



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114641702 A

(43) 申请公布日 2022.06.17

(21) 申请号 202080075848.4

(22) 申请日 2020.10.26

(30) 优先权数据

16/667,686 2019.10.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.04.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/057390 2020.10.26

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2021/086789 EN 2021.05.06

(71) 申请人 伟摩有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J. 邓菲 D. 哈奇森

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 金玉洁

(51) Int. Cl.

G01S 7/481 (2006.01)

G01S 7/484 (2006.01)

G01S 7/486 (2020.01)

G01S 17/10 (2020.01)

G01S 17/894 (2020.01)

G01S 17/931 (2020.01)

G02B 6/12 (2006.01)

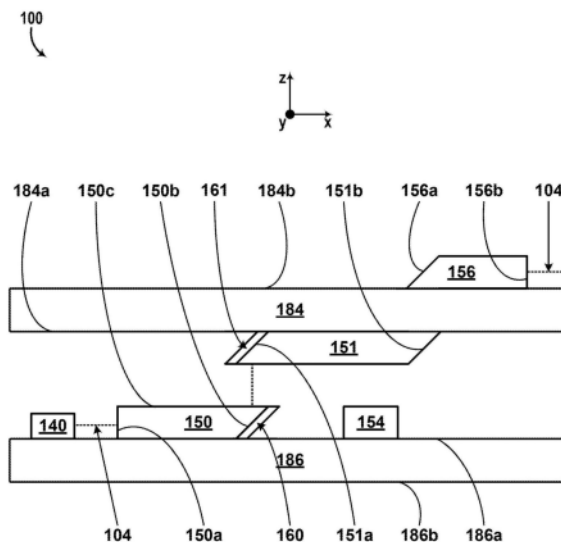
权利要求书3页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

多层光学器件和系统

(57) 摘要

一个示例系统包括设置成重叠布置的多个基板。所述多个基板至少包括第一基板和第二基板。该系统还包括设置在第一基板上以在第一基板上限定第一光路的第一波导。第一波导被配置为将光沿着第一光路引导并在第一波导的输出区段处将光传输出第一波导朝向第二基板。该系统还包括设置在第二基板上以在第二基板上限定第二光路的第二波导。第二波导的输入区段与第一波导的输出区段对准以接收由第一波导传输的光。第二波导被配置为将光沿着第二光路引导。



1. 一种光检测和测距 (LIDAR) 设备, 包括:
设置成重叠布置的多个基板, 所述多个基板至少包括第一基板和第二基板;
光发射器, 被配置为发射光信号;
第一波导, 设置在所述第一基板上以在所述第一基板上限定第一光路, 其中所述第一波导被配置为将所述光信号沿着所述第一光路引导并在所述第一波导的输出区段处将所述光信号传输出所述第一波导朝向所述第二基板; 以及
第二波导, 设置在所述第二基板上以在所述第二基板上限定第二光路, 其中所述第二波导的输入区段与所述第一波导的所述输出区段重叠, 以及其中所述第二波导被配置为在所述输入区段处接收来自所述第一波导的所述光信号并将所述光信号沿着所述第二光路引导。
2. 根据权利要求1所述的LIDAR设备, 其中呈所述重叠布置的相邻基板间隔开至少给定的分隔距离。
3. 根据权利要求1所述的LIDAR设备, 其中所述第一波导的所述输出区段与所述第二波导的所述输入区段重叠。
4. 根据权利要求1所述的LIDAR设备, 其中所述第一波导位于所述第一基板和所述第二基板之间。
5. 根据权利要求4所述的LIDAR设备, 其中所述第二波导位于所述第一基板和所述第二基板之间。
6. 根据权利要求1所述的LIDAR设备, 还包括:
设置在所述第一波导的所述输出区段和所述第二波导的所述输入区段之间的光学材料, 其中所述第一波导具有第一折射率, 所述第一折射率在相对于所述光学材料的第二折射率的阈值内。
7. 根据权利要求6所述的LIDAR设备, 其中所述光学材料包括物理联接到所述输入区段和所述输出区段的光学粘合剂。
8. 根据权利要求1所述的LIDAR设备, 还包括:
被配置为发射光的光发射器, 其中所述第一波导被配置为在所述第一波导的第一端处接收从所述光发射器发射的光并将在所述第一端处接收的光朝所述第一波导的第二端引导, 其中所述第一波导具有在所述第一端和所述第二端之间的第一侧面, 以及其中所述第一侧面设置在所述第一基板上。
9. 根据权利要求8所述的LIDAR设备, 其中由所述第一波导在所述输出区段传输的所述光信号传输穿过所述第一波导的第二侧面, 所述第二侧面与所述第一侧面相对。
10. 根据权利要求8所述的LIDAR设备, 还包括:
反射镜, 被配置为将在所述第一波导内被引导的所述光信号在所述第一波导的所述输出区段处朝所述第一波导的所述第二侧面反射,
其中被反射的光信号在被所述反射镜反射之后传播出所述第二侧面并朝所述第二基板传播。
11. 根据权利要求10所述的LIDAR设备, 其中所述第一波导具有朝所述第一波导的所述第二侧面倾斜的倾斜边缘, 以及其中所述反射镜设置在所述倾斜边缘上。
12. 根据权利要求11所述的LIDAR设备, 其中所述第一波导的所述倾斜边缘和所述第二

侧面之间的角度是锐角。

13. 根据权利要求8所述的LIDAR设备,其中所述第一波导的所述输出区段在所述第一波导的所述第二端处。

14. 根据权利要求1所述的LIDAR设备,其中在所述第二波导的所述输入区段处从所述第一波导接收的所述光信号的至少一部分传播出所述第二波导朝向所述第二基板,所述系统还包括:

反射镜,被配置为将所述光信号的所述至少一部分反射回所述第二波导中。

15. 根据权利要求1所述的LIDAR设备,还包括:

第三波导,设置在所述第二基板上以在所述第二基板上限定第三光路,其中所述第一波导的第一区段与所述第三波导的第二区段重叠,使得所述第一区段距所述第二区段小于阈值距离;以及

光学屏蔽,位于所述第一波导的所述第一区段和所述第三波导的所述第二区段之间。

16. 根据权利要求16所述的LIDAR设备,其中所述光学屏蔽包括金属涂层,所述金属涂层设置在所述第一区段上或在所述第二区段上。

17. 一种系统,包括:

设置成重叠布置的多个基板,所述多个基板至少包括第一基板和第二基板;

第一波导,设置在所述第一基板上以在所述第一基板上限定第一光路,其中所述第一波导被配置为将光信号沿着所述第一光路引导并在所述第一波导的输出区段处将所述光信号传输出所述第一波导朝向所述第二基板;以及

第二波导,设置在所述第二基板上以在所述第二基板上限定第二光路,其中所述第二波导的输入区段与所述第一波导的所述输出区段对准以接收由所述第一波导朝所述第二基板传输的所述光信号,以及其中所述第二波导被配置为将在所述输入区段处接收的所述光信号沿着所述第二光路引导。

18. 根据权利要求17所述的系统,还包括:

包括多个孔的不透明材料,其中所述光发射器是第一光发射器并且所述光信号是第一光信号,以及其中所述第二波导被配置为将所述第一光信号传输出所述第二波导朝向所述多个孔中的第一孔;

第一光发射器,被配置为发射所述光信号;

第二光发射器,被配置为发射第二光信号;以及

第三波导,设置在所述第二基板上以在所述第二基板上限定第三光路,其中所述第三波导被配置为将所述第二光信号沿着所述第三光路引导并将所述第二光信号传输出所述第三波导朝向所述多个孔中的第二孔。

19. 根据权利要求18所述的系统,所述LIDAR设备还包括:

光学屏蔽,位于所述第一波导的第一区段和所述第三波导的第二区段之间,所述第三波导的所述第二区段与所述第一波导的所述第一区段重叠。

20. 一种方法,包括:

在第一波导处接收光,所述第一波导在设置成重叠布置的多个基板中的第一基板上限定第一光路;

在所述第一波导内将光沿着所述第一光路朝所述第一波导的输出区段引导;

在所述输出区段处将光传输出所述第一波导朝向所述多个基板中的第二基板；

在设置于所述第二基板上的第二波导的输入区段处接收从所述第一波导的所述输出区段传输的光,其中所述第二波导的所述输入区段与所述第一波导的所述输出区段对准；
以及

在所述第二波导内将光沿着由所述第二波导在所述第二基板上限定的第二光路引导。

多层光学器件和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2019年10月29日提交的第16/667,686号美国专利申请的优先权,该美国专利申请的全部内容通过引用整体合并于此。

背景技术

[0003] 除非在此另外指出,否则在本部分中描述的材料不是相对于本申请中权利要求的现有技术,并且不因被包括在本部分中而被承认是现有技术。

[0004] 光波导可以用于各种系统,诸如医疗设备、制造系统和遥感设备(例如,LIDAR等)以及其它示例。一般而言,光波导是限定光路的器件,该光路用于将光学信号从一个空间位置(信号在该空间位置进入波导)引导到另一个空间位置(信号在该另一个空间位置离开波导)。在一个示例中,光波导可以包括相对于其周围介质具有更高折射率的光学材料。由于折射率之间的差异,在光学材料(或其部分)内传播的光可以在光学材料的一个或更多个壁处反射回光学材料中(例如,全内反射(TIR)),然后继续在光学材料内传播。因此,取决于光学材料的形状和/或其它物理性质,光波导可以限定用于在其中被引导的光学信号的特定光路。

发明内容

[0005] 在一个示例中,一种系统包括设置成重叠布置的多个基板。所述多个基板至少包括第一基板和第二基板。该系统还包括设置在第一基板上以在第一基板上限定第一光路的第一波导。第一波导被配置为将光信号沿着第一光路引导。第一波导还被配置为在第一波导的输出区段处将光信号传输出第一波导朝向第二基板。该系统还包括设置在第二基板上以在第二基板上限定第二光路的第二波导。第二波导的输入区段与第一波导的输出区段对准以接收由第一波导朝第二基板传输的光信号。第二波导被配置为将在输入区段处接收的光信号沿着第二光路引导。

[0006] 在另一示例中,一种光检测和测距(LIDAR)设备包括设置成重叠布置的多个基板。所述多个基板至少包括第一基板和第二基板。LIDAR设备还包括被配置为发射光信号的光发射器。LIDAR设备还包括设置在第一基板上以在第一基板上限定第一光路的第一波导。第一波导被配置为将光信号沿着第一光路引导。第一波导还被配置为在第一波导的输出区段处将光信号传输出第一波导朝向第二基板。LIDAR设备还包括设置在第二基板上以在第二基板上限定第二光路的第二波导。第二波导的输入区段与第一波导的输出区段重叠。第二波导被配置为在输入区段处接收来自第一波导的光信号并将光信号沿着第二光路引导。

[0007] 在另一示例中,一种方法涉及在第一波导处接收光,该第一波导在设置成重叠布置的多个基板中的第一基板上限定第一光路。该方法还涉及在第一波导内将光沿着第一光路朝第一波导的输出区段引导。该方法还涉及在输出区段处将光传输出第一波导朝向所述多个基板中的第二基板。该方法还涉及在设置于第二基板上的第二波导的输入区段处接收从第一波导的输出区段传输的光。第二波导的输入区段与第一波导的输出区段对准。该方

法还涉及在第二波导内将光沿着由第二波导在第二基板上限定的第二光路引导。

[0008] 在另一示例中,一种系统包括用于在第一波导处接收光的机构,该第一波导在设置成重叠布置的多个基板中的第一基板上限定第一光路。该系统还包括用于在第一波导内将光沿着第一光路朝第一波导的输出区段引导的机构。该系统还包括用于在输出区段处将光传输出第一波导朝向所述多个基板中的第二基板的机构。该系统还包括用于在设置于第二基板上的第二波导的输入区段处接收从第一波导的输出区段传输的光的机构。第二波导的输入区段与第一波导的输出区段对准。该系统还包括用于在第二波导内将光沿着由第二波导在第二基板上限定的第二光路引导的机构。

[0009] 前述发明内容仅是说明性的,并且不旨在以任何方式进行限制。除了上述说明性的方面、实施方式和特征之外,另外的方面、实施方式和特征将通过参照附图和以下详细描述变得明显。

附图说明

[0010] 图1A示出根据示例实施方式的多层光学系统。

[0011] 图1B示出图1A的系统的剖视图。

[0012] 图1C示出图1A的系统的另一剖视图。

[0013] 图2A是根据示例实施方式的LIDAR设备的简化框图。

[0014] 图2B示出图2A的LIDAR设备的透视图。

[0015] 图3A是根据示例实施方式的包括波导的系统的图示。

[0016] 图3B示出图3A的系统的剖视图。

[0017] 图4A示出根据示例实施方式的包括多层波导组件的系统的第二剖视图。

[0018] 图4B示出图4A的系统的第三剖视图。

[0019] 图4C示出图4A的系统的第四剖视图。

[0020] 图4D示出图4A的系统的第五剖视图。

[0021] 图5是根据示例实施方式的方法的流程图。

具体实施方式

[0022] 在此描述的任何示例实施方式或特征将未必被解释为相比于其它实施方式或特征是优选的或有利的。在此描述的示例实施方式不意味着进行限制。将易于理解,所公开的实现方式的某些方面可以以各种不同的配置来布置和组合。此外,附图所示的特定布置不应被视为限制。应理解,其它实现方式可能包括更多或更少的在给定附图中示出的每种元件。此外,示出的元件中的一些可以被组合或省略。类似地,示例实现方式可以包括附图中未示出的元件。

[0023] I. 概述

[0024] 在此公开的一些示例光学系统可以用于沿着彼此至少部分重叠的分开的光路路由多个光学信号(例如,多个信号通道)。一个示例系统包括呈重叠布置的多个基板(例如,玻璃基板等)。该系统还包括波导的多层组件,该多层组件被配置为沿着第一光路路由第一光信号并沿着第二光路路由第二光信号。多层组件的每一层对应于设置在所述多个基板中的相应基板上的一个或更多个波导。

[0025] 在一些示例中,设置在第一基板上的第一波导光学耦合到设置在第二基板上的第二波导。例如,第一光路可以在第一波导内沿着第一基板延伸,然后在第二波导内沿着第二基板继续。利用这种布置,例如,这两个光路(或其一个或更多个区段)可以在不同的方向上(例如,非平行等)延伸而不彼此物理相交。然而,在可供选择的单层波导布置中,例如,这两个光路将彼此物理交叉或相交。

[0026] 其它方面、特征、实现方式、配置、布置和优点是可行的。

[0027] II. 示例系统和设备

[0028] 图1A示出根据示例实施方式的多层光学系统100。如所示出的,系统100包括呈重叠布置的多个基板184、186。注意,为了便于描述,系统100被示出为包括两个重叠的基板184和186。在可供选择的实施方式中,系统100可以可供选择地包括更少或更多的基板。在第一实施方式中,系统100可以可供选择地包括单个基板。在此实施方式中,多层光学系统100的第一层可以包括设置在该单个基板的第一侧面上的一个或更多个光学部件(例如,波导),第二层可以包括设置在该单个基板的与第一侧面相反的第二侧面上的一个或更多个其它部件。在第二实施方式中,系统100可以包括与图1A所示的基板184、186的重叠布置类似地布置的三个、四个或更多个基板。

[0029] 在所示实施方式中,各个基板184和186的重叠侧面(例如,壁)彼此基本上平行地布置。然而,在可供选择的实施方式中,给定基板可以在基板的重叠布置中相对于相邻基板以一偏移角度倾斜。

[0030] 在一些示例中,系统100的所述多个基板可以彼此物理联接,使得相邻的基板隔开至少给定的分隔距离。例如,系统100还可以包括设置在基板184和186之间以将这两个基板彼此物理隔开至少给定的分隔距离的一个或更多个间隔结构(未示出),诸如球轴承、光纤或任何其它类型的固体间隔结构。取决于系统100的各种应用,给定的分隔距离可以是任何距离。在一个实施方式中,给定的分隔距离可以在10微米和1毫米之间。其它分隔距离也是可行的。

[0031] 在可供选择的示例中,系统100中的所述多个基板中的两个或更多个基板可以彼此物理接触(例如,一个基板设置在另一个上等)。例如,呈重叠布置的基板184和186的相邻表面可以可供选择地被物理联接而在这两个基板之间没有分隔距离(例如,粘合在一起等)。在此示例中,这两个基板可以有效地对应于单个组合基板,该单个组合基板具有每个单独基板的厚度的两倍。例如,利用这种布置,(例如,设置在组合基板的外表面上的)两层光学部件可以通过(例如,在以固定的相对布置物理联接两个单独的基板之前)使一单独的基板相对于另一单独的基板移动(例如,滑动等)而高效地对准(例如,在校准、组装等期间)。其它示例和/或优点也是可行的。

[0032] 基板184、186可以包括适合于支撑设置在基板上的一个或更多个信号路由结构(未在图1A中示出)和/或其它类型的光学器件的任何基板。在一个实施方式中,基板184、186的重叠和/或平行的侧面可以被配置为安装表面,光波导(未在图1A中示出)或其它光学部件安装在该安装表面上。因此,在此实施方式中,设置在每个相应安装表面上的光学部件可以对应于光学部件的多层组件中的相应层。

[0033] 在一些实施方式中,基板184和/或186由透明或部分透明的材料(例如,载玻片、盖玻片、塑料膜等)形成或者包括该透明或部分透明的材料,该透明或部分透明的材料对于光

的一种或更多种波长是至少部分透明的。例如,在系统100用于路由红外波长范围内的光学信号的情况下,基板184、186中使用的材料可以对于光的红外波长是至少部分透明的。其它波长也是可以的。

[0034] 在可供选择的实施方式中,基板184和/或186可以由不透明材料(例如,半导体基板(诸如硅或砷化镓)、印刷电路板(PCB)基板或任何其它类型的不透明基板)形成,或者包括该不透明材料。

[0035] 图1B示出系统100的剖视图。出于说明的目的,图1B示出x-y-z轴,其中y轴延伸穿过页面。此外,注意,为了便于描述,系统100的一个或更多个部件从图1A和/或图1B的图示中被省略。

[0036] 如所示出的,系统100还包括光发射器140、波导150、151、154、156和反射镜160、161。在可供选择的示例中,系统100可以包括比示出的那些部件更少或更多的部件。

[0037] 光发射器140可以包括被配置为发射光104的激光二极管、光纤激光器、发光二极管、激光棒、纳米堆叠二极管棒、灯丝、LIDAR发送器或任何其它光源。在一些实施方式中,发射器140可以被实现为脉冲激光器(与连续波激光器相比),从而在保持同等的连续功率输出的同时,允许增大的峰值功率。其它实现方式是可以的。

[0038] 波导150、151、154、156可以由玻璃基板(例如,玻璃板等)、光致抗蚀剂材料(例如,SU-8等)、或者对于所发射的光104的一种或更多种波长至少部分透明的任何其它材料形成。如上所述,在一些示例中,基板184、186的重叠的(和/或平行的)侧面可以被配置为光学部件的多层组件中的相应层的安装表面。例如,如图1B所示,一个或更多个光学部件(例如,波导156)可以作为多层光学系统100中的第一层光学部件设置在第一表面(例如,基板184的侧面184b)上,一个或更多个光学部件(例如,波导151)可以作为多层光学系统100中的第二层光学部件设置在第二表面(例如,基板184的侧面184a)上,一个或更多个光学部件(例如,波导150、154、发射器140等)可以作为多层光学系统100中的第三层光学部件设置在第三表面(例如,基板186的侧面186a)上。尽管未示出,但是在一些示例中,系统100可以可供选择地或附加地包括安装在基板184和186的其它表面(例如,侧面186b)上和/或在其它基板(未示出)(例如,系统100可以包括呈重叠布置的比两个基板184、186更多的基板等)上的一层或更多层光学部件。

[0039] 在一些实施方式中,波导150、151、154、156可以经由光刻设置到基板184、186的相应表面上。例如,光敏材料(例如,光致抗蚀剂等)可以被设置在基板184、186上,然后被选择性地蚀刻以形成具有图1B所示的相应形状和位置的波导150、151、154、156。为此,光敏材料可以包括SU-8或任何其它光敏材料。在一些示例中,光敏材料可以被图案化以形成除了波导150、151、154、156之外或代替波导150、151、154、156的其它光学元件,诸如输入耦合器、输出耦合器和/或其它光学元件。在一些实现方式中,波导150、151、154、156可以被配置为多模波导以促进在其中被引导的光信号的全内反射。其它实现方式也是可以的。

[0040] 反射镜160、161可以由具有适合于(至少部分地)反射光104的波长的反射率特性的任何反射材料形成。为此,示例反射材料的非穷尽列表包括金、铝、其它金属或金属氧化物、合成聚合物、混合颜料(例如,纤维状粘土和染料)以及其它示例。

[0041] 在图1B所示的示例布置中,发射器140被对准以将第一光信号104发射到波导150的“输入区段”中。波导150的输入区段对应于波导150的一区段(例如,侧面150a),光信号

104通过该区段进入波导。此外,在此示例中,波导150设置在基板186上并形成在波导150内限定第一光路,该第一光路用于将光信号104(在x方向上)朝波导150的侧面150b引导。如所示出的,侧面150b朝基板184倾斜,反射镜160设置在侧面150b的倾斜边缘上。在此示例中,反射镜160可以被配置为波导150的“输出反射镜”,其将光信号104反射出波导150并朝基板184(如虚线所示)反射。波导150的通过其使光信号104离开波导的区段可以在此被称为波导150的“输出区段”。

[0042] 如所示出的,在侧面150b的倾斜边缘和侧面150c之间的角度是锐角。在一个实施方式中,倾斜边缘150b的锐角倾斜角度可以是45度。然而,取决于系统100的各种部件(例如,波导150、151等)的布置,其它倾斜角度是可以的。

[0043] 然后,波导151在波导151的与波导150的输出区段对准的“输入区段”处接收光信号104。在所示示例中,波导151的输入区段对应于波导151的与输出区段(光信号104从该输出区段离开波导150)重叠的区段。然而,在可供选择的示例中,波导151的输入区段未必与波导150重叠。例如,波导150可以被配置为在不同的方向而不是在图1B所示的z方向上传输光信号104。在这种情况下,波导151的输入区段可以被对准以在不同的位置拦截来自波导150的光信号104(例如,取决于输出区段的位置和光信号104离开波导150的角度)。

[0044] 在所示示例中,波导151设置在基板184上并形成在基板184上限定(在x方向上的)第二光路。此外,如所示出的,波导151包括在波导151的输入区段处或附近的倾斜边缘151a(反射镜161设置在该倾斜边缘151a上)。因此,反射镜161可以被配置为波导151的输入反射镜,其将入射在反射镜161上的光信号104(或其部分)反射回波导151中并朝波导151的输出区段(例如,侧面151b)反射。在所示示例中,由波导151限定的第二光路在x方向上朝波导151的输出区段(例如,侧面151b)延伸。

[0045] 如所示出的,波导151的侧面151b朝基板184倾斜。在此示例中,(在波导151内被引导的)光信号104可以在边缘150b处被朝基板184内反射(例如,经由全内反射(TIR)),然后在由侧面151b限定的输出位置从波导151出来穿过基板184并朝波导156传输。为了促进此,例如,可以选择侧面151b的倾斜角度,使得光信号104从适合于在侧面151b处内反射光信号104的一个或更多个入射角(例如,小于TIR所需的临界角等)入射在侧面151b上。

[0046] 类似地,尽管系统100被示出为包括反射镜160和161,但是在可供选择的示例中,系统100可以被实现为没有反射镜160和/或反射镜161(例如,光信号104可以在边缘150b和/或151a处被内反射,而不是分别通过反射镜160和/或161被反射)。

[0047] 如所示出的,波导154设置在系统100的与波导150相同的层中(即在基板186的侧面186a上)。波导154可以穿过页面(即在y方向上)延伸以在波导154内限定第三光路。例如,波导154可以被配置为将不同于光信号104的第二光信号沿着第三光路引导。在此示例中,波导154在与波导150、151、156的引导方向(例如,x方向)不平行的方向(例如,y方向)上延伸。此外,如所示出的,波导154的第一区段与波导151的第二区段重叠。例如,第一区段距第二区段可以小于阈值距离。

[0048] 在所示示例中,波导156可以被包括在多层系统100的第三层中(在基板184的侧面184b上),并且可以被配置为在波导156的输入端156a处接收(传输出波导151的)光信号104。在此示例中,波导156延伸以在输入端156a之间(在基板184的表面184b上)限定用于光信号104的(例如,在x方向上的)第四光路。此外,在所示示例中,输入侧面156a可以朝波导

151 (例如,以用于将入射在其上的光信号104朝输出侧面156b内反射的合适的倾斜角度等)倾斜。

[0049] 因此,在此示例布置中,多层光学系统100限定用于光信号104的组合光路,该组合光路在x方向上从发射器140延伸到波导151的侧面151b。此组合光路的第一部分在多层系统100的第一层中(即在基板186的表面186a上);该组合光路的第二部分在第二层中(即在基板184的表面184a上);该组合光路的第三部分在第三层中(即在基板184的表面184b上)。此外,系统100在波导154内限定单独的非平行光路,该非平行光路不与光信号104的组合光路相交(例如,这两个路径在系统100的不同层中一个在另一个下方或上方交叉)。

[0050] 图1C示出系统100的另一剖视图。如所示出的,系统100还包括位于波导150的输出区段和波导151的输入区段之间的光学材料188、以及位于波导154和波导151之间的光学屏蔽190。

[0051] 光学材料188可以由对于光104的波长至少部分透明并且具有在相对于波导150、151的(多种)折射率的阈值内的折射率的任何材料(例如,光致抗蚀剂、SU-8、玻璃、塑料等)形成。例如,利用这种布置,光学材料188可以促进光信号104从波导150传输到波导151。在一些示例中,光学材料188可以包括被配置为将输入区段物理联接到输出区段的光学粘合剂。

[0052] 光学屏蔽190可以被配置为降低在波导151和154中被引导的相应光信号之间彼此(例如,可以在波导的重叠区段附近而不是在其各自的输出区段处传输波导的部分等)干扰的可能性。为此,例如,光学屏蔽190(或其一部分)可以位于波导151和154之间(例如,在波导的重叠区段处或附近等)。在一些示例中,光学屏蔽190可以包括一种或更多种光吸收材料(例如,黑碳、黑铬、黑塑料等)。在另外的示例中,光学屏蔽190可以附加地或可供选择地包括一种或更多种反射材料(例如,金属、金属氧化物等)。其它示例是可以的。

[0053] 在一些实施方式中,光学屏蔽190可以包括涂层(例如,金、铜、其它金属涂层等),该涂层设置在波导154的与波导151重叠的第一区段上、在波导151的与波导154重叠的第二区段上、或者在第一区段和第二区段两者上。

[0054] 如上所述,光学系统100可以用于在各种系统和技术领域(诸如光检测和测距(LIDAR)设备、医疗成像设备、数据通信系统、以及其它示例)中路由光学信号。

[0055] 图2A是根据示例实施方式的LIDAR设备200的简化框图。在一些示例中,LIDAR设备200可以被安装到车辆并用于绘制车辆的周围环境(例如,包括对象298的场景等)的地图。如所示出的,LIDAR 200包括可类似于发射器140的激光发射器240、光学系统290、控制器292、旋转平台294、以及一个或更多个致动器296。

[0056] 系统290包括一个或更多个光检测器210、不透明材料220和透镜230。注意,LIDAR设备200可以可供选择地包括比示出的那些部件更多或更少的部件,诸如针对系统100描述的任何部件(例如,波导等)。

[0057] (多个)检测器210可以包括一个或更多个光检测器。在一个实施方式中,(多个)检测器210包括光检测器的阵列,这些光检测器限定用于检测由透镜230聚焦的光202的检测区域。此外,(多个)光检测器210可以包括各种类型的光检测器,诸如光电二极管、单光子雪崩二极管(SPAD)、其它类型的雪崩光电二极管(APD)、硅光电倍增管(SiPM)、多像素光子计数器(MPPC)、光敏电阻、电荷耦合器件(CCD)、光伏电池和/或任何其它类型的光检测器。

[0058] 不透明材料220(例如,掩模、孔光阑等)可以阻挡从场景返回(例如,背景光)并由透镜230聚焦的光202的一部分传输到(多个)检测器210。例如,不透明材料220可以被配置为阻挡可能对由(多个)检测器210执行的测量的准确性产生不利影响的某些背景光。可供选择地或附加地,不透明材料220可以阻挡(多个)检测器210可检测的波长范围内的光等。在一个示例中,不透明材料220可以通过吸收入射光的一部分来阻挡传输。在另一示例中,不透明材料220可以通过反射入射光的一部分来阻挡传输。不透明材料220的示例实现方式的非穷尽列表包括被蚀刻的金属、聚合物基板、双轴取向聚对苯二甲酸乙二醇酯(BoPET)片、或覆盖有不透明掩模的玻璃、以及其它可能性。在一些示例中,不透明材料220可以包括一个或更多个孔,聚焦的光202(或其一部分)可以通过所述一个或更多个孔传输穿过不透明材料220。

[0059] 透镜230可以将从场景返回的光202朝不透明材料220的孔聚焦。利用这种布置,在透镜230处从场景收集的光强度可以被聚焦为具有光202投射在其上的减小的截面面积(即光202的提高的空间功率密度)。为此,透镜230可以包括会聚透镜、双凸透镜和/或球面透镜、以及其它示例。可供选择地,透镜230可以被实现为一个接一个定位的连续的一组透镜(例如,将光聚焦在第一方向上的双凸透镜和将光聚焦在第二方向上的附加的双凸透镜)。其它类型的透镜和/或透镜布置也是可以的。此外,系统290可以包括位于透镜230附近以帮助将入射在透镜230上的光202聚焦到不透明材料220上的其它光学元件(例如,反射镜等)。

[0060] 设备200可以操作发射器240朝包括对象298的场景发射光202。为此,在一些实现方式中,发射器240(和/或设备200的一个或更多个其它部件)可以被配置为LIDAR设备200的LIDAR发送器。然后,设备200可以检测光202的从场景返回的反射以确定关于对象298的信息。为此,在一些实现方式中,(多个)检测器210(和/或系统290的一个或更多个其它部件)可以被配置为LIDAR设备200的LIDAR接收器。

[0061] 控制器292可以被配置为控制LIDAR设备200的一个或更多个部件并分析从所述一个或更多个部件接收的信号。为此,控制器292可以包括一个或更多个处理器(例如,微处理器等),所述一个或更多个处理器运行存储在设备200的存储器(未示出)中的指令以操作设备200。附加地或可供选择地,控制器292可以包括被连线以执行在此描述的各种功能中的一个或更多个的数字或模拟电路。

[0062] 旋转平台294可以被配置为绕轴线旋转以调整LIDAR 200的指向(例如,所发射的光202相对于环境的方向等)。为此,旋转平台294可以由适合于支撑LIDAR 200的一个或更多个部件的任何固体材料形成。例如,系统290(和/或发射器240)可以由旋转平台294(直接地或间接地)支撑,使得响应于旋转平台294的旋转,这些部件中的每个在保持呈特定相对布置的同时,相对于环境移动。特别地,安装的部件可以绕轴线(同时)旋转,使得LIDAR 200可以在扫描周围环境的同时调整其指向。以这种方式,可以通过绕旋转轴线驱动旋转平台294到不同的方向来水平地调整LIDAR 200的指向。在一个示例中,LIDAR 200可以安装在车辆上,并且旋转平台294可以旋转以从车辆以各种方向扫描周围环境的区域。

[0063] 为了使平台294以这种方式旋转,一个或更多个致动器296可以驱动旋转平台294。为此,致动器296可以包括电机、气动致动器、液压活塞和/或压电致动器、以及其它可能性。

[0064] 利用这种布置,控制器292可以操作(多个)致动器296使旋转平台294以各种方式旋转从而获得关于环境的信息。在一个示例中,旋转平台294可以绕轴线在任一方向上旋

转。在另一示例中,旋转平台294可以绕轴线进行完整的绕转(revolution),使得LIDAR 200扫描环境的360°视场(FOV)。在另一示例中,旋转平台294可以(例如,通过重复地从第一角位置绕轴线旋转到第二角位置、然后回到第一角位置等)在特定范围内旋转以扫描环境的更窄的FOV。其它示例是可以的。

[0065] 此外,旋转平台294可以以各种频率旋转从而使LIDAR 200以各种刷新率扫描环境。在一个实施方式中,LIDAR 200可以被配置为具有在3Hz和30Hz之间的刷新率。例如,在LIDAR 200被配置为以10Hz的刷新率扫描360°FOV的情况下,(多个)致动器296可以使平台294每秒旋转十个完整旋转。其它刷新率是可以的。

[0066] 图2B示出LIDAR设备200的透视图。在一些实施方式中,设备200可以被配置为包括单个共享的透镜230,该透镜230用于既将来自发射器240的发射光朝环境引导又将入射的光202聚焦到系统290中。在另外的实施方式中,设备200可以包括不同于透镜230的用于引导发射光240的单独的发送器透镜(未示出)。

[0067] 如图2B所示,LIDAR 200可以被配置为绕旋转轴线201旋转。以这种方式,根据LIDAR 200绕轴线201的不同旋转位置,LIDAR 200可以扫描周围环境的不同区域。例如,当LIDAR绕轴线201旋转时,设备200(和/或另一计算系统)可以通过处理与LIDAR 200的不同指向相关联的数据来确定设备200的环境的360°(或更少)视野的三维地图。

[0068] 在一些示例中,轴线201可以是基本上竖直的。在这些示例中,可以通过使系统290(和发射器240)绕轴线201旋转来水平地调整设备200的指向。

[0069] 在一些示例中,设备200可以(相对于轴线201)倾斜以调整LIDAR 200的FOV的竖直范围。例如,LIDAR设备200可以安装在车辆的上面。在此示例中,系统290(和发射器240)可以(例如,朝车辆)倾斜以收集比来自环境的在车辆上方的区域的数据点更多的来自环境的离车辆所在的驾驶表面更近的区域的数据点。LIDAR设备200的其它安装位置、倾斜配置和/或应用也是可以的(例如,在车辆的不同侧面上、在机器人设备上、或者在任何其它安装表面上)。

[0070] 现在回到图2A,在一些实现方式中,控制器292可以使用与由(多个)检测器210测量的信号相关联的定时信息来确定对象298的位置(例如,距LIDAR设备200的距离)。例如,在发射器240是脉冲激光器的实施方式中,控制器292可以监测输出光脉冲的定时并将那些定时与由阵列210测量的信号脉冲的定时进行比较。例如,控制器292可以基于光速和光脉冲的传播时间(其可以通过比较定时来计算)来估计设备200和对象298之间的距离。在一个实现方式中,在平台294的旋转期间,发射器240可以发射光脉冲(例如,光202),系统290可以检测所发射的光脉冲的反射。然后,设备200(或处理来自设备200的数据的另一计算机系统)可以基于所发射的光脉冲和其检测到的反射的一个或多个特性(例如,定时、脉冲长度、光强度等)的比较来产生被扫描的环境的三维(3D)表示。

[0071] 注意,被示出用于设备200的部件的各种功能块可以以不同于所示布置的各种方式来重新分布、重新布置、组合和/或分离。

[0072] 图3A是根据示例实施方式的包括波导350的系统300的图示。图3B示出系统300的剖视图。在一些实现方式中,代替发射器240和系统290或者除了发射器240和系统290之外,系统300可以被包括在设备200中。如所示出的,分别类似于设备200、对象298和光202,系统300可以测量由场景内的对象398反射的光302。此外,如所示出的,系统300包括可分别类似

于(多个)检测器210、材料220、透镜230和发射器240的光检测器310的光检测器阵列、不透明材料320、透镜330和光源340。

[0073] 如所示出的,系统100还包括限定在不透明材料320内的孔320a。例如,孔320a被示出为具有椭圆形形状。然而,其它孔形状是可以的(例如,圆形、矩形或任何其它形状)。孔320a提供不透明材料320内的端口,光可以传输穿过该端口。孔320a可以以各种方式被限定在不透明材料320内。在一个示例中,不透明材料320(例如,金属等)可以被蚀刻以限定孔320a。在另一示例中,不透明材料320可以被配置为覆盖有掩模的玻璃基板,并且该掩模可以包括限定孔320a(例如,经由光刻等)的间隙。在各种实施方式中,孔320a可以至少对于光检测器阵列310可检测的光波长是部分或完全透明的。例如,在不透明材料320是覆盖有掩模的玻璃基板的情况下,孔320a可以被定义为玻璃基板的未被掩模覆盖的部分,使得孔320a不是完全中空的而是由玻璃制成。因此,在一些情况下,孔320a可以对于光302的一种或更多种波长是部分透明的而不是完全透明的。可供选择地,在一些情况下,孔320a可以形成不透明材料320的中空区域。其它孔实现方式是可以的。

[0074] 如所示出的,系统300还包括波导350(例如,光波导等),该波导350可以类似于波导150、151和/或154中的任何一个。如所示出的,系统300还包括可类似于反射镜160和/或161中的任何一个的输入反射镜360和输出反射镜370。

[0075] 在所示例中,波导350位于不透明材料320和阵列310之间。然而,在另外的示例中,不透明材料320可以位于波导350和阵列310之间。如所示出的,波导350可以被布置为使得波导350的一部分延伸到聚焦的光302的传播路径中并且波导350的另一部分延伸到聚焦的光302的传播路径之外。结果,传输穿过孔320a的聚焦的光302的第一部分可以投射到波导350上(如波导350的表面上的阴影区域所示)。

[0076] 如图3B最佳地所示,聚焦的光302的第二部分可以从透镜330传播到阵列310,而不传播穿过波导350。

[0077] 在一些情况下,聚焦的光302的(投射到波导350上的)第一部分的至少部分可以传播穿过波导350的透明区域(例如,从侧面350c传播到侧面350d、然后从波导350出来朝阵列310传播,而不被反射镜370拦截。然而,在一些情况下,聚焦的光302的第一部分可以至少部分地被反射镜370拦截、然后被反射远离阵列310(例如,在波导350内被引导等)。

[0078] 为了缓解这种情况,在一些示例中,反射镜370可以被配置为相对于孔320a和/或相对于聚焦的光302在反射镜370的位置处的投影面积具有小尺寸。在这些示例中,较大部分的聚焦的光302可以邻近反射镜370(和/或波导350)传播以继续朝阵列310传播。可供选择地或附加地,在一些示例中,反射镜370可以由部分反射材料或选择性反射材料(例如,半反射镜、分色镜、偏振分束器等)形成,该部分反射材料或选择性反射材料使入射在其上的聚焦的光302的至少一部分传输穿过反射镜370,以朝阵列310传播。因此,同样在这些示例中,大量的聚焦的光302可以最终到达阵列310。

[0079] 在一些示例中,输入反射镜360可以被配置为将(来自发射器340被反射镜360拦截的)所发射的光304引导到波导350中。然后,波导350将波导350内的光304朝输出反射镜370引导。然后,输出反射镜370可以将被引导的光304反射出波导350并朝孔320a反射。

[0080] 如图3B最佳所示,例如,输入反射镜360可以朝波导350的侧面350c以偏移角度359倾斜。例如,反射镜360和侧面350c之间的角度可以小于反射镜360和侧面360d之间的角度。

在一个实现方式中,反射镜360的偏移角度或倾斜角度359是 45° 。然而,其它角度是可以的。在所实施方式中,输入反射镜360设置在波导350的侧面350a上。因此,在此实施方式中,所发射的光304可以穿过侧面350c传播到波导350中,然后从侧面350a出来朝反射镜360传播。然后,反射镜360可以将光304以合适的进入角穿过侧面350a反射回波导350中,使得波导350然后将光304朝侧面350b引导。例如,波导350可以形成为使得侧面350a和350c之间的角度359小于侧面350a和侧面350d之间的角度(即侧面350a朝侧面350c倾斜)。然后,可以(例如,经由化学气相沉积、溅射、机械联接或另外的工艺)将输入反射镜360沉积到侧面350a上。然而,在另外的实施方式中,反射镜360可以可供选择地设置在波导350内(例如,在侧面350a和350b之间),或者可以与波导350物理分离。

[0081] 如图3B最佳所示,输出反射镜370也可以朝波导350的侧面350c倾斜。例如,反射镜370和侧面350c之间的角度371可以小于反射镜370和侧面360d之间的角度。在一个实现方式中,反射镜370的偏移角度或倾斜角度371是 45° 。然而,其它角度是可以的。因此,在一些示例中,输入反射镜360可以在第一方向上(例如,在图3B的视图中顺时针方向地)朝侧面350c倾斜,输出反射镜370可以在(例如,与第一方向相反的)第二方向上朝侧面350c倾斜。输出反射镜370可以类似于反射镜360以各种方式物理地实现(例如,设置在波导350的倾斜的侧面350b上等)。

[0082] 在一些示例中,波导350可以由具有与波导350周围的材料不同的折射率的材料形成。因此,波导350可以经由在波导350的一个或多个边缘、侧面、壁等处的内反射(例如,全内反射、受抑全内反射等)来引导在波导内传播的光的至少一部分。例如,如图3B所示,波导350可以经由在波导350的侧面350c、350d和/或其它侧面处的内反射而将(从发射器340接收的)所发射的光304朝侧面350b引导。

[0083] 如图3B所示,孔320a可以邻近波导350的输出区段定位以使光304朝透镜330传输。然后,透镜330可以将光304朝场景引导。然后,所发射的光304可以从场景中的一个或多个对象(例如,对象398)反射,并返回到透镜330(例如,作为来自场景的光302的部分)。然后,透镜330可以将光302(其包括所发射的光304的反射)聚焦穿过孔320a并朝阵列310聚焦。

[0084] 利用这种布置,系统300可以从基本相同的物理位置(例如,孔320a)发射光304,系统300从该基本相同的物理位置接收聚焦的光302(例如,孔320a)。因为所发射的光304的发送路径和聚焦的光302的接收路径被协同对准(co-align)(例如,两个路径都来自孔320a的视点),所以系统300可以不太容易受到视差效应的影响。例如,来自包括系统300的LIDAR设备的数据可以用于产生场景的表示(例如,点云),该表示不太容易受到与视差相关的误差的影响。

[0085] 注意,所示系统300的部件和特征的尺寸、位置、取向和形状未必按比例,而是仅为了便于描述而如图所示地被示出。还要注意,系统300可以包括比所示那些部件更少或更多的部件,并且所示部件中的一个或多个可以被不同地布置、物理地组合和/或物理地分成分开的部件。

[0086] 在第一实施方式中,波导350可以可供选择地具有圆柱形形状或任何其它形状。此外,在一些示例中,波导350可以被实现为刚性结构(例如,平板波导)或柔性结构(例如,光纤)。在第二实施方式中,波导350可以具有弯曲形状或其它类型的形状,而不是图3A和图3B

所示的竖直矩形配置。在第三实施方式中,波导350可以可供选择地被实现为没有倾斜边缘350a。例如,侧面350a可以相对于侧面350c和350d处于相同的(例如,垂直的等)角度。在第四实施方式中,反射镜360、370可以从系统300被省略,并且波导350可以被配置为执行上面针对反射镜360、370描述的功能。例如,波导350的侧面350a和350b可以被实现为将光304反射进或反射出波导350的TIR反射镜。

[0087] 图4A示出根据示例实施方式的包括多个波导的系统400的第一剖视图。出于说明的目的,图4A示出x-y-z轴,其中z轴延伸穿过页面。系统400可以类似于系统100、290和/或300,并且可以代替系统290和发射器240或者除了系统290和发射器240之外用于LIDAR设备200。

[0088] 如所示出的,系统400包括:发送器440和442,发送器440和442中的每个可以类似于发射器140;多个波导450、452、454、456,多个波导450、452、454、456中的每个可以类似于波导150;以及多个输出反射镜460、462、464、466,多个输出反射镜460、462、464、466中的每个可以类似于反射镜160。在一些示例中,图4A所示的系统400的光学部件可以对应于设置在多个重叠的基板中的第一基板(例如,基板186)上的第一层光学部件。参照回图1B,例如,波导450的沿着页面的表面延伸的侧面可以类似于波导150的侧面150c。

[0089] 在所示示例中,发送器440发射第一光信号404,发送器442发射第二光信号406。波导450接收光信号404的第一光部分404a并将其朝反射镜460引导,然后反射镜460将光部分404a在波导的(被示出为波导的阴影区域的)输出区段在z方向上(即离开页面)反射出波导450。类似地,波导452将第一光信号404的第二光部分404b沿着第二光路引导;波导454将第二光信号406的第三光部分406a沿着第三光路引导;波导456将第四光部分406b沿着第四光路引导。

[0090] 图4B示出系统400的第二剖视图,其中z轴也延伸穿过页面。如图4B所示,系统400还包括:波导451、453、455、457,波导451、453、455、457中的每个可以类似于系统100的波导151;输入反射镜461、463、465、467,输入反射镜461、463、465、467中的每个可以类似于系统100的反射镜161;以及输出反射镜470、472、474、476,输出反射镜470、472、474、476中的每个可以类似于系统300的反射镜370。

[0091] 系统400的在图4B中示出的光学部件可以对应于与图4A所示的第一层光学部件重叠的第二层光学部件。例如,参照回图1B,系统400的在图4A中示出的光学部件可以设置在基板186的表面186a上;系统400的在图4B中示出的光学部件可以设置在基板184的表面184a上。在此示例中,图4B中波导451的沿着页面表面的侧面可以类似于图1B中波导151的设置于基板184上的侧面。

[0092] 例如,类似于系统100的反射镜161,系统400的输入反射镜461可以接收(如图4A所示传输出波导450的)光部分404a。然后,反射镜461可以将入射在其上的光部分404a反射回波导451中,然后该波导可以将光部分404a朝反射镜470引导。然后,类似于波导350的输出反射镜370,输出反射镜470可以将光部分404a在波导的输出区段(阴影区域)处在z方向上(离开页面)反射出波导451。

[0093] 类似地,如图4B所示,输入反射镜463、波导453和输出反射镜472限定用于光部分406a的光路;输入反射镜465、波导455和输出反射镜474限定用于光部分404b的光路;输入反射镜467、波导457和输出反射镜476限定用于光部分406b的光路。

[0094] 图4C示出根据示例实施方式的系统400的第三剖视图。如图4C所示,系统400还包括不透明材料420,该不透明材料420可以类似于系统300的不透明材料320。如图4C所示,不透明材料420限定以孔420a、420b、420c和420d为例的多个孔,所述多个孔中的每个可以类似于孔320a。例如,分别类似于孔320a和输出反射镜370,孔420a可以与输出反射镜470对准。例如,孔420a可以在z轴方向上与输出反射镜470重叠以接收由输出反射镜470反射出波导450的光404a。类似地,孔420b可以与输出反射镜472对准以接收光部分406a,孔420c可以与输出反射镜474对准以接收光部分404b,孔420d可以与输出反射镜476对准以接收光部分404b。因此,每个孔可以与系统400的相应发送通道的位置相关联。

[0095] 此外,在一些示例中,类似于被聚焦到不透明材料320上的光302,(例如,传播到图4B的页面中的)来自场景的光可以被聚焦到不透明材料420上。在这些示例中,系统400因此可以提供多个接收通道,所述多个接收通道与投射在不透明材料420上的聚焦的光的在孔420a、420b、420c、420d等的相应位置处的相应部分相关联。例如,聚焦的光的传输穿过孔420a的第一部分可以被与第一接收通道相关联的第一光检测器拦截,聚焦的光的传输穿过孔420b的第二部分可以被与第二接收通道相关联的第二光检测器拦截,聚焦的光的传输穿过孔420c的第三部分可以被与第三接收通道相关联的第三光检测器拦截,聚焦的光的传输穿过孔420d的第四部分可以被与第四接收通道相关联的第四光检测器拦截。

[0096] 利用这种布置,每个发送通道可以与发送路径相关联,该发送路径与接收路径在空间上(通过相应的孔)协同对准,该接收路径与对应的接收通道相关联。

[0097] 图4D示出系统400的第四剖视图,其中z轴也指向页面外。如图4D所示,系统400还包括支撑结构480,该支撑结构480安装以接收器410、412、414和416为例的多个接收器,所述多个接收器中的每个可以类似于光检测器210和/或310中的任何一个。此外,如所示出的,系统400还包括一个或更多个光屏蔽482。

[0098] 接收器410、412、414、416、418等中的每个可以包括一个或更多个光检测器。此外,每个接收器可以被布置为拦截传输穿过(图4C所示的)不透明材料420的相应孔的聚焦的光。例如,接收器410、412、414、416可以被布置为拦截分别传输穿过(图4C所示的)孔420a、420b、420c、420d的聚焦的光。在一个实施方式中,接收器410、412、414、416可以被定位为分别与输出反射镜470、472、474、476(例如,在z轴方向上)重叠。

[0099] 支撑结构480可以包括固体结构,该固体结构具有适合于支撑接收器410、412、414、416等的材料特性。在一个示例中,支撑结构480可以包括印刷电路板(PCB),接收器410、412、414、416、418等的光检测器被安装到该印刷电路板。

[0100] (多个)光屏蔽482可以包括布置在接收器410、412、414、416等周围的一种或更多种光吸收材料(例如,黑碳、黑铬、黑塑料等)。在一些示例中,(多个)光屏蔽482可以防止(或减少)来自外部源的光(例如,环境光等)到达接收器410、412、414、416等。可供选择地或附加地,在一些示例中,(多个)光屏蔽482可以防止或减少与接收器410、412、414、416等相关联的接收通道之间的串扰。因此,(多个)光屏蔽482还可以被配置为将接收器410、412、414、416等彼此光学分离。

[0101] 现在回到图4C,如上所述,不透明材料420限定孔410、412、414、416等的网格。因此,在系统400被包括在LIDAR设备中的一些示例中,不透明材料420中的每个孔可以使光朝LIDAR的视场(FOV)的相应部分传输,并且还可以接收所传输的光的从FOV的相同的相应部

分返回的反射部分。因此,每个孔可以与LIDAR的发送/接收通道相关联。在一个实施方式中,不透明材料420可以包括四行64个孔,其中每一行水平地(例如,沿着y轴)相邻的孔与另一行孔以竖直偏移(例如,沿着z轴)分隔开。在此实施方式中,系统400因此可以提供 $4 \times 64 = 256$ 个协同对准的发送/接收通道。在另外的实施方式中,系统400可以包括不同数量的发送/接收通道(因此包括不同数量的相关孔)。

[0102] 此外,此示例中的LIDAR可以具有多个光发射器,所述多个光发射器中的每个被分配一个或更多个发送/接收通道。参照回图4A,例如,光发射器440发送光部分404a和404b,用于扫描与(图4C所示的)孔420a和420c相关联的发送/接收通道;光发射器442发送光部分406a和406b,用于扫描与孔420b和420d相关联的通道。

[0103] 因此,在一些示例中,可以在LIDAR设备(或基于光学信号操作的其它设备)中采用多层光学系统布置(诸如针对系统100和400描述的布置),以经由非平行光路(例如,光部分406a和404b的光路)并以空间高效的方式将光信号从多个光发射器路由到多个在空间上分隔开的发送/通道。

[0104] 注意,在图4A-图4D中被示出用于系统400的各种部件的尺寸、形状和位置未必按比例,而是为了便于描述而如图所示地被示出。

[0105] III. 示例方法

[0106] 图5是根据示例实施方式的方法500的流程图。方法700呈现可以用于例如系统100、290、300、400和/或设备200的方法的实施方式。方法500可以包括如方框502-508中的一个或更多个所示的一个或更多个操作、功能或动作。尽管这些方框按依次的顺序被示出,但是这些方框可以在一些情况下并行地执行和/或以与在此描述的顺序不同的顺序执行。此外,基于期望的实现方式,各种方框可以被组合成更少的方框、被划分成附加的方框和/或被移除。

[0107] 此外,对于方法500和在此公开的其它过程和方法,流程图示出当前实施方式的一个可能实现方式的功能和操作。就此而言,每个方框可以代表模块、片段、制造或操作过程的一部分、或者程序代码的一部分,其包括处理器可运行以用于实现过程中的特定逻辑功能或步骤的一个或更多个指令。程序代码可以存储在任何类型的计算机可读介质(例如,诸如包括磁盘或硬盘驱动器的存储设备)上。计算机可读介质可以包括非暂时性计算机可读介质,例如,诸如像寄存器存储器、处理器高速缓存和随机存取存储器(RAM)那样的短时间存储数据的计算机可读介质。计算机可读介质还可以包括非暂时性介质,诸如像例如只读存储器(ROM)、光盘或磁盘、紧凑盘只读存储器(CD-ROM)那样的二级或永久长期存储。计算机可读介质还可以是任何其它易失性或非易失性存储系统。计算机可读介质可以被认为是例如计算机可读存储介质,或者被认为是有形存储设备。此外,对于方法500以及在此公开的其它过程和方法,图5中的每个方框可以代表被连线以执行过程中的特定逻辑功能的电路。

[0108] 在方框502处,方法500涉及在第一波导(例如,波导150)处接收光(例如,光104),该第一波导在呈重叠布置的多个基板(例如,基板184和186)中的第一基板(例如,基板186)上限定第一光路。在方框504处,方法500涉及在第一波导内将光沿着第一光路朝第一波导的输出区段引导。在方框506处,方法500涉及在输出区段处将光传输出第一波导朝向所述多个基板中的第二基板(例如,基板184)。在方框508处,方法500涉及在设置于第二基板上

的第二波导(例如,波导151)的输入区段处接收从第一波导(例如,波导150)的输出区段传输的光。在方框510处,方法500涉及在第二波导内将光沿着由第二基板上的第二波导限定的第二光路引导。

[0109] IV. 结论

[0110] 以上详细描述参照附图描述所公开的系统、设备和方法的各种特征和功能。虽然已经在此公开了各种各样的方面和实施方式,但是其它方面和实施方式将是明显的。在此公开的各种各样的方面和实施方式仅是出于说明的目的而不旨在进行限制,真正的范围由所附权利要求指示。

100
↙

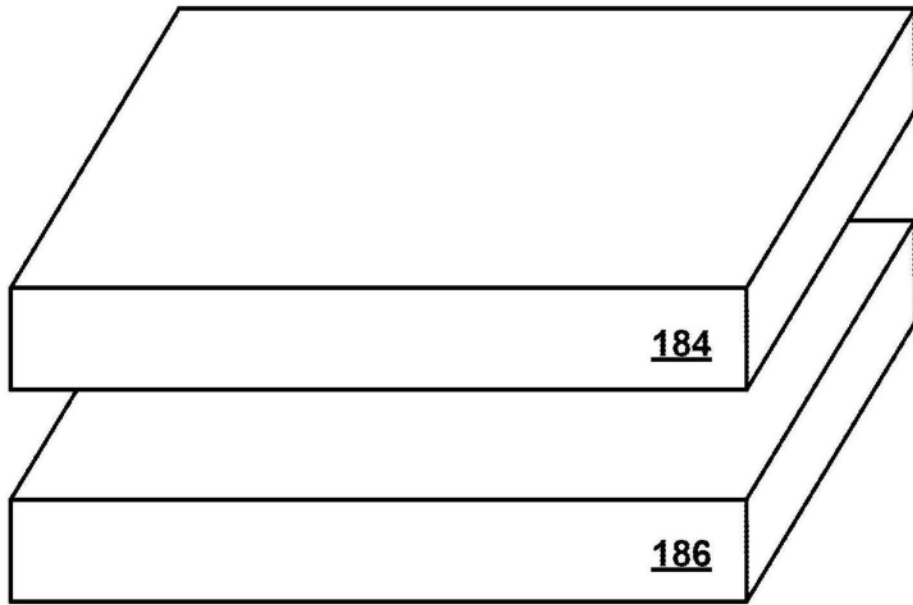


图1A

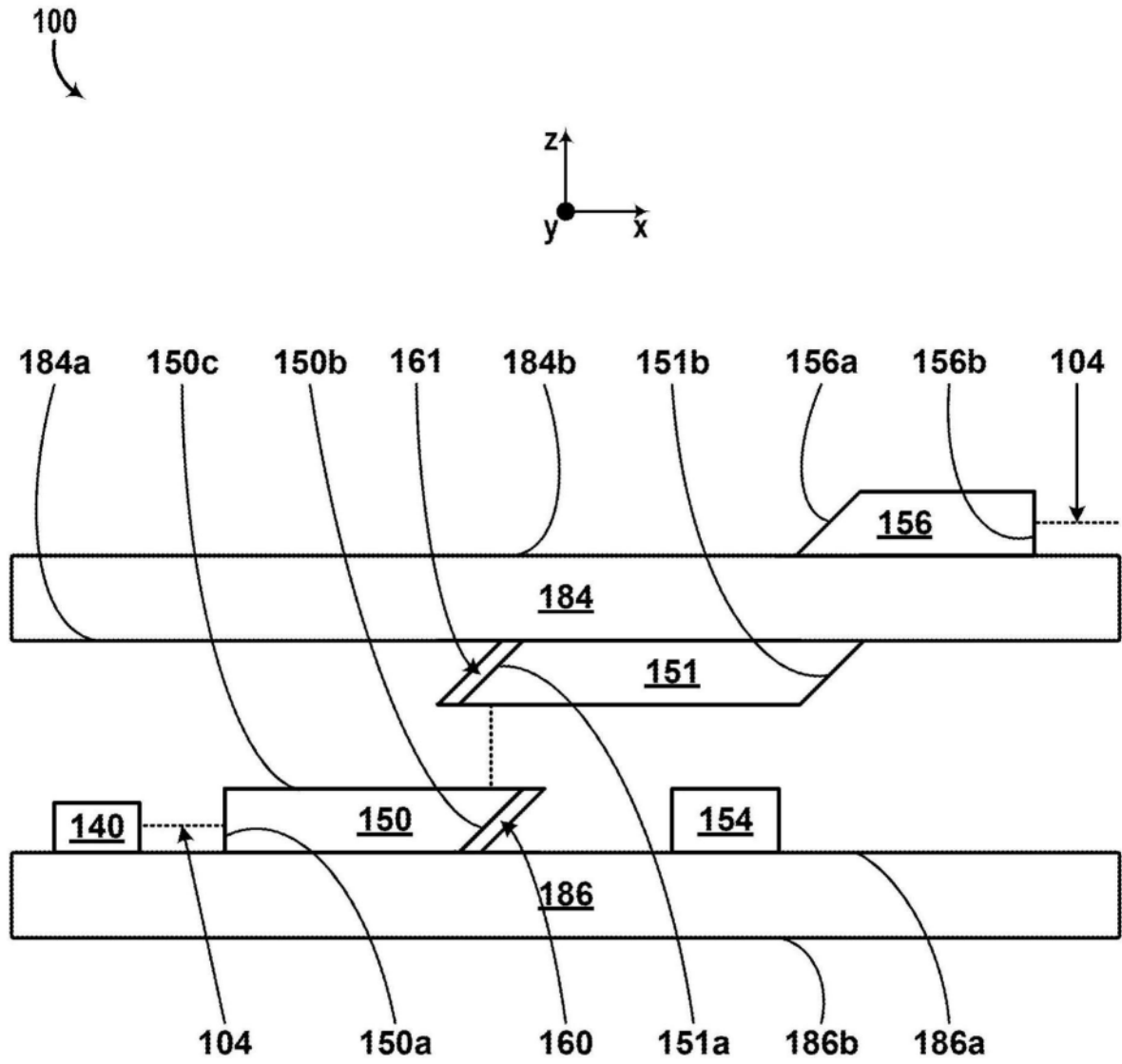


图1B

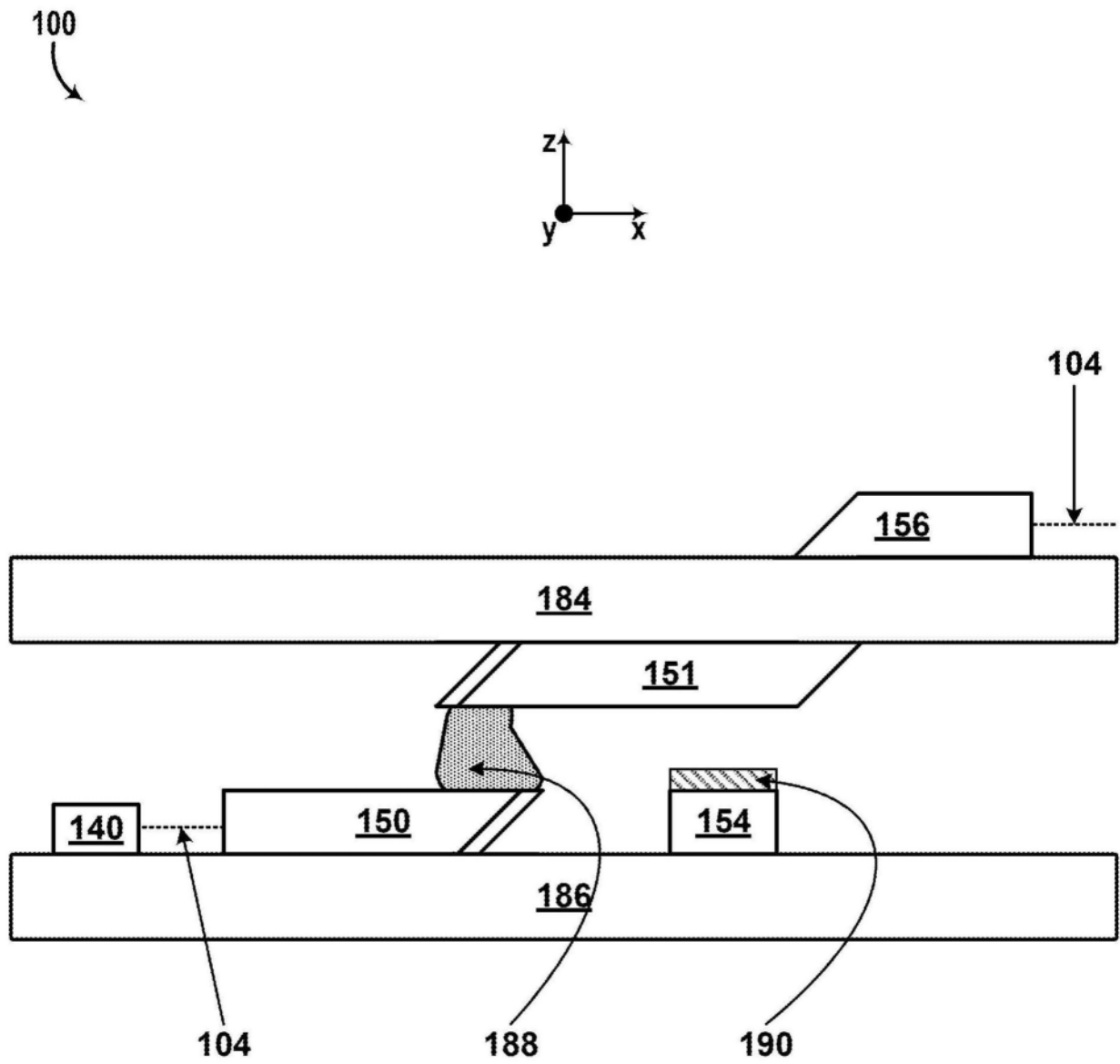


图1C

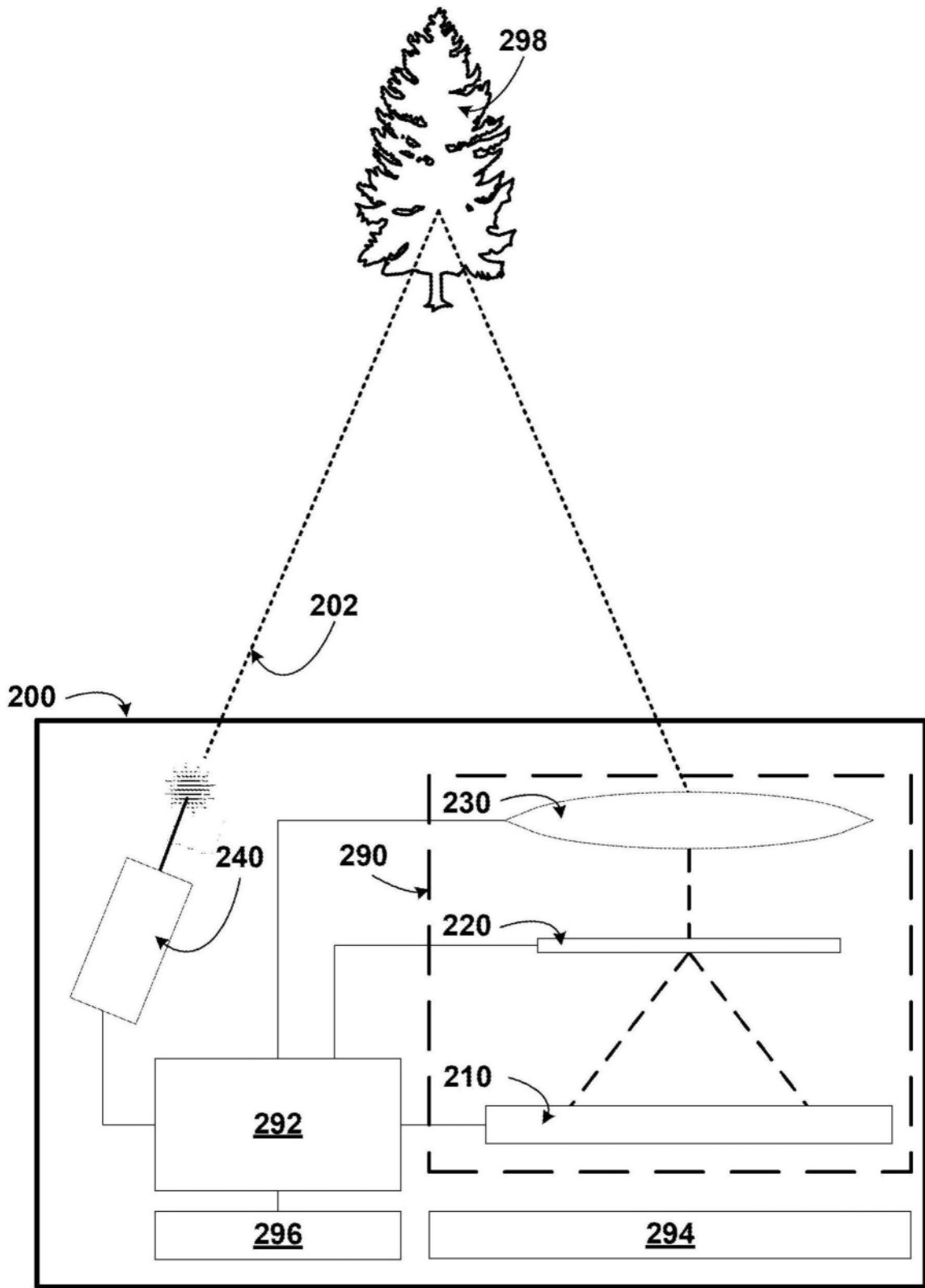


图2A

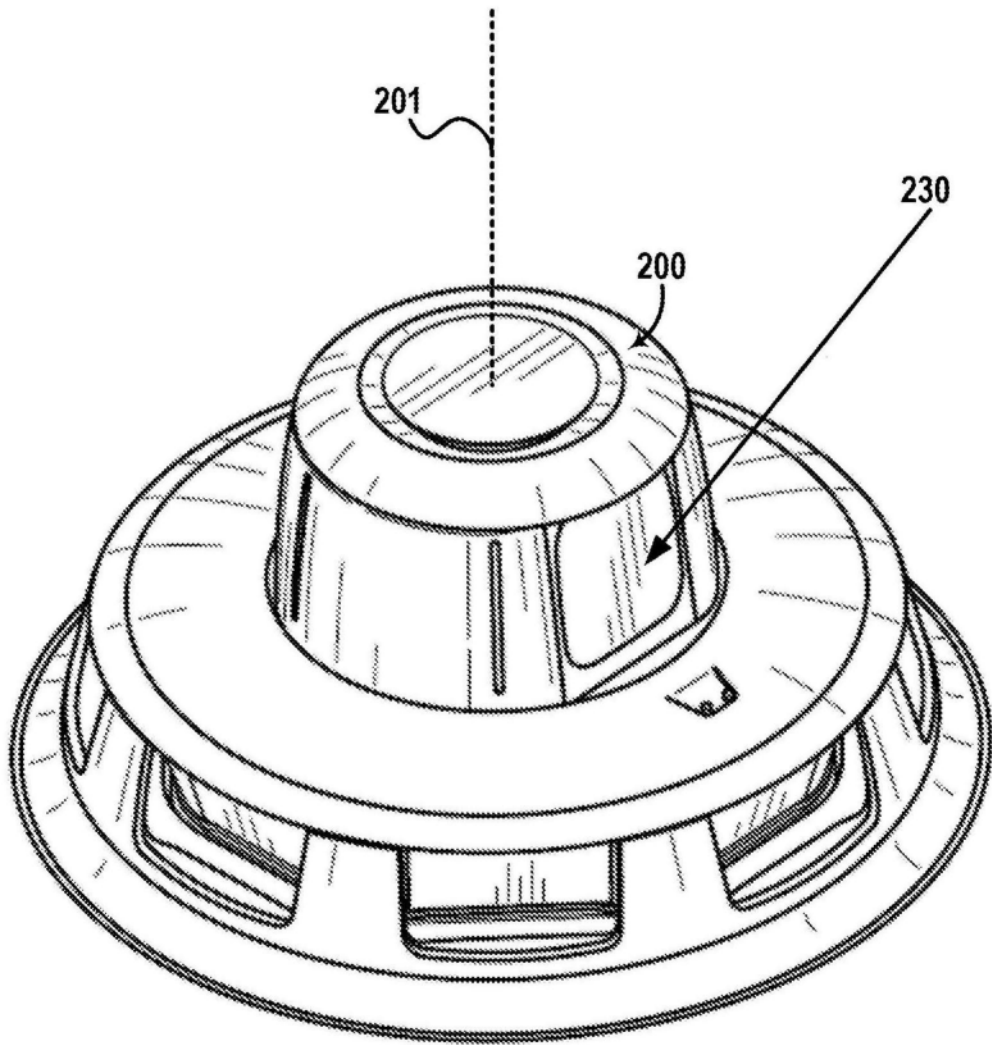


图2B

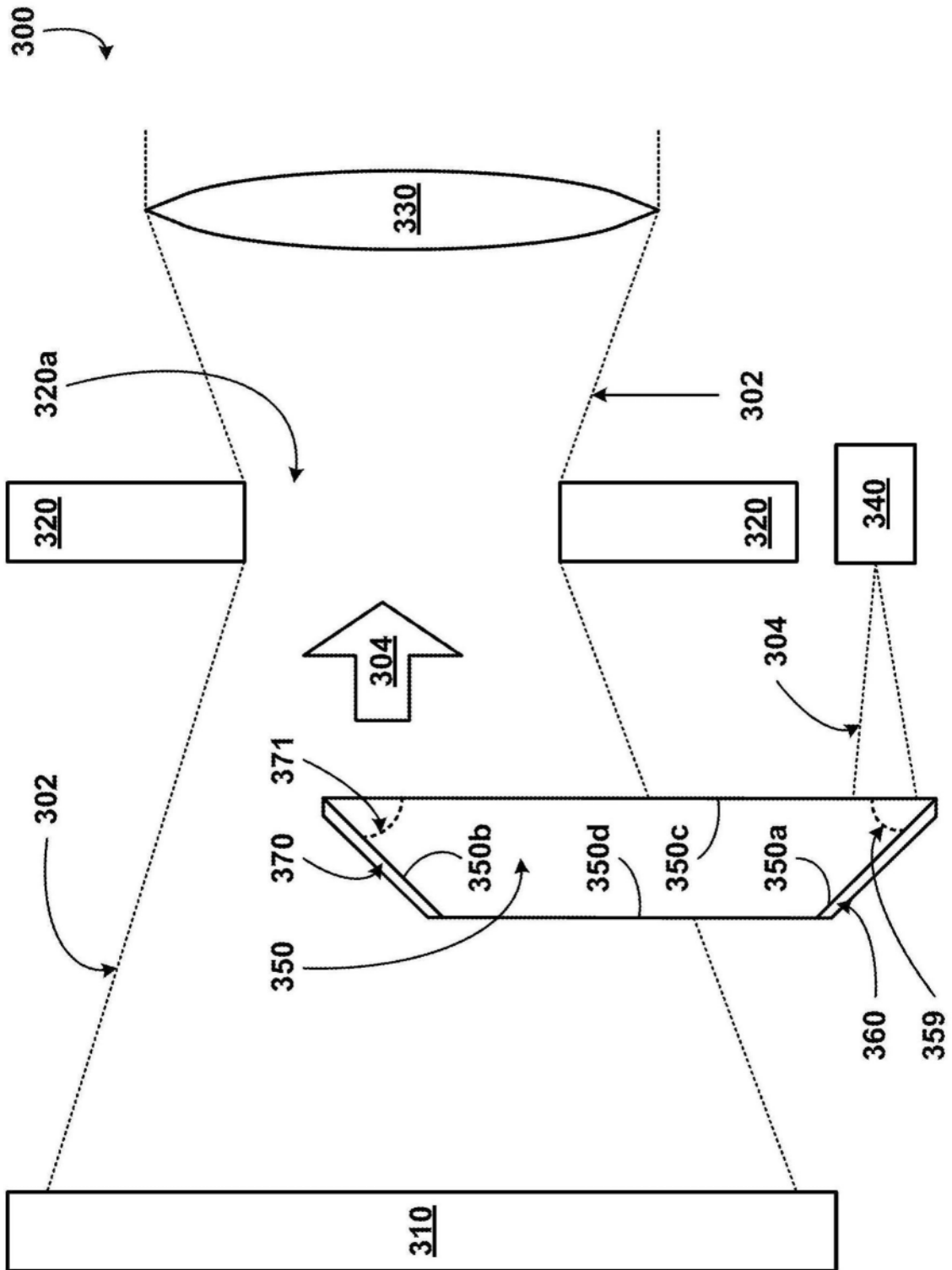


图3B

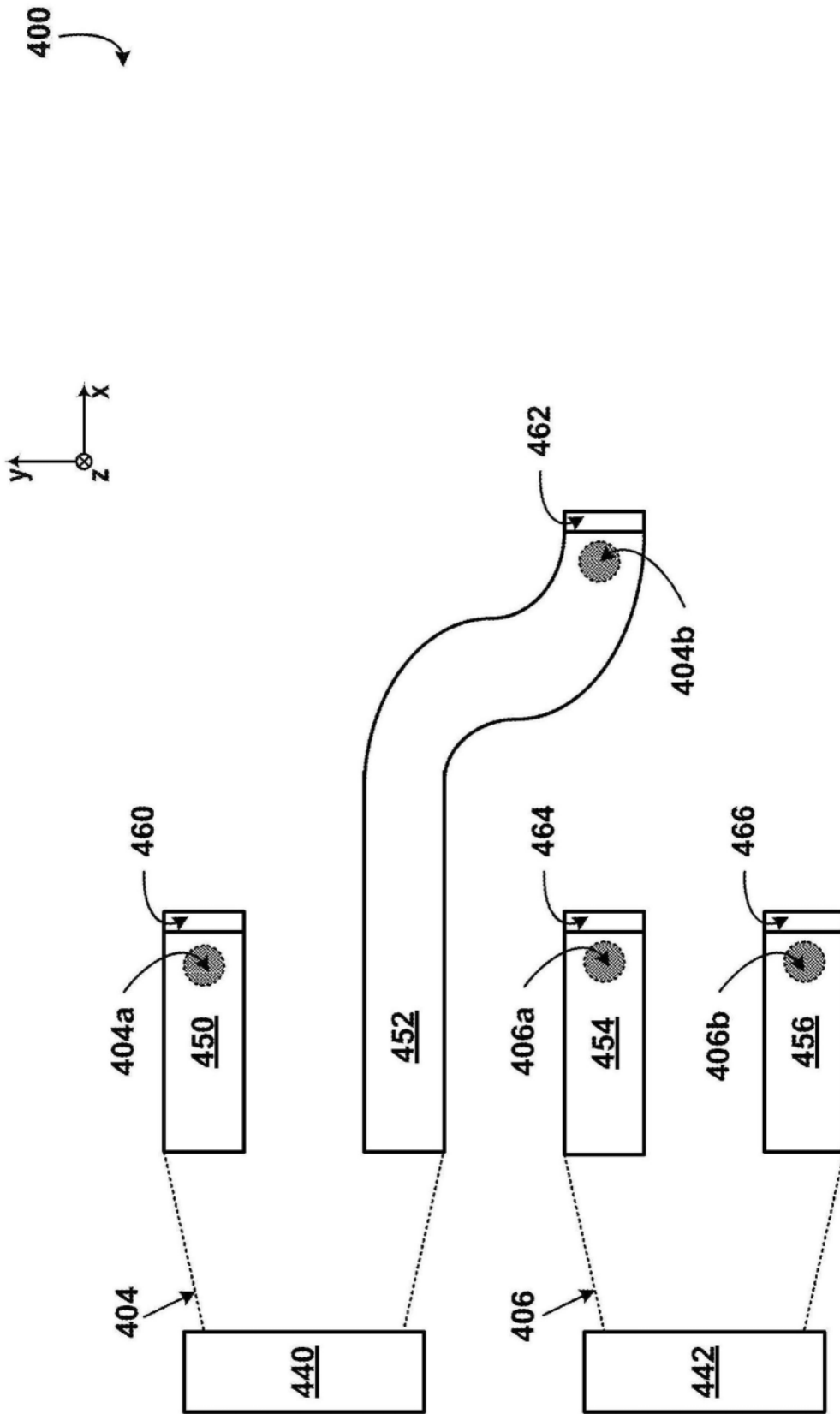


图4A

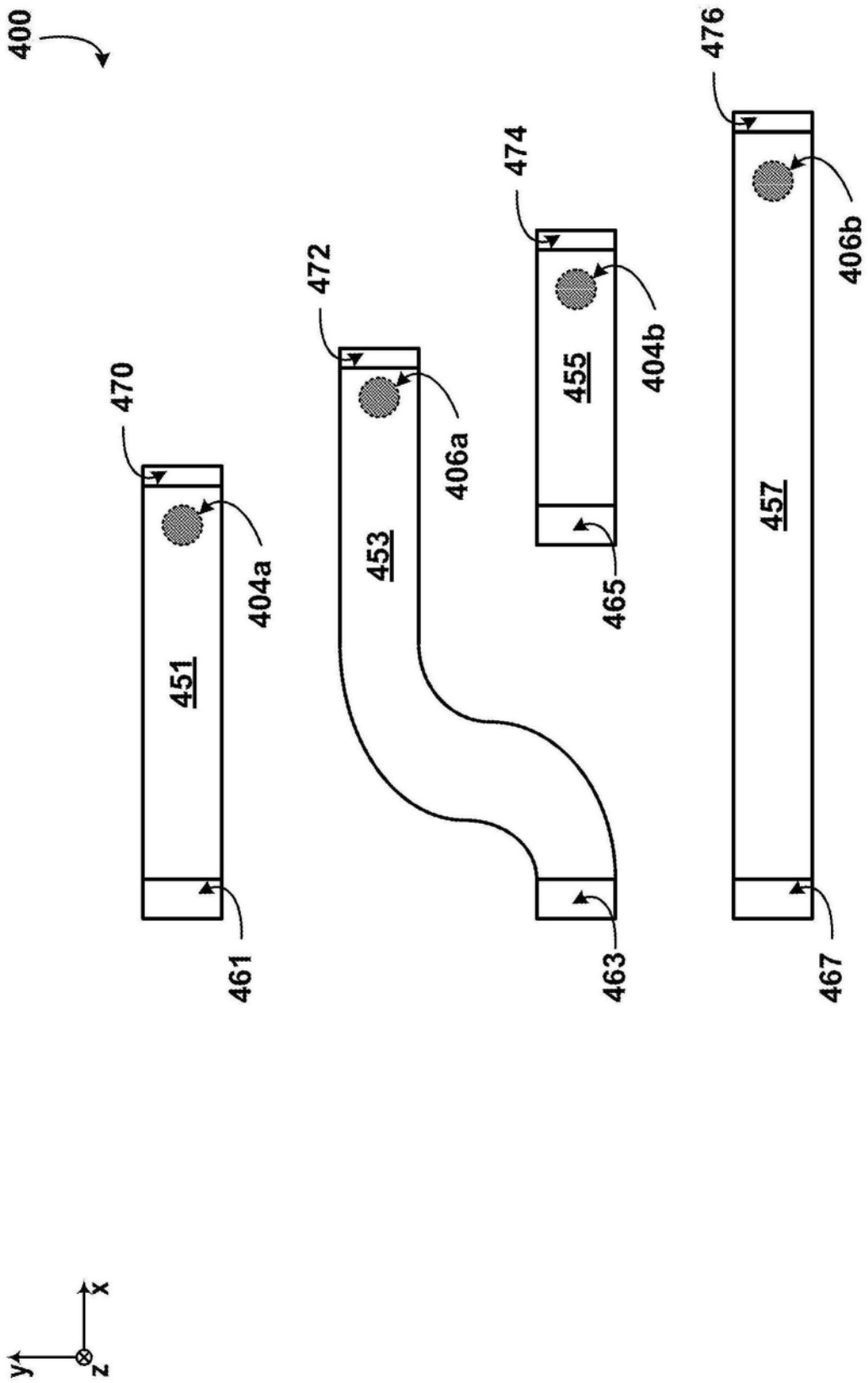


图4B

400

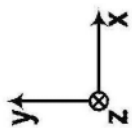
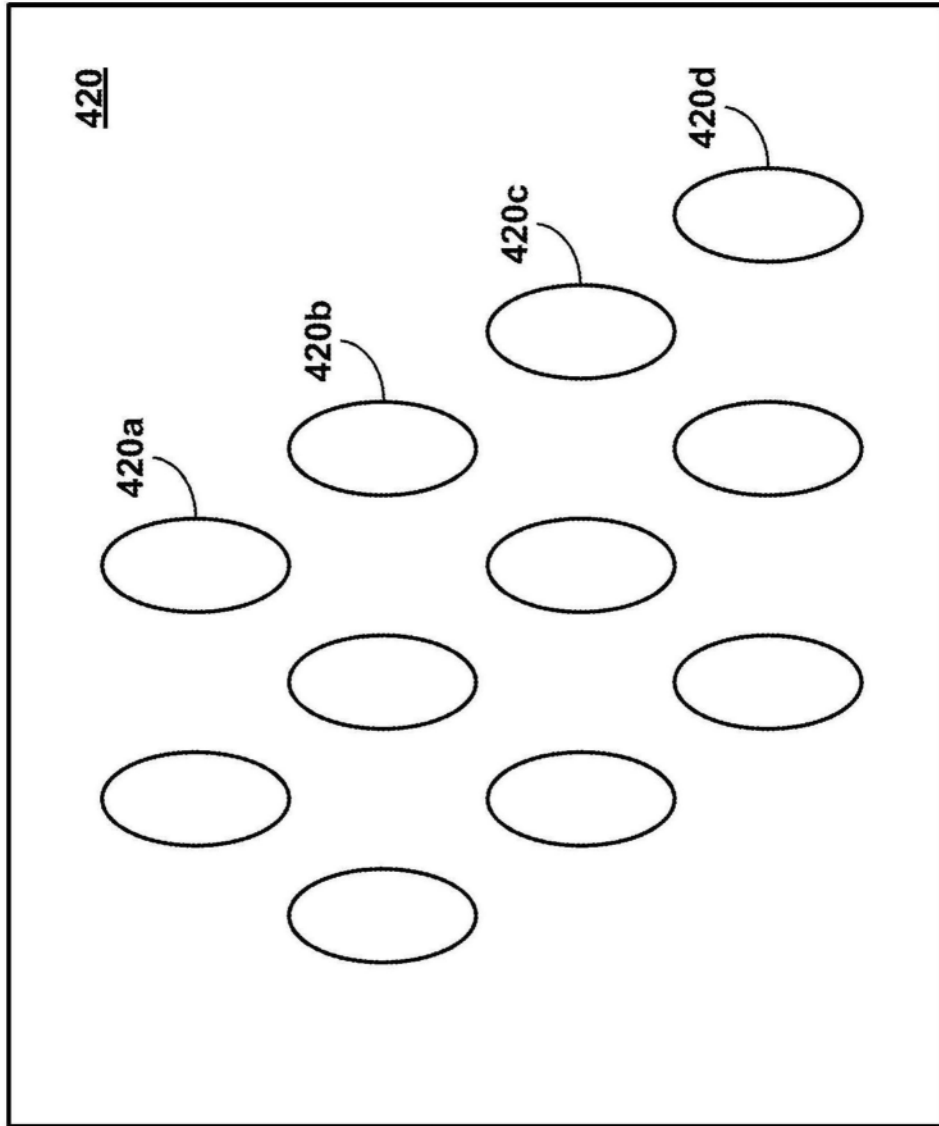


图4C

400

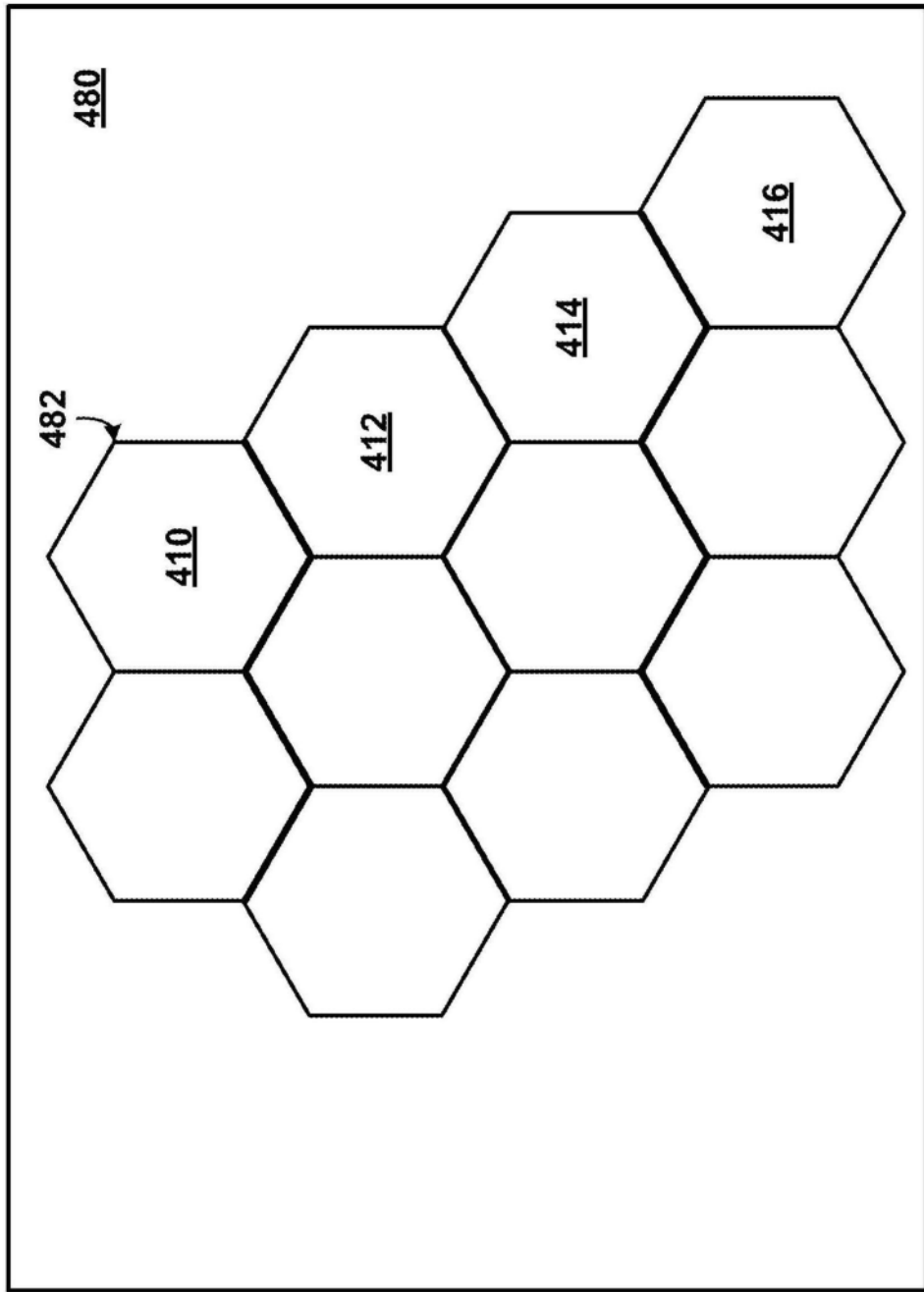


图4D

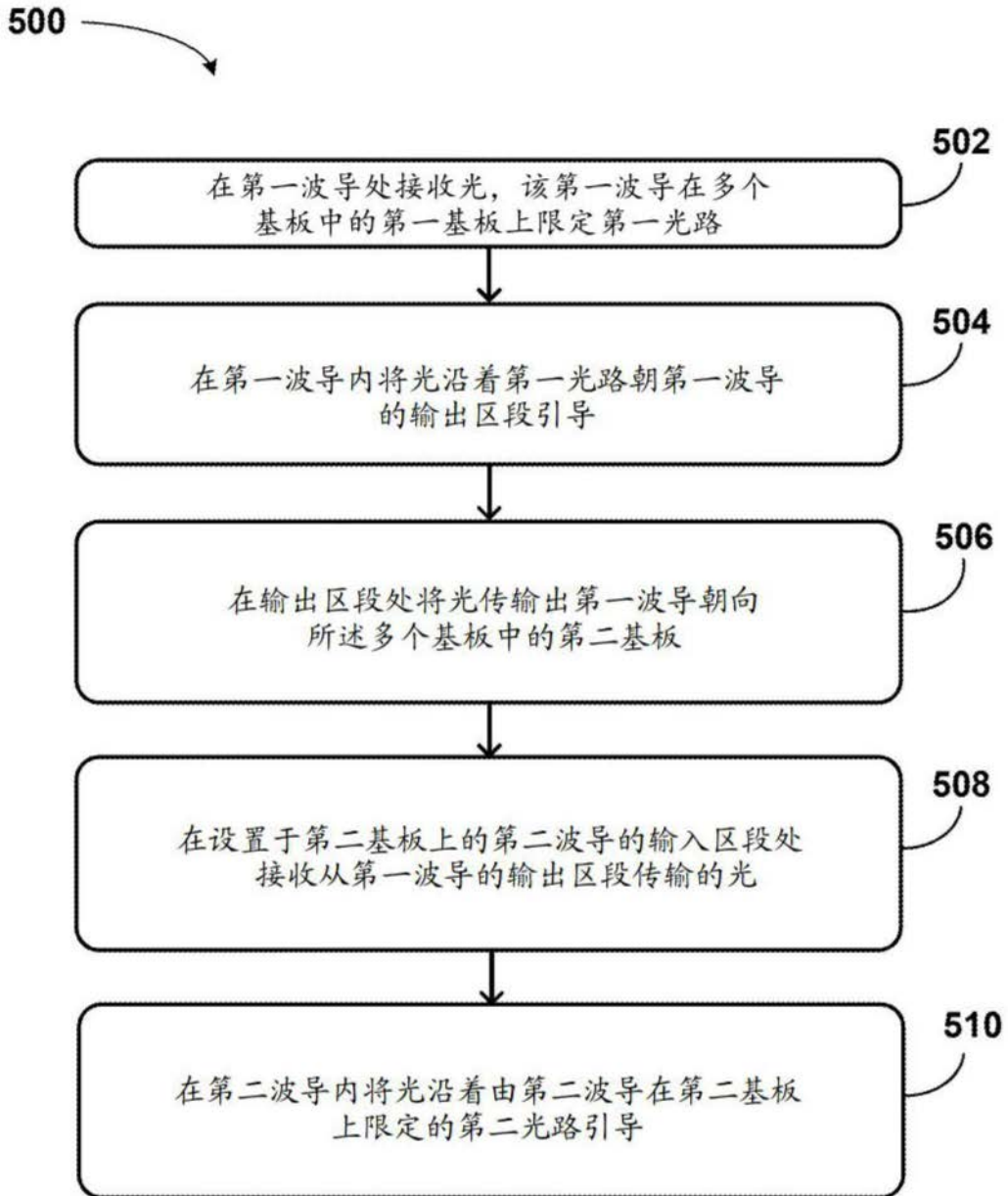


图5