(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113148506 B
(45)授权公告日 2023.05.26

(21)申请号 202110161854.8
(22)申请日 2016.06.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113148506 A
(43)申请公布日 2021.07.23
(30)优先权数据
62/169,615 2015.06.02 US
(62)分案原申请数据
201680043485.X 2016.06.02
(73)专利权人 阿勒特创新股份有限公司
地址 美国马萨诸塞州
(72)发明人 J.勒特 W.J.福斯奈特
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 曲莹
(51)Int.Cl.
B65G 1/04(2006.01)
审查员 黄容

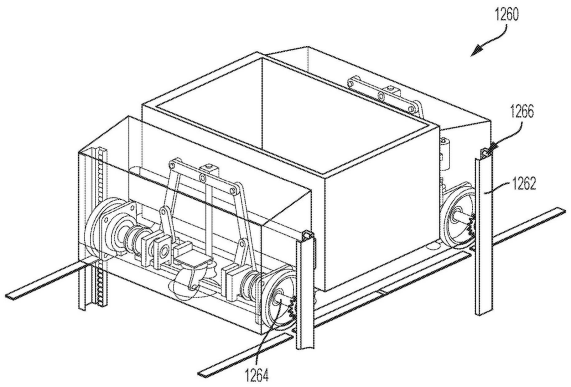
权利要求书3页 说明书42页 附图76页

(54)发明名称

存取系统

(57)摘要

本发明公开了一种存取系统。所述系统包括多层存储结构以及配置为拣选、运输和放置一个或多个周转箱、容器或物品的移动机器人。该系统和方法可用于订单履行应用，在这种应用中，一个或多个工作站配备有拣选员，该拣选员将一个或多个单品从自主移动机器人之一上的周转箱运输至放置位置，通过输入/输出接口将材料导入系统中，并从系统排出完成的订单。移动机器人还配置为在多层存储结构中经由倾斜或竖直的轨道从一层移动至另一层，而不需要竖直升降机或竖直输送机。



CN 113148506 B

1.一种自动化存取系统,包括:

多层存储结构,其包括由过道分隔的多个货架,每个货架包括配置为在单个过道内的多个存储层处存储容纳物体的容器的一组水平容器支架、以及布置在多层存储结构的层之间并连接这些层的至少一组倾斜或竖直轨道;

工作站,配置为允许拣选员将一个或多个物品转移到位于工作站的各个容器中或从位于工作站的各个容器中转移出;

移动机器人,配置为将选择好的一个容器从多层存储结构输送到工作站,该移动机器人包括:

第一和第二轮子,其构造成使移动机器人能够绕水平表面转向,从而使移动机器人能够进入和退出多层存储结构的至少两个通道中的任何一个通道;和

第一和第二链轮或小齿轮,各自具有缩回位置和伸出位置;

所述第一和第二链轮或小齿轮配置为在处于伸展位置时选择性地与多层存储结构的倾斜或竖直轨道接合,并沿着多层存储结构的倾斜或竖直轨道在至少一个竖直方向上推进移动机器人;

其中,工作站与水平表面相邻并且相对于该水平表面抬起,移动机器人可以使用其第一和第二轮子围绕该水平表面进行转向,并且该移动机器人的第一和第二轮子还使该移动机器人能够从该水平表面行进到在工作站上相对于水平表面升高的位置,反之亦然,而无需使用第一和第二链轮或小齿轮。

2.如权利要求1所述的自动化存取系统,其中,至少一组倾斜或垂直轨道还包括可移动段,该可移动段通过从非接合位置移动到接合位置而选择性地接合移动机器人的第一链轮和第二链轮或小齿轮。

3.如权利要求1所述的自动化存取系统,其中,至少一组倾斜或垂直轨道是被动的,并且移动机器人通过将第一和第二链轮或小齿轮从非接合位置移动到接合位置来选择性地接合至少一组倾斜或垂直轨道,其中非接合位置是缩回位置,接合位置是伸出位置。

4.如权利要求3所述的自动化存取系统,

其中,至少一组倾斜或垂直轨道与一组水平轨道相邻设置;和

其中,所述移动机器人在所述一组水平轨道上行进时使所述第一和第二轮子伸长并使所述第一和第二链轮或小齿轮缩回,并且在所述至少一组倾斜或垂直的轨道上行驶时,使所述第一和第二链轮或小齿轮伸长并使所述第一和第二轮子缩回。

5.如权利要求1所述的自动化存取系统,其中,工作站被配置为使移动机器人朝着拣选员倾斜一个角度,以使拣选员更容易将一个或多个物品转移到工作站处的各个容器中和/或从工作站处的各个容器中转移出。

6.如权利要求1所述的自动化存取系统,还包括与至少两个过道邻接的至少一个水平转运平台,所述至少一个水平转运平台使所述移动机器人在所述至少两个过道与所述至少一个水平转运平台之间进出,以及水平地行进到也与所述至少一个转运平台邻接的任何其它位置。

7.如权利要求6所述的自动化存取系统,其中,所述至少一组倾斜或竖直轨道还包括可移动段,该可移动段可从非接合位置移动到接合位置,从而有选择性地接合所述移动机器人的第一和第二链轮或小齿轮。

8.如权利要求6所述的自动化存取系统，其中，所述至少一组倾斜或竖直轨道是被动的，并且所述移动机器人通过将第一和第二链轮或小齿轮从非接合位置移动到接合位置来有选择性地接合所述至少一组倾斜或竖直轨道，其中非接合位置是缩回位置，接合位置是伸出位置。

9.如权利要求8所述的自动化存取系统，

其中，至少一组倾斜或垂直轨道与一组水平轨道相邻设置；和

其中，所述移动机器人在所述一组水平轨道上行进时使所述第一和第二轮子伸长并使所述第一和第二链轮或小齿轮缩回，并且在所述至少一组倾斜或垂直的轨道部分上行进时，使所述第一和第二链轮或小齿轮伸长并使所述第一和第二轮子缩回。

10.一种自动化存取系统，包括：

多层存储结构，其包括由过道分隔的多个货架，每个货架包括配置为在单个过道内的多个存储层处存储容纳物体的容器的一组水平容器支架、以及布置在多层存储结构的层之间并连接这些层的至少一组倾斜或竖直轨道；以及

移动机器人，配置为将选择好的一个容器从多层存储结构输送到工作站，该移动机器人包括：

第一和第二轮子，其构造成使移动机器人能够绕水平表面转向，从而使移动机器人能够进入和退出多层存储结构的通道；

第一和第二小齿轮或链轮或小齿轮，各自具有缩回位置和伸出位置；

第一和第二小齿轮或链轮或小齿轮配置为在移动机器人在通道内水平移动时处于缩回位置；和

第一和第二小齿轮或链轮或小齿轮配置为在伸展位置与多层存储结构的倾斜或垂直轨道选择性地接合，以沿着多层存储结构的倾斜或垂直轨道在至少一个垂直方向上推动移动机器人。

11.如权利要求10所述的自动化存取系统，还包括第一支承轮和第二支承轮，该第一支承轮和第二支承轮构造成靠在倾斜或垂直轨道的部分上，以保持第一和第二小齿轮或链轮或小齿轮与倾斜或垂直轨道的适当接合。

12.如权利要求10所述的自动化存取系统，还包括固定在倾斜轨道或垂直轨道的一部分上的第一和第二链条，第一和第二链轮或小齿轮构造成在垂直运动时接合第一和第二链条以进行牵引。

13.如权利要求10所述的自动化存取系统，还包括第一和第二电动机，用于在第一和第二链轮或小齿轮的缩回位置和伸出位置之间驱动第一和第二链轮或小齿轮。

14.如权利要求13所述的自动化存取系统，第一和第二电动机被独立控制，以在移动机器人垂直移动时将该移动机器人保持在水平方向。

15.如权利要求13所述的自动化存取系统，还包括第一和第二编码器，以提供关于第一和第二电动机的操作的反馈。

16.如权利要求10所述的自动化存取系统，还包括：

各自具有缩回位置和伸出位置的第三和第四链轮或小齿轮；

第三和第四链轮或小齿轮配置为在移动机器人在通道内水平移动时处于缩回位置；和

第三和第四链轮或小齿轮配置为在延伸位置与多层存储结构的倾斜或垂直轨道选择

性地接合，以沿着多层存储结构的倾斜或垂直轨道在至少一个垂直方向上推动移动机器人。

17.如权利要求16所述的自动化存取系统，还包括第三和第四支承轮，其构造成靠在倾斜或垂直轨道的部分上，以保持第三和第四链轮或小齿轮与倾斜或垂直轨道的适当接合。

18.如权利要求16所述的自动化存取系统，还包括固定在倾斜或垂直轨道的一部分上的第三和第四链条，第三和第四链轮或小齿轮构造成在垂直运动时与第三和第四链条接合以进行牵引。

存取系统

[0001] 本申请是申请人为:阿勒特创新股份有限公司,申请日为:2016年6 月2日,申请号为:201680043485.X,名称为:存取系统的发明的分案申 请。

[0002] 相关申请引用

[0003] 本专利申请要求于2015年6月2日提交的同时待审的美国临时申请 62/169,615中与本申请共同的所有主题的优先权和权益。所述临时申请的公 开内容通过完整引用结合在此。

技术领域

[0004] 在此说明的示例性和非限制性实施方式总体涉及一种存取系统,更具 体地说涉及根据一种示例性实施方式的供应链中使用的订单履行系统。

背景技术

[0005] 物品的存取是一个为了多种目的以多种方式进行的流程。订单履行是 存取的一种特定用途,它是在几乎所有供应链(尤其是零售供应链)中都被执 行的一个核心流程。制造商通常在其配送系统内存取容纳整箱产品的托 盘,以凑足由零售商所下的产品订单。零售商在自己的配送中心内存取整 箱产品和单件产品(或者“单品”),以凑足由其商店所下的订单的整箱数量 和不足整箱数量的产品。随着电子商务的兴起,越来越多的零售商需要完 成由个体消费者直接下的单品订单。

[0006] 零售配送中心内的常规订单履行流程使用手动存取系统和方法,在这 些系统和方法中,容纳单品的货箱或周转箱存储在固定的位置,人类拣选 员分别到选定的位置拣选订购的整箱产品或单品。但是,这种“拣选员到 货物”流程的劳动效率通常相当低,因为拣选员去至拣选位置花费的时间 比实际拣选订购的物品的时间要多得多。

[0007] 提高订单履行流程中的劳动效率的最成功的方案是在“货物到拣选 员”流程中使用某种形式的自动化存取系统和方法,在这个流程中,容器 由机械化装置交付至工作站,在工作站中,拣选员(人类或机器人)将货箱放 在托盘上以交付至商店,或者将单品从产品容器转移至订单容器以交付至 商店或个体消费者。

发明内容

[0008] 需要一种自动化存取系统,例如可针对订单履行系统实施和其它目的 实施的自动化存取系统,该自动化存取系统不仅能经济高效且有效地按每 个订单的货品和每个库存单位的订单处理,而且提供了设计灵活性,允许 根据运营指标对应用进行配置优化。除了具有其它所需的特征之外,本发 明还提供一种满足上述需求的解决方案。具体而言,本发明提供一种存取 系统。根据用于展示所述存取系统的实用性的一种示例性实施方式,该订 单履行系统包括周转箱存储结构,该周转箱存储结构存储周转箱,并支持 移动机器人在其中操作。移动机器人按三个维度行进:在将货架结构与工 作站互连的平面转运平台上水平行进(向前、向后、向左和向右);以及在多 个高度处在将存储通道与工作站互连的竖

直轨道或坡道上竖向行进，并且 不需要由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。拣选工 作站布置在多个高度处，在这些高度处，人类或机器人拣选员从产品周转 箱中取出单品，并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。中央控制系统包括软件、计算机和网络设备。中央控制系统管理系统资 源。输入/输出接口供应进入系统的周转箱，并排出离开系统的周转箱。

[0009] 以下概述仅是示例性的。该概述并不旨在限制权利要求的范围。具体 而言，本发明涉及一种自动化存取系统。该系统能够很好地用于在此所述 的订单履行系统的示例性功用，但不局限于订单履行。相反，正如受益于 在此公开的说明和附图的本领域技术人员能理解的，本发明的系统和方法 可用作通用物品或物体存取系统。

[0010] 根据本发明的一种示例实施方式，移动机器人包括一个或多个水平驱 动机构，该水平驱动机构沿至少两个水平维度在至少一个方向上推进移动 机器人。一个或多个竖向驱动机构沿着至少一个竖向维度在至少一个方向 上推动移动机器人。所述一个或多个水平驱动机构配置为与多层存储结构 的水平轨道接合，并且所述一个或多个竖向驱动机构配置为与多层存储结 构的倾斜或竖直轨道接合。移动机器人配置为沿着多层存储结构的各层水 平地推进其自身，并且在保持水平姿态的同时使用多层存储结构的倾斜或 竖直轨道将其自身从多层存储结构的一层向另一层竖直地推进。

[0011] 根据本发明的多个方面，移动机器人还可包括驱动轴，所述一个或多 个水平驱动机构和所述一个或多个竖向驱动机构联接至该驱动轴。驱动轴 是可伸缩的，以有选择性地使所述一个或多个水平驱动机构和所述一个或 多个竖向驱动机构与水平朝向的所需轨道或者倾斜或竖直朝向的所需轨道 接合或脱开。驱动轴是可伸缩的，以有选择性地使所述一个或多个水平驱 动机构和所述一个或多个竖向驱动机构与水平朝向的所需轨道或者倾斜或 竖直朝向的所需轨道接合或脱开，因而移动机器人能够选择水平朝向的所 需轨道或倾斜或竖直朝向的所需轨道，而不需要主动轨道开关。

[0012] 根据本发明的多个方面，所述一个或多个水平驱动机构可包括一个或 多个轮子。所述一个或多个竖向驱动机构可包括一个或多个齿轮。在移动 机器人的底盘上可布置有容器转移机构。移动机器人可配置为与集中控制 系统进行通信，并从集中控制系统接收控制命令。移动机器人可包括机载 控制计算机系统，该系统包括无线通信接口。移动机器人可包括一个或多 个传感器，该传感器配置为指示位置、导航或有效载荷转移。移动机器人可包括宽度可调的单品取放机构，该单品取放机构包括多个柔性承载装 置。移动机器人可包括实现在水平轨道和竖直轨道的交会处在水平轨道和 倾斜或竖直轨道之间转运的装置，该装置有选择性地驱动和定位所述一个 或多个水平驱动机构和/或所述一个或多个竖向驱动机构，以接合或脱开所 需的水平轨道或所需的竖直轨道，从而实现上述转运。

[0013] 根据本发明的一种示例性实施方式，自动存取系统包括多层存储结 构，该多层存储结构包括由过道分隔的多个货架模块，每个货架模块具有 配置为在单个过道内的多个存储层上存储物品的一组水平支架和与每个存 储层相关联的一组水平轨道、以及布置在多层存储结构的各层之间并连接 这些层的至少一组倾斜或竖直轨道。至少一个移动机器人包括沿着至少一 个水平维度在至少一个方向上推动所述至少一个移动机器人的一个或多个 水平驱动机构、以及沿着至少一个竖向维度在至少一个方向上推动所述至 少一个移动机器人的一个或多个竖向驱动机构。所述一个或多个水平驱动 机构与多层存储结构的

所述一组水平轨道接合，并且所述一个或多个竖向 驱动机构与多层存储结构的倾斜或竖直轨道接合。所述至少一个移动机器 人沿着多层存储结构的过道水平地推进其自身，并且使用多层存储结构的 倾斜或竖直轨道将其自身从多层存储结构的一层向另一层竖直地推进。

[0014] 根据本发明的多个方面，至少一组倾斜或竖直轨道还可包括可移动 段，该可移动段可从非接合位置移动到接合位置，从而有选择性地接合至 少一个移动机器人的一个或多个竖向驱动机构。所述至少一组倾斜或竖直 轨道可以是被动的，并且所述至少一个移动机器人可通过将所述一个或多 个竖向驱动机构从非接合位置移动到接合位置来有选择性地接合所述至少 一组倾斜或竖直轨道。

[0015] 根据本发明的多个方面，所述一个或多个水平驱动机构可包括可伸出 的轮子，并且所述一个或多个竖向驱动机构包括可伸出的齿轮。所述至少 一组倾斜或竖直轨道可布置为与所述一组水平轨道相邻。所述至少一个移 动机器人当在所述一组水平轨道上行进时可使所述一个或多个水平驱动机 构的轮子伸出并且使所述一个或多个竖向驱动机构的齿轮缩回，当在所述 至少一组倾斜或竖直轨道上行进时可使所述一个或多个竖向驱动机构的齿 轮伸出并且使所述一个或多个水平驱动机构的轮子缩回。

[0016] 根据本发明的多个方面，所述系统还可包括与至少一个过道邻接的至 少一个拣选站，其中，所述至少一个移动机器人中的至少一个可将存储的 物品交付至位于所述至少一个拣选站处的拣选员。至少一个水平转运平台 可与至少两个过道邻接，所述至少一个水平转运平台使所述至少一个移动 机器人能够在所述至少两个过道与所述至少一个水平转运平台之间进出，以及水平地行进到也与所述至少一个转运平台邻接的任何其它位置。

[0017] 根据本发明的多个方面，所述至少一组倾斜或竖直轨道还可包括可移 动段，该可移动段可从非接合位置移动到接合位置，从而有选择性地接合 至少一个移动机器人的一个或多个竖向驱动机构。

[0018] 根据本发明的多个方面，所述至少一组倾斜或竖直轨道可以是被动 的，并且所述至少一个移动机器人可将所述一个或多个竖向驱动机构从非 接合位置移动至接合位置，从而有选择性地接合所述至少一组倾斜或竖直 轨道。所述一个或多个水平驱动机构可包括可伸出的轮子，并且所述一个 或多个竖向驱动机构包括可伸出的齿轮。所述至少一组倾斜或竖直轨道可 布置为与所述一组水平轨道相邻。所述至少一个移动机器人当在所述一组 水平轨道上行进时可使所述一个或多个水平驱动机构的轮子伸出并且使所 述一个或多个竖向驱动机构的齿轮缩回，当在所述至少一组倾斜或竖直轨 道上行进时可使所述一个或多个竖向驱动机构的齿轮伸出并且使所述一个 或多个水平驱动机构的轮子缩回。

[0019] 根据本发明的多个方面，所述系统还可包括与所述至少一个水平转运 平台邻接的至少一个工作站，其中，所述至少一个移动机器人中的至少一 个可将至少一个存储的物品交付至所述至少一个工作站处的操作员。所述 至少一个存储的物品可包括物品容器，并且所述至少一个移动机器人将多 个容器交付至所述至少一个工作站，使操作员能够在容器之间转移物品。

[0020] 根据本发明的一种示例性实施方式，转移机构可包括至少一个柔性承 载装置，该柔性承载装置具有支撑框架、与支撑框架可滑动地联接的第一 水平支撑杆、与支撑框架可滑动地联接的第二水平支撑杆、在第一端与第 一水平支撑杆联接并在与第一端相对的第

二端处与第二水平支撑杆联接的 柔性板、以及与柔性板连接的手柄。所述转移机构还可包括:至少一个机 械手,该机械手具有第一和第二线性运动电机,该第一和第二线性运动电机沿支撑框架线性地推动第一水平支撑杆或第二水平支撑杆;适合于抓握 手柄的抓钳装置;以及电动承载装置,该电动承载装置通过缆线附接至手 柄,并配置为伸出或缩回缆线,以降低或抬高物品,使物品进出所述至少 一个柔性承载装置。

[0021] 根据本发明的多个方面,第一和第二线性运动电机的操作用于沿着支 撑框架滑动第一和第二水平支撑杆中的至少一个,以调节所述至少一个柔 性承载装置内可用于承载一个或多个物品的空间体积。

[0022] 根据本发明的一种示例性实施方式,自动订单履行系统包括存储一个 或多个周转箱的多层周转箱存储结构。一个或多个移动机器人配置为拣 选、运输和放置所述一个或多个周转箱,在多层周转箱存储结构的层上水 平推进其自身,并使用一个或多个固定的倾斜或竖直轨道将其自身从多层 周转箱存储结构内的一层竖直地推进到另一层。一个或多个工作站配备有 拣选员,该拣选员将一个或多个单品从一个或多个移动机器人之一上的一 个或多个周转箱中的一个运输到放置位置。还存在输入/输出接口,在该输 入/输出接口处将产品导入订单履行系统中,并将完成的订单从订单履行系 统中排出。

[0023] 根据本发明的多个方面,所述一个或多个移动机器人还可配置为在保 持水平姿态的同时在订单履行系统中将其自身竖直地从一层推进到另一 层。所述一个或多个工作站可包括倾斜位置,该倾斜位置支撑移动机器 人。所述倾斜位置可支撑第一移动机器人,其中,拣选员将一个或多个单 品从第一移动机器人转移至位于该倾斜位置处的第二机器人。

[0024] 根据本发明的多个方面,所述一个或多个移动机器人包括框架底盘。 周转箱转移机构联接至该框架底盘。四个致动轮组件联接至所述构架底 盘,这四个致动轮组件中的每一个具有牵引轮和固定齿轮。

[0025] 根据本发明的多个方面,所述固定齿轮可包括链轮,并且所述一个或 多个固定的倾斜或竖直轨道可包括与该链轮啮合的链条。

[0026] 根据本发明的多个方面,所述系统可实现直接放置过程,在该过程 中,在单次操作中将单品从产品容器(例如由一个或多个移动机器人之一运 输的一个或多个周转箱)直接转移到订单容器(例如由一个或多个移动机器人 之一运输的一个或多个周转箱)之中。

[0027] 根据本发明的多个方面,所述系统可实现间接放置过程,在该过程 中,将拣选的单品放入由一个或多个移动机器人之一运输的一个或多个周 转箱中的第一周转箱,所述移动机器人运输拣选的单品,然后将之放入订 单容器(例如由一个或多个移动机器人之一运输的一个或多个周转箱)。

[0028] 根据本发明的多个方面,所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道可分 别包括反向轨道槽,该反向轨道槽与所述一个或多个移动机器人上的轴承 接合,以保持与所述竖直轨道的接合。所述系统还可包括布置在每个入口/ 出口处的铰接门开关,当所述一个或多个移动机器人进出所述一个或多个 固定的倾斜或竖直轨道时,该铰接门开关使所述一个或多个移动机器人上 的轴承进出所述反向轨道槽,并且当所述一个或多个移动机器人不进出所 述反向轨道槽时,该铰接门开关防止所述一个或多个移动机器人上的轴承 离开所述反向轨道槽。所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道还可包括一 对水平移动的机器人

轨道，所述一对水平移动的机器人轨道在所述一个或 多个移动机器人进出所述反向轨道槽的每个高度处位于相对的竖直轨道之 间，所述一对水平移动的机器人轨道连接至每层的移动机器人横梁，并连 接至每个转运平台。在所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道中的每一个 处，在紧邻每个竖直轨道的一对水平移动的机器人轨道中可存在间隙，当 移动机器人沿竖直方向升高或降低时，所述间隙的大小、尺寸和构造能够 使移动机器人的固定齿轮从所述间隙通过。

[0029] 根据本发明的多个方面，所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道还可 包括充电轨，该充电轨配置为在与所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道 接合时向所述一个或多个移动机器人充电。所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道可包括由所述一个或多个移动机器人致动的或通过设置在所述一 个或多个固定的倾斜或竖直轨道上的电机致动的开关。所述一个或多个固 定的倾斜或竖直轨道可包括由所述一个或多个移动机器人或中央控制系统 控制的开关。所述一个或多个移动机器人可包括机载控制计算机系统，该 系统包括无线通信接口。所述一个或多个移动机器人可包括一个或多个传 感器，该传感器配置为指示位置、导航或有效载荷转移。所述一个或多个 移动机器人可包括宽度可调的单品取放机构，该单品取放机构包括多个柔 性承载装置。

[0030] 根据本发明的一种示例性实施方式，移动机器人可包括框架底盘、联 接到框架底盘的转移机构、驱动轴、安装在驱动轴上的一个或多个固定齿 轮、以及安装在驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮。所述一个或多个固 定齿轮可配置为与倾斜朝向的固定轨道接合，并且所述一个或多个圆柱状 驱动轮可配置为沿水平朝向的固定轨道行进。移动机器人可配置为使用固 定轨道操作，该固定轨道利用开关将移动机器人在倾斜朝向的所需固定轨 道和水平朝向的所需固定轨道之间导引。

[0031] 根据本发明的一种示例性实施方式，移动机器人包括框架底盘、联接 到框架底盘的转移机构、驱动轴、固定安装在驱动轴上的一个或多个固定 齿轮、以及安装在驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮。所述一个或多个 固定齿轮可配置为与倾斜朝向的固定轨道接合，并且所述一个或多个圆柱 状驱动轮可配置为沿水平朝向的固定轨道行进。所述驱动轴是可伸缩的，以使所述一个或多个固定齿轮和所述一个或多个圆柱状驱动轮与倾斜朝向 的所需固定轨道或水平朝向的所需固定轨道接合或脱开。

[0032] 根据本发明的一种示例性实施方式，移动机器人包括框架底盘、联接 到框架底盘的转移机构、驱动轴、安装在驱动轴上的一个或多个固定齿 轮、以及安装在驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮。所述一个或多个固 定齿轮可配置为与竖直朝向的固定轨道接合，并且所述一个或多个圆柱状 驱动轮可配置为沿水平朝向的固定轨道行进。所述驱动轴是可伸缩的，以 使得所述一个或多个固定齿轮和所述一个或多个圆柱状驱动轮与竖直朝向的轨道或水平朝向的轨道接合或脱开，使得移动机器人能够选择竖直朝向 的所需固定轨道或水平朝向的所需固定轨道，而不需要主动轨道开关。

[0033] 根据本发明的一种示例性实施方式，自动订单履行系统包括用于存储 一个或多个周转箱的多层周转箱存储结构。一个或多个移动机器人配置为 拣选、运输和放置所述一个或多个周转箱，在多层周转箱存储结构的层上 水平地移动，并使用一个或多个固定的倾斜或竖直轨道在多层周转箱存储 结构内的各层之间竖直地移动。一个或多个工作站配备有拣选员，该拣选 员将一个或多个单品从一个或多个移动机器人之一上的一个或多个周

转箱 中的一个运输到放置位置。还布置有输入/输出接口，在该输入/输出接口处 将产品导入订单履行系统中，并将完成的订单从订单履行系统中排出。

[0034] 根据本发明的一种实施方式，移动机器人包括一个或多个水平驱动机 构，所述水平驱动机构具有轮子，该轮子沿至少一个水平维度在至少一个 方向上推进移动机器人。一个或多个竖向驱动机构具有轮子，该轮子沿着 至少一个竖向维度在至少一个方向上推动移动机器人。所述一个或多个水 平驱动机构配置为与多层存储结构的水平轨道接合，并且所述一个或多个 竖向驱动机构配置为与多层存储结构的倾斜或竖直轨道接合。所述一个或 多个水平驱动机构的轮子和/或所述一个或多个竖向驱动机构的轮子可以移 动，使得机器人能够有选择性地与所述水平轨道接合以及与所述倾斜或竖 直轨道接合。

[0035] 根据本发明的多个方面，所述一个或多个水平驱动机构的轮子和所述 一个或多个竖向驱动机构的轮子可以是同轴的。或者，所述一个或多个水 平驱动机构的轮子和所述一个或多个竖向驱动机构的轮子可以处于分立的 轴上。

[0036] 根据本发明的一种示例性实施方式，移动机器人包括水平驱动装置， 该水平驱动装置配置为在水平轨道上推进该移动机器人。竖直驱动装置配 置为在倾斜或竖直轨道上推进移动机器人。所述机器人的装置有选择性地 驱动和定位所述水平驱动装置和/或所述竖直驱动装置以与所需的水平轨道 或所需的倾斜或竖直轨道接合或脱开，从而支持在水平轨道与倾斜或竖直 轨道的交会处在水平轨道与倾斜或竖直轨道之间转运。

[0037] 根据一种示例性实施方式，提供了一种订单履行设备，其包括多层周 转箱存储结构；配置为拣选、运输和放置一个或多个周转箱的一个或多个 移动机器人；一个或多个工作站，其配备有拣选员，该拣选员将一个或多 个单品从移动机器人之一上的周转箱运输到“放置”位置；以及输入/输出 接口，在该输入/输出接口处，将材料导入订单履行设备中，并从订单履行 设备排出完成的订单；其中，所述移动机器人还配置为经由固定的竖直轨 道或固定坡道在订单履行设备中从一层移动到另一层。

[0038] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种订单履行设备，其包括多层 周转箱存储结构；配置为拣选、运输和放置一个或多个周转箱的一个或多 个移动机器人；一个或多个工作站，其配备有拣选员，该拣选员将一个或 多个单品从移动机器人之一上的周转箱运输到“放置”位置；以及输入/输 出接口，在该输入/输出接口处，将材料导入订单履行设备中，并从订单履 行设备排出完成的订单；其中所述移动机器人还配置为经由固定的竖直轨 道或固定坡道在订单履行设备中从一个层移动到另一层，并且其中所述移 动机器人还配置为以水平姿态从一层移动到另一层。

[0039] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种订单履行工作站，其包括周 转箱支架、以及与周转箱支架相邻的倾斜位置；其中所述倾斜位置支撑移 动机器人，并且其中拣选员从所述移动机器人向位于所述周转箱支架上的 周转箱转移一个或多个单品。

[0040] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种订单履行工作站，其包括周 转箱支架、以及与周转箱支架相邻的倾斜位置；其中所述倾斜位置支撑第 一移动机器人，并且其中拣选员将一个或多个单品从第一移动机器人转移 至位于该倾斜位置处的第二机器人。

[0041] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种订单履行工作站，其包括产 品支架；与周转箱支架相邻的倾斜位置；机器视觉子系统；目标照明装置 和拣选员界面；其中所述倾斜位置支撑移动机器人，并且其中所述拣选员 从所述移动机器人向所述产品支架转移一

个或多个单品，并且其中所述机 器视觉子系统跟随所述拣选员的移动，并且其中所述目标照明装置照亮待 拣选的单品以及待放置单品的位置，并且其中所述拣选员界面向拣选员提 供信息。

[0042] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种移动机器人，其包括框架底 盘；联接至该框架的转移机构；联接至所述框架的第一端的两个牵引驱动 机构；联接至所述框架的第二端的两个轮子和联接至所述框架的脚轮；其 中当所述移动机器人由平台支撑时，所述两个牵引驱动机构和所述脚轮接 合公共表面，并且其中当所述移动机器人由轨道支撑时，所述两个牵引驱 动机构和所述两个轮子与所述轨道接合。

[0043] 根据另一种示例性实施方式，提供了一种移动机器人，其包括框架底 盘；联接至该框架的转移机构；联接至所述框架的四个致动轮组件，这四 个致动轮组件中的每一个具有牵引轮和链轮。

[0044] 根据一种示例性实施方式，提供了一种订单自动售货机，其包括多层 容器存储结构。移动机器人可在多层容器存储结构内操作以存取容器，所 述移动机器人可直接进入所有容器存储位置。提供有客户取货口。移动机 器人将容器放置在客户取货口处，以供客户拿取。

[0045] 根据本发明的多个方面，所述取货口可构造为使得客户在客户取货口 处能够触及整个容器或仅能触及容器的一部分。

[0046] 虽然本发明的应用的主要焦点是零售供应链(其中所存储的物品是产品 的容器，可包括托盘、货箱或货仓(也称为“周转箱”)，但是本发明也很容 易应用于其它物品的存取自动化。

附图说明

[0047] 通过参考以下结合附图给出的详细说明，能够更充分地理解本发明的 这些和其它特征，在附图中：

[0048] 图1A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0049] 图1B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的侧 视图；

[0050] 图2是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0051] 图3是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0052] 图4是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0053] 图5是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0054] 图6A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0055] 图6B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的侧 视图；

[0056] 图7A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0057] 图7B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的侧 视图；

[0058] 图8A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0059] 图8B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的侧 视图；

[0060] 图9是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0061] 图10A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的 俯视图；

[0062] 图10B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的 侧视图；

[0063] 图11是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0064] 图12是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0065] 图13是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0066] 图14是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的俯 视图；

[0067] 图15是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的侧 视图；

[0068] 图16A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的 前视图；

[0069] 图16B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的 俯视图；

[0070] 图17是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的局 部轴测图；

[0071] 图18是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性订单履行系统的局 部轴测图；

[0072] 图19是根据所公开的实施方式的多个方面的控制系统的示意图；

[0073] 图20A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的立面 图；

[0074] 图20B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的平面 图；

[0075] 图21A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的平面 图；

[0076] 图21B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的立面 图；

[0077] 图22A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的立面 图；

[0078] 图22B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的平面 图；

[0079] 图23A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的示意性 轴测图；

[0080] 图23B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的示意性 轴测图；

[0081] 图23C是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的示意性 轴测图；

[0082] 图24A是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的轴测 图；

[0083] 图24B是根据所公开的实施方式的多个方面的示例性工作站的轴测 图；

[0084] 图25A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的侧视图；

[0085] 图25B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图；

[0086] 图25C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的端视图；

[0087] 图26A是根据所公开的实施方式的多个方面的模块的端视图；

[0088] 图26B是根据所公开的实施方式的多个方面的模块的侧视图；

[0089] 图26C是根据所公开的实施方式的多个方面的模块的俯视图；

[0090] 图27A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的侧视图；

[0091] 图27B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图；

[0092] 图27C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的端视图；

[0093] 图28A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0094] 图28B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0095] 图28C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0096] 图28D是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0097] 图28E是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0098] 图28F是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图和侧视 图；

[0099] 图29A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆驱动机构的示意性 俯视图；

[0100] 图29B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆驱动机构的示意性 俯视图；

[0101] 图29C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆驱动机构的示意性 俯视图；

[0102] 图30A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0103] 图30B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0104] 图30C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0105] 图30D是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0106] 图31A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的侧视图；

[0107] 图31B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的端视图；

[0108] 图31C是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0109] 图31D是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0110] 图32是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆驱动机构的局部轴测 图；

[0111] 图33是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆驱动机构的局部侧视 图；

[0112] 图34A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0113] 图34B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0114] 图35A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的俯视图；

[0115] 图35B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的局部侧视图；

[0116] 图36A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0117] 图36B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0118] 图37A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图；

[0119] 图37B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图；

[0120] 图37C是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图；

[0121] 图37D是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道模块的车辆的 侧视图；

[0122] 图38A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图、端视图和俯视图；

[0123] 图38B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图、端视图和俯视图；

[0124] 图38C是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图、端视图和俯视图；

[0125] 图38D是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图、端视图和俯视图；

[0126] 图39A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的侧视 图；

[0127] 图39B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的轴测 图；

[0128] 图39C是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的轴测 图；

[0129] 图39D是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的轴测 图；

[0130] 图39E是根据所公开的实施方式的多个方面的具有坡道的车辆的轴测 图；

[0131] 图40A是根据所公开的实施方式的多个方面的传动机构的示意性侧视 图；

[0132] 图40B是根据所公开的实施方式的多个方面的传动机构的示意性侧视 图；

[0133] 图40C是根据所公开的实施方式的多个方面的传动机构的示意性侧视 图；

[0134] 图40D是根据所公开的实施方式的多个方面的传动机构的示意性侧视 图；

[0135] 图41A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有竖直坡道的车辆的 侧视图；

[0136] 图41B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有竖直坡道的车辆的 轴测图；

[0137] 图42A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0138] 图42B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0139] 图43A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有车辆坡道的车辆的 轴测图；

[0140] 图43B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有车辆坡道的车辆的 轴测图；

[0141] 图44A是根据所公开的实施方式的多个方面的具有车辆坡道的车辆的 轴测图；

[0142] 图44B是根据所公开的实施方式的多个方面的具有车辆坡道的车辆的 轴测图；

[0143] 图45A是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0144] 图45B是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的侧视 图；

[0145] 图45C是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的俯视 图；

[0146] 图45D是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的轴测 图；

[0147] 图46A是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0148] 图46B是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0149] 图46C是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0150] 图46D是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0151] 图47A是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0152] 图47B是根据所公开的实施方式的多个方面的车辆的轴测图；

[0153] 图48A是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0154] 图48B是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0155] 图48C是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0156] 图48D是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0157] 图48E是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0158] 图49A是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0159] 图49B是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0160] 图49C是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0161] 图49D是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0162] 图49E是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的端视 图；

[0163] 图50A是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的轴测 图；

[0164] 图50B是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的轴测 图；

[0165] 图50C是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的轴测 图；

[0166] 图50D是根据所公开的实施方式的多个方面的正交驱动单元的轴测 图；和

[0167] 图50E是正交驱动单元的轴测图。

具体实施方式

[0168] 图1至图50E(其中相似的部分以相同的附图标记表示)示出了本发明的 订单履行系统的一种或多种示例性实施方式。虽然在下文中将参照附图中 所示的一种或多种示例性实施方式来说明本发明，但是应理解，许多种替 代形式也能够实现本发明。本领域技术人员还应理解，有多种不同的方式 可改变所公开的实施方式的参数(例如元件或材料的尺

寸、形状或类型),同 时仍符合本发明的精神和范围。

[0169] 所公开的实施方式可以描述为在供应链(例如零售供应链)中使用的订单 履行系统。所公开的实施方式用于完成来自零售店的对于厂家的整箱产品 的订单,或者用于完成来自零售店或个体消费者的对于容纳在货箱中的单 件产品(在此称为“单品”)(其它常用的同义词包括“单件”、“物品”、“项 目”)、或者通常由商店或个体消费者以不足整箱的数量订购的任何物品。虽然该实施方式可用于其它应用,例如制造过程中的零件和工件的存取,但是一个使用领域是零售供应链中的订单履行。

[0170] 所述实施方式可具有以下主要组件子系统:

[0171] (1)容纳拣选存货的多层货架结构,其通常配置为利用从地板到天花 板的全部可用的立方容积,以最大限度地提高空间利用率;

[0172] (2)移动车辆或机器人,它们是能够接收控制命令并根据实施方式执 行各种转移和运输功能的自主或半自主车辆,包括处理产品容器(拣选存货) 在货架结构和工作站内的存储位置之间的移动;

[0173] (3)订单实施方式中的工作站,在该工作站处,根据具体实施方式,人类或机器人拣选员将整箱产品或单品直接转移至某种形式的订单容器 中,或者转移至中间机器人,然后由中间机器人转移至订单容器;和

[0174] (4)集中控制系统,包括计算机、软件和通信部件,该集中控制系统 管理整个系统的运行。操作系统还可包括一个或多个输入/输出接口,在该 输入/输出接口处,将产品引入系统中以补充拣选存货,并且将完成的订单 从系统中排出以最终交付给客户,当然,对于不同的应用,该接口的细节 会有所不同。

[0175] 本领域技术人员应理解,根据具体应用和实现方式,在此所述的转移 机构可根据待存取的特定物体而改变。对于多种存取系统,所述转移机构 可为某种形式,而在订单履行实施方式中,所述转移机构可为其它形式,因而本发明不局限于在此所述的特定转移机构。

[0176] 在示例性的单品拣选实施方式中,例如在零售供应链中,单品是最小 粒度的处理单位。完成通常被称为“单品拣选”或“单件拣选”的单品订 单的过程可能是所有履行过程中劳动强度最高的过程,特别是在使用传统 的“拣选员到货物”流程模型时,在这种模型中,拣选员移动至固定的产 品存储位置以拣选订购的单品。在该示例性实施方式中,单词“周转箱” 是在用于容纳被存储或处理的材料的容器的材料处理领域中常用的一个术 语,并在下文中用于指代产品和订单容器。本领域技术人员应理解,在本 发明的存取实现方式中,容器用于使用移动机器人存储和运输物体,而 “周转箱”实施方式是在订单履行系统中实施的特定容器形式。

[0177] 为了最大限度地提高拣选员的吞吐量并实现极高的自动化水平甚至完 全自动化,所公开的实施方式实现了一种“货物到拣选员”流程模型,其 中移动机器人车辆将单品的容器运输到工作站,在工作站中,固定拣选员 (人或机器人)从容器中拣选订购的单品。然后,拣选出的单品最终被放入订 单容器中,最终交付给客户(例如商店或个体消费者)。

[0178] 例如,在此公开了两种单品拣选实施方式,它们之间的本质区别在于 将单品转移到订单容器中的“放置”过程。在第一种实施方式(“E-1”) 中,该转移过程是典型的“直接放置”过程,其中单品从产品容器通过单 次移动直接转移到订单容器中。第二种实施方式

(“E-2”)的特点是“间接 放置”过程,在此过程中,这种转移是通过两次移动进行的:拣选出的单 品首先被放入另一个移动机器人中,该移动机器人用作中间载体,该中间 载体将所述单品运输至订单容器,然后放入订单容器中。

[0179] E-1(直接放置)和E-2(间接放置)都可包括以下七个要素或子系统:

[0180] (1)容纳用于完成订单的单品的拣选存货的产品周转箱(以下简称为 “P-Tote”);

[0181] (2)容纳用于完成订单的拣选单品的订单周转箱(以下简称为“O- Tote”);

[0182] (3)自行推进和自行转向的机器人车辆(移动机器人),该机器人车辆 可转移和运输有效载荷,该有效载荷通常是(但不总是)周转箱,以下简称为 “T-Bot”(或统称为“Bot”);

[0183] (4)周转箱存储结构(以下简称为“TSS”),其为存储的周转箱(P- Tote和O-Tote)以及在其中操作的Bot提供结构支撑;

[0184] (5)拣选工作站,在该拣选工作站中,人类或机器人拣选员从P-Tote 中取出单品,并根据实施方式将其放入O-Tote或另一个T-Bot中;和

[0185] (6)由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统(以下简称为 “CCS”),其管理系统内的大部分资源(包括所有的各类机器人),协调整 个订单执行过程和所有相关过程,并为系统的操作人员和外部系统提供状 态和控制接口;

[0186] (7)输入/输出(“I/O”)接口,在该接口处,T-Bot排出离开系统的周 转箱并接收进入系统的周转箱。

[0187] E-2(间接放置)还包括两个附加要素或子系统:

[0188] (8)配有单品转移组件的T-Bot,其接收并容纳在拣选工作站处拣选的 单品,然后将它们转移到目标O-Tote(例如Bot,以下简称为“单品Bot”或 简称为“E-Bot”);和

[0189] (9)订单装载结构(以下简称“OLS”),其为装载的O-Tote和在其中操 作的O-Bot和E-Bot提供结构支撑;

[0190] 下面将更详细地说明这些要素和它们的配合操作。应该理解,与这些 系统相关联还有附加的辅助设备和子系统,例如用于移除失效机器人车辆 的维修升降机、用于机器人车辆隔离和人类安全访问的安全装置、灭火系 统等。

[0191] 本文中所述的轨道指不同朝向(例如水平、倾斜或垂直)的支撑装置,移 动机器人能够在其上行进。术语“轨道”的含义与其公认的定义一致,并 且,如本领域技术人员所理解的,其包括布置为必须遵循的路线、平行轨 道(例如,供列车或轮式车使用)、由车辆的车轮或滚轮接合的单条或多条轨 道,通道、和/或用于可移动车辆和小车的其它形式的路径指示和引导装 置。

[0192] 参考图1A,其中示出了示例性订单履行系统10的示意性俯视平面 图。尽管在此将参照附图中示出的实施方式来说明本实施方式,但是应理 解,本发明也可以许多形式的替代实施方式来实施。另外,可以使用任何 适当的尺寸、形状或类型的材料或元件。订单履行系统10和所公开的实施 方式可具有如2014年3月14日提交的名称为“用于运输有效载荷的自动 化系统”的美国专利申请14/213,187中所描述的特征和/或任何适当的组合 特征,该专利申请通过完整引用结合在此。请再参考图1B,其中示出了示 例性订单履行系统10的侧视图。订单履行系统10可具有产品周转箱(Tote) 和订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人或车辆。所示的 周转箱存储结构12用作存储的周转箱以及在其中操作的

移动机器人的结构 支架，并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构14，移 动机器人通过该结构在三个维度上行进：水平地在将货架结构与工作站互 连的平面转运平台上行进；以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连 的竖直轨道或坡道上竖直地行进。所示的拣选工作站16布置在多个高度 处，在这些高度处，人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根 据系统配置将它们放入订单周转箱或机器人中。还示出了由软件、计算机 和网络设备组成的中央控制系统18，它管理系统资源，例如在下文中参照 图19所述。所示的输入/输出接口20为具有支路的传送带，其中移动机器 人在所述支路处接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转 箱)，并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。

[0193] 现在参考图2，其中示出了示例性订单履行系统30的俯视图。订单履 行系统30配置有过道和转运坡道，并可具有产品周转箱和订单周转箱、以 及转移和运输这些周转箱的移动机器人或车辆。所示的多层周转箱存储结 构32用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架，并将在 下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构34、34’，移动机器人 通过该结构在三个维度上行进：水平地在将货架结构与工作站互连的平面 转运平台上行进；以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨 道或坡道上竖直地行进。值得注意的是，移动机器人配置为在多层周转箱 存储结构32内竖直地从一层移动到另一层，而不需要由多层周转箱存储结 构32提供的竖直升降机、竖直输送机或其它此类运动机构。相反，移动机 器人配置为利用多层周转箱存储结构32的竖直轨道或坡道竖直地在各层之 间移动。所示的拣选工作站36、36’布置在多个高度处，在这些高度处，人 类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根据系统配置将它们放入 订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的 中央控制系统38，它管理系统资源，例如在下文中参照图19所述。所示的 输入/输出接口40为具有支路的传送带，其中移动机器人在所述支路处接收 进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转箱)，并排出离开系统的 周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。

[0194] 现在参考图3，其中示出了示例性订单履行系统60的俯视图。订单履 行系统60配置有移动机器人塔架，并可具有产品周转箱和订单周转箱、以 及转移和运输这些周转箱的移动机器人或车辆。所示的周转箱存储结构62 用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架，并将在下文 中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构64、64’，移动机器人通过 该结构在三个维度上行进：水平地在将货架结构与工作站互连的平面转运 平台上行进；以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨道或 坡道上竖直地行进，并且不需要由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降 机或竖直输送机。所示的拣选工作站66、66’布置在多个高度处，在这些高 度处，人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根据系统配置将 它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络设 备组成的中央控制系统68，它管理系统资源，例如在下文中参照图19所 述。所示的输入/输出接口70具有支路的传送带，其中移动机器人在所述支 路处接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转箱)，并排出离 开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。系统60可利用竖直 轨道或塔架，这样系统输入/输出接口70可具有自己的平台。

[0195] 现在参考图4，其中示出了示例性订单履行系统90的俯视图。订单履 行系统90可

具有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周 转箱的移动机器人。所示的周转箱存储结构92用作存储的周转箱以及在其 中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出了 移动机器人转运结构94,移动机器人通过该结构在三个维度上行进:水平 地在将货架结构与工作站互连的平面转运平台上行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进,并且不需要 由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工 作站96布置在多个高度处,在这些高度处,人类或机器人拣选员从产品周 转箱中取出单品,并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人 中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统98,它管理 系统资源,例如在下文中参照图19所述。所示的输入/输出接口100具有支 路的传送带,其中移动机器人在所述支路处接收进入系统的周转箱(满载的 产品周转箱和空订单周转箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满 载的订单周转箱)。

[0196] 现在参考图5,其中示出了示例性订单履行系统120的俯视图。订单履 行系统120可具有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周 转箱的移动机器人。所示的周转箱存储结构122用作存储的周转箱以及在 其中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出 了移动机器人转运结构124,移动机器人通过该结构在三个维度上行进:水 平地在将货架结构与工作站互连的平面转运平台上行进;以及在多个高度 处在将存储通道与工作站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进,并且不需 要由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选 工作站126布置在多个高度处,在这些高度处,人类或机器人拣选员从产 品周转箱中取出单品,并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器 人中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统128,它管 理系统资源,例如在下文中参照图19所述。所示的输入/输出接口130具有支路的传送带,其中移动机器人在所述支路处接收进入系统的周转箱(满载 的产品周转箱和空订单周转箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和 满载的订单周转箱)。系统120可利用竖直轨道或塔架,这样系统输入/输出 装置130可具有自己的平台。

[0197] 现在参考图6A和6B,其中分别示出了示例性订单履行系统150的俯 视图和侧视图。所示订单履行系统150采用单端双向流动系统配置,因而 移动机器人可在过道内双向行进,并且工作站配置在一端。订单履行系统 150可具有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的 移动机器人或车辆。所示的周转箱存储结构152用作存储的周转箱以及在 其中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构154,移动机器人通过该结构在三个维度上行进:水 平地在将货架结构与工作站互连的平面转运平台上行进;以及在多个高度 处在将存储通道和工作站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进,而不需要 由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工 作站156布置在多个高度处,在这些高度处,人类或机器人拣选员从产品 周转箱中取出单品,并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统158,它管理 系统资源,例如在下文中参照图19所述。还示出了输入/输出接口160,在 该输入/输出接口处,移动机器人接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱 和空订单周转箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周 转箱)。订单履行系统150可利用竖直轨道或塔架,这样系统输入/输出接口 160可具有自己的平台。订单履行系统150还可具有订单装载结构162,其

中订单装载结构162具有类似于周转箱存储结构152的特征,除了移动机 器人可从周转箱的两侧接近周转箱之外。周转箱以双向164的方式通过订 单履行系统150。

[0198] 现在参考图7A和7B,其中分别示出了示例性订单履行系统180的俯 视图和侧视图。所示的订单履行系统180采用双端双向流动系统配置,因 而移动机器人可在过道内双向行进,并且工作站配置在两端。订单履行系 统180可具有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱 的移动机器人或车辆。所示的周转箱存储结构182用作存储的周转箱以及 在其中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构184、184',移动机器人通过该结构在三个维度上 行进:水平地在将货架结构与工作站互连的平面转运平台上行进;以及在 多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进, 并且不需要由多层周转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所 示的拣选工作站186、186'布置在多个高度处,在这些高度处,人类或机器 人拣选员从产品周转箱中取出单品,并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制 系统188,它管理系统资源,例如在下文中参照图19所述。还示出了输入/ 输出接口190,在该输入/输出接口处,移动机器人接收进入系统的周转箱 (满载的产品周转箱和空订单周转箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周 转箱和满载的订单周转箱)。订单履行系统180可利用竖直轨道或塔架,这 样系统输入/输出接口190可具有自己的平台。订单履行系统180还可具有 订单装载结构192、192',其中订单装载结构192、192'具有类似于周转箱 存储结构182的特征,除了移动机器人可从周转箱的两侧接近周转箱之 外。周转箱以双向194的方式通过订单履行系统180。

[0199] 现在参考图8A和8B,其中分别示出了示例性订单履行系统210的俯 视图和侧视图。所示的订单履行系统210采用双端单向流动系统配置,因 而移动机器人可在过道内单向行进,并且工作站配置在系统210的一侧, 可从两端接近。订单履行系统210可具有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人或车辆。所示的周转箱存储结构 212用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构214、214',移动机器人 通过该结构在三个维度上行进:水平地在将货架结构与工作站互连的平面 转运平台上行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨 道或坡道上竖直的行进,并且不需要由多层周转箱存储结构32提供的竖直 升降机或竖直输送机。所示的拣选工作站216布置在多个高度处,在这些 高度处,人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品,并根据系统配置 将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络 设备组成的中央控制系统218,它管理系统资源,例如在下文中参照图19 所述。还示出了输入/输出接口220,在该输入/输出接口处,移动机器人接 收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转箱),并排出离开系统 的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。系统210可利用竖直轨道或 塔架,这样系统输入/输出接口220可具有自己的平台。周转箱以单向224 方式通过系统210。

[0200] 现在参考图9,其中示出了示例性订单履行系统240的俯视图。所示的 订单履行系统240采用直接放置、双端单向流动系统配置,因而移动机器 人可在过道内单向行进,并且工作站配置在系统240的一侧,作为可从两 端接近的直接放置工作站。订单履行系统240可

具有产品周转箱和订单周 转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人。所示的周转箱存储结构 242用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架，并将在下 文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构244、244'，移动机器人 通过该结构在三个维度上行进：水平地在将货架结构与工作站互连的平面 转运平台上行进；以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨 道或坡道上竖直地行进，并且不需要由多层周转箱存储结构32提供的竖直 升降机或竖直输送机。示出的拣选工作站246布置在多个高度处，在这些 高度处，人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根据系统配置 将它们放入订单周转箱或移动机器人中。所示的中央控制系统248由软 件、计算机和网络设备组成，它管理系统资源，如下文中参照图19所述。 还示出了输入/输出接口250，在该输入/输出接口处，移动机器人接收进入 系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转箱)，并排出离开系统的周转 箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。周转箱以单向252方式通过系统 240。

[0201] 现在参考图10A和10B，其中分别示出了示例性订单履行系统270的 俯视图和侧视图。所示的订单履行系统270采用直接放置、单端双向流动 系统配置，因而移动机器人可在过道内双向行进，并且工作站配置在系统 270的一端，作为可从一端接近的直接放置工作站。订单履行系统270可具 有产品周转箱(Tote)和订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器 人或车辆。所示的周转箱存储结构272用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架，并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机 器人转运结构274，移动机器人通过该结构在三个维度上行进：水平地在将 货架结构与工作站互连的平面转运平台上行进；以及在多个高度处在将存 储通道与工作站互连的竖直轨道或坡道上竖直行进，并且不需要由多层周 转箱存储结构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工作站276 布置在多个高度处，在这些高度处，人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示 出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统278，它管理系统资 源，例如在下文中参照图19所述。还示出了输入/输出接口280，在该输入 /输出接口处，移动机器人接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订 单周转箱)，并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转 箱)。周转箱以双向282方式通过系统270。

[0202] 现在参考图11，其中示出了示例性订单履行系统300的俯视图。所示 的订单履行系统300采用直接放置、双端双向流动系统配置，因而移动机 器人可在过道内双向行进，并且工作站配置在系统300的两端，作为可从 两端接近的直接放置工作站。订单履行系统300可具有产品周转箱(Tote)和 订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人。所示的周转箱存 储结构302用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架， 并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构304、304'，移 动机器人通过该结构在三个维度上行进：水平地在将货架结构与工作站互 连的平面转运平台上行进；以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连 的竖直轨道或坡道上竖直地行进，并且不需要由多层周转箱存储结构32提 供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工作站306、306'布置在多个高 度处，在这些高度处，人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并 根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统308，它管理系统资源，例如在下文 中参照图19所述。还示出了输入/输

出接口310,在该输入/输出接口处，移动机器人接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转箱),并 排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。周转箱以双向 312方式通过系统300。

[0203] 现在参考图12,其中示出了示例性订单履行系统330的俯视图。所示 的订单履行系统330采用间接放置、单端双向流动系统配置,因而移动机 器人可在过道内双向行进,并且工作站配置在系统330的一端,作为可从 中间接近的间接放置工作站。订单履行系统330可具有产品周转箱(Tote)和 订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人或车辆。所示的周 转箱存储结构332用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架,并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构334、334',移动机器人通过该结构在三个维度上行进:水平地在将货架结构与工 作站互连的平面转运平台上行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作 站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进,并且不需要由多层周转箱存储结 构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工作站336布置在多个 高度处,在这些高度处,人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品，并根据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软 件、计算机和网络设备组成的中央控制系统338,它管理系统资源,例如在 下文中参照图19所述。还示出了输入/输出接口340,在该输入/输出接口 处,移动机器人接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转 箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱),订单 履行系统330还可具有订单装载结构342,其中订单装载结构342具有类似 于周转箱存储结构332的特征,除了移动机器人可从周转箱的两侧接近周 转箱外。周转箱以双向344方式通过系统330。

[0204] 现在参考图13,其中示出了示例性订单履行系统360的俯视图。所示 的订单履行系统360采用间接放置、双端单向流动系统配置,因而移动机 器人可在过道内单向行进,并且工作站配置在系统360的一侧,作为可从 中间接近的间接放置工作站。订单履行系统360可具有产品周转箱(Tote)和 订单周转箱、以及转移和运输这些周转箱的移动机器人。所示的周转箱存 储结构362用作存储的周转箱以及在其中操作的移动机器人的结构支架，并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构364、364',移 动机器人通过该结构在三个维度上行进:水平地在将货架结构与工作站互 连的平面转运平台上行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连 的竖直轨道或坡道上竖直地行进,并且不需要由多层周转箱存储结构32提 供的竖直升降机或竖直输送机。所示的拣选工作站366布置在多个高度 处,在这些高度处,人类或机器人拣选员从产品周转箱中取出单品,并根 据系统配置将它们放入订单周转箱或移动机器人中。还示出了由软件、计 算机和网络设备组成的中央控制系统368,它管理系统资源,例如在下文中 参照图19所述。还示出了输入/输出接口370、370',在该输入/输出接口 处,移动机器人接收进入系统的周转箱(满载的产品周转箱和空订单周转 箱),并排出离开系统的周转箱(空产品周转箱和满载的订单周转箱)。订单履行系统360还可具有订单装载结构372,其中订单装载结构372具有类似 于周转箱存储结构362的特征,除了移动机器人可从周转箱的两侧接近周 转箱之外。周转箱以单向374方式通过系统360。

[0205] 现在参考图14,其中示出了示例性订单履行系统390的俯视图。所示 的订单履行系统390采用一种示例性的货箱拣选配置。订单履行系统390 可具有货箱,以及移动机器人

或车辆,所述移动机器人或车辆将货箱转移 并运输到存储库中,然后从存储库转移并运输到码垛工作站396。所示的货 箱存储结构392用作存储的货箱以及在其中操作的移动机器人的结构支 架,并将在下文中更详细地描述。还示出了移动机器人转运结构394、394',移动机器人通过该结构在三个维度上行进:水平地在将货架结构与工 作站互连的平面转运平台上行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作 站互连的竖直轨道或坡道上竖直地行进,并且不需要由多层周转箱存储结 构32提供的竖直升降机或竖直输送机。所示的码垛工作站396排列在多个 高度处,在这些高度处,人或机器人拣选员从货架上取下货箱(在由移动机 器人放置之后),并将它们放置在托盘上,随后可对托盘进行包装,并通过 传送带或其它方式输出。还示出了由软件、计算机和网络设备组成的中央 控制系统398,它管理系统资源,例如在下文中参照图19所述。还示出了 输入接口400,在该输入接口处,移动机器人接收经由输送机进入系统的货 箱,其中移动机器人可将一个或多个货箱运输到货箱存储结构392。

[0206] 现在参考图15和图16A-B,其中分别示出了配置为自动售货的示例性 订单履行系统的侧视图、前视图和俯视图。还参考图17和18,其中分别示 出了示例性订单履行系统的局部轴测图。在此,订单履行系统可描述为订 货自动售货机420或"OVM"等。订货自动售货机420示出了一种替代形 式,例如缩小版本的机器人车辆和货架系统,该系统例如可用在交付的货 物的商店售货机中或任何其它适当的应用中。例如,车辆技术可在电子商 务中用于解决"最后一英里"交付问题。例如,"Pure-play"电子商务公司 别无选择,只能将绝大多数订单交付到客户的家中,而这可能是费用高昂 的。既运营自助商店又进行网上销售的零售商可为客户提供在商店地点提 货的选择,通常称为"点击提货"。但是在实际应用中,这种模式会给商店 员工造成额外且不可预测的工作量,可能延长客户的等待时间等。而订货 自动售货机420提供一种几乎不需要占地面积(或土地)但是能安全地容纳许 多订购货物的自动化解决方案,并且这种解决方案还支持方便的按需访 问,并能为客户缩短交易时间。在此,订货自动售货机420可以是基于 "微型仓库"的机器人车辆,可称为订货自动售货机(OVM),它与电子商 务执行中心配合工作,例如配有基于机器人车辆的系统的电子商务执行中 心。在一个方面中,可将容纳有客户订单的订单周转箱("O-Tote")交付至 OVM并存储在其中,然后根据需要呈现给客户,其中,机器人车辆执行所 有必要的周转箱存取功能。在此,图15-18示出了订货自动售货机420系 统的一种实施方式,其包括具有两个相对的多层存储模块424、426的单个 过道422、位于过道的一端或两端的机器人塔架428、430、每个机器人塔 架上的输入/输出接口432、434,至少一个机器人车辆436(或T-Bot/周转箱 机器人)、以及与输入/输出接口432、434有线连接并与T-Bot无线通信的 控制器438。T-Bot使用竖直塔架接近过道内的任何存储层和水平机器人轨 道,以接近给定级层上的任何周转箱位置。周转箱440还可存储在与每个 机器人塔架相邻的位置,但塔架一侧的用于输入/输出接口的三个连续的周 转箱位置除外,在这三个位置处,在交付过程中接收并取下周转箱,并且 客户接收他们的容纳在周转箱中的订单。一个OVM可仅使用一个T-Bot操 作。或者,可以提供多于一个T-Bot,例如,第二个机器人车辆(或更多机 器人车辆)能够有效地增加在交付处理过程中的吞吐量,由此最大限度地缩 短货车和驾驶员的停留时间,并且通过减少订单取货处理时间和利用同时 为两个客户服务的能力提高客户服务水准。类似地,OVM可使用布置在过 道的一端的单个机器人塔架操作,但是将塔架配置在过道的每一端可能比

较有效,因为这提供两个输入/输出接口,允许同时为两个客户服务(或者在 服务于一个客户的同时进行交付处理)。

[0207] 输入/输出接口由容纳单个周转箱的货架442、可移动的访问面板444、以及人机界面(HMI)(例如触摸屏显示器446)组成。访问面板和HMI都连接 到控制器并由控制器控制。访问面板可有选择性地在阻止所有访问的关闭 位置与两个或更多打开位置之间移动。全开位置允许将货架上的周转箱完 全取下,或者将外部周转箱放置到货架上;这个位置在交付处理中使用。其它打开位置允许客户拿取与客户的个人订单对应的周转箱的内容物,因 为周转箱通常容纳有多份订单。图17示出了具有滑动闸板的输出口,而图 18示出了具有铰接盖的替代输出口,例如,所述盖可具有用于锁闭的一个 或多个电磁阀(在前面示出)。或者,当客户正在拿取货物时,所述盖也可被 无源磁铁保持打开状态。此外,所述盖可具有阻尼器,从而所述盖不会猛 然关闭。在一个方面中,可使用两个输入/输出口,并对它们进行不同的配 置。也许左侧的输入/输出口可分为1/4,而右侧的输入/输出口可完全访问。根据周转箱,它们可朝向部分或完全访问侧。或者,可以使用任何适 当的组合。

[0208] 系统的操作一般涉及两类事务处理:周转箱移除/插入处理和订单取货 处理。移除/插入处理发生在交付处理过程中当操作员带来待放入OVM中 存储的空周转箱时。操作员将入站周转箱移动至输入/输出接口,并与HMI 交互,使控制器将访问面板打开到全开位置,并由系统中的T-Bot开始移除 /插入处理。在每次移除/插入处理中,T-Bot从存储库中获取出站(通常是空 的)周转箱,将其运输到输入/输出接口,并将其放置在货架上,由此操作员 可移除该周转箱。然后,操作员可将入站周转箱放置在货架上,T-Bot将该 货架送入存储库中。移除/插入处理不断进行,直到分别没有更多的待移除 或插入的出站或入站周转箱。然后,操作员带走移除的出站周转箱,该周 转箱被返回至履行中心,随后被重新使用,以容纳将来的订单。

[0209] 当客户到OVM取货时,客户在输入/输出接口处与HMI交互以验证其 身份,从而控制器开始进行由T-Bot执行的一个或多个订单取货处理事务。每个这样的事务处理开始于T-Bot从存储库获取容纳由该客户订购的物品的 周转箱,将周转箱运输到I/O接口处,并将其放置在货架上。在货架上的 O-Tote到达时,控制器操作访问面板,在客户的订购物品的正上方产生一 个开口,然后客户从该周转箱中取出物品。一旦所有物品都被如此取出, 控制器会关闭访问面板,并指示T-Bot将周转箱返回储存库。

[0210] 虽然在此的说明集中于向客户交付电子商务订单,但很容易看出,这 个系统也通用于很大规模的产品自动售货机,该产品自动售货机可能包含 与今天的小型便利店中的SKU等同的各种SKU。在这种应用中,周转箱是 产品周转箱,而不是订单周转箱,并且客户与HMI的交互涉及订购容纳在 P-Tote中的物品,而不是收取从远程履行中心交付的订购产品;即,客户 的订单在OVM处当场完成。对于该事务,同一个OVM能够同时执行这两 个功能。

[0211] 为了说明OVM的空间效率,所示的具体实施方式的宽度可以是大约2 米,长度和高度可以是大约6米,因此具有12平方米占地面积。在此,该 实施方式可具有340个周转箱的最大存储容量。由于在每个O-Tote或P- Tote中可分别容纳多份订单或SKU,并且甚至允许有进行高效操作所需的 空周转箱位置,因此该OVM可存储500到2000份客户订单和/或SKU。

[0212] 现在参考图19,其中示出了控制系统450的示意图。控制系统450可 具有仓库管理系统452、可定制的接口层454、库存和性能数据库456、机 器人/车辆主控制器458、机器人

机载控制器460和工作站控制器462。可以 提供附加的模块来控制辅助设备，例如附加的材料处理模块、机器人，安 全装置等。控制系统450还可配置有更多或更少的模块或子模块。机器人/ 车辆主控制器458可具有诸如调度优化器、调度规则、订单管理、补充管 理器、用户界面(UI)、机器人管理器、流量管理器、存储管理器、安全系统 管理器和工作站管理器等模块。工作站控制器462可具有诸如周转箱或订 单周转箱管理器、用户界面(UI)、安全系统管理器，视觉系统和照明控制器 等模块。另外，可提供更多或更少的模块。一种示例性实施方式可包括机 器可读的非暂态程序存储装置(例如存储器456)，该装置有形地体现可由机器执行的用于进行操作的指令程序，所述操作至少部分地包括控制订单履 行系统。

[0213] 所述的订单履行系统至少部分地共享公共部件和子系统，所述公共部 件和子系统可以单独或与其它部件和子系统结合配置为任何适当的组合或 子组合。所述订单履行系统可包括用于存储库存(或“拣选存货”)的多层货 架结构，通常配置为利用从地板到天花板的所有可用立方体积来容纳货架 模块，以最大限度地提高空间利用率，所述货架模块容纳由过道分隔的存 储库中的产品，使得机器人能够接近产品存储位置，并且这些货架模块水 平地细分成多“排”，每排包括多个存储层。所述订单履行系统还可包括移 动机器人(“Bot”)、自主或半自主车辆，所述移动机器人和车辆能够自由 漫游，(即，能够访问系统的所有部分)，并根据实施方式执行各种转移和运 输功能，例如在货架结构内的存储位置与工作站之间移动产品容器。所述 机器人可被认为是自主的或半自主的，因为在所述示例性实施方式中，它 们能够接收控制命令，并具有足够的计算硬件来存储命令，然后自主地执行若干过程来执行命令(其中所述命令例如可以是拣选单品X并将其交付至 目的地Y，然后需要该机器人自主地确定执行该命令所需的步骤)。如本文 所述，订单履行系统包括中央控制系统，该中央控制系统也对机器人进行 控制。因此，移动机器人不需要完全自主地识别他们需要做什么以及如何 去做。中央控制系统提供了一定程度的机器人管理功能。正如本领域技术 人员所理解的那样，特定管理任务是由机器人还是由中央控制系统执行取 决于订单履行系统的特定实施方式。订单执行系统还可包括机器人转运结 构，从而机器人能够在三个维度上行进：在互连给定排上的货架结构、工 作站和输入/输出接口的平面转运平台上水平地行进；以及在互连一排(过道 坡道)或多排(转运坡道)内的存储层的竖直或斜向坡道上竖直地行进，而不 需要由多层周转箱存储结构提供的竖直升降机或竖直输送机。订单履行系 统还可包括工作站，在这些工作站处，人或机器人根据实施方式将拣选的单品或货箱直接转移到订单容器中，或者转移到中间机器人中，然后由该 中间机器人转移到订单容器中。订单履行系统还可包括输入输出接口，通 过该输入输出接口将产品引入到系统中以补充拣选存货(输入)，并将拣选的 订单从系统中排出，从而最终交付给客户(输出)。订单履行系统还可包括集 中控制系统，该集中控制系统包括计算机、软件和通信部件，它管理整个 系统的运行。因此，可提供所有适当的整体或部分组合。

[0214] 在示例性订单履行系统以及其子组件和系统的适当组合的背景下，现 在将更详细地说明各种操作情况和子系统。

[0215] 所述的订单履行技术可以主要用于零售供应链，以完成单个物品单位 (“单品”)的订单，例如由小型自助商店为补充库存(例如药品、日用品或 其它)而下的订单；或由最终用户下的订单(直接到客户)。可替代地或组合 地，所述的订单履行技术可应用于货箱拣选(例如完成由自助零售店为补充 其库存而订购的整箱产品的订单)，使用货物到码垛机

流程。

[0216] 这些订单可以按“货物到拣选员”流程完成,该流程使用在封闭的结 构化三维环境中操作的自由漫游移动机器人执行产品容器的所有移动工 作,包括:1)接收到来的产品容器并将其放入货架结构内的存储库中以补 充拣选存货,根据需要从存储库取回所述容器以完成订单,将这些容器运 输到拣选工作站以在拣选工作站由人类或机器人拣选员取出单品,然后将 容器返回到存储库,最后从系统中排出空容器以便再次填充以执行另一个使用循环;以及2)接收到来的空订单容器,将它们放置到位以接收订购的 单品以等待交付给客户,根据需要将满载订单容器放入储存库,并将所述 满载订单容器从系统中排出以便交付给客户。移动机器人可完全任意和自 主地访问系统的操作环境中的所有位置,包括所有存储库位置、所有工作 站、以及所有接收和装运位置,这是由于它们具有在该环境内的全部三个 维度(即两个水平维度和竖向维度)上移动的独立工作能力。公开了两种替代 方案,它们之间的区别与用于将单品从产品容器转移到订单容器的流程有 关:1)在直接放置的实施方式中,拣选的单品直接从产品容器转移到订单 容器中,这是在现场常用的流程模式;和2)在间接放置的实施方式中,拣 选的单品不是被直接转移到产品容器中,而是被转移到中间机器人中,然 后被运输并转移到指定的订单容器中。

[0217] 直接放置系统

[0218] 在直接放置系统中,单品从产品周转箱直接转移到订单周转箱中。这 种流程能最小化单品转移的次数,从而最大限度地减少给定应用所需的基 本投资。与下述的间接放置实施方式相比,它有几个区别。第一个区别在 于工作站的特定性,即,一旦被指定用于接收来自给定的客户订单的O- Tote被分配给给定的工作站,那么只能在该特定工作站上执行单品拣选以 完成订单,这可能因机器人在尝试到达指定目的地时互相干扰而导致延 迟。第二个区别与第一个区别以及多个订单工作站的使用有关,在这些工 作站中同时处理多个O-Tote,这延长了给定O-Tote的订单完成延迟(即,在 拣选工作站花费的时间),因为它与同时处理的所有其它O-Tote共享单品拣 选资源。

[0219] 直接放置系统可具有八个要素或子系统。产品周转箱(“P-Tote”)是用 于完成订单的单品拣选存货的容器。订单周转箱(“O-Tote”)是为完成特定 订单而拣选的单品的容器。移动机器人是转移和运输周转箱的机器人(“T- Bot”)。典型情况下,机器人的任务是由两段组成的往返处理,第一段是从 TSS中的存储库中取出周转箱并将其运输到目的地,第二段是将来自同一 目的地的周转箱返回到TSS中的存储库,因此机器人几乎总是在行进中携 带一个周转箱有效载荷。搬运P-Tote的T-Bot被称为P-Bot,而搬运O-Tote 的T-Bot被称为O-Bot;一个给定的T-Bot可以逐个交易地切换角色,例如 在一个交易中作为P-Bot,然后立即在下一个交易中作为O-Bot。周转箱存 储结构(“TSS”)为存储的周转箱(P-Tote和O-Tote)以及在其中操作的机器 人提供结构支撑,通常配置为利用从地板到天花板的整个立方体容积容纳 货架模块,所述货架模块容纳由过道分隔的存储库中的周转箱,所述过道为机器人访问周转箱存储位置提供通路。机器人转运结构(“BTS”)允许机 器人在三个维度上行进:在将货架结构与工作站互连的平面转运平台上水 平地行进;以及在多个高度处在将存储通道与工作站互连的竖直轨道上竖 直地行进。或者,机器人转运结构(“BTS”)可包括过道坡道模块、转运坡 道和转运平台。拣选工作站排列在多个高度处,在这些高度处,人类或机 器人拣选员从P-Tote中取出单品,并根据实施方式将它们放入O-Tote或机 器人

中。由软件、计算机和网络设备组成的中央控制系统(以下简称为“CCS”)管理系统资源(包括所有的各类机器人),协调整个订单履行过程 和所有相关过程,并为此系统的人类操作员和外部系统提供状态和控制接 口。一个或多个输入/输出(“I/O”)接口,在该接口处,T-Bot接收进入系 统的周转箱(满载P-Tote和空O-Tote),并排出离开系统的周转箱(空P-Tote 和满载O-Tote)。

[0220] 由CCS直接或间接控制的操作流程

[0221] P-Tote流向拣选工作站,由此T-Bot从TSS中的存储库取回容纳有订 购产品的P-Tote,根据具体目标订单周转箱的位置将P-Tote运输到指定的 分拣工作站,然后将P-Tote返回到TSS中的存储库。典型情况下,即使最 后的剩余单品已被拣选并且周转箱是空的,P-Tote也会被返回到TSS中的 存储库。

[0222] O-Tote流入和流出拣选工作站,由此O-Bot向工作站交付待装载由客 户订购的单品的空O-Tote,并从工作站移除满载的O-Tote;典型情况下, 满载的O-Tote的移除和空O-Tote的交付发生在同一个往返处理过程中。典 型情况下,O-Bot首先从TSS中的存储库中移除空O-Tote,将该周转箱运 输到输入/输出接口以便排出,立即拾取满载的O-Tote并离开工作站。典型 情况下,满载的O-Tote被运输到TSS中的存储位置,等待交付给客户,但 是也可以直接将其运送到输入/输出接口以便立即交付。

[0223] 在工作站处进行拣选和放置,其中,P-Bot将P-Tote呈现给人类或机器 人拣选员,所述人类或机器人拣选员从每个P-Tote中取出一个或多个单 品,并将其放入指定的O-Tote(在下文中更详细地说明)。

[0224] 进行订单发货和O-Tote导入,通过该过程,T-Bot从TSS中的存储库(或者直接从拣选工作站)取出将要从系统中排出以交付给客户的满载O- Tote,并将其运输至输入/输出接口。在此,空O-Tote通过输入/输出接口被 导入到系统中,并且在典型情况下由T-Bot运输到TSS中的存储位置,在 该存储位置等待运输到拣选工作站,当然,如果立刻需要,那么也可以趁 机(且更高效地)将它们直接运输到工作站。

[0225] 进行拣选存货补充和P-Tote再循环,通过该过程,T-Bot在输入/输出 接口处接收到来的满载P-Tote,并将其运输到TSS内的存储库中(或偶尔直 接运输到拣选工作站)。T-Bot还从TSS内的存储库中取出空P-Tote,并将 它们交付至输入/输出接口以从系统中排出,以便再次填充。

[0226] 直接放置系统组件

[0227] P-Tote和O-Tote

[0228] P-Tote和O-Tote优选在尺寸上是相同的,这样任何T-Bot都可以使用 固定宽度的周转箱转移机构来处理它们,因此它们既能用作P-Bot,又能用 作O-Bot。例如,这两种周转箱可具有600毫米长度、400毫米宽度和300 毫米高度,这是广泛使用的标准尺寸,而周转箱的高度根据针对具体产品 种类和典型订单量的最有效容积而定。P-Tote可细分为多个隔室,每个隔 室可容纳不同的SKU,在这种情况下,Tote被称为“多SKU”P- Tote(“SKU”是“库存单位”的缩写,指一种独特的产品)。类似地,O- Tote可被细分为多个隔室,或者可包含多个独立的运输容器,在这种情况 下,Tote被称为“多订单”O-Tote。

[0229] 周转箱存储结构(“TSS”)

[0230] 周转箱存储结构是用于容纳周转箱的存储系统,其包括由过道隔开的 多个钢制

货架模块。货架模块使用框架组件作为竖向柱,在存储库中支撑 周转箱的水平横梁附接到竖向柱上。面向过道的横梁的形状包括从横梁的 底部延伸的水平延伸部,它为机器人的轮子提供行进表面,因此被称为 “机器人横梁”。货架的设计取决于机器人转移周转箱的方法:i)如果机器 人提起周转箱,那么两个横梁是唯一需要的支撑件,并且周转箱会以单层方式存储(相邻过道之间可有两个周转箱);ii)如果机器人在货架上滑动周转 箱,那么需要在横梁之间有周转箱支架,例如金属丝网;与提升转移方法 相比,机器人较便宜,但存储货架更昂贵;但是,滑动转移方法使得两层 (或更多层)周转箱存储成为可能(相邻通道之间可有四个或更多周转箱),与 单层存储相比,这能提高存储密度并降低建造成本。

[0231] 周转箱存储结构可被水平地细分,以形成“排”-相互连接的存储层 组。排数是一个吞吐量影响因素,因为排数越多,就能允许更多的机器人 在系统内操作,而不会发生过度拥塞。通道内的每排的细分会产生一个 “存储区”,并提供一块可供维护技术人员进入该区域以解决任何问题的地 板;在这样的维护巡访期间,在单个区域中必须停止所有机器人活动,但 系统的其余部分可以继续操作。

[0232] 机器人转运结构(“BTS”)

[0233] 机器人转运结构可具有转运平台,它是用作通路的平面结构,机器人 可通过该通路在TSS过道和拣选工作站之间在两个水平维度上移动。典型 情况下,所述平台可由布置在钢制支撑框架上的胶合板构成。转运平台竖 直地位于多个垂直高度处,特别是在每个工作站层。

[0234] BTS-竖直替代方案

[0235] 竖直轨道(或简称“竖轨”)是可由机器人用于竖直向上或向下移动到过 道中的任何存储层或任何工作站层的结构子组件。有利的方式是,在每个 过道的一端或两端布置两条垂轨,这取决于在通道的一端或两端是否有转 运平台。一条竖轨用于向上行进,另一条竖轨用于向下行进。位于过道的 一端或两端的竖轨布置在过道和转运平台之间,向上竖轨附接至转运平 台,向下竖轨附接至过道。图43A和43B示出了具有竖直坡道1170的车 辆的轴测图。在此,机器人1172可以爬升竖轨1174。在此,反向轴承轨有 竖直的中断点,反向轴承可以进入这些中断点。在此示出了用于向上坡道 的被动开关1176,其中,机器人1172正在从左侧水平地进入。在图43B 中,机器人1172正在爬升竖轨1174,其中,开关1176被从爬升机器人的 路线推开。在向下坡道的情况中,所述开关是常开的,并且可被推至关闭 状态,以允许机器人驶出到外水平轨道上。每条竖轨包括四条竖直链轨, 它们由焊接至U形通道上的标准滚子链构成;机器人上的四个链轮齿轮1178与这些链轨啮合。每条链轨关联有反向轴承轨1180,该反向轴承轨在 齿轮轴的端部处与轴承1182接合,并且确保机器人上的链轮保持与链轨正 确接合。在每个入口/出口层都有铰接的门开关1176,该门开关允许轴承在 机器人进入或离开竖轨时进入和驶出反向轨道槽,并且在机器人通过该层 而不驶出时防止轴承离开所述反向轨道槽。每条竖轨还包括在机器人进入 或离开坡道的每个高度处布置在相对的链轨之间的一对水平机器人轨道 1184,所述轨道连接至每个存储层的机器人横梁和每个转运平台。轨距(轨 道之间的距离)在连接至过道的机器人横梁的连接点与过道宽度相同,但是 在链轨附近加宽为稍大于机器人宽度,以允许上升或下降的机器人在轨道 之间穿过。在紧邻四条链轨的每一条的机器人轨道中存在间隙,该间隙允 许在竖轨上上升或下降的机器人的链轮轴穿过轨道。向上竖轨可配有充电 轨,以便机器人在上升

时对其超级电容充电。参考图41A和41B,其中分 别示出了具有竖向坡道1110的车辆的侧视图和轴测图。在此,车辆1140 按机器人的竖向爬升配置爬升竖轨1114。此实施方式中的区别在于,齿轮 1142垂直于行进方向。在此,齿轮1142通过“外水平轨道”中的间隙向外 延伸,以进行攀爬。可在机器人车辆中设置电子层,以检测俯仰和滚转变 化,从而可调节伺服电动机,以保持机器人车辆层的变化,并消除货架调 整机构。请参照图42A和42B,其中示出了车辆1140的轴测图,图42A 示出了齿轮1142处于伸出状态的情况,而图42B示出了齿轮1142处于缩 回状态的情况。本领域技术人员应理解,在此实施方式和其它实施方式中 所述的带有链条的链轮以及其它实施方式不构成对本发明的限制,可以利 用其它等效结构,例如齿轮齿条机构等。

[0236] 现在参考图47A和47B,其中示出了与竖轨1262接合的机器人车辆 1260的轴测图。图47A示出了“单轴”机器人前部,而图47B示出了“单 轴”机器人后部。还参考图48A至图48E,其中示出了正交驱动单元联动 装置1290的端视图。还参考图49A至图49E,其中示出了正交驱动单元联 动装置1320的后视图。还参考图50A至图50E,其中示出了正交驱动单元联动装置1320的轴测图。图50A示出了在处于穿过货架系统行驶时的位置 时的轮子缩入、链轮缩入的状态。图50B示出了在处于水平地穿过竖直区 域行驶时的位置时的轮子伸出、链轮缩入的状态。图50C示出了当机器人 向上行进至竖直链条的位置时轮子伸出、链轮伸出、反向轴承未充分伸出 的状态。图50D示出了在机器人车辆准备爬下或落在水平轨道上时轮子伸 出、链轮伸出、反向轴承伸出的状态。图50E示出了在机器人爬过水平轨 道的位置时轮子伸出、链轮伸出、反向轴承伸出的状态。

[0237] 现在参考图44A和44B,其中示出了具有竖直坡道1200的替代实施方 式的竖直爬升车辆的前轴测图。还参考图45A至图45D,其中分别示出了 正交驱动单元1230的端视图、侧视图、俯视图和轴测图。还参考图46A至 图46D,其中示出了正交驱动单元1230的端视图。所示的正交驱动单元联 动驱动机构具有竖直致动的中央联杆。图46A示出了轮子缩入、链轮缩入 的状态。图46B示出了轮子伸出、链轮缩入的情况。在此,中央联杆的端 部处于同一位置,并且联动装置允许轮子在弹簧的驱动作用下被动伸出。 图46C示出了轮子伸出、链轮伸出的状态。图46D示出了轮子缩入、链轮 缩入的状态。在此,驱动轮从机器人的轮子脱开,从电机中心至从动链轮 中心的距离为13毫米长,导致传送带同时与驱动链轮接合。在此,联杆是 水平的,从而使链轮在竖直链条内刚性接合,类似于偏心锁闩。在这种实 施方式中,顶部链轮是被动的,并且可用于保持机器人在滚动轴上的稳定 性。

[0238] BTS被动坡道替代方案

[0239] 过道坡道(被动轨道实施方式)是将给定存储区(一个过道的一排部分)内 的存储层与该排的转运平台互连的结构子组件(模块)。图37A至图37C示 出了具有坡道990的示例性车辆的侧视图和俯视图,图37D示出了具有坡 道模块990’的示例性车辆的侧视图。每个过道坡道模块提供了机器人在转 运平台和任何互连的存储层之间移动的通路。行进可以是双向的,也可以 是单向的,这取决于系统拓扑结构(即,单端型或双端型)。每个坡道模块包 括四条斜向坡道轨道992,每条斜向坡道轨道针对机器人994上的四个车轮 之一,它们是由焊接到U形通道上的被动滚子链构成的。每条轨道上的滚 子链由机器人上的四个链轮之一接合。四条轨道使机器人在斜向坡道上爬 升或下降时保持水平。每个坡道模块还包括在每个高度处位于坡道轨道之 间的一对水平机器人轨道996,在所述高度处,机器人可进

入或离开坡道。机器人轨道在一侧连接至斜坡顶部的转运平台，在另一侧连接至该存储区内的每个存储层。在坡道上下降的机器人只能在坡道的顶部从转运平台进 入坡道，并且可在区域内的任何存储层处驶出坡道(在任一方向都不需要换 向操控)，如图37D所示。在坡道上爬升的机器人只能从存储层之一进入坡 道，并且只能在坡道顶部从坡道驶出至转运平台(在任一方向都不需要换向 操控)。轨距(轨道之间的距离)与过道宽度相同，但在坡道轨道附近的“坡 道区”中除外，在坡道区中，轨距增大。在紧邻四条坡道轨道中的每一条 的机器人轨道中存在间隙，该间隙允许在坡道上爬升或下降的机器人的链 轮轴穿过轨道。

[0240] 转运坡道是互连系统内的多排设备的结构子组件。每条转运坡道为机 器人在互连的转运平台之间(即各排之间)的移动提供了通路。在转运坡道上 的行进默认是单向的，以最大限度地提高吞吐量，但是如果由于阻止在一 条或多条转运坡道上行进的操作问题的需要，那么所述行进也可以是双向 的(以较低的吞吐量)。基本设计与过道坡道的相同，例如，在每个入口/出 口高度处有机器人轨道的四条滚子链坡道。配置的不同之处在于，所有机 器人轨道都连接到每排的转运平台的两端。在坡道上爬升或下降的机器人 可从任何一排进入坡道，并可在任何其它一排处驶出坡道，在下降时，需 要在入口处进行换向操控(除了最上一排之外)，在爬升时，需要在出口处进 行换向操控(除了最下一排之外)。上行转运坡道可配有充电轨，以便机器人 在爬升时可对其超级电容充电。

[0241] 现在参考图39A，其中示出了具有坡道1050的车辆的侧视图。还参考 图39B至图39E，其中示出了具有坡道1050的车辆的轴测图。图39A示出 了坡道1052和轨道1054的侧视立面图。机器人车辆1056可在任何一层处 进入坡道1052，并可在任何一层处驶出坡道1052。图39A仅示出了进入最 下一层和驶出最上一层的情况。图39B示出了机器人车辆1056正在爬“坡 道”1052。在爬升模式中，它们的轮子“缩入”，以允许他们在“外水平轨 道”之间升高。他们的链轮“伸出”，以接合线性地固定在“坡道”中的 “被动滚子链”。图39C示出了在坡道1052上爬升的机器人车辆1056的放 大图。“外水平轨道”1054中的“中断点”1058允许“链轮轴”1060通 过。在此实现了一种完全被动的轨道和坡道系统，在结构中没有开关或运动部件。图39D示出了处于“非坡道区”的机器人车辆1056。在“非坡道 区”中，机器人车辆1056在行驶时其轮子和链轮“缩入”在“内水平轨 道”上，以使机器人车辆1056尽可能窄，以减少存储占地面积。当机器人 车辆1056通过“斜坡区”而不爬升时，它将其轮子“伸出”以骑跨在横跨 机器人车辆1056的宽度的“外水平轨道”上，并且轮子处于“缩入”状 态。图39E示出了机器人车辆1056刚刚在最上一层处从坡道驶出的情况。 机器人车辆1060正在向邻近“内水平轨道”的被动存储位置输送“周转 箱”。还参考图40A至40D，其中示出了具有与坡道接合的链轮1080的轮 子的侧面示意图。在此，反向轴承1082与反向轴承轨1084接合，而链条 1086由链轮1088接合。图40A和40B示出了初始接合情况，其中，可以 设置橡胶背衬以实现链条啮合并限制接合磨损。图40C和40D还示出了坡 道的进一步走向。

[0242] BTS-主动坡道替代方案

[0243] 主动坡道也使用四个滚子链式坡道轨道，这些坡道轨道由链轮接合在 机器人上。图38A至图38D示出了具有坡道1020的车辆的侧视图、端视 图和俯视图。在此，车辆1022在坡道1024上爬升或下降。该图示出了被 动坡道配置的一种替代方案。在这种情况下，坡道包括开关1026，开关 1026可由机器人致动，或者利用位于坡道上的电机致动。电机由本地机器 人或中央材料控制系统(MCS)操控。在此，坡道轨道是主动的而不是被动 的：在每个

坡道入口和出口处,存在能够将多段中的任何一段切换到位以 控制当链轮与这些段接合时车辆将采取的路径。与被动轨道设计相比,这 种坡道设计简化并降低了机器人的成本,但增加了坡道的复杂性和成本;虽然被动轨道实施方式对于典型应用是优选的,但是对于几乎不需要什么 存储能力但是需要高吞吐量的应用,主动轨道可能是优选的。

[0244] T-Bot

[0245] T-Bot是具有大致矩形的底盘和主体面板的车辆机器人。例如,图 25A、25B和25C分别示出了示例性车辆或周转箱机器人"T-Bot"660的 侧视图、俯视图和端视图。T-Bot可具有机载控制计算机系统,包括用于与 CCS通信的无线LAN(802.11x)接口。T-bot可根据需要具有用于位置、导 航、有效载荷转移等用途的传感器。图33示出了车辆驱动机构或周转箱转 移机构900的局部侧视图。T-bot可具有周转箱转移机构900,借助于该机 构,机器人在工作站或输入/输出接口处在其有效载荷隔仓和TSS中的周转 箱放置位置之间移动P-Tote或O-Tote。作为周转箱滑动的替代方案,机器 人车辆可配有允许抬起周转箱的组件。在此,图33示出了使用一个驱动电 机伸出和升高/降低的伸缩式周转箱的侧视立面图。滑动平台使用锚固在前 一个平台上的环形带或缆索伸出。第一个移动平台随带有椭圆形轮廓的平 行轴承的链式传动机构运动,以进行升高或降低,使平台完全向左或向右 伸出。参考图34A和34B,其中示出了示例性车辆930的轴测图,其中周 转箱转移机构900处于伸出状态。图34A示出了用作具有可升高或不可升 高的线性滑动延伸轨道的P-Bot或者O-Bot的机器人车辆。类似地,图34B 示出了用作P-Bot或O-Bot的机器人车辆的仰视图。机器人车辆的后侧底 部的脚轮允许在平台上行驶,例如当机器人车辆不在货架系统中或坡道上 时。在此,机器人通过将转移机构伸出到机器人的任何一侧(非常灵巧)、与 目标周转箱接合、然后通过回缩方式拉回周转箱来装载周转箱。此外,机 器人通过将该机构(已经与周转箱接合)伸出到任何一侧以将周转箱放置在目 标位置、释放周转箱,然后缩回该机构来卸载周转箱。机器人能够使周转 箱滑过支撑表面,或者在缩回/伸出之前抬起周转箱,这样在周转箱下就不 需要支撑表面了。参考图31A和图31B,其中分别示出了车辆840的侧视 图和端视图。参考图31C和图31D,其中示出了车辆840的轴测图。图 31A示出了机器人车辆840的侧视图,其中示出了轮子842、链轮844和周 转箱846。在左上部分能够看到用于储能的电子装置和超级电容848。使用 带有所示的挡板850的传动带848将周转箱846推入/拉入存储位置。

[0246] 现在参考图32,其中示出了车辆驱动机构870的轮子/链轮组件的局部 轴测图。在此,实心链轮轴872容纳在中空轮轴874内,该中空轮轴874 容纳有中空驱动轴876。所述轴是键接的,并通过IGUS聚合物衬套分开, 以允许轴向移动。驱动轴876由法兰轴承878支承,并由所示的齿形带轮 880驱动。链轮和轮轴的端部由独立地伸出或缩回的推力轴承支承。可通过 联动装置、带有复位弹簧的缆索或气动致动装置来驱动所述伸出和缩回运 动。每个机器人车辆具有四个致动轮组件,每个组件具有外部圆柱状运行 轮,该外部圆柱状运行轮安装到中空驱动轴上,该中空驱动轴可滑动地安 装到致动装置上。在致动时,轴和轮可在两个轮位置(缩回位置和伸出位置) 之间伸缩。现在参考图30A至30D,其中示出了示例性车辆810的轴测 图。这些附图示出了机器人的车轮和链轮的四种状态:图34A示出了轮子缩入、链轮缩入的状态,图34B示出了轮子伸出、链轮缩入的状态。如下 文中关于坡道的说明内容所述,所有四个状态都是必须的。在通过坡道区 而不爬升时,状态是轮子"伸出"以接合"外水平轨道"。当进入"上行坡 道"时,在接近"坡道区"时的状态为轮子"伸出"状态,

一旦第一个轮 子通过,第一坡道链轮就“伸出”,一旦车辆开始爬升,轮子就“缩入”, 使机器人车辆置于“外水平轨道”之间。在爬坡或下坡时,状态是轮子 “缩入”、链轮“伸出”。当从“上行坡道”出来且刚刚爬到轨道上方即将 出来时,状态是轮子“伸出”,从坡道向下回退到“外水平轨道”上,向上 回退“水平轨道”上,链轮“缩入”以继续前进。当进入“下行坡道”时,在接近坡道区时的状态是轮子处于“伸出”状态,一旦第一个轮子通 过第一坡道,链轮就“伸出”。当机器人车辆向上回退到“外水平轨道”上 并向后爬坡时,轮子“缩入”,并且机器人车辆沿着坡道向下行进。当从 “下行坡道”出来并且机器人车辆接近水平状态即将出来时,轮子“伸 出”以落在“外水平跑道”上。一旦处于轨道上,链轮就“缩入”。一旦从 “坡道区”出来,轮子就“缩入”。还参考图29A至图29C,其中示出了车 辆驱动装置780的一种示例性替代实施方式,该车辆驱动机构780具有与 同心轴相对的平行轴。驱动机构780具有驱动电机,该驱动电机带有编码 器和断开器782、带有链轮和轴承784的第一从动轴、以及带有链轮和轴承 786的第二从动轴。

[0247] 直接放置工作站实施方式A

[0248] 现在参考图20A和20B,其中分别示出了示例性工作站480的立面图 和平面图。直接放置工作站480是一种“拣选员到周转箱”的多订单工作 站设计,其中被同时填充的多个O-Tote 482在容纳架486上保持静止,并 且拣选员484移动到目标周转箱进行放置。

[0249] 这种实施方式可能比下述的工作站实施方式B简单,但是它需要拣选 员进行更多的移动,这可能导致较低的吞吐量。

[0250] 工作站子系统具有周转箱容纳架486。在拣选员484的每一侧,在紧挨 拣选员的位置布置有一个周转箱容纳架,O-Bot 488从后部靠近该周转箱容 纳架。空O-Tote被O-Bot放置在容纳架上,并容纳在那里直到填满,然后 被O-Bot移走。所示的P-Bot倾斜-固定装置490是位于拣选员484的前面 的轨道式固定装置。在此,P-Bot 492从一侧依次驶入固定装置490,在拣 选员的位置停止以从机载P-Tote卸下指定数量的单品,然后从另一侧驶出 固定装置并离开工作站。固定装置将机器人朝拣选员484倾斜大约30°, 以便拣选员484更容易接近机载P-Tote 494,并从其中取出单品。倾斜-固 定装置以及可能的通向固定装置的排队通道都配有充电轨,以便机器人在 每次到达工作站时对超级电容充电。所示的机器视觉子系统(“MVS”)496 直接安装在机器人倾斜-固定装置的上方,在该处布置有摄像机组件(包括必 要的照明)俯视处于拣选位置的P-Tote,并且在单品容纳架的上方布置有摄 像机组件俯视货架上的O-Tote。摄像机连接至视觉计算机,该视觉计算机 被编程为跟随拣选员的手的移动,并在拣选/放置事务处理之前和之后分析 目标周转箱的内容物,以验证拣选的准确性。在此,拣选员可以戴手套, 以便完成此过程。所示的与每个摄像机组件共同安装的目标照明装置是光 源,例如是能够瞄准摄像机的视野内的任何周转箱内的任何位置的激光源 或聚光灯,其用途是照亮待拣选的目标SKU的位置和放置拣选的单品的目 标O-Tote内的目标位置,以协助操作员精确地执行拣选/放置。工作站控制 计算机能够从所示的拣选员界面接收信息,并通过该拣选员界面向拣选员 提供信息:1)显示屏498显示需要从目标P-Tote中拣选的单品的剩余数 量,该数量随着每个拣选/放置循环递减;2)由拣选员佩戴的头戴式耳机 500包括耳机扬声器,拣选员能够通过该耳机扬声器接收合成的语音输入 (并且可选地收听背景音乐),头戴式耳机500还包括麦克风,拣选员能够通 过该麦克风利用计算机的语音识别能力向计算机提供输入。工作站控制计 算机(“WCC”)管理与工作

站处的单品拣选相关的所有过程和活动。该计 算机可以是作为CSS的一部分运行的“逻辑”计算机，也可以是专用于控 制一个或多个工作站并通过网络(有线或无线)与CSS进行通信的独立物理 计算机。WCC与拣选员、机器视觉子系统、目标照明装置接口，并且当P- Bot在WCC的控制下操作时，WCC还与P-Bot接口；当P-Bot到达工作站 队列的入口时，CCS将该机器人的控制权交给WCC。

[0251] 从P-Bot处于倾斜-固定装置中和O-Tote处于容纳架上开始，工作站流 程可能包含以下步骤，这些步骤重复循环，直到在工作站处不再有待完成 的订单。WCC激活两个目标照明装置来照亮拣选和放置位置。MVS捕获P-Tote和目标O-Tote的“过程前”图像。WCC在屏幕上显示当前订单的待 拣选单品的剩余数量以及显示目标O-Tote的图形，并通过头戴式耳机合成 这些信息的语音输入。MVS利用俯视P-Tote的摄像机跟踪拣选员的手在拣 选过程中的运动，并验证拣选员是否正在拣选正确的SKU；当手携带拣选 的单品离开拣选区时：MVS捕获P-Tote的“过程后”图像，并通过与“过 程前”图像进行比较来验证至少一个单品是否已经被从P-Tote中取走； WCC递减屏幕上的待拣选单品数量的显示数值；如果拣选的单品是当前 SKU处理的最后一个，那么WCS命令P-Bot驶离倾斜-固定装置，下一个 P-Bot行驶到倾斜-固定装置上，所有其它P-Bots在拣选队列中前进一个机 器人位置；这样，在拣选员放入O-Tote时，对P-Bot进行索引，从而拣选 员不必等待P-Bot的到来。MVS利用俯视目标O-Tote的摄像机跟踪拣选员 的手在放置过程中的运动，并验证拣选员是否放置到正确的O-Tote中的正 确位置；当空着手离开放置区域时，MVS捕获P-Tote的“过程后”图像， 并通过与“过程前”图像进行比较来验证至少一个单品是否已被放入O- Tote中。

[0252] 直接放置工作站实施方式B

[0253] 现在参考图21A和21B，其中分别示出了示例性“周转箱到拣选员” 多订单工作站510的平面图和立面图。在所示的“周转箱到拣选员”多订 单工作站510中，拣选员512保持静止，并且O-Tote 514按与到达的P- Tote 516的顺序相符的顺序被呈现给拣选员，使得在放置位置始终只有一个 目标O-Tote。与实施方式A相比，这种设计具有移动O-Tote的机构，但是 对拣选员来说所需的运动量显著减少，并且能实现更高的拣选员吞吐量。

[0254] 工作站子系统具有周转箱搬运子系统(“THS”)518，该周转箱搬运子 系统将O-Tote按顺序移动到放置位置，以接收来自P-Tote的拣选单品，该 周转箱搬运子系统包括分段式输送机520、竖直再排序器522、以及两个横 移机构524。在附图中示出了两部分段式辊子输送机-“放置车道”526 和“返回通道”528。放置通道紧挨拣选机，由四段组成，可以将周转箱朝 拣选员移动，并移过拣选员。“输入段”是O-Bot放置空O-Tote的位置， 每个新Tote都容纳在该段上，直到被前移到“就绪段”。“就绪段”容纳在 “放置段”上向当前O-Tote中放置单品的所有放置工作完成后待接收单品 的下一个O-Tote。“放置段”容纳拣选员放置拣选单品的目标O-Tote，“移 走段”将O-Tote从“放置段”移走；然后，每个周转箱立即被横移机构1 推到输送机的返回通道上。返回通道相对于拣选员位于放置通道的相对 侧，由三个逻辑段组成，这些逻辑段向与放置通道相反的方向输送O-Tote。“返回段”是包括两个物理输送机段的逻辑段，它将O-Tote朝再排序器段 移动，然后移动到再排序器段上；第一段经由周转箱推送机构1从放置通 道接受O-Tote，第二段作为再排序段的缓冲段。“再排序段”是返回通道中 的一个逻辑位置，它在不同的时间被竖直再排序器中的物理段之一占用。“输出段”从再排序段接收输出的满载O-Tote，并容纳该O-Tote，等待由 O-Bot拿取。竖直再

排序器是一组件,它包括电动框架,在该电动框架上安 装有多个物理输送机段子组件;它竖直移动,使其物理输送机段之中的任 何一个能够与返回输送机通道对正,并作为再排序器段。在所示的横移机 构中,有在两个输送机通道之间转移O-Tote(例如通过推送)的两个机构。横 移机构1将周转箱从放置通道的取走段移动到返回通道的返回段。横移机 构2将周转箱从返回通道的再排序段移到放置通道的就绪段上。所示的P- Bot倾斜-固定装置530是位于拣选员的前面的轨道式固定装置。P-Bot 532 从一侧依次驶入固定装置,在拣选员的位置停止以从机载P-Tote卸下指定 数量的单品,然后从另一侧驶出固定装置并离开工作站。固定装置将机器 人朝拣选员倾斜大约30°,以便拣选员更容易接近机载P-Tote,并从其中 取出单品。倾斜-固定装置以及通向固定装置的排队通道都配有充电轨,以 便机器人在每次到达工作站时对超级电容充电。机器视觉子系统 (“MVS”)534直接安装在机器人倾斜-固定装置的上方,在该处布置有摄 像机组件(包括必要的照明)俯视处于拣选位置的P-Tote 516,并且在放置段 的上方布置有摄像机组件俯视放置位置的目标O-Tote。所有摄像机都连接 至视觉计算机,该视觉计算机被编程为跟随拣选员的手的移动,并在拣选/ 放置事务处理之前和之后分析目标周转箱的内容物。与每个摄像机组件共 同安装的目标照明装置是光源,例如是能够瞄准摄像机的视野内的任何周 转箱内的任何位置的激光源或聚光灯,其用途是照亮待拣选的目标SKU的 位置和放置拣选的单品的目标O-Tote内的目标位置,以协助操作员精确地 执行拣选/放置。还提供有拣选员界面,工作站控制计算机能够从该拣选员 界面接收信息,并通过该拣选员界面向拣选员提供信息:1)显示屏536

[0255] 从P-Bot处于倾斜-固定装置中和O-Tote处于THS中(包括处于放置位 置的目标O-Tote)开始,工作站流程可能包含以下步骤,这些步骤重复循 环,直到在工作站处不再有待完成的订单。WCC激活两个目标照明装置以 照亮拣选和放置位置,MVS捕获P-Tote和目标O-Tote的“过程前”图 像。WCC在屏幕上显示当前订单的待拣选单品的剩余数量,并通过头戴式 耳机合成这些信息的语音输入。MVS利用俯视P-Tote的摄像机跟踪拣选员 的手在拣选过程中的运动,并验证拣选员是否正在拣选正确的SKU;当手 携带拣选的单品离开拣选区时:MVS捕获P-Tote的“过程后”图像,并通 过与“过程前”图像进行比较来验证至少一个单品是否已经被从P-Tote中 取走。WCC递减屏幕上的待拣选单品数量的显示数值。如果这是当前SKU 处理的最后一次拣选,那么WCS命令P-Bot驶离倾斜-固定装置,下一个 P-Bot行驶到倾斜-固定装置上,所有其它P-Bots在拣选队列中前进一个机 器人位置;这样,在拣选员放入O-Tote时,对P-Bot进行索引,从而拣选 员不必等待P-Bot的到来。MVS利用俯视目标O-Tote的摄像机跟踪拣选员 的手在放置过程中的运动,并验证拣选员是否放置到目标O-Tote中的正确 位置;在空着手离开放置区域时:MVS捕获P-Tote的“过程后”图像,并 通过与“过程前”图像进行比较来验证至少一个单品是否已被放入O- Tote。如果这是当前目标O-Tote在这个循环中的最后一次放置(即下一次放 置是针对另一个不同的O-Tote),那么WCC使THS执行多周转箱、多步骤 移动程序。当前目标O-Tote被从放置段向前移动到取走段,同时就绪段上 的O-Tote被向前移动以代替放置段上的当前目标O-Tote。横移机构2将O- Tote从再排序器段移动到就绪段上,或者将输入段上的空O-Tote移动到就 绪段上。横移机构1将前一个目标O-Tote从取走段移动到返回段的接收部 分。返回段的缓冲部分上的O-Tote被向前移动到现在为空的再排序器段(如 果周转箱已经接收到其最后一个单品,那么它会被继续移动到输出段上, 在该输出段上等待由O-Bot拾取)。上一个目标O-Tote被从

返回段的接收部 分移动到该段的缓冲部分。竖直再排序器根据需要竖直移动,以将其输送机段之一置为再排序段,该段是待放置在就绪段上的下一个0-Tote所在的 段,或者,如果下一个就绪周转箱是来自于输入段的空0-Tote的话,则是 一个空段。

[0256] 现在参考图23A、23B和23C,其中分别示出了示例性工作站570、570'和570"的示意性轴测图。图23A示出了一种示例性直接放置工作站, 其中操作员572从其前面的产品机器人574向与其相邻的订单周转箱576 转移产品。一旦产品被放入,订单周转箱就会被订单机器人存取。另一种 方案是操作员将产品直接放入处于订单机器人上的订单周转箱。需要将产 品机器人与订单周转箱/订单机器人匹配,因为工作站需要同步调度。图 23B示出了操作员572以及待移入产品的单品机器人578。这种间接放置工 作站允许产品机器人和单品机器人在异步操作中连续流转。单品机器人前 往订单周转箱的位置并存放产品。单品机器人能够利用它们的隔室进行三 次或更多次订单周转箱交货。作为单品机器人的替代方案,操作员可以将 产品放入单品无人机中,该单品无人机将产品交付到订单周转箱。最后, 每个单品无人机可以自动从获取的产品周转箱中拣选,并将产品直接运输 到订单周转箱。图23C示出了混合式的直接和间接放置工作站。在此,机 器人车辆支持根据需要灵活配置和操作工作站。在前文中示出了光束580 位于操作员572的上方以指示拣选和放置位置。此外,在工作站的上方可 布置配有机器视觉软件的高分辨率摄像机,以确保操作员的所有转移操作 都是正确的。

[0257] 现在参考图24A,其中示出了示例性自动化工作站600的示意性轴测 图。还参考图24B,其中示出了示例性自动化工作站630的示意性轴测 图。作为一种替代实施方式,人工工作站可以替换为"自动化产品机器人 到订单周转箱"(直接放置)工作站或"产品机器人到单品机器人"(间接放 置)工作站。图24A示出了用于保证速度和可靠性的双台架系统602。每个 台架具有多个夹持装置,例如真空、关节式夹持装置,并且这种夹持装置 适合于对各种产品进行单品拣选。可替代地,可针对单品类型配置工作 站。图24B示出了可用作所示的台架的替代方案的6轴多关节机器人 632。

[0258] 输入/输出"I/O"接口

[0259] 输入/输出接口是进入系统的周转箱(满载P-Tote和空0-Tote)的入口点 和从系统输出的周转箱(空P-Tote和满载0-Tote)的出口点。T-Bot在输入/输 出接口与系统内的起始或目的地位置之间运输所有周转箱。在一个方面, 这个子系统也是具有多个双向带式输送机支路的子系统。每条支路连接到 一条单向输入/输出输送机线路,该输送机线路将系统连接到其所属设施的 其余部分;到来的周转箱在这条输送机线路上流入,输出的周转箱在同一 部输送机上沿相同的流向流出。每条输送机支路还包括两个带式输送机物 理段:容纳到来的周转箱的入站段,其位于离输入/输出输送机线路最远(最 接近输入/输出接口的转运平台)的位置;以及出站段,其在输出的周转箱被 移动到输入/输出输送机线路上之前暂时容纳这些周转箱。在附图中示出了 多个机器人支路,其中,T-Bot在执行周转箱转换处理时占用该支路。每条 机器人支路都是使用一对机器人轨道构建的,就像在坡道模块中使用轨道 的一样。机器人支路的数量比输送机支路的数量少一个,机器人支路位于相邻的输送机支路之间,所以在每条机器人支路的每一侧有一条输送机支 路可由T-Bot访问,而另一条输送机支路(除了外侧的两条之外)可从两条机 器人支路访问。

[0260] 周转箱流经输入/输出接口的过程可能包括以下步骤。每个到来的周转 箱被从输

入/输出输送机线路转移到空输送机支路，最开始时到达紧邻输送 机线路的出站段，然后立即转移到入站段，在那里等待由T-Bot拣选。每个 到达输入/输出接口的T-Bot(带有一个输出的周转箱)进入与输送机支路相邻 的一条空机器人支路，在入站段上已经有一个到来的目标周转箱在等待。T-Bot首先到该机器人支路的远端，经过等待的入站周转箱，并将携带的输 出周转箱卸载到输送机支路的出站段上。然后，T-Bot立即向相反的方向移 动，与到来的目标周转箱对正，将其转移到自身上，离开机器人支路，并 将周转箱运输到目的地位置(典型情况下是TSS中的存储位置，但有时是拣 选工作站)。被T-Bot放置在输送机支路的出站段上的输出周转箱会被尽快 转移到输入/输出输送机线路上，并从系统运走。

[0261] 间接放置系统

[0262] 采用间接放置系统时，单品不是从产品周转箱转移到O-Tote中，而是 转移到机器人中，该机器人称为“单品机器人”(“E-Bot”)；E-Bot随后被 T-Bot运输到订单装载结构(“OLS”)，在那里将拣选的单品转移到目标O- Tote中。以这种方式将拣选与放置分开的根本益处是消除工作站的任务专 一性，也就是说，可在任何工作站对任何订单进行拣选。其中一个结果 是，与直接放置系统相比，P-Bot访问工作站的争用要少得多，因为机器人 可以采取“最小阻力路径”，例如到最近的工作站和/或拣选队列中P-Bot数 量最少的工作站。但是，一个更重要的优点在于，通过将分配给给定的O- Tote的多份订单分配给多个T-Bot以在多个工作站并行完成，能够大大减 少订单完成延迟。这样，系统就可以在短短数分钟内完成一个大批量订 单。与直接放置方案相比，这种实施方式的主要缺点是需要更多的基本投 资，并且装填密度不会太高，如果订单必须通过卡车运送给客户，那么这 会增加运输成本。

[0263] 该系统包括与如上所述的直接放置实施方式相同的要素/子系统以及两 个附加的要素/子系统：“E-Bot”、“便携”机器人，每个机器人都有与O- Tote相同的外部尺寸轮廓，从而可以像O-Tote一样在拣选工作站接收拣选 的单品，在由T-Bot输送期间容纳这些单品，并将拣选的单品转移到目标 O-Tote；E-bot需要依靠T-bot和输送机进行移动。携带E-Bot的T-Bot被称 为“ET-Bot”。

[0264] 间接放置系统组件

[0265] P-Tote、O-Tote和TSS可以与上述的直接放置系统的相同。

[0266] 订单装载结构(“OLS”)

[0267] “订单装载结构”是一种容纳由E-Bot填充的O-Tote且有助于E-Bot 将单品转移到这些O-Tote中的货架结构；在该优选实施方式中，OLS是 TSS的特殊部分。完全由CCS直接或间接控制的操作过程如下。P-Tote向 拣选工作站的流动可与上述的直接放置系统的相同。O-Tote向/从OLS的流 动和发运给客户的流程如下。由于OLS仅用于装载O-Tote而不用于它们的 中间存储，因此OLS被永久地保持为填充有O-Tote的状态，所述O-Tote 可以是空的、等待被填充、或正在被填充的过程中，但故意留空以用于周 转箱交换的周转箱位置除外。满载的O-Tote在收到所有计划的单品后一般 会被立即移走。CSS使O-Bot向OLS填充O-Tote至最大计划容量，从而初 始化OLS，同时留下足够数量的空周转箱位置，确保始终有一个空周转箱 位置合理地靠近任何满载的目标O-Tote，在该处，在移走所述满载O-Tote 时，O-Bot可在同一行程中放置空O-Tote。O-Tote在货架上按相隔一层的 方式放置，从而在每个周转箱的正上方有可由E-Bot在向O-Tote内转移单 品时占用的空间。OLS中的任何空O-

Tote都可以被分配来接收任何指定一 组订单,因此每当需要激活一个新O-Tote时,CCS通常总是选择最不繁忙 的装载通道上的O-Tote,以求平均地分散工作量。一旦完成了一个活跃O- Tote的填充,就会分配一个O-Bot从OLS移走O-Tote,并将其运送到输入/ 输出接口以立即交付给客户,或运入TSS进行中间存储。在即将到达目标 O-Tote的位置之前,O-Bot通常从输入/输出接口或从TSS获取空O-Tote并 将其放入OLS中,从而有效地用等待激活的空O-Tote替换满载O-Tote。如 果移除的O-Tote要进入TSS存储,那么后续向客户发运该O-Tote的过程 与上述的直接放置系统的相同。如果移除的O-Tote要送至输入/输出接口以便立即从系统中排出并交付给客户,那么用于输出的机器人支路要根据由 同一个T-Bot搬运的下一个入站周转箱确定。对于在工作站处的拣选,P- Bot将P-Tote呈现给人类或机器人拣选员,所述人类或机器人拣选员从每 个P-Tote中取出一个或多个单品,并将其放入指定的E-Tote(在下文中更详 细地说明)。对于在OLS处的放置,T-Bot在工作站处拾取容纳有单品的E- Bot,并前往OLS,从而E-Bot可以将单品转移到一个或多个O-Tote中。对 于每次这样的转移:a.ET-Bot进入与目标O-Tote相邻的通道(可能位于Tote 的任何一端),并到达O-Tote层上方的一个装载层。ET-Bot移动到目标O- Tote正上方的位置并对正,使E-Bot在下方的目标O-Tote上居中;b.T-Bot 使E-Bot伸出到货架上,使容纳待转移的单品的单品取放机构位于目标O- Tote的正上方;c.E-Bot然后使单品取放机构将容纳单品转移到目标O-Tote 中。根据单品取放机构的具体实施方式,这种操作可能是不加控制地使单 品落下,或者是使单品轻柔、受控地落下;以及d.在完成转移后,ET-Bot 将E-Bot缩回到自身上,并行进到下一个目标O-Tote,或返回到工作站接 收更多单品。拣选存货补货和P-Tote再循环的方式与上述的直接放置系统 的类似。

[0268] OLS可以是完全独立的结构,但是也可在TSS中提供专用的特定通道 作为OLS,以免需要额外的转运平台。OLS过道可以与普通存储过道的构 造相同,只不过它们的长度可以短得多,并且货架通常不是很深,优选在 相邻过道之间仅容纳一个周转箱,而不像普通周转箱存储TSS那样容纳至 少两个周转箱。这种区别的原因是使ET-Bot能够接近目标O-Tote的两侧, 而不只是接近一侧(两个最外面的货架模块上的Tote除外),这能显著减少潜在的阻塞延迟。术语“装载层”指机器人可以在该处操作的每个离散高 度,而不是“存储层”。O-Bot将O-Tote放置在OLS中的相隔层上,例如 在奇数装载层上(从下到上编号),ET-Bot在更高的相隔层上操作,例如在 偶数装载层上。

[0269] BTS和T-Bot可以与上述的直接放置系统的相同。

[0270] E-Bot、单品取放机构和单品机械手

[0271] 现在参考图26A、26B和26C,其中分别示出了示例性单品机器人“E- Bot”模块690的端视图、侧视图和俯视图。还参考图27A、27B和27C, 其中分别示出了带有E-Bot模块690的示例性车辆720的侧视图、俯视图 和端视图。E-Bot可以是自主转移机构,其物理尺寸与O-Tote相同,它接 收单品,在由T-Bot运输的过程容纳这些单品,然后将这些单品转移到目标 O-Totes中。E-bot可具有结构框架,该结构框架的宽度和长度与O-Tote的 相同,其高度使得机器人的总高度是可在给定系统内操作的最大值。可提 供控制微型计算机来控制机器人的操作,该控制微型计算机具有无线网络 接口,可利用该接口与CCS通信。可提供为机器人的操作提供动力的可充 电电池。在不使用E-Bot时,可以将其存储在OLS的一部分中,该部分提 供为电池充电的电力。可以提供传感器阵列,以执行其所需功能。可提供 多个单

品取放机构693,每个单品取放机构接收并容纳单品,并在机器人的 控制微型计算机的控制下将单品转移至O-Tote。放入给定单品取放机构的 所有单品可以是相同的产品,并与单个订单相关联;但是如果需要,可以 使用多个单品取放机构来处理单个多单位订单。在此说明单品取放机构的 两种实施方式。

[0272] 固定宽度的单品取放机构

[0273] 现在请参照图35A、图35B、图36A和图36B,其中示出了配有固定 宽度的单品取放机构963的示例性机器人车辆960的轴测图。图35A示出 了用作单品机器人的机器人车辆的平面图。该机器人车辆已经获得单品模 块962,从而转变为单品机器人。该单品模块962具有三个隔室,所述隔室 具有可开闭的底部料斗门,从而能够将“单品”置于订单周转箱964中。图35B示出了单品机器人以及下方的订单周转箱964的侧视图。所示的料 斗门被打开,以允许将产品从单品模块962置于订单周转箱964中。图 36A示出了订单周转箱964上方的单品模块962的另一个视图。图36B示 出了单品模块962,其中从上方能够看到料斗门。与料斗门相反的是,可以 使用可伸缩的织物材料将产品降到订单周转箱中,如下所述。固定宽度的 单品取放机构由多个隔室组成,隔室的宽度不能按照放入其中的单品来改 变。每个单品隔室的地板可通过一个致动装置打开,以便让容纳的单品从 底部落下并进入目标O-Tote,与飞机上的炸弹舱门类似。这种实施方式在 机械上很简单,适合于具有以下特点的应用:物品尺寸的范围足够有限, 从而所有单品能够适应单品取放机构的固定宽度,并且被搬运的产品足够 不易碎,从而单品在从大于O-Tote的高度的最大高度处落下时不会损坏落 下的单品或者O-Tote内的被撞击单品。

[0274] 宽度可调的单品取放机构

[0275] 现在参考图26-28,宽度可调的单品取放机构由多个柔性承载装置692 组成,每个柔性承载装置692与一对机械手组合,能够适应单品尺寸的宽 度变化,并且能够轻柔地转移单品,几乎不会发生坠落。承载装置692在 形式上与悬挂的文件夹类似。它由柔性材料的矩形折叠板构成,其宽度小 于O-Tote的宽度,所述折叠板在一端附接至刚性吊杆上。单品吊杆实际上 由两个可分离的段组成:吊架段694,其宽度是E-Bot的全宽,并且其提供 承载装置的悬挂件;以及手柄段696,其可附接至吊架段并可从吊架段分 离。手柄段永久地附接至折叠板,与折叠板的宽度相同。承载装置的接收 和携带功能是通过将两根吊杆放在一起并将两端放置到E-Bot框架的相对 侧上来实现的。柔性折叠板然后折叠,形成一个袋子,单品可放入该袋子 中,以同样的方式可将材料放入抽屉内的悬挂文件夹中。

[0276] 单品机械手

[0277] 单品机械手698包括用于线性运动的装置,通过该装置,机械手可在 悬挂承载装置的上方沿E-Bot的长度来回移动。在附图中示出了用于夹持 和搬运吊杆的手柄段的装置。用于旋转运动的装置(例如电动滚轮),通过缆 线附接到搬运装置上,机械手可通过该装置升降承载装置。两个机械手在 控制微型计算机的控制下协同动作,通过执行如图28A-28F所示的以下步 骤来调节单品承载装置的开口的宽度:a)单品机械手将自身定位在承载装置 的吊杆之一的上方,并夹住手柄段,而不将其从悬挂段分离;b)一个或两 个机械手沿着E-Bot的长度线性移动,从而移动一个或两个吊杆,通过彼 此靠近来减小承载装置开口的尺寸,并通过彼此远离来增大该开口的尺 寸。在控制微型计算机的控制下,这两个机械手协同动作,通过执行以下 步骤将单品从承载装置转移到O-Tote上:a)单品机械手将自身

定位在承载 装置的吊杆之一的上方,并夹住手柄段,并将其从悬挂段分离;b)两个机 械手朝彼此移动足够的距离,从而产生距吊架段的间隙;c)两个机械手都激 活旋转运动装置,将承载装置降到周转箱中,直到承载装置的底部刚好位 于周转箱下面的最高物体的上方;d)然后一个机械手逆转旋转方向,同时 另一个机械手继续沿相同方向旋转,并且机械手朝彼此慢速移动。这导致 折叠板的一端向上缩回,而另一端继续向下移动,并且容纳在夹中的单品 会沿着折叠板的材料滑动,并可翻转入位;e)机械手最终聚到一起,折叠板 变成完全竖直,并且在某一时刻,所包含的单品会从承载装置中掉出并落 入O-Tote中;f)在该时刻,搬运承载装置的下端的机械手和现在变空的承 载装置会一直缩回到机械手的位置。

[0278] 间接放置工作站

[0279] 现在参考图22A和22B,其中分别示出了示例性工作站540的立面图 和平面图。每种工作站实施方式都是可用的,例如直接放置工作站A或 B,当然,周转箱到拣选员的版本B能够提供更高的拣选员吞吐量,并能 够利用因其“在任何工作站处理任何订单”的能力而实现的更高的P-Bot 吞吐量。采用其中任何一种实施方式时,工作站的基本操作基本上与上述 的直接放置实施方式的相同,除了与以下事实相关的差异:E-Bot不与任何 特定的客户订单相联系,直到将单品被放入承载装置中以完成特定订单。向E-Bot和承载装置分配订单基本上可以是任意的,因此在典型情况下拣 选的单品会被按顺序放入承载装置中,即,E-Bot 542会使其承载装置544 中的每一个依次由每个到来的P-Bot填充,直到所有承载装置满载,并且 E-Bot已准备好546由T-Bot拾取并运输到OLS。在每个P-Bot到达工作站之前,目标E-Bot将已经被CSS指示将每个承载装置的开口根据待放入该 承载装置的单品的尺寸设置为一定宽度。在间接放置模型下,工作站实施 方式B的竖直再排序器在拣选操作期间可以是基本上不活跃的。在到达工 作站后,空E-Bot被放置在放置输送机线路的输入段上,并且只是在该线 路上前进,直到所有的承载装置已经在放置段处被填满,此时,它被转移 至返回输送机线路,并直接通过再排序器段到达输出段,在那里等待由T- Bot拾取。

[0280] 输入/输出接口可以与上述的直接放置系统的相同。

[0281] 系统拓扑结构

[0282] 有多种系统拓扑结构变化形式可用于给定系统,这主要取决于峰值吞 吐量要求。从最简单到最复杂的变化形式来说,这些变化形式包括:

[0283] 单端、双向流动

[0284] 工作站和机器人转运结构仅位于TSS的一端。由于T-Bot只在一端进 出过道,因此在过道内的行进按照定义来说是双向的。由于工作站层的入 口点和出口点是潜在的瓶颈,因此过道数量和工作站层的数量是决定系统 吞吐量的因素。即,系统中的过道越多、工作站层越多,系统的吞吐量就 越大。这种拓扑结构适合于具有低吞吐量到中吞吐量要求的应用。

[0285] 双端、双向流动

[0286] 工作站和机器人转运结构位于TSS的两端,在过道内双向行进。通过 将过道入口/出口点的数量和工作站层的数量加倍(假定它们在每侧是相等 的),这种拓扑结构适合于具有高吞吐量要求的应用。它还具有提高机器人 生产力的潜力,因为通常可通过向最靠近目标SKU位置的机器人分配优先 权来优化行程时间。在处理量随着时间的推移而增长的应

用中,这种配置 提供了一种自然的扩展途径。

[0287] 双端、单向流动

[0288] 在需要极高吞吐量的应用中,这种拓扑结构通过使所有机器人沿相同 方向行进来优化机器人流量。机器人总是从TSS的一端进入过道,跑完过 道的全长,并在过道的另一端出来,这产生一种循环流动模式,这种循环 流动模式支持极高吞吐率。而且,在过道的出口端,T-Bot向转运平台上的 移动可以同步,从而机器人在过道出口处暂时停顿,直到它们中的一组同 时移动到转运平台上,这产生流向位于TSS一侧的工作站的机器人流。机 器人的行驶距离必须比以前的拓扑结构的长,因为每个行程的距离至少是 过道长度的两倍,但是这种流动模式避免了在极高吞吐量情况下双向行驶 时可能发生的大规模拥塞和死锁。

[0289] 在本文中所用的术语“包括”应解释为包含性的,而不是排他性的。在本文所用的术语“示例性”、“示例”和“说明性”旨在表示“用作示 例,实例或说明”,并且不应被解释为指示或不指示相对于其它构造优选或 有利的构造。在本文所用的术语“大约”和“近似”旨在涵盖可能存在于 主观或客观数值的范围的上限和下限之内的变化,例如性质、参数、规格 和尺寸的变化。在一个非限制性实例中,术语“大约”和“近似”是指在 正负10%范围之内。在一个非限制性示例中,术语“大约”和“近似”意 味着足够接近到被相关领域的技术人员视为包括在内。在本文所用的术语 “基本上”是指本领域技术人员所理解的动作、特性、性质、状态、结 构、项目或结果的完全或接近完全的范围或程度。例如,“基本上”圆形的 物体指物体在数学上可确定的极限内完全是圆形的,或者是被本领域技术 人员所公认或理解为几乎是圆形的。在某些情况下,偏离绝对完全性的具 体允许程度可能取决于具体情况。但是,一般而言,这种接近完全性的程 度能够确保实现或获得与绝对和精确完全性相同的总体效果。当被用于否 定的含义时,术语“基本上”的使用同样适用于指如本领域技术人员所理 解的完全或接近完全地缺少动作、特性、性质、状态、结构、项目或结 果。

[0290] 此外,在本文所用的术语“水平”和“竖直”与如本领域技术人员所 理解的和在下文中一般性地示出和阐述的常规定义相一致。例如,在物理 学、工程学和建筑学领域中,被称为竖直的方向通常是铅锤响应于重力而 悬垂的方向。或者,可以使用利用气泡的浮力及其竖直向上移动倾向的水 平仪,使气泡在水平仪的两条线之间居中,由此来测试水平度。换言之, 根据平坦地球近似的公知概念,地球在概念上是具有与表面成直角的重力 场的很大的(近乎无限的)平坦表面。在这样的框架内,地球表面被认为是水 平的,任何大致平行于地球表面的线或平面也被认为是水平的。竖直方向 被认为是沿着垂直于水平面的线或平面的方向。这样,沿水平方向(水平地) 移动实际上等同于在地球的表面上移动,例如前进、后退、向左、向右 等,而沿竖直方向(竖直地)移动实际上等同于向上移动(远离地面)或向下移 动(朝向或进入地面)。如果上述解释的具体措词产生任何歧义,那么可以预 期,这种歧义可以按照与水平和竖直术语的常规解释一致的方式来解释和 澄清。

[0291] 基于上文的说明,本发明的各种修改和替代实施方式对于本领域技术 人员是显而易见的。因此,该说明应仅视为说明性的,并且仅是为了教导 本领域技术人员实施本发明的最佳方式的目的。在不脱离本发明的精神的 前提下,结构的细节可以显著地变化,并且保留在所附权利要求的范围内 的所有修改的专门用途。在本说明书中,实施方式是以能够清晰且简洁地 撰写说明书的方式说明的,但是应理解,在不脱离本发明的前提下,这些实施方式能够以各种方式组合或分拆。本发明仅受所附权利要求和适用的 法律法规所要

求的范围的限制。

[0292] 还应理解,所附权利要求涵盖本文中所述的本发明的所有一般和特定 的特征,并且从语言修辞上讲,本发明的范围的所有陈述都可称为在权利 要求的范围之内。

[0293] 要求保护如下内容:

[0294] 1.一种移动机器人,包括:

[0295] 一个或多个水平驱动机构,其沿着至少两个水平维度在至少一个方向 上推动移动机器人;和

[0296] 一个或多个竖向驱动机构,其沿着至少一个竖向维度在至少一个方向 上推动移动机器人;

[0297] 其中所述一个或多个水平驱动机构配置为与多层存储结构的水平轨道 接合,并且所述一个或多个竖向驱动机构配置为与多层存储结构的倾斜或 竖直轨道接合;并且

[0298] 其中所述移动机器人配置为沿着多层存储结构的各层水平地推进其自 身,并且在保持水平姿态的同时使用多层存储结构的倾斜或竖直轨道将其 自身从多层存储结构的一层向另一层竖直地推进。

[0299] 2.如权利要求1所述的移动机器人,还包括驱动轴,所述一个或多个 水平驱动机构和一个或多个竖向驱动机构联接至所述驱动轴。

[0300] 3.如权利要求2所述的移动机器人,其中,所述驱动轴是可伸缩的, 以有选择性地使所述一个或多个水平驱动机构和所述一个或多个竖向驱动 机构与水平朝向的所需轨道或者倾斜或竖直朝向的所需轨道接合或脱开。

[0301] 4.如权利要求2所述的移动机器人,其中,所述驱动轴是可伸缩的, 以有选择性地使所述一个或多个水平驱动机构和所述一个或多个竖向驱动 机构与水平朝向的所需轨道或者与倾斜朝向或竖直朝向的所需轨道接合或 脱开,因而移动机器人能够选择水平朝向的所需轨道或倾斜或竖直朝向的 所需轨道,而不需要主动轨道开关。

[0302] 5.如权利要求1所述的移动机器人,其中,所述一个或多个水平驱动 机构包括一个或多个轮子。

[0303] 6.如权利要求1所述的移动机器人,其中,所述一个或多个竖向驱动 机构包括一个或多个齿轮。

[0304] 7.如权利要求1所述的移动机器人,还包括布置在移动机器人的底盘 上的容器转移机构。

[0305] 8.如权利要求1所述的移动机器人,其中,所述移动机器人配置为与 集中控制系统进行通信,并从集中控制系统接收控制命令。

[0306] 9.如权利要求1所述的移动机器人,其中,移动机器人包括机载控制 计算机系统,该机载控制计算机系统包括无线通信接口。

[0307] 10.如权利要求1所述的移动机器人,其中,移动机器人包括一个或多 个传感器,该传感器配置为指示位置、导航或有效载荷转移。

[0308] 11.如权利要求1所述的移动机器人,其中,移动机器人包括宽度可调 的单品取放机构,该单品取放机构包括多个柔性承载装置。

[0309] 12.如权利要求1所述的移动机器人,包括实现在水平轨道和竖直轨道 的交会处在水平轨道和倾斜或竖直轨道之间转运的装置,该装置有选择性 地驱动和定位所述一个

或多个水平驱动机构和/或所述一个或多个竖向驱动 机构以接合或脱开所需的水平轨道或所需的竖直轨道,从而实现上述转 运。

[0310] 13.一种自动化存取系统,包括:

[0311] 多层存储结构,其包括由过道分隔的多个货架模块,每个货架模块包 括配置为在单个过道内的多个存储层处存储物体的一组水平支架和与每个 存储层相关联的一组水平轨道、以及布置在多层存储结构的层之间并连接 这些层的至少一组倾斜或竖直轨道;和

[0312] 至少一个移动机器人,其包括:

[0313] 一个或多个水平驱动机构,其沿着至少一个水平维度在至少一个方向 上推动所述至少一个移动机器人;和

[0314] 一个或多个竖向驱动机构,其沿着至少一个竖向维度在至少一个方向 上推动所述至少一个移动机器人;

[0315] 其中所述一个或多个水平驱动机构与多层存储结构的所述一组水平轨 道接合,并且所述一个或多个竖向驱动机构与多层存储结构的倾斜或竖直 轨道接合;以及

[0316] 其中所述至少一个移动机器人沿着多层存储结构的过道水平地推进其 自身,并且使用多层存储结构的倾斜或竖直轨道将其自身从多层存储结构 的一层向另一层竖直地推进。

[0317] 14.如权利要求13所述的自动化存取系统,其中,所述至少一组倾斜 或竖直轨道还包括可移动段,该可移动段可从非接合位置移动到接合位 置,从而有选择性地接合所述至少一个移动机器人的一个或多个竖向驱动 机构。

[0318] 15.如权利要求13所述的自动化存取系统,其中,所述至少一组倾斜 或竖直轨道是被动的,并且所述至少一个移动机器人通过将所述一个或多 个竖向驱动机构从非接合位置移动到接合位置来有选择性地接合所述至少 一组倾斜或竖直轨道。

[0319] 16.如权利要求15所述的自动化存取系统,

[0320] 其中所述一个或多个水平驱动机构包括可伸出的轮子,并且所述一个 或多个竖向驱动机构包括可伸出的齿轮;

[0321] 其中所述至少一组倾斜或竖直轨道布置为与所述一组水平轨道相邻;和

[0322] 其中所述至少一个移动机器人当在所述一组水平轨道上行进时使所述 一个或多个水平驱动机构的轮子伸出并且使所述一个或多个竖向驱动机构 的齿轮缩回,当在所述至少一组倾斜或竖直轨道上行进时使所述一个或多 个竖向驱动机构的齿轮伸出并且使所述一个或多个水平驱动机构的轮子缩 回。

[0323] 17.如权利要求13所述的自动化存取系统,还包括与至少一个过道邻 接的至少一个拣选站,其中,所述至少一个移动机器人中的至少一个将存 储的物体交付至位于所述至少一个拣选站处的拣选员。

[0324] 18.如权利要求13所述的自动化存取系统,还包括与至少两个过道邻 接的至少一个水平转运平台,所述至少一个水平转运平台使所述至少一个 移动机器人在所述至少两个过道与所述至少一个水平转运平台之间进出,以及水平地行进到也与所述至少一个转运平台邻接的任何其它位置。

[0325] 19.如权利要求18所述的自动化存取系统,其中,所述至少一组倾斜 或竖直轨道还包括可移动段,该可移动段可从非接合位置移动到接合位 置,从而有选择性地接合所述

至少一个移动机器人的一个或多个竖向驱动 机构。

[0326] 20.如权利要求18所述的自动化存取系统,其中,所述至少一组倾斜 或竖直轨道是被动的,并且所述至少一个移动机器人通过将所述一个或多 个竖向驱动机构从非接合位置移动到接合位置来有选择性地接合所述至少 一组倾斜或竖直轨道。

[0327] 21.如权利要求20所述的自动化存取系统,

[0328] 其中所述一个或多个水平驱动机构包括可伸出的轮子,并且所述一个 或多个竖向驱动机构包括可伸出的齿轮;

[0329] 其中所述至少一组倾斜或竖直轨道布置为与所述一组水平轨道相邻;和

[0330] 其中所述至少一个移动机器人当在所述一组水平轨道上行进时使所述 一个或多个水平驱动机构的轮子伸出并且使所述一个或多个竖向驱动机构 的齿轮缩回,当在所述至少一组倾斜或竖直轨道上行进时使所述一个或多 个竖向驱动机构的齿轮伸出并且使所述一个或多个水平驱动机构的轮子缩 回。

[0331] 22.如权利要求18所述的自动化存取系统,还包括与所述至少一个水 平转运平台邻接的至少一个工作站,其中,所述至少一个移动机器人中的 至少一个可以将至少一个存储的物体交付至所述至少一个工作站处的操作 员。

[0332] 23.如权利要求22所述的自动化存取系统,其中,所述至少一个存储 的物体包括物品容器,并且所述至少一个移动机器人将多个容器交付至所 述至少一个工作站,使操作员能够在容器之间转移物品。

[0333] 24.一种转移机构,包括:

[0334] 至少一个柔性承载装置,包括:

[0335] 支撑框架;

[0336] 与所述支撑框架可滑动地联接的第一水平支撑杆;

[0337] 与所述支撑框架可滑动地联接的第二水平支撑杆;

[0338] 在第一端处与所述第一水平支撑杆联接并在与所述第一端相对的第二 端处与所述第二水平支撑杆联接的柔性板;和

[0339] 与所述柔性板联接的手柄;和

[0340] 至少一个机械手,其包括:

[0341] 第一线性运动电机和第二线性运动电机,其沿着所述支撑框架线性地 推动所述第一水平支撑杆或所述第二水平支撑杆;

[0342] 适合于抓握所述手柄的抓钳装置;和

[0343] 电动承载装置,其通过缆线附接至所述手柄,并适合于使所述缆线伸 长或缩回,以升高或降低物体,从而使物体进出所述至少一个柔性承载装 置。

[0344] 25.如权利要求24所述的转移机构,其中,第一和第二线性运动电机 的操作用于沿着支撑框架滑动第一和第二水平支撑杆中的至少一个,以调 节所述至少一个柔性承载装置内可用于承载一个或多个物品的空间体积。

[0345] 26.一种自动化订单履行系统,包括:

[0346] 存储一个或多个周转箱的多层周转箱存储结构;

[0347] 一个或多个移动机器人,其配置为:

[0348] 拣选、运输和放置一个或多个周转箱;

[0349] 将其自身在多层周转箱存储结构的层上水平地推进;和

[0350] 使用一个或多个固定的倾斜或竖直轨道在多层周转箱存储结构内将其 自身竖直地从一层推进到另一层;

[0351] 一个或多个工作站,其配备有拣选员,该拣选员将一个或多个单品从 一个或多个移动机器人之一上的一个或多个周转箱中的一个运输到放置位 置;和

[0352] 输入/输出接口,在该输入/输出接口处将产品导入订单履行系统中,并 将完成的订单从订单履行系统中排出。

[0353] 27.如权利要求26所述的系统,其中,所述一个或多个移动机器人还 配置为在保持水平姿态的同时在订单履行系统中将其自身竖直地从一层推 进到另一层。

[0354] 28.如权利要求26所述的系统,其中,所述一个或多个工作站包括倾 斜位置,该倾斜位置支撑移动机器人。

[0355] 29.如权利要求28所述的系统,其中,所述倾斜位置支撑第一移动机 器人,其中拣选员将一个或多个单品从第一移动机器人转移至位于该倾斜 位置处的第二机器人。

[0356] 30.如权利要求26所述的系统,其中,所述一个或多个移动机器人包 括:

[0357] 框架底盘;

[0358] 联接至该框架底盘的周转箱转移机构;和

[0359] 联接至所述框架底盘的四个致动轮组件,这四个致动轮组件中的每一 个具有牵引轮和固定齿轮。

[0360] 31.如权利要求30所述的系统,其中,所述固定齿轮包括链轮,并且 所述一个或多个固定的倾斜或竖直轨道包括与所述链轮啮合的链条。

[0361] 32.如权利要求26所述的系统,其中,所述系统实现直接放置过程, 在该过程中,在单次操作中将单品从产品容器直接转移到订单容器之中, 所述产品容器例如由一个或多个移动机器人之一运送的一个或多个周转 箱,所述订单容器例如由一个或多个移动机器人之一运送的一个或多个周 转箱。

[0362] 33.如权利要求26所述的系统,其中,所述系统实现间接放置过程, 在该过程中,将拣选的单品放入由一个或多个移动机器人之一运送的一个 或多个周转箱中的第一周转箱,所述移动机器人运送拣选的单品,然后将 之放入订单容器,例如由一个或多个移动机器人之一运送的一个或多个周 转箱。

[0363] 34.如权利要求26所述的系统,其中,所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道分别包括反向轨道槽,该反向轨道槽与所述一个或多个移动机器 人上的轴承接合,以保持与所述竖直轨道的接合。

[0364] 35.如权利要求34所述的系统,还包括布置在每个入口/出口处的铰接 门开关,当所述一个或多个移动机器人进出所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道时,该铰接门开关使所述一个或多个移动机器人上的轴承进出所 述反向轨道槽,并且当所述一个或多个移动机器人不进出所述反向轨道槽 时,该铰接门开关防止所述一个或多个移动机器人上的轴承离开所述反向 轨道槽。

[0365] 36.如权利要求34所述的系统,其中,所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道还包括一对水平移动的机器人轨道,所述一对水平移动的机器人 轨道在所述一个或多个移动机器人进出所述反向轨道槽的每个高度处位于 相对的竖直轨道之间,所述一对水平移

动的机器人轨道连接至每层的移动 机器人横梁，并连接至每个转运平台。

[0366] 37.如权利要求36所述的系统，其中，在所述一个或多个固定的倾斜 或竖直轨道中的每一个处，在紧邻每个竖直轨道的一对水平移动的机器人 轨道中存在间隙，当移动机器人沿竖直方向升高或降低时，所述间隙的大 小、尺寸和构造能够使移动机器人的固定齿轮从所述间隙通过。

[0367] 38.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道还包括充电轨，该充电轨配置为在与所述一个或多个固定的倾斜 或竖直轨道接合时向所述一个或多个移动机器人充电。

[0368] 39.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道包括由所述一个或多个移动机器人致动的或通过设置在所述一个 或多个固定的倾斜或竖直轨道上的电机致动的开关。

[0369] 40.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个固定的倾斜或 竖直轨道包括由所述一个或多个移动机器人或中央控制系统控制的开关。

[0370] 41.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个移动机器人包 括机载控制计算机系统，该机载控制计算机系统包括无线通信接口。

[0371] 42.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个移动机器人包 括一个或多个传感器，该传感器配置为指示位置、导航或有效载荷转移。

[0372] 43.如权利要求26所述的系统，其中，所述一个或多个移动机器人包 括宽度可调的单品取放机构，该单品取放机构包括多个柔性承载装置。

[0373] 44.一种移动机器人，包括：

[0374] 框架底盘；

[0375] 联接至该框架底盘的转移机构；

[0376] 驱动轴；

[0377] 安装在所述驱动轴上的一个或多个固定齿轮；

[0378] 安装在所述驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮；

[0379] 其中所述一个或多个固定齿轮配置为与倾斜朝向的固定轨道接合，并 且所述一个或多个圆柱状驱动轮配置为沿水平朝向的固定轨道行进；和

[0380] 其中所述移动机器人配置为使用固定轨道操作，该固定轨道利用开关 将移动机器人在倾斜朝向的所需固定轨道和水平朝向的所需固定轨道之间 导引。

[0381] 45.一种移动机器人，包括：

[0382] 框架底盘；

[0383] 联接至该框架底盘的转移机构；

[0384] 驱动轴；

[0385] 固定安装在所述驱动轴上的一个或多个固定齿轮；

[0386] 安装在所述驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮；

[0387] 其中所述一个或多个固定齿轮配置为与倾斜朝向的固定轨道接合，并 且所述一个或多个圆柱状驱动轮配置为沿水平朝向的固定轨道行进；并且

[0388] 其中所述驱动轴是可伸缩的，以使所述一个或多个固定齿轮和所述一 个或多个圆柱状驱动轮与倾斜朝向的所需固定轨道或水平朝向的所需固定 轨道接合或脱开。

[0389] 46.一种移动机器人,包括:

[0390] 框架底盘;

[0391] 联接至该框架底盘的转移机构;

[0392] 驱动轴;

[0393] 安装在所述驱动轴上的一个或多个固定齿轮;

[0394] 安装在所述驱动轴上的一个或多个圆柱状驱动轮;

[0395] 其中所述一个或多个固定齿轮配置为与竖直朝向的固定轨道接合,并 且所述一个或多个圆柱状驱动轮配置为沿水平朝向的固定轨道行进;并且

[0396] 其中所述驱动轴是可伸缩的,以使得所述一个或多个固定齿轮和所述 一个或多个圆柱状驱动轮与竖直朝向的轨道或水平朝向的轨道接合或脱 开,使得移动机器人能够选择竖直朝向的所需固定轨道或水平朝向的所需 固定轨道,而不需要主动轨道开关。

[0397] 47.一种自动化订单履行系统,包括:

[0398] 用于存储一个或多个周转箱的多层周转箱存储结构;

[0399] 一个或多个移动机器人,其配置为:

[0400] 拣选、运输和放置一个或多个周转箱;

[0401] 在多层周转箱存储结构的层上水平地移动;以及

[0402] 使用一个或多个固定的倾斜或竖直轨道在多层周转箱存储结构内的各 层之间竖直地从一层移动到另一层;

[0403] 一个或多个工作站,其配备有拣选员,该拣选员将一个或多个单品从 一个或多个移动机器人之一上的一个或多个周转箱中的一个运输到放置位 置;和

[0404] 输入/输出接口,在该输入/输出接口处将产品导入订单履行系统中,并 将完成的订单从订单履行系统中排出。

[0405] 48.一种移动机器人,包括:

[0406] 一个或多个具有轮子的水平驱动机构,其沿着至少一个水平维度在至 少一个方向上推动移动机器人;和

[0407] 一个或多个具有轮子的竖向驱动机构,其沿着至少一个竖向维度在至 少一个方向上推动移动机器人;

[0408] 其中所述一个或多个水平驱动机构配置为与多层存储结构的水平轨道 接合,并且所述一个或多个竖向驱动机构配置为与多层存储结构的倾斜或 竖直轨道接合;并且

[0409] 其中所述一个或多个水平驱动机构的轮子和/或所述一个或多个竖向驱 动机构的轮子可以移动,使得机器人能够有选择性地与所述水平轨道接合 以及与所述倾斜或竖直轨道接合。

[0410] 49.如权利要求48所述的移动机器人,其中,所述一个或多个水平驱 动机构的轮子和所述一个或多个竖向驱动机构的轮子是同轴的。

[0411] 50.如权利要求48所述的移动机器人,其中,所述一个或多个水平驱 动机构的轮子和所述一个或多个竖向驱动机构的轮子处于分立的轴上。

[0412] 51.一种移动机器人,包括:

[0413] 水平驱动装置,其配置为在水平轨道上推进移动机器人;

[0414] 竖直驱动装置,其配置为在倾斜或竖直轨道上推进移动机器人;

[0415] 通过有选择性地驱动和定位所述水平驱动装置和/或所述竖直驱动装置 以与所需的水平轨道或所需的倾斜或竖直轨道接合或脱开从而支持在水平 轨道与倾斜或竖直轨道的交会处在水平轨道与倾斜或竖直轨道之间转移的 装置。

[0416] 52.一种订货自动售货机,包括:

[0417] 多层容器存储结构;

[0418] 可在多层容器存储结构内操作以存取容器的移动机器人,该移动机器 人直接接近所有容器存储位置;

[0419] 客户取货口;

[0420] 其中,所述移动机器人将容器放置在客户取货口处,以供客户拿取。

[0421] 53.如权利要求52所述的订货自动售货机,其中,所述取货口构造为 使得客户在客户取货口处仅能触及容器的一部分。

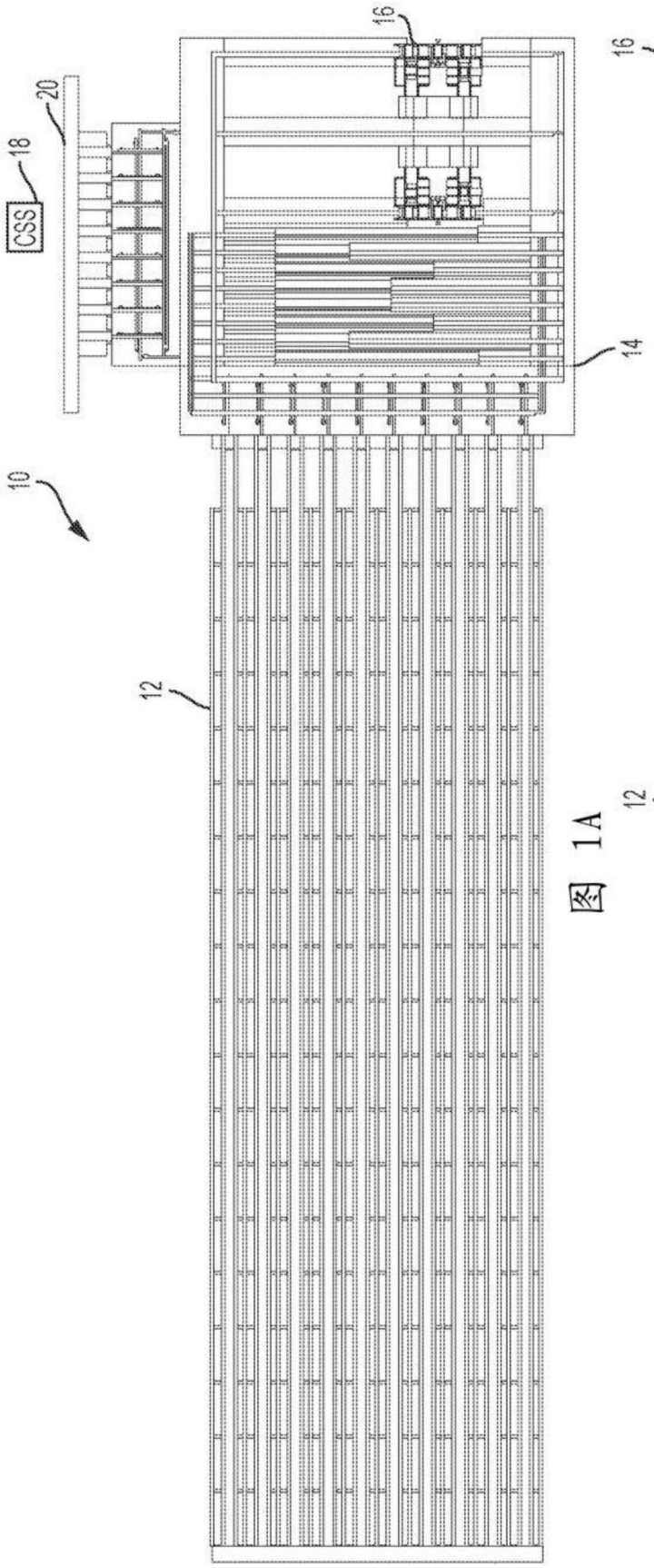


图 1A

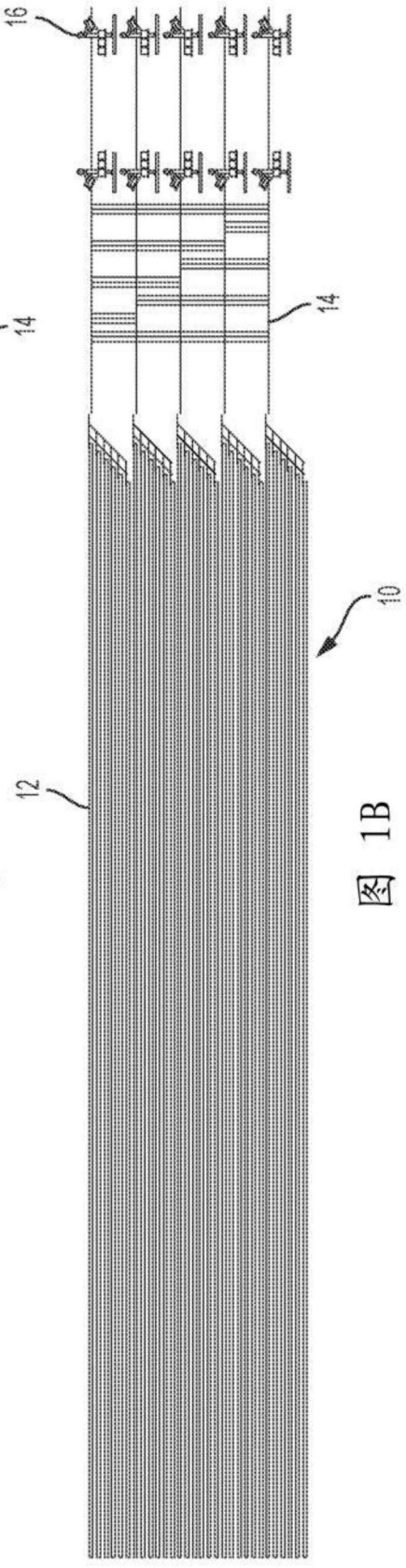


图 1B

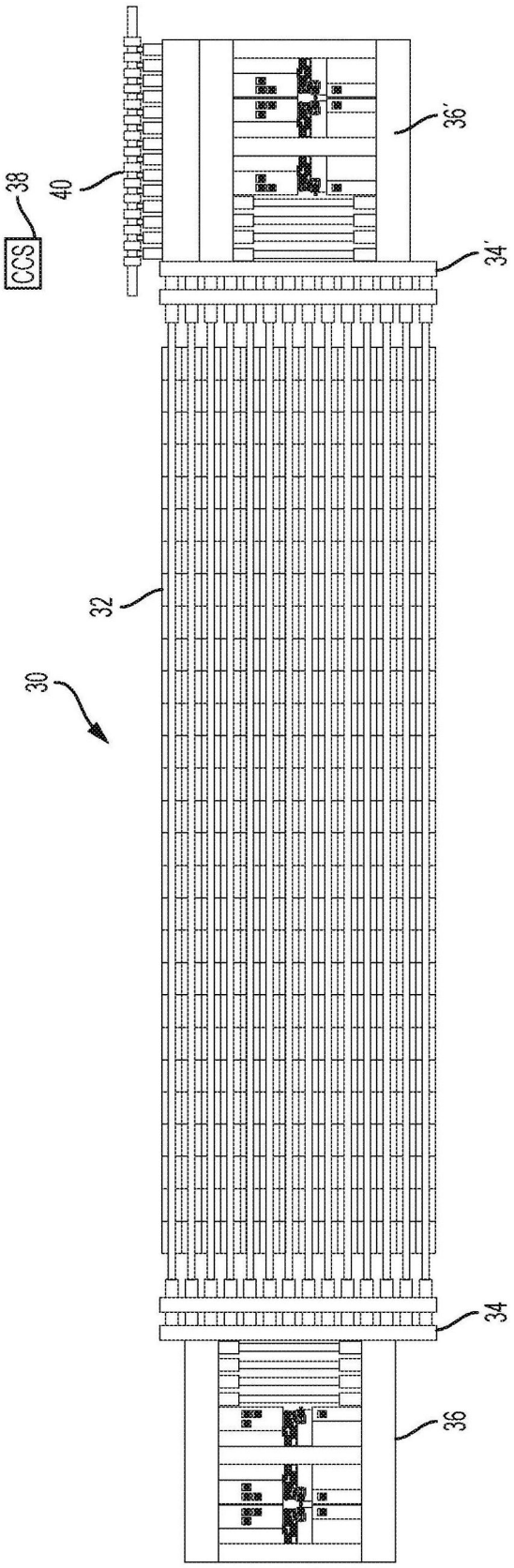


图2

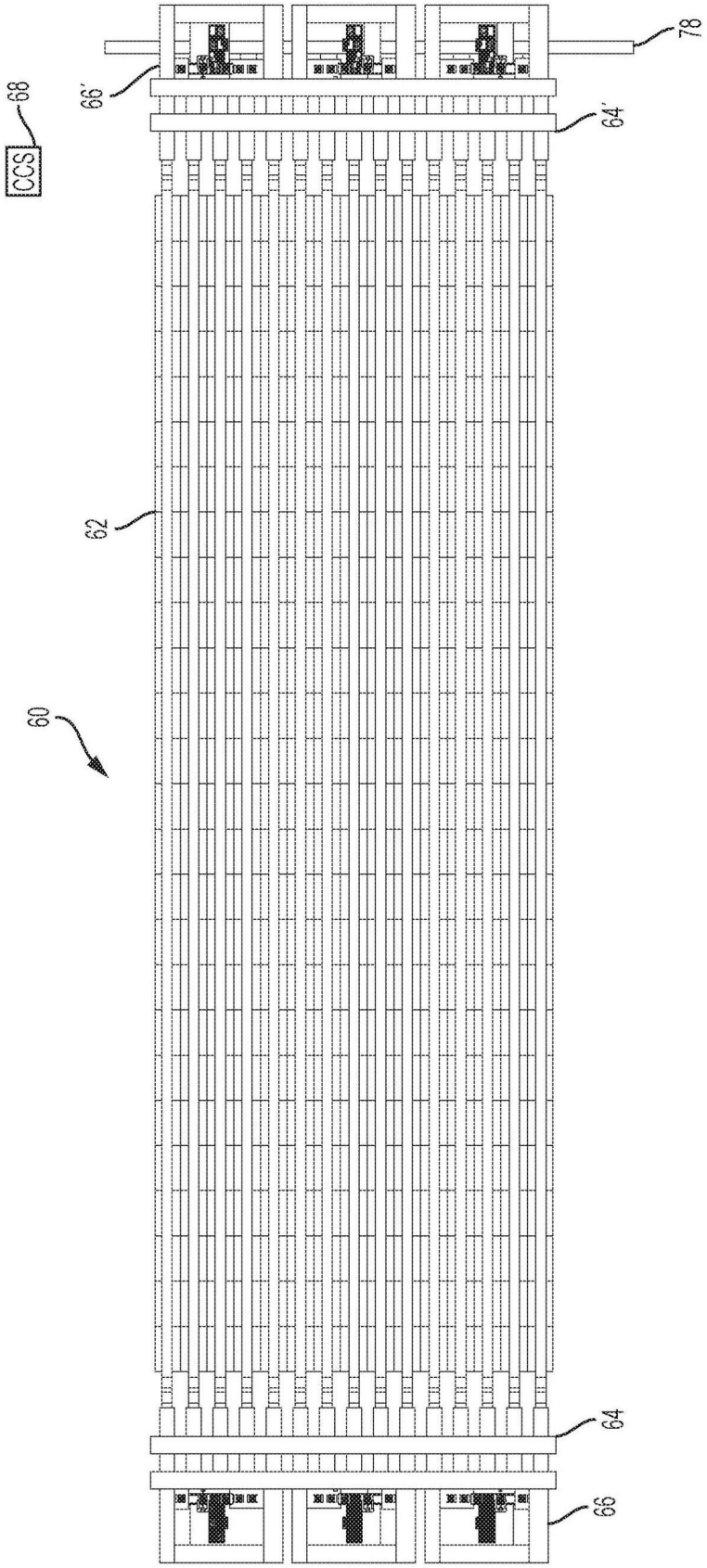


图3

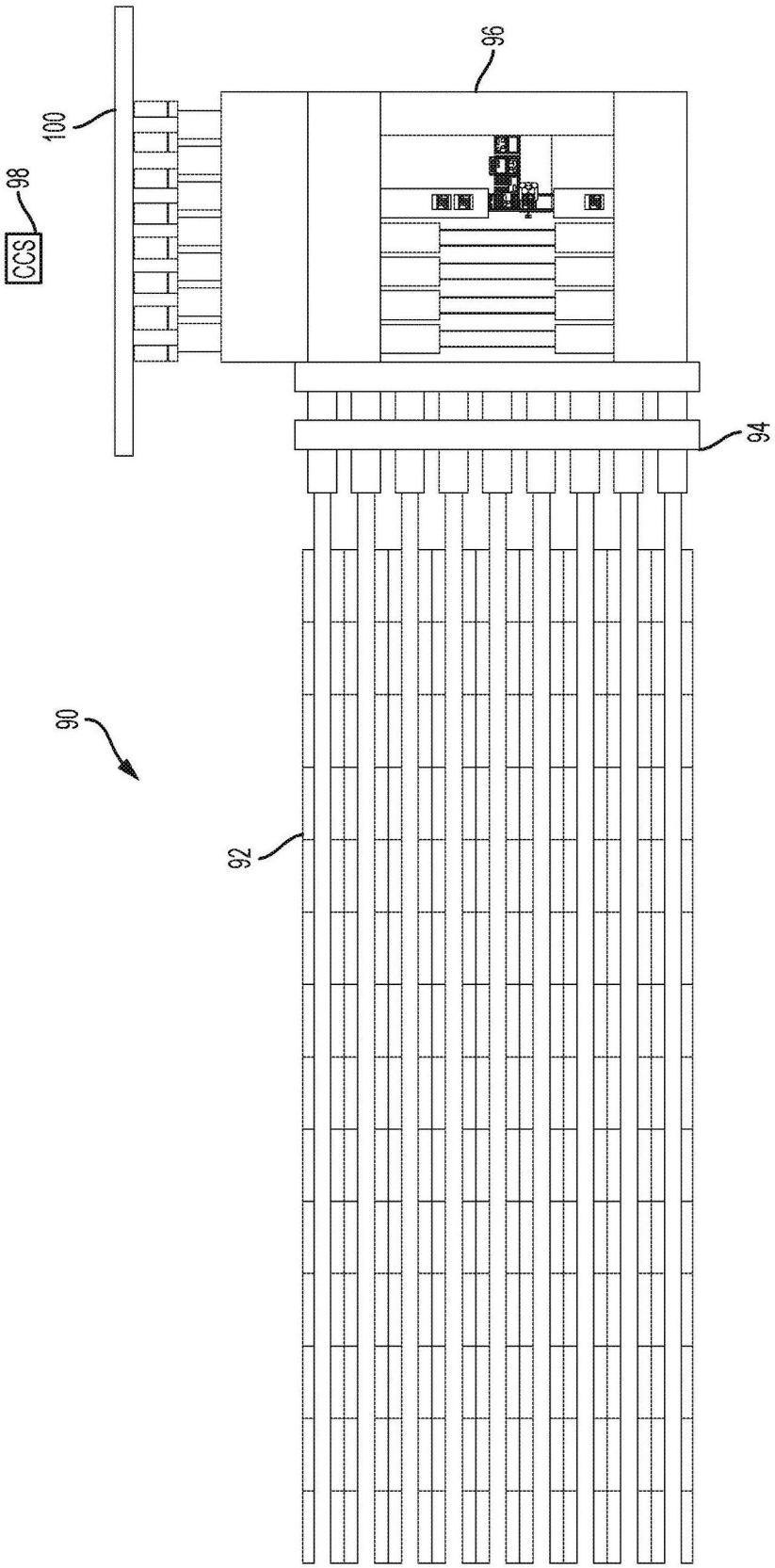


图4

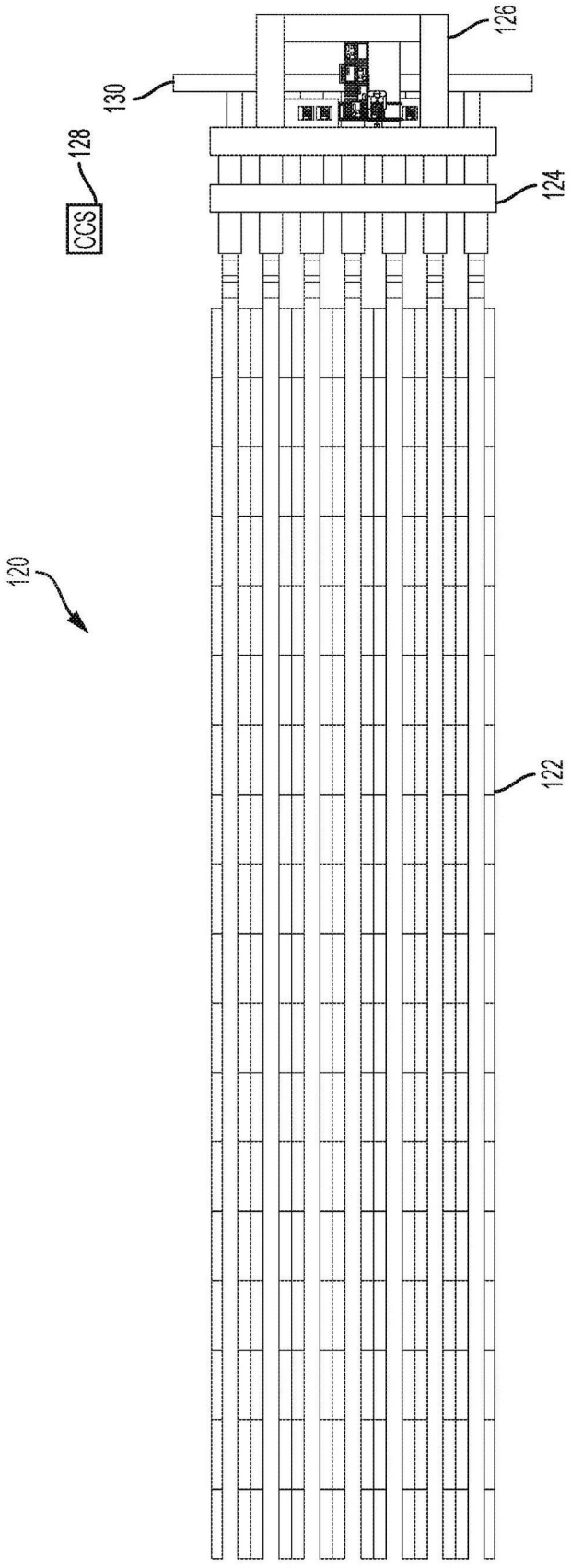


图5

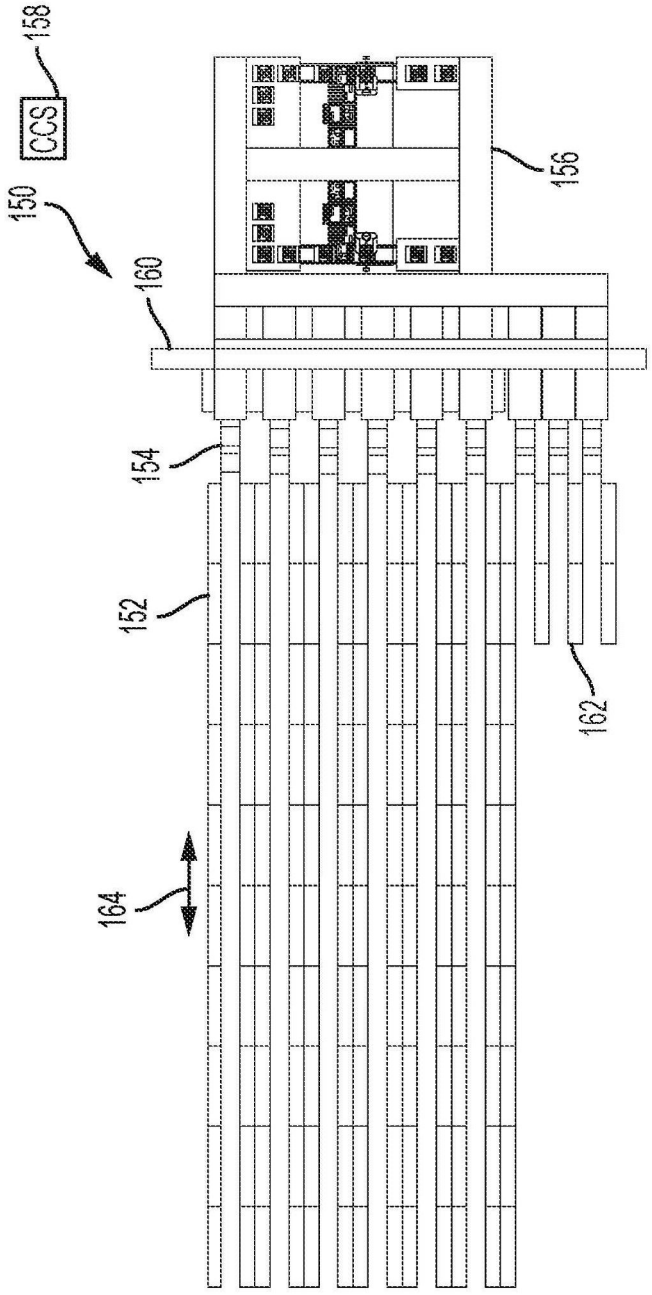


图6A

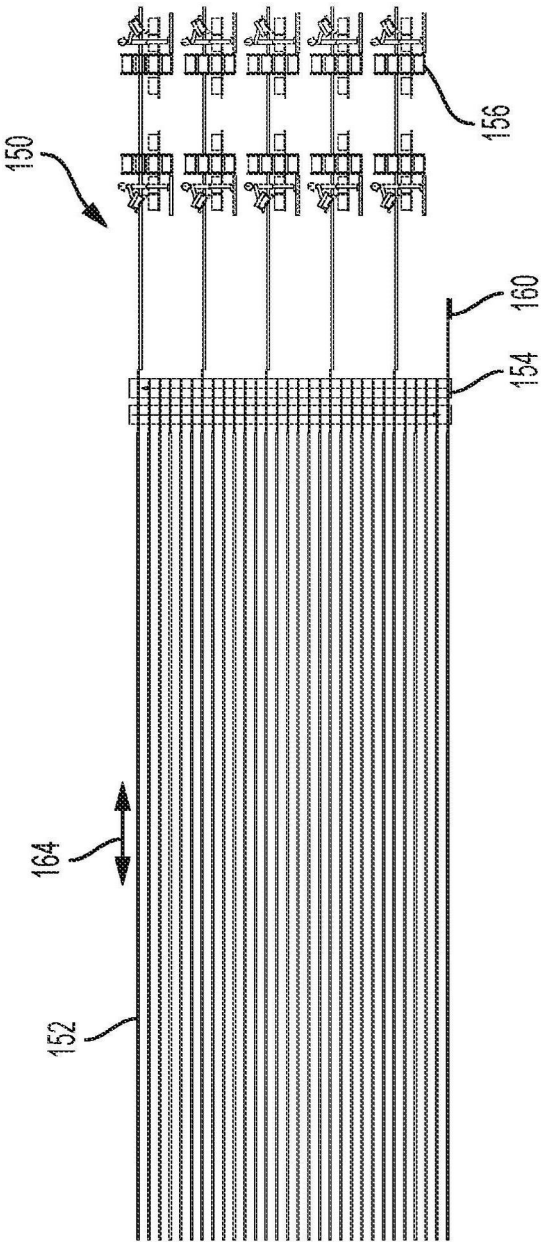


图6B

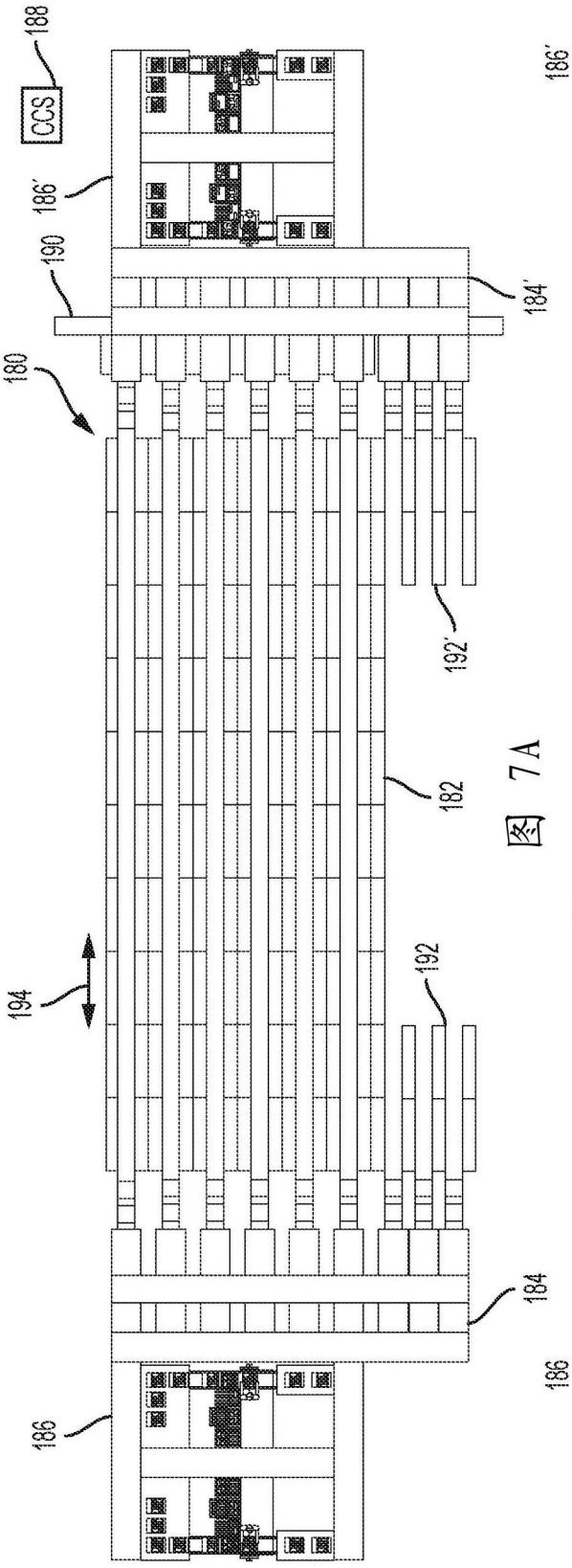

188
CCS
186'
190
184'
180
192'
182
194
192
184
186

图 7A

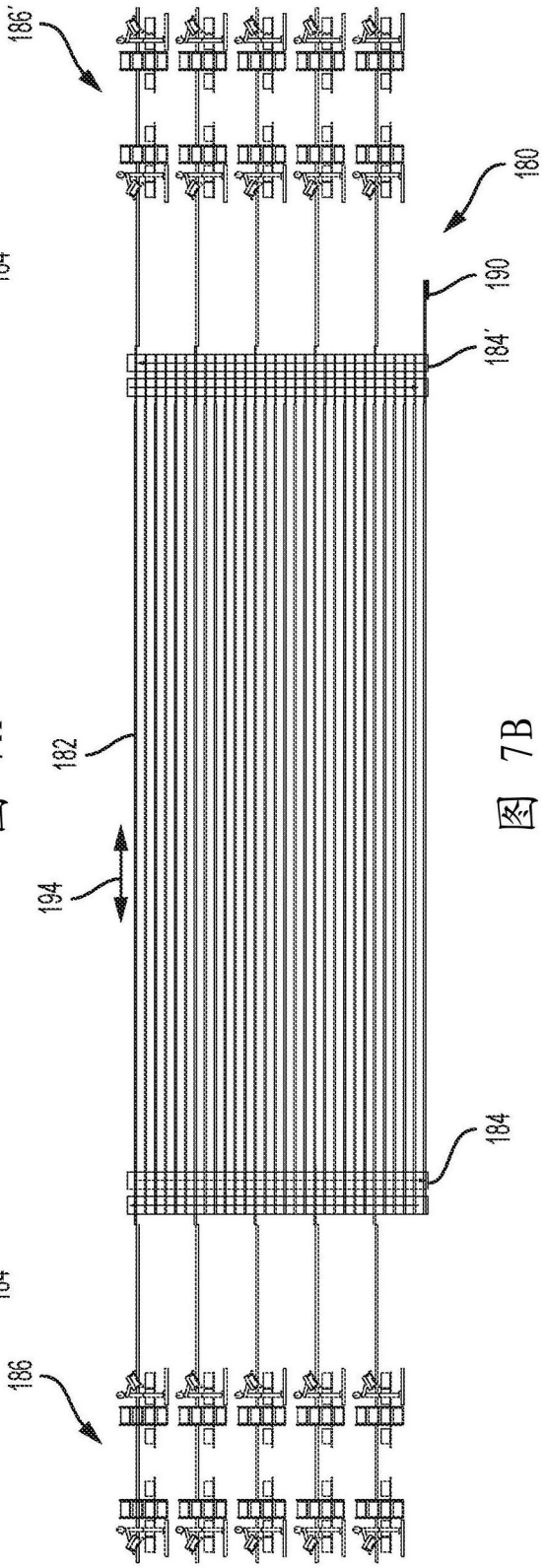

186'
180
190
184'
182
194
184
186

图 7B

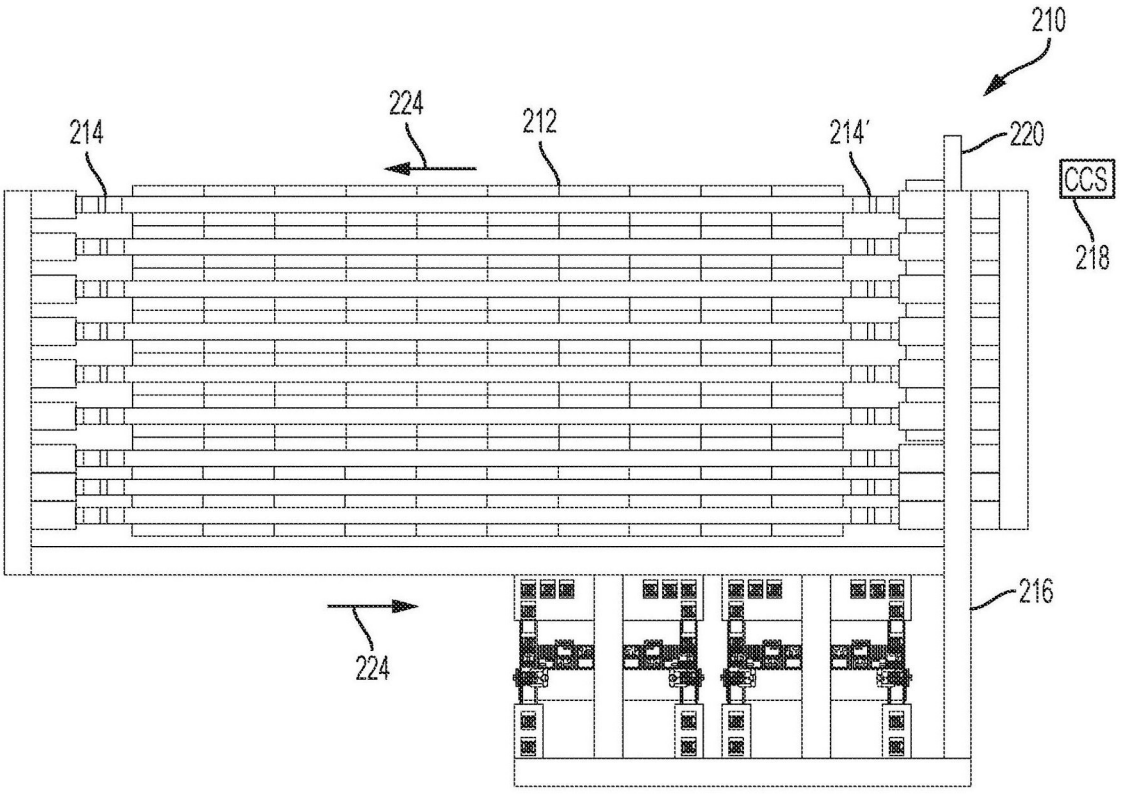


图8A

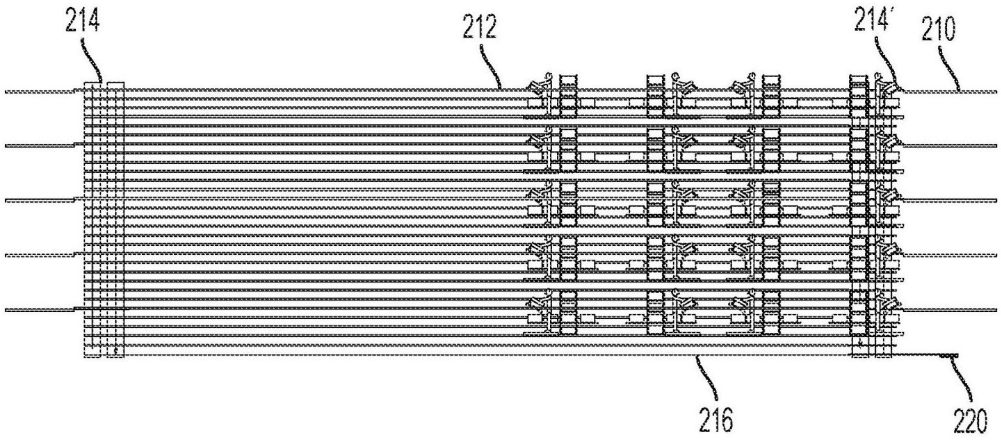


图8B

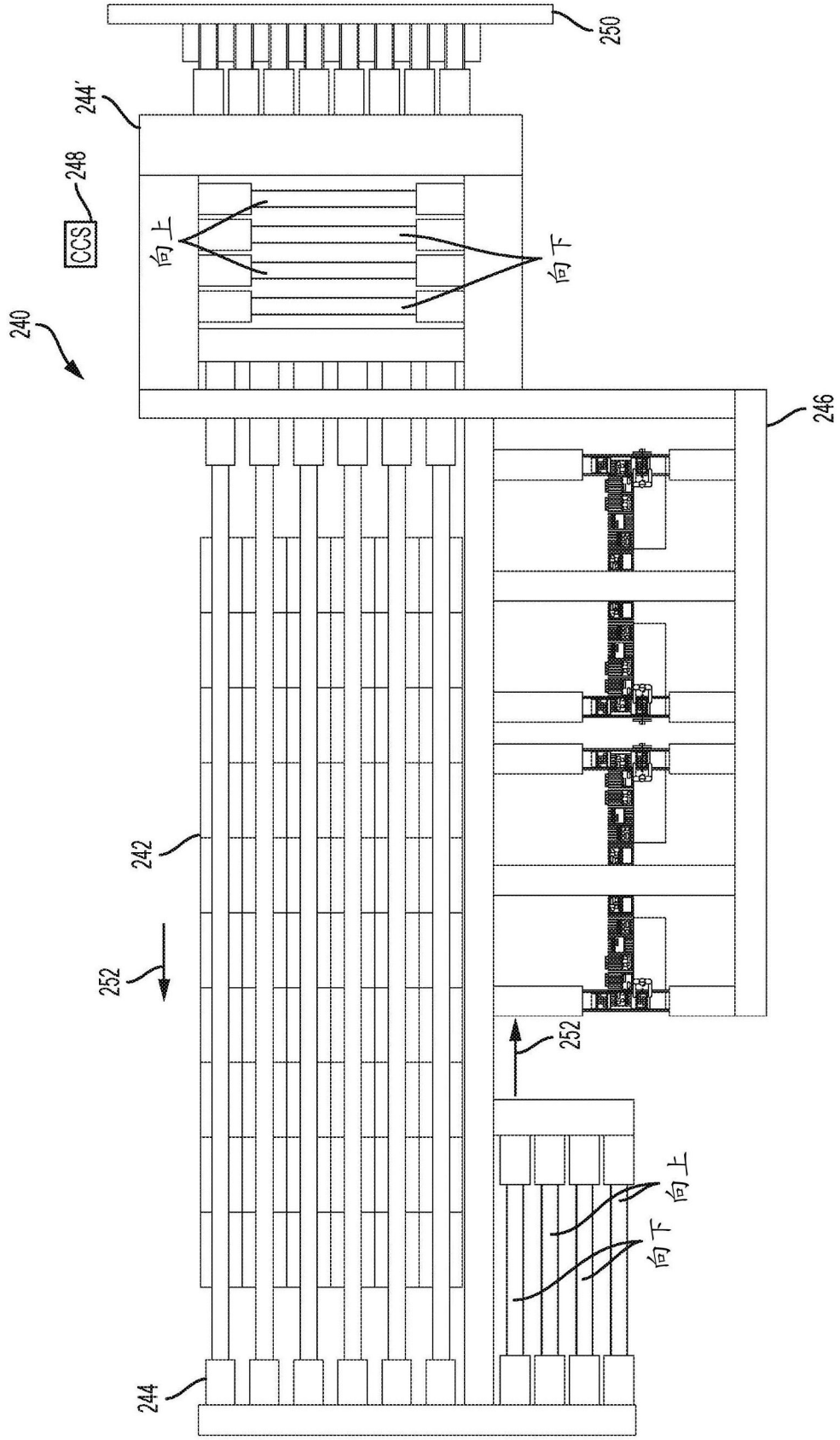


图9

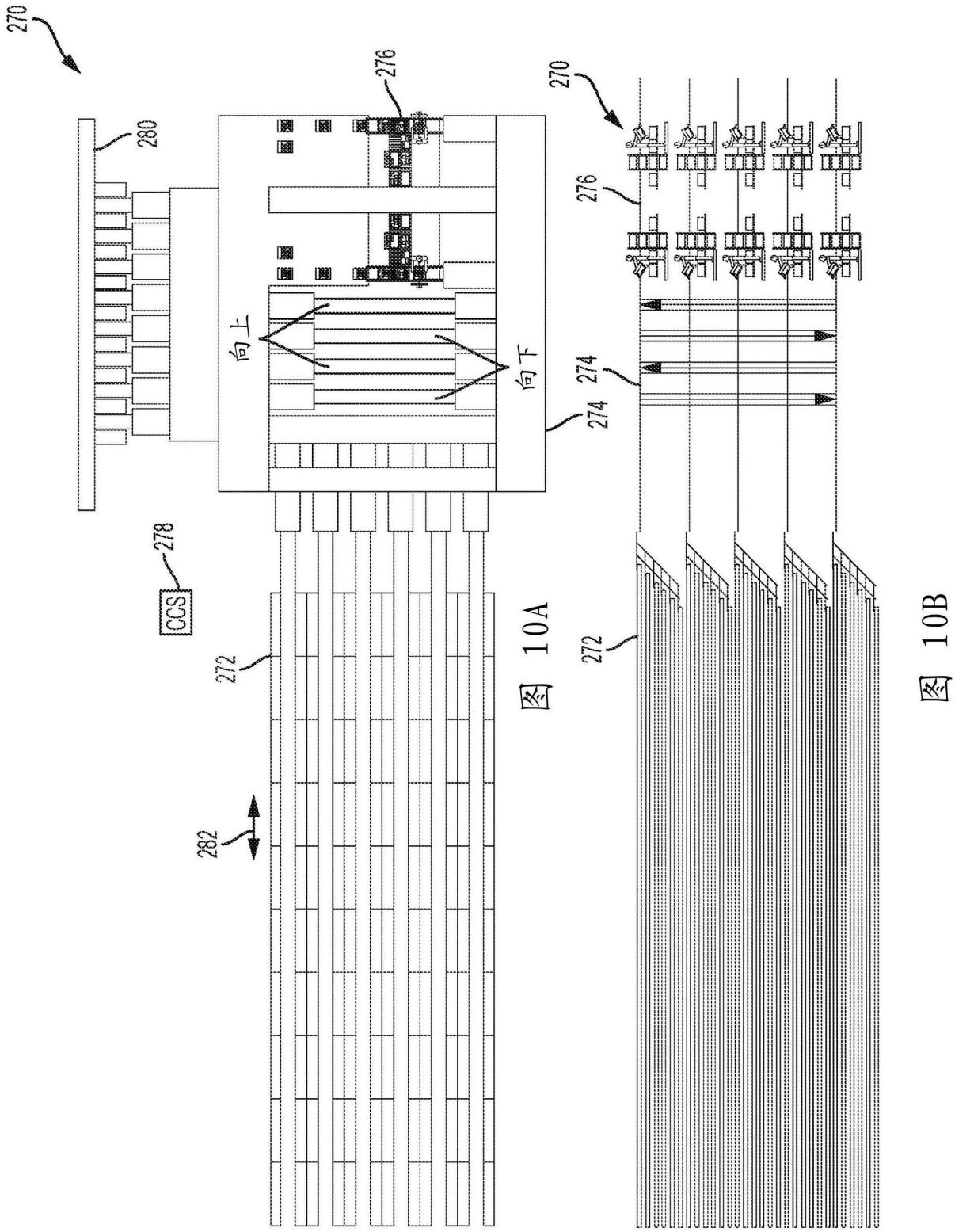


图 10A

图 10B

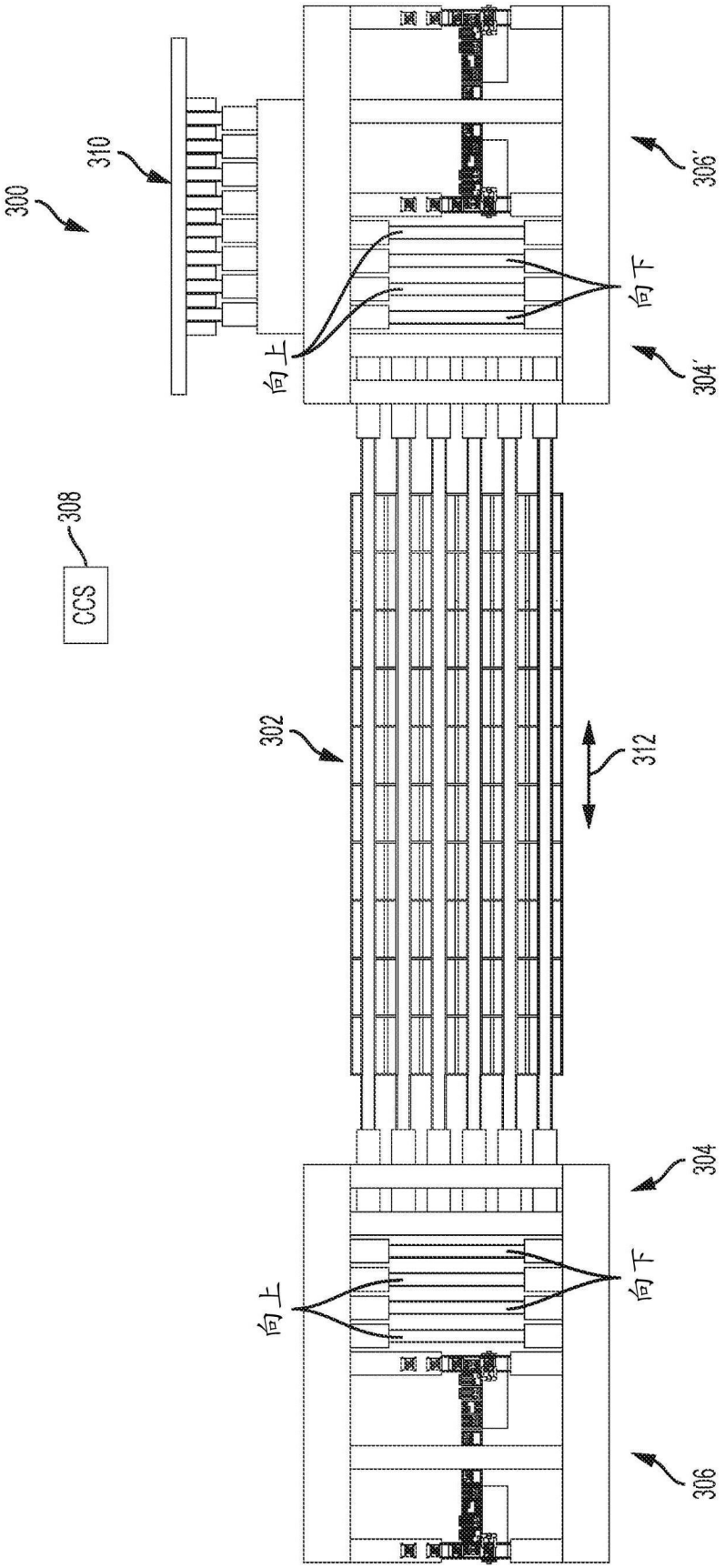


图11

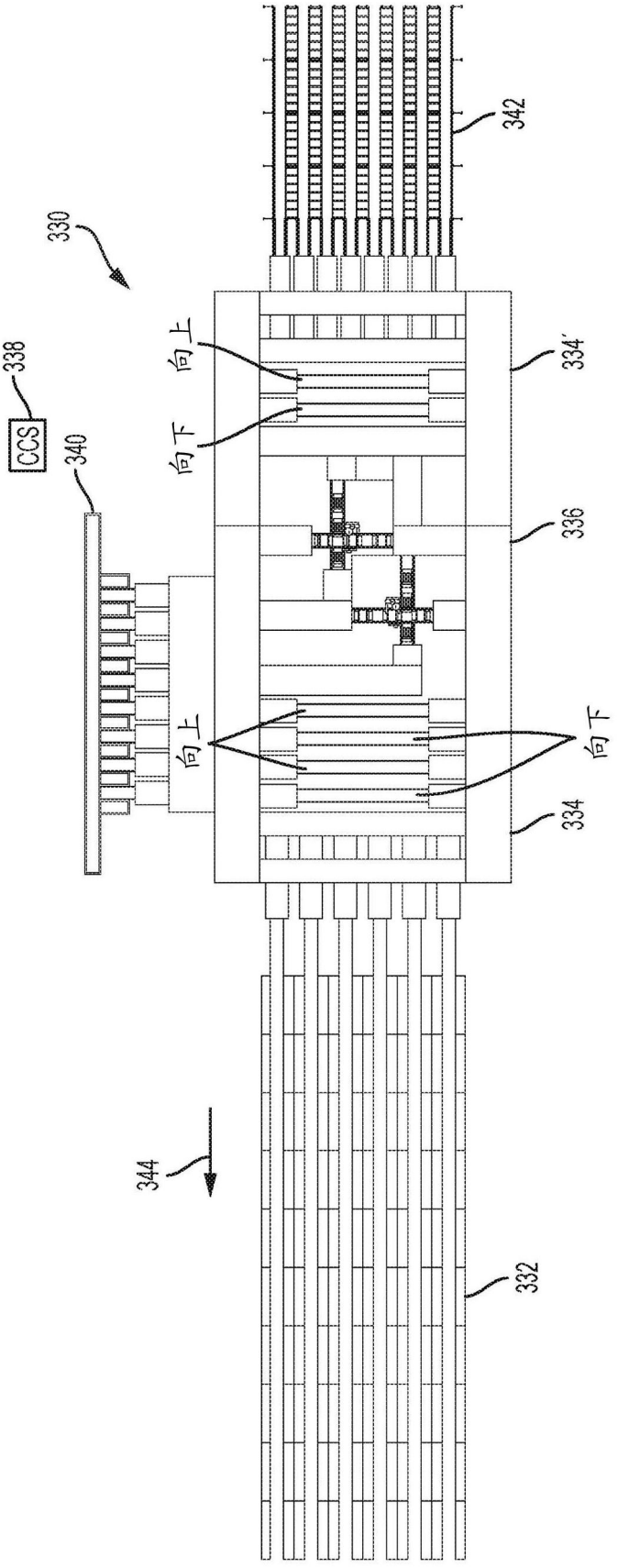


图12

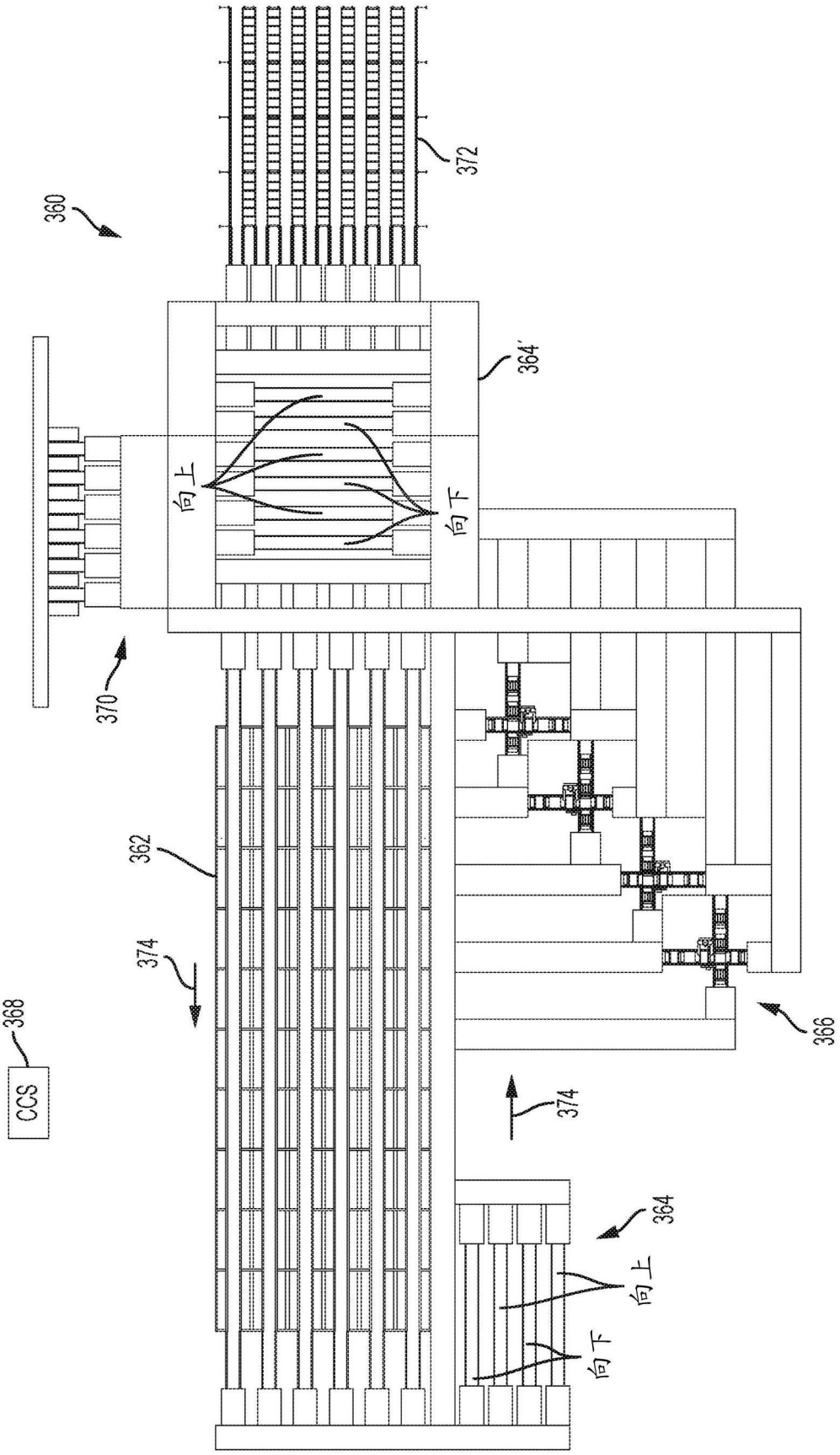


图13

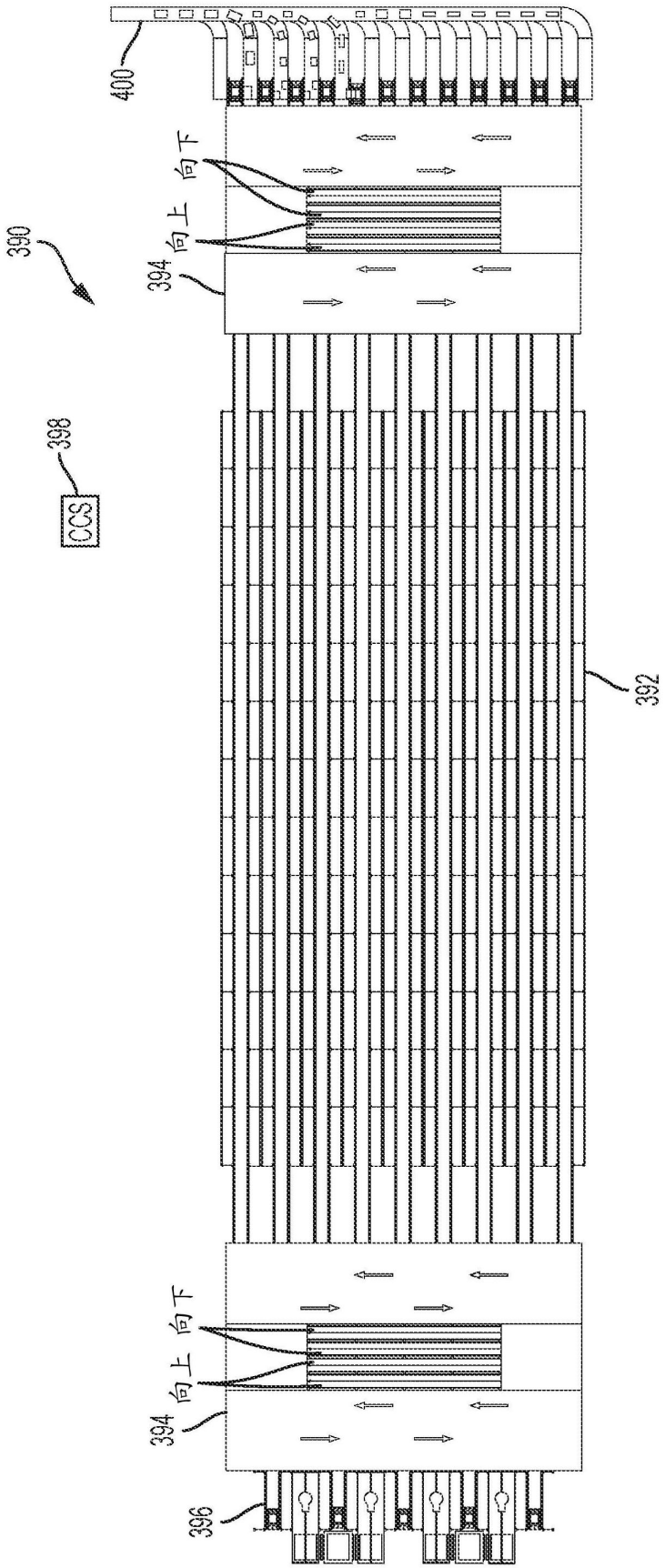


图14

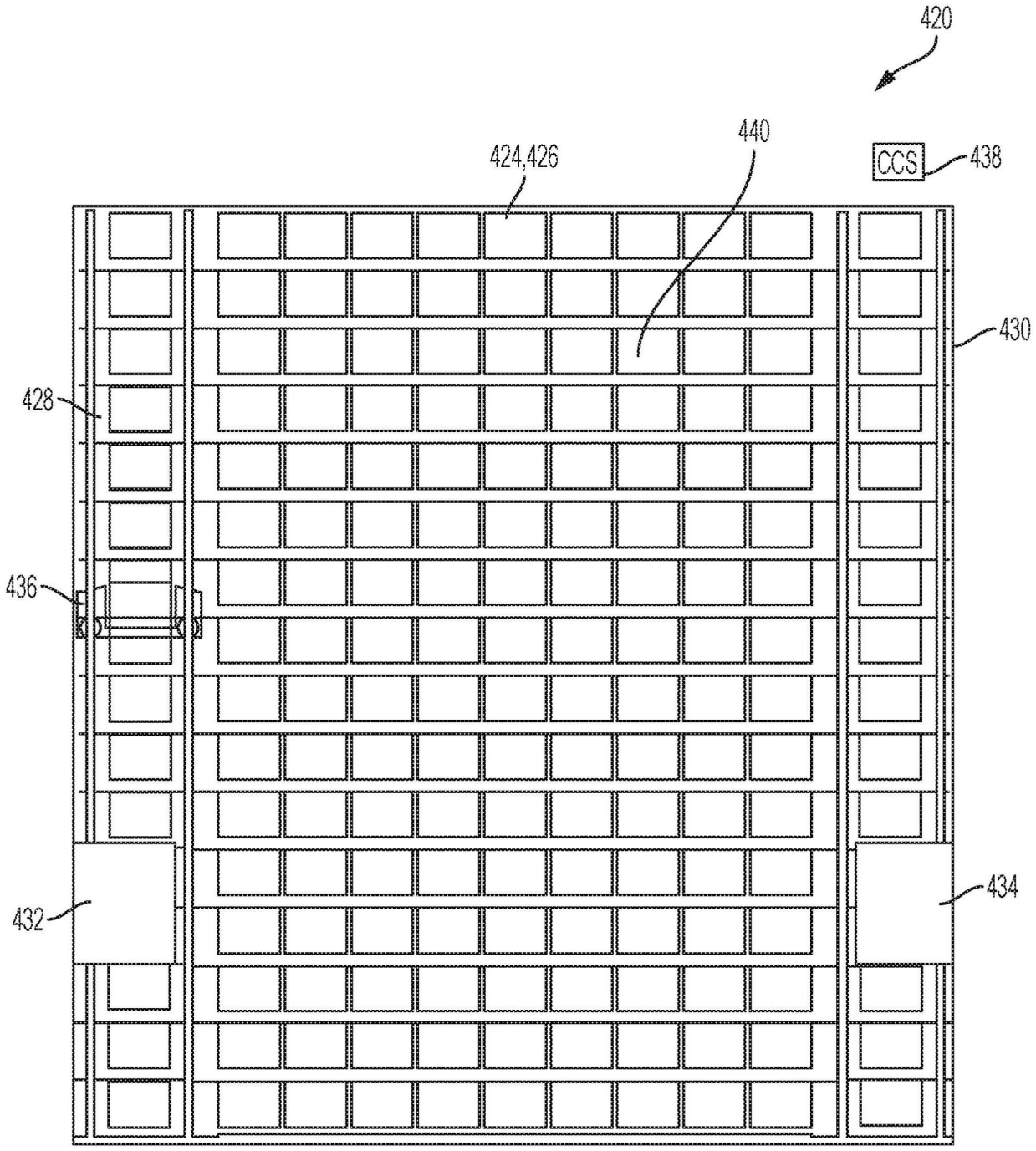


图15

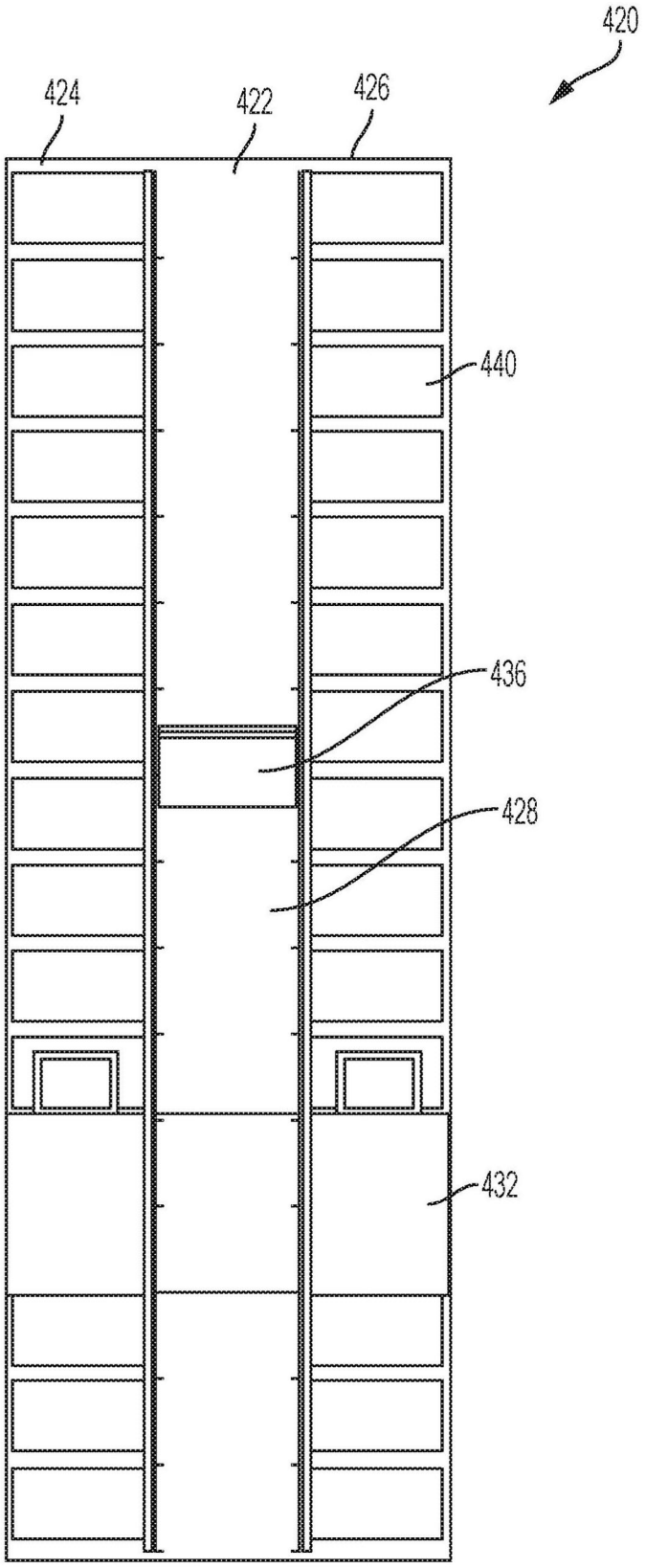


图16A

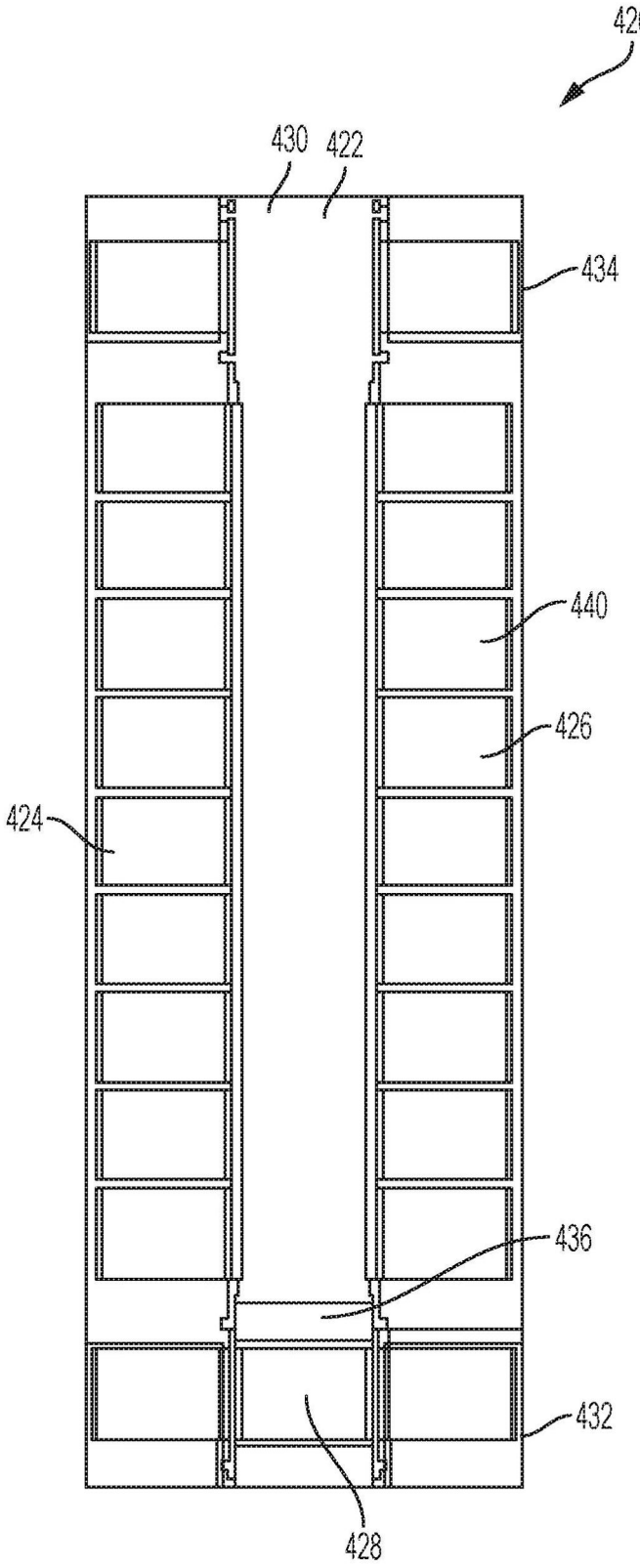


图16B

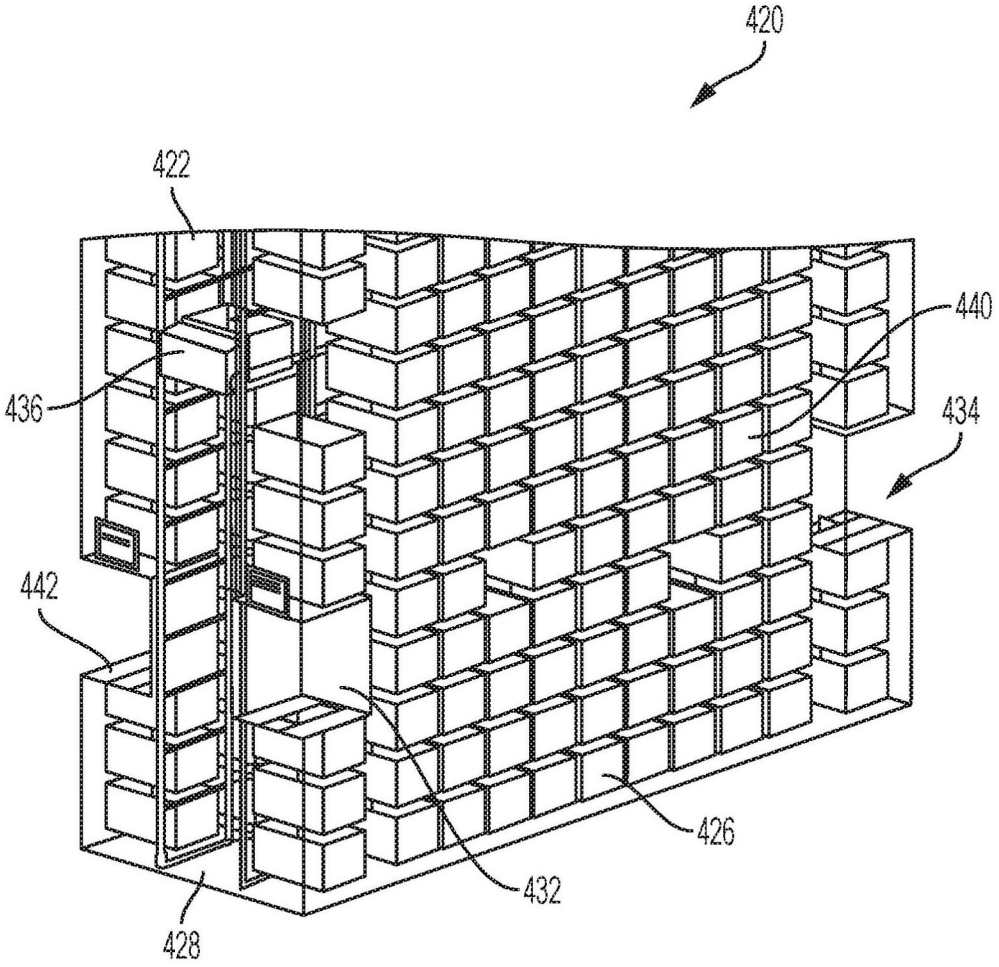


图17

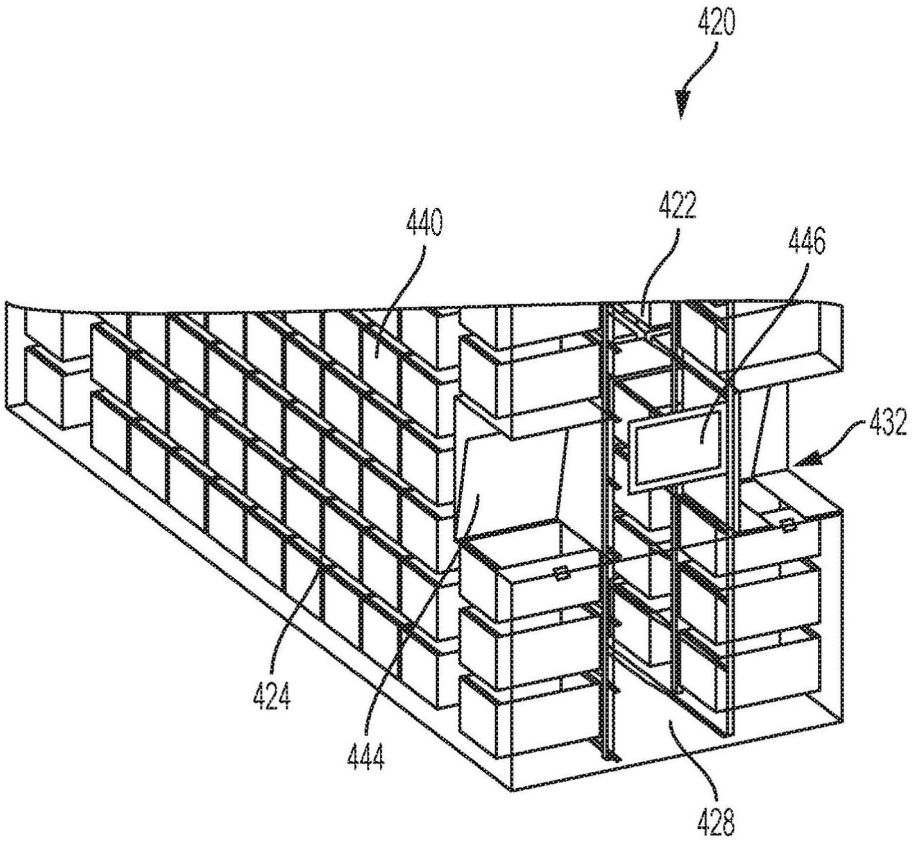


图18

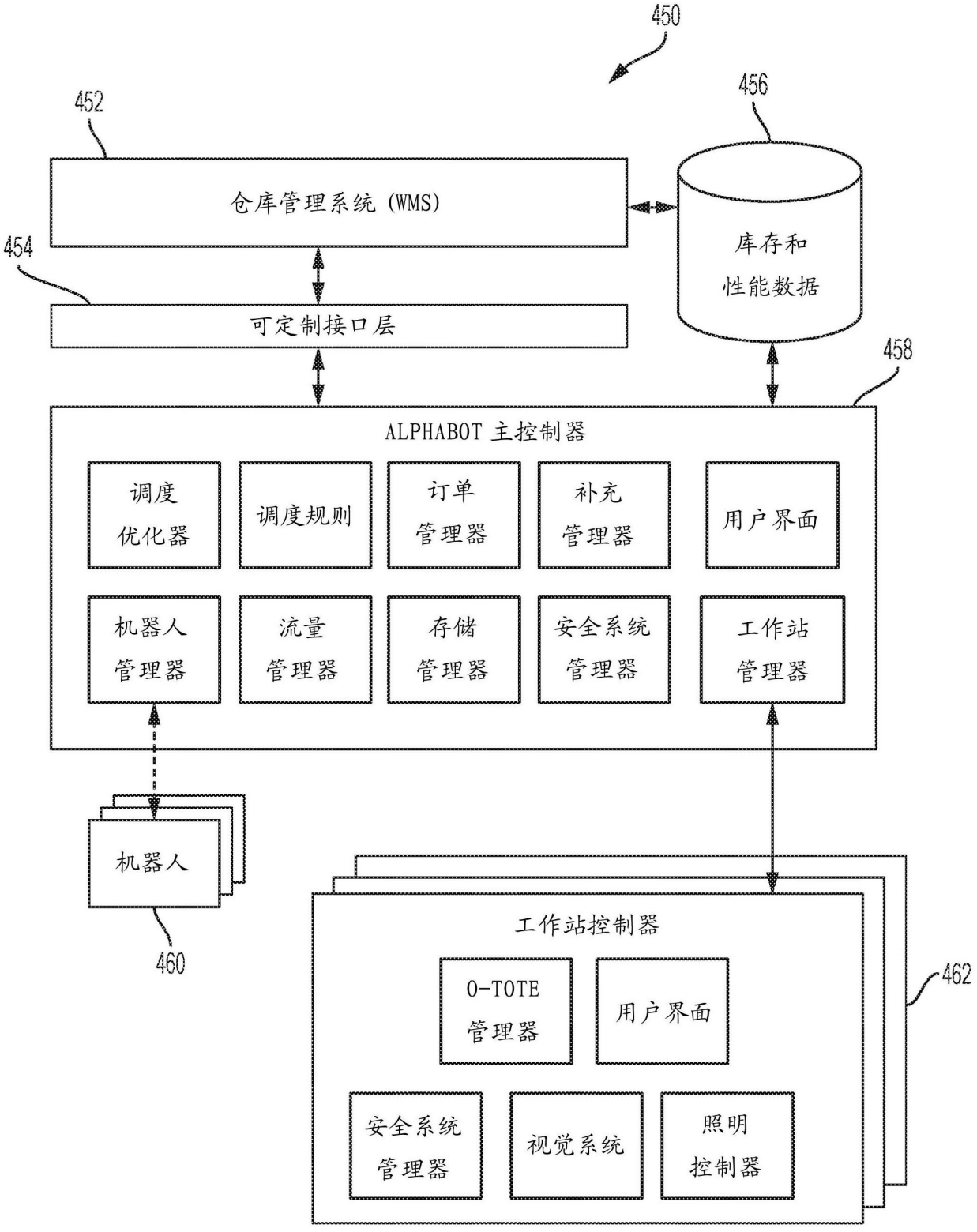

450
452
456
仓库管理系统 (WMS)
库存和
性能数据
454
可定制接口层
458
ALPHABOT 主控制器
调度
优化器
调度规则
订单
管理器
补充
管理器
用户界面
机器人
管理器
流量
管理器
存储
管理器
安全系统
管理器
工作站
管理器
机器人
460
工作站控制器
462
O-TOTE
管理器
用户界面
安全系统
管理器
视觉系统
照明
控制器

图19

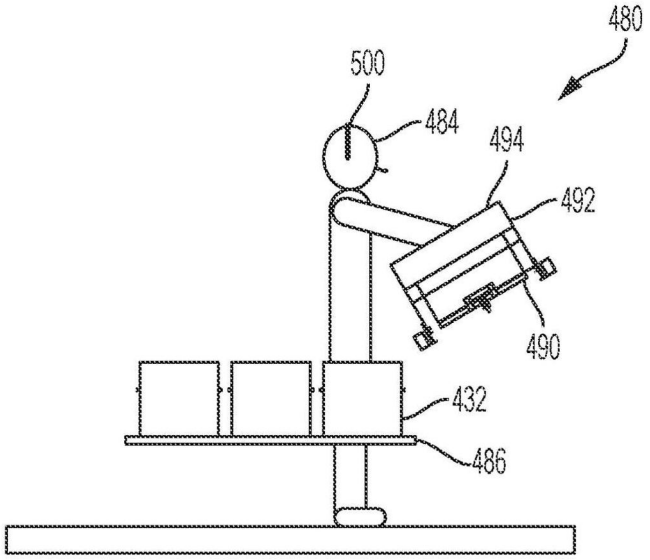

480
500
484
494
492
490
432
486

图20A

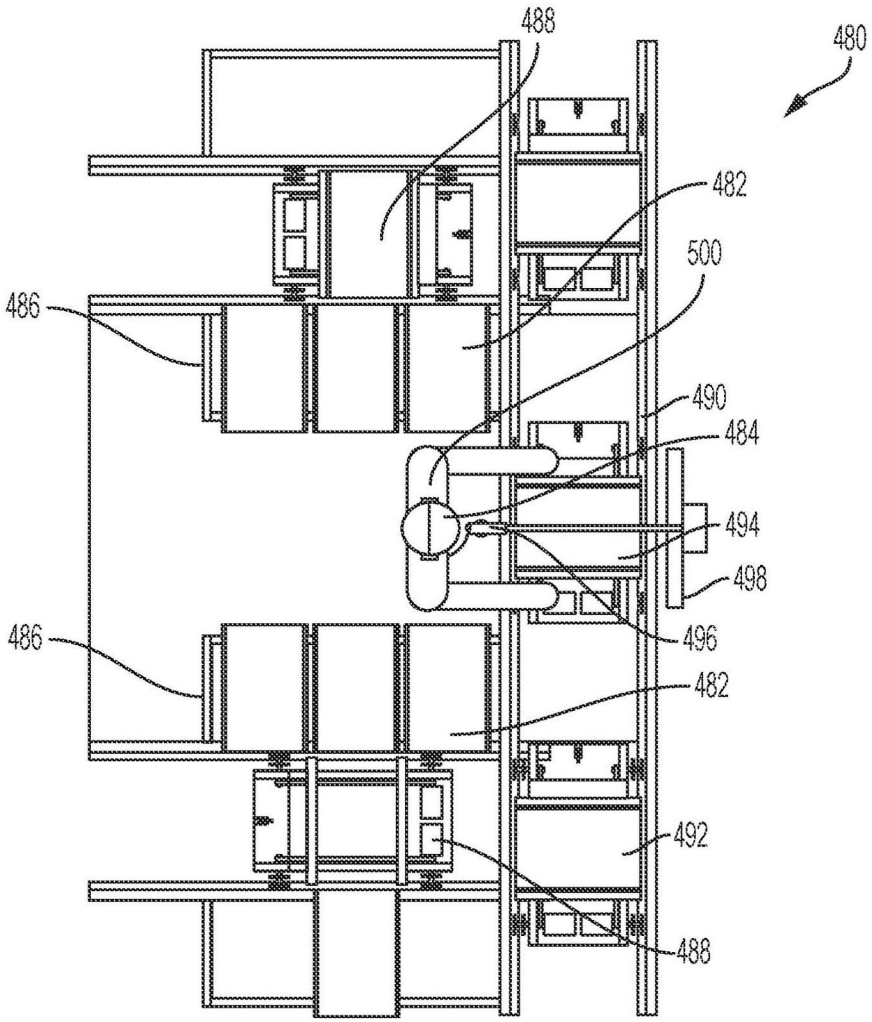

488
480
482
500
486
490
484
494
498
496
486
482
492
488

图20B

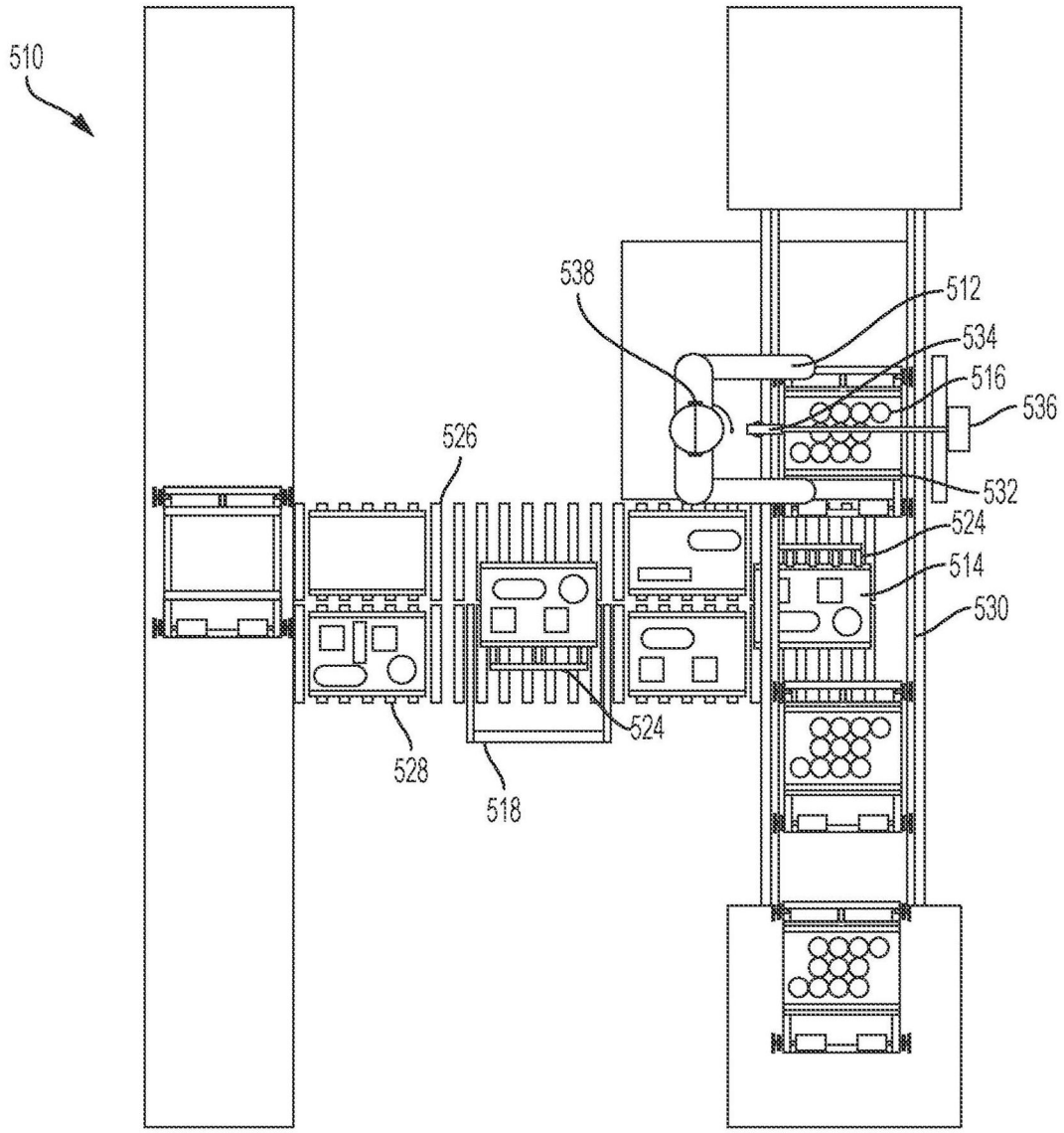


图21A

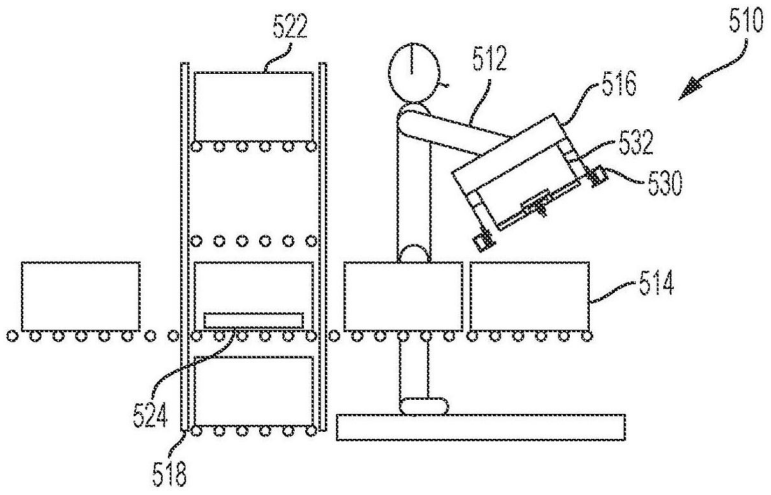


图21B

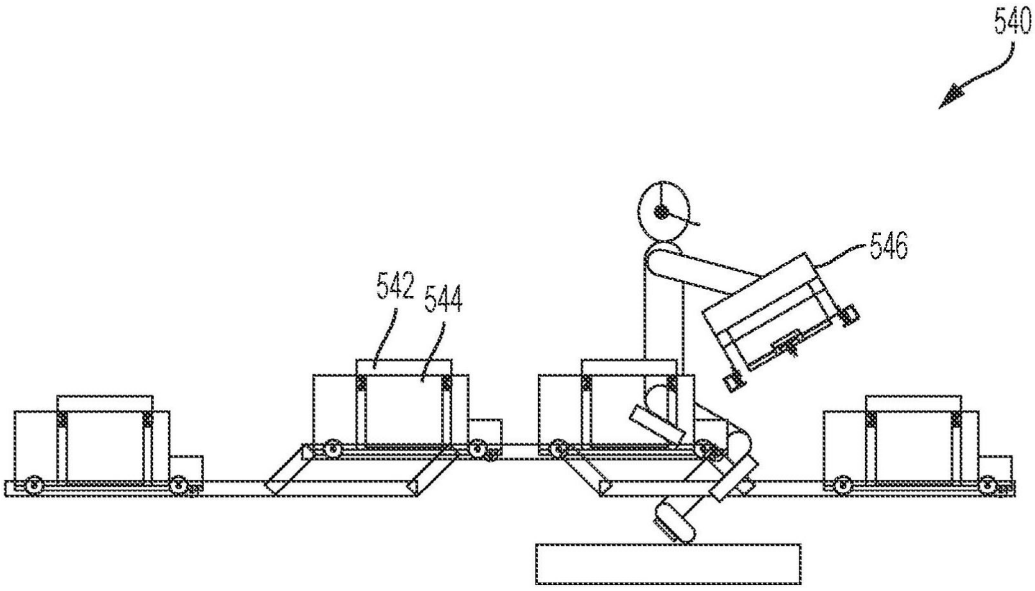


图22A

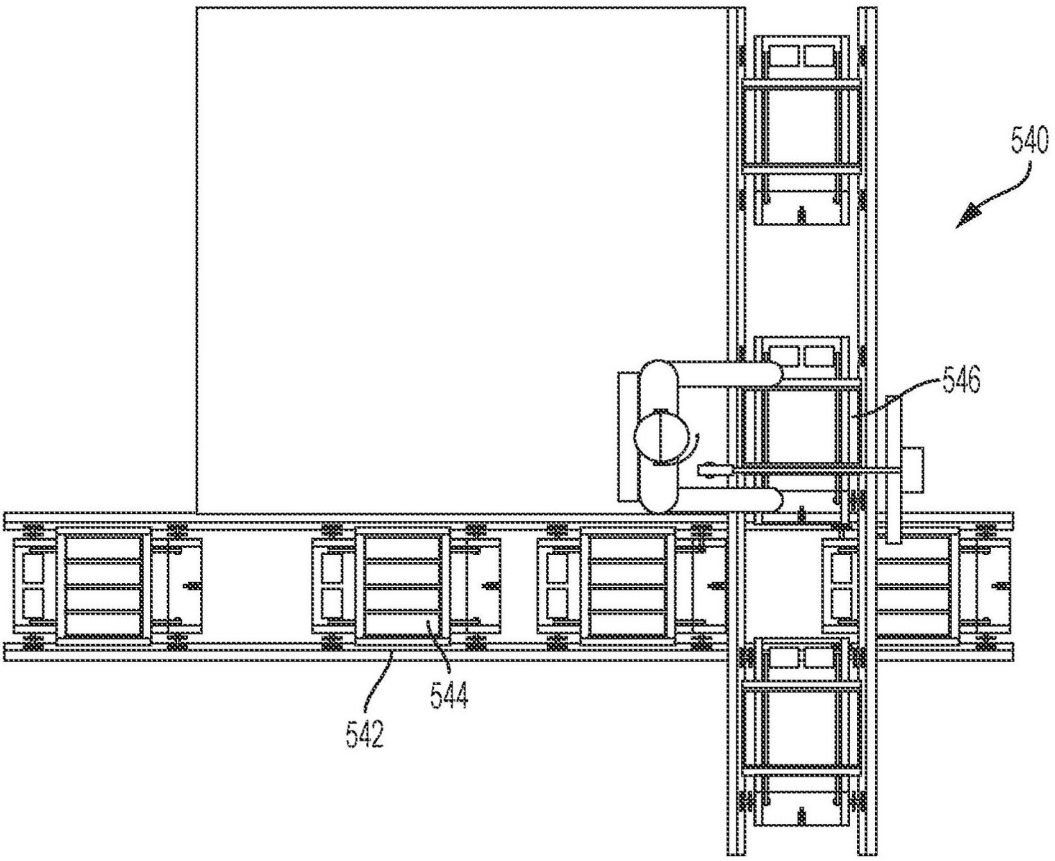


图22B

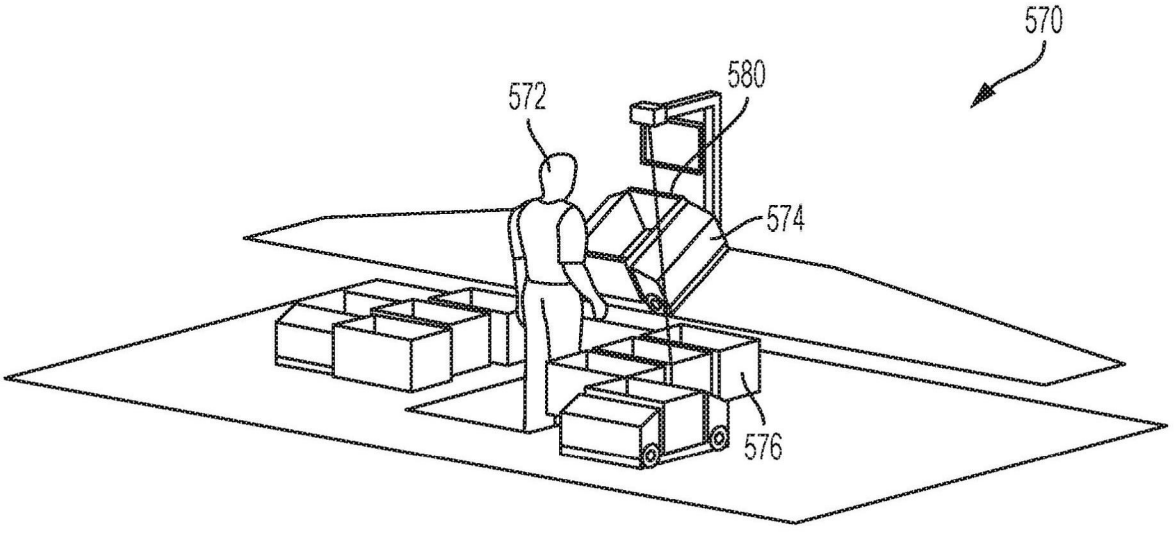


图23A

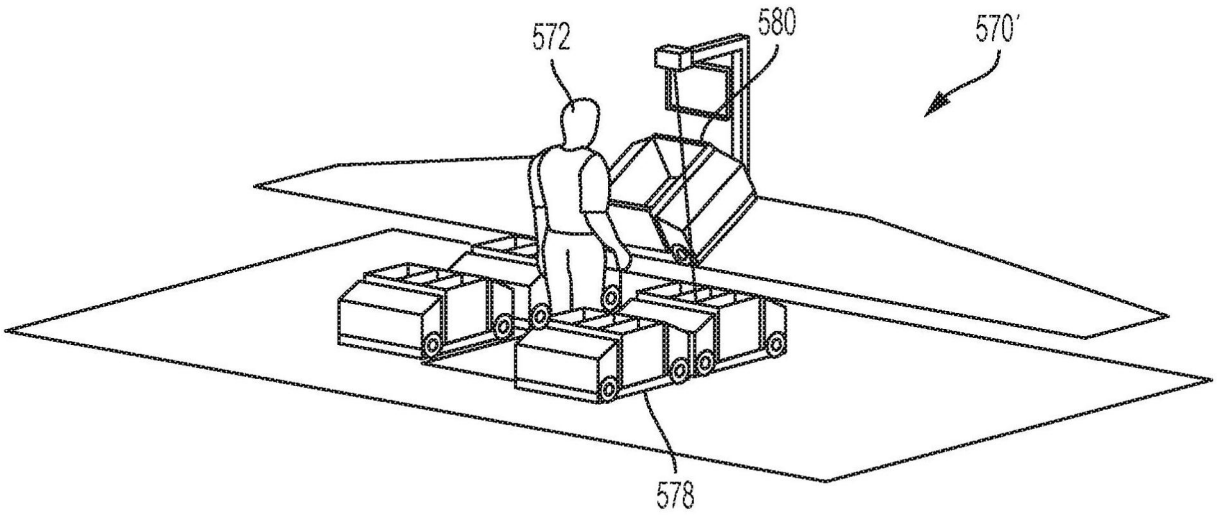


图23B

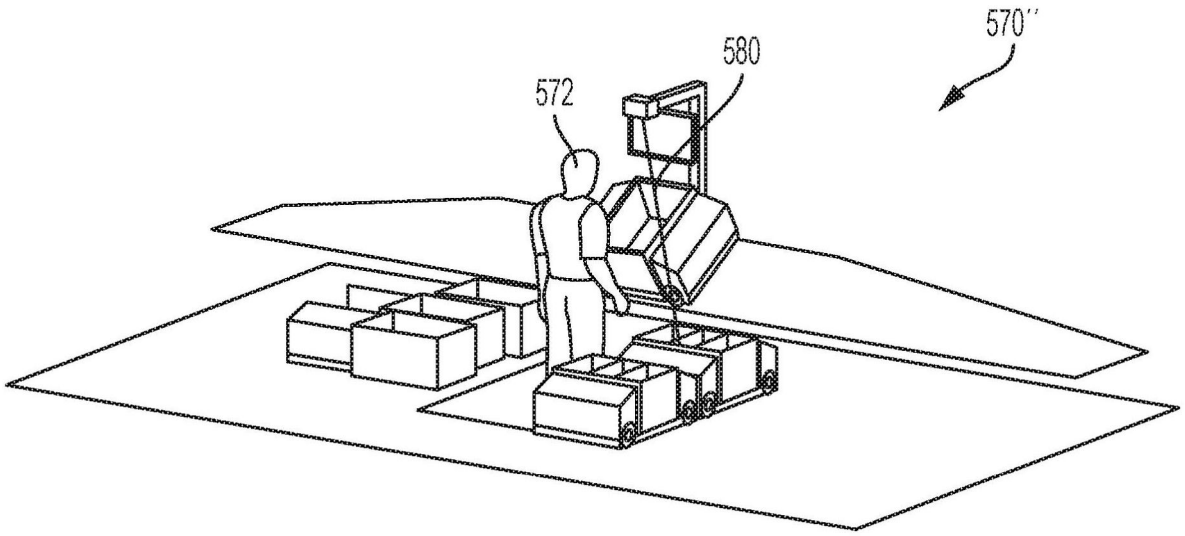


图23C

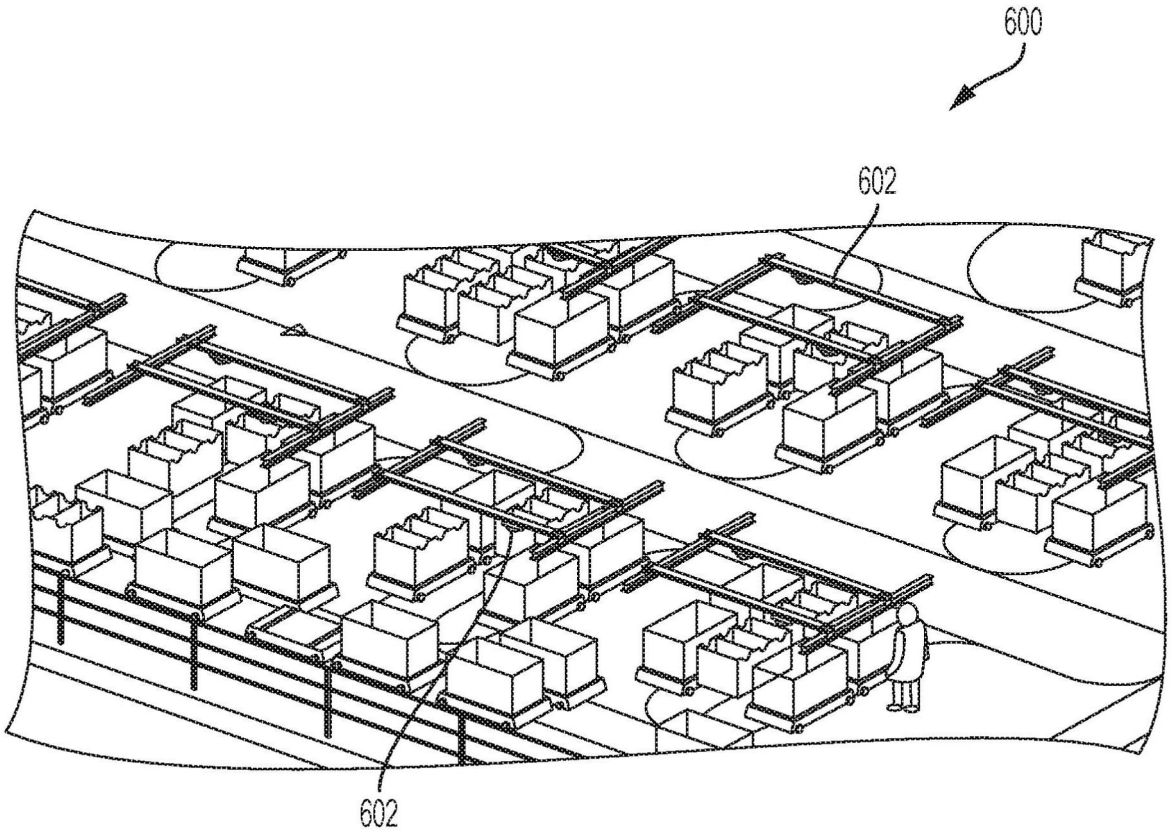


图24A

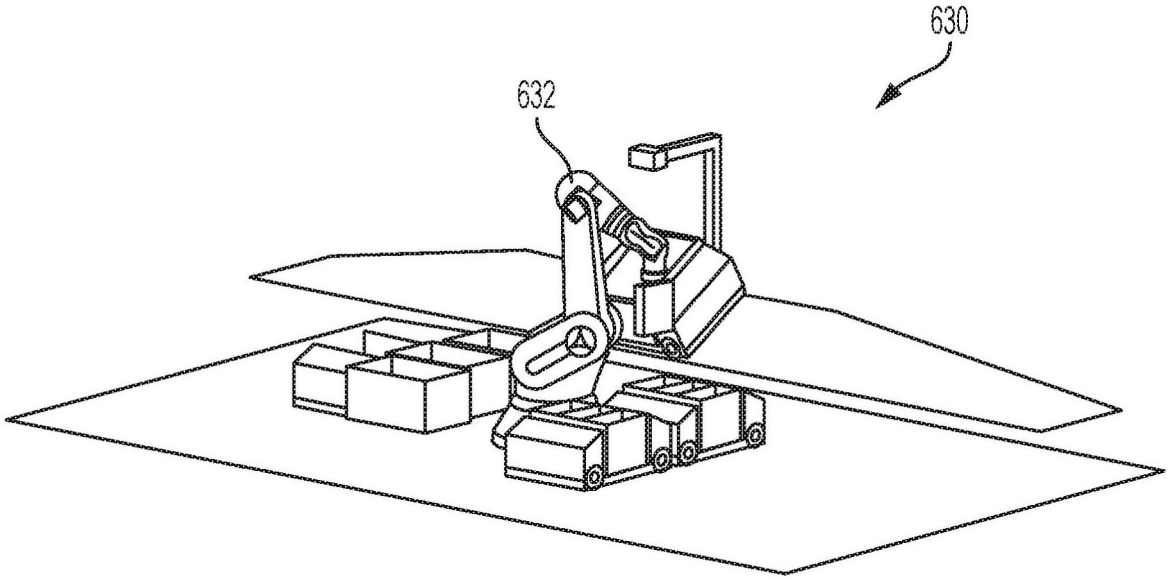


图24B

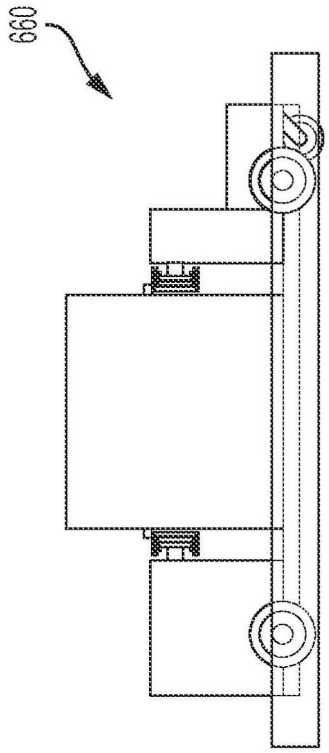


图25A

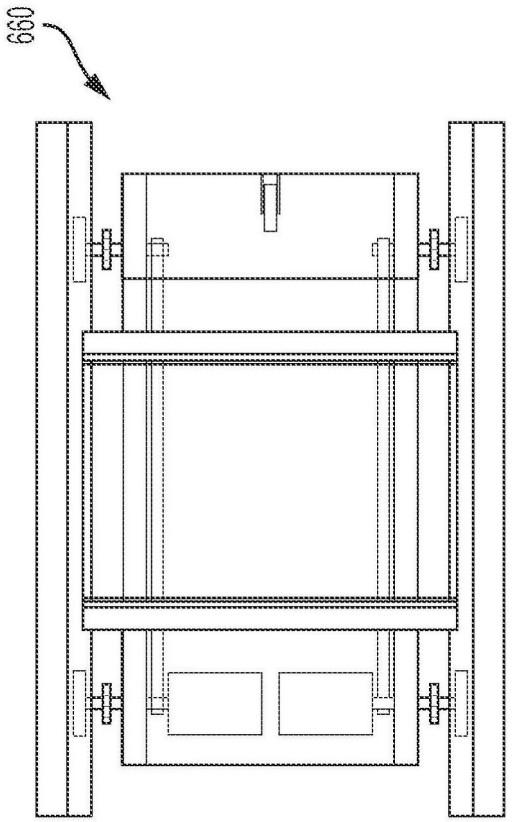


图25B

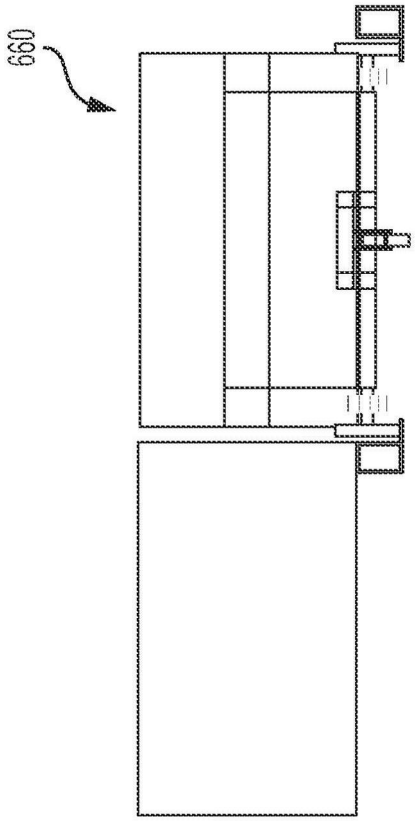


图25C

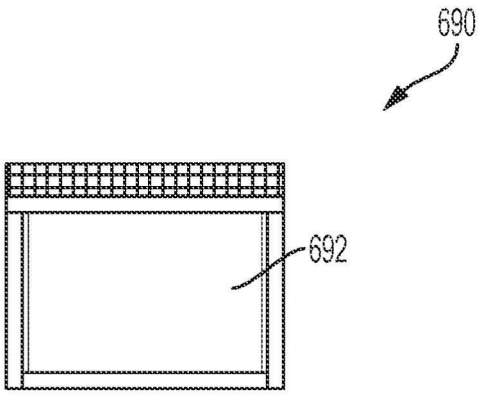


图26A

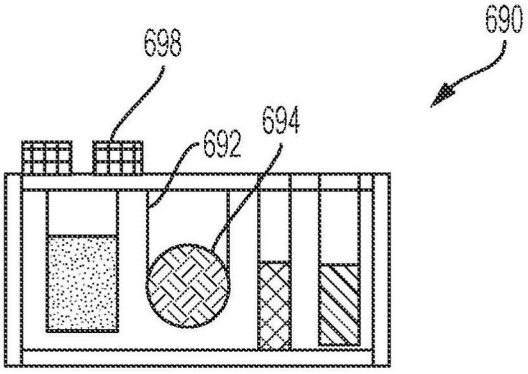


图26B

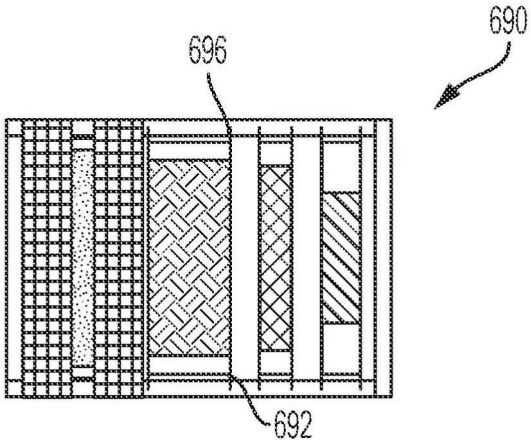


图26C

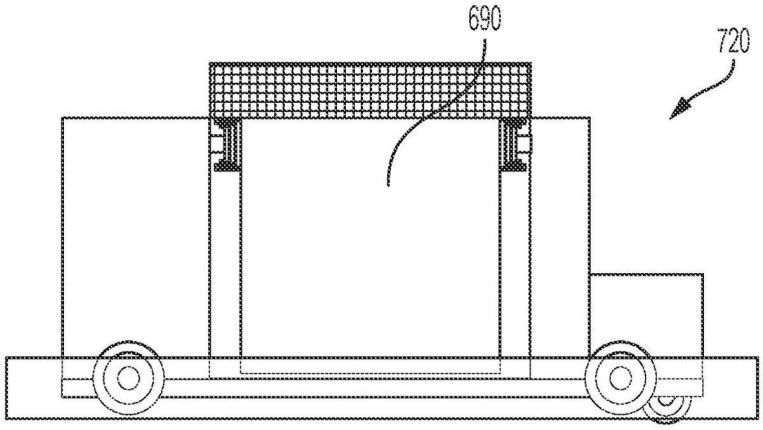


图 27A

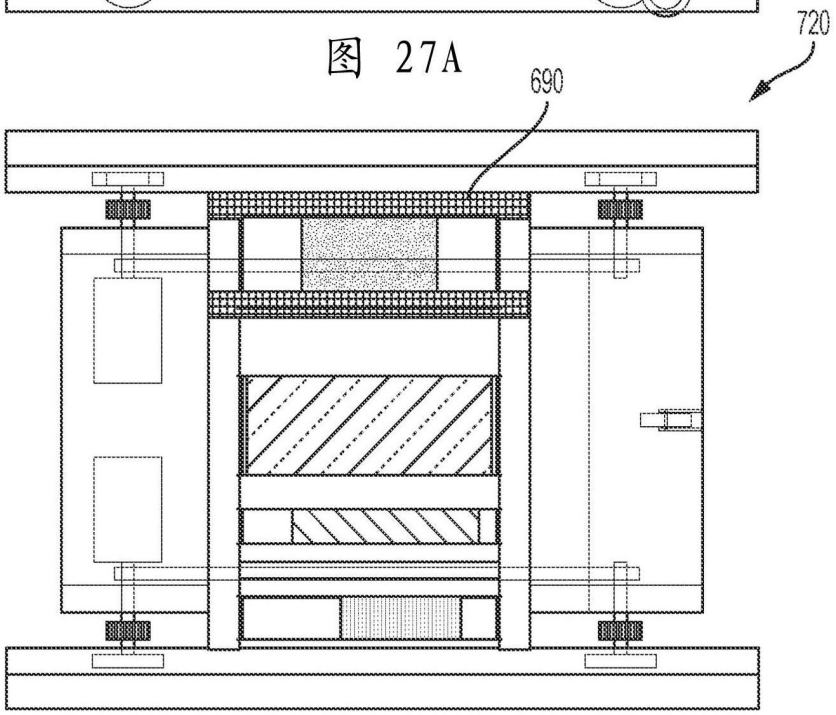


图 27B

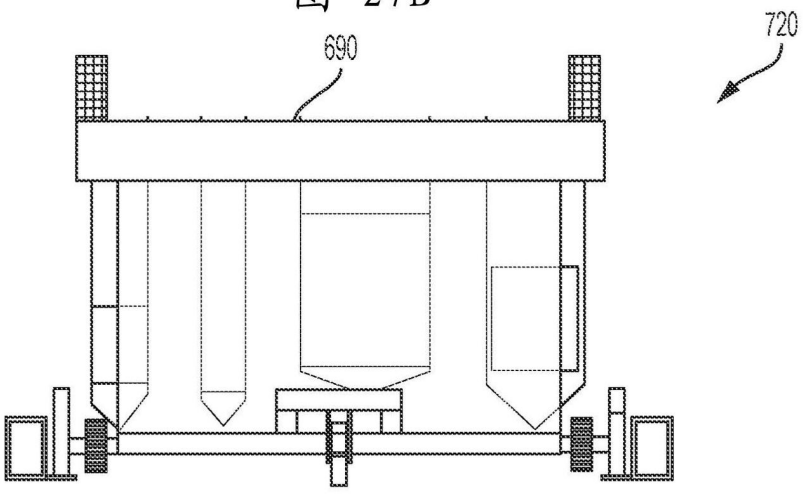


图 27C

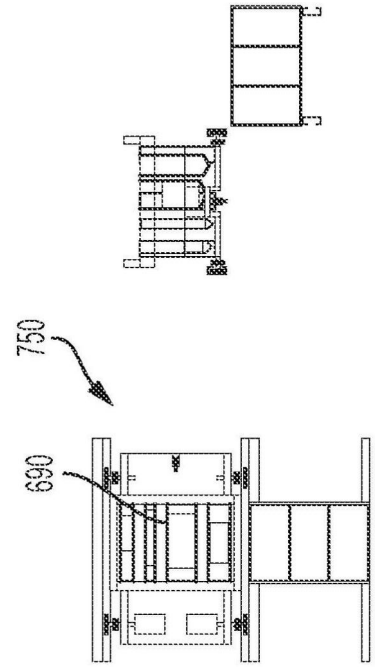


图28A

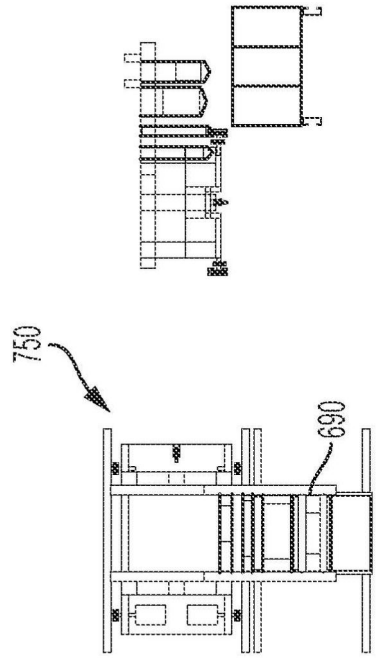


图28B

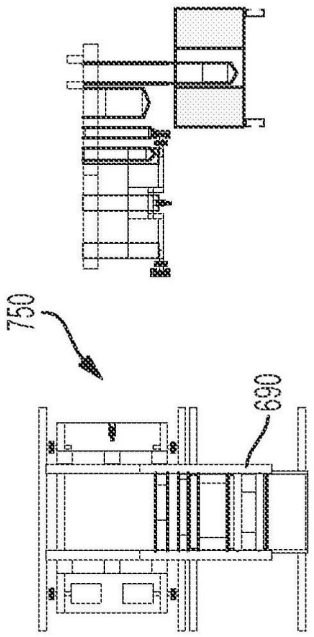


图28C

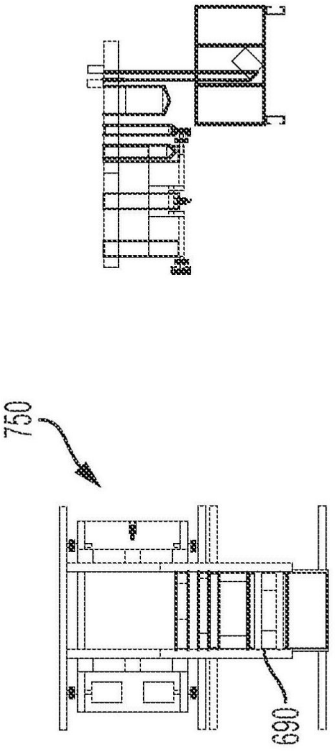


图28D

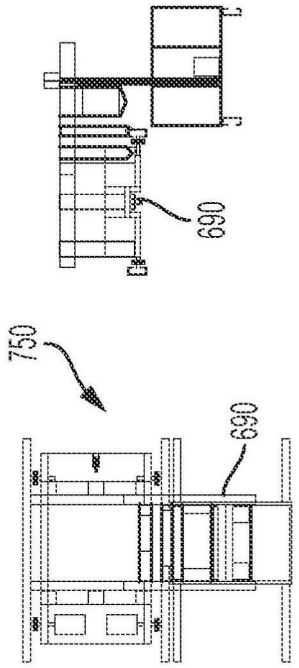


图28E

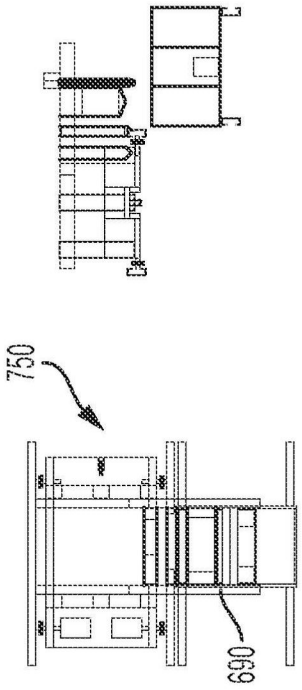


图28F

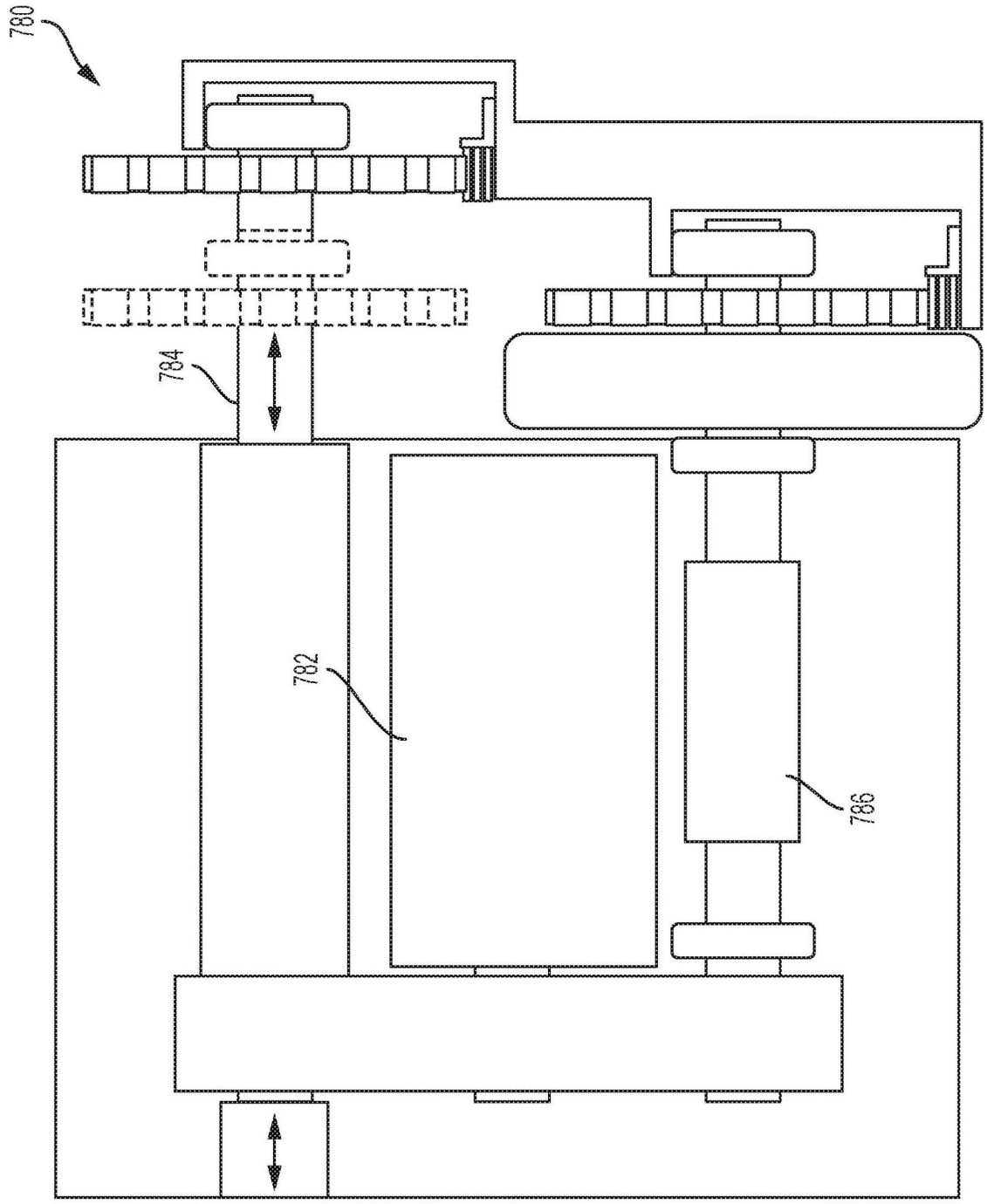


图29A

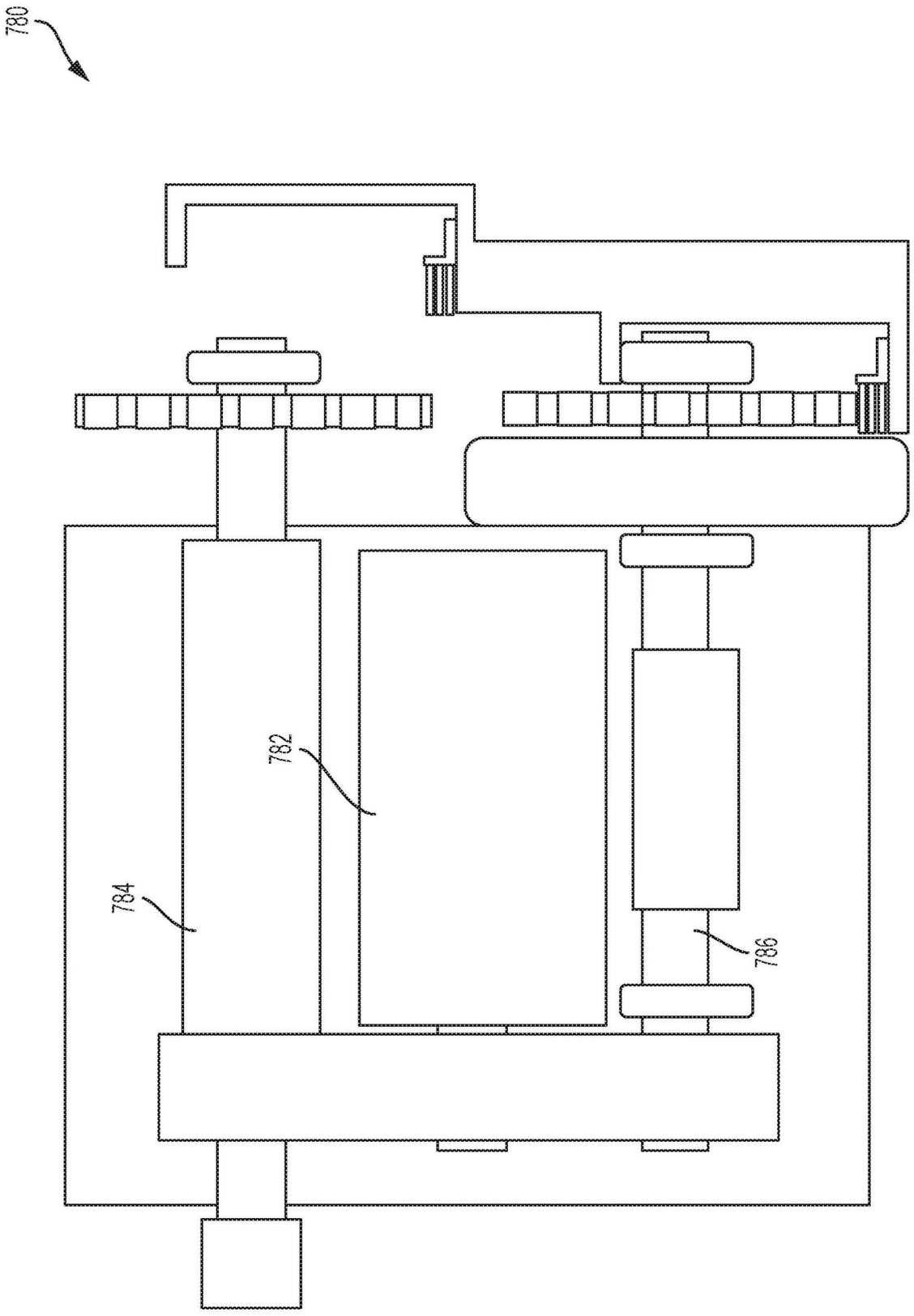


图29B

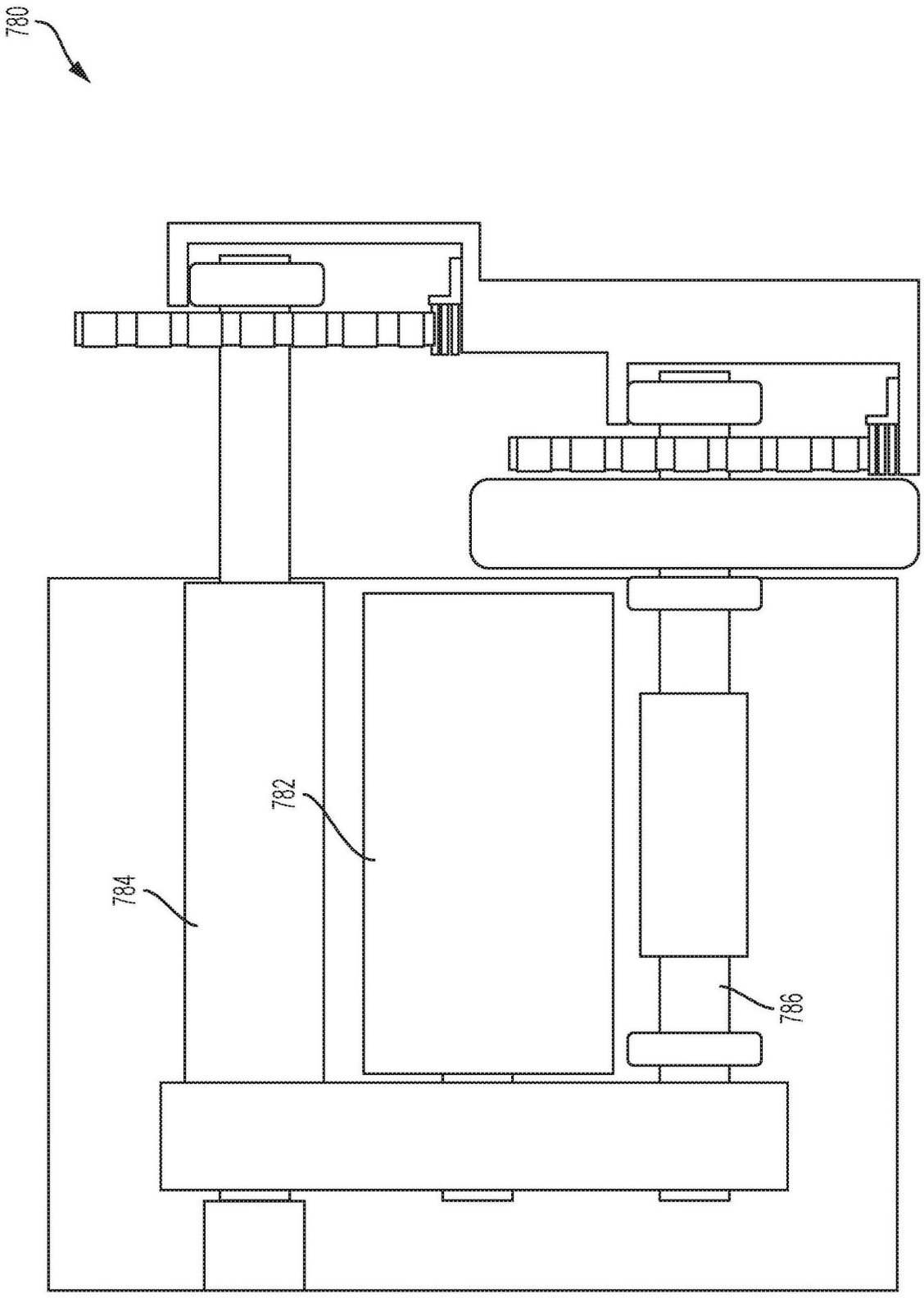


图29C

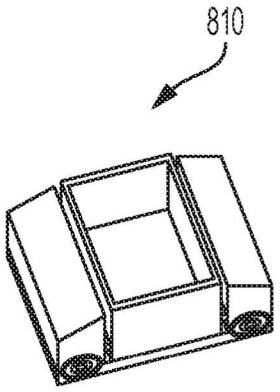


图30A

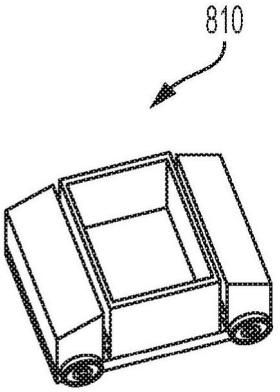


图30B

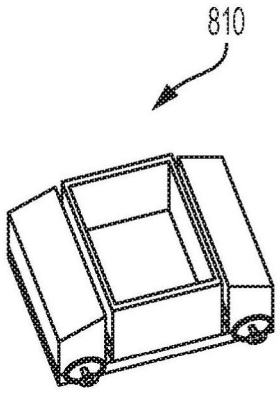


图30C

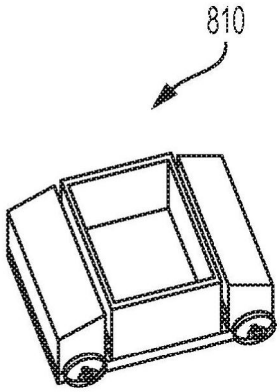


图30D

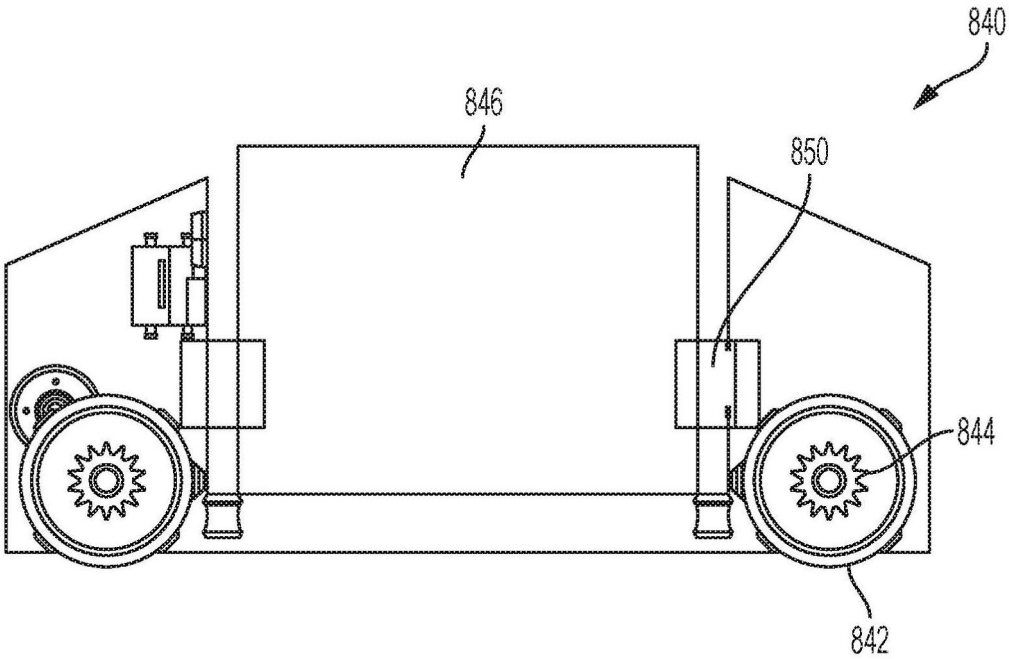


图31A

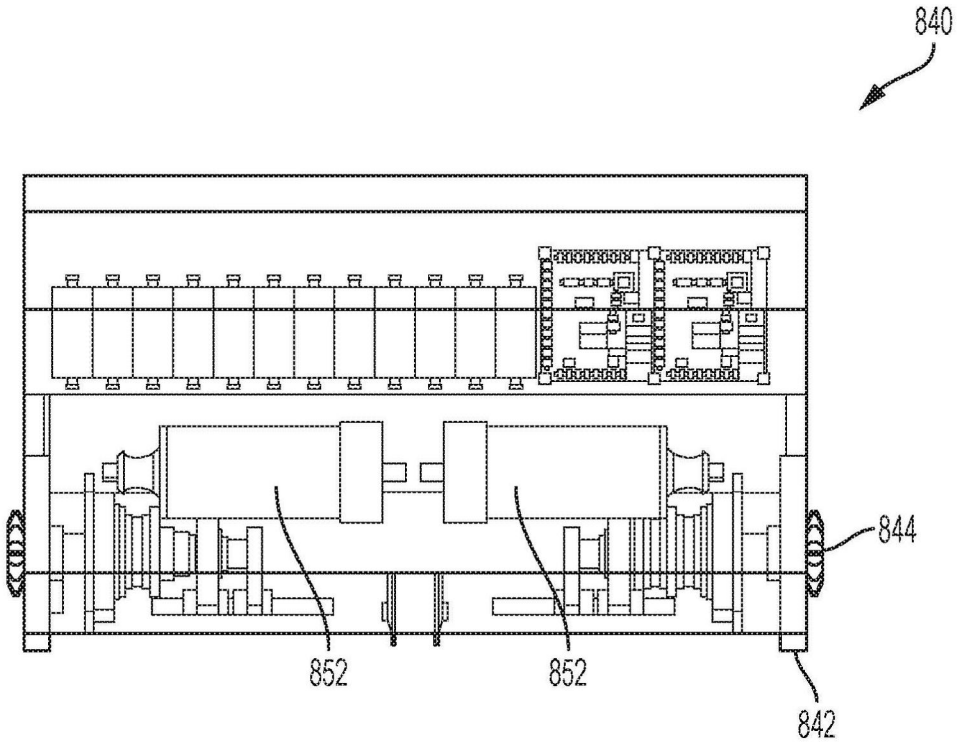


图31B

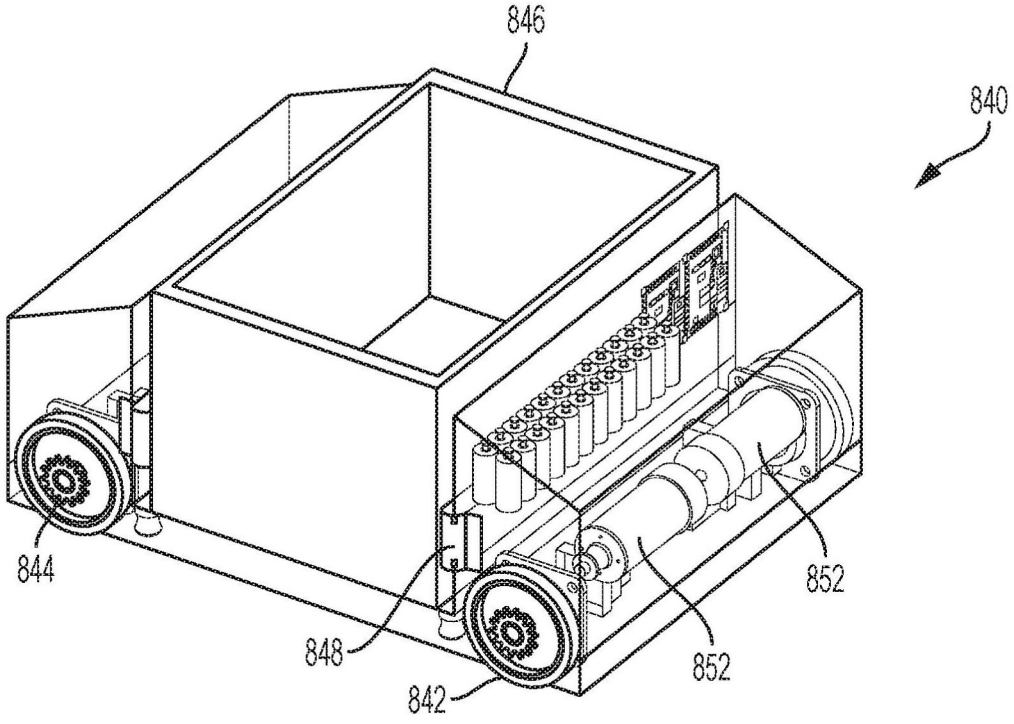


图31C

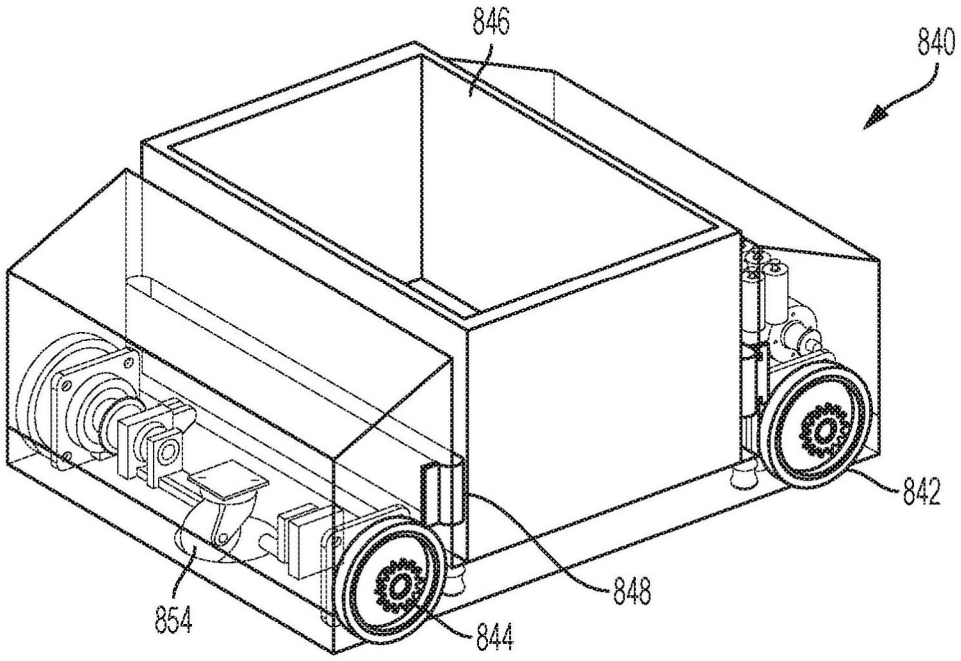


图31D

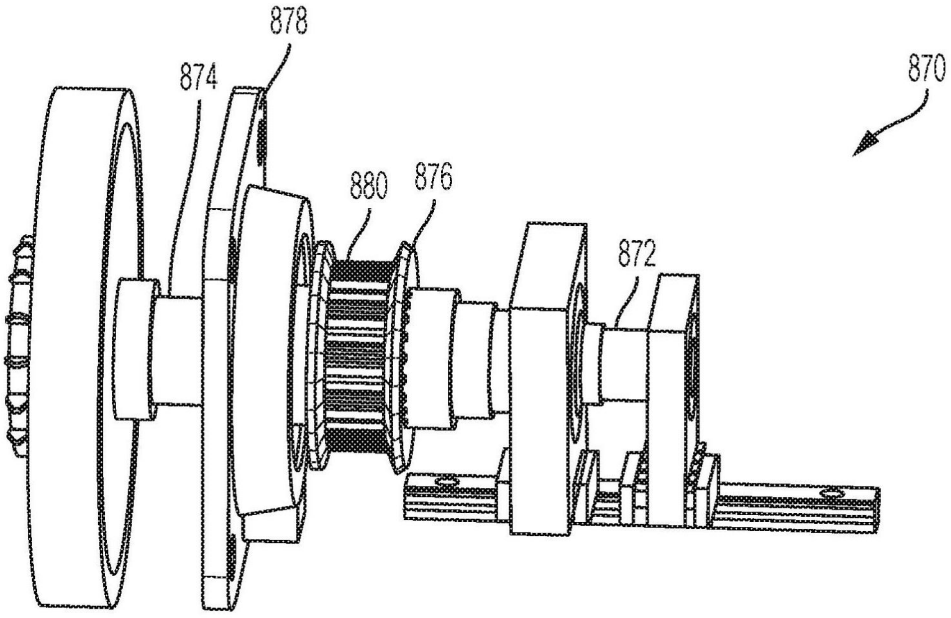


图32

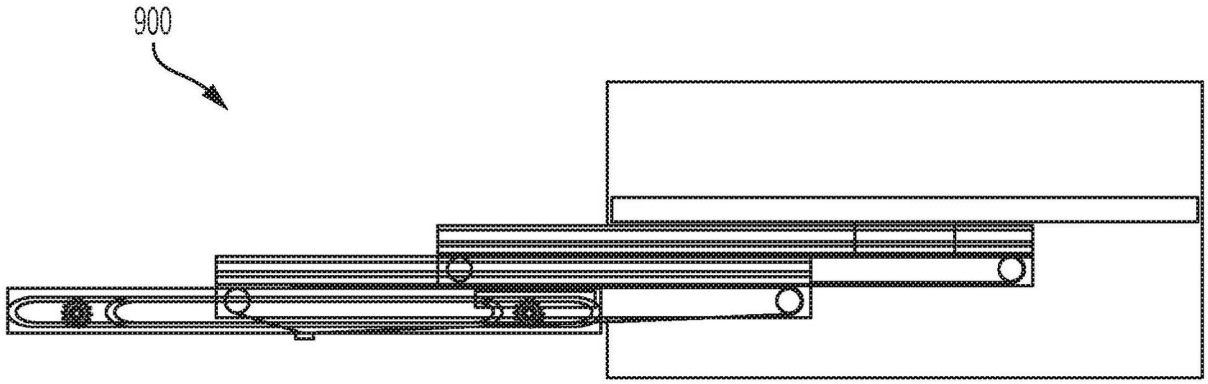


图33

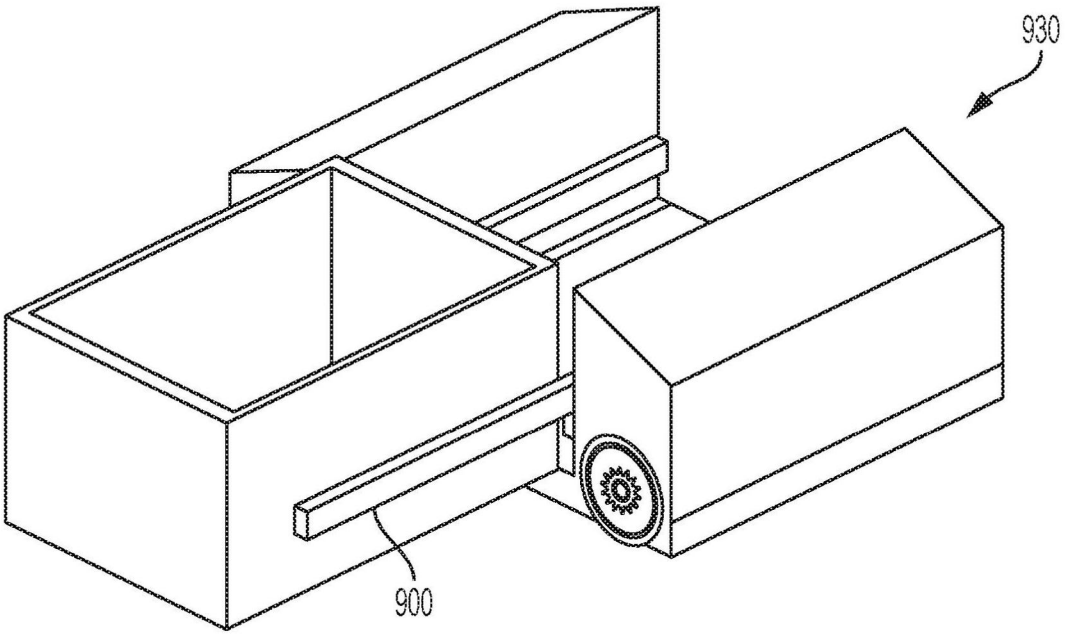


图34A

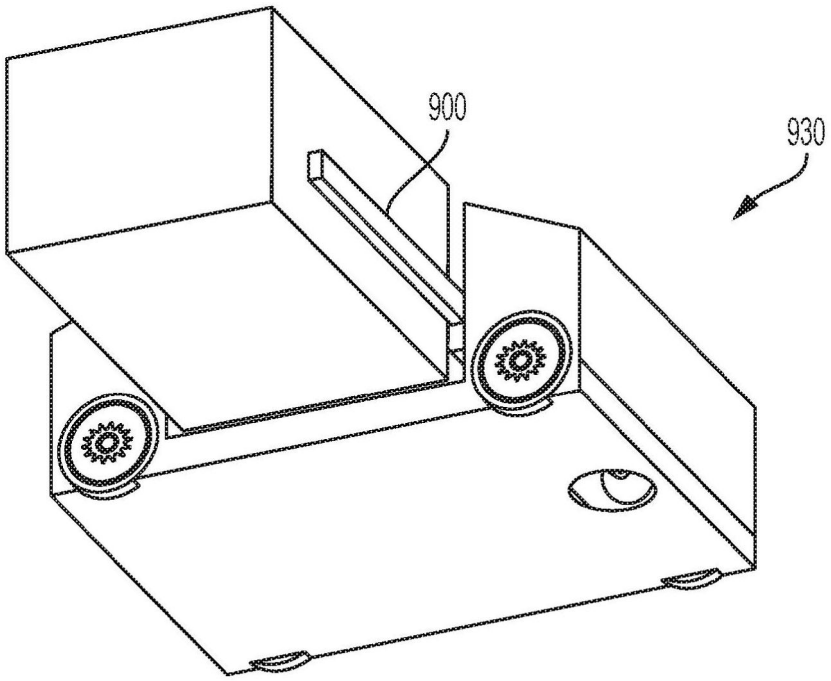


图34B

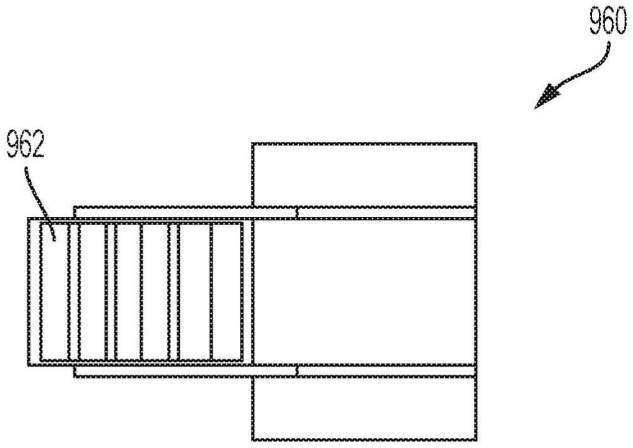


图35A

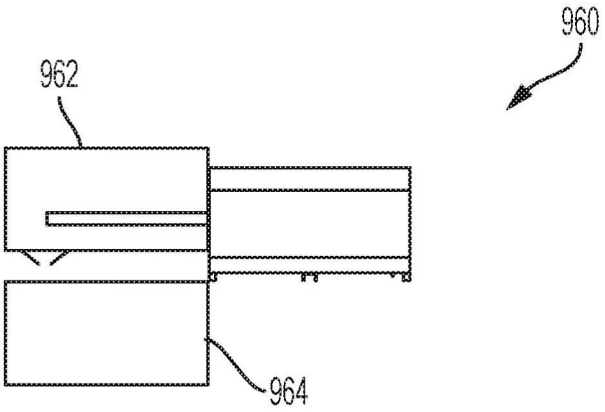


图35B

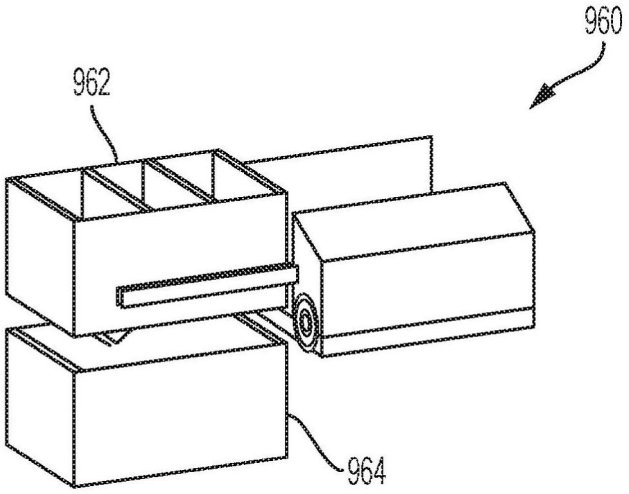


图36A

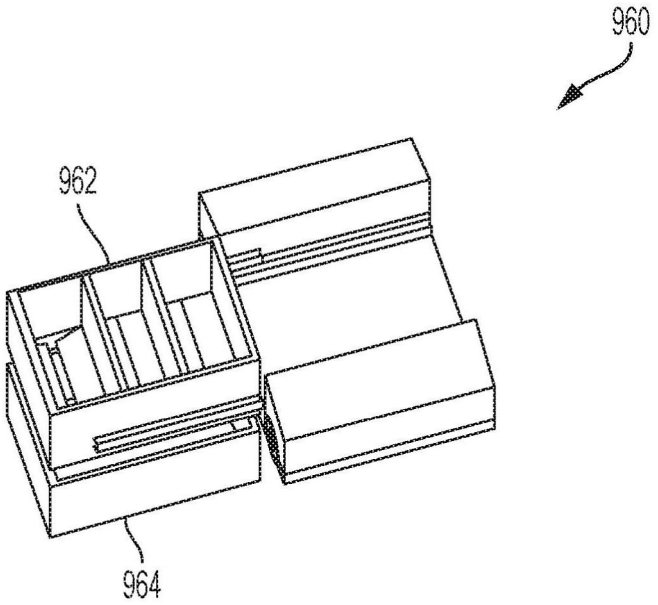


图36B

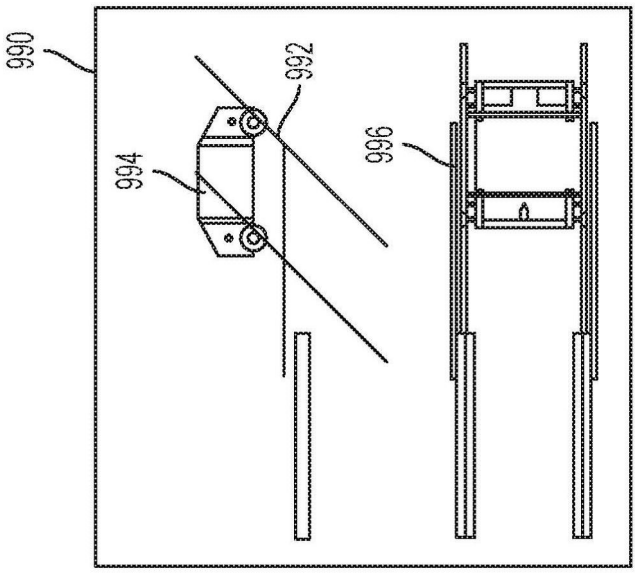


图37A

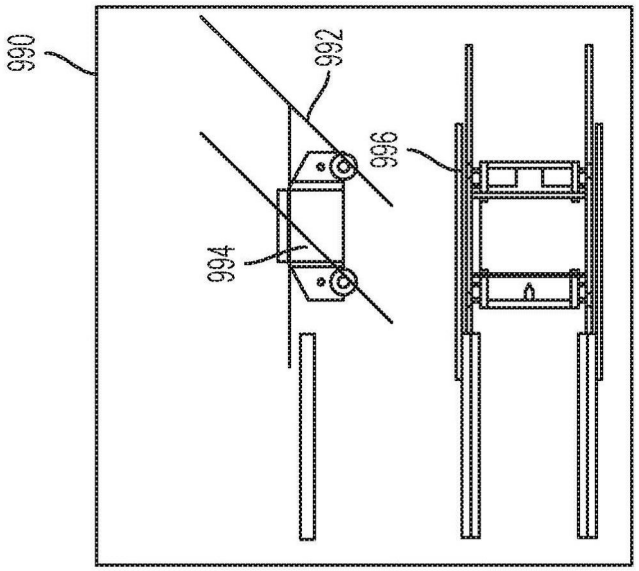


图37B

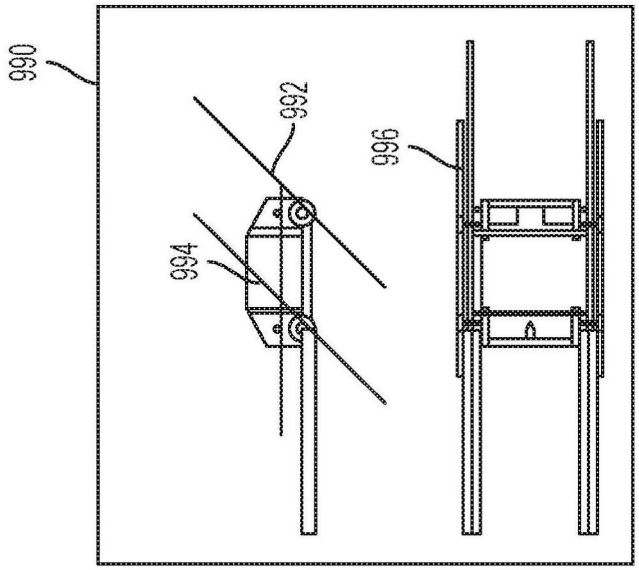


图37C

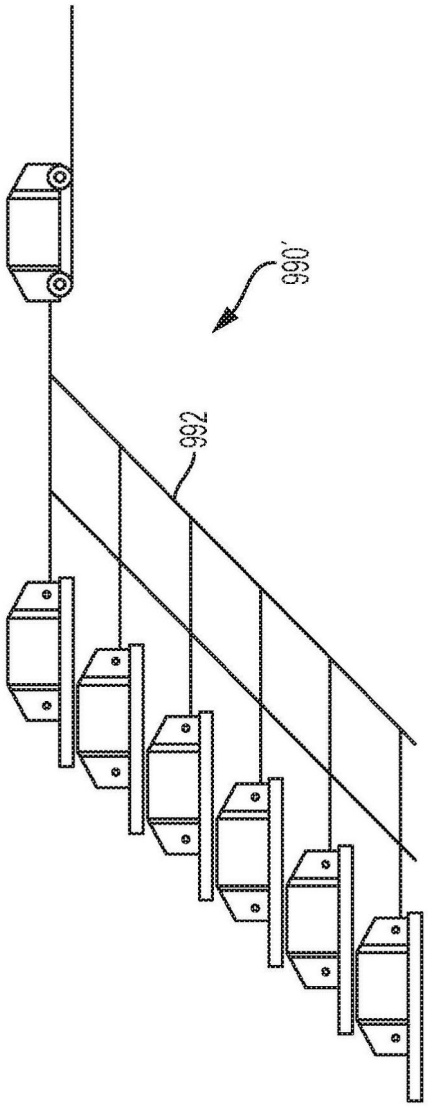


图37D

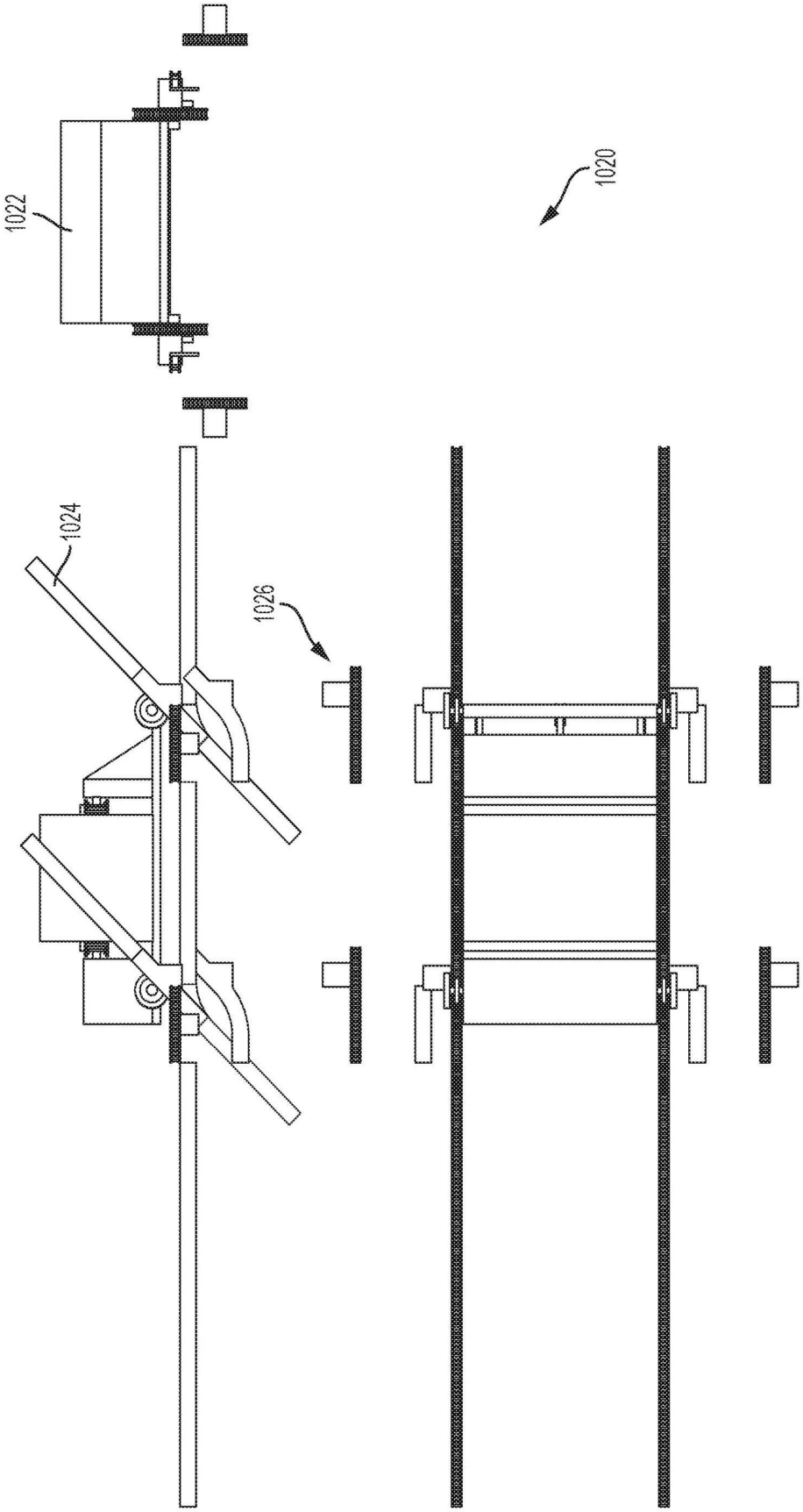


图38A

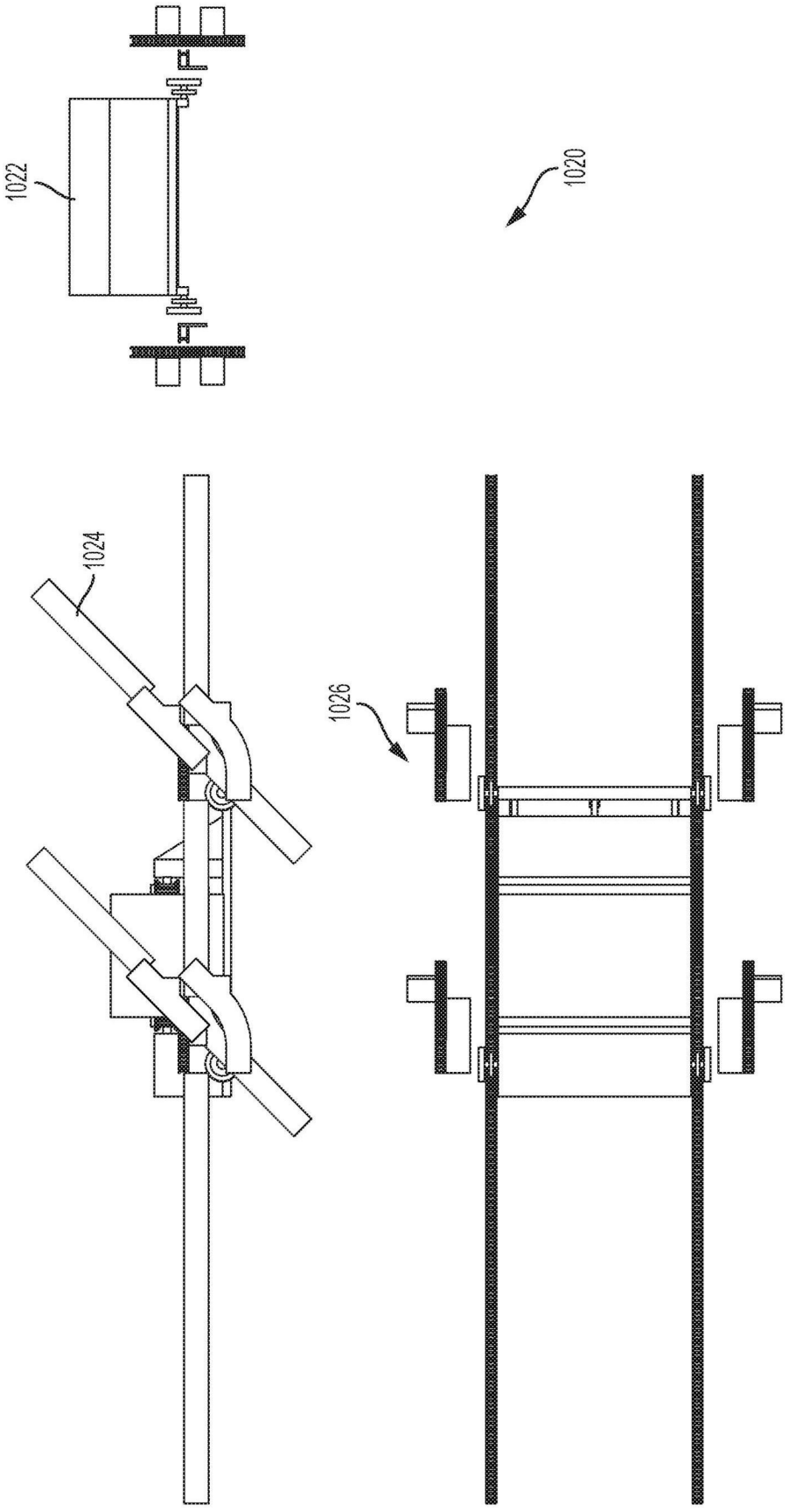


图38B

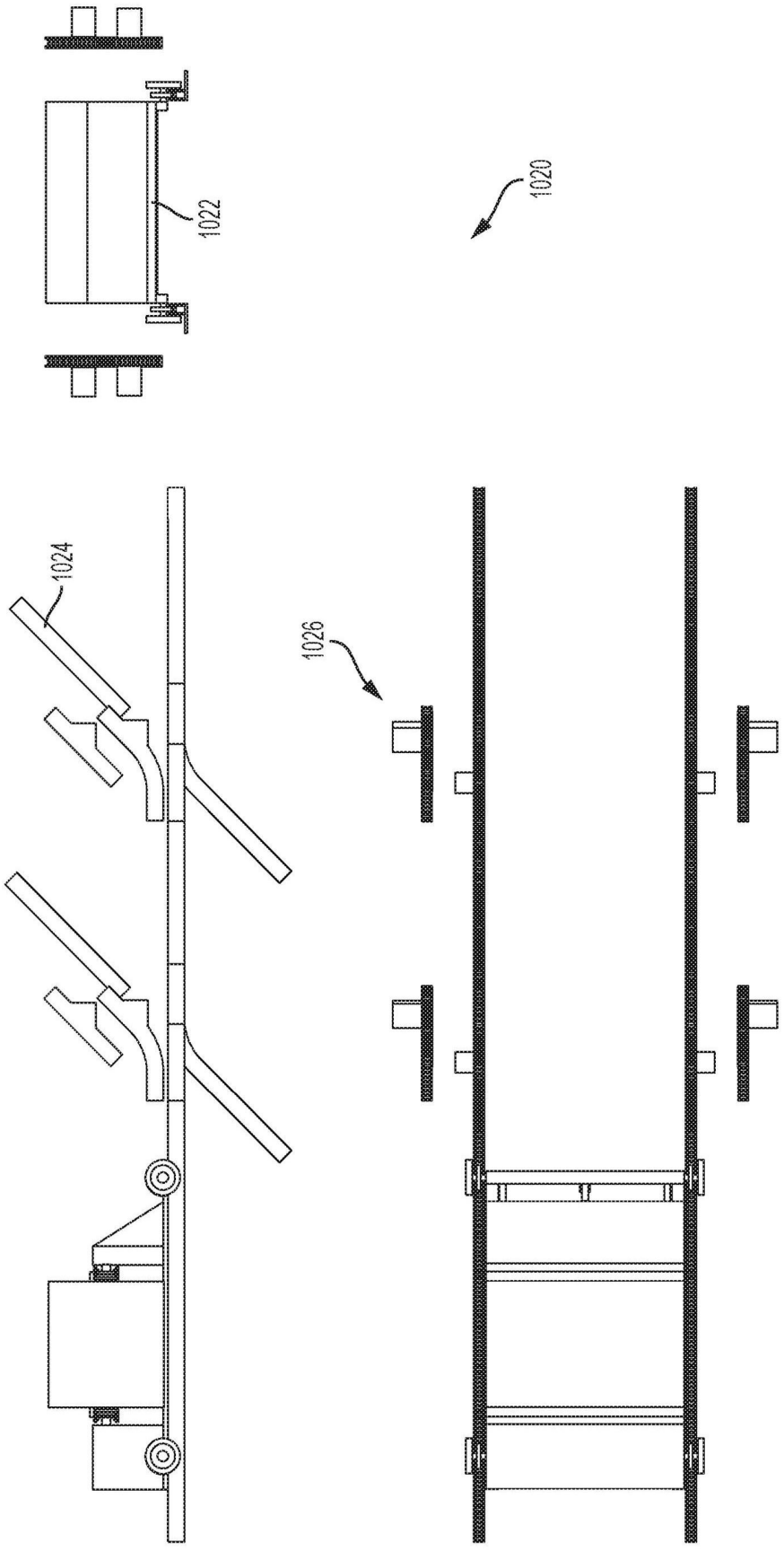


图38C

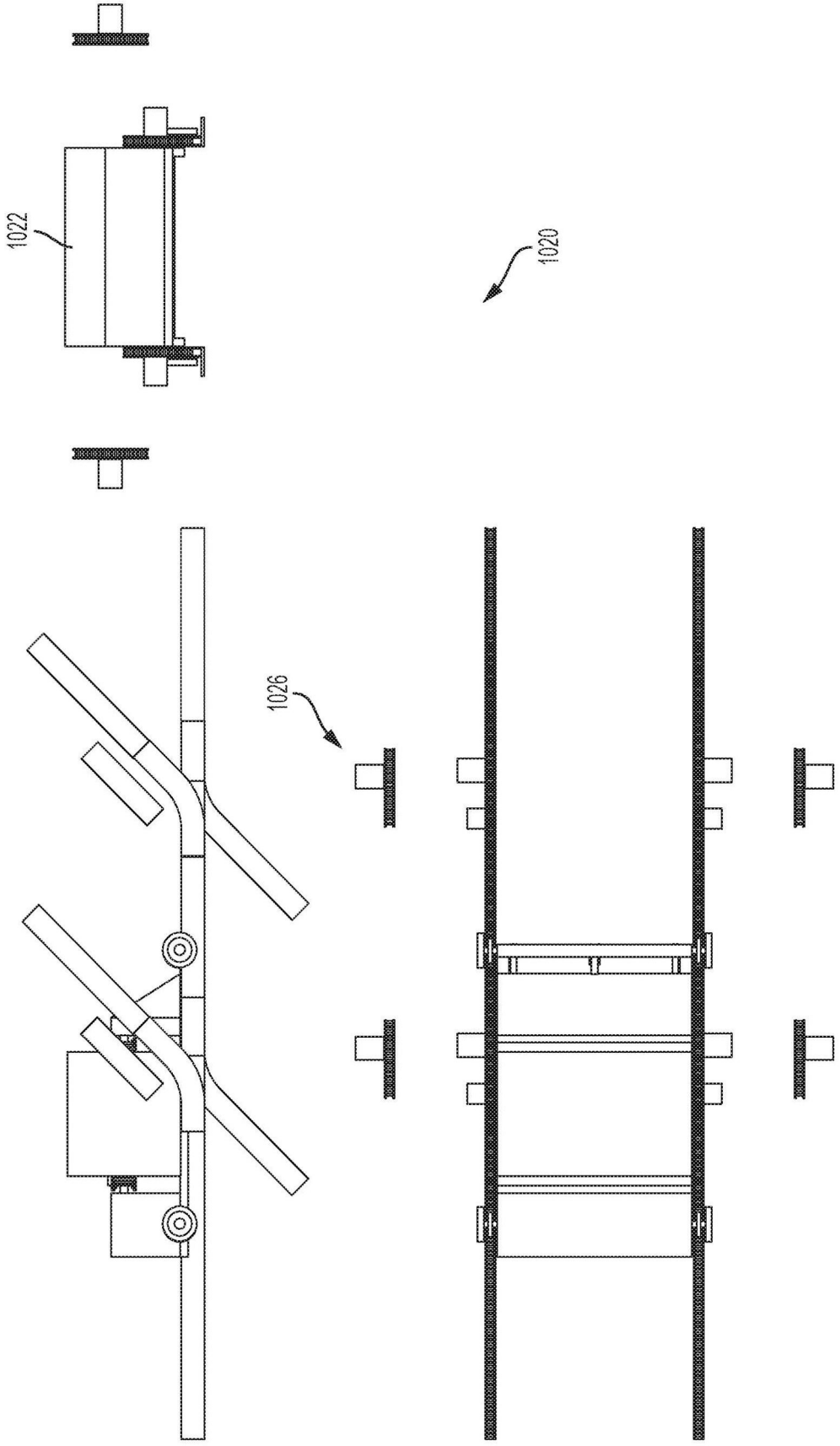


图38D

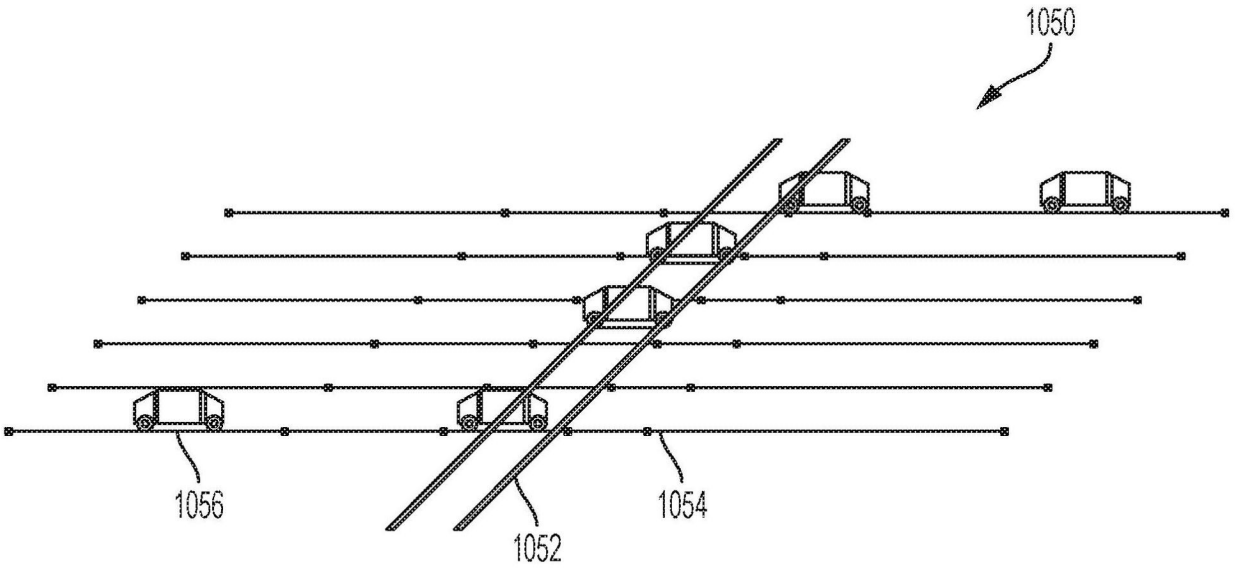


图39A

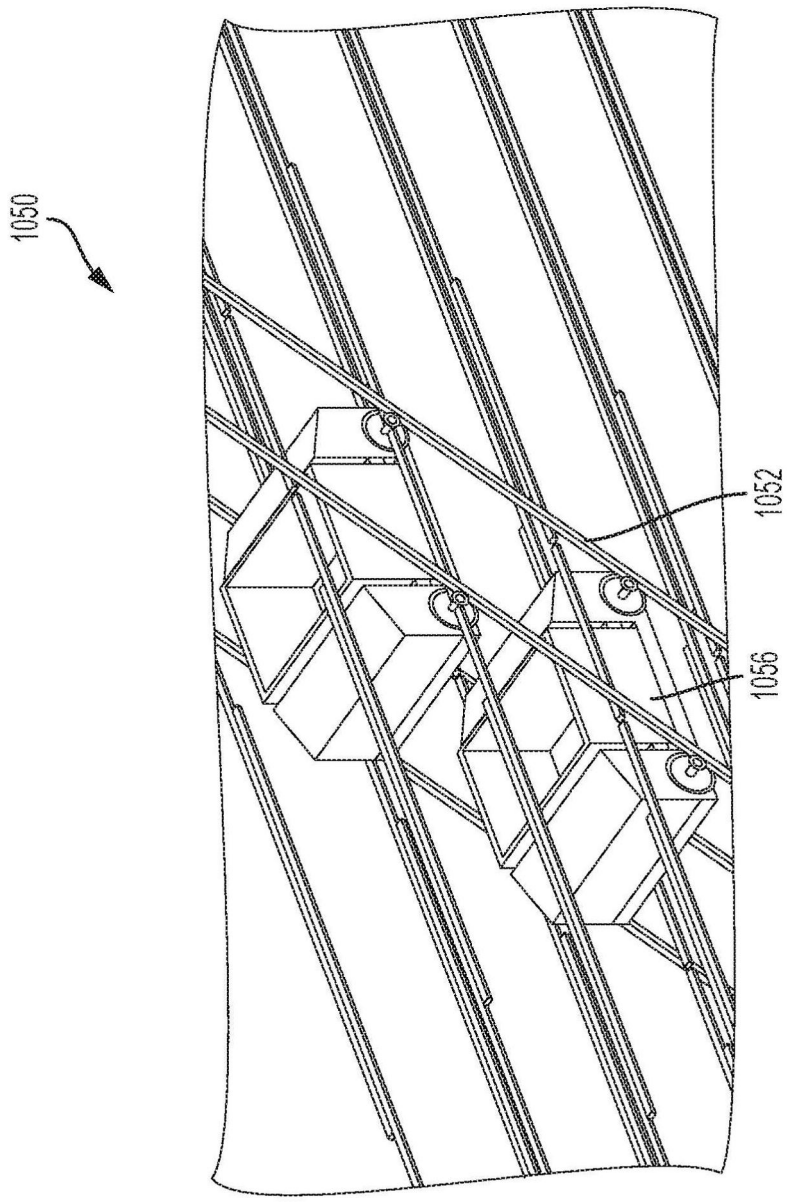


图39B

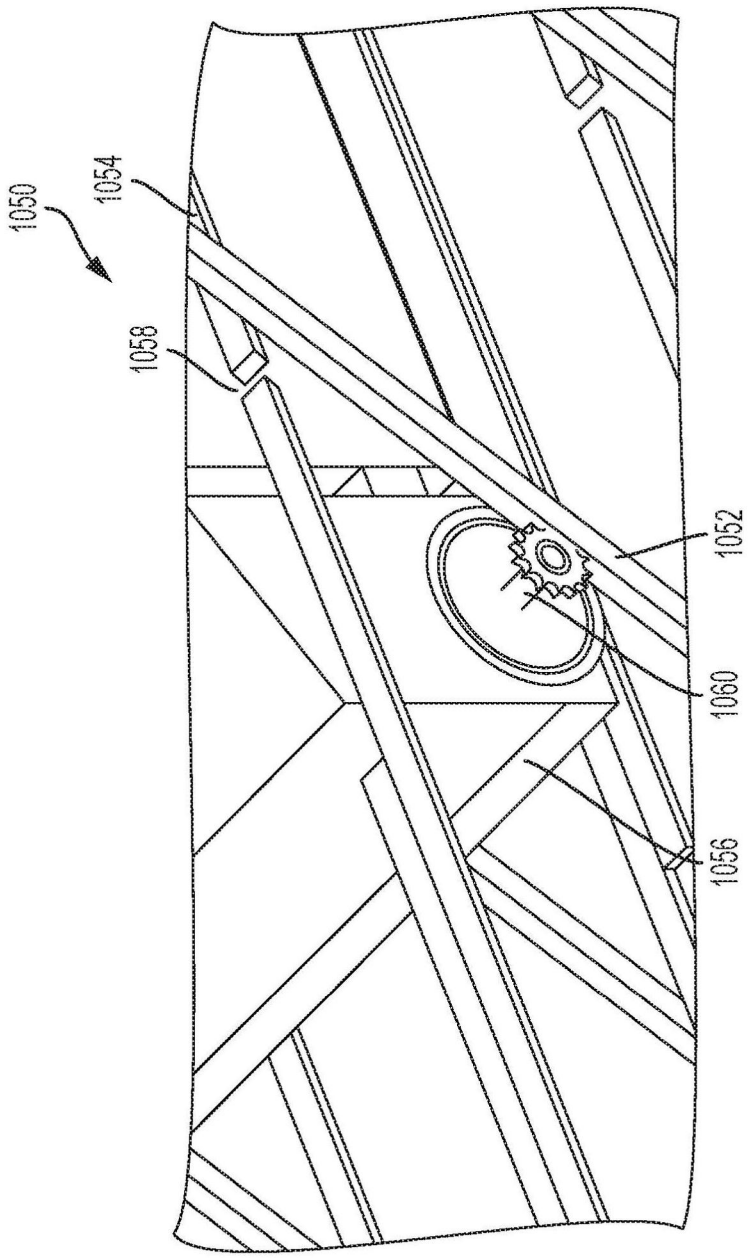


图39C

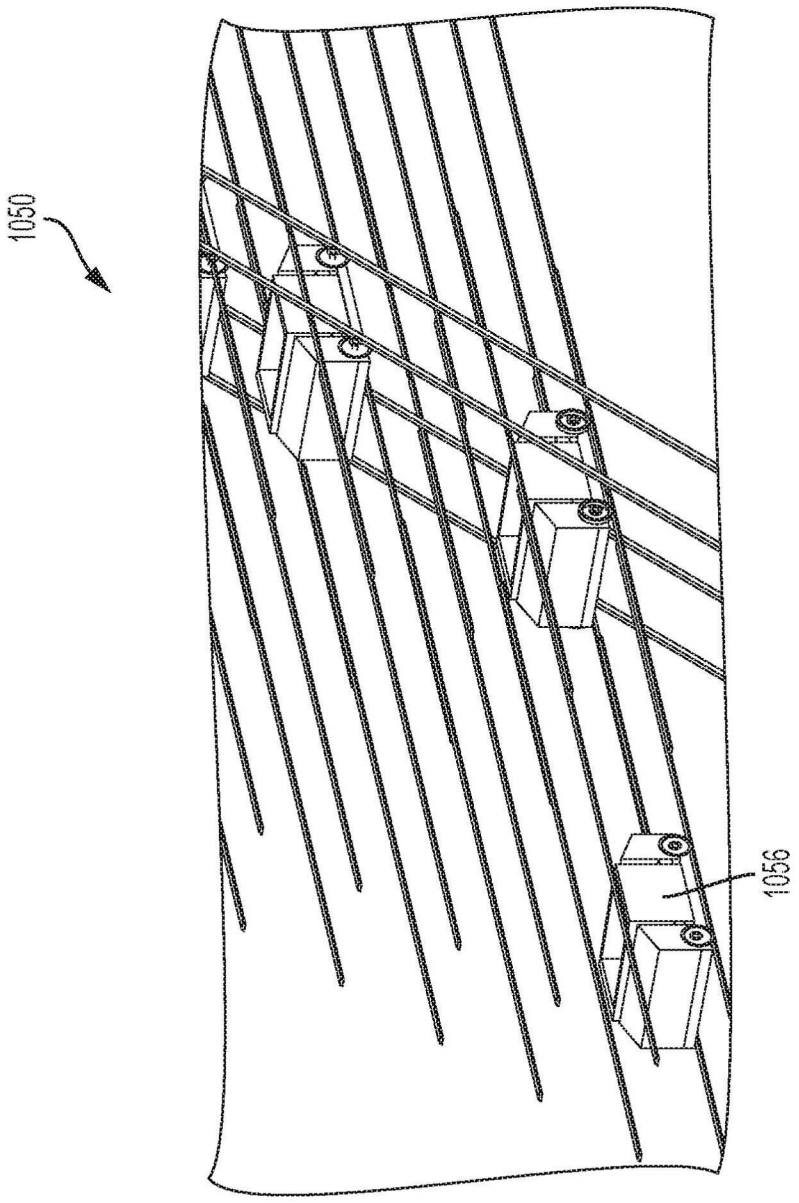


图39D

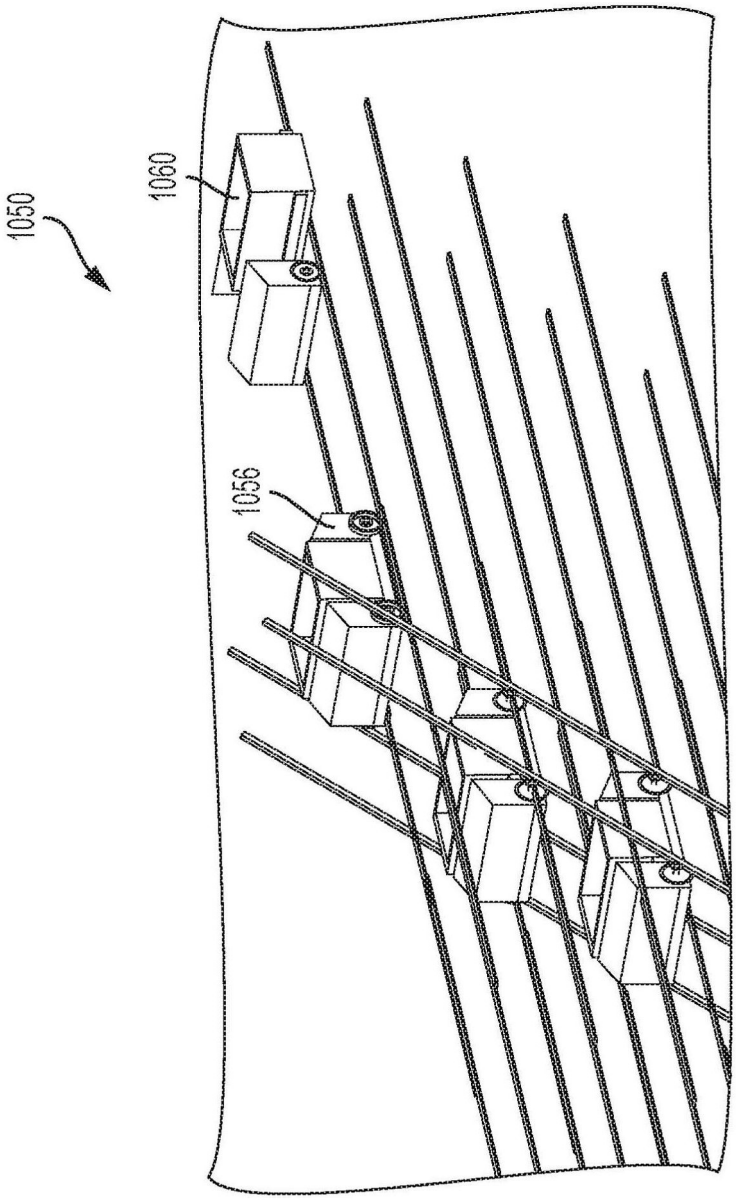


图39E

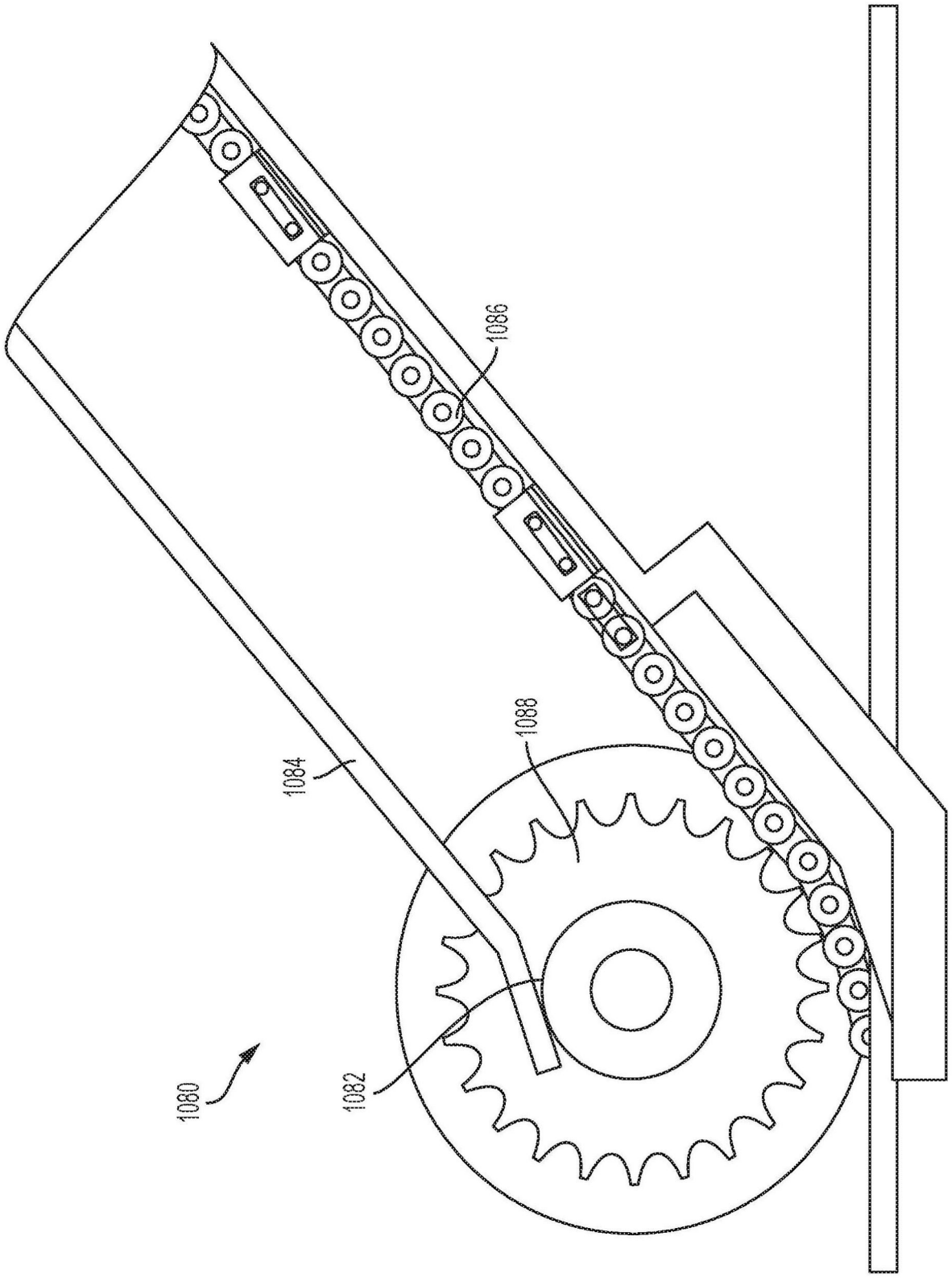


图40A

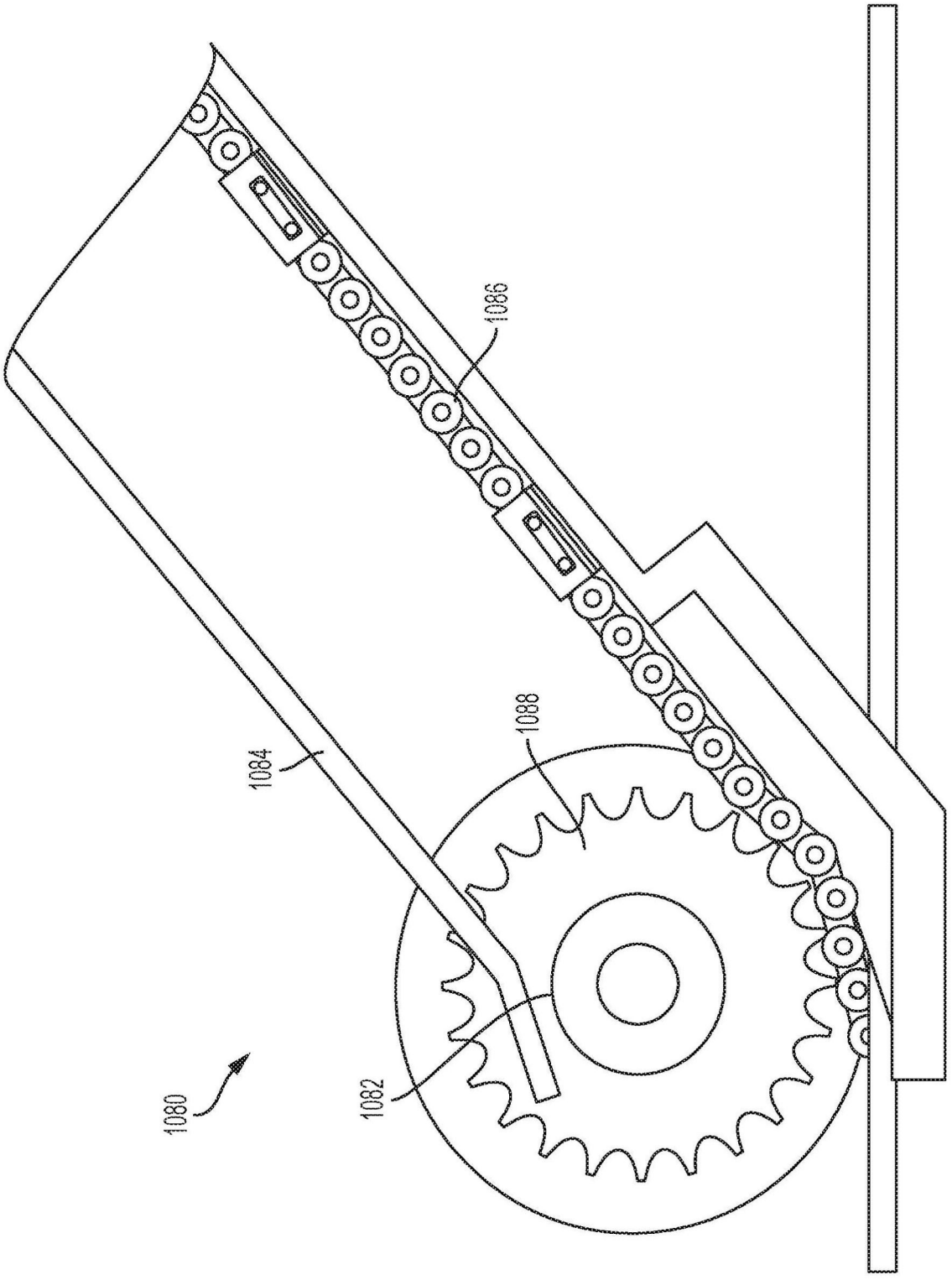


图40B

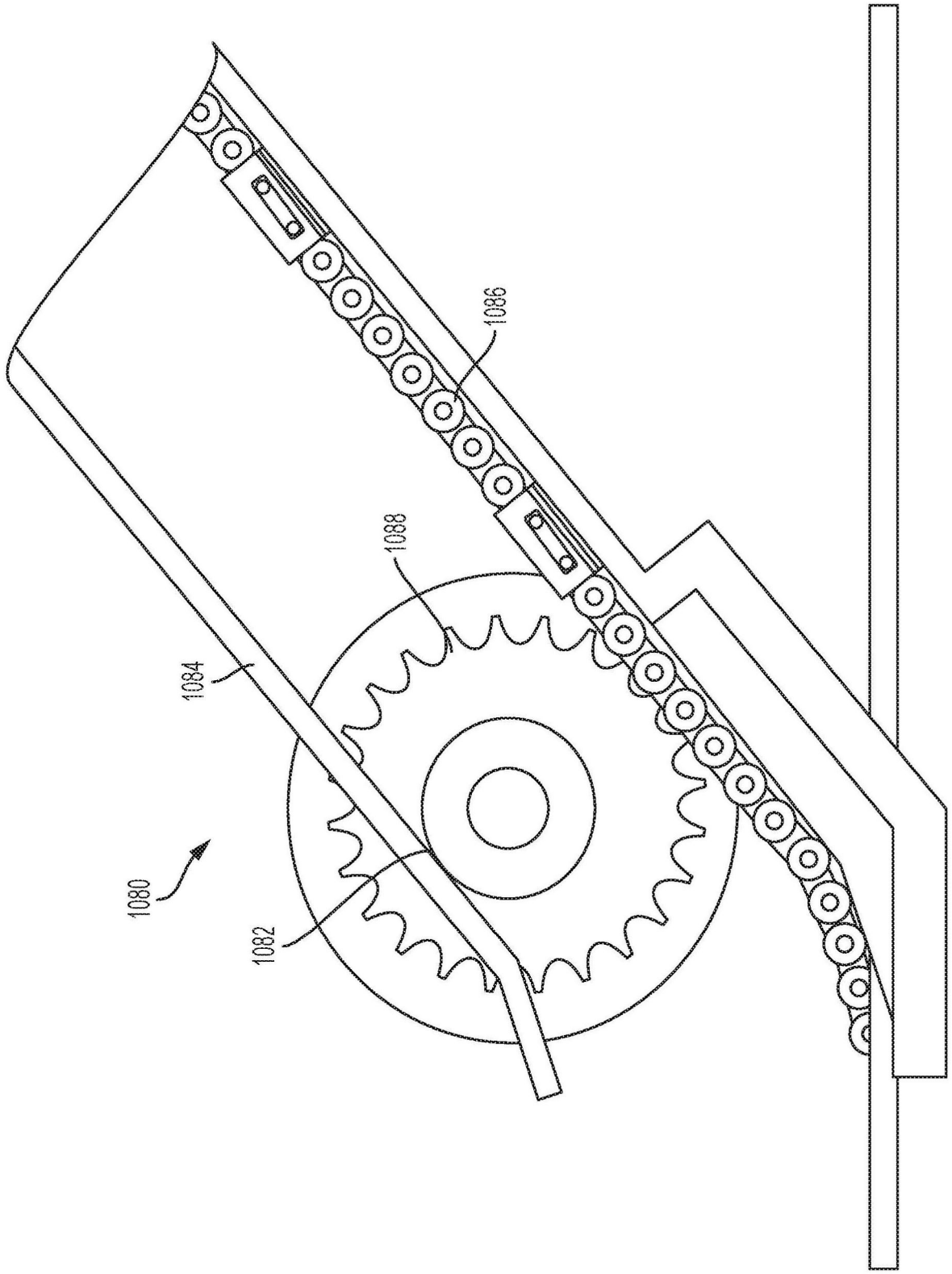


图40C

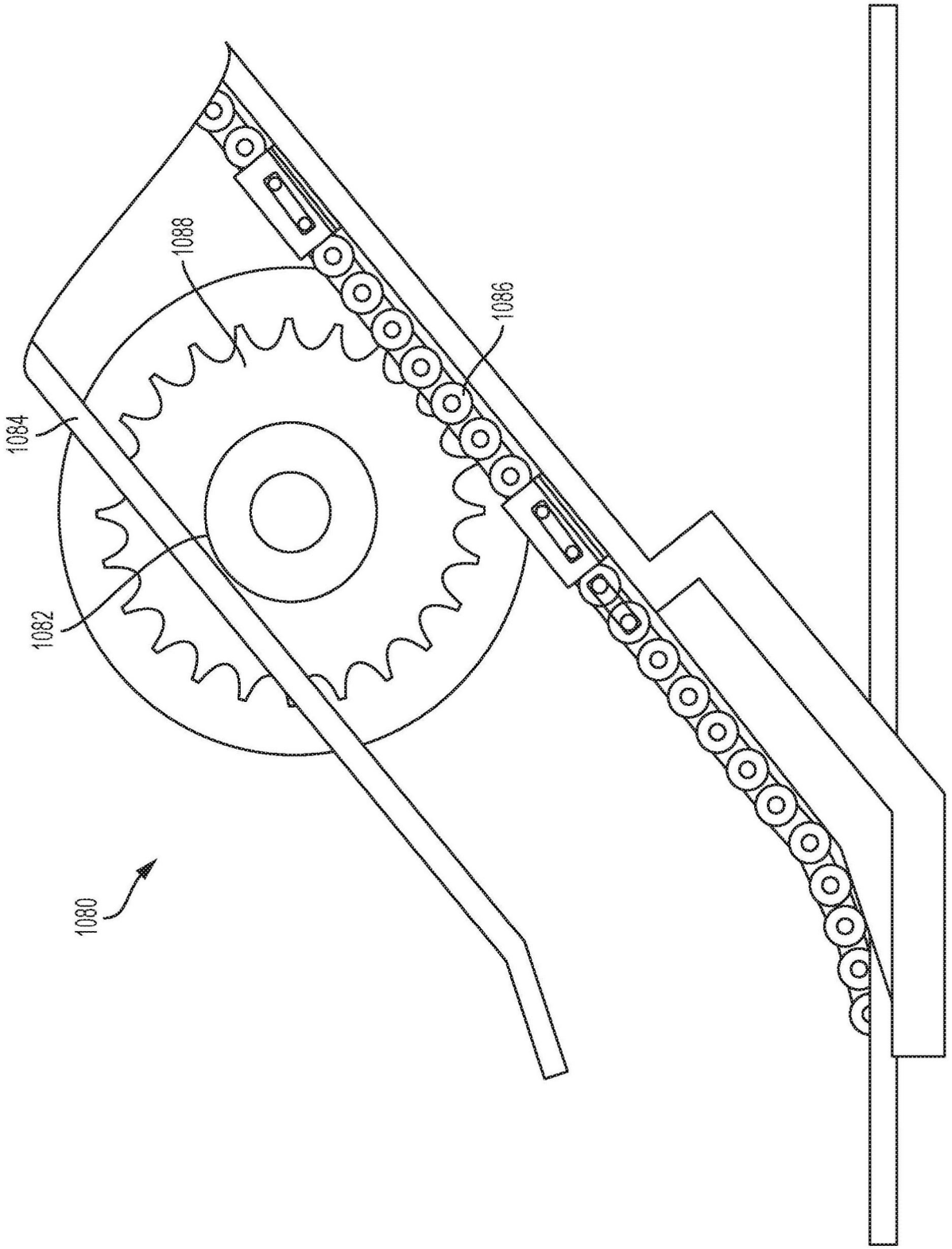


图40D

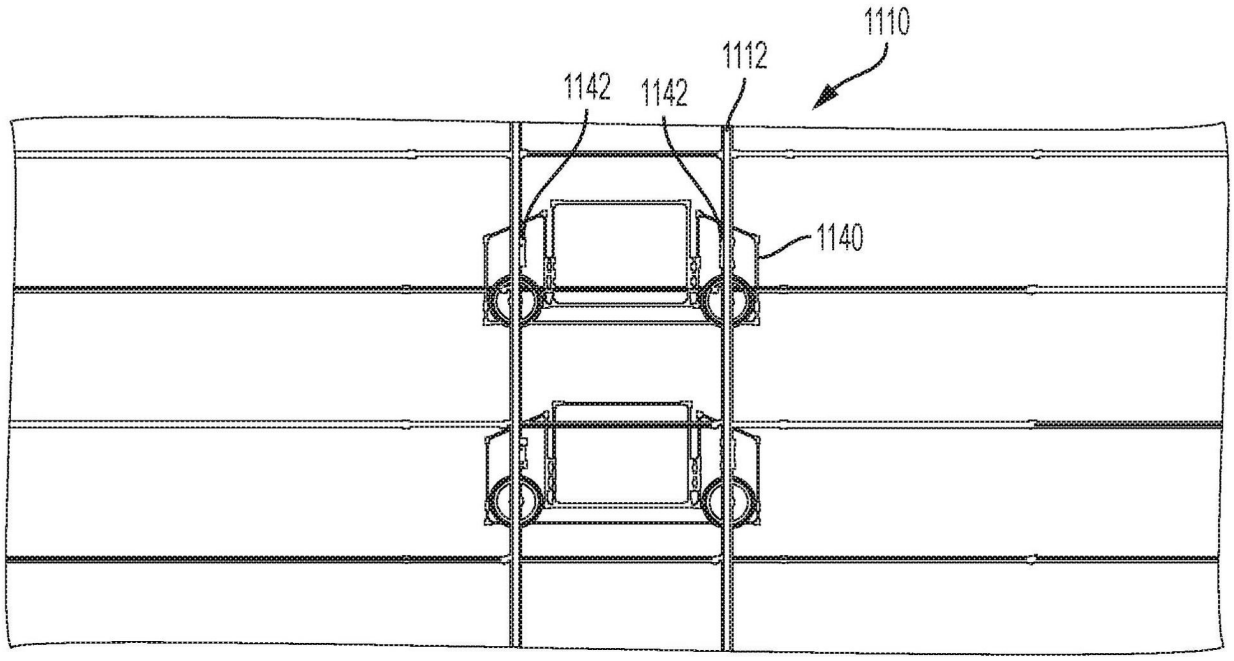


图41A

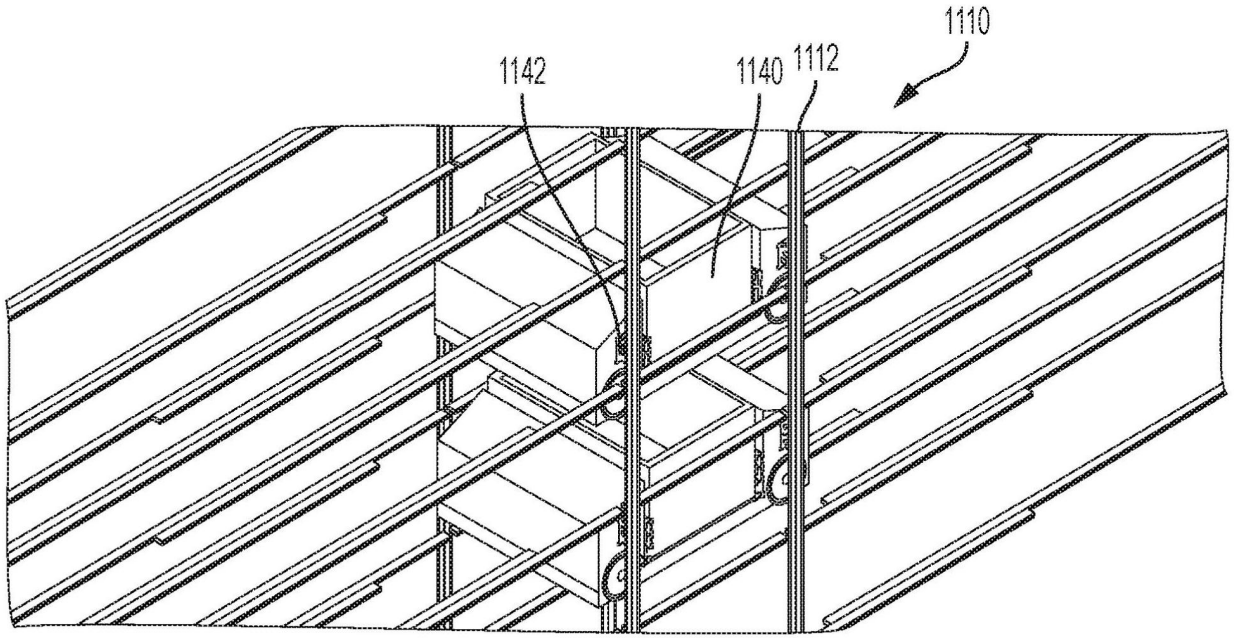


图41B

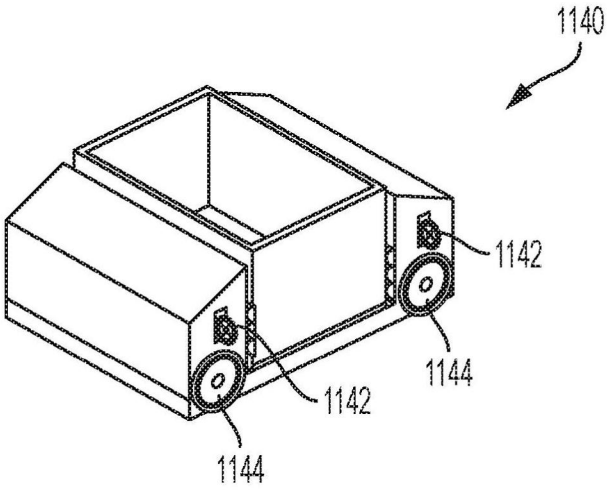


图42A

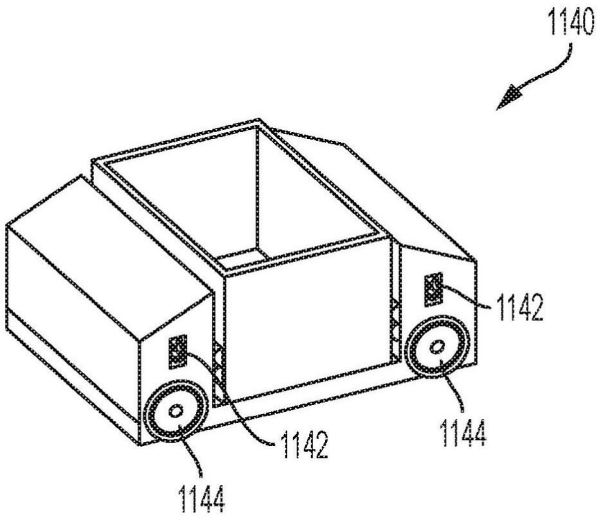


图42B

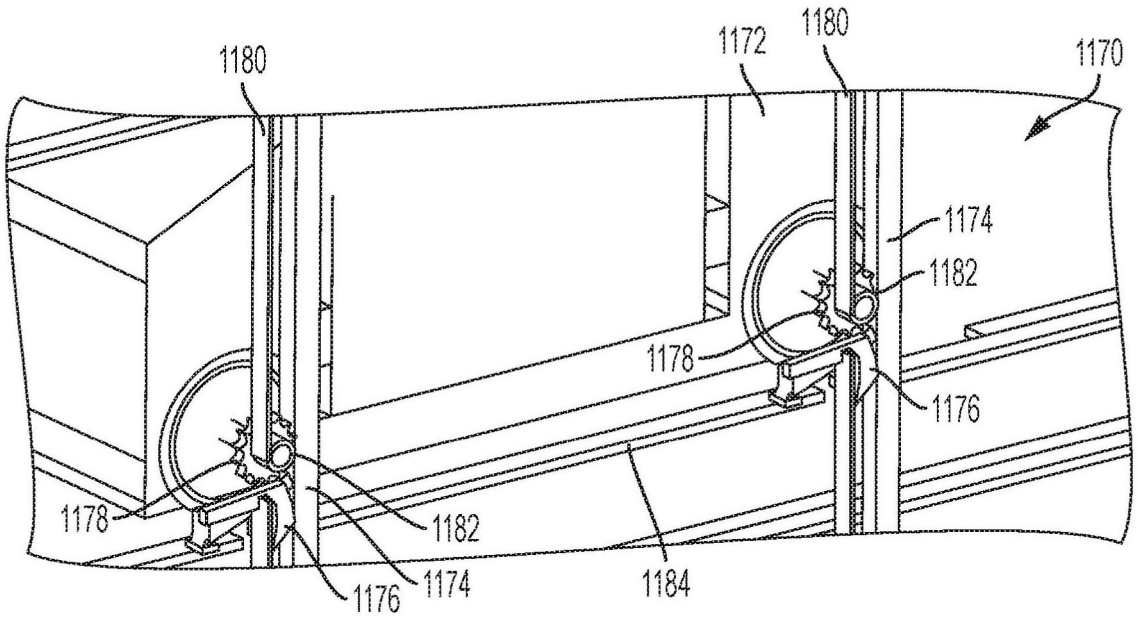

1180
1172
1180
1170
1174
1182
1178
1176
1178
1182
1176
1174
1184

图43A

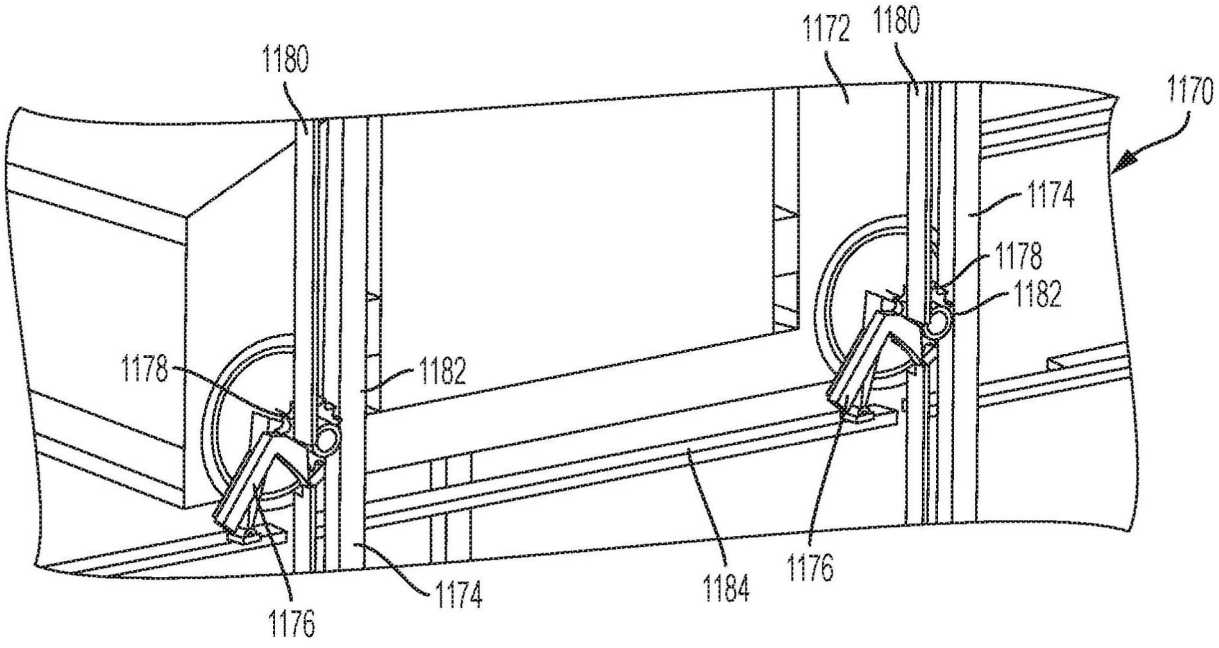

1172
1180
1180
1170
1174
1178
1182
1178
1182
1184
1176
1174
1176

图43B

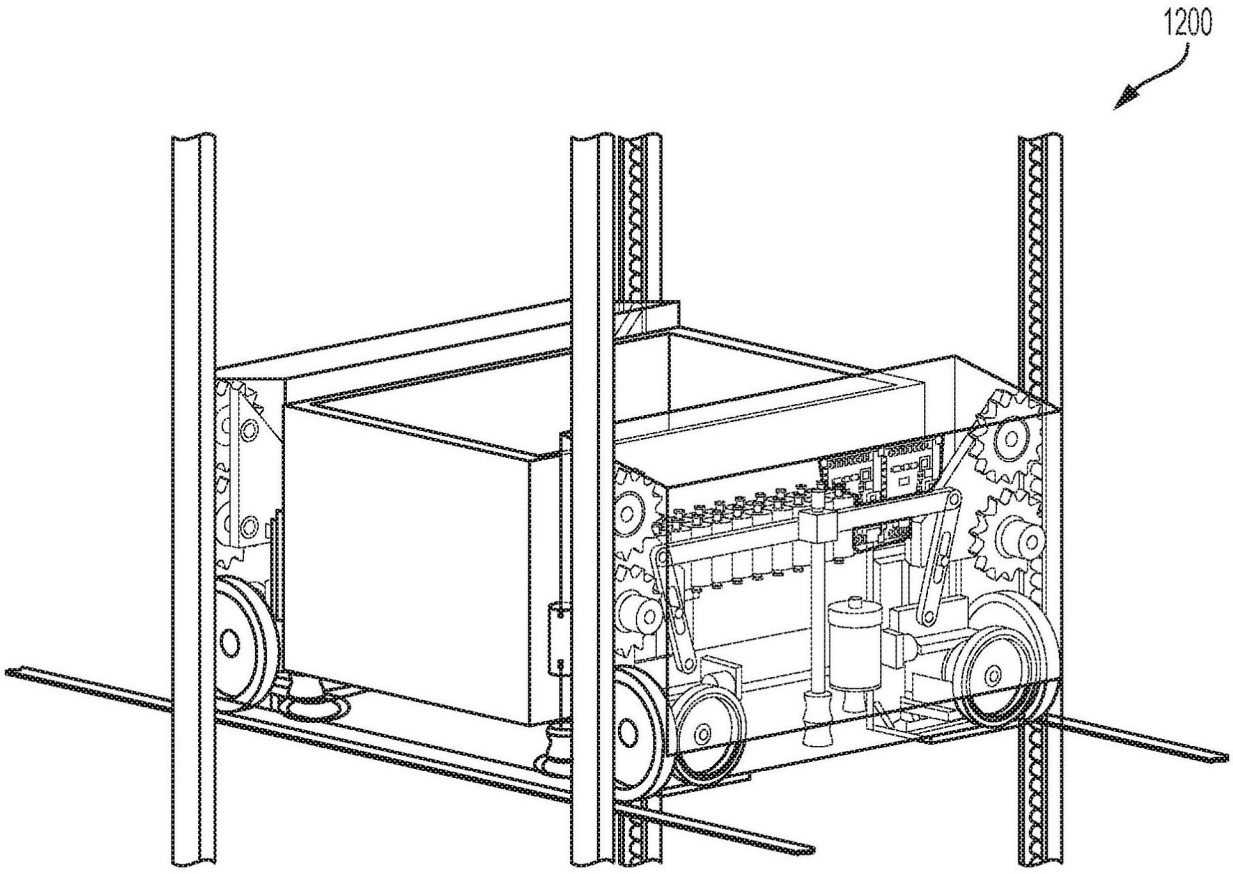


图44A

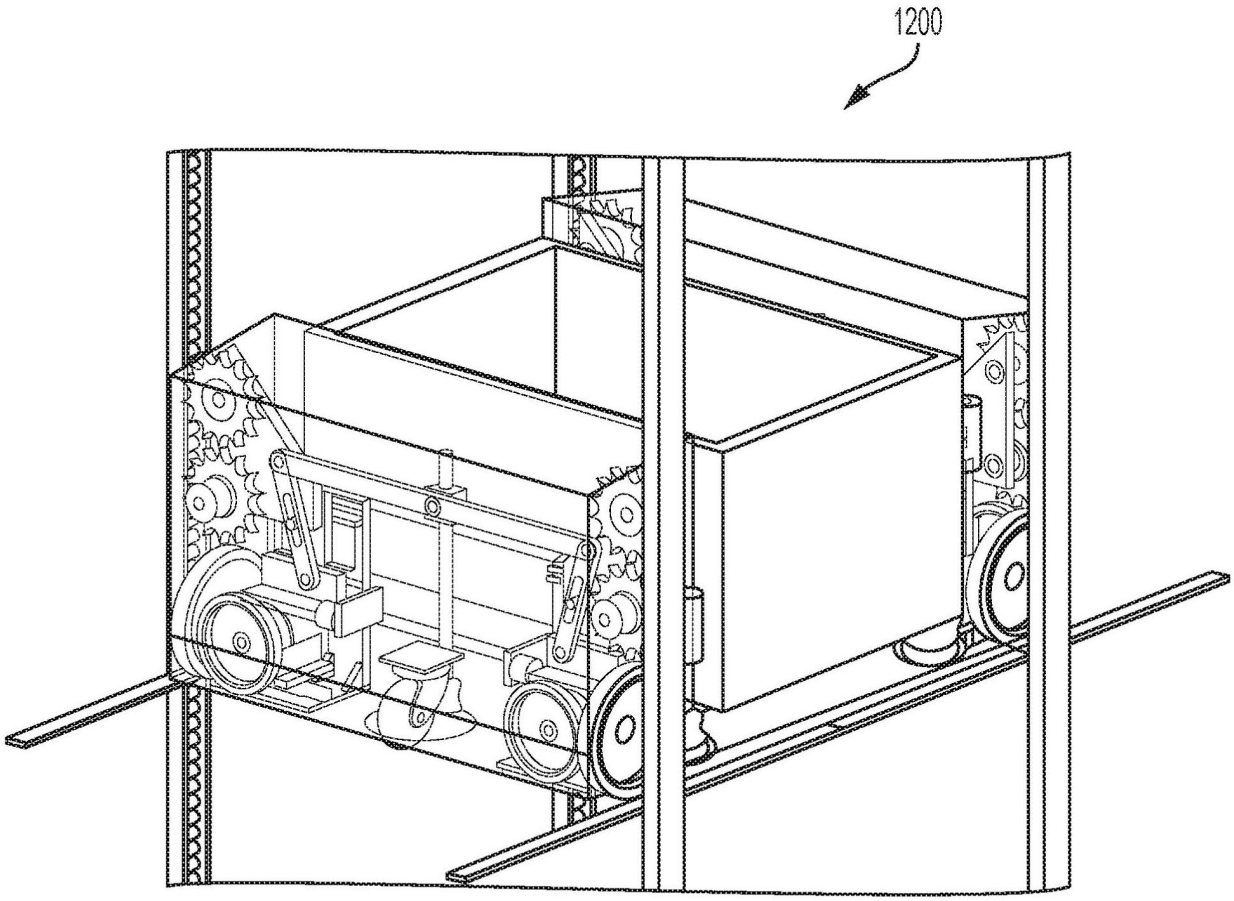


图44B

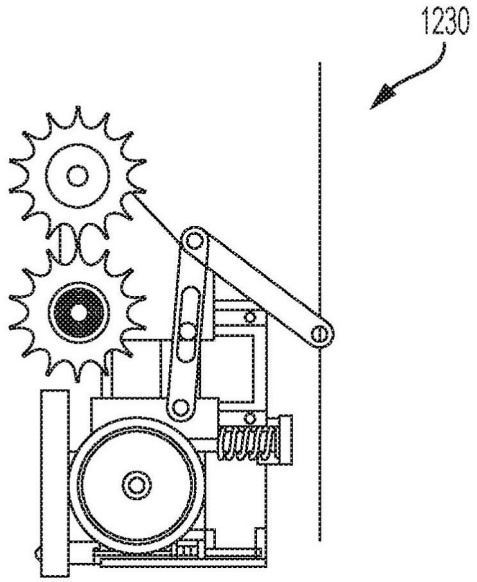


图45A

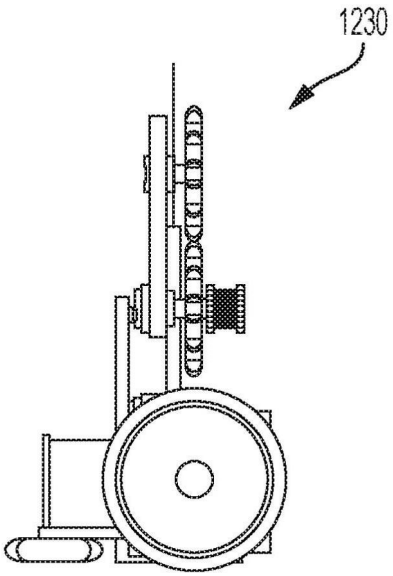


图45B

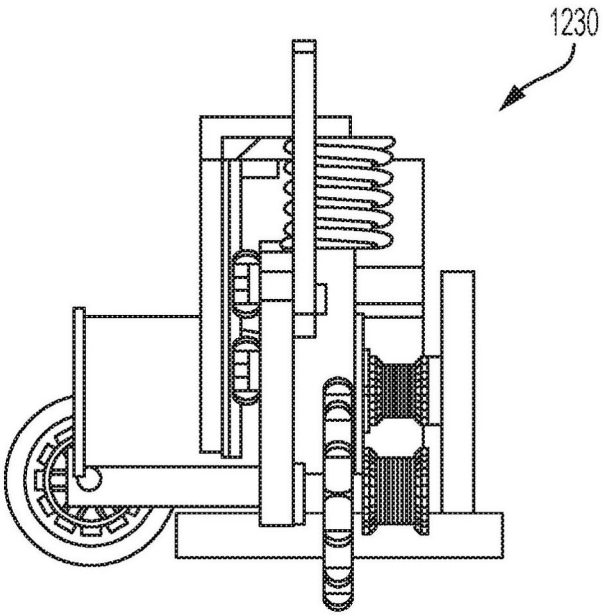


图45C

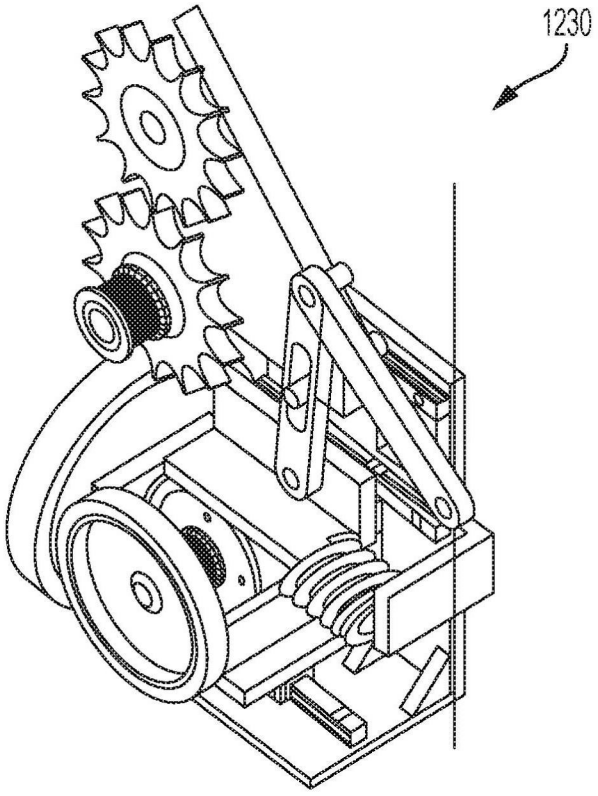


图45D

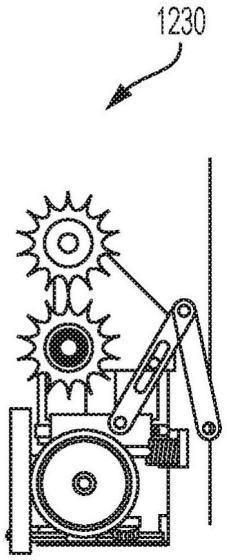


图46A

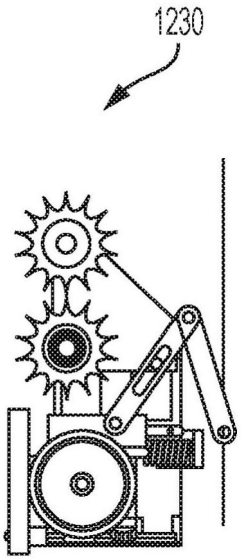


图46B

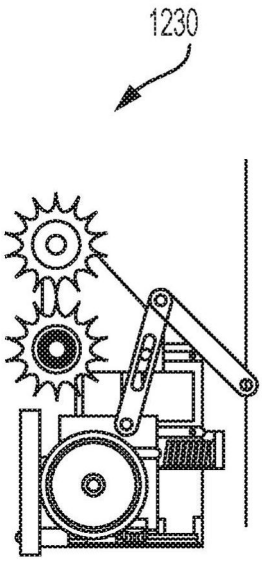


图46C

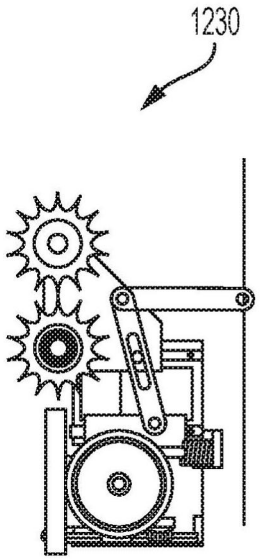


图46D

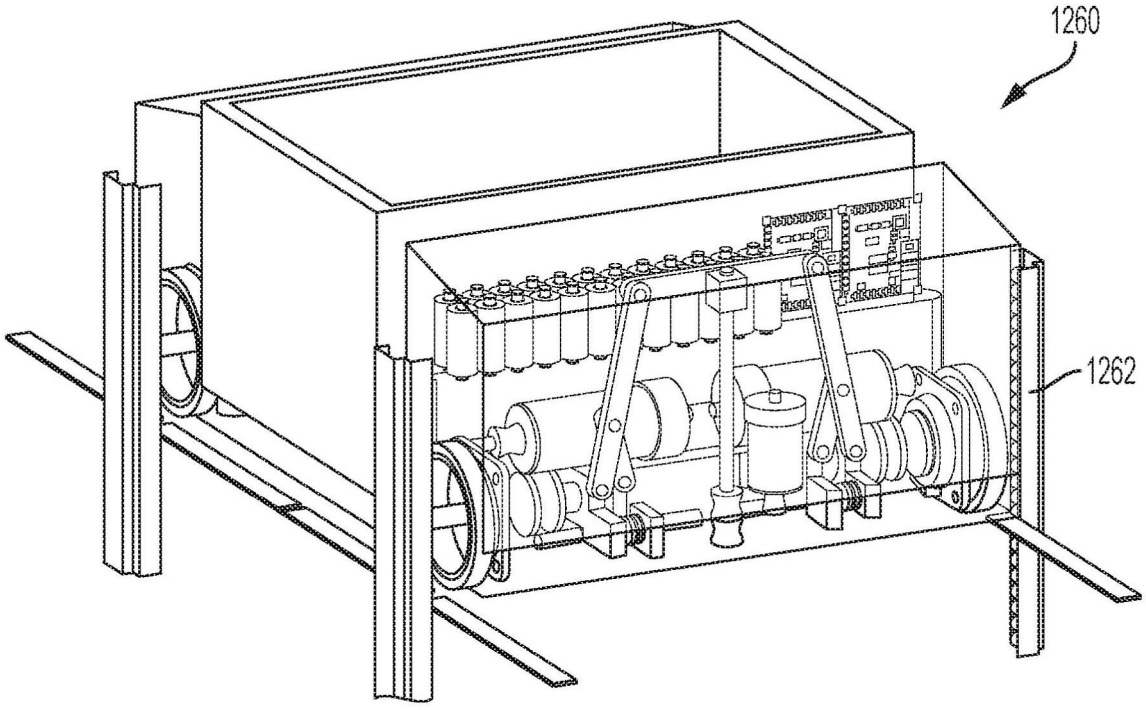


图47A

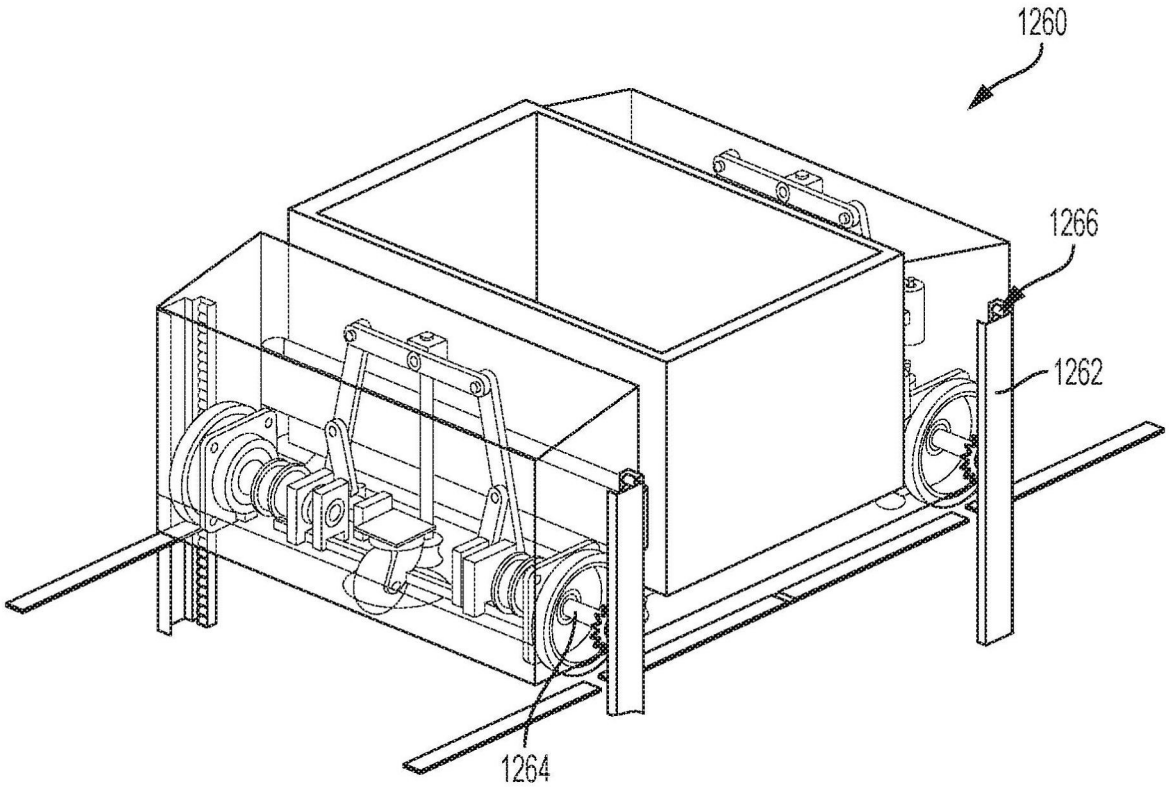


图47B

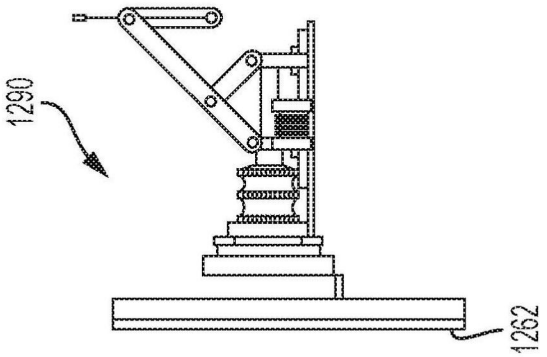


图48A

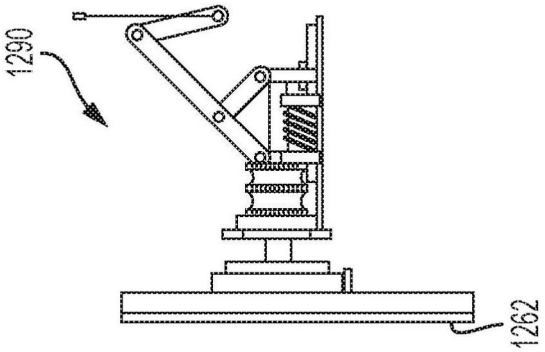


图48B

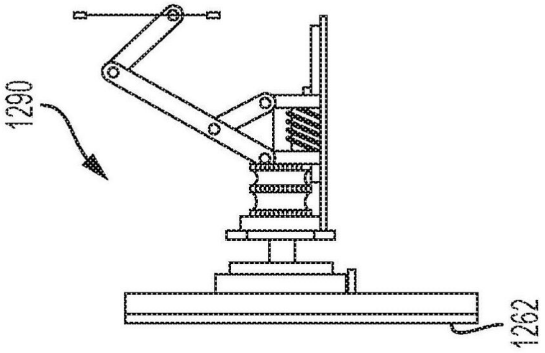


图48C

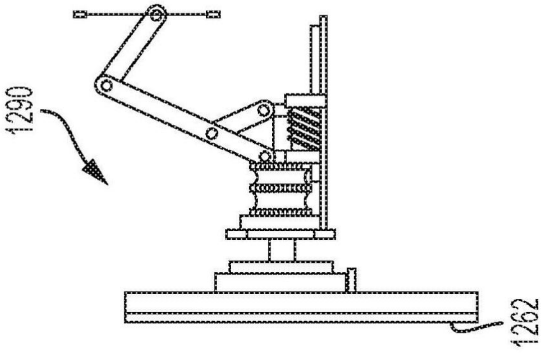


图48D

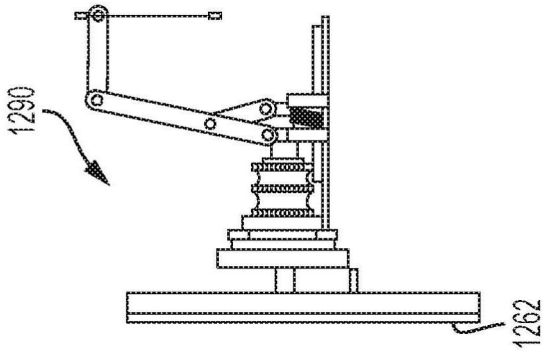


图48E

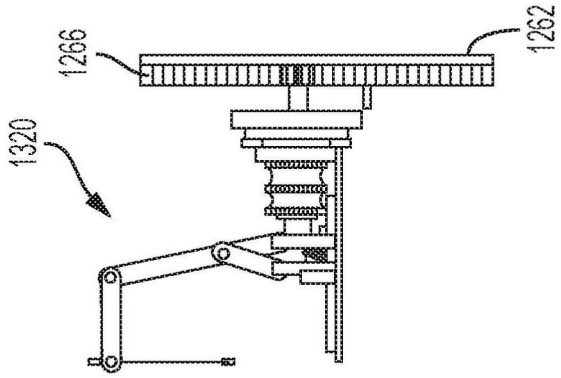


图49A

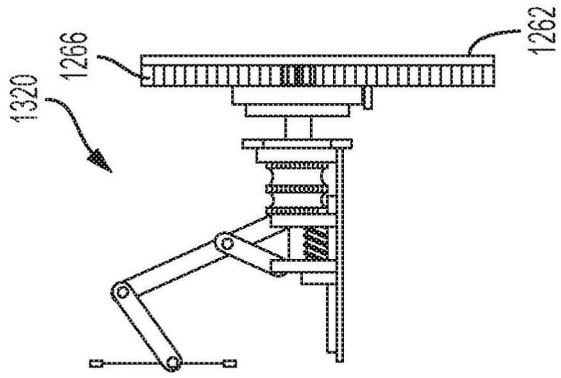


图49B

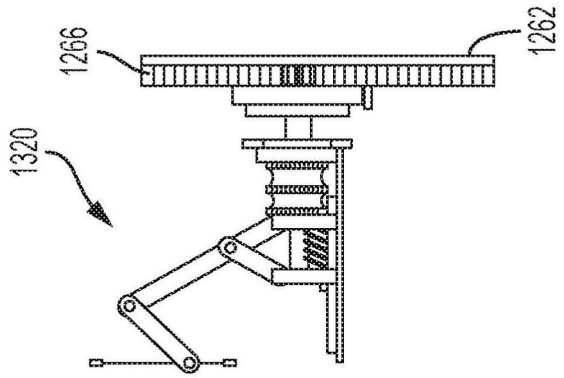


图49C

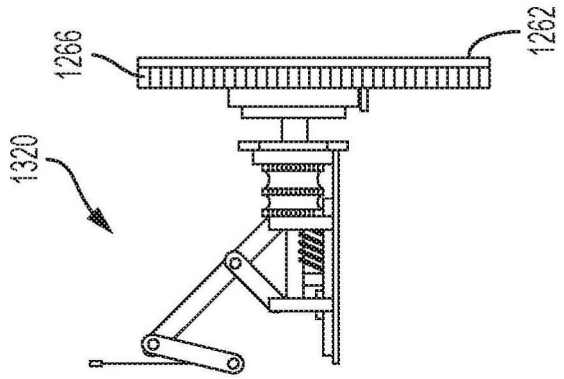


图49D

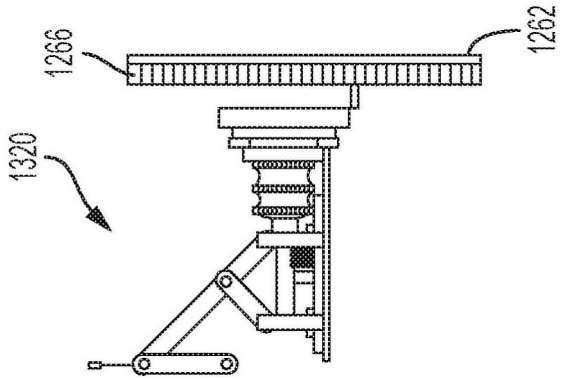


图49E

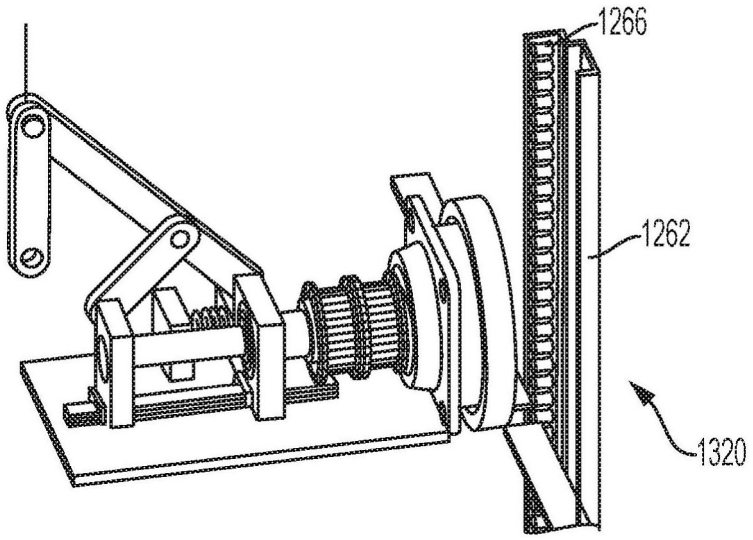


图50A

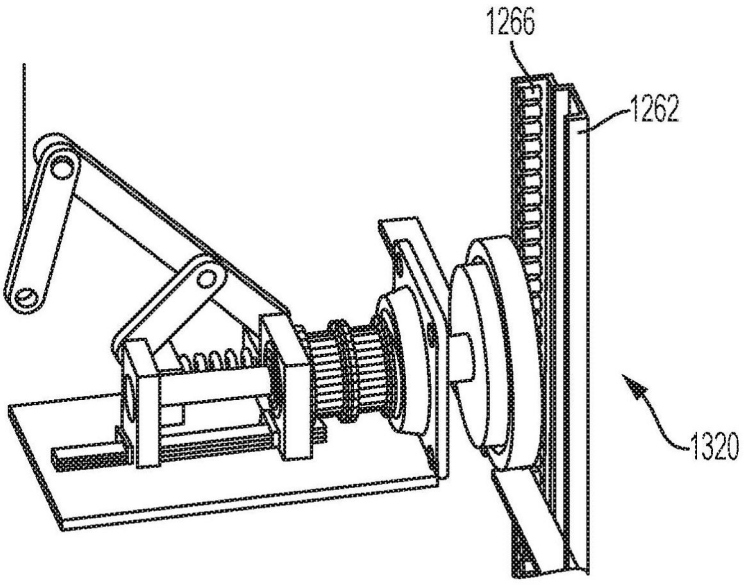


图50B

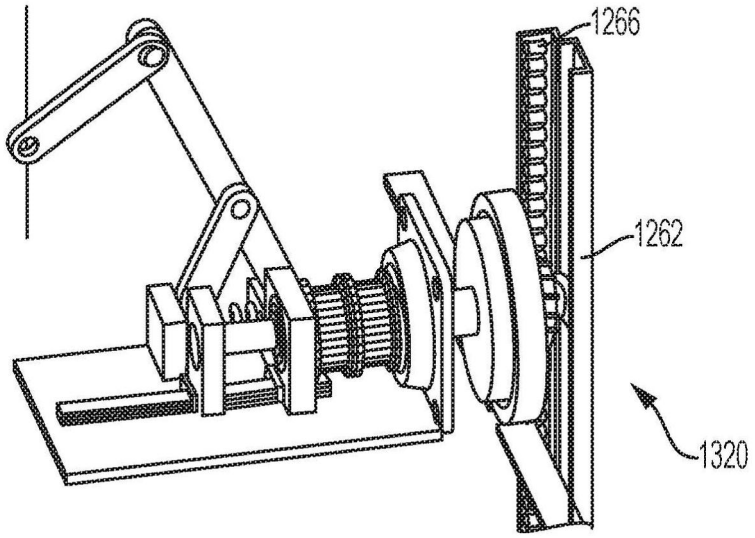


图50C

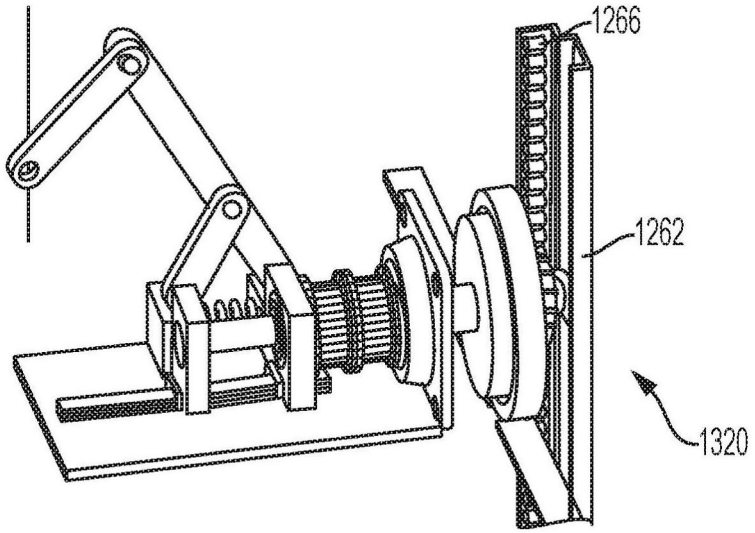


图50D

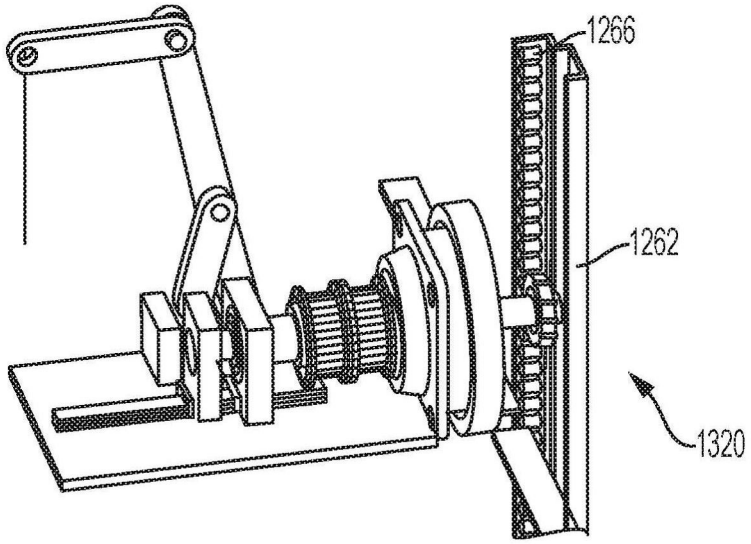


图50E