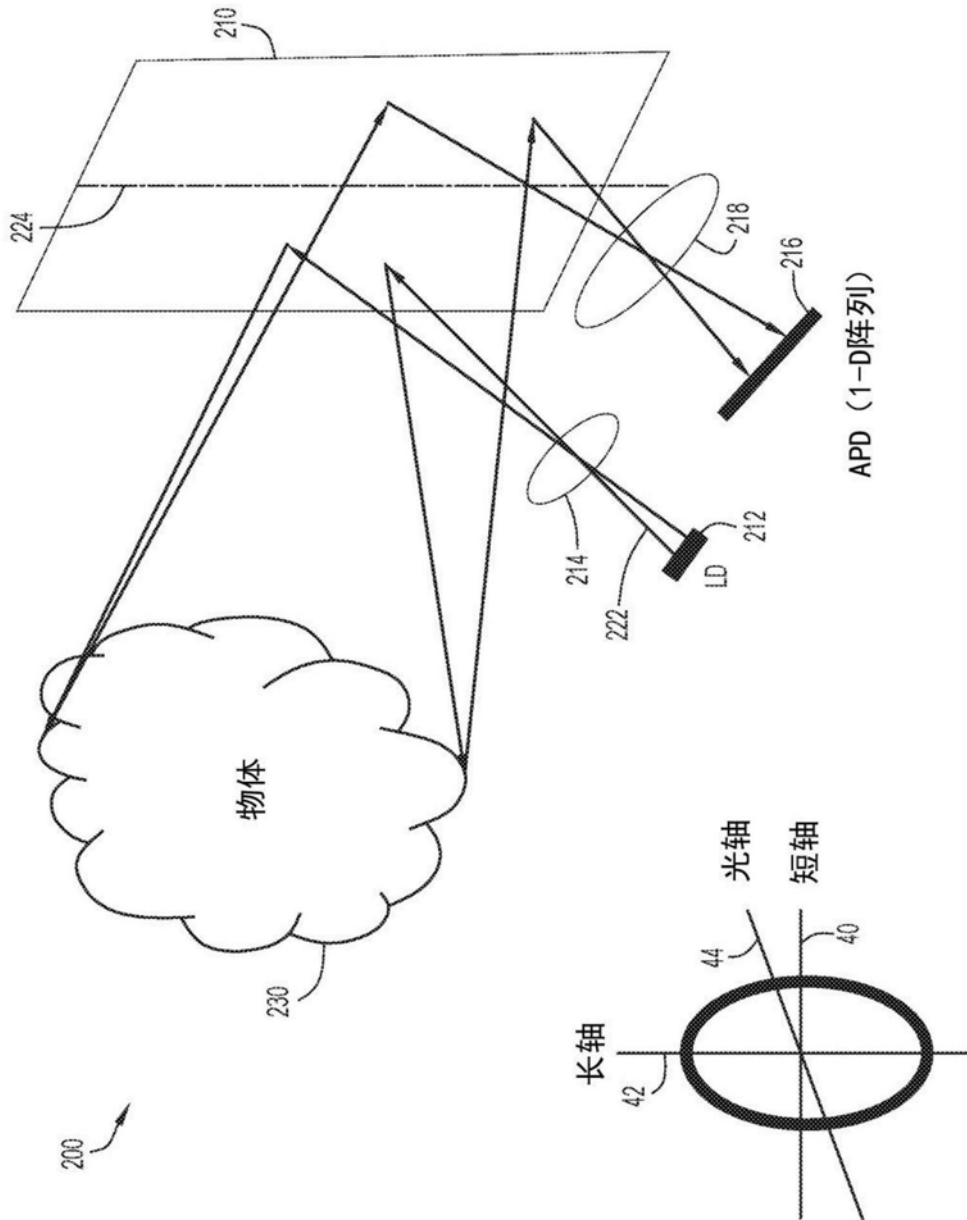


图2

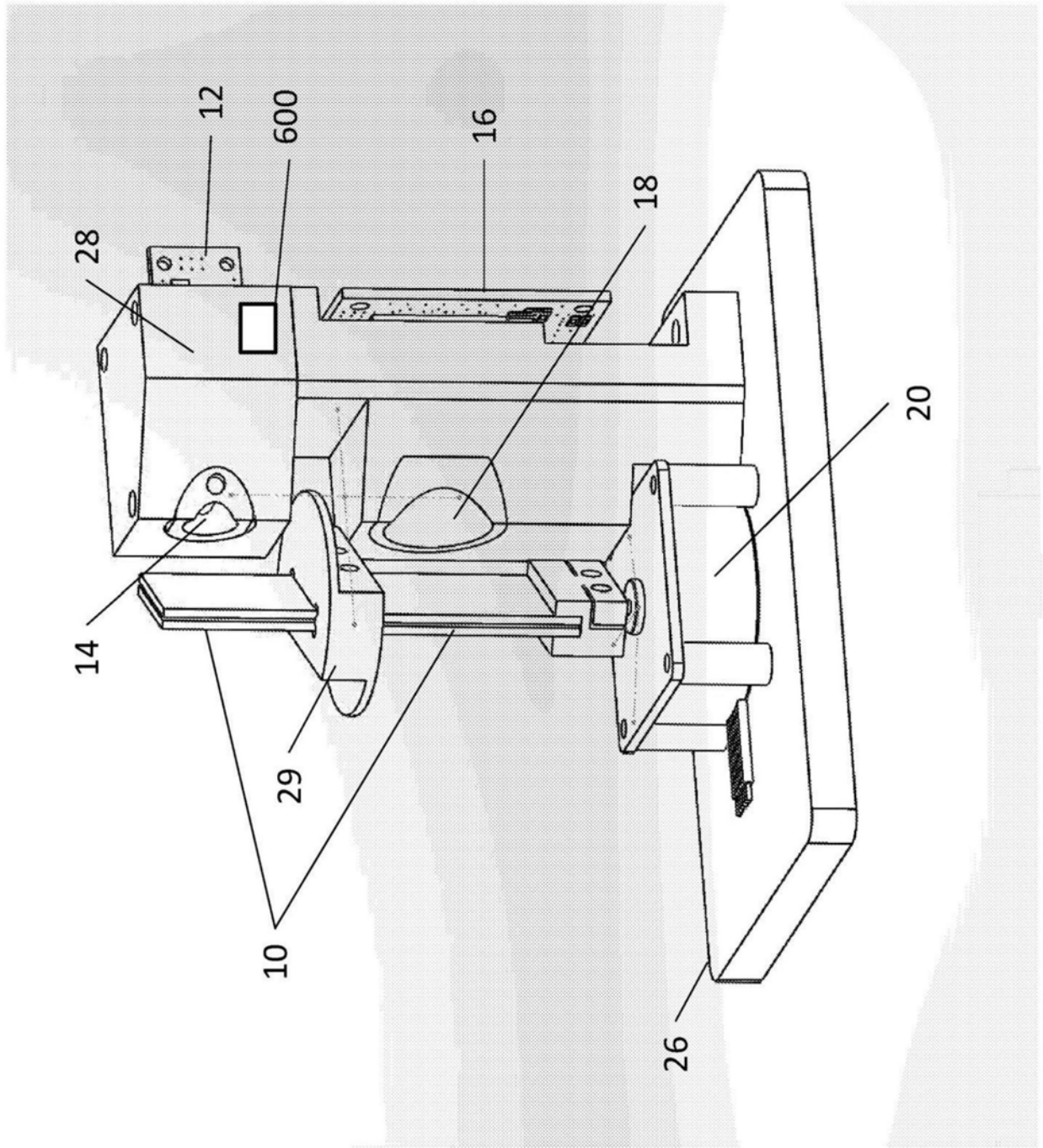


图3

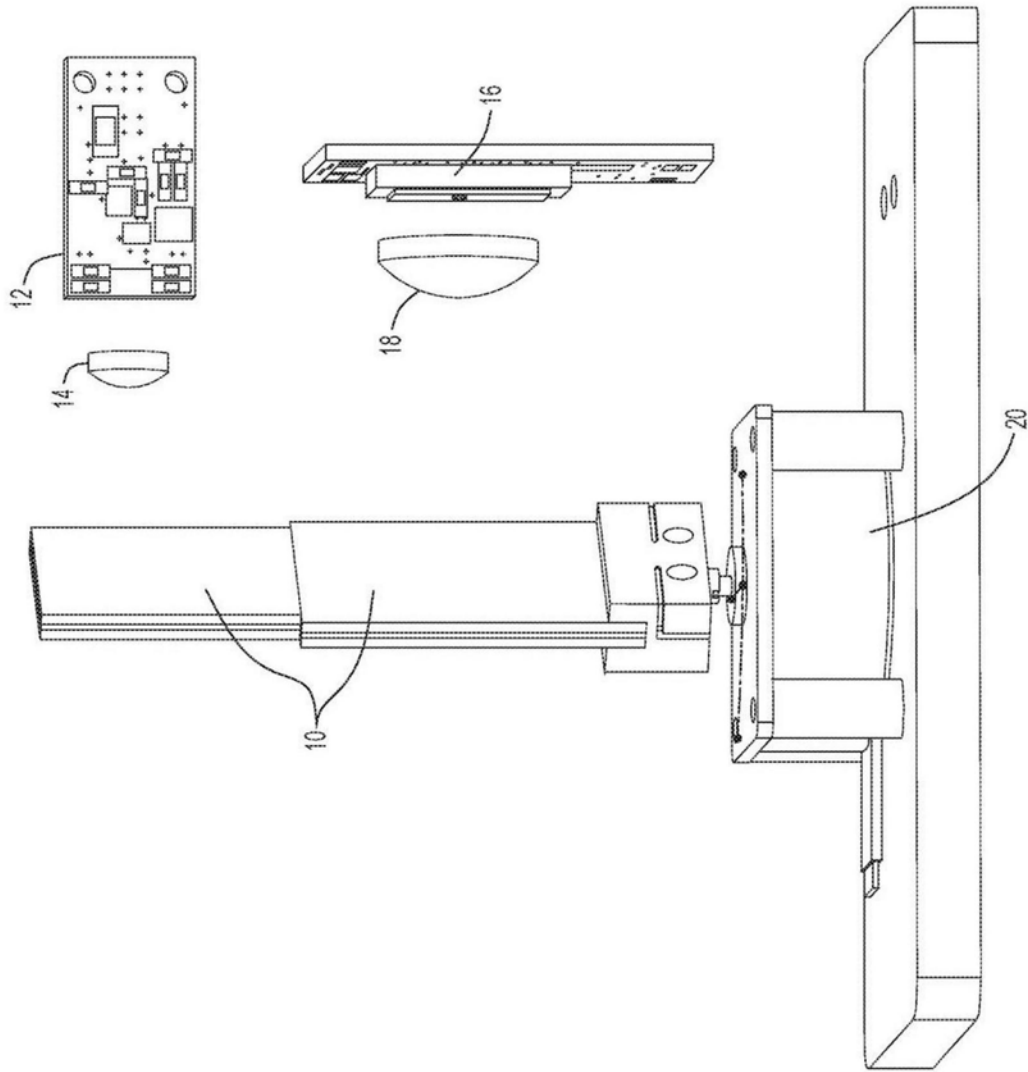


图4

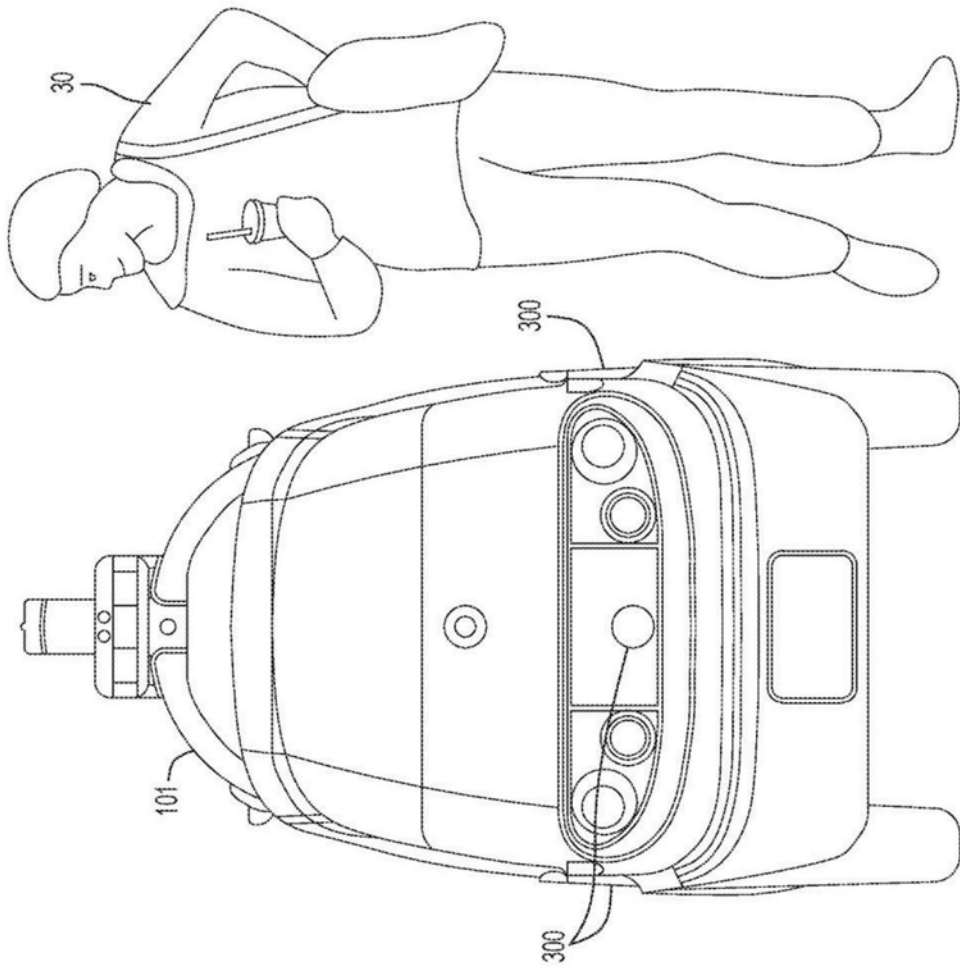


图5

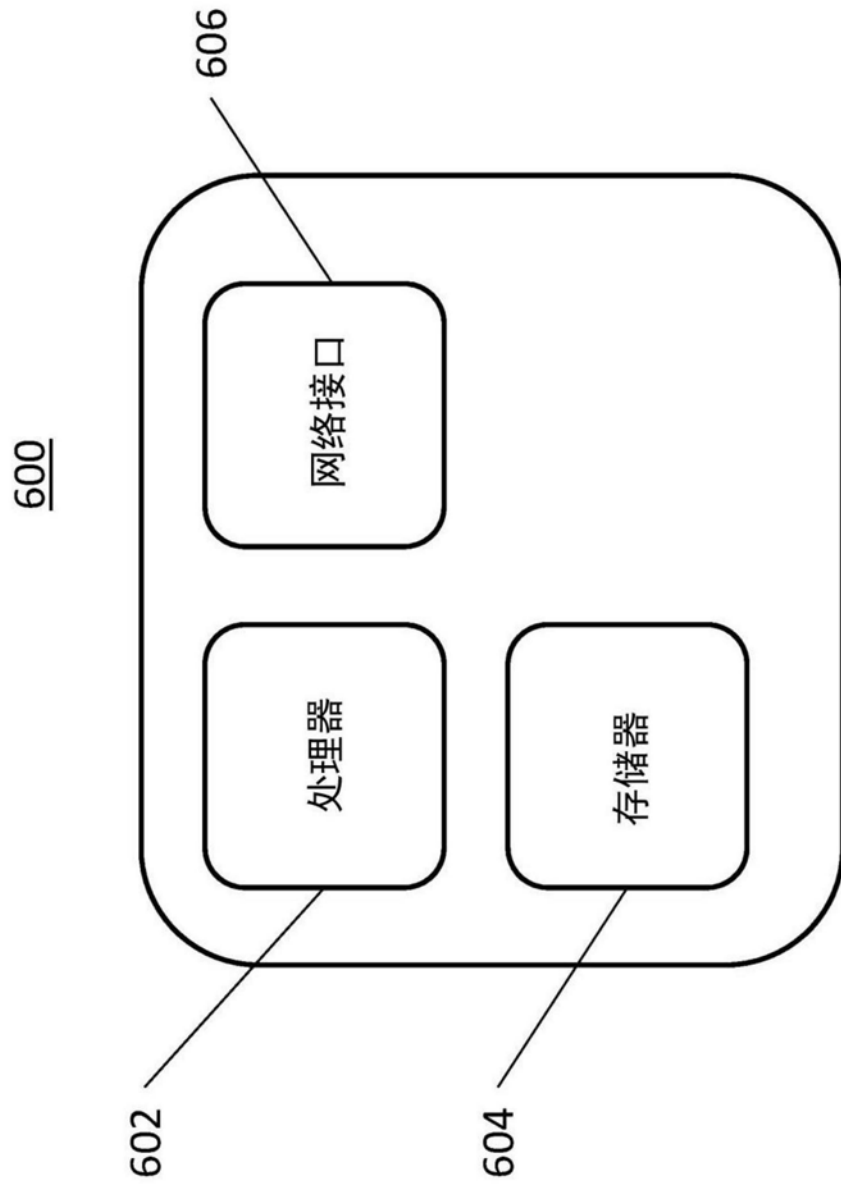


图6

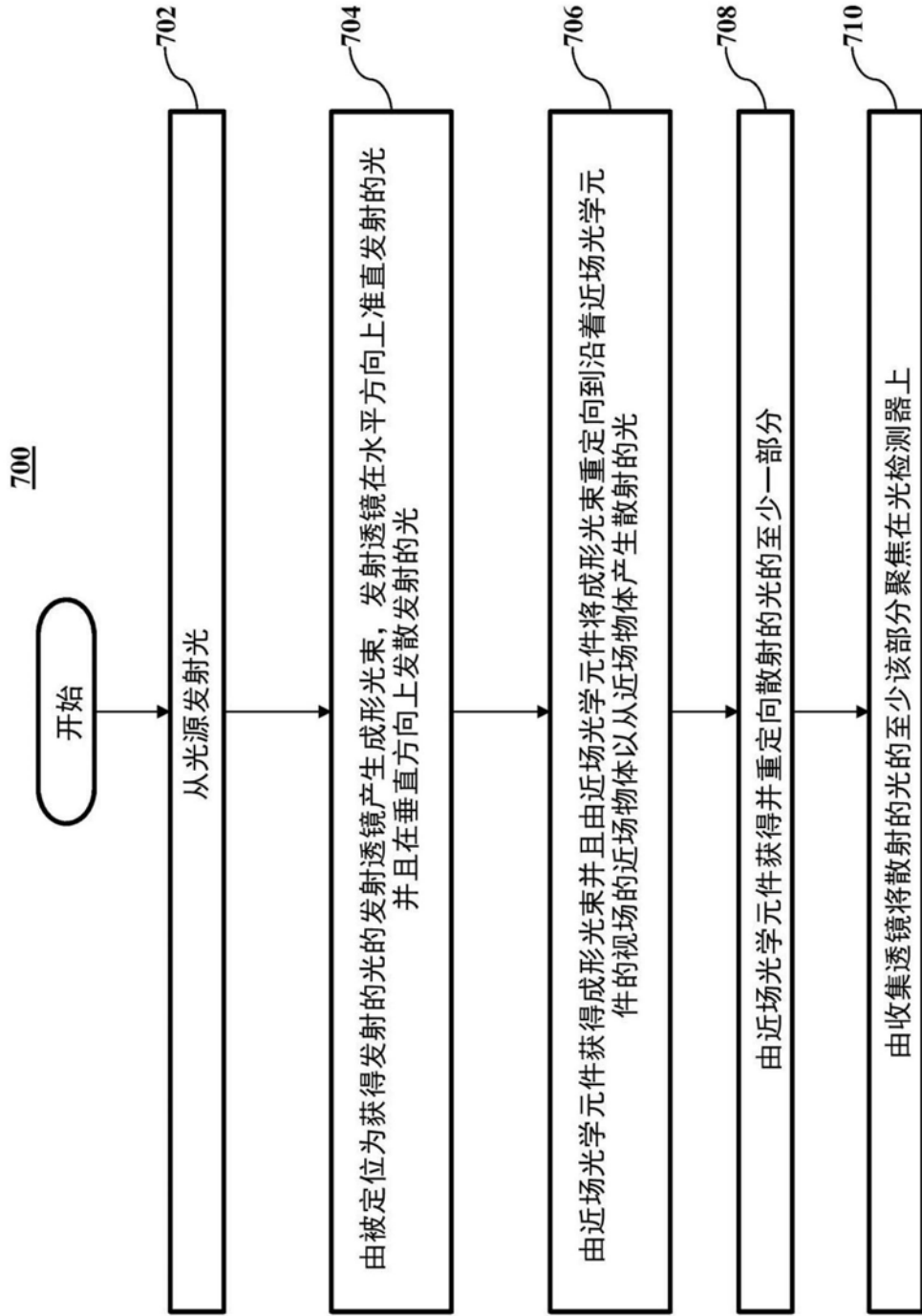


图7

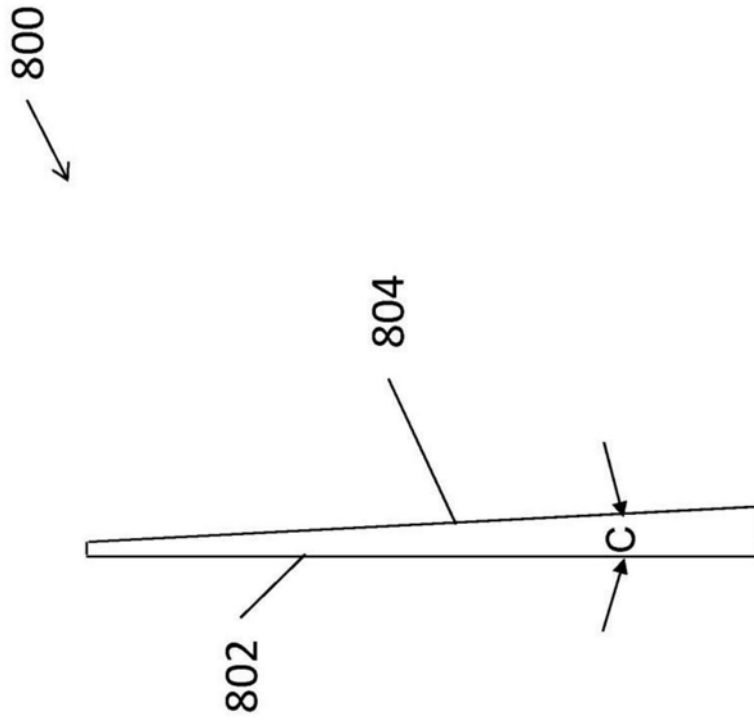


图8

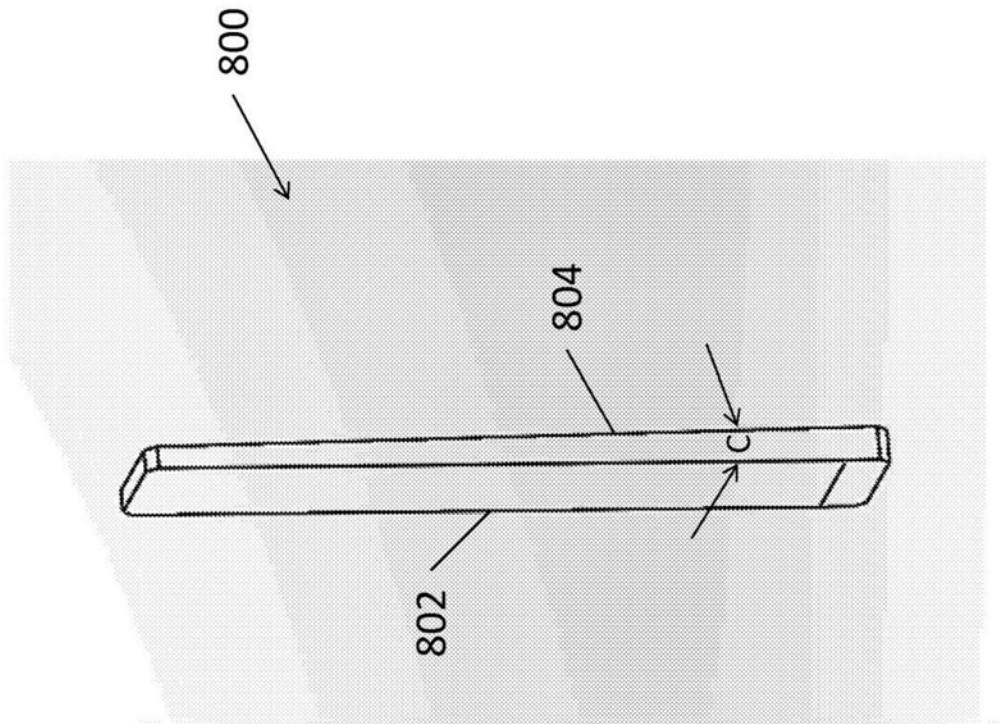


图9

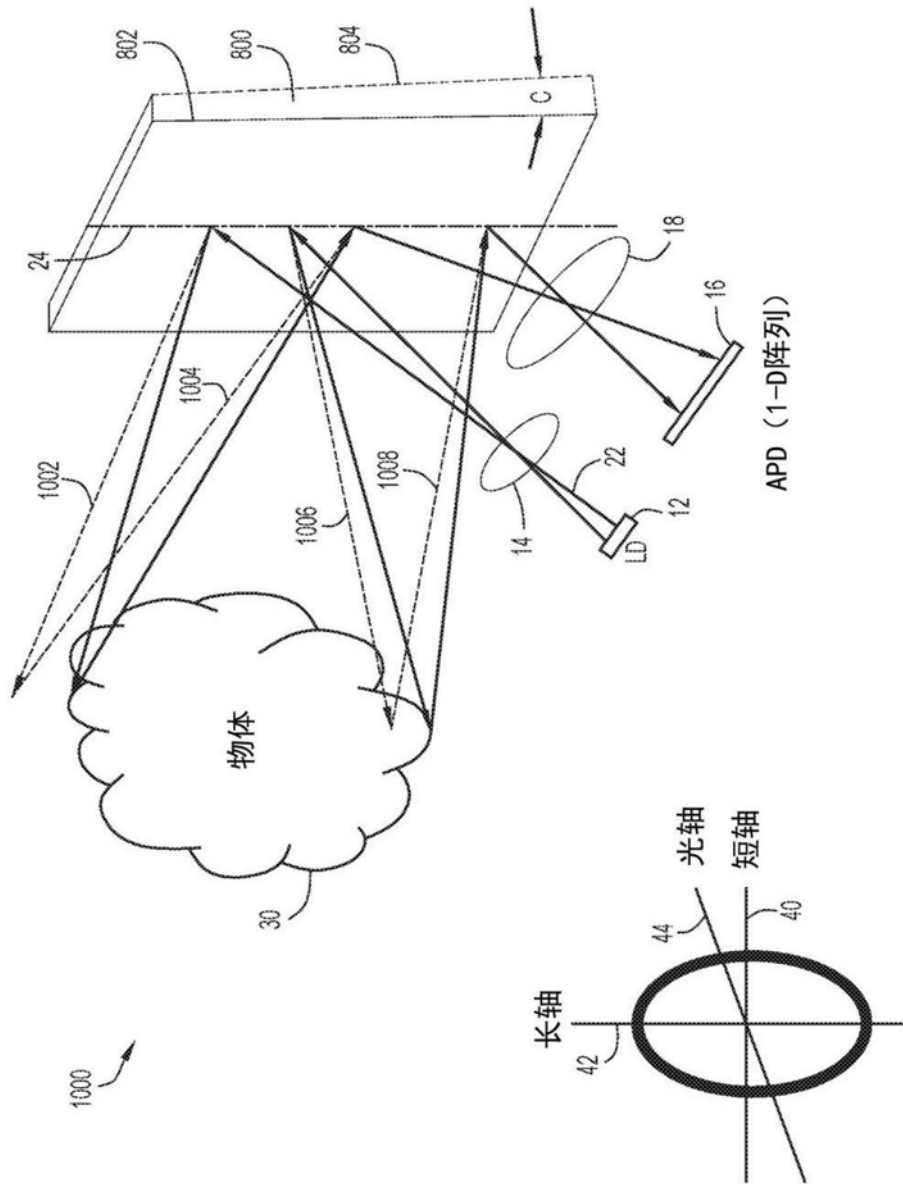


图10

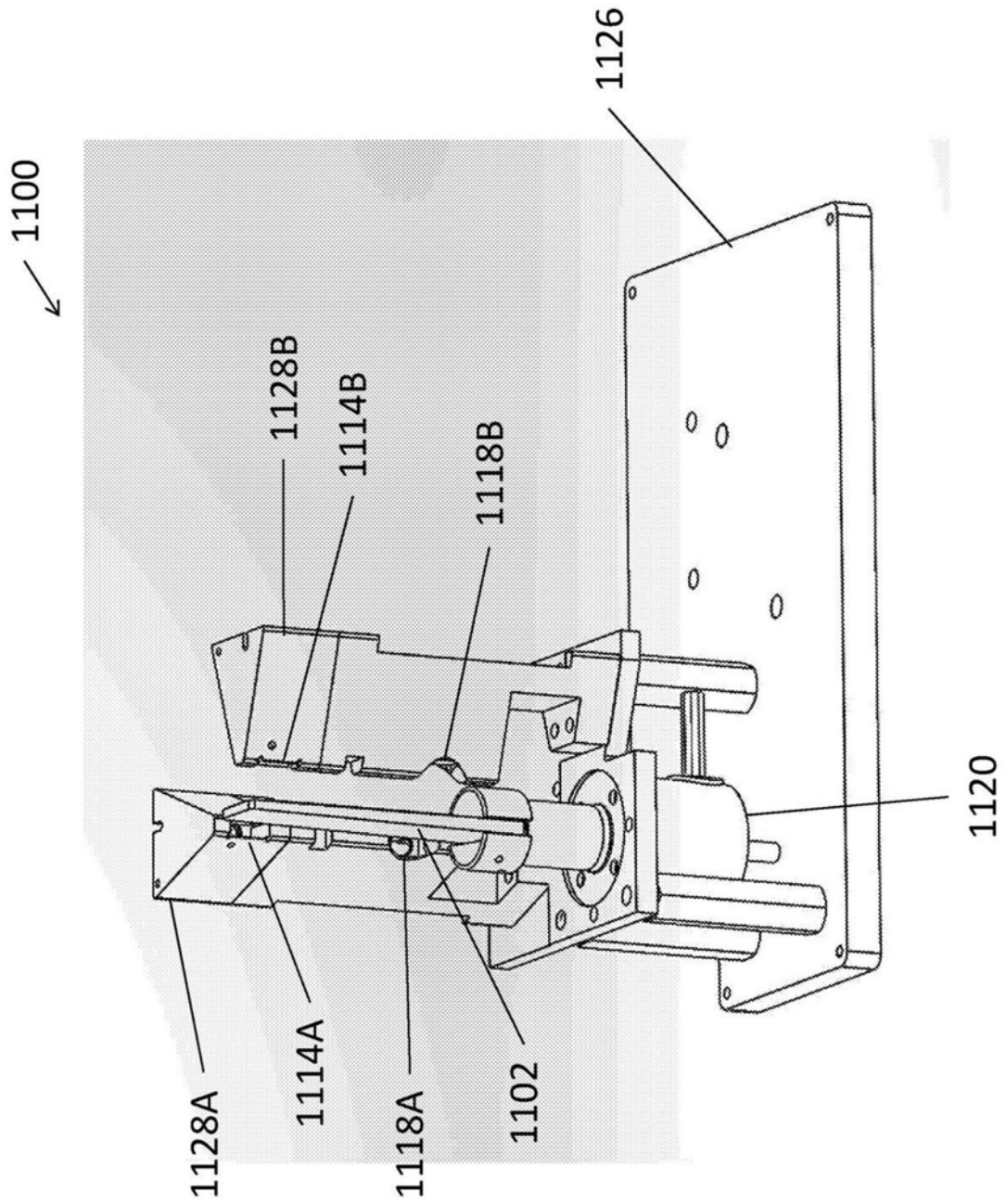


图11

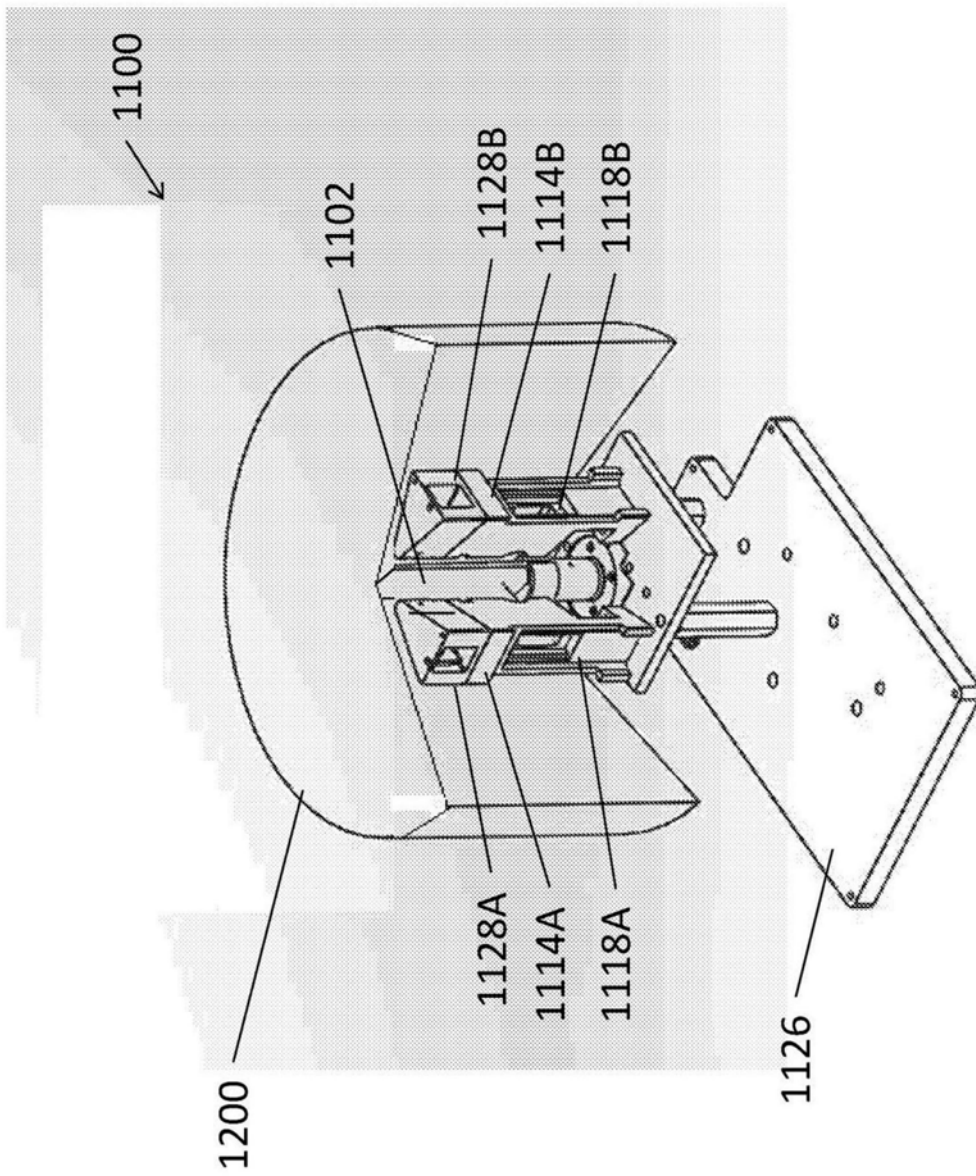


图12

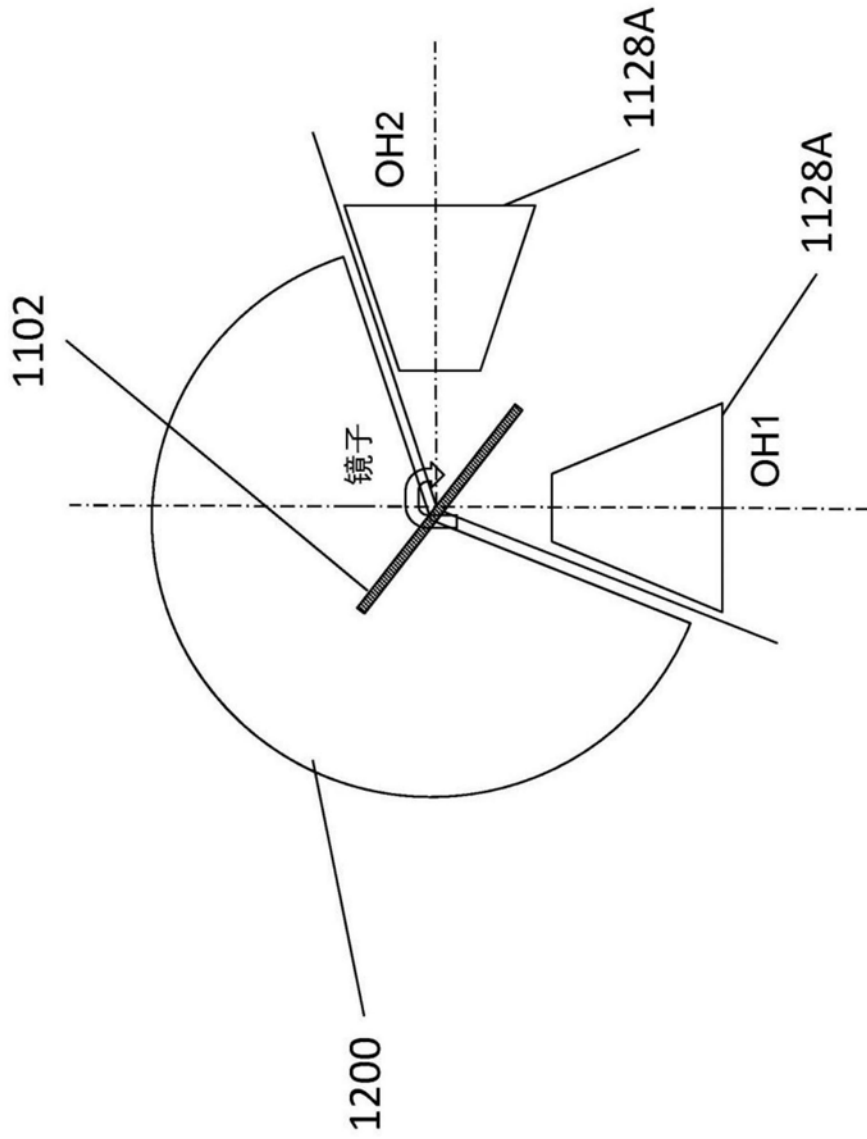


图13