



(10) 授权公告号 CN 112889010 B

(45) 授权公告日 2024.09.24

(21) 申请号 201880096958.1

(22) 申请日 2018.08.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112889010 A

(43) 申请公布日 2021.06.01

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.02.24

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2018/102780 2018.08.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/041985 EN 2020.03.05

(73) 专利权人 创科无线普通合伙  
地址 美国南卡罗来纳州

(72) 发明人 布莱恩·瓦因斯 张兴  
本杰明·埃德加·蒙哥马利  
赛义德·卡世夫·哈桑

(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 汤在彦

(51) Int.Cl.

G05D 1/43 (2024.01)

G05D 1/246 (2024.01)

G05D 1/65 (2024.01)

G05D 1/633 (2024.01)

G05D 1/248 (2024.01)

G05D 1/648 (2024.01)

G05D 105/15 (2024.01)

(56) 对比文件

WO 2018001358 A1, 2018.01.04

US 2017282735 A1, 2017.10.05

WO 2018000922 A1, 2018.01.04

审查员 蔡敏

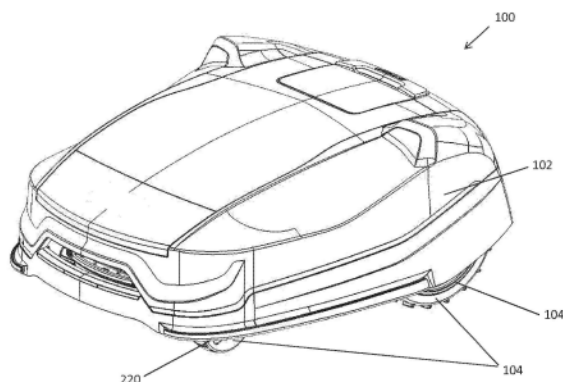
权利要求书3页 说明书16页 附图37页

(54) 发明名称

自主草坪割草机及其导航系统

(57) 摘要

一种用于自主草坪割草机(100)的系统和方法,该自主草坪割草机包括割草机本体(102),该割草机本体具有至少一个马达(212),该至少一个马达被布置为驱动切割刀片(212b)并经由轮子装置使得该割草机本体(102)在操作表面上推进,其中,该割草机本体(102)包括导航系统(204),该导航系统被布置为辅助控制器(202)控制该割草机本体在预限定操作区域(414)内操作,其中,割草机本体(102)进一步包括信号检测模块(222),该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号。



1. 一种自主草坪割草机,包括:

割草机本体,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片并经由轮子装置使得该割草机本体在操作表面上推进,其中,该割草机本体包括导航系统,该导航系统被布置为辅助控制器控制该割草机本体在预限定操作区域内操作;

其中,该割草机本体进一步包括致动器,该致动器用于终止该割草机的操作,并且响应于该割草机操作的终止,将该割草机本体的一部分从用户控制界面被覆盖的关闭位置释放到该用户控制界面暴露的打开位置;

其中,该致动器被布置为致动微动开关,以将该割草机本体的一部分从该关闭位置释放,或者,该致动器与被布置为感测盖在该关闭位置与该打开位置之间的移动的磁传感器通信,

其中该割草机本体能够被可分离停靠模块以可分离的方式接纳;

其中,该割草机本体进一步包括信号检测模块,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号,

其中,该割草机进一步包括信号发生模块,该信号发生模块被布置为生成环形式的信号,

其中,该信号检测模块包括传感器,该传感器被布置为检测信号环的幅度,

其中,该信号发生模块在该预限定操作区域内生成第一信号环,其中,该控制器基于该传感器检测到的该第一信号环的幅度来确定该割草机本体相对于该预限定操作区域的位置,

其中,该信号发生模块定位于用于可分离地接纳该割草机本体的可分离停靠模块上,

其中,该可分离停靠模块在预限定停靠区域内围绕该可分离停靠模块生成第二信号环,其中,该控制器基于该传感器检测到的该第二信号环的幅度来在该预限定停靠区域内确定该割草机本体相对于该可分离停靠模块的位置,

其中,该第一信号环和该第二信号环是具有相同频率的时移脉冲并且当该割草机本体位于该预限定操作区域和该预限定停靠区域内的位置时,该传感器接收该第一信号环和该第二信号环的脉冲,

其中,该控制器基于该第一信号环与该第二信号环的脉冲之间的时移来单独识别该第一信号环和该第二信号环。

2. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该导航标记包括障碍物或边界的位置;以及,该导航系统基于该障碍物或该边界的位置确定该割草机本体在该预限定操作区域内的位置。

3. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该第一信号环是围绕该预限定操作区域的边界发射的。

4. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该第一信号环包括双向电流脉冲,并且该第二信号环包括单向电流脉冲。

5. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,当该割草机本体位于该预限定操作区域内且位于该预限定停靠区域外的位置时,该传感器仅接收该第一信号环的脉冲;或者

其中,当该割草机本体分别定位于该预限定操作区域内的位置 and 该预限定操作区域外的位置时,该传感器检测到该第一信号环的两个相反极性;其中,当该割草机本体位于该预

限定操作区域内的位置时,该传感器检测到该第一信号环的第一极性;其中,当该割草机本体位于该预限定操作区域外的位置时,该传感器检测到该第一信号环的相反的第二极性。

6. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该割草机本体包括多个前述传感器,其中,当所有传感器都被夹在该第一信号环与该第二信号环之间时,该控制器终止该割草机本体的移动;或

其中,该可分离停靠模块进一步包括磁性检测模块,用于检测该割草机本体相对于该可分离停靠模块的取向。

7. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,在停靠操作中,该割草机本体被布置为沿该预限定操作区域的边界朝该可分离停靠模块处的预限定停靠区域移动,以及

该割草机本体包括多个前述传感器,其中至少两个传感器各自定位于该预限定操作区域的边界的相对两侧,分别用于在该停靠操作期间单独检测该第一信号环的幅度。

8. 根据权利要求7所述的自主草坪割草机,其中,该控制器基于所检测到的幅度确定这两个传感器相对于该预限定操作区域的边界的各自位置,以及该控制器基于这些传感器相对于该预限定操作区域的边界的各自位置来确定该割草机本体相对于该预限定操作区域的边界的位置;或者,

其中,当该割草机本体被该预限定操作区域的边界一分为二时,这些传感器检测到的该第一信号环包括相等幅度但相反的极性。

9. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,在停靠操作中,该割草机本体被布置为沿该预限定操作区域的边界朝该可分离停靠模块处的预限定停靠区域移动;并且,其中

该可分离停靠模块与该预限定操作区域的边界的一部分重叠,或者,该预限定操作区域的边界沿纵向方向将该可分离停靠模块一分为二,该割草机本体沿着该纵向方向朝该预限定停靠区域移动。

10. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该割草机本体进一步包括切割器模块或刀片调节系统,该切割器模块被布置为修整该预限定操作区域的边缘,该刀片调节系统被布置为沿该切割刀片的旋转轴线调节该切割刀片的竖直位置;

其中,该切割器模块可选地放置成在该割草机本体下方的位置且横向于该割草机本体的纵向轴线,其中,该切割器模块可选地包括至少两个可以往复运动方式移动的切割条,这些切割条各自分别由驱动马达驱动。

11. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,该割草机本体进一步包括高度调节系统,该高度调节系统被布置为辅助该控制器将该切割刀片的操作限制在预限定操作高度内;

其中,该高度调节系统可选地包括一个或多个传感器,该一个或多个传感器被布置为检测在预定竖直位置存在该切割刀片;

其中,该高度调节系统可选地被布置为与该控制器通信,以在该切割刀片到达该预定竖直位置后终止该切割刀片的操作。

12. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机,其中,

该导航系统进一步包括里程计模块,该里程计模块被布置为跟踪该割草机本体在该操作表面上的移动;

其中,可选地将这些轮子中的每一个轮子的旋转速率应用于传动比,以确定该轮子的

旋转距离；

该里程计模块可选地被布置为将每个轮子的旋转距离和旋转方向发送至该导航系统。

13. 根据权利要求1所述的自主草坪割草机, 其中, 该可分离停靠模块被布置成为该割草机本体提供电池充电, 其中:

该可分离停靠模块可选地包括可旋转构件, 该可旋转构件被布置为相对于该可分离停靠模块有预定义的竖直偏移地接触该割草机本体以进行电池充电;

该可旋转构件从该可分离停靠模块侧向地延伸且是围绕平行于该操作表面的水平轴线可枢转的;

该割草机本体包括用于接纳该可旋转构件的开口; 以及

该可分离停靠模块设置有一对弹性装置, 这些弹性装置用于靠在该可旋转构件的相反侧上起作用, 以保持该可旋转构件的取向; 以及

该可旋转构件设置有保护垫圈, 用于在该可旋转构件与该割草机本体之间进行密封并用于该可旋转构件的灵活旋转。

## 自主草坪割草机及其导航系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自主草坪割草机及其导航系统,具体地但非排他地涉及一种自主草坪割草机,其在操作期间使用导航系统来控制自主草坪割草机的导航。

### 背景技术

[0002] 草坪的维护需要大量的体力劳动,包括对草坪不断浇水、施肥和修剪以保持良好的草覆盖率。尽管有时使用洒水器或灌溉系统可以轻松地应对浇水和施肥,但修剪过程是需要园丁付出大量体力的一种过程。

[0003] 草坪割草机的设计者和制造商已经尝试制造自主草坪割草机一段时间,以代替传统的推拉式割草机。然而,景观的不可预测性以及创造准确且可用的产品的成本意味着许多自主草坪割草机的表现完全达不到令人满意的性能水平。

[0004] 这部分是因为花园具有许多不同的种类和形状,并且高度和轮廓不同。因此,自主草坪割草机在这些不同类型的地形导航时遇到了很大的麻烦。继而,许多推式割草机仍然是用户的首选,因为它们的性能和控制仍然可以是手动的,以克服与不同景观轮廓相关联的问题。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述背景,本发明的目的是提供一种消除或至少缓解上述技术问题的替代的草坪割草机。

[0006] 通过组合主权利要求的特征来实现上述目的;从属权利要求披露了本发明的其他有利实施例。

[0007] 本领域技术人员将从以下描述中得出本发明的其他目的。因此,前述目的的陈述并非排他性的,并且仅用于说明本发明的许多目的中的一些目的。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种自主草坪割草机,该自主草坪割草机包括:

[0009] -割草机本体,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片并经由轮子装置使得该割草机本体在操作表面上推进,其中,该割草机本体包括导航系统,该导航系统被布置为辅助控制器控制该割草机本体在预限定操作区域内操作;

[0010] -其中,该割草机本体进一步包括信号检测模块,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号。

[0011] 在第一方面的实施例中,该导航标记包括障碍物或边界的位置。

[0012] 在第一方面的实施例中,该导航系统基于该障碍物或该边界的位置确定该割草机本体在该预限定操作区域内的位置。

[0013] 在第一方面的实施例中,该自主草坪割草机进一步包括信号发生模块,该信号发生模块被布置为生成环形式的信号。

[0014] 在第一方面的实施例中,该信号检测模块包括传感器,该传感器被布置为检测该信号环的幅度。

[0015] 在第一方面的实施例中,该信号发生模块在该预限定操作区域内生成第一前述信号环,其中,该控制器基于该传感器检测到的该第一信号环的幅度来确定该割草机本体相对于该预限定操作区域的位置。

[0016] 在第一方面的实施例中,该第一前述信号环围绕该预限定操作区域的边界被发射。

[0017] 在第一方面的实施例中,该信号发生模块定位于用于可分离地接纳该割草机本体的可分离停靠模块上。

[0018] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块在该预限定停靠区域内围绕该可分离停靠模块生成第二前述信号环,其中,该控制器基于该传感器检测到的该第二信号环的幅度来确定该割草机本体相对于该可分离停靠模块在该预限定停靠区域内的位置。

[0019] 在第一方面的实施例中,该第一信号环和该第二信号环是具有相同频率的时移脉冲。

[0020] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体位于该预限定操作区域和该预限定停靠区域内的位置时,该传感器接收该第一信号环和该第二信号环的脉冲。

[0021] 在第一方面的实施例中,该控制器基于该第一信号环与该第二信号环的脉冲之间的时移来单独识别该第一信号环和该第二信号环。

[0022] 在第一方面的实施例中,第一信号环包括双向电流脉冲。

[0023] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体位于该预限定操作区域内且位于该预限定停靠区域外的位置时,该传感器仅接收该第一信号环的脉冲。

[0024] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体分别定位于该预限定操作区域内的位置 and 该预限定操作区域外的位置时,该传感器检测到该第一信号环的两个相反极性。

[0025] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体位于该预限定操作区域内的位置时,该传感器检测到该第一信号环的第一极性。

[0026] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体位于该预限定操作区域外时,该传感器检测到该第一信号环的第二相反极性。

[0027] 在第一方面的实施例中,该割草机本体包括多个前述传感器,其中,当所有传感器都被夹在该第一信号环与该第二信号环之间时,该控制器终止该割草机本体的移动。

[0028] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块进一步包括磁性检测模块,用于检测该割草机本体相对于该可分离停靠模块的取向。

[0029] 在第一方面的实施例中,该磁性检测模块是磁力计(magnetometer)。

[0030] 在第一方面的实施例中,该第二信号环包括单向电流脉冲。

[0031] 在第一方面的实施例中,在停靠操作中,该割草机本体被布置为沿该预限定操作区域的边界朝该可分离停靠模块处的预限定停靠区域移动。

[0032] 在第一方面的实施例中,该割草机本体包括多个前述传感器,其中至少两个传感器各自定位于该预限定操作区域的边界的相对两侧,分别用于在该停靠操作期间单独检测该第一信号环的幅度。

[0033] 在第一方面的实施例中,该控制器基于所检测到的幅度确定这两个传感器相对于该预限定操作区域的边界的各自位置。

[0034] 在第一方面的实施例中,该控制器基于这些传感器相对于该预限定操作区域的边

界的各自位置来确定该割草机本体相对于该预限定操作区域的边界的位置。

[0035] 在第一方面的实施例中,当该割草机本体被该预限定操作区域的边界一分为二时,这些传感器检测到的该第一信号环包括相等幅度但相反的极性。

[0036] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块与该预限定操作区域的边界的一部分重叠。

[0037] 在第一方面的实施例中,该预限定操作区域的边界沿纵向方向将该可分离停靠模块一分为二,该割草机本体沿着该纵向方向朝该预限定停靠区域移动。

[0038] 在第一方面的实施例中,该割草机本体进一步包括致动器,该致动器用于终止该割草机的操作,并且响应于该割草机操作的终止,将该割草机本体的一部分从用户控制界面被覆盖的关闭位置释放到该用户控制界面暴露的打开位置。

[0039] 在第一方面的实施例中,该致动器被布置为致动微动开关,以将该割草机本体的一部分从该关闭位置释放。

[0040] 在第一方面的实施例中,该致动器与被布置为感测该盖在该关闭位置与该打开位置之间的移动的磁传感器通信。

[0041] 在第一方面的实施例中,该割草机本体进一步包括切割器模块,该切割器模块被布置为修整该预限定操作区域的边缘。

[0042] 在第一方面的实施例中,该切割模块包括至少两个以往复运动方式可移动的切割条(cutting bar)。

[0043] 在第一方面的实施例中,这些切割条各自分别由驱动马达驱动。

[0044] 在第一方面的实施例中,该切割模块放置在该割草机本体下方且横向于该切割草机本体的纵向轴线的位置。

[0045] 在第一方面的实施例中,该割草机本体进一步包括高度调节系统,该高度调节系统被布置为辅助该控制器将该切割刀片的操作限制在预限定操作高度内。

[0046] 在第一方面的实施例中,该高度调节系统包括被布置为检测该切割刀片是否存在于该预定竖直位置的一个或多个传感器。

[0047] 在第一方面的实施例中,该高度调节系统被布置为与该控制器通信,以在该切割刀片到达该预定竖直位置后终止该切割刀片的操作。

[0048] 在第一方面的实施例中,该导航系统进一步包括里程计模块,该里程计模块被布置为跟踪该割草机本体在该操作表面上的移动。

[0049] 在第一方面的实施例中,将这些轮子中的每一个的旋转速率应用于传动比,以确定该轮子的旋转距离。

[0050] 在第一方面的实施例中,该里程计模块被布置为将每个轮子的旋转距离和旋转方向发送至该导航系统。

[0051] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块被布置为向该割草机本体提供电池充电。

[0052] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块包括可旋转构件,该可旋转构件被布置为相对于该可分离停靠模块有预定义的竖直偏移地接触该割草机本体以进行电池充电。

[0053] 在第一方面的实施例中,该可旋转构件从该可分离停靠模块侧向地延伸。

[0054] 在第一方面的实施例中,该可旋转构件是围绕平行于该操作表面的水平轴线可枢

转的。

[0055] 在第一方面的实施例中,该割草机本体包括用于接纳该可旋转构件的开口。

[0056] 在第一方面的实施例中,该可分离停靠模块设置有一对弹性装置,这些弹性装置用于靠在该可旋转构件的相反侧上起作用,以保持该可旋转构件的取向。

[0057] 在第一方面的实施例中,该可旋转构件设置有保护垫圈,用于在该可旋转构件与该割草机本体之间进行密封并用于该可旋转构件的灵活旋转。

[0058] 在第一方面的实施例中,该割草机本体进一步包括刀片调节系统,该刀片调节系统被布置为沿该切割刀片的旋转轴线调节该切割刀片的竖直位置。

## 附图说明

[0059] 现在将参照附图以举例方式来描述本发明的实施例,在附图中:

[0060] 图1是根据本发明的一个实施例的自主草坪割草机的图示;

[0061] 图2是展示了图1的自主草坪割草机的各种不同控制系统和模块的示例的框图;

[0062] 图3是展示了图1的自主草坪割草机的初始化过程的过程流程的框图;

[0063] 图4是示出了图1的自主草坪割草机的边界线环和停靠线环的图;

[0064] 图5A是示出了从停靠站发送到边界线环的信号的图;

[0065] 图5B是示出了从停靠站发送到停靠线环的信号的图;

[0066] 图6是示出了由自主草坪割草机的传感器接收到的示例信号的图;

[0067] 图7是示出了边界信号与停靠信号之间的时移的图;

[0068] 图8是展示了图1的自主草坪割草机的示例感应传感器数据获取算法的框图;

[0069] 图9是示出了图1的自主草坪割草机的采样ADC数据的图;

[0070] 图10A是示出了图1的自主草坪割草机的传感器检测到的具有正极性的信号的图;

[0071] 图10B是示出了图1的自主草坪割草机的传感器检测到的具有负极性的信号的图;

[0072] 图11是图4的局部视图,展示了围绕图1的自主草坪割草机的停靠站的边界线环和停靠线环的布置;

[0073] 图12是示出了夹在图11的边界线环与停靠线环之间的传感器对的图;

[0074] 图13是展示了操作图1的自主草坪割草机的方法的框图;

[0075] 图14是示出了图1的自主草坪割草机的停靠站的图;

[0076] 图15是示出了图14的停靠站与边界线环和停靠线环的图;

[0077] 图16是示出了图14的停靠站的一部分的图;

[0078] 图16A是展示了使得图1的自主草坪割草机停靠的方法的示意图;

[0079] 图16B是示出了具有边界线环和停靠线环的停靠站的另一个示例实施方式的图;

[0080] 图17是展示了在图1的自主草坪割草机的一对相对的轮子上的里程计模块的示例实施方式的图;

[0081] 图18是展示了图1的自主草坪割草机的轮子的示例实施方式的图;

[0082] 图19是图1的自主草坪割草机的轮子的示例性实施方式的图示;

[0083] 图20是用于图1的自主草坪割草机的高度调节系统的另一个示例实施方式的图示;

[0084] 图21是展示了图20的高度调节系统的另一个示例实施方式的图;

- [0085] 图22是图20的高度调节系统的示例实施方式的又一图示；
- [0086] 图23是图1的自主草坪割草机的停靠模块的示例实施方式的图示；
- [0087] 图24是展示了图1的自主草坪割草机的停靠模块的示例实施方式的示意图；
- [0088] 图25是图1的自主草坪割草机的紧急关闭开关的示例实施方式的图示；
- [0089] 图26是展示了图25的紧急关闭开关的示例实施方式的图；
- [0090] 图27是图25的紧急关闭开关的示例实施方式的又一图示；
- [0091] 图28是图1的自主草坪割草机的切割器模块的示例实施方式的图示；
- [0092] 图29是展示了图28的切割器模块的示例实施方式的图；
- [0093] 图30是图28的切割器模块的示例实施方式的又一图示；
- [0094] 图31是图1的自主草坪割草机的刀片调节系统的示例性实施方式的图示；
- [0095] 图32是展示了图31的刀片调节系统的示例实施方式的图；
- [0096] 图33是图31的刀片调节系统的示例实施方式的又一图示；以及
- [0097] 图34是展示了图1的自主草坪割草机的校准方法的示例实施方式的图。

### 具体实施方式

[0098] 除非另有说明,在下面的权利要求和本发明的前续描述中,除了由于明确的语言或必然的暗示而上下文另作要求以外,词语“包括”或变形形式如“包括”或“包含”是以包含在内的意义来使用的,即,指明了所叙述特征的存在、但并不排除在本发明的不同实施例中存在或添加有另外的特征。

[0099] 如本文所使用的,术语比如“水平”、“竖直”、“向上”、“向下”、“上方”、“下方”以及类似的术语是出于描述本发明的正常使用取向的目的,而不旨在将本发明限制在任何特定取向上。

[0100] 参考图1,提供了自主草坪割草机100的图示,该自主草坪割草机包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达212,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域414内操作,其中,割草机本体102进一步包括信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号。

[0101] 在此示例中,自主草坪割草机100被布置为在草坪或草生长的表面上操作以便割草。此动作通常被称为“修剪草坪”,并且通常由园丁和景观工人进行以维护草坪表面。术语“自主草坪割草机100”还可以包括可以自主地(即,在最小的用户干预下)操作的任何类型的割草装置或草坪割草机。预期在某个点需要用户干预来设置或初始化割草机100或使用特定命令校准割草机100,但是一旦进行了这些程序,割草机100就很大程度上适于自行操作,直到需要进一步的命令或需要维修、校准或纠错为止。相应地,自主草坪割草机100也可以被称为自动草坪割草机、自驱式草坪割草机、机器人草坪割草机等。

[0102] 在如图1所示的这个实施例中,自主草坪割草机100或称为草坪割草机或割草机,包括支撑割草机100的操作部件的框架或壳体102。这些操作部件可以包括但不限于至少一个马达,比如电动马达,该马达被布置为驱动割草机100的刀片,以便切割割草机100要修剪到的草坪的草。至少一个马达也可以用来通过比如齿轮传动机构或齿轮箱的传动系统来驱

动割草机100本身,该传动系统将驱动力传递至割草机的轮子装置104,但优选地,如此实施例的情况,分开的马达用于沿其操作表面驱动割草机100,每个后轮104R具有其自己的单独马达和齿轮箱。这是有利的,因为可以通过对这些马达中的每一个的简单控制来实施割草机100的操纵。重要的是应注意,术语“轮子装置”还可以包括由各种不同类型的轮子和轮子组合形成的驱动装置,包括履带(比如坦克履带中)、链条、皮带(比如雪地皮带)或其他形式驾驶装置。

[0103] 优选地,如图1的实施例中所示,草坪割草机100包括导航系统204,该导航系统操作用于定位割草机100并围绕工作区域414对其进行导航,使得草坪割草机100可以切割工作区域414的草。导航系统204可以包括多个特定的导航模块,每个导航模块被布置为提供为割草机100获得的单独的导航信息。继而,然后将这些导航模块中的每个导航模块获得或确定的导航信息返回到导航系统204,以便发送到控制器202。在控制器202处理导航信息后,控制器202然后可以生成命令,这些命令用于控制割草机100在工作或操作区域内的移动和操作。

[0104] 这些导航模块可以至少包括以下内容:

[0105] -信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号;

[0106] -里程计模块220,该里程计模块布置为确定轮子104行走的距离,以便辅助确定割草机100距起点的位置;

[0107] -还可以实施其他附加导航模块(未示出)用于与导航系统204通信,以便向导航系统204提供进一步的输入从而调整和控制割草机100,包括:

[0108] ■可以用于获得割草机100的GPS坐标的GPS传感器。在一些示例中,割草机100可以被实施为使用“RTK GPS”或实时运动GPS,其除了先进的GPS信息之外还包括两个GPS模块,一个是固定的,一个位于割草机100中,以确定割草机100在修剪区域414和世界内的精确位置;

[0109] ■用于获得割草机100的指南针方位的指南针传感器;

[0110] ■雨水传感器或水传感器,其用于检测周围环境是否下雨、湿气水平高或割草机100进入水坑,如果进入,则调节或终止割草机100的操作;

[0111] ■边缘传感器或悬崖传感器,其用于检测割草机100是否已到达边缘或悬崖,从而任何进一步的移动都可能导致割草机100跌倒;

[0112] ■光传感器,其用于检测光或一天中的时间,并相应地调整操作,包括打开警示灯;以及,

[0113] ■其他附加的传感器和功能模块,比如时钟、WiFi、蓝牙、GSM、RF、DECT或任何其他被布置为接收经由通信连接(例如天气报告或用于增强和控制割草机100的操作的远程命令)接收的通信协议外部信息的通信协议模块。

[0114] 这些导航模块各自被布置为获得、检测和确定一组导航相关信息,导航相关信息继而布置为由控制器202上的处理器处理以设想合适的命令来操作割草机100。如下面将参考图8和图9所说明的,在一个示例中,自主草坪割草机100将进行移动远离如图11至图16所示的停靠站900的操作,停靠站将形成割草机100的起点和返回点。当离开停靠站900时,割草机100于是可以使用导航系统204辅助在工作或操作区域414周围对割草机100进行导航,切割操作区域414中的草坪,然后继续导航回到停靠站900。

[0115] 参考图2,提供了自主草坪割草机100的框图,其展示了自主草坪割草机100的部件。在此实施例中,割草机100包括可以被实施为计算装置或被实施为一个或多个控制板的控制器/处理器202,每个控制板具有被布置为接收信息和分析所接收到信息并向割草机100提供指令以便操作割草机100的一个或多个处理器。优选地,控制器/处理器202被实施成具有主印刷电路板组件(PCBA),该主印刷电路板组件被布置为在PCBA上具有两个处理器并与附加计算模块一起操作。几个传感器PCBA也可以具有其自己的单独微控制器单元(MCU)。

[0116] 控制器/处理器202被布置为从割草机100的导航系统204接收导航信息,并且继而在接收到此导航信息后,将利用控制器202已经可以访问的现有信息(比如控制算法206或操作区域414的预限定地图)来处理导航信息,以生成对割草机100的每个操作部件的各种不同命令,包括被布置为驱动割草机100的驱动马达和/或操作刀片212b的刀片马达212。

[0117] 如图2所示,导航系统204包括检测信号发生模块221生成的表示导航标记的信号,信号检测模块222,并且包括里程计模块220,该里程计模块进一步包括用于检测割草机100的轮子104的旋转位移的轮子传感器232。这些模块222和220中的每一个被布置为提供下面参考图4至图19描述的特定功能,并且返回检测、计算、收集或勘测的各个导航信息。

[0118] 如此实施例中所示,控制器202还被布置为控制割草机驱动马达210沿着工作区域414内的工作表面驱动割草机100。优选地,如在此实施例中的情况那样,通过使马达210与每个后轮104R相邻放置来驱动割草机100,每个马达210被布置为驱动每个后轮104R。

[0119] 继而,控制器202可以将电流从电源(比如电池214)引导至马达210,以执行一个或两个马达210的受控操作。通过使一个或多个轮子以不同的速度或方向转动,这可以允许割草机100的前进、后退和转弯动作。

[0120] 控制器202还可以命令刀片马达212操作,以便操作刀片212b来切割工作表面的草。为了执行这些功能,控制器202将执行控制例程或过程206,该控制例程或过程确定割草机100的操作条件以及何时操作割草机。这些命令至少包括命令割草机100的行走方向和刀片212b的操作的指令。其他命令也是可能的,包括割草机100行走到工作区域414内的特定位置、或者返回到特定位置(比如停靠站900)的命令、以及特定命令,比如刀片马达212的操作速度或刀片212b的高度,以便确定被切割的草的高度。

[0121] 如下面将参考图2说明的,控制器202还可以被预编程为具有初始化例程228,在初始化例程中,最初识别割草机的工作区域和工作表面。这些过程可以帮助识别工作区域414的边界以及应该避免在边界内的某些表面(没有行进区域)或者不应该激活刀片马达212的分类。一旦识别了这些工作区域414,则控制器202就可以控制割草机100从停靠站900导航到起点,其中割草机100可以按照控制算法206所规定的那样从起点开始切割草。控制算法206可以包括特定的切割程序,该切割程序沿着纵向轴线修剪草坪,然后在限定的工作区域414内以纬度形式对每个纵向轴线作业,以便切割工作区域414中的草。其他切割程序也是可能的,并且可以基于用户的期望操作的工作区域414的形状和轮廓来加以选择。

[0122] 优选地,由于控制器202将与导航系统204的每个导航模块通信,因此控制器202可以在初始化和一般操作期间从这些导航模块202中的每一个接收大量不同的导航信息。为了处理此导航信息以便确定用于割草机100的操作命令,控制器202可以首先对从导航系统204接收的所有导航信息应用滤波器或平均函数。

[0123] 这种滤波函数可以允许控制器202忽略或最小化放在与从其他导航模块获得的导航信息相比时看起来不正确的从第一导航模块获得的导航信息上的任何加权。可以使用的示例滤波器包括卡尔曼滤波器,其可以被应用以辅助识别控制器接收到的所有导航信息的“最佳配合”趋势,继而允许忽略或进一步调查可能与平均或最佳配合趋势相去甚远的异常、偏差或不一致。

[0124] 作为示例,控制器202可以从里程计模块220接收导航信息。在处理期间,里程计模块220可能已经跟踪到割草机100已行走至割草机100初始化期间获得的虚拟地图上的特定坐标。然而,根据信号检测模块222获得的导航信息,割草机100的位置可能与从里程计模块220获得的坐标相距显著很远的距离。在这些情况下,当将滤波函数应用于里程计模块220的所有导航信息和其他导航信息时,“最佳配合”或“平均”可以继而指示里程计模块220的坐标是异常的,因为它与其他导航模块完全不一致。相应地,控制器202然后可以在生成对割草机的命令时继续忽略这种异常。

[0125] 还预期控制器202还可以对从导航系统204和其他传感器(比如GPS传感器,指南针、悬崖传感器、水传感器等)获得的所有数据应用类似的滤波函数。例如,扩展卡尔曼滤波器可能有的是其能够减少/消除每个来源的不良数据点,并辅助确定哪些导航/定位数据来源最可靠并替代地使用选择这些来源。

[0126] 在一些示例实施例中,还可以由每个导航模块将比如卡尔曼滤波器的滤波函数或平均函数应用于获得的任何导航信息,然后将导航信息传送给控制器202。在这些示例中,由于布置有传感器和其他电子导航模块以从环境读数中获得数据,因此可能由于不可控的事件或其他环境因素而导致某些读数在短时间范围内不正确。这些的示例可以包括割草机发生轮子滑转,从而导致里程计模块220的读数错误,或者受到随机信号发射源的信号干扰,在这种情况下,从信号检测模块222获得的导航信息也可能是错误的。

[0127] 在这些情况下,通过每个导航模块包括滤波函数,可以在将每个导航模块收集的数据发到控制器202之前对数据中的这种异常进行过滤或“清理”。因此,这样的优点是,因为发到控制器202的导航信息可能更准确,从而提高了性能并减少了控制器202进行的处理。

[0128] 参考图3,提供展示了自主割草机100的初始化过程的过程流程的框图。如图所示,用户可以开始向割草机100发出命令以驱动割草机100。这些命令被接收(步骤902)并由控制器202处理,以便沿着表面驱动割草机100(步骤904)。

[0129] 同时,操作导航系统204(步骤906),以便在割草机100的初始化过程期间连续地调查和记录割草机的任何导航信息。导航系统204然后可以激活其每个导航模块910(里程计和其他传感器)以记录这样的导航信息(步骤908),当割草机100进入自主操作时,该导航信息可以用于导航目的。

[0130] 参考图4,展示了信号发生模块221,信号发生模块被布置为生成优选地环形式的信号,该信号表示包括障碍物或边界410、420的位置的导航标记。另一方面,割草机本体102包括信号检测模块222,例如被布置为检测表示这种导航标记的信号的传感器。导航系统204基于这种障碍物或边界的位置确定割草机本体102在预限定操作区域414内的位置。

[0131] 信号发生模块221可以生成具有不同幅度的多个信号环,使得仅可以在特定范围或区域内检测到信号。例如,信号发生模块221可以包括边界线410,该边界线用于在预限定

操作区域414内生成第一边界信号环412。控制器202基于传感器222检测到的第一信号环412的幅度来确定割草机本体102相对于预限定操作区域414的位置。优选地,边界信号环412是围绕预限定操作区域414的边界发射的。

[0132] 在另一个实施例中,信号发生模块221至少部分地定位在可分离停靠模块900上,该可分离停靠模块可分离地接纳割草机本体102。可分离停靠模块900可以包括停靠线420,该停靠线用于在围绕可分离停靠模块900的预限定停靠区域424内生成第二停靠信号环422。控制器202基于传感器222检测到的第二信号环422的幅度来在预限定停靠区域424内确定割草机本体102相对于可分离停靠模块900的位置。

[0133] 第一信号环412和第二信号环422可以由同一个信号发生模块221作为具有相同频率(例如15Hz)的脉冲以相同的频率(例如53Hz)分别发射到边界线410和停靠线420。优选地,第一信号环412可以包括具有如图5A所描绘的1、1、-1、1的示例图案的双向电流脉冲。第二信号环422可以包括具有如图5B所描绘的0、0、1、0、1、0的示例图案的单向电流脉冲。如图6所描绘的两个电流脉冲的组合分别从信号发生模块221发送到边界线410和停靠线420。

[0134] 有利地,停靠站900可以确定边界线410的长度,并且在启动时进行校准以基于线长度来调节信号强度。这确保了无论边界线410的尺寸如何,信号发生模块221都发射信号强度恒定的信号。

[0135] 在一个示例应用中,当割草机本体102位于预限定操作区域414以及预限定停靠区域424内的位置时,传感器222接收第一信号环412和第二信号环422。为了允许传感器222区分边界线410和停靠线420发射的频率相同的信号412、422,由此单独识别两个信号环中的每一个,继而分别确定其幅度,信号412、422作为两个在其之间间隔例如 $(1/3) * T$ 的时移脉冲被发射。可以操纵两个信号412、422之间的时间差以在传感器222侧识别边界信号412和停靠信号422中的每一个。

[0136] 参考图8,还提供了感应传感器数据获取算法3000,用于处理与传感器222接收的信号412、422相关联的数据。该过程开始于步骤3001:ADC数据采样。对ADC通道进行采样的时间跨度足以捕获采样的ADC数据,包括至少两个完整的如图9部分所示的边界环信号412和停靠环信号422。在数据过滤的步骤3002,使用双二阶带通滤波器来过滤有噪声数据。

[0137] 在数据处理和信号表征的步骤3003,处理接收到的数据以检索与所获取的数据中的信号数量、采样阵列中的每个信号位置(起点)、每个信号中的脉冲计数以及每个信号的最大值和最小值相关联的信息。

[0138] 在步骤3004,取决于接收到的信号量,数据获取可以进行到不同的步骤。例如,如果在采样阵列中接收到一个以上的信号,则这暗示着割草机本体102的传感器222定位于操作区域414和停靠区域424中。然后,过程进行到步骤3005:基于位置的信号识别。信号412、422的起点之间的时间差将用于识别边界环信号412和停靠环信号422中的每一个。

[0139] 如图10A或图10B所描绘的,在完成步骤3003至3004的数据处理、信号表征和识别之后,唯一剩余的信号将是边界环410的信号412。

[0140] 在步骤3006证实边界信号412的脉冲计数。用于边界环412的预采样数据被存储在存储器中。所接收的信号与预采样数据(例如在特定距离处的已知信号)交叉关联,以在步骤3007得出最终输出数据。优选地,交叉关联可以包括使用匹配滤波器。

[0141] 例如,当将匹配滤波器应用于极性与预采样数据相反的接收到的信号时,交叉关

联可以产生负值输出。匹配滤波器输出的符号可以指示割草机本体102的传感器222是位于边界环410内还是外。

[0142] 同时,在步骤3008还证实了停靠信号424的脉冲计数,并且在步骤3009计算停靠信号功率。

[0143] 优选地,当割草机本体102在预限定操作区域414内的位置同时在预限定停靠区域424外时,传感器222可以仅接收边界环410的脉冲412。当通过传感器222检测到边界环410的脉冲412的幅度超过预定阈值后,草坪割草机100的移动将被显著减小,由此防止草坪割草机100缠绕边界线410。

[0144] 在一个示例实施例中,传感器222可以基于边界环信号412的极性来检测割草机本体102是定位于边界线410内还是边界线410外。例如,当割草机本体102位于预限定操作区域414内的位置时,传感器222可以检测如图10A所描绘的边界信号环412'的第一极性,例如正极性。相反,例如,当割草机本体102位于预限定操作区域414外的位置时,传感器222可以检测如图10B所描绘的边界信号环412"的第二相反的极性,例如负极性。

[0145] 如果在采样阵列中仅接收到一个信号,则这暗示着割草机本体102的传感器222不邻近停靠环422,因此仅接收到来自边界环410的信号412。在进一步处理之前,检查某些条件以进行验证。如果验证了传感器222接收到的唯一信号是边界环410,则该过程将绕过步骤3005,并且直接进行到步骤3006以证实边界信号412的脉冲计数,并且进行到步骤3007与预采样数据进行交叉关联。

[0146] 参照图11至图12,割草机本体102可以包括多个前述传感器222,例如前后两对传感器222F、222R,其中,控制器202在前后所有传感器222F、222R都被夹在边界信号环412与停靠信号环422之间后终止割草机本体102的移动。例如,传感器222F、222R被放置在停靠站900内以进行准确的停靠。传感器222F、222R和两个环,即停靠站900内的边界环412和停靠环444,以这样的方式放置:当草坪割草机100停放在停靠站900中时,每个传感器222F、222R位于停靠环420外,同时在边界环410内。

[0147] 可分离停靠模块900还包括磁性检测模块,例如磁力计,用于检测割草机本体102相对于可分离停靠模块900的取向。

[0148] 在草坪割草机100的初始设置期间,停靠站900被固定在地面上,并且在用户对草坪割草机100进行正常操作之前执行校准过程。此校准记录停靠站900的前进方向,即偏航位置。这样的信息将在随后的停靠循环中用于停靠操作。当需要时,可以通过经历相同的校准过程来重新校准停靠站900的偏航位置。

[0149] 参考图13,还提供了操作自主草坪割草机100的方法4000。自主草坪割草机100可以以正常操作以例如以随机切割模式自动修剪草坪,直到电池电量低为止。在步骤4001,当电池跌至低于预定阈值或从可分离停靠模块900接收到停靠信号/指令时,自主草坪割草机返回至可分离停靠模块以对电池充电。

[0150] 例如,在切割操作期间,草坪割草机100以随机方式在操作区域414四处移动,并且在步骤4002,传感器222尝试检测停靠站信号。

[0151] 在第一情况下,草坪割草机100被定位成远离停靠站900和传感器222,但尚未检测到停靠站信号422。在步骤4003,割草机本体102沿着边界线410,直到其靠近停靠站900为止。基于传感器222所接收的停靠线信号412的功率水平来确定停靠站900在任何点的存在。

例如,这可以通过接收到功率高于预定义阈值的停靠线信号412来实现。

[0152] 在步骤4004,草坪割草机100邻近停靠站900,并且控制器202使用区域传感器数据以及偏航数据来使自身与停靠站900对准,例如,通过进行一次或多次转弯,例如转弯90度两次,从而来到停靠站900的前方。在将草坪割草机100朝向停靠站900定向之后,在步骤4005,割草机本体102然后朝停靠站900移动,直到边界线410被这对前传感器222F穿过为止。最后,在步骤4006,割草机本体102在如图11所描绘的形成在边界线410与停靠线420之间的通道430中移动,并且继续进行直到停靠站900检测到充电信号为止。

[0153] 在第二情况下,草坪割草机100已经邻近停靠站900,并且在步骤4002,传感器222F、222R已经检测到停靠站信号422。在不采取步骤4003至4004的情况下,割草机本体102将基于停靠站900相对于草坪割草机100的偏航取向在直线上沿向前方向朝停靠站900移动,并继续进行直到边界线410首先被这对前传感器222F穿过并且两对前后传感器222F、222R从步骤4005到4006在边界线410与停靠线420之间的通道430中移动为止。

[0154] 参考图16A,提供了用于将自主草坪割草机100沿上述边界线410在线停靠至上述预限定停靠区域424的替代停靠方法。例如,预限定停靠区域424可以位于预限定操作区域414的边界周围,并且与边界线410的至少一部分重叠。

[0155] 在一个示例实施例中,边界线410可以沿纵向方向将预限定停靠区域424一分为二,使得边界线410可以与预限定停靠区域424的中心线重叠。割草机本体102可以从预限定停靠区域424的一端426沿着中心线进入停靠区域424,并且直到前割草机本体102到达预限定停靠区域424的另一端428为止。相应地,一旦在停靠操作的早期阶段中割草机本体102的中心与边界线410成一直线,割草机本体102就可以准确地停靠在预限定停靠区域424内。

[0156] 优选地,割草机本体102可以在仅单条边界线410的帮助下朝向停靠区域424移动并停靠在停靠区域内。在整个停靠操作中,割草机本体102上的两个左右前传感器222FL和222FR各自定位于边界线410的两个相对侧,并且各自分别接收从边界线410发射的边界信号412。左右前传感器222FL应接收相反极性的边界信号412。例如,左前传感器222FL可以接收具有第一负极性的边界信号412,而右前传感器222FR可以接收具有第二正极性的边界信号412。

[0157] 为了单独保持两个前传感器222FL和222FR中的每一个与边界线410之间的间隔,自主草坪割草机100可以进一步包括控制器,例如闭环控制器,用于检测前传感器222FL和222FR与边界线410的单独间隔。例如,边界信号412的幅度可以分别由前传感器222FL和222FR检测,并且传感器222FL和222FR与边界线410之间的单独间隔可以基于所检测到的幅度来确定。随后,割草机本体102相对于边界线410的位置可以由控制器基于传感器222FL和222FR的相对位置来确定。通常,当割草机本体102被边界线410一分为二时,即割草机本体102的中心与边界线410成一直线时,左右前传感器222FL和222FR应分别从边界线410接收相等幅度的具有相反极性的信号环412。

[0158] 在连续停靠操作期间,控制器可以基于来自两个前传感器222FL和222FR的实时定位反馈来操纵割草机本体102的移动和取向。这确保了割草机本体102在其到达停靠区域424的途中可以被定位成处于期望的取向并且在与边界线410重叠的路径上行走以到达预限定停靠区域424。

[0159] 可选地,还可以在割草机本体102的后端上设置一对附加后传感器222R,用于以类

似方式确定边界信号412的幅度。可以提高控制器确定的割草机本体102的位置和取向的准确度。

[0160] 在如图16B所示的一个替代示例实施例中,示出了停靠模块900,其具有部分边界线410和设置在可分离停靠模块900中的预限定停靠区域424内的辅助停靠线420。辅助停靠线420发射边界信号422,以辅助割草机100的停靠操作,尤其是当割草机100邻近停靠模块900时。优选地,辅助停靠线420被边界线410的至少一部分一分为二。

[0161] 当草坪割草机100沿着中心线从预限定停靠区域424的一端426进入停靠区域424时,前传感器222FL和222FR可以检测两个信号,即边界信号412和停靠信号422。这些信号的幅度,尤其是停靠信号422,可以分别由前传感器222FL和222FR检测。可以基于检测到的幅度来确定传感器222FL和222FR与停靠线420的相邻部分之间的单独间隔。随后,控制器可以基于传感器222FL和222FR的相对位置来确定割草机本体102相对于停靠线420的位置。

[0162] 如果割草机100到达最终停靠位置,则左右前传感器222FL和222FR应当接收相等幅度的具有相反极性的信号环412以及相等幅度的信号环422。这指示左右前传感器222FL和222FR定位于停靠线420外和周围,同时前传感器222FL和222FR之一仍在边界环410内。

[0163] 参考图17,展示了里程计模块220的示例,该里程计模块被布置为与自主割草机100一起实施。在此示例实施例中,里程计模块220被布置为实施在两个马达中的每一个中,这些马达被布置为驱动割草机100的后轮104R,但如本领域技术人员将了解的,如果使用附加马达来驱动割草机100的其他轮子,则里程计模块220也可以实施在每个马达绕组302中。

[0164] 在此示例中,里程计模块202被布置为测量里程计模块202被实施为与其一起操作的轮子104R的转数。继而,当与轮子104R的圆周耦合时,转数将提供关于割草机100在工作表面上行走的距离的估计(考虑到任何齿轮传动比,如果适用的话)。由于割草机100还可以通过允许其相对的轮子沿相反的方向滑转而沿着其工作表面自旋,因此还可以检测和测量这种移动和旋转,从而确定割草机100沿着工作表面的方向和转弯速率。

[0165] 如图17所示,里程计模块202被实施在马达302和驱动后轮104R之一的齿轮箱装置304上,每个后轮104R都有其自己的马达302和齿轮箱304。当马达302由其电源供电时,在大多数情况下,通过控制器202的命令,马达将旋转302,因此还驱动齿轮箱304,该齿轮箱可旋转地附接到马达302。

[0166] 然后,齿轮箱304还将此旋转力传递至轮子104R,因此使轮子104R朝期望的方向转弯。由于齿轮箱传动比是已知的,所以通过在工厂预设置或通过用户调节,里程计模块202可以通过检测马达302的转数来进行操作,马达的转数继而可以用于计算轮子104R的转数。

[0167] 在此实施方式中,马达具有与马达绕组302和转子连接的印刷电路板(PCB)306,该印刷电路板被实施成具有多个霍尔传感器308。这些霍尔传感器308允许在每个传感器308旋转经过磁体(或使磁体旋转经过传感器308)时检测到磁信号,并因此当马达旋转时,静止的PCB 306将检测到马达302的转子中的磁场。因此,位于PCB 306上的霍尔传感器308可以检测到在马达绕组302的旋转期间经过的磁体。继而,来自霍尔传感器308的此数据然后可以用于计算马达302的转数或旋转份数,然后可以将其用于经由齿轮箱304计算轮子104R的转数。

[0168] 一旦确定了转数,则每个轮子104R的转数,包括其方向以及轮子10R是否正在经历转弯方向,然后将被发送至控制器202以进行处理。继而,控制器202然后可以利用来自导航

系统204的其他信息来处理此结果,以确定割草机100的位置。

[0169] 预期在割草机100操作时割草机100的轮子可能会发生一些轮滑转,因为表面类型可能会导致轮子104R滑转而不移动割草机100。当确定割草机100的位置时,这种轮滑转将导致错误。然而,由于导航系统204的其他模块获得的其他导航信息将用于补偿一个单独导航模块的任何错误,因此由控制器202将这些错误计入计算。

[0170] 在另一个示例实施方式中,也可以测量由马达302消耗的电流量,并将该电流量与由里程计模块202检测到的旋转速率进行比较。在这样的示例中,如果相对于检测到的轮子104R的转数,马达302消耗的电流非常低,则割草机100的轮子104R实际上可能沿着其工作表面滑转。相应地,控制器202在基于其里程计测量来确定割草机100的距离时也可以考虑这样的信息。

[0171] 参考图18至图19,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域414内操作;其中,割草机本体102进一步包括信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号,并且导航系统204进一步包括被布置为跟踪割草机本体102在操作表面上的移动的里程计模块202。

[0172] 参考图20至图22,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域414内操作;其中,割草机本体102进一步包括信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号,并且割草机本体102进一步包括高度调节系统1100,该高度调节系统被布置为辅助控制器202控制切割刀片212b在预限定操作高度内操作。

[0173] 在如图20至图22所示的此实施例中,自主草坪割草机100包括高度调节系统1100,该高度调节系统包括高度调节马达1110、由高度调节马达1110驱动的蜗杆轴1120、限位开关1130、以及霍尔传感器1140。有利地,马达1110可以沿顺时针或逆时针方向操纵蜗杆轴1120的旋转方向,使得切割刀片212b相对于操作表面的高度可以由马达1110间接地操纵。

[0174] 马达1110可以固定到割草机本体102,并且在整个高度调节操作期间保持固定。例如,当蜗杆轴1120沿顺时针方向旋转时,切割刀片212b可以朝操作表面移动,并且另一方面,当蜗杆轴1120沿逆时针方向旋转时,切割刀片可以远离操作表面进一步移动。

[0175] 可选地,可以通过使用环形结构1150来增强通过蜗杆轴1120在马达1110与切割刀片212b之间的机械传动。在此实施例中,环形结构1150优选地包括例如由聚甲醛(POM)制成的多个衬套1152、多个线性轴承1156或者可替代地它们的组合以支撑高度调节系统1100。有利地,线性轴承1156可以抵抗由蜗杆轴1120与相对的支撑件之间的距离引起的扭转力。

[0176] 在一个实施例中,多个衬套1152可以围绕刀片马达212设置。多个通孔1154可以优选地等距地设置以接纳这些衬套1152,并且至少一个线性轴承1156可以围绕衬套1152下端与蜗杆轴1120相对设置。在高度调节操作期间,环形结构1150可以加强蜗杆轴1120,使得马达1110的旋转力稳定地转换成侧向力而没有任何振动或者至少振动最小。

[0177] 尽管蜗杆轴1120定位成偏心于高度调节系统1100的中心轴线,并且蜗杆轴可能不可避免地对高度调节系统1100施加侧向负载,但是由于弯曲力矩,线性轴承1156可以有利地减小轴1120与环形结构1150之间的摩擦。相应地,马达1110的旋转力稳定地转换成侧向力,而不会将弯曲力矩传递给高度调节系统1100。

[0178] 在如图20至图21所示的此实施例中,限位开关1130设置在刀片马达212上,细长长形的部分1132进一步背离刀片马达212朝着内部割草机本体102延伸。优选地,霍尔传感器1140设置在马达1110的顶部,用于检测限位开关1130的长形部分1132的存在,由此确定切割刀片212b是否已经达到相对于操作表面的最大高度。有利地,霍尔传感器1140可以进一步得出马达1110达到预限定的期望操作高度所需的转数,并继而辅助控制器202控制切割刀片212b的操作。

[0179] 可选地,限位开关1130和霍尔传感器1140的组合可以用传感器(例如光电传感器)代替。例如,在检测到长形部分1132的存在时,或者可替代地在不存在长形部分1132时,光电传感器可以向高度调节系统1100提供信号,指示切割刀片212b的高度位置。本领域技术人员还将了解到,感测功能可以通过其他替代性感测装置来实现。

[0180] 在一个示例实施例中,刀片组件212b的切割高度是可调节的,以在期望的操作水平下执行正常的修剪操作。最初,通过刀片马达212的第一旋转方向,直到限位开关130与接合构件(未示出)接合为止,刀片组件212b被调节到最高位置。随后,刀片马达212沿相反的旋转方向被驱动,直到达到期望的操作水平为止。刀片组件212b的最高位置与刀片组件212b的期望位置之间的竖直距离由霍尔传感器1140计算。

[0181] 参考图23至图24,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域内操作;可分离停靠模块900,该可分离停靠模块被布置为向割草机本体102提供电池充电;其中,割草机本体102进一步包括信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号。

[0182] 优选地,可分离停靠模块900进一步包括可旋转构件940,该可旋转构件被布置为相对于可分离停靠模块900有预定义的竖直偏移地接触割草机本体102以进行电池充电。

[0183] 当草坪割草机100已经使用了一定时间段后,在马达本体102的开口922与充电端子之间可能存在偏移。例如,如果割草机的轮子104上粘有泥土和草,则割草机100的高度可能相对于停靠站900向上移位。此外,如果轮子104随着时间磨损,则割草机100上的充电区域的高度可能相对于停靠站900降低。可旋转充电构件940可以补偿停靠站900与割草机本体102之间的这种竖直偏移。

[0184] 在一个示例中,可以提供可旋转弹簧加载充电端子940。可旋转构件940可以从可分离停靠模块900侧向地延伸并且可围绕平行于操作表面的水平轴线枢转。另一方面,割草机本体102可以包括用于接纳可旋转构件940的开口922。有利地,充电端子940可以是围绕垂直于充电端子940的轴线可枢转的,使得端子940可以仅在期望的旋转角度范围内沿竖直方向旋转,而不是沿水平方向旋转。

[0185] 为了在将可旋转构件940插入到割草机本体102的开口922中(其之间具有竖直偏移)后保持可旋转构件940的取向,停靠模块900可以提供一对弹性装置942,用于靠在可旋

转构件940的相反侧上起作用。例如,一对弹簧942可以用于确保端子940搁置在标称设计位置并且不会由于重力而下垂。

[0186] 可选地,为了促进可旋转构件940与开口922之间的匹配,在它们之间具有相当大的竖直偏移,可旋转构件940可以进一步提供例如由橡胶制成的柔性保护垫圈944,以减小在停靠过程中可旋转构件940与割草机本体102之间的冲击。有利地,保护垫圈944在可旋转构件940与割草机本体102之间提供紧密密封,并允许可旋转构件940的灵活旋转。

[0187] 参考图25至图27,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域内操作,其中,割草机本体102进一步包括:信号检测模块222,该信号检测模块被布置为检测表示导航标记的信号;以及致动器,该致动器用于终止割草机100的操作,并且响应于终止割草机100的操作,将割草机本体102的一部分从覆盖用户控制界面的关闭位置释放到打开用户控制界面的打开位置。

[0188] 在一个示例中,割草机本体102具有底盘103(例如,底座)、机罩105(例如,可相对于底盘103移动的控制室/面板106的盖)以及被安装用于检测机罩105相对于底盘103的位移的一个或多个磁传感器107。在机罩105的凹部中设置有致动器110,例如按钮形式或嵌入微动开关112的紧急关闭开关,并与磁传感器107通信。

[0189] 还提供了操作界面114,该操作界面具有停止按钮115以及在底盘103内并且在正常操作期间由机罩105隐藏的显示器(未示出)。紧急关闭开关110在由用户致动时,使自主草坪割草机100停止并且释放机罩盖105以将控制室/面板106暴露给用户。

[0190] 参考图28至图30,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器控制割草机本体102在预限定操作区域内操作,其中,割草机本体102进一步包括被布置为检测表示导航标记的信号的信号检测模块和被布置为修整预限定操作区域的边缘的切割器模块。

[0191] 在如图29至图30所示的此实施例中,自主草坪割草机100包括切割器模块1500,该切割器模块定位在割草机本体102下方并且横向于割草机本体102的纵向轴线。切割器模块1500包括用于修整预限定操作区域414的边缘的周界切割器1502。优选地,切割模块1500包括至少两个以往复方式移动的切割条1510、1520。切割条1510、1520分别各自由驱动马达1530驱动。可选地,切割条1510、1520可以由两个单独的马达(未示出)单独地驱动。

[0192] 参考图31至图33,提供了自主草坪割草机100的图示,其包括:割草机本体102,该割草机本体具有至少一个马达,该至少一个马达被布置为驱动切割刀片212b并经由轮子装置使得割草机本体102在操作表面上推进,其中,割草机本体102包括导航系统204,该导航系统被布置为辅助控制器202控制割草机本体102在预限定操作区域414内操作,其中,割草机本体102进一步包括被布置为检测表示导航标记的信号的信号检测模块和被布置为调节切割刀片212b沿其旋转轴线213的竖直位置的刀片调节系统。

[0193] 在如图31至图33所示的此实施例中,切割刀片212b可旋转地安装在由马达212驱

动的旋转轴213上。旋转轴213的前端设置有外螺纹213a,螺母215围绕该外螺纹可旋转地安装,以将切割刀片212b的中心部分夹在其间。刀片调节系统的优点在于,螺母215的位置可以沿着外螺纹213a调节。这确保了草坪割草机100可以容易地适于容纳具有不同厚度的切割刀片212b。

[0194] 最后参考图34,提供了一种校准自主草坪割草机100的方法。在一个示例实施例中,自主草坪割草机100定位于停靠站900的前方。为了触发校准,自主草坪割草机100被定位为面向停靠站充电端子并与停靠衬垫901的边缘相邻。响应于此触发动作,停靠站偏航角被测量,并且这种测量可以辅助停靠前述停靠过程。优选地,由感应传感器接收的边界线410的信号的功率被放大预定倍,由此提高校准准确度。

[0195] 尽管不是要求的,但是参考附图描述的实施例可以被实施为应用程序编程接口(API)或被实施为由开发人员使用的一系列库,或者可以被包括在另一软件应用中,比如终端或个人计算机操作系统或便携式计算装置操作系统。通常,由于程序模块包括辅助执行特定功能的例程、程序、对象、部件和数据文件,因此本领域技术人员将理解,软件应用的功能可以分布在多个例程、对象或部件上以实现与本文中期望的相同功能。

[0196] 还应当了解,在本发明的方法和系统完全由计算系统实施或部分地由计算系统实施的情况下,可以利用任何适当的计算系统架构。这将包括独立计算机、网络计算机和专用硬件装置。在使用术语“计算系统”和“计算装置”的情况下,这些术语旨在涵盖任何能够实施所述功能的计算机硬件布置。

[0197] 本领域的那些技术人员将理解的是,在不脱离如广泛描述的本发明的精神或范围的情况下,可以对这些具体实施例中所示的发明作出众多的变化和/或修改。因此,应认为当前这些实施例是在所有方面均为说明性的而非限制性的。

[0198] 除非另有说明,否则本文所包含的对现有技术的任何引用均非认可所述信息是公知常识。

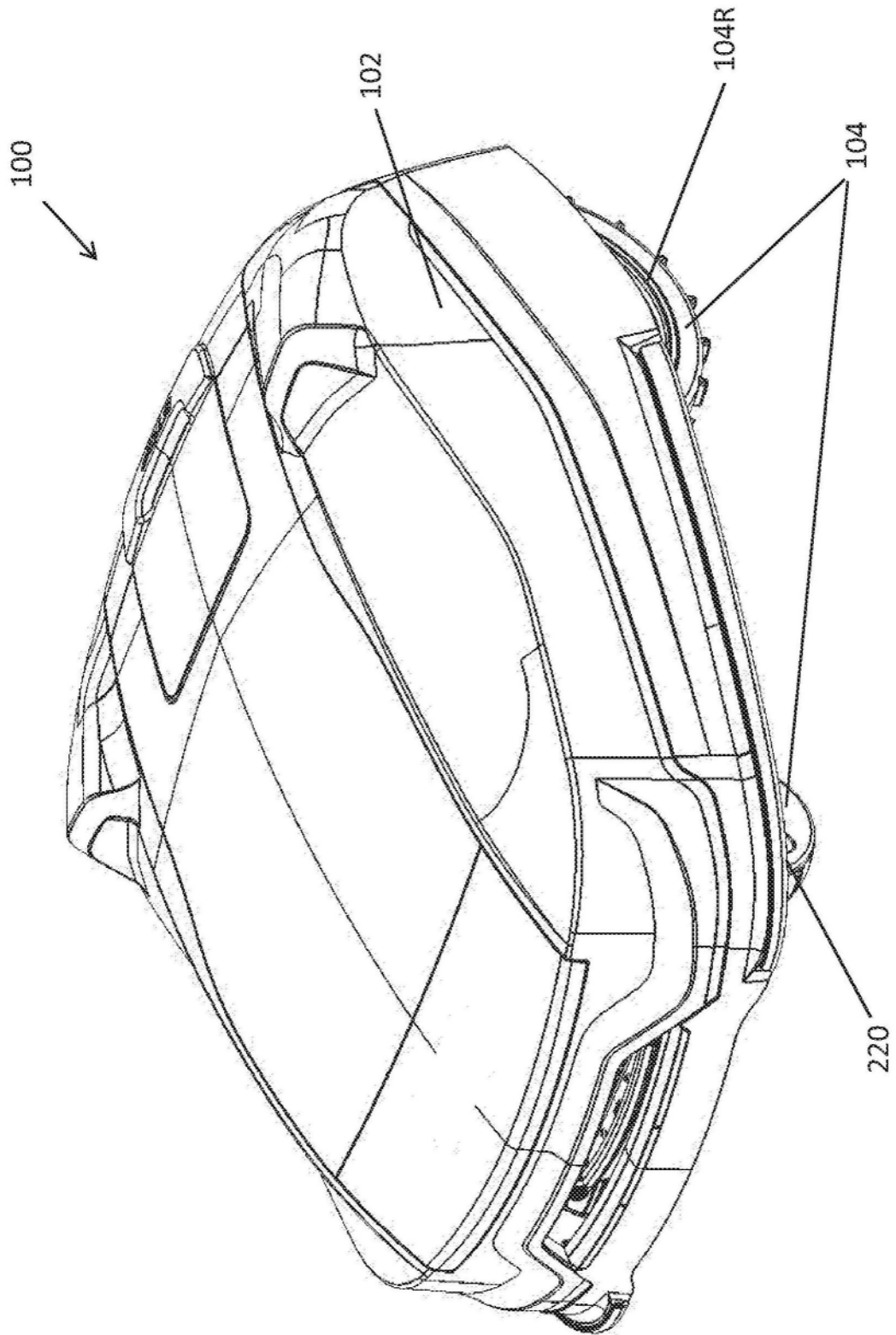


图1

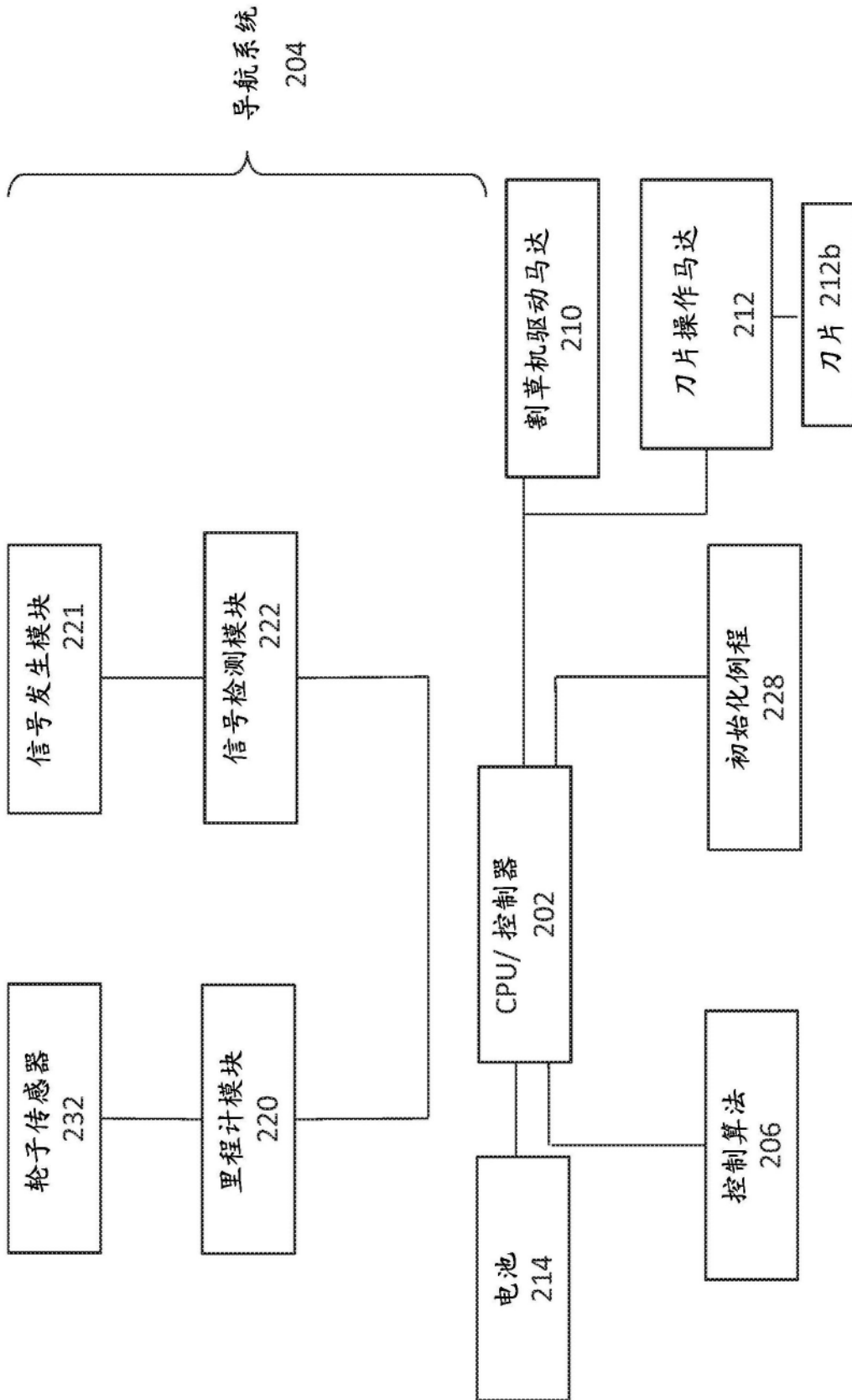


图2

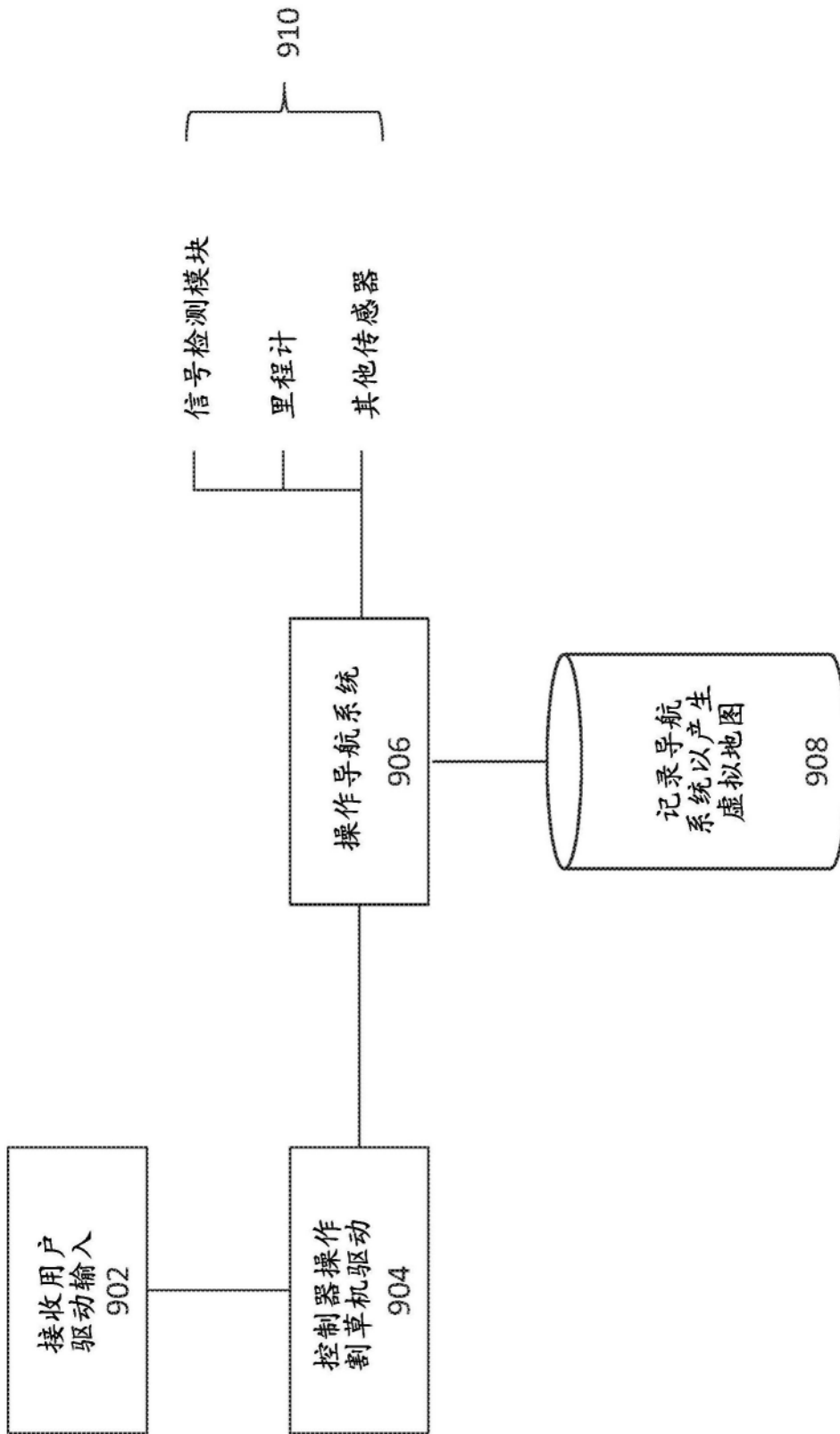


图3

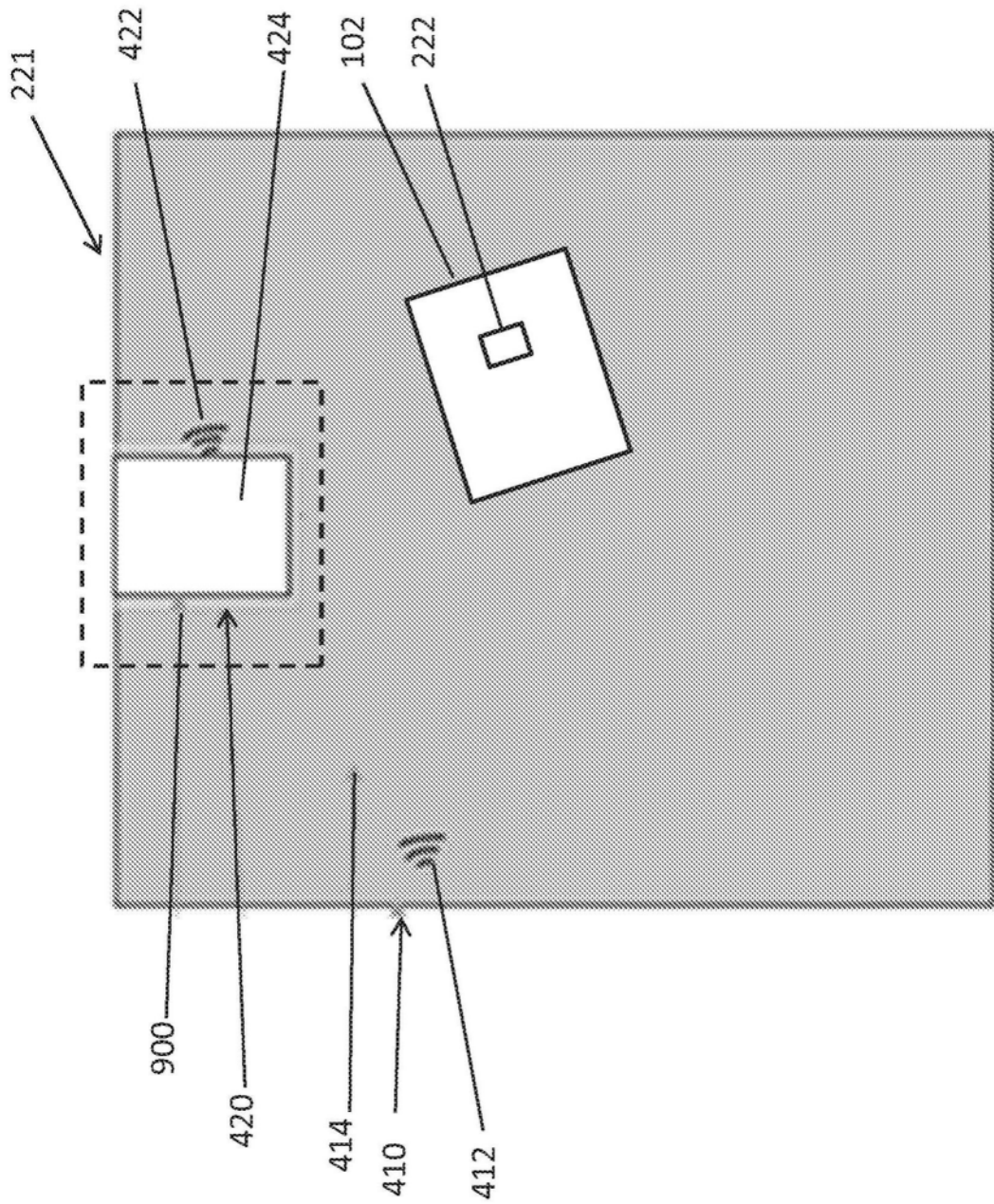


图4

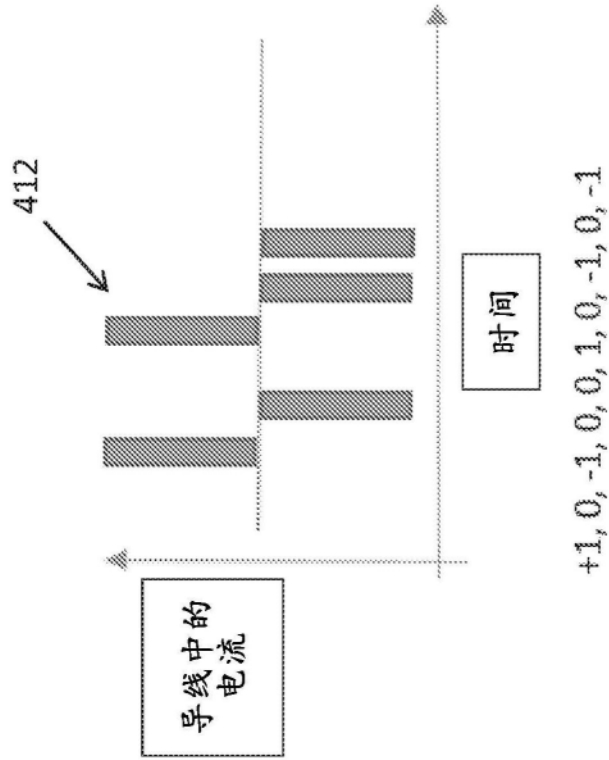


图5A

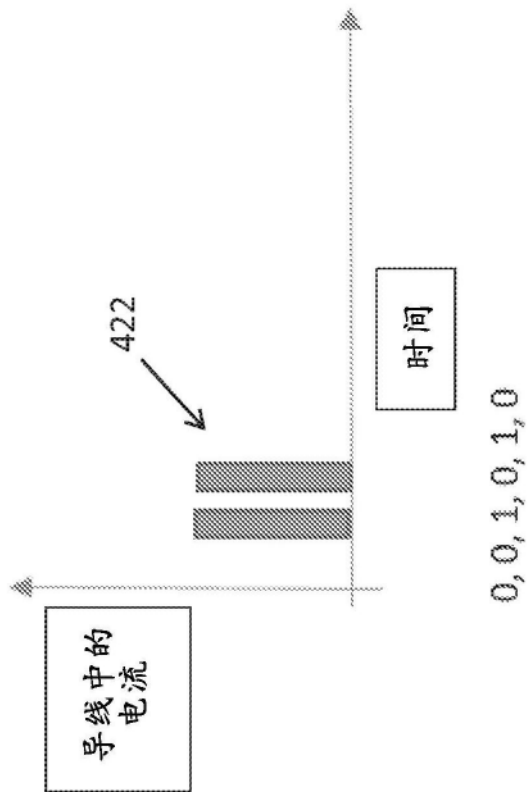


图5B

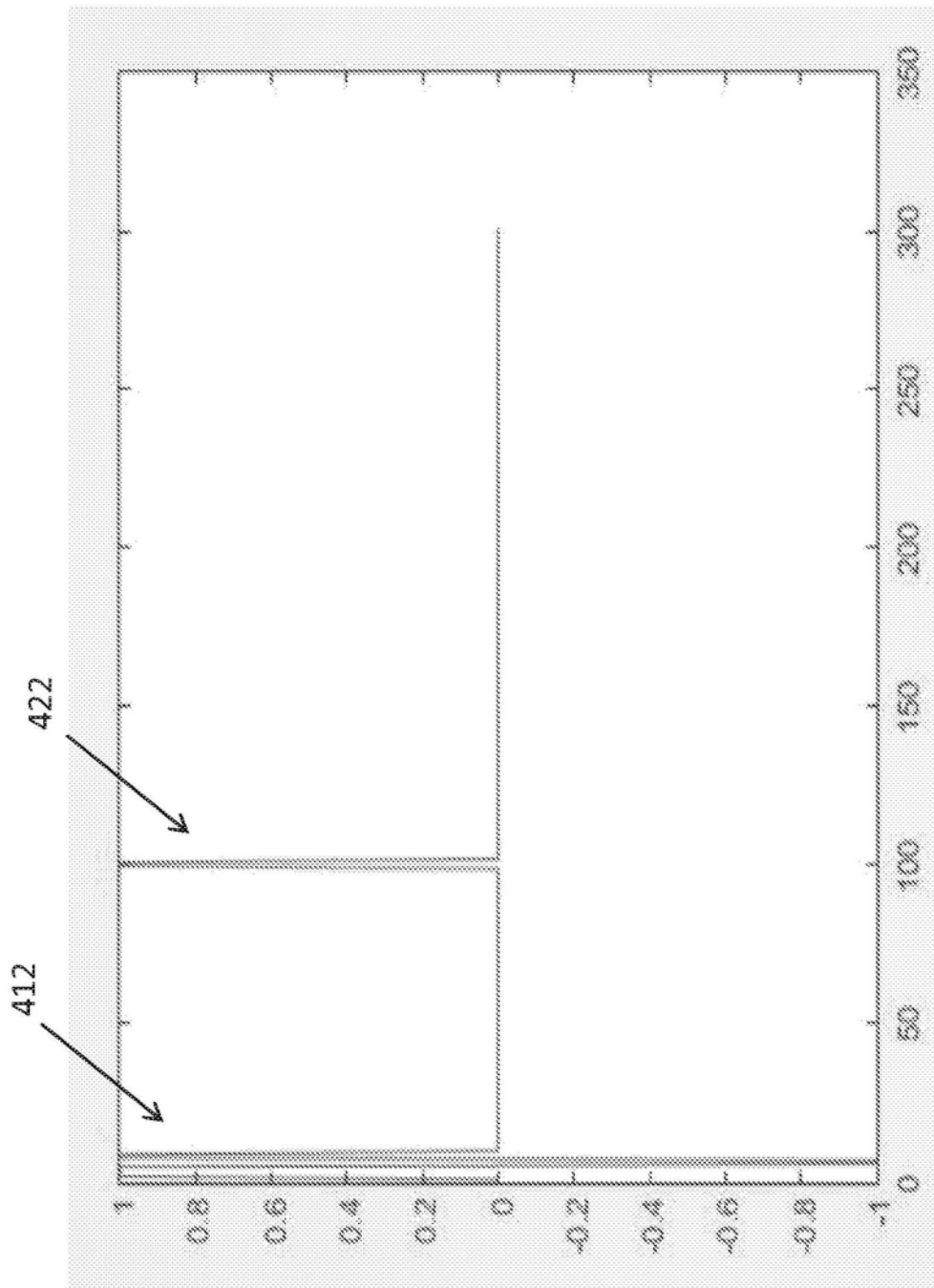


图6

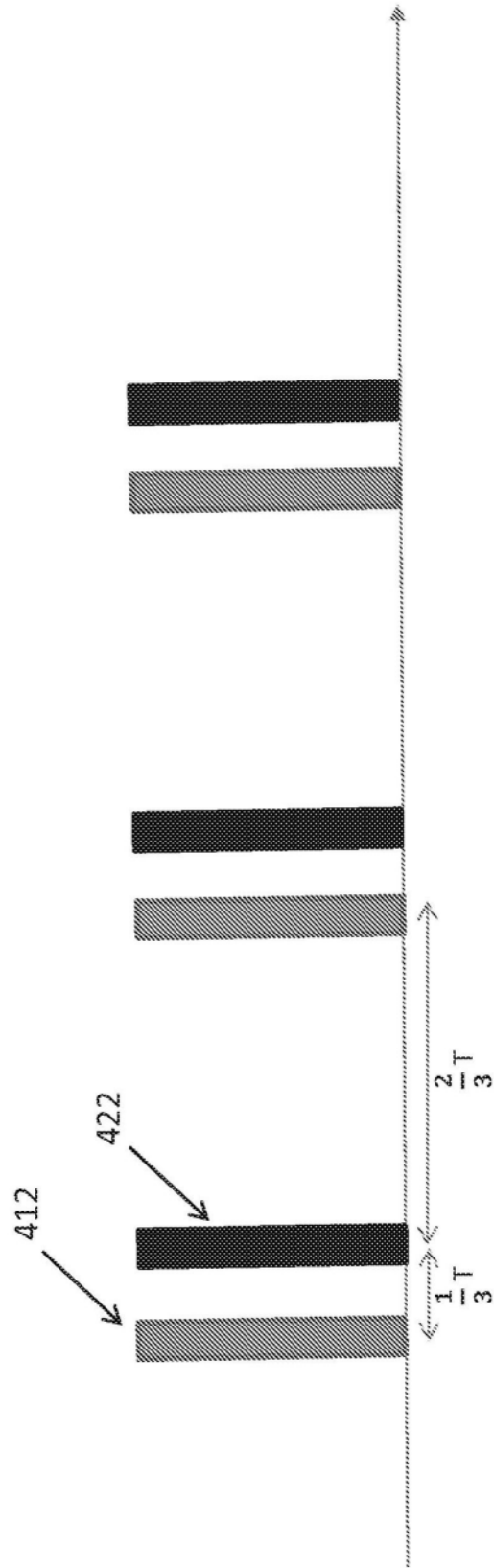


图7

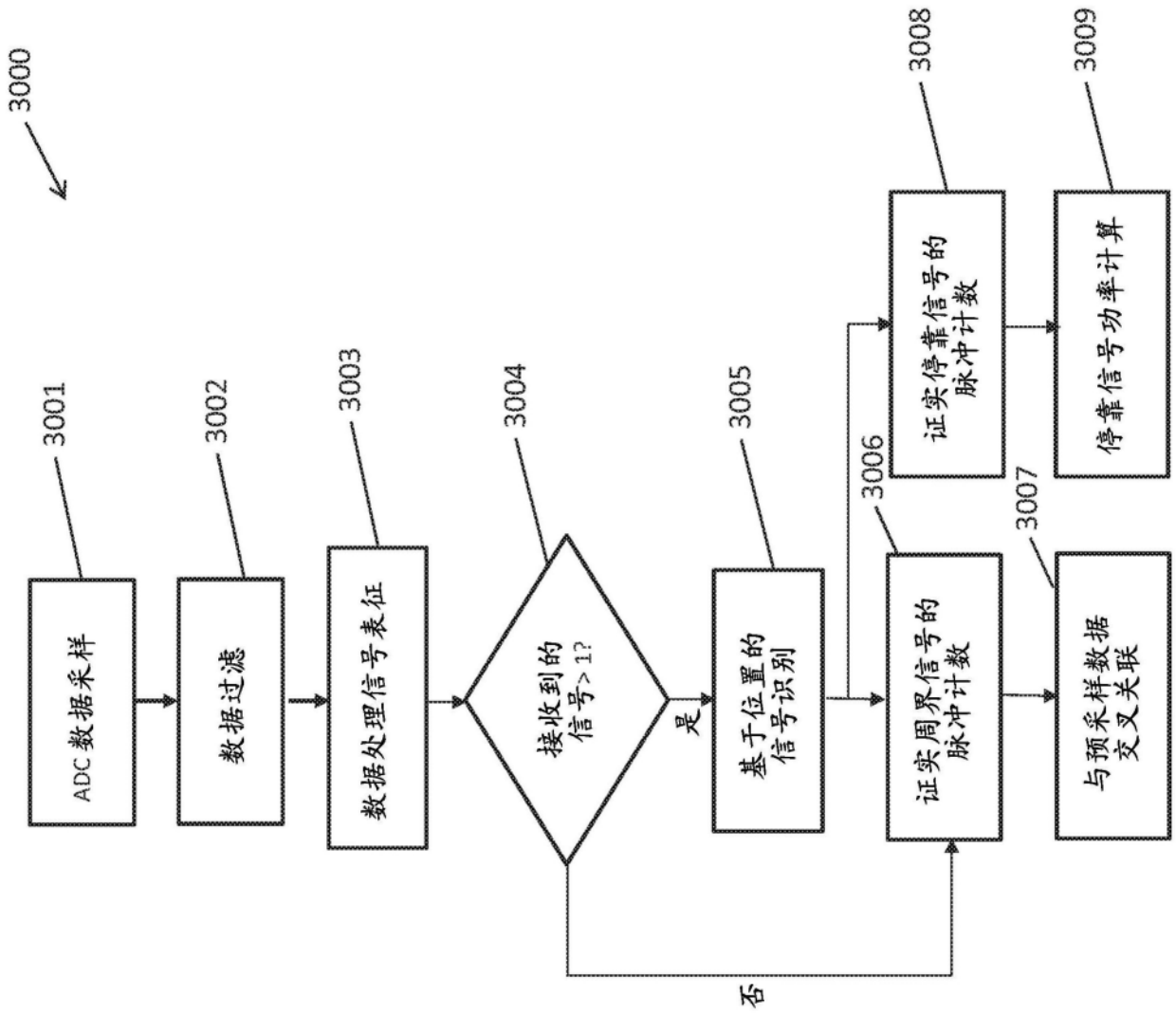


图8

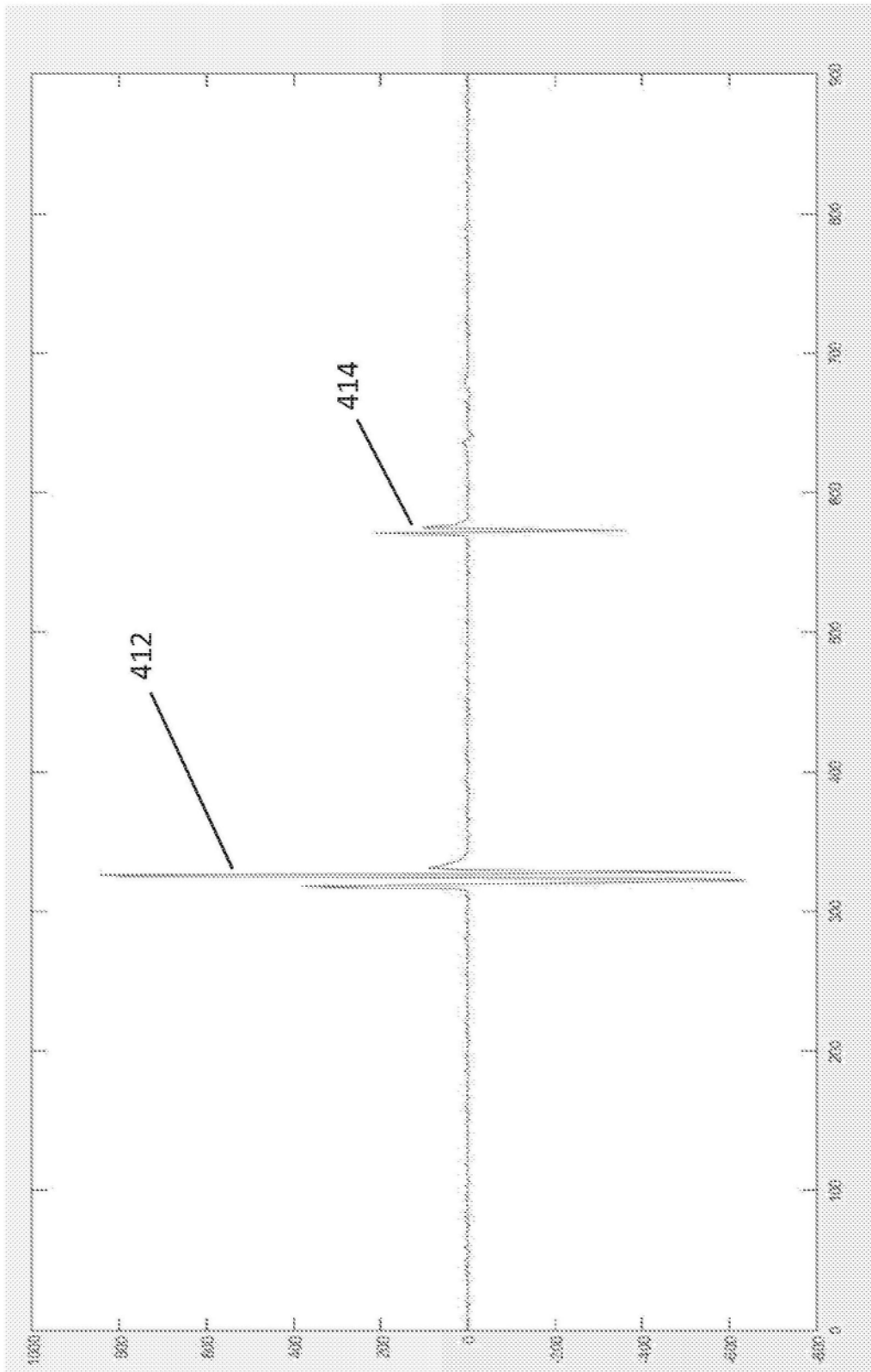


图9

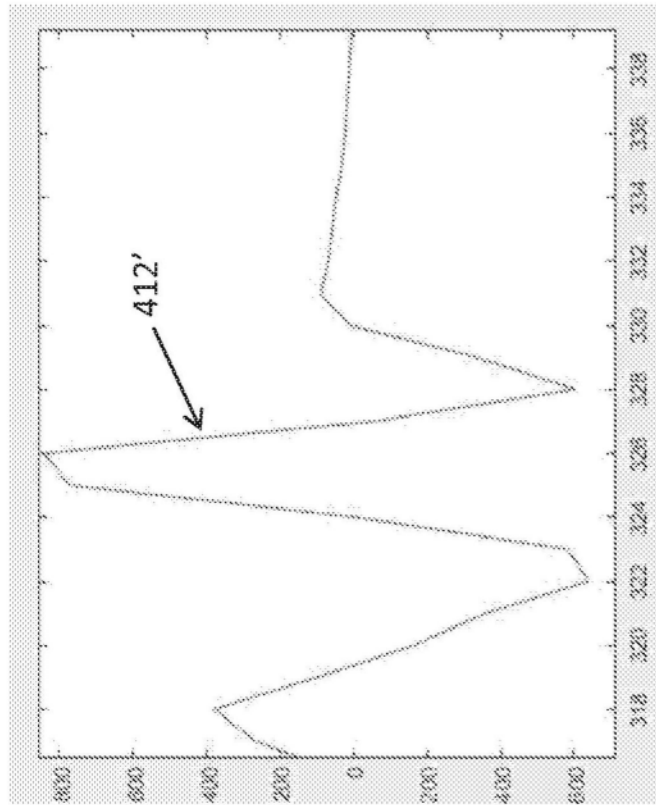


图10A

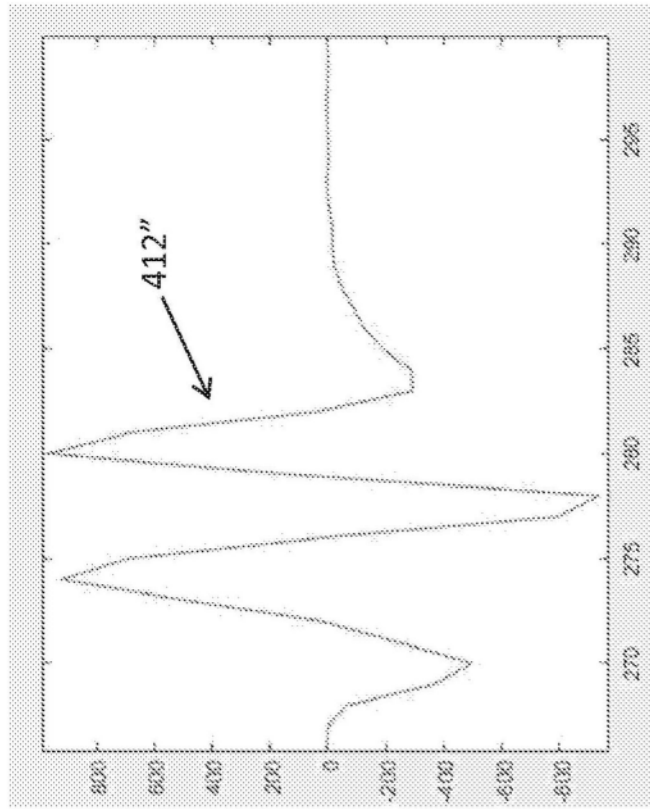


图10B

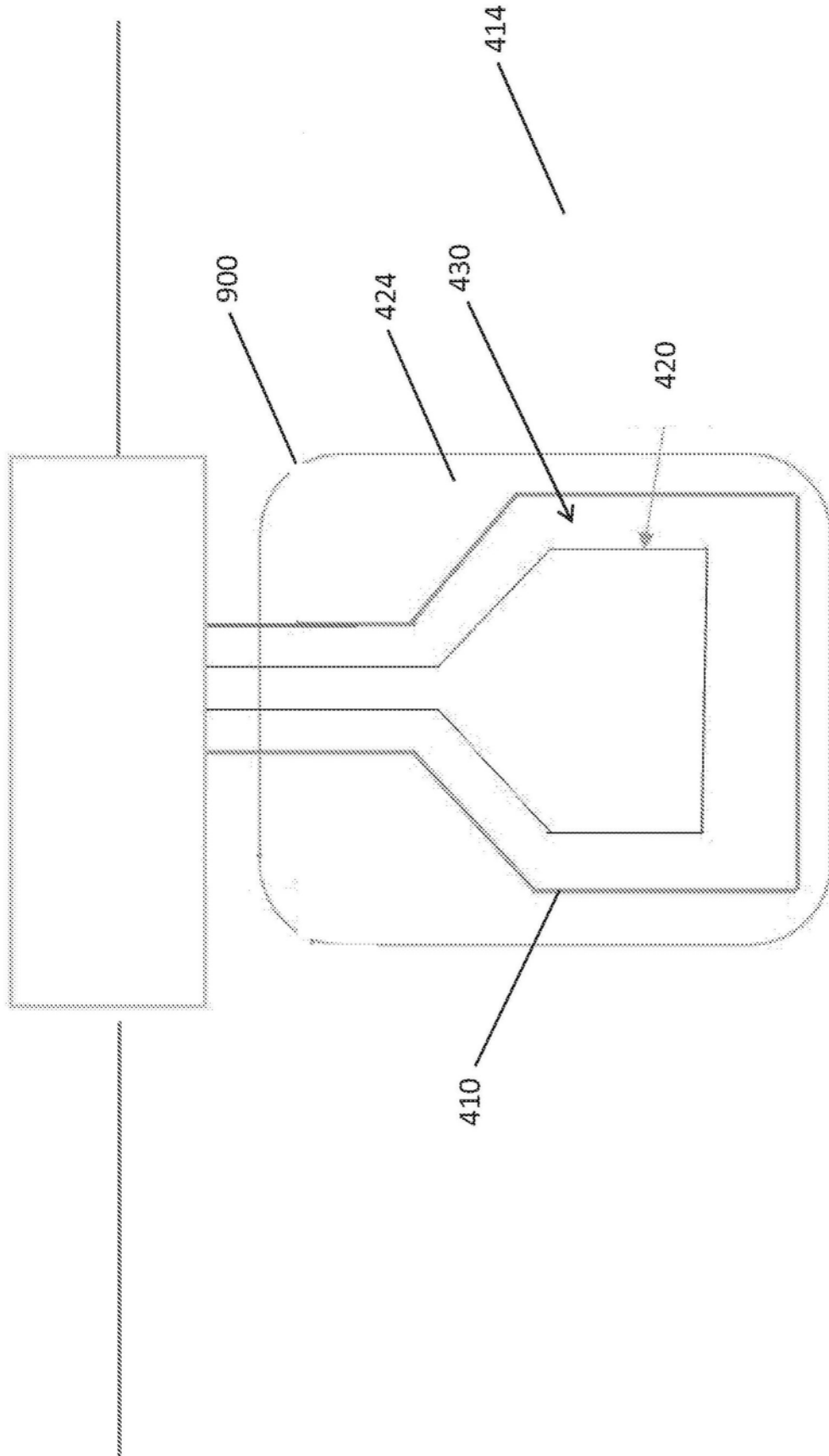


图11

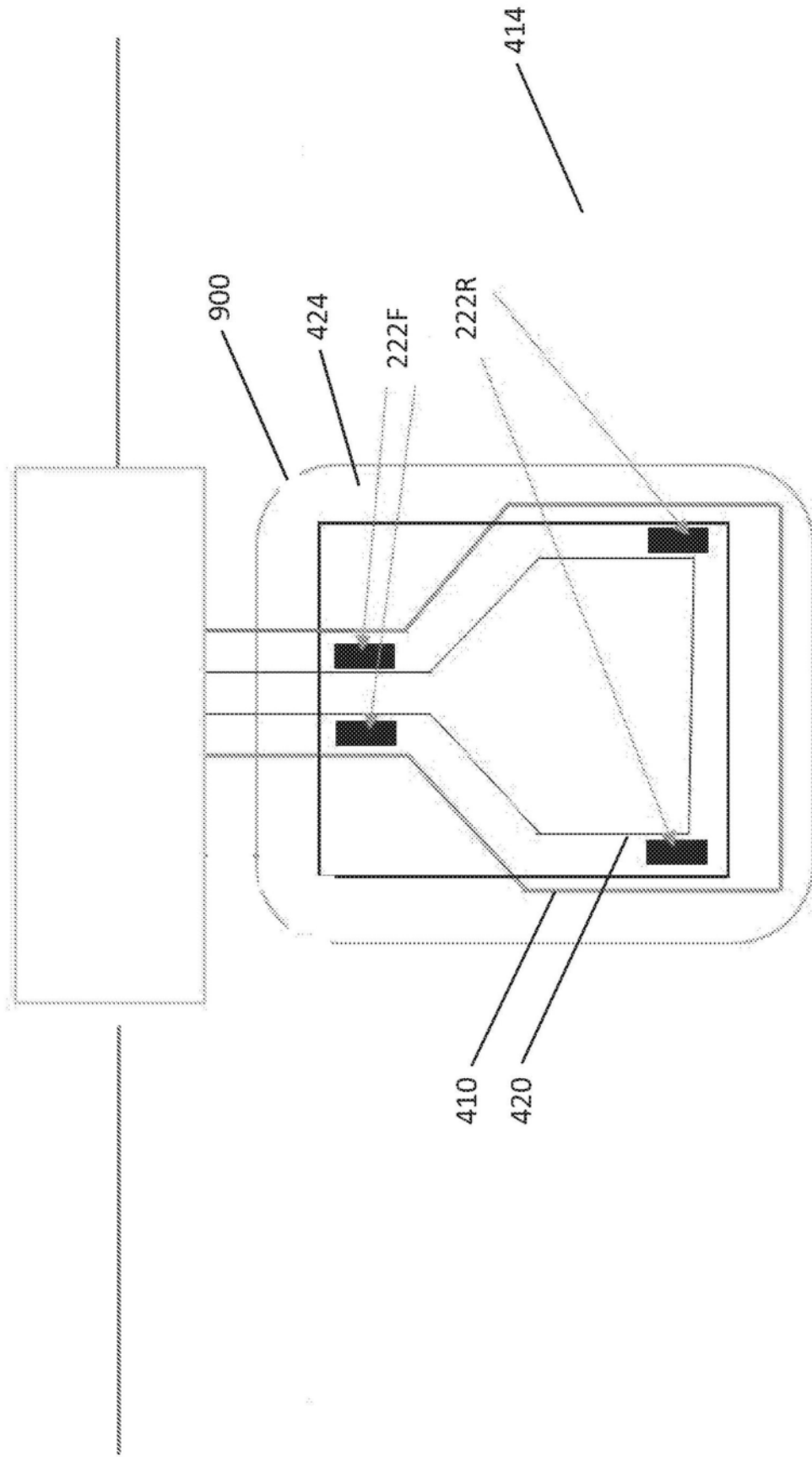


图12

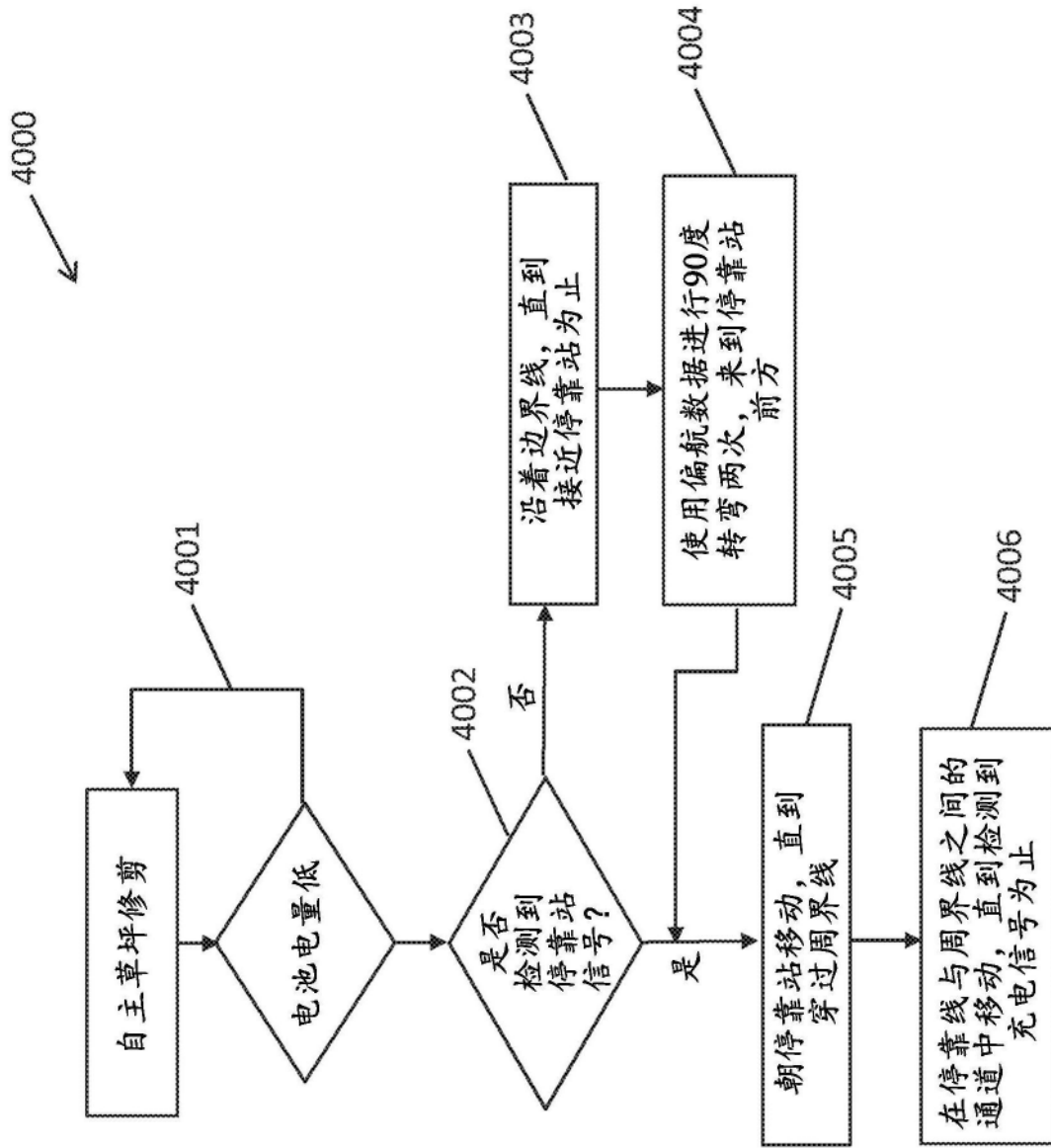


图13

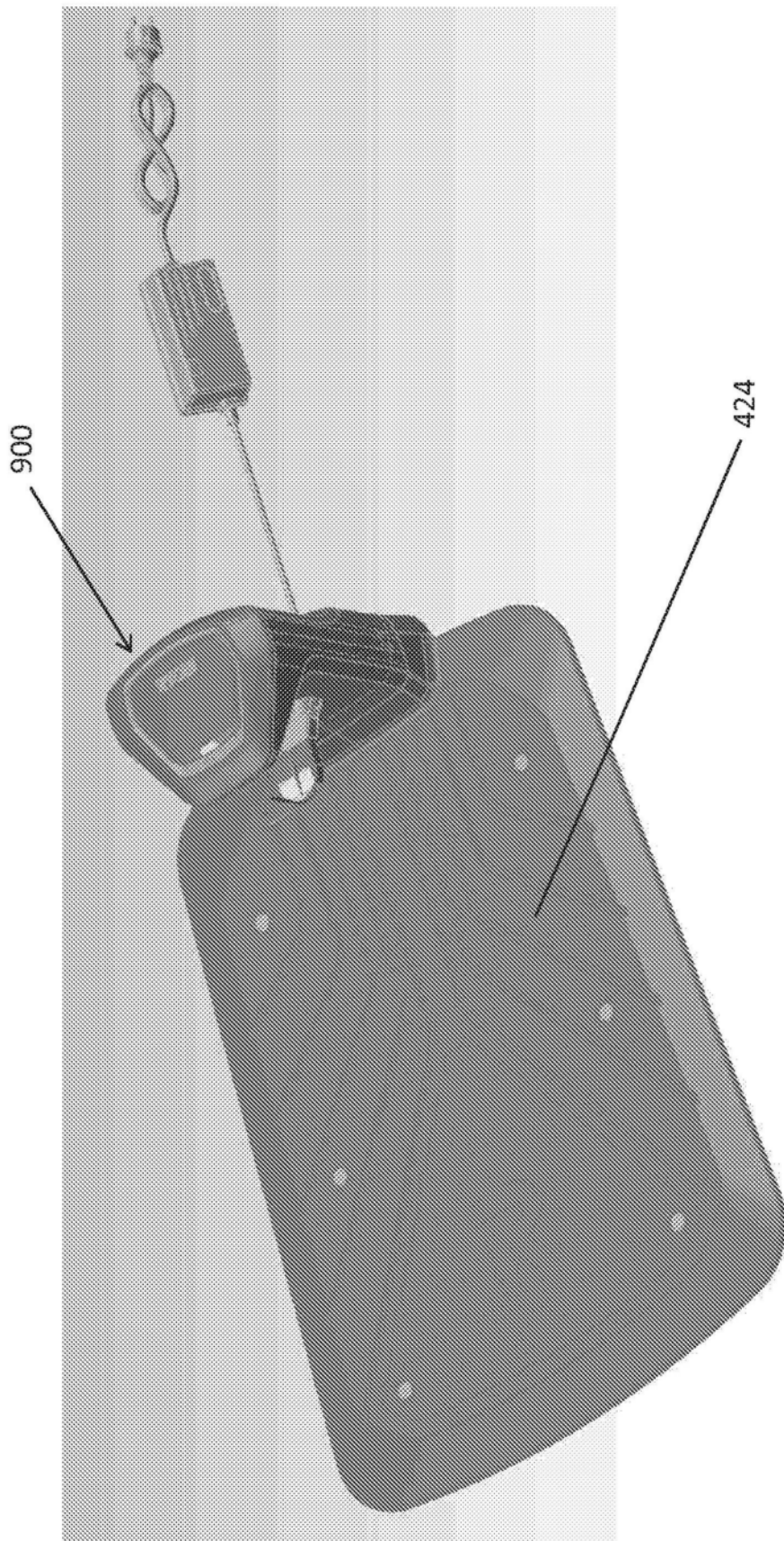


图14

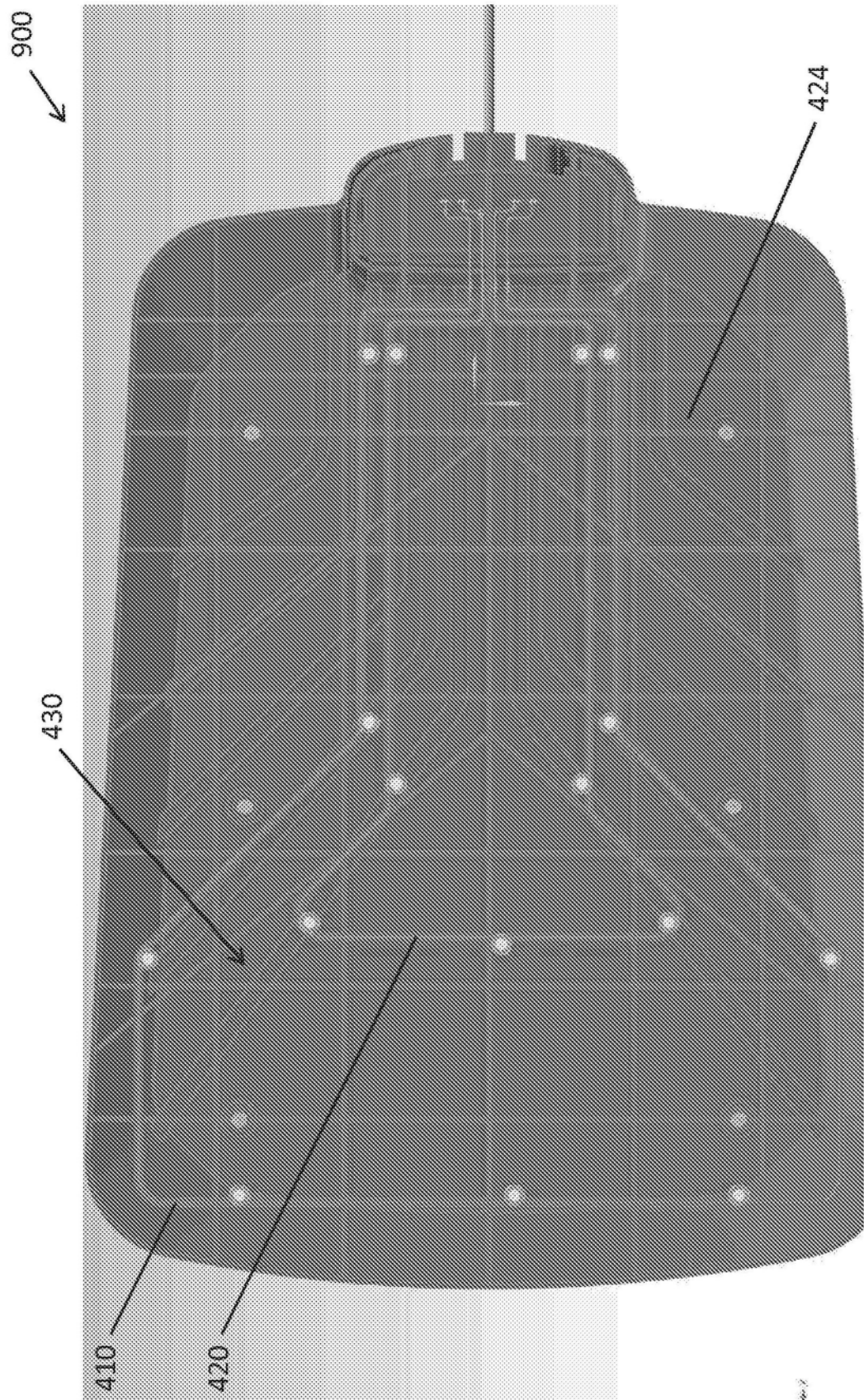


图15

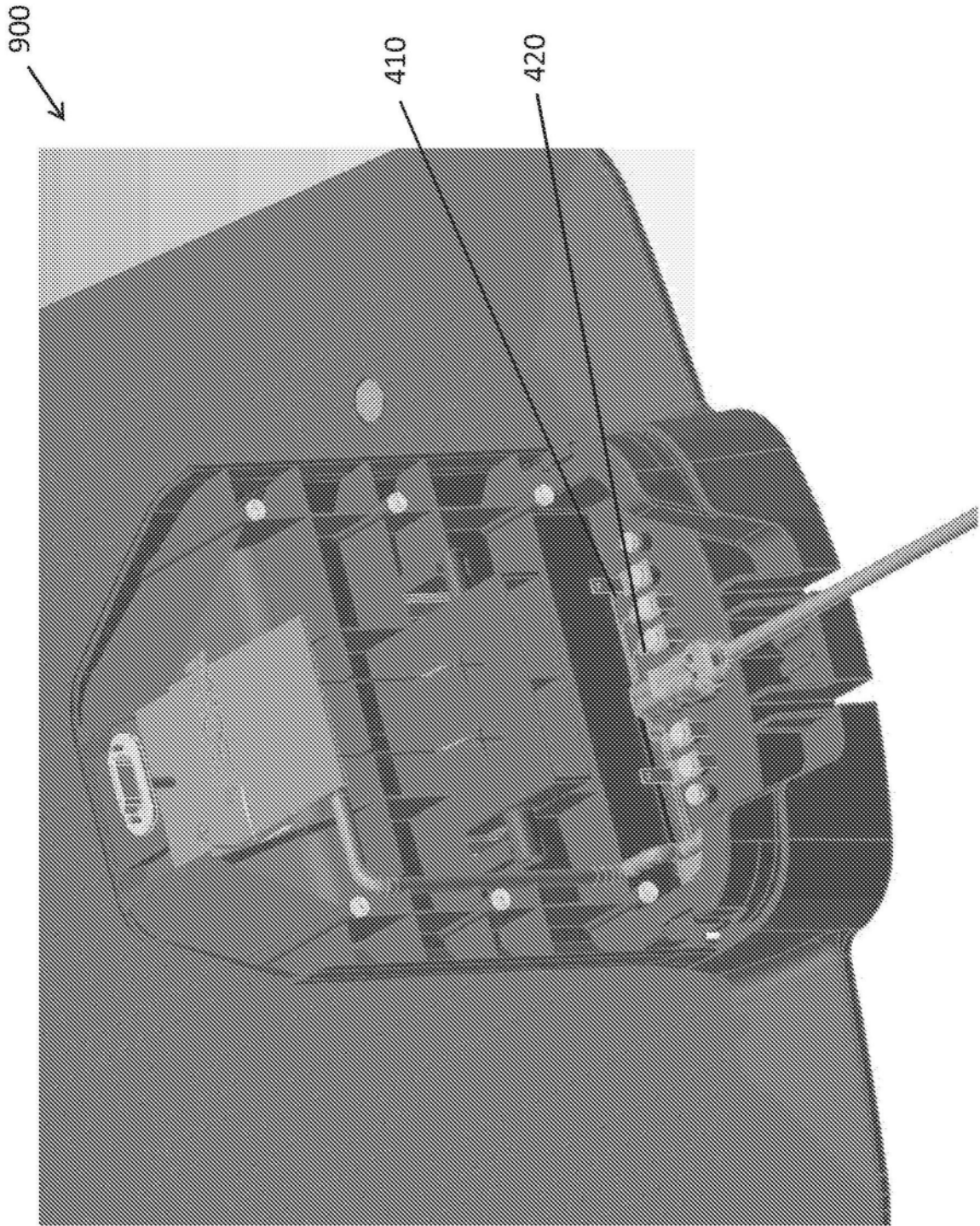


图16

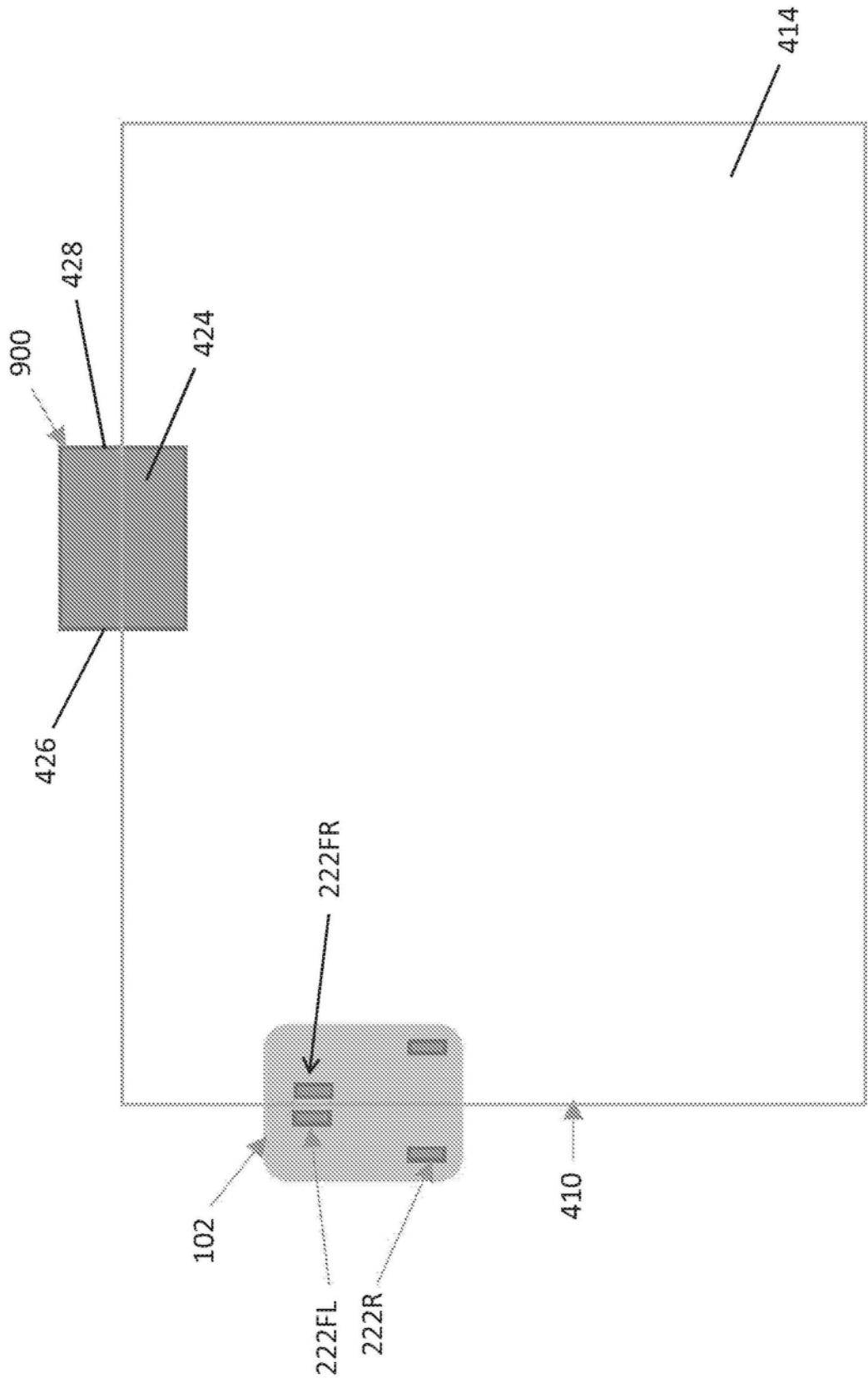


图16A

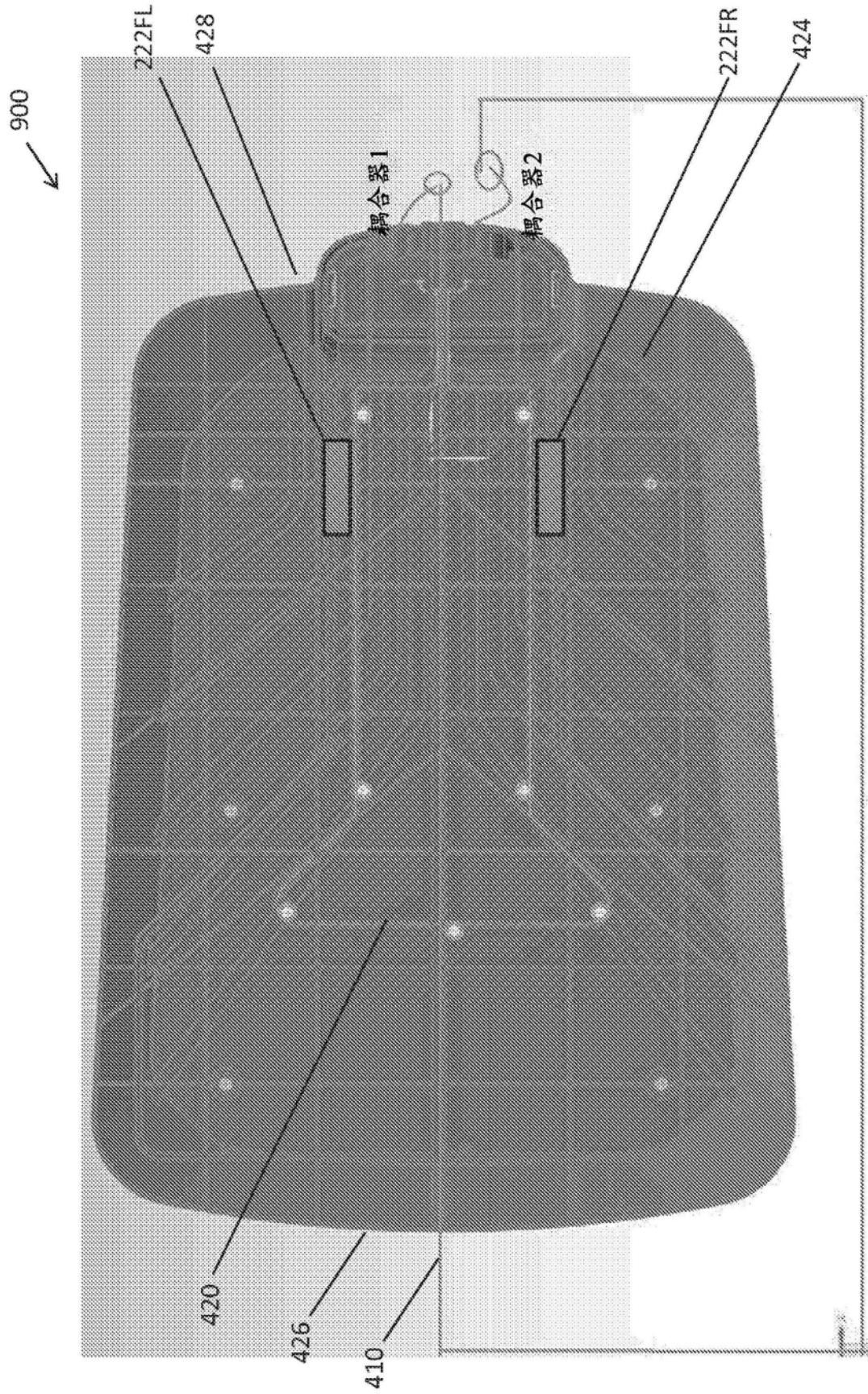


图16B

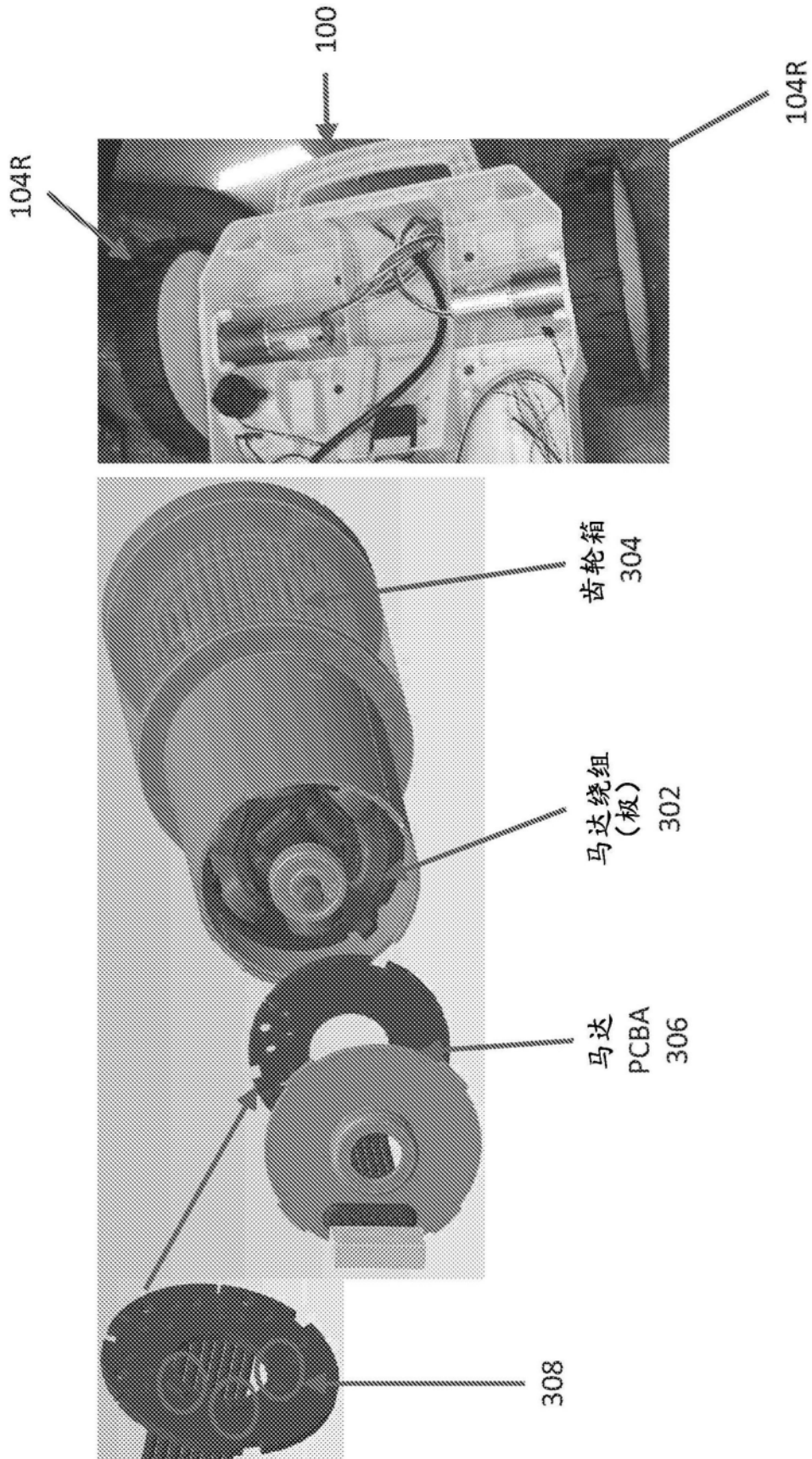


图17

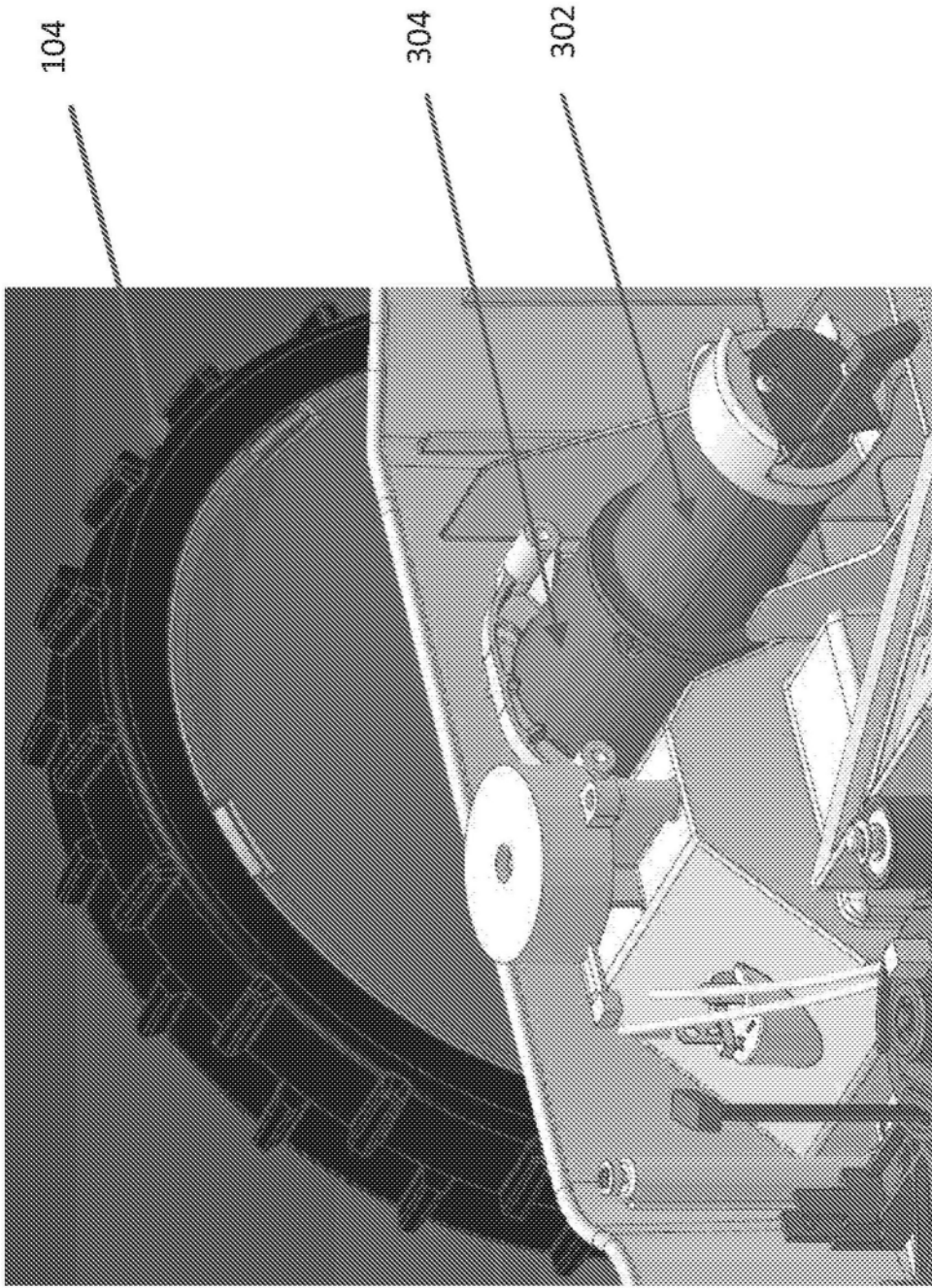


图18

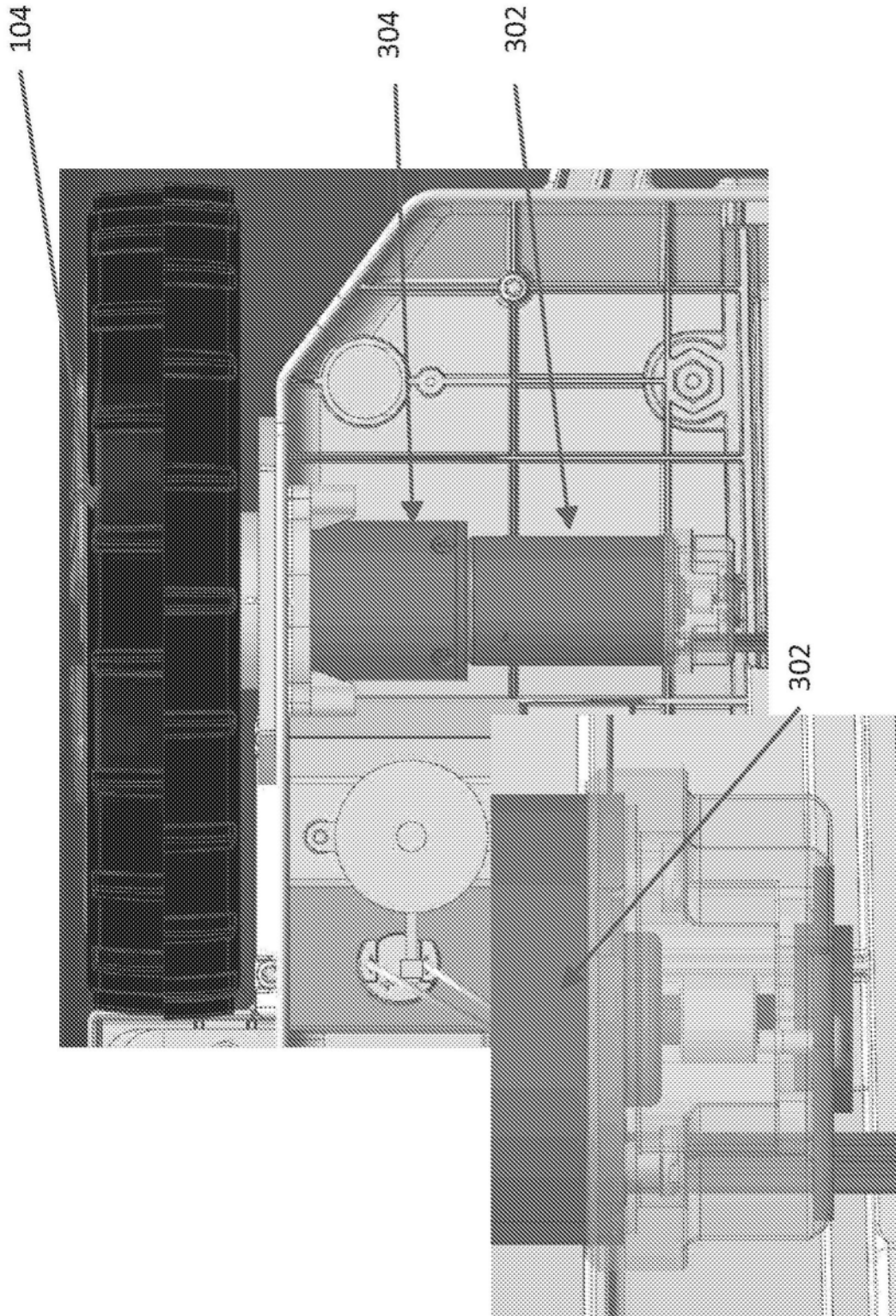


图19

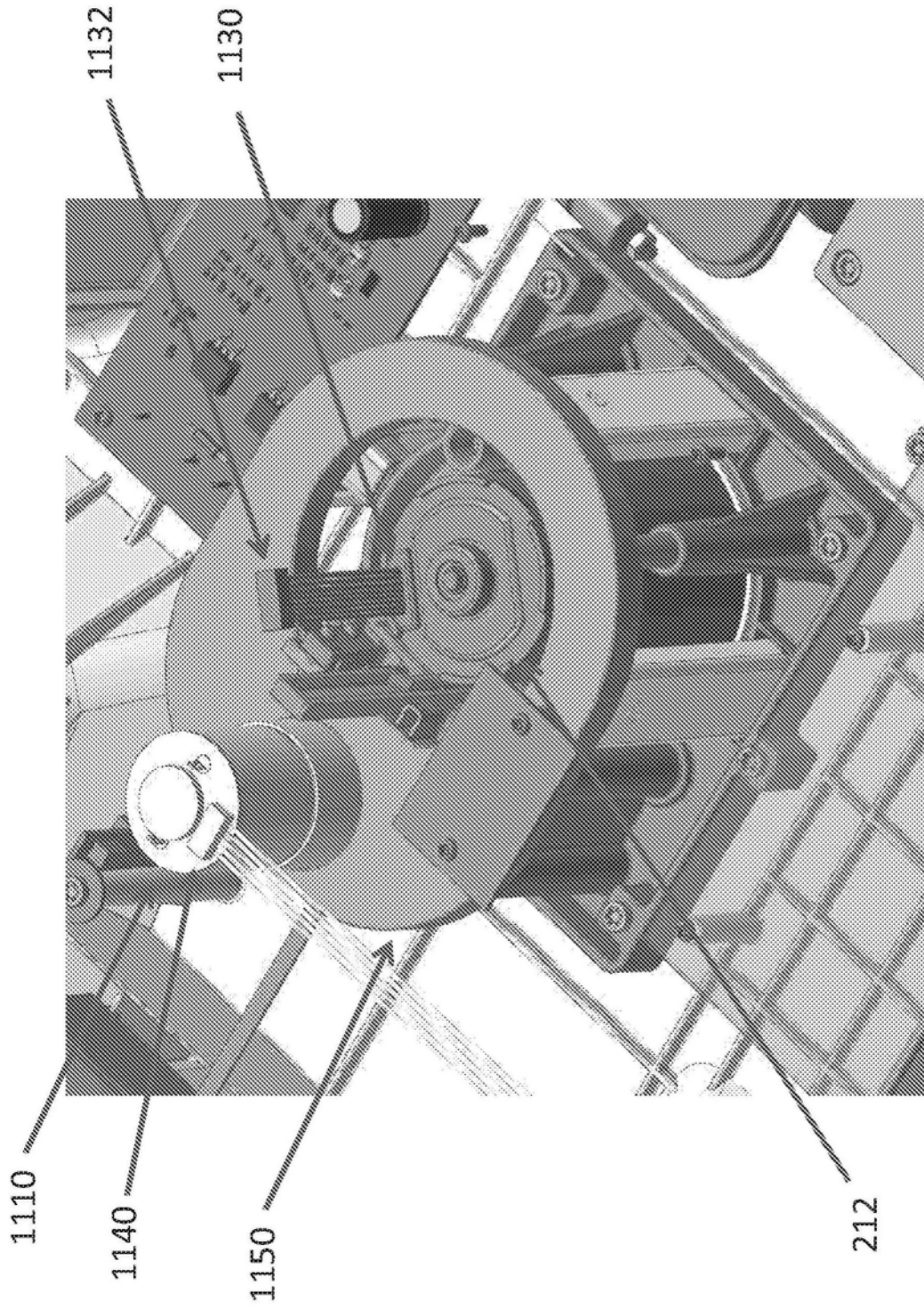


图20

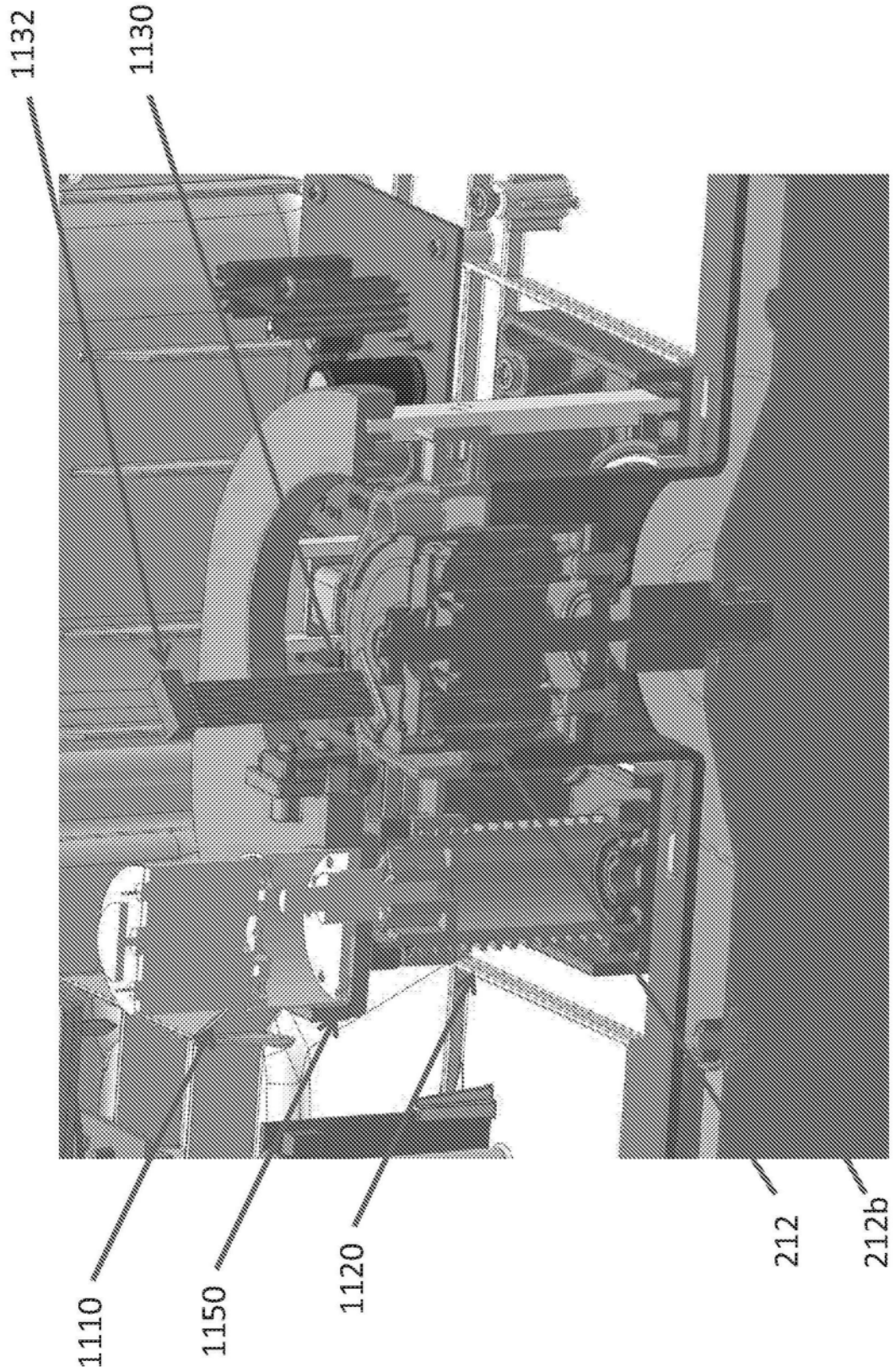


图21

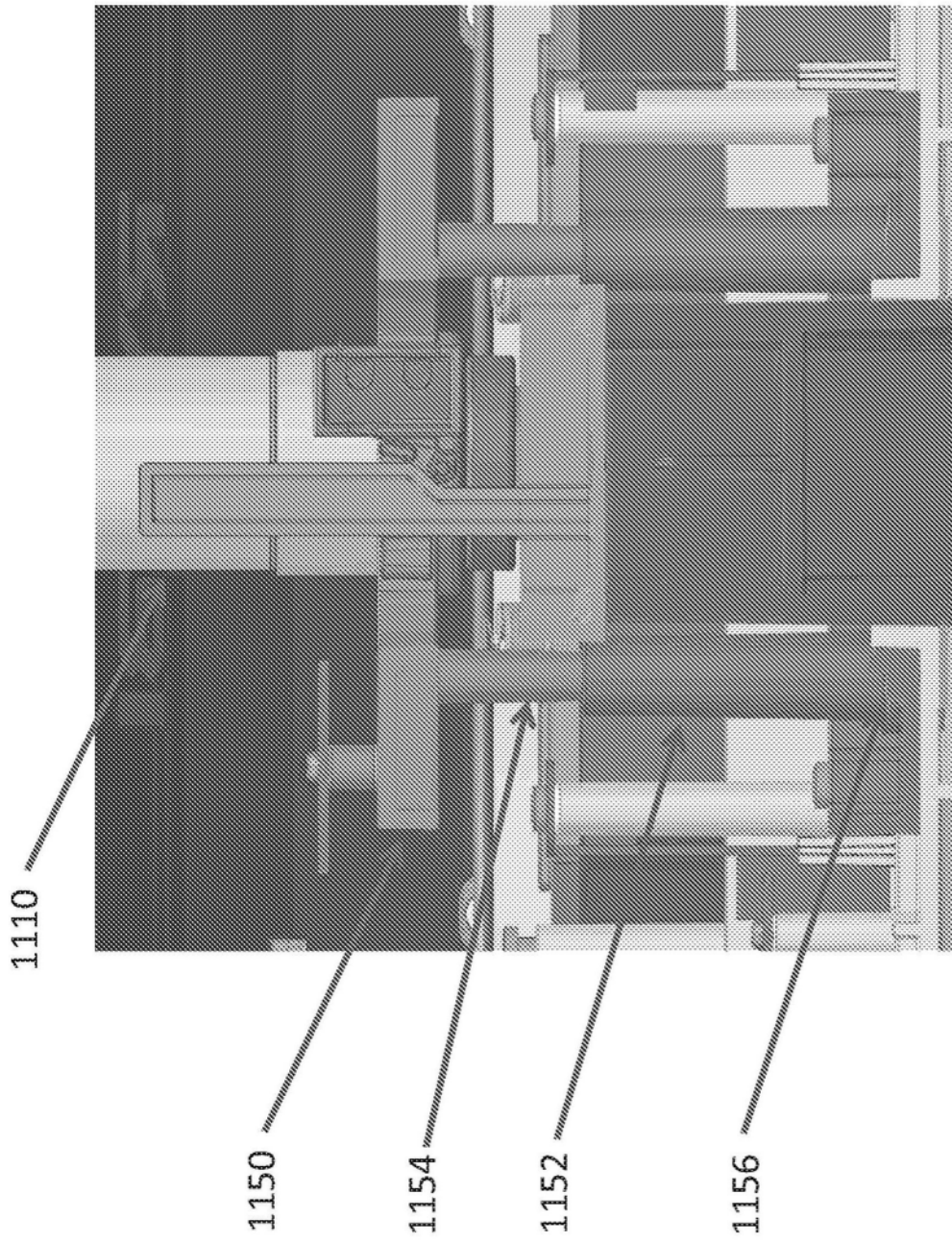


图22

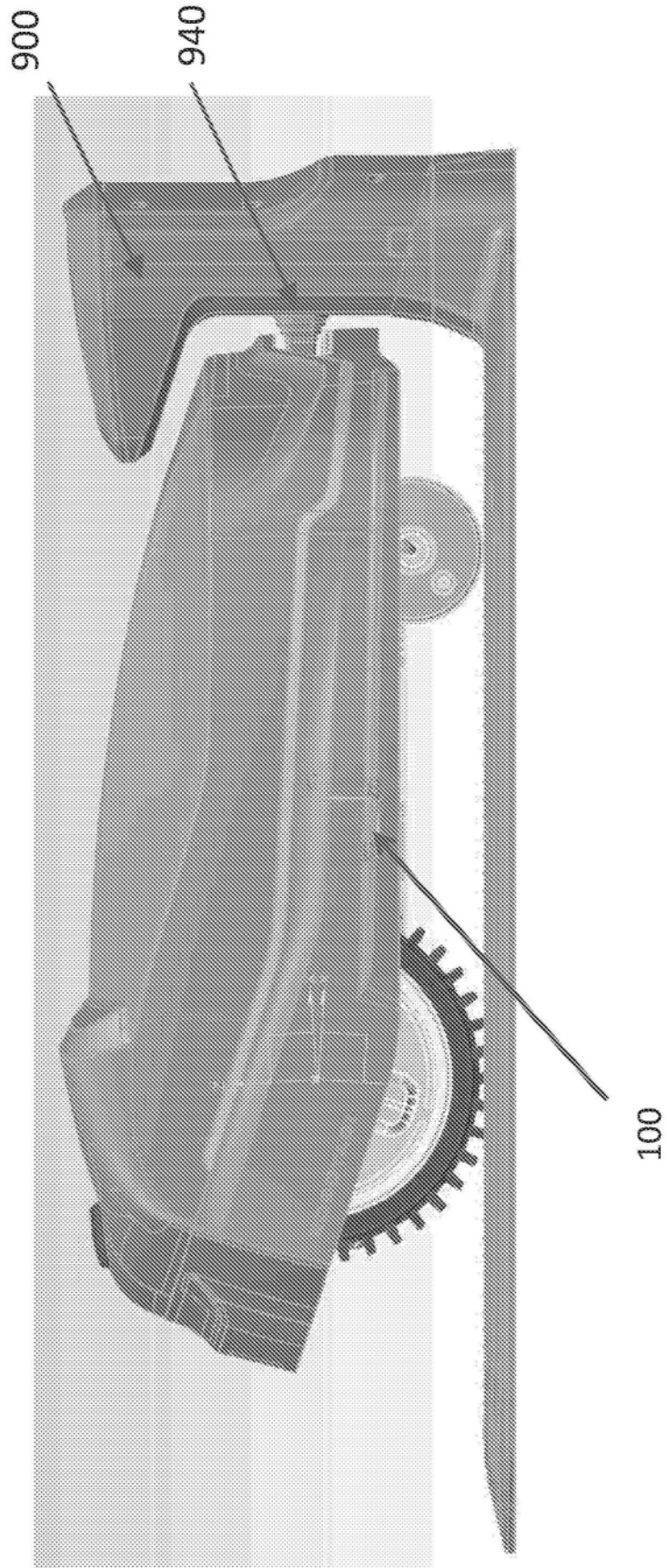


图23

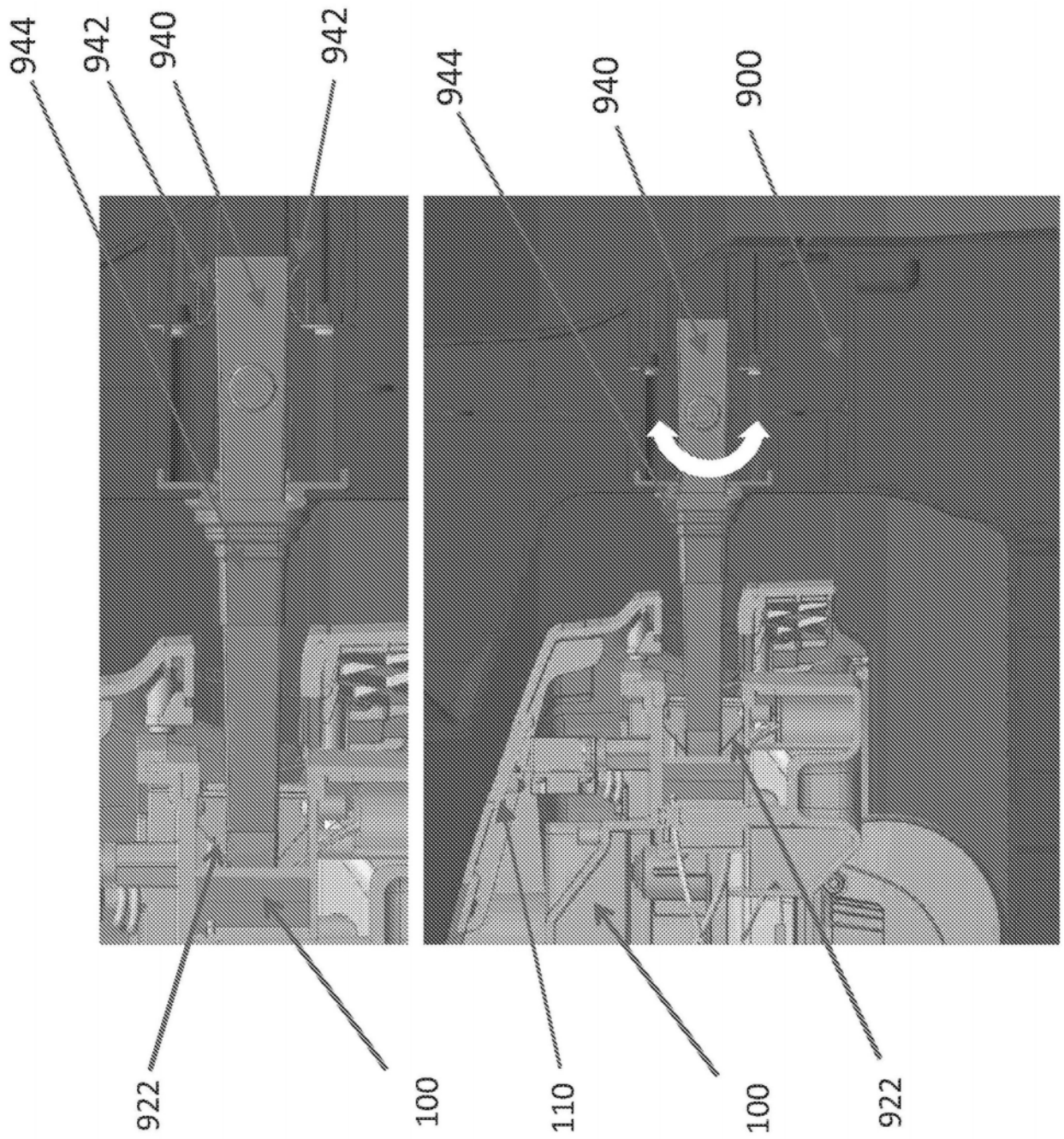


图24

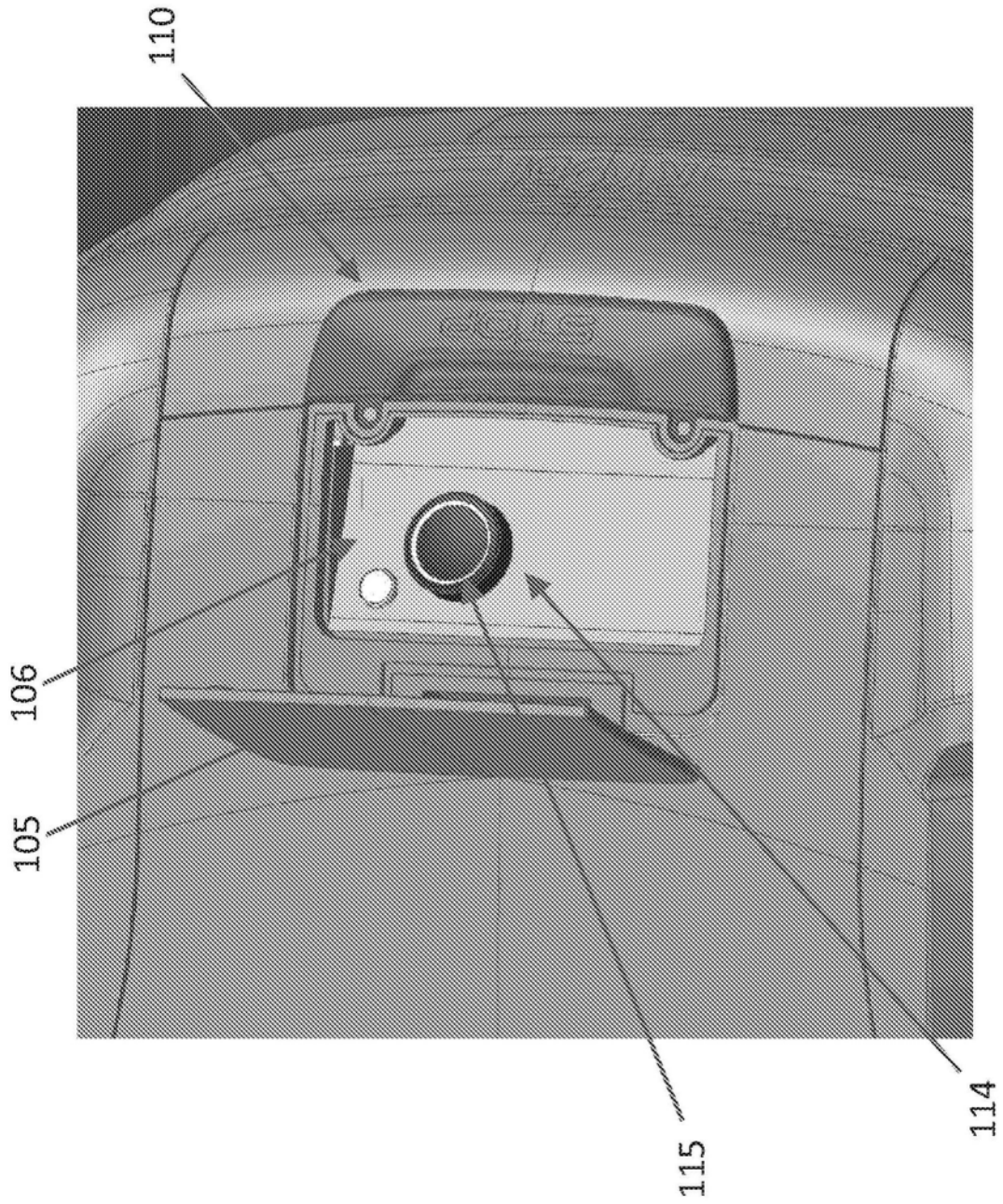


图25

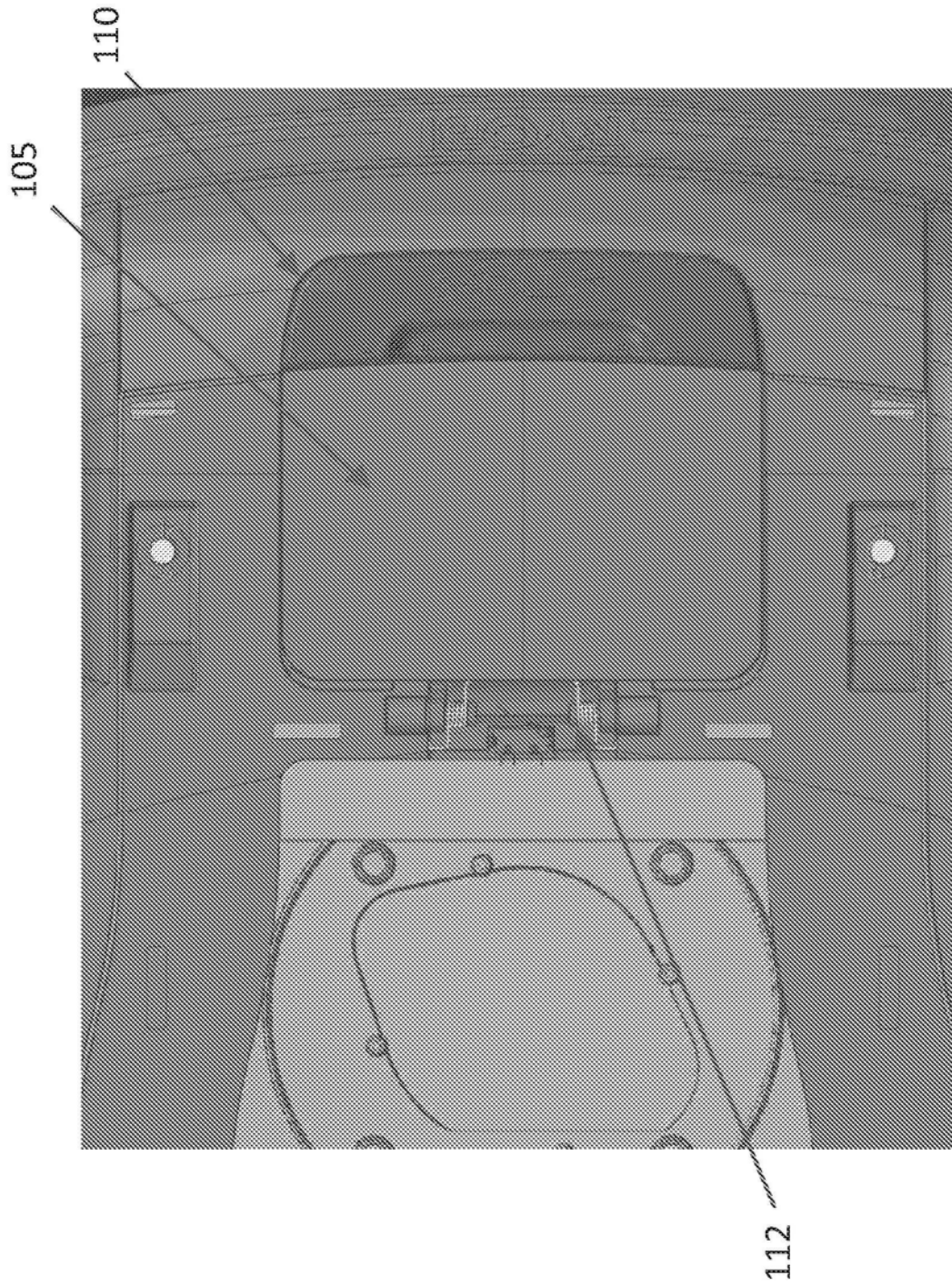


图26

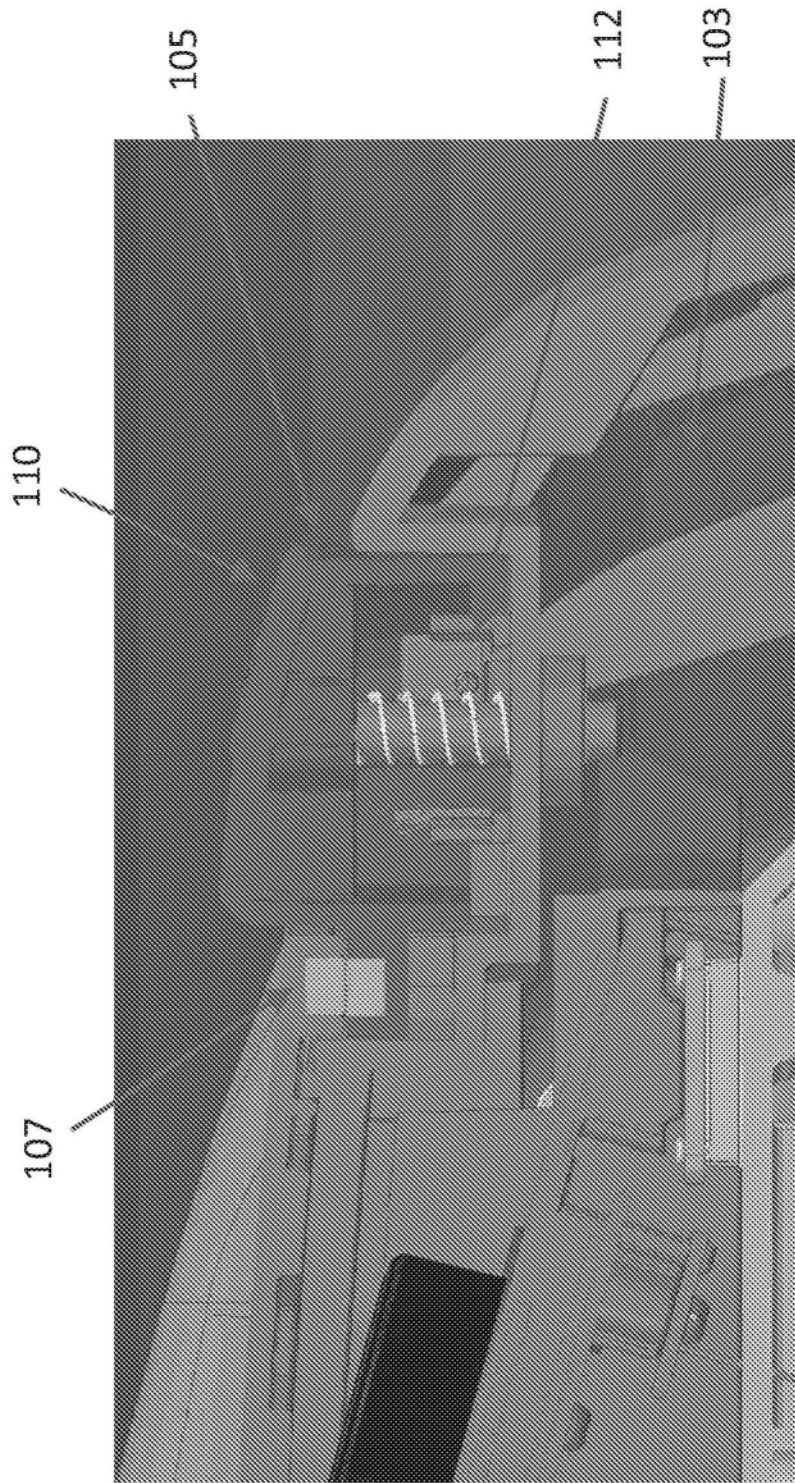


图27

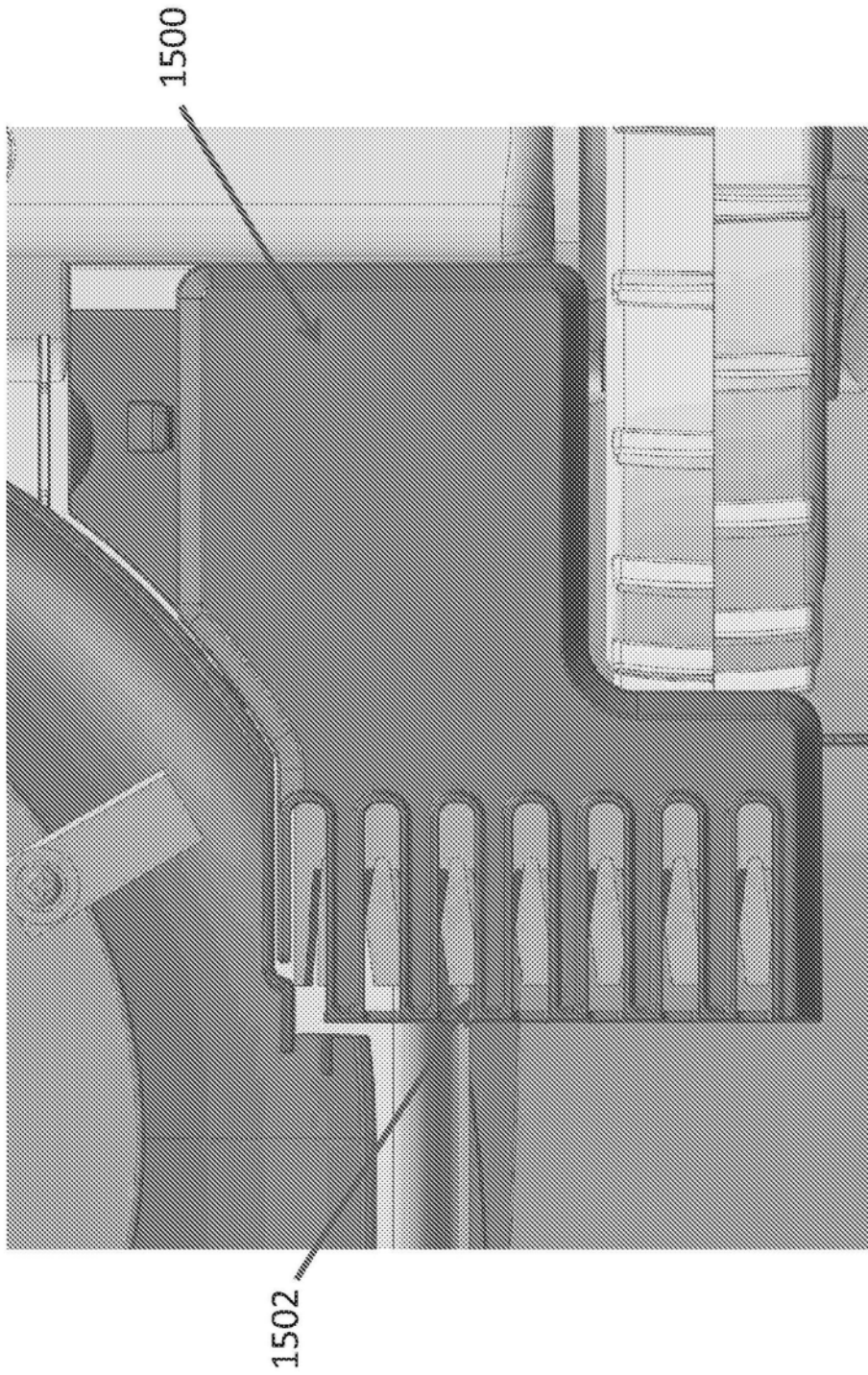


图28

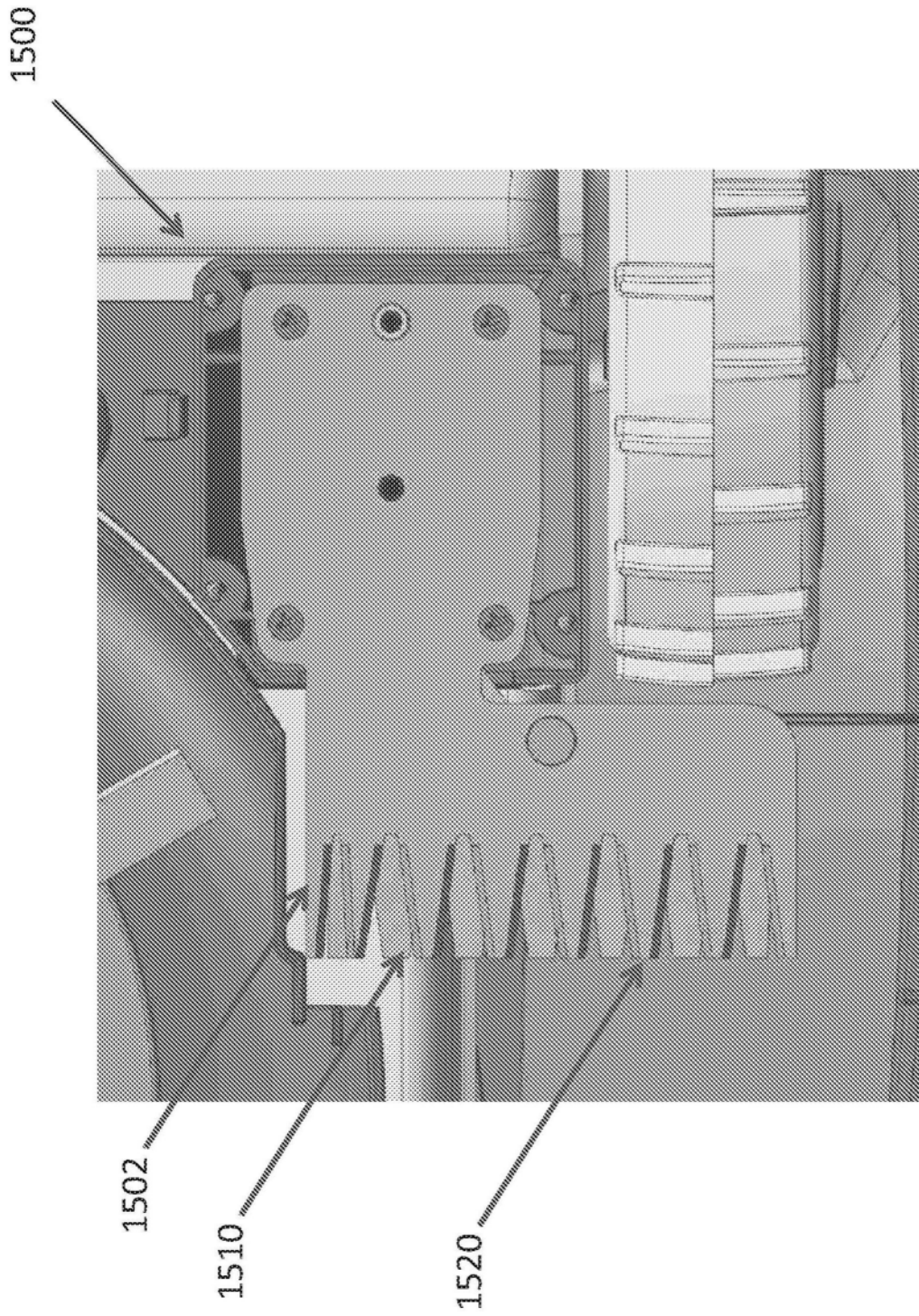


图29

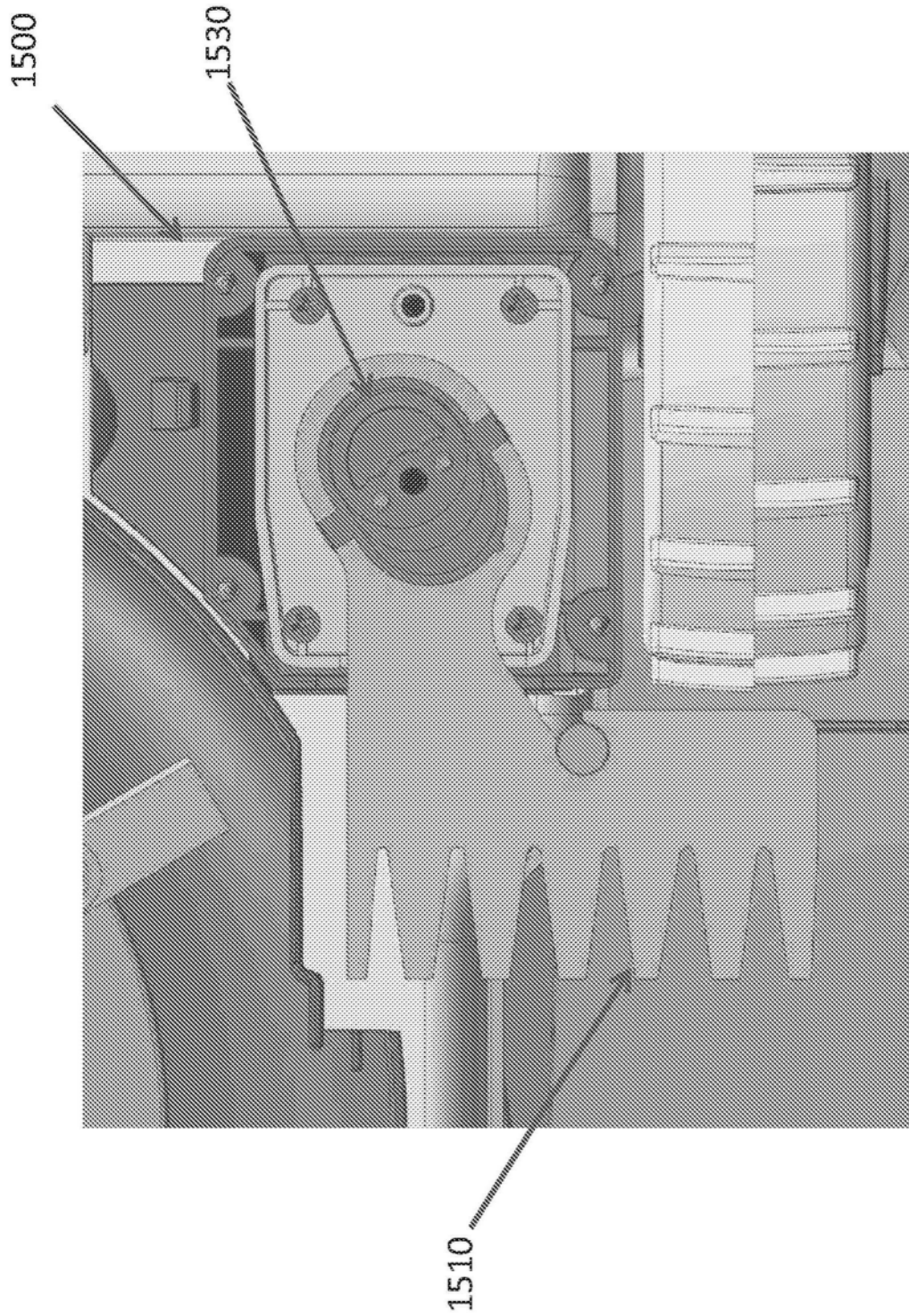


图30

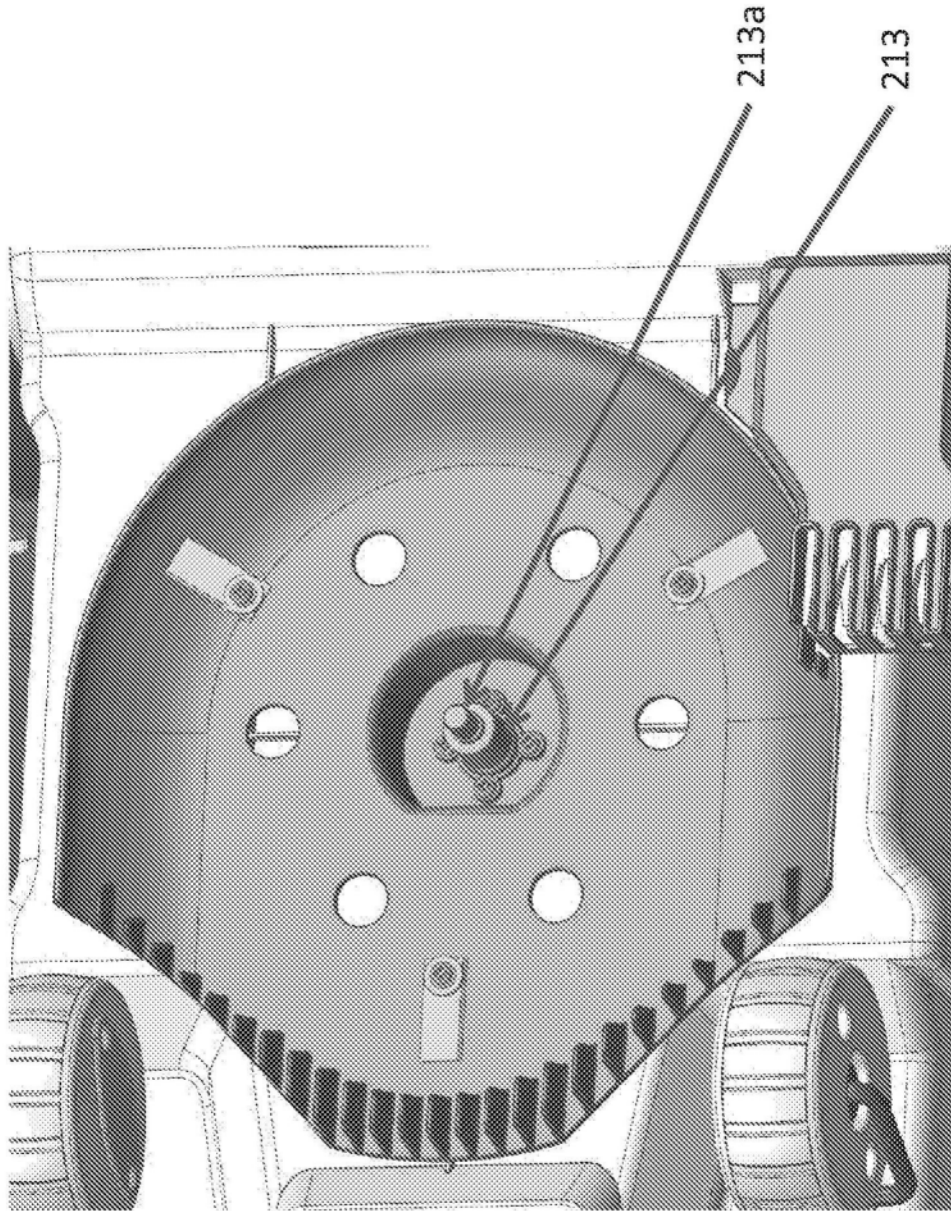


图31

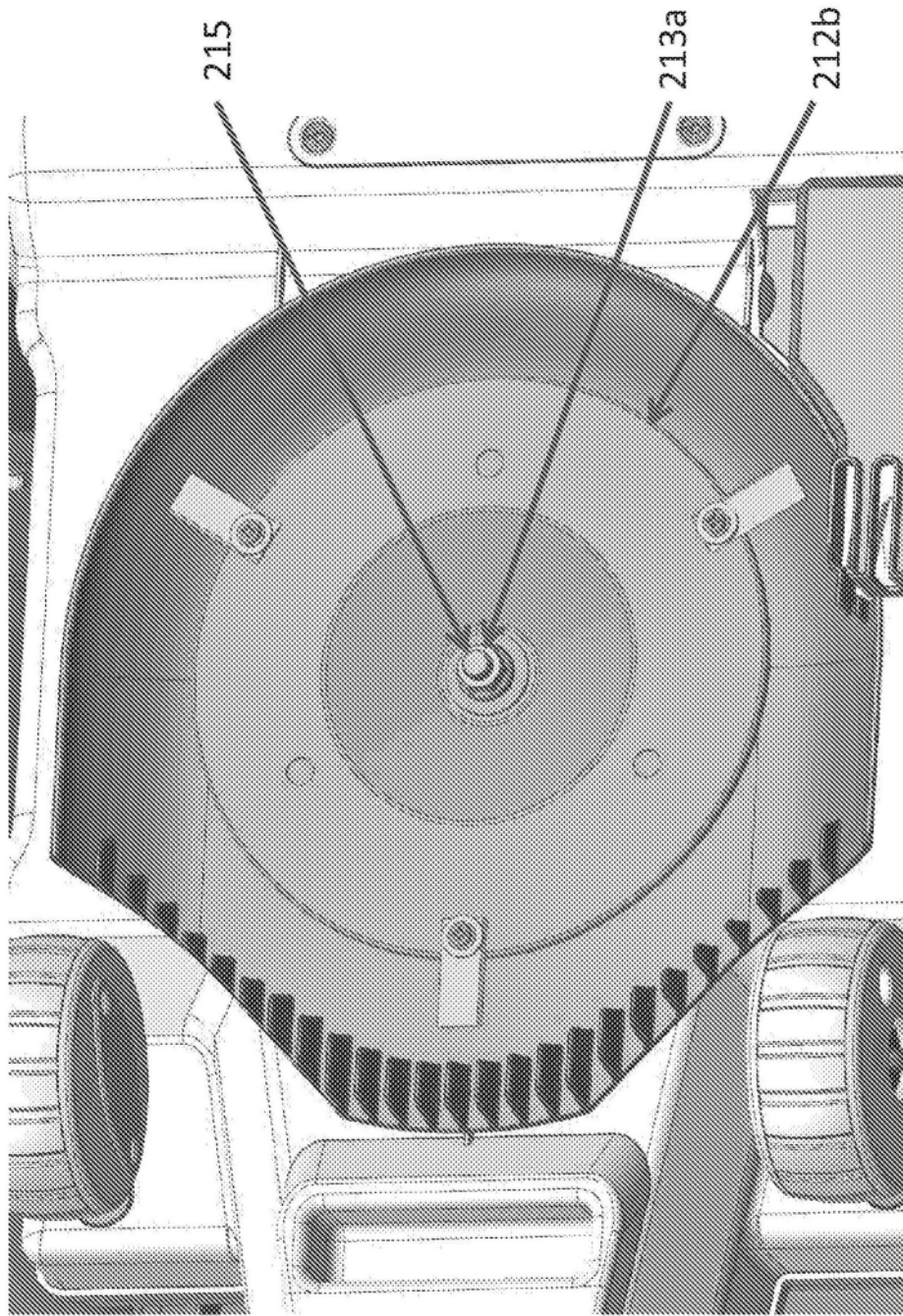


图32

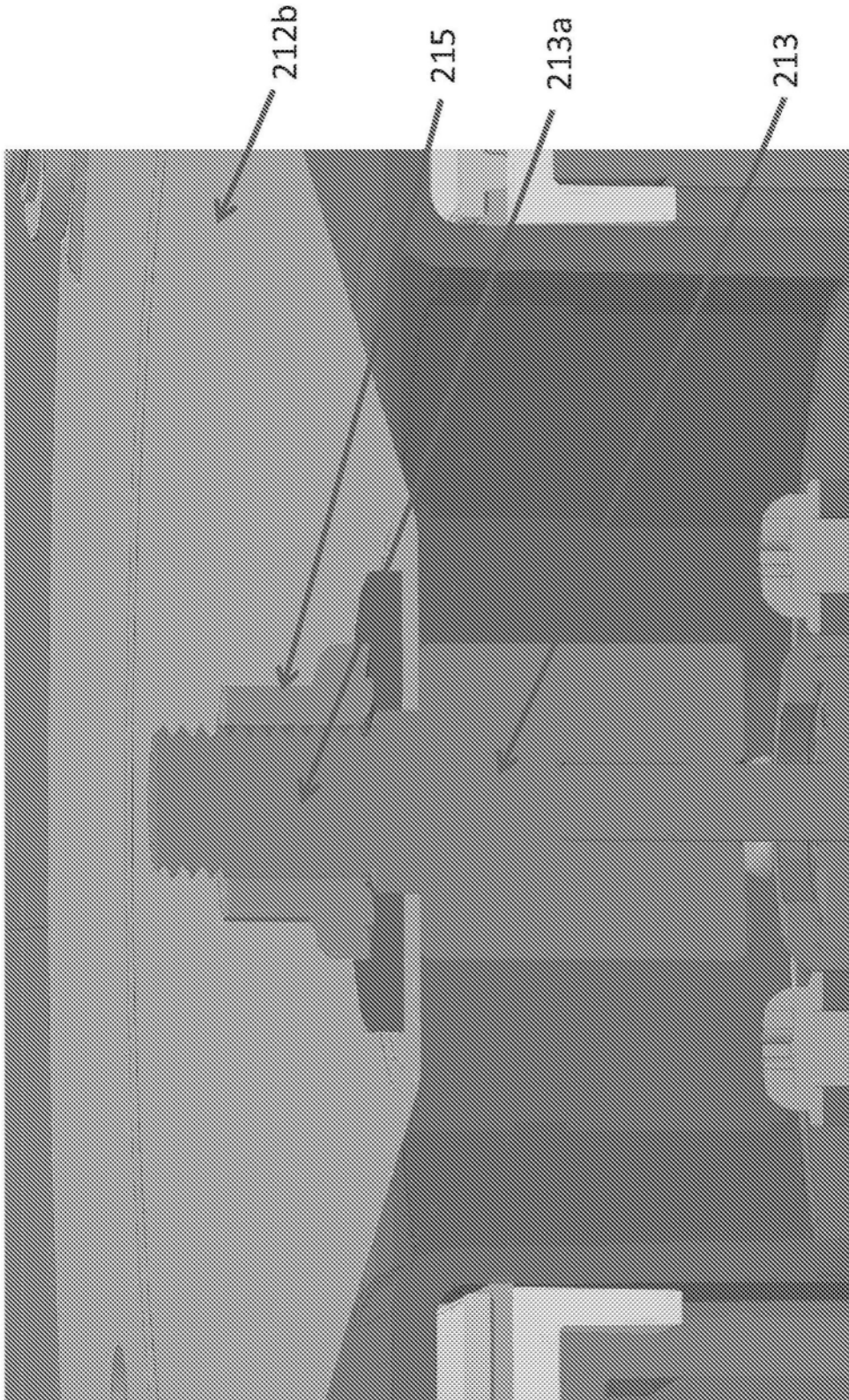


图33

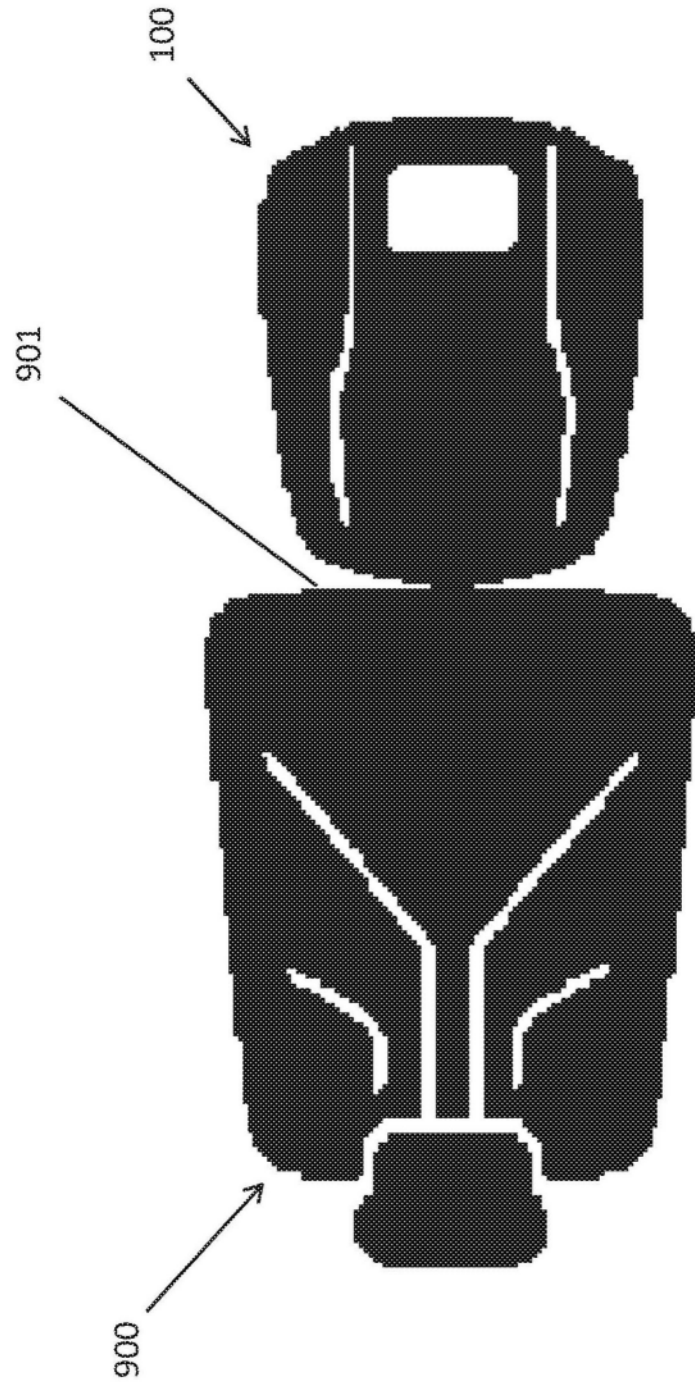


图34