(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109987366 A
(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201910036500.3

(22)申请日 2019.01.15

(71)申请人 杭州大氚智能科技有限公司
地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区8号大街1号4幢2层014号工位

(72)发明人 赵悦荣 刘美艳

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253
代理人 冯子玲

(51)Int.Cl.
B65G 1/04(2006.01)

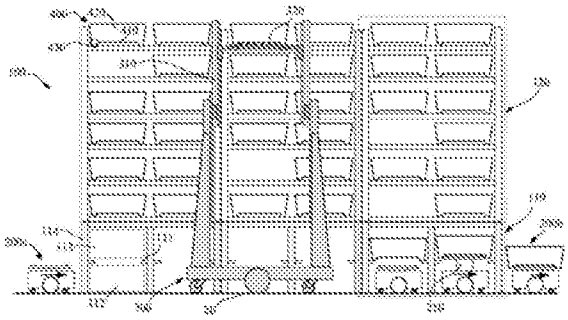
权利要求书4页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

一种无人化仓储系统及出入库方法

(57)摘要

本发明公开了一种无人化仓储系统和出入库方法，解决现有系统部署复杂、维护不便、成本高等问题。所述系统实施例在货架下面设有两层构造的通道支撑架，其下层用于自动引导小车通行，上层用于规格化容器临时缓存或穿过，层间支撑板沿整个货架的长度方向或宽度方向是贯通的。实施物品出库时，堆高车自动行进到指定货架并对准，利用取货机构将货架上的规格化容器取出，然后下降到支撑架上层，将容器缓存在支撑板上，随后自动引导小车经支撑架下层行进到容器下方将其顶起与支撑件脱离，然后小车经通道和巷道行进到分拣地点，入库流程则相反。本系统容易部署，易于维护，成本低，通过调度系统使大量机器人并发作业，整体效率高。



CN 109987366 A

1.一种无人化仓储系统，其特征在于：实现将放置在货架上的物品取出并运送至分拣地点完成出库，或将物品从分拣地点运送至所述货架并存储到所述货架上完成入库，包括：

至少一个所述货架，其正面可以取放物品；

至少一个规格化容器，用于存储零散的物品；

至少一台自动引导小车，用于运输所述规格化容器到规定位置；

至少一台堆高设备，能够取放所述货架上的物品，含所述规格化容器；以及

管理终端，对所述自动引导小车和所述堆高设备进行搬运指示；

所述无人化仓储系统的特征在于；

所述货架具有：

多层搁架，用于存储物品，含所述规格化容器；以及

至少一个通道支撑架，设置在所述多层搁架下方并固定在地面上，所述通道支撑架是第一类型通道支撑架、第二类型通道支撑架、或者第三类型通道支撑架；

所述第一类型通道支撑架包括多个立柱以及至少二个固定在所述立柱上的支撑件，可以为所述规格化容器提供缓存空格，所述支撑件之间在水平方向上形成一条与所述货架正面平行的并且贯穿所述货架的行间隙；

所述第二类型通道支撑架包括多个所述立柱以及至少二个固定在所述立柱上的所述支撑件，可以为所述规格化容器提供所述缓存空格，所述支撑件之间在水平方向上形成一条与所述货架正面垂直的并且贯穿所述货架的列间隙；

所述第三类型通道支撑架包括多个所述立柱以及至少四个固定在所述立柱上的所述支撑件，可以为所述规格化容器提供所述缓存空格，所述支撑件之间在水平方向上形成一条与所述货架正面平行的并且贯穿所述货架的所述行间隙，以及一条与所述货架正面垂直的并且贯穿所述货架的所述列间隙；

所述规格化容器，包括：

储物部，用于容纳零散物品；

至少两个停靠部，分布于所述规格化容器侧面或底面的周边，用于从上向下停靠在一个所述通道支撑架中一条间隙两边的所述支撑件上并保持位置；以及

被所述托举部，用于与所述自动引导小车的托举部对接；

所述规格化容器整体外形尺寸小于所述通道支撑架的内部空间尺寸，可以水平地移入所述通道支撑架中和从所述通道支撑架中移出；

所述自动引导小车，具有驱动部、控制部、以及一个可自动升降的所述托举部；所述控制部通过所述驱动部使所述自动引导小车行驶；所述控制部通过升降所述托举部使所述托举部与所述规格化容器的被所述托举部进行对接或分离，实现所述规格化容器的提升或落下；

所述堆高设备，包括所述驱动部、所述控制部、升降平台、以及抓取部件，所述控制部通过所述驱动部使所述堆高设备在所述货架之间移动并对准所述货架的正面指定位置，通过所述升降平台使所述抓取部件对准所述货架的指定高度，通过所述抓取部件伸入所述货架的搁架及所述通道支撑架以抓取和放置物品。

2.根据权利要求1所述的一种无人化仓储系统，其特征在于：

所述货架的数量大于1个，所述货架组成包括若干个货架行的所述货架行集合，为所述

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 2

自动引导小车和所述堆高设备提供放置所述规格化容器的所述缓存空格，所述货架行是第一类型货架行、第二类型货架行、第三类型货架行、或上述三种类型所述货架行的组合；

所述第一类型货架行是指通过将多个具有所述第一类型通道支撑架的所述货架以及数量可选的具有所述第三类型通道支撑架的所述货架进行横向连接组合成的一种所述货架行；

所述第二类型货架行是通过将多个具有所述第二类型通道支撑架的所述货架和数量可选的具有所述第三类型通道支撑架的所述货架进行横向连接组合成的一种所述货架行；

所述第三类型货架行是通过将多个具有所述第三类型通道支撑架的所述货架进行横向连接组合成的一种所述货架行；

所述三种类型的所述货架行中，所述第一类型货架行和所述第三类型货架行可以为载着所述规格化容器的所述自动引导小车提供在所述货架下方行驶的行通道，所述第二类型货架行和所述第三类型货架行可以为载着所述规格化容器的所述自动引导小车提供在所述货架下方行驶的列通道。

3.根据权利要求2所述的一种无人化仓储系统，其特征在于：

所述货架行与堆高行巷道组成货架巷道组合；所述货架巷道组合是第一类型货架巷道组合或者第二类型货架巷道组合；所述第一类型货架巷道组合是通过将两个所述货架行面对面平行放置并在两个所述货架行中间留一条允许所述堆高设备通过的所述堆高行巷道而组成，所述堆高设备的所述抓取部件具有从两侧所述货架的所述搁架及所述通道支撑架中抓取和放置物品的能力；所述第二类型货架巷道组合是通过在一个所述货架行正面旁边留一条允许所述堆高设备通过的所述堆高行巷道而组成，所述堆高设备的所述抓取部件具有从一侧所述货架的所述搁架及所述通道支撑架中抓取和放置物品的能力。

4.根据权利要求3所述的一种无人化仓储系统，其特征在于：

所述第一类型货架巷道组合中的两个所述货架行下方的所述通道支撑架为所述第二类型通道支撑架或所述第三类型通道支撑架，所述两个所述货架行左右对齐，使得所述通道支撑架上的所述列间隙以及所述货架行之间的所述堆高行巷道空间构成一条能让载着所述规格化容器的所述自动引导小车直线通过整个所述货架巷道组合的所述列通道。

5.一种无人化仓储系统，其特征在于：

实现将放置在所述货架上的物品取出并运送至分拣地点，或将物品从分拣地点运送至所述货架并存储到所述货架上，具有：

若干个所述货架，其正面可以取放物品；

至少一个可动托架，用于缓存物品；

至少一台所述自动引导小车，用于运输托架到规定位置；

至少一台所述堆高设备，能够取放所述货架上和所述托架上的物品；以及

所述管理终端，对所述自动引导小车和所述堆高设备进行搬运指示；所述无人化仓储系统的特征在于；

所述货架具有所述多层搁架以及至少一个所述通道支撑架，所述通道支撑架设置在所述多层搁架下方并固定在地面上，所述通道支撑架包括多个所述立柱，

所述可动托架，包括：

所述储物部，位于所述托架上半部，用于容纳物品；

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 3

支撑部，分布于所述储物部下方周边，可与地面接触以支撑所述储物部；以及

被所述托举部，用于与所述自动引导小车的连接部进行可拆卸的连接；

所述可动托架整体外形尺寸小于所述通道支撑架内部空间尺寸，可以水平地移入所述通道支撑架中和从所述通道支撑架中移出，通过所述支撑部与地面的接触实现在所述通道支撑架内部停靠并保持位置；

所述自动引导小车，具有所述驱动部、所述控制部、以及一个可自动升降的所述托举部；所述控制部通过所述驱动部使所述自动引导小车行驶；所述控制部通过升降所述托举部使所述托举部与所述可动托架的被所述托举部可装卸地进行对接或分离，实现所述可动托架的提升或落下；

所述堆高设备，包括所述驱动部、所述控制部、所述升降平台、以及所述抓取部件，所述控制部通过所述驱动部使所述堆高设备在所述货架之间移动并对准所述货架的正面指定位置，通过所述升降平台使所述抓取部件对准所述货架的指定高度，通过所述抓取部件伸入所述货架的所述搁架及所述通道支撑架的内部抓取和放置物品；

所述货架横向连接组成若干个所述货架行，所述货架行与所述堆高行巷道组成所述货架巷道组合，所述货架巷道组合是所述第一类型货架巷道组合或者所述第二类型货架巷道组合；所述第一类型货架巷道组合是通过将两个所述货架行面对面平行放置并在两个所述货架行中间留一条允许所述堆高设备通过的所述堆高行巷道而组成，所述堆高设备的所述抓取部件具有从两侧所述货架的所述搁架及所述通道支撑架中抓取和放置物品的能力；所述第二类型货架巷道组合是通过在一个所述货架行正面旁边留一条允许所述堆高设备通过的所述堆高行巷道而组成，所述堆高设备的所述抓取部件具有从一侧所述货架的所述搁架及所述通道支撑架中抓取和放置物品的能力；所述货架行下方的所述通道支撑架四面贯通，为载着所述规格化容器的所述自动引导小车提供在所述货架下方行驶通过整个所述货架巷道组合的所述行通道和所述列通道。

6.一种无人化仓储系统出入库方法，使用权利要求1-5中任一所述的无人化仓储系统，其特征在于：

所述无人化仓储系统中的所述堆高设备和所述自动引导小车接收并执行来自所述管理终端的搬运指令；

所述堆高设备接收来自所述管理终端的搬运指令，包括目标物品的堆高起点位置和堆高终点位置，所述堆高起点位置和所述堆高终点位置的信息包括所述货架在行巷道中的位置以及目标物品在所述搁架和所述通道支撑架上放置的位置，所述堆高设备自动行进到所述堆高起点位置的所述货架并对准，通过所述升降平台动作使所述抓取部件与放置在所述搁架或所述通道支撑架上的目标物品对准，将其取出，然后再次自动行进到所述堆高终点位置的所述货架并对准，通过所述升降平台动作使所述抓取部件与所述堆高终点位置对准，将目标物品放置到对应的所述搁架上或所述通道支撑架中；

所述自动引导小车接收来自所述管理终端的搬运指令，所述搬运指令的类型至少包括出库指令和入库指令，指令内容包括目标物品所在的运输起点位置和运输终点位置，所述运输起点位置和运输终点位置是某一所述通道支撑架的位置或所述货架以外地点；收到出库搬运指令的空载自动引导小车沿着指定的路径前进，通过所述行通道、所述列通道、所述行巷道或列巷道行驶到在运输起点位置所述通道支撑架中停靠的物品下方，然后升起所述

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 4

托举部与所述规格化容器或所述可动托架的被所述托举部对接，将所述规格化容器或所述可动托架托起，然后所述自动引导小车载着所述规格化容器或所述可动托架沿着未堵塞的所述行通道或所述列通道行驶到所述货架以外地点完成出库；

收到入库搬运指令的载着所述规格化容器或所述可动托架的所述自动引导小车从所述货架以外的运输起点位置行驶到运输终点位置对应的所述货架附近，并沿着所述行通道或所述列通道行驶到运输终点位置对应的所述通道支撑架中，降下所述托举部使所述规格化容器或所述可动托架停靠在所述通道支撑架中完成入库；完成搬运指令的所述自动引导小车在原地等待、继续执行下一条接收到的搬运指令、或返回指定区域。

7.根据权利要求6所述的一种无人化仓储系统出入库方法，其特征在于：所述自动引导小车从所述管理终端接收的搬运指令类型还包括挪位指令，用于减少所述行通道或所述列通道的堵塞，提高通道利用率；收到挪位搬运指令的所述空载自动引导小车，沿着给定所述行通道或所述列通道行驶到在运输起点位置所述通道支撑架中停靠的物品下方，然后升起所述托举部与所述规格化容器或所述可动托架的被所述托举部对接，将所述规格化容器或所述可动托架托起，然后所述自动引导小车载着所述规格化容器或所述可动托架行驶到其它所述通道支撑架中的运输重点位置将所述规格化容器停靠在新的所述缓存空格完成挪位；完成搬运指令的所述自动引导小车在原地等待、继续执行下一条接收到的搬运指令、或返回指定区域。

8.根据权利要求6所述的一种无人化仓储系统出入库方法，其特征在于：所述自动引导小车与所述堆高设备通过预先登记机制分时使用所述通道支撑架的空间；在所述堆高设备的所述抓取部件需要伸入所述通道支撑架之前，所述堆高设备将需要停留的所述通道支撑架位置信息和起始时间提前提交空间使用申请给所述管理终端，得到所述管理终端确认后执行；当载着所述规格化容器或所述可动托架的所述自动引导小车沿着所述行通道行驶即将进入前方下一个所述通道支撑架时，将经过该所述通道支撑架的起始时间提前提交空间使用申请给所述管理终端，得到所述管理终端确认后执行；所述管理终端对所提交的空间使用申请按所述通道支撑架为单位进行分析，当不发生空间干涉和时间干涉时，将确认信息发送给所述堆高设备或所述自动引导小车，当存在干涉时，将确认信息发送给优先级高的设备，在发送确认信息的同时将相应的所述通道支撑架空间标记为预定占用状态；所述自动引导小车和所述堆高设备在离开一个所述通道支撑架之际提交释放空间申请。

9.根据权利要求6所述的一种无人化仓储系统出入库方法，其特征在于：所述自动引导小车与所述堆高设备通过注册机制分时使用所述货架巷道组合中的所述堆高行巷道空间；所述堆高设备将需要经过和停留的所述堆高行巷道空间位置信息、起始时间和结束时间提前提交空间使用申请给所述管理终端，得到所述管理终端确认后执行；当所述自动引导小车沿着所述列通道行驶准备经过堆高车行驶的所述行巷道之前，将经过所述堆高行巷道以及所述堆高行巷道对面空间的起始时间提前提交空间使用申请给所述管理终端；所述管理终端对所述自动引导小车所提交的两段相连空间的使用申请分别进行分析，当两段空间都不发生空间干涉和时间干涉时，将确认信息发送给所述自动引导小车，在发送确认信息的同时将相应的两段空间标记为预定占用状态；所述自动引导小车和所述堆高设备在离开一个上述空间之际提交释放空间申请。

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 5

一种无人化仓储系统及出入库方法

技术领域

[0001] 本发明涉及仓储技术领域,特别涉及一种无人化仓储系统及出入库方法。

背景技术

[0002] 自动化仓储的核心问题是将物品在货架与分拣工作站之间进行高效而自动化的运输。目前,不少仓库开始实施自动化,配备了大量的机械设备,如一体货架、穿梭车、堆垛机、叉车、自动引导小车或AGV、传送带等,降低了人工成本,提高了仓储分拣效率,但是这些方案都还有不如人意之处。

[0003] 采用移动机器人的自动化仓储方案相比一体货架和穿梭车等方案对现场改造少,更容易部署和实现高并发作业,因此在一些场合更受欢迎。根据所使用的移动机器人的种类的不同,可分成单一种类移动机器人方案和包括至少一种移动机器人的多种类机器人协作方案。

[0004] 采用单一种类移动机器人的方案的优点是容易模块化和标准化,出故障的设备单元可以快速替换。亚马逊公司的Kiva机器人系统是典型代表。专利 US7826919介绍了利用潜入式自主导航小车实现单元化货架的移动,实行“货到人”。但是该方案是对整个货架进行搬运,因此每一台移动小车都需要具有较大载重能力,大大增加了设备成本;此外,货架不能太高否则在运动时容易倾倒,这制约了仓库容量的提升。日本松下公司在专利JP2004277062中的方案是采用单一种类的带有升降台和叉取手段的移动机器人与货架对接,但是为保证机器人运动稳定性,货架层数一般不超过三层,限制了仓库的储存容量,单台移动机器人的成本也较高。

[0005] 采用包括至少一种移动机器人的多种类机器人协作方案则可以利用不同机器人的特长。亚马逊公司在专利US10138060中的方案是在每个货架的背部安装有模块化的两自由度平动机构和可伸缩推杆,可以运动到某一位置并将物品从内往外推送;另一方面,自动引导车辆上安装带有升降平台,它可以运动到指定货架位置后使升降平台高度与货架某层平齐,从而接住物品,然后运输到分拣工作站;该方案部署周期长,成本高,可靠性不高。美国Dematic公司在专利US9550624 中的方案是采用一种装有关节式机械臂的移动小车和一种带有多层储物筐的移动小车进行配合,后者跟随前者移动,由前者完成物品从货架到储物筐之间的转移。该方案虽然部署较容易,基本不需改造现场,但是关节式机械臂取货范围有限、负载能力不高而成本高昂。德国Knapp公司在专利EP3170773中提出的方案是自动立体库两侧底层位置预留一些空间用来停靠可移动的多层货架,由巷道堆垛机将物品从立体库中放入货架,移动小车移动到货架下方将货架顶起后送到分拣工作站。该方案需要安装立体库,部署成本高,立体库内部发生故障时不能继续工作,移动小车只能在立体库的外围移动而不能进入其内部空间,而外围能够部署的预留空间少,无法通过增加移动小车数量提高吞吐量和效率。

[0006] 综上,现有的大部分方案要么部署复杂,需要改造现场和安装大量的辅助机电设备,设备故障时无法继续工作,维护也不方便,要么虽然不需改造现场,但需要配置大量成

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 6

本高昂的重载移动小车或机械臂。部署复杂、维护不便、成本高等都限制了推广。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题，本发明中披露了一种无人化仓储系统和出入库方法，本发明的技术方案是这样实施的：

[0008] 提供了采用移动机器人和缓存装置的无人化仓储系统和利用缓存装置提高运行效率的出入库方法，实现将放置在货架上的物品取出并运送至分拣地点完成出库，或将物品从分拣地点运送至所述货架并存储到所述货架上完成入库，具有：至少一个所述货架，其正面可以取放物品；至少一个规格化容器或一个可动托架，用于存储零散的物品；至少一台自动引导小车，用于运输所述规格化容器到规定位置；至少一台所述堆高设备，能够取放所述货架上的物品，含所述规格化容器；以及管理终端，对所述自动引导小车和所述堆高设备进行搬运指示；所述无人化仓储系统的主要特征在于，所述货架具有多层搁架以及至少一个通道支撑架，所述通道支撑架内部构成供所述规格化容器停留的缓存空格，同时为载着所述规格化容器或所述可动托架的所述自动引导小车提供在所述货架下方行驶的行通道、列通道，或所述行通道与所述列通道，所述管理终端调度堆高车完成物品，含所述规格化容器在搁架与所述缓存空格之间的转移，调度所述自动引导小车完成所述规格化容器或所述可动托架的出库、入库、以及挪位。

[0009] 与现有技术相比，本发明提供的一种无人化仓储系统及出入库方法，借助货架下方的缓存空格，通过较少的移动堆高车与较多的小型自动导引小车分工配合完成物品的分拣和运输，实现“货到人”的高效运输。该系统的优点包括：可以沿用已有的传统货架，不需添加电线和机电辅助设备，需要的现场改造基本可以忽略不计，特别适合临时仓库；小型自动导引小车只需运送物品而非整个货架，因此只需要很小的载重能力，成本可以大大降低；自动引导小车和堆高设备这两类机器人可以采用标准化的成熟产品，发生故障时，可以快速脱离现场进行维修，不影响整个系统继续运行。此外，移动机器人可以采用自主导航技术，现场可以不安装任何需要电线供电的导航辅助设备。仓库可以随时进行搬迁、扩建和改变布局，具有灵活性高、实施周期短、拆除、转运、拓展方便的特点。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一种实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0011] 图1为本发明实施例1中无人化仓储系统俯视图以及自动引导小车在货架下方沿行通道运行执行出入库作业时的原理示意图；

[0012] 图2为本发明实施例1中无人化仓储系统工作原理的正面示意图；

[0013] 图3为本发明实施例1中无人化仓储系统工作原理的侧面示意图；

[0014] 图4为本发明实施例1中采用固定结构支撑件的典型通道支撑架的示意图，其中，图4a是一种为单个规格化容器提供缓存空格的通道支撑架，图4b是另一种为单个规格化容器提供缓存空格的通道支撑架，图4c是一种为两个规格化容器提供缓存空格的通道支撑

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 7

架，图4d是另一种为两个规格化容器提供缓存空格的通道支撑架；

[0015] 图5为本发明实施例1中可放置在支撑件上的几种典型的规格化容器的示意图，其中，图5a是一种规格化的收纳筐的俯视图和侧视图，图5b是一种规格化的栈板的俯视图和侧视图，图5c是一种规格化的托架的俯视图和侧视图；

[0016] 图6为本发明实施例1中堆高车实现叉取两侧规格化容器的抓取部件结构示意图，其中，图6a为抓取部件处于缩回状态时的结构示意图，图6b为抓取部件的一侧叉子伸出时的示意图，图6c为抓取部件的另一侧叉子伸出时的示意图；

[0017] 图7为本发明实施例2中采用固定结构支撑件的典型通道支撑架的示意图，其中，图7a是一种为两个规格化容器提供缓存空格的通道支撑架，图7b是另一种为两个规格化容器提供缓存空格的通道支撑架；图8为本发明实施例2中无人化仓储系统俯视图及自动引导小车在货架下方沿列通道运行执行出入库作业时的原理示意图；

[0018] 图9为本发明实施例3中无人化仓储系统俯视图及自动引导小车在小车专用行巷道中沿行方向运行以及在货架下方沿列通道运行执行出入库作业时的原理示意图；

[0019] 图10为本发明实施例4中无人化仓储系统俯视图及自动引导小车在货架下方沿行通道和列通道运行执行出入库作业时的原理示意图；

[0020] 图11为本发明实施例5中所采用的带有支撑腿的可动托架；

[0021] 图12为本发明出入库方法中管理终端的基本工作流程图；

[0022] 图13为本发明出入库方法中堆高车的基本作业流程图；

[0023] 图14为本发明出入库方法中自动引导小车的基本作业流程图。

[0024] 在上述附图中，各图号标记分别表示：

[0025] 10－仓储系统；20－地面；30－工作人员；50－分拣工作站；60－移动机器人维护站；

[0026] 100－多层货架；110－通道支撑架；120－多层搁架；111－支撑件；112－自动引导小车通行空间；113－缓存空格；114－立柱；116－可动托架；

[0027] 200－自动导引小车；200a－空载的自动引导小车；200b－载有物品(规格化容器或可动托架)的自动引导小车；210－托举平台；

[0028] 300－堆高车；310－升降平台；320－抓取部件；

[0029] 400－规格化容器；410－配合部件；420－储物空间；430－停靠构件；

[0030] 11－货架行；12－堆高行巷道；13－货架巷道组合；21－小车专用行巷道；22－通用行巷道；23－行通道；31－货架列；32－列巷道；33－列通道；

[0031] 70a－第一类型单元格；70b－第二类型单元格；70c－第三类型单元格；70d －第四类型单元格。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 其中相同的零部件用相同的附图标记表示。需要说明的是，下面描述中使用的词

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 8

语“前”、“后”、“左”、“右”、“上”和“下”指的是附图中的方向，词语“底面”和“顶面”、“内”和“外”分别指的是朝向或远离特定部件几何中心的方向。

[0034] 实施例1：

[0035] 如图1所示，本发明实施例1提供一种基于移动机器人和缓存空格的无人化仓储系统和出入库方法，涉及仓储分拣系统，仓储系统10包括调度控制系统，图中未示、多个多层货架100、多辆自动导引小车200、多辆堆高车300、以及可选的分拣工作站50等。自动导引小车200和堆高车300一般采用内置的蓄电池供电。

[0036] 各个自动引导小车200以及堆高车300通过无线通信网络与调度控制系统进行通信，自动引导小车200和堆高车300依靠自身配备的传感器，例如激光雷达、视觉传感器、磁线读取器等，并借助仓库内布置的导航标识物，例如反射条、二维码、RFID贴片等，实现自动的移动和定位，例如贴在地面和货架上的二维码等。多辆自主引导小车200与多辆堆高车300配合，实现将放置在货架100上的规格化容器400取出并运送至分拣工作站50，也就是所谓的出库流程或者称为容器发送流程，或将规格化容器400从分拣工作站50运送至货架100并存储到货架100上，这也就是所谓的入库流程或者称为容器回收流程。在分拣工作站50，工作人员30或拣货机械臂，图中未示将规格化容器400中等待出库的物品取出，或者将等待入库的物品放入规格化容器400。为以示区别，采用200a表示上方没有载物的自动引导小车200，而采用200b表示上方载有规格化容器400的自动引导小车200。

[0037] 为提高容积率，采用行列方式放置货架。通常将多个模块化的货架100横向连成一个货架行11，每条货架行11前面设有一条堆高行巷道12，堆高行巷道12 主要供堆高车300行驶和作业，但偶尔也有自动引导小车200以及工作人员经过。通常将两行货架面对面朝向放置以共用一条夹在中间的堆高行巷道12。将堆高行巷道12以及所有面向该行巷道的货架行11的组合定义为一个货架巷道组合13。

[0038] 一般来说，相邻的两个货架巷道组合13优先采用背靠背紧贴的布设方式，以提高容积率。但是这并非绝对，在相邻货架巷道组合13中间也可以留有巷道，例如一条相对较窄的小车专用行巷道21，图中未示，以方便小车快速通过。此外，货架巷道组合13与仓储系统10的墙壁之间一般预留宽度不等的通用行巷道22，方便自动引导小车200和堆高车300行驶或停靠。

[0039] 此外，将纵向上对齐的货架定义为一个货架列31，在沿着行的方向上，采取隔若干货架列设置一条列巷道32的布设方式，主要用于自动引导小车200和堆高车300在列方向上的行驶。列巷道32的宽度和数量根据实际情况而定，一般可以有多条窄的列巷道供自动引导小车200行驶，但是至少有一条足够宽的列巷道，以保证堆高车300能够从一条堆高行巷道12行驶到另一条堆高行巷道12。

[0040] 图1中，自动引导小车200上面或前方的细线和实心小箭头表示该辆自动引导小车当前的前进路径或前进方向；堆高车300前面的粗线和实心双箭头表示该辆堆高车当前的前进路径和目标位置，从图中可以看到堆高车300可以通过列巷道32行驶到其它行巷道。如果自动引导小车200和堆高车300前方没有箭头，则一般表示它正在原地工作或待命。每行货架中心线上显示的虚线用来表示自动引导小车200在货架下方的行通道23，它是一条与堆高行巷道12平行的路径。此外，图中还有一些没有箭头的细线，用来示意自动引导小车200常用的行走路径。

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 9

[0041] 在分拣地点，自动引导小车200将规格化容器400转移到分拣工作站50之后，一般在原地等待直到分拣工作站50将完成分拣的规格化容器400返还，随后小车将规格化容器400送回相应的货架100。

[0042] 此外，仓储系统10中还包括移动机器人维护站60，用于自动引导小车200 和堆高车300的检修和保养等。仓储系统10中还设有多个充电桩，图中未示，使得自动引导小车和堆高车在电力不足时可以就近充电。

[0043] 如图2－图3所示，货架100的上方是多层搁架120，每层划分为若干个，图中为2个储物格，每个储物格上放置一个规格化容器400，规格化容器400是指尺寸满足一定尺寸要求的收纳筐、箱子和栈板等，容器400内通常已经存放物品，但也可以是空的以便存放物品。为方便堆高车300抓取容器400和其它物品，可以在储物格上预先放置带有纵向沟槽的栈板或支架等，图中未示。由于规格化容器400的宽度小于货架宽度，规格化容器400在货架100上的放置位置一般不在货架中轴线上，而是更靠近堆高行巷道12，这样可以减小堆高车300在取放物品时承受的倾覆力矩，提高堆高车的侧向稳定性，同时缩短取放时间。

[0044] 每个货架100下方安装有若干个，图中为2个模块化的通道支撑架110，通道支撑架可以是独立于货架的模块化的机械结构件，也可以制作成定制货架的一部分。每个通道支撑架110的立柱114上安装有支撑件111。一般来说，小车的高度大致在250mm左右，支撑件111可安装在立柱114上比小车略高的位置。

[0045] 支撑件111将通道支架110中的空间分成自动引导小车通行空间112和停靠规格化容器的缓存空格113，其中每个缓存空格113可以停靠一个规格化容器400，相邻的缓存空格之间也可以通过规格化容器400，因此缓存空格113同时也是规格化容器400的通行空间。通道支撑架110与地面20之间没有门槛，因此自动引导小车可以在自动引导小车通行空间112中通行。支撑件111之间留有水平间隙，使得自动引导小车通行空间112与缓存空格113之间在货架行方向上不隔断，因此在该方向上形成行通道23，允许自动引导小车200载着定制化容器400行驶。

[0046] 堆高车300上方装有可大范围升降的升降平台310，升降平台310上具有可以抓取货架100不同层上的规格化容器400的抓取部件320；堆高车300的宽度比堆高行巷道12的宽度略窄，其抓取部件320可以对堆高行巷道12两侧货架100 上的规格化容器400和物品进行抓取；在升降平台310的最低位置，抓取部件可以将规格化容器400放入两侧的缓存空格113。经过合理设计通道支撑架110上的支撑件111和规格化容器400的结构尺寸，不难实现当堆高车300的抓取部件 320伸入缓存空格113时，空载的自动引导小车200可以在抓取部件320下方仍然可以穿过。

[0047] 如图1－图3所示，多辆堆高车300在堆高行巷道12中直线行驶并作业，执行定位、升降、抓取等动作，完成规格化容器400在搁架120与缓存空格113之间的垂直方向转移；堆高车300并不局限在一条行巷道中工作，可以从堆高行巷道12进入列巷道32然后行驶到其它堆高行巷道12；堆高车300将规格化容器 400放置到所在堆高行巷道12两侧货架下的空闲缓存空格113之后可以继续执行下一个拣件任务，不需原地等待自动引导小车200。与此同时，多辆自动引导小车200在堆高行巷道12、列巷道32以及通道支撑架内部的自动引导小车通行空间112中行驶，执行定位、托举、放下、运载等动作，实现规格化容器400在缓存空格113与分拣工作站50之间的转运，或者将规格化容器400从一个缓存空格113转运到另一个

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 10

缓存空格113以减少堵塞;不难看出,只要前方缓存空格113 未被占用,载有规格化容器的自动引导小车200b就可在行通道23中行驶。

[0048] 自动引导小车200是具有自动导航能力的小型移动机器人,通常采用差动轮系驱动,搭配四个万向随动轮,具有体积小、成本低的特点。此外,小车一般采用对称构造从而能够原地回转。但是具体驱动形式并不限于此形式,也可以是全向驱动轮系等。如图1所示,在本实施例中,自动引导小车200优先在列巷道32 和自动引导小车通行空间112中行驶,杜绝进入堆高行巷道12,避免了与堆高车 300之间的路径冲突。

[0049] 自动引导小车200还具有一个短行程的托举平台210,当托举平台210降下时小车可潜入到通道支撑架110中的规格化容器400正下方。托举平台210升起与规格化容器400底部的配合部件410形成配合,并将规格化容器400顶起使之与支撑件111脱离,从而可以使规格化容器400可以与小车200一起移动,沿货架行方向或列方向行进。为了进一步提高托举平台210与规格化容器400底部的对准精度,可在规格化容器400底部贴上二维码,而在托举平台210上安装摄像头,通过视觉处理算法计算定位偏差,调整自动引导小车的位置或托举平台的位置实现精确对准。

[0050] 图4为本发明实施例1中通道支撑架上的典型固定结构支撑件的示意图。通道支撑架1上的支撑件111一般采用固定在立柱114上的金属板,规格化容器400 可以停靠在金属板上方。图4a和图4b中的通道支撑架被设计成为单个规格化容器400提供缓存空格,图4c和图4d中的通道支撑架被设计成为两个规格化容器 400提供缓存空格,但是显然可以通过组合这些通道支撑架为更多个规格化容器提供缓存空格。对于图4a和图4c所示的通道支撑架,运载规格化容器的自动引导小车200b可以在行方向上和列方向上移动;而对于图4b和图4d所示的通道支撑架,运载规格化容器的自动引导小车200b只能沿着与长条金属板平行的行方向上移动。图4b和图4d所示方案的优点在于可以提高通道支撑架的刚性,但自主引导小车的路径规划方向比图4a和图4c所示方案少,因此可根据实际需要选择。此外,为了让规格化容器400停靠时保持较好的位置精度,通常在金属板上额外设置一些限位部件,图中未示,例如与规格化容器底部形状相匹配的凸起或凹槽等。

[0051] 本实施例中的规格化容器400是各种能够放入缓存空格113的收纳筐、箱子、栈板和托架等。图5为从俯视角度和水平视角观看本发明实施例1中可放置在支撑件111上的三种典型的规格化容器400的示意图。其中,图5a为一种收纳筐,是图2—图3中规格化容器400的一种变形,其停靠构件是在容器侧面的凸缘。图5b为典型的栈板,其上表面的沟槽方便叉子将物品放下后抽出。图5c为一种轻量化的托架,其上方一般不码放物品,而是用来托起上方的其它无法单独停靠的容器,其底部的四角可以停靠在支撑件111上。这些典型的规格化容器都具有如下基本特征:底部设有可以与自动引导小车的托举平台210对接的配合部件410,通常设在底部中心,配合部件410的工作形式包括销孔配合、电磁铁吸附、基于防滑垫或者魔鬼贴的配合等,例如,在规格化容器400底部设有锥形沉孔,而在托举平台210顶部对应位置设有锥形凸起,两者对准后形成销孔配合,又例如在规格化容器400底部嵌有贴片,而在托举平台210顶部相应位置装有电磁铁;规格化容器400的内部或上方为可以放置物品的储物空间420;在规格化容器400 的周边或者底部具有必要的停靠构件430供其停靠在支撑件111上;规格化容器 400还应具有能让堆高车300的抓取部件320进行抓取的被抓取部件或结构,图中未示,这取决与抓取部件320的工作形式,例如,如果堆高车的抓取部件320

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 11

采用叉取方式，则可以简单地在货架上放置规格化容器400的位置提前放置两条木条垫高，如果抓取部件320采用电磁铁吸附方式，则可以在规格化容器的侧面嵌入铁片，等等。

[0052] 图6为本发明实施例1中堆高机实现叉取两侧规格化容器的抓取部件320的结构示意图。两侧叉取功能对于商品化的窄巷道堆高车已经是必备功能，有多种常规设计方案可供选择，该图只是用一种相对简单的方案来说明堆高车300可以将堆高行巷道12任意一侧货架上的规格化容器400取出，然后将其放入到对面一侧的货架上，并不用来限制本发明。图6a为抓取部件320处于缩回状态时的结构示意图，其上方有可向右伸出的叉子321和可向左伸出的叉子322。两个叉子下方均有一个电机驱动的直线移动模组，其中叉子322还有一个额外的小行程升降设备323，包括2个驱动电机3231和两组剪刀式伸缩机构3232。驱动电机 3231通过减速机和螺杆传动可以使剪刀式升降机构3232抬起或放下。如图6b 所示，当小行程升降设备323放下时，叉子321可以向右伸出，而当小行程升降设备323升起时，叉子322可以向左伸出。实际上，堆高机实现抓取两侧规格化容器的抓取部件还可以采用电磁铁等形式，可以在规格化容器400的侧面固定铁片，而在抓取部件上设置电磁铁吸盘，当电磁铁吸盘上电时将规格化容器400吸附，而当电磁铁吸盘断电时松开收规格化容器400。进一步，抓取部件还可以设计成叉子与电磁铁等形式的组合等。

[0053] 在实施例1中，采用堆高车300和自动引导小车200分时使用通道支撑架110 中的规格化容器缓存空格113的调度方法来提高规格化容器400的出库入库效率，可以综合采用各种简单策略和复杂策略。

[0054] 简单策略指对一行缓存空格提前设定固定的分段，分别用于入库和出库，并分时使用缓存空格，包括但不限于如下策略：

[0055] 策略1：同一行货架下的缓存空格分成左右两段，分别用于规格化容器400 的入库和出库，将缓存空格数量的右边一半用于送出规格化容器400，而左边的一半用于回收规格化容器400，送出队列和回收队列都采取从右端到左端依次放置规格化容器400的规则，从最左端进入的自动引导小车200如果是空载的小车 200a则首先将最靠右端的规格化容器400顶起并运走，如果是载着待入库规格化容器400的自动引导小车200b先将容器400送到回收队列的最靠前的空闲的缓存位置，将规格化容器400落下，然后行驶到送出队列最右端的待出货的规格化容器400下方，再升起托举平台将该规格化容器400取走，如果右端没有待出货的规格化容器400，则小车200等待或者继续向前开往其它需要出库的货架。

[0056] 策略2：在一个货架巷道组合的两行货架下的缓存空格分别进行规格化容器 400的出库和入库，例如，在堆高行巷道12某一侧的缓存空格113，堆高车300 按从右到左的顺序放置等待送出分拣的规格化容器400，而在另一侧的缓存空格 113中，自动引导小车200按照从左到右的顺序放置等待回收入库的规格化容器 400，载有待入库容器的自动引导小车200b将规格化容器400放在一侧的缓存空格之后可以继续运行到另一侧的缓存空格去出货。

[0057] 简单策略可靠，避免了堆高车300抓取部件320与自动引导小车200可能发生的运动干涉。但是效率往往不是最高。实际应用可以采用其它更复杂的策略，包括但不限于如下策略：

[0058] 策略3：在同一行货架下的缓存空格不设固定分段，堆高车300和载货自动引导小车200b分时使用空闲的缓存空格，进行规格化容器400的入库和出库，采用一端出，一端进，

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 12

右端出左端进，或者右端进左端出，堆高车300负责寻找不发生干涉的最近空闲位置。例如，堆高车300将从货架100上取下的规格化容器400放在所有处于移动状态的载货自动引导小车200b的更左端的适当空闲位置，或者等待所有出于移动状态的载货自动引导小车200b经过当前空闲位置后再放入。而多辆空载的自动引导小车200a依次从左端进入货架下方将队列中最右端的待出库规格化容器400顶起并运走；载有待入库容器的自动引导小车200b 将规格化容器400先将容器400送到队列右端一个空闲的缓存空格位置放下规格化容器，降下托举平台，然后继续前进到最右端的待分拣的规格化容器400下方，再次升起托举平台，将其运走。

[0059] 由于堆高设备和载着规格化容器的自动引导小车都需要使用货架行下方的缓存空格空间，所以存在发生碰撞的可能性，除了在调度层次上运行上述分时调度方法，自动引导小车200还会运行避障算法以确保安全可靠。一般来说，堆高车的路径规划具有更高优先级，因此自动引导小车的路径规划会基于堆高车的路径规划信息等来调整。例如，当载着规格化容器的自动引导小车沿着货架行下方的行通道行驶准备进入前方下一个通道支撑架时，自动引导小车根据无线通信获得的信息和通过自身传感器系统获得的信息来确认在下一个通道支撑架中不存在其它自动引导小车或规格化容器等障碍，通过无线通信获得堆高设备的抓取部件在前方缓存空格中伸入和停留的时间段和位置信息，与自身经过前方缓存空格的时间段和位置信息进行比较，当不发生干涉时进入下一个通道支撑架。

[0060] 实施例2：

[0061] 图7为本发明实施例2中通道支撑架上的典型固定结构支撑件的示意图。其中对于图7a所示的通道支撑架，规格化容器400可以停靠在支撑件上方，并可以在行方向上和列方向上移动，采用该结构的优点是自动引导小车的路径规划更灵活；而对于图7b所示的通道支撑架，规格化容器400可以停靠在支撑件上方，但只可以沿着与长条金属板平行的列方向上移动，采用该结构的优点在于可以提高通道支撑架的刚性。

[0062] 图8为本发明实施例2中物品分拣系统整体布局及自动引导小车在货架下方沿列方向运行时的原理示意图。与实施例1不同的是，图7中自动引导小车200 行驶的列通道33会穿过主要供堆高车300行驶的堆高行巷道12。所以需要通过路径规划算法来避免自动引导小车200与堆高车300的碰撞，并保证系统整体运行效率较高。

[0063] 一种基本的规划算法是，当一辆自动引导小车200已经达到即将进入的堆高行巷道12的边缘时，从调度控制系统获得前进路线上的关于堆高车和空间占用的信息，然后分析：如果堆高行巷道12对面的自动引导小车通行空间112和缓存空格113可以允许该小车进入，则继续计算如果现在穿过堆高行巷道12，所需的时间段是否和堆高车300经过此段行巷道空间的时间段有交集，如果没有交集则前进，否则等待一段时间后再次运行上述算法。该算法要求堆高车300提前将它在未来数秒钟的路径规划信息发布给调度控制系统。由于自动引导小车200穿过堆高行巷道12的时间只需数秒，而堆高车300不占有和不经过该位置的时间段相对较长，因此小车有较多的机会穿过行巷道，整个系统可以获得较高的运行效率。

[0064] 自动引导小车200进入对面的自动引导小车通行空间112之后，根据自身是否载有规格化容器以及前方缓存空格的占用情况选择下一步动作。例如，如果前方缓存空格113中已有待发货的规格化容器400，而小车是空载，则小车将该容器运走；如果小车自身载有容器，则小车将自身载有的容器先放在当前缓存空格 113，然后前进一格，将前面一格的规格

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 13

化容器400顶起并将其运往下一个位置。

[0065] 本实施例的特点是，调度算法相对简单，不需要设置太多的列巷道32。特别适合仓库中行数较少，而每行货架的长度较长的场合。

[0066] 实施例3：

[0067] 图9为本发明实施例3中物品分拣系统整体布局及自动引导小车在小车专用行巷道中沿行方向运行，以及在货架下方沿列方向运行时的原理示意图。本实施例一般采用与实施例2相同的如图7所示的固定结构支撑件。

[0068] 与实施例2不同的是，本实施例在两组货架巷道组合13之间增加若干条小车专用行巷道21。图8中以增加一条小车专用行巷道21为例说明，自动引导小车200依次从一端进入该巷道，到达指定的货架列之后，在原地转弯，然后进入相应的列通道33。图中部分小车上的逆时针箭头和顺时针箭头即表示该辆小车正在该位置转动，以使其朝向对准该位置的列通道33，从而可以进入到货架100 下方的缓存空格113。特别的，采用多条相邻的小车专用行巷道21可以允许自动引导小车切换到其它小车专用行巷道，从而更容易找到较短的行驶路径。

[0069] 本实施例的益处是，虽然减少了一点摆放货架的空间，但相比实施例2减少了自动引导小车200的列通道33长度，减少了自动引导小车穿过堆高行巷道12 的时间和次数，加快了自动引导小车200的周转速度，从而获得较高的运行效率。

[0070] 实施例4：

[0071] 图10为本发明实施例4中物品分拣系统整体布局及自动引导小车在货架下方沿行方向和列方向运行时的原理示意图。本实施例一般采用图7a所示的固定结构支撑件。

[0072] 如图10所示，在图中虚线相交的位置，自动引导小车200可以选择行方向和列方向之间切换，包括在小车专用行巷道21与列通道33之间的切换，以及在列通道33与行通道23之间的切换。通过路线切换通常可以减少堵塞，缩短小车周转时间。切换行驶方向对于自动引导小车来说不存在问题，这是因为，自动引导小车200可以做到体积足够小巧，在自动引导小车通行空间112中完成转向，此外，只要保证规格化容器400与通道支撑架110始终保持一定安全距离，则在通道支撑架110中的缓存空格113中也允许规格化容器400在行方向平动和列方向平动之间切换。

[0073] 例如，自动引导小车200采用差动轮系驱动。小车200的等效直径小于通道支撑架110短边尺寸，当小车200行驶到通道支撑架110的中心位置时，小车200 可以原地回转而不发生运动干涉。载着规格化容器400的自动引导小车200通过执行一系列动作来完成行进方向在行方向和列方向两者之间的切换，这些动作包括将规格化容器落下停靠在支撑件上、小车原地90°转向、将规格化容器顶起动作。

[0074] 又例如，自动引导小车200采用可以保持车体原地不动而前进方向在行方向和列方向之间切换的驱动轮系，包括全向轮系等已知形式。例如，采用麦克拉姆轮组成的全向轮系，当小车行驶到通道支撑架的中心位置时，小车车体方向不变，通过调整各个麦克拉姆轮的转速完成行进方向在行方向和列方向两者之间的切换。

[0075] 又例如，采用成90°夹角安装的两组独立的驱动轮，当一组驱动轮降下与地面接触时，另一组脱离地面；又例如，采用带垂直回转轴的差速轮系组成的驱动轮系，每组差速轮系通过与其垂直回转轴同轴的轴承与上方车体相连。当每组差速轮系的两个轮子反向等速

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 14

转动时，差速轮改变朝向但不会对车体产生水平推力和扭转力矩，因此车体方向和位置均不会改变，差速轮完成90°转向后即完成在行方向和列方向两者之间切换。

[0076] 本实施例其实是前面三种实施例的一般形式，允许自动引导小车在所有可以行驶的路径中选择，给调度控制系统以最大的搜索空间。事实上，自动引导小车还可以在行巷道中行驶，只要与堆高车保持一定安全距离，但是相关调度算法较为繁冗。这些调度算法本质上都是分时使用空间的调度方法，因此在实施例5之后我们对本发明中所使用的一种分时使用空间方法进行介绍。为方便说明该方法，在图10中引入一种离散化的空间单位：单元格。单元格的主要类型包括：第一类型单元格70a，对应一条行通道与一条列通道的交集，第二类型单元格70b，对应一条堆高行巷道与一条列通道的交集，第三类型单元格70c，对应一条小车专用行巷道与一条列通道的交集，以及第四类型单元格70d，对应通用行巷道与列通道的交集对应的单元格；单元格在地面的投影为矩形，其中点位于行轴线和列轴线的交点，一边宽度为列通道宽度，另一边宽度为所在行通道或行巷道的宽度。单元格的概念可以应用到缺少列通道和缺少行通道的实施例，因为可以假想这些实施例也存在列通道或行通道，只是某些通道禁止通行。

[0077] 实施例5：

[0078] 在实施例1－4中，支撑件111和规格化容器400的组合可以用带有支撑腿的可动托架116代替，由可动托架116为物品提供缓存空间。采用可动托架116 主要针对一些相对特殊的用户需求，例如：货架已经太高不方便增加通道支撑架，或已有货架立柱上难以加装支撑件，或者不希望将物品用储物筐或栈板盛放以便压缩货架的层高，以及希望利用可动托架可以随时停放的特点，等等。

[0079] 可动托架116的一种最简单的结构是如图11所示的有四条腿的四边形桌子，但长宽高尺寸小于通道支撑架内部空间长宽高，且高度大于自动引导小车的高度以便小车可以潜入下方，桌子板上方一般采用栈板沟槽形式，方便堆高车的叉子将物品放下后抽出，桌子板下表面上设有被托举的配合部件，可以与自动引导小车的托举平台210形成可分离的配合，配合部件的工作形式包括销孔配合、电磁铁吸附、基于防滑垫或者魔鬼贴的配合等。为使得可动托架在地面上能够更稳定停靠并保持位置，通常在桌子支撑腿与地面之间也安装成对的配合部件，例如采用如下的销孔配合，在桌子支撑腿底面加工有锥孔，在地面上安装圆锥凸起。

[0080] 由于没有使用额外的规格化容器，堆高车300将物品从货架上取出后可以直接放置在可动托架116上。但是另一方面，为了让堆高车300始终有空闲的可动托架116以放置物品，货架下方通常需要停靠多个空闲的可动托架作为随时可用的物品缓存空格，这样自主引导小车载着可动托架穿过支撑架通道时会遇到较多的可动托架，容易产生堵塞。因此自动引导小车通常需要根据情况选择路径规划，主要包括四种路径规划：第一种路径规划是让小车在行通道23中行驶，先采用放下自身所载可动托架，然后去移走前方可动托架；第二种路径规划是小车载着可动托架进入堆高行巷道12，然后沿堆高行巷道12行驶最终进入列巷道32，需要与堆高车的路径规划协调，避免与堆高车发生碰撞；第三种路径规划是小车载着可动托架穿过堆高行巷道12进入另一个货架下方；第四种路径规划是利用货架旁边的小车专用行巷道21或通用行巷道22。其中，第四种的路线最短，但需要预留相应的行巷道，使得仓库的有效储物面积减少，出库时，自动引导小车200 将缓存空格中的活动支架111托

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 15

起，并沿着列方向移动到货架巷道组合外侧的行巷道；入库时，自动引导小车200从货架巷道组合外侧的行巷道将活动支架111 送到缓存空格。本实施例与专利EP3170773的主要区别在于货架横向连接成货架行，货架行下方的通道支撑架为载着可动托架的自动引导小车提供了行通道和列通道，因此自动引导小车可以载着可动托架沿着行通道或沿着列通道进出货架，此外还可以与堆高设备共用堆高巷道的空间。

[0081] 本实施例虽然结构简单容易实施，但是占地较多，因此通常与其它实施例组合应用。

[0082] 备注说明

[0083] 关于实施例1－5还有一些备注说明如下：

[0084] 在实施例1－5的无人化仓库系统俯视图中，自动引导小车200的行驶方向均描绘成朝一个方向行进，但实际上小车完全可以双向行驶，只是为前进行驶为主，这是因为在实际部署中，为节省成本只在小车前方装有激光雷达等传感器，朝前行驶时可以更好的主动避障。但是由于小车具备较好的精确定位能力，所以后退行驶也没有问题，采用双向行驶可以允许自动引导小车更好的规划路线，例如在相邻缓存空格之间周转规格化容器400，提升系统效率。

[0085] 在实施例1－5中，堆高车不局限于轮式堆高车，可以是其它可移动的堆高设备，例如可以用倒挂式码垛机代替，倒挂式码垛机通过安装在巷道正上方的导轨行走，导轨通过金属结构件连接巷道两侧的货架顶部，或者通过金属杆悬挂在所在巷道天花板的下方。上述列举的各种实施例，在不矛盾的前提下，可以相互组合实施，本领域技术人员可结合附图和上文对实施例的解释，作为对不同实施例中的技术特征进行组合的依据。

[0086] 出入库方法基本流程

[0087] 实施例1－5采用如图12、图13和图14所示的出入库方法基本流程图。其中，图12为管理终端的基本工作流程图，图13为堆高车的基本作业流程图，图14为自动引导小车的基本作业流程图。本发明提出的出入库方法采用分时使用空间的工作原理。采用不同的空间粒度时，出入库方法的细节会有不同，一般来说，通过使用更小的空间粒度可以获得更高效率，例如允许两辆设备保持较小的距离依次经过一个单元格。但是为便于理解，我们以实施例4的图10中的单元格为空间粒度进行说明，并且假设，每个单元格在一个时刻只能允许一台设备使用。

[0088] 在S602，管理终端根据实际需要给指定的若干堆高设备和若干自动引导小车分别下发搬运指令；在S604，管理终端接收来自仓库中自动引导小车和堆高设备提交的空间使用申请；然后在S606，管理终端以单元格为单位进行干涉分析，常见的干涉场景包括堆高设备和自动引导小车都希望进入通道支撑架的情况，自动引导小车希望临时进入堆高行巷道的情况，以及不同自动引导小车希望进入同一个单元格的情况等；在S608，管理终端根据干涉分析结果下发相应指令给相应设备，主要包括确认信息、驳回信息和挪位指令，收到确认信息的设备可以进入对应单元格，收到驳回信息的设备则等待一定时间之后再次申请；在S610，管理终端更新单元格占用信息和预定信息。由于S604通常为异步执行，不妨假设管理终端每隔100ms运行一次S606，将上一个100ms周期内收到的所有空间使用申请进行干涉分析。当多个设备申请一个单元格的使用权时，一般采用先来先到或高等级优先的规则，如果一个单元格中已经有设备或物体占用或预定，则不再分配，直到该设备或物品离开时提交

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 16

释放空间的信号，但是一些情况下，管理终端也可以发送指令到相应设备令其离开，或发送挪位指令给一辆自动引导小车让其将物品挪开。在一些情况下，移动设备提交的空间使用申请需要包括一组相连的单元格，例如自动引导小车穿过堆高行巷道时，需要同时预定堆高行巷道上的第二类型单元格70b以及堆高行巷道对面的第一类型单元格70a，在S608，只有这两个单元格都不存在干涉时，管理终端才会发送确认信息给自动引导小车。

[0089] 在S702，堆高设备等待接收来自管理终端的搬运指令，堆高设备接收来自管理终端的搬运指令，包括目标物品，规格化容器或普通物品的堆高起点位置和堆高终点位置，堆高起点位置和堆高终点位置的信息包括货架在行巷道中的位置以及目标物品在搁架和通道支撑架上放置的位置。堆高设备自动行进，在S704向管理终端提交进入前方n个单元格的空间使用申请，此处n为大于0的整数，在S706得到管理终端确认后，在S708向前移动n个单元格并根据需要切换前进方向和调整升降平台高度，所谓切换前进方向是指在行方向和列方向之间切换，通过重复S704－S708，直到S710定位到堆高起点位置的货架并对准，通过升降平台动作使抓取部件与放置在搁架或通道支撑架上的目标物品对准；在S712判断抓取作业是否需要伸入通道支撑架，如果不需要则执行S720，包括在入库指令终点将容器或物品放置到搁架上，以及在出库指令起点从搁架上抓取容器或物品；如果抓取作业需要伸入通道支撑架，则在S730向管理终端提交进入通道支撑架的空间使用申请，经S732管理终端确认可行之后，执行S734，包括在入库指令起点将抓取部件伸入通道支撑架中，从支撑件上抓取容器或从可动托架上抓取物品，以及在出库指令终点将抓取部件伸入通道支撑架中，将容器放置到支撑件上或将物品放置在可动托架上。然后在S740判断当前指定位置是起点位置还是终点位置，如果是起点位置，则还需要再次从S704开始，自动行进到堆高终点位置，如果是终点位置则表明搬运指令已经完成，堆高设备继续执行下一条搬运指令，或进入待机状态等待搬运指令。

[0090] 在S802，自动引导小车等待接收来自管理终端的搬运指令，搬运指令的类型至少包括出库指令与入库指令，通常还包括挪位指令，即挪动通道支撑架中规格化容器或可动托架，减少行通道或列通道的堵塞，提高通道利用率，指令内容包括目标物品所在的运输起点位置和运输终点位置，以及可选的中间路径；运输起点位置和运输终点位置是某一通道支撑架的位置或货架以外地点；收到出库搬运指令的空载自动引导小车自动行进，在S804向管理终端提交进入前方n个单元格的空间使用申请，此处n为大于0的整数，通常为1或2，在S806得到管理终端确认后，在S808沿着给定行通道、列通道、行巷道或列巷道行驶，向前移动n 个单元格，并根据需要切换前进方向，所谓切换前进方向是指在行方向和列方向之间切换；通过重复S804－S808，直到S810定位到指定位置，并执行S812动作，此时如果是在出库指令起点或者挪位指令起点，即自动引导小车此时位置是在运输起点位置通道支撑架中停靠的物品下方，自动引导小车升起托举部与规格化容器或可动托架的被托举部对接，将规格化容器或可动托架托起，此时如果是在入库指令终点或者挪位指令终点，则自动引导小车降下托举部，将规格化容器停靠在通道支撑架的支撑件上，或将可动托架停靠在地面上，如果是在出库指令终点或入库指令起点，通常是在分拣工作站，则自动引导小车根据分拣工作站的要求执行相关动作；在S814判断当前指定位置是起点位置还是终点位置，如果是起点位置，则还需要再次从S804开始，自动行进到搬运终点位置，如果是终点位置则表明搬运指令已经完成，自动引导小车继续执行下一条搬运指令，或进入待机状态等待搬运

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 17

指令，或返回指定区域。一般来说，执行挪位指令的自动引导小车是空载的小车，但是也可以由载有物品的小车先将所载物品停靠，然后执行挪位指令，然后再次将之前停靠的物品托举并继续执行原有任务。

[0091] 需要指出的是，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 18

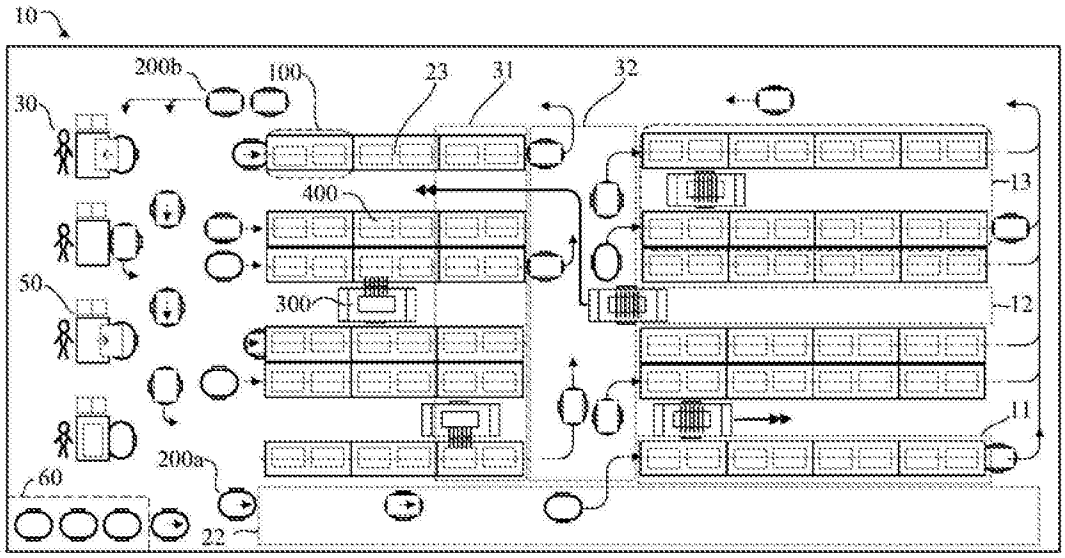


图1

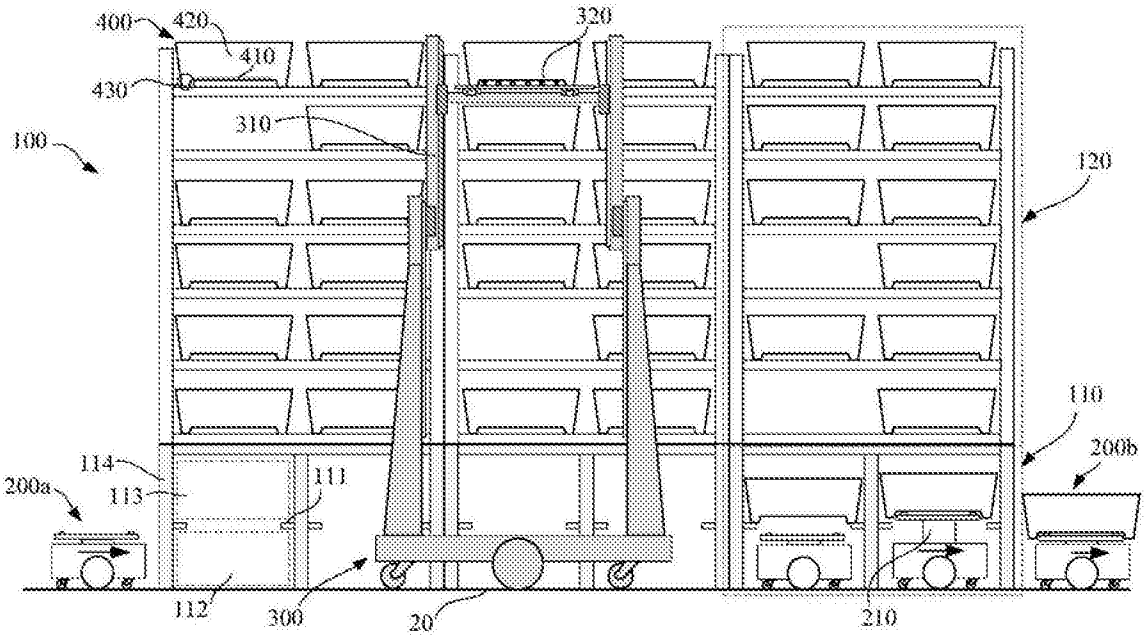


图2

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 19

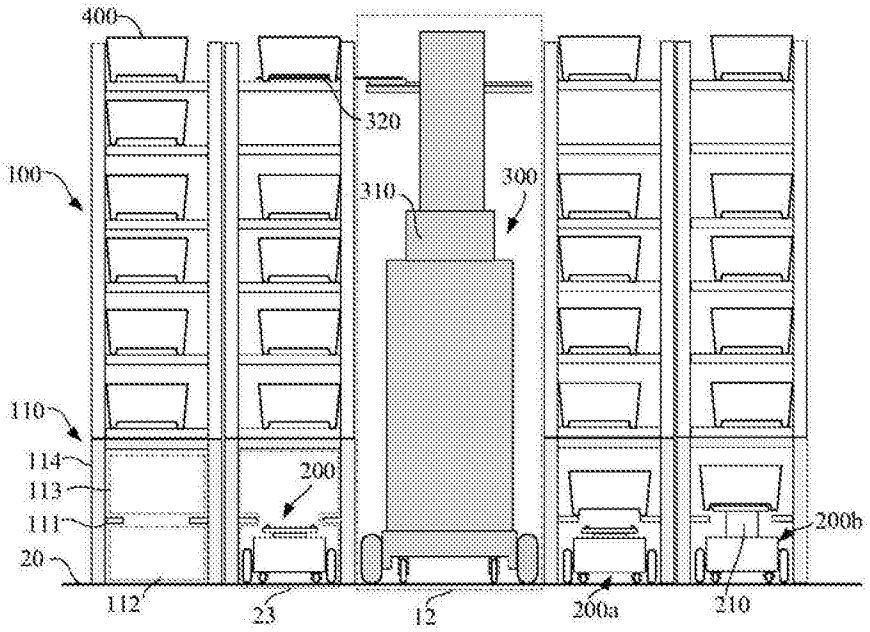


图3

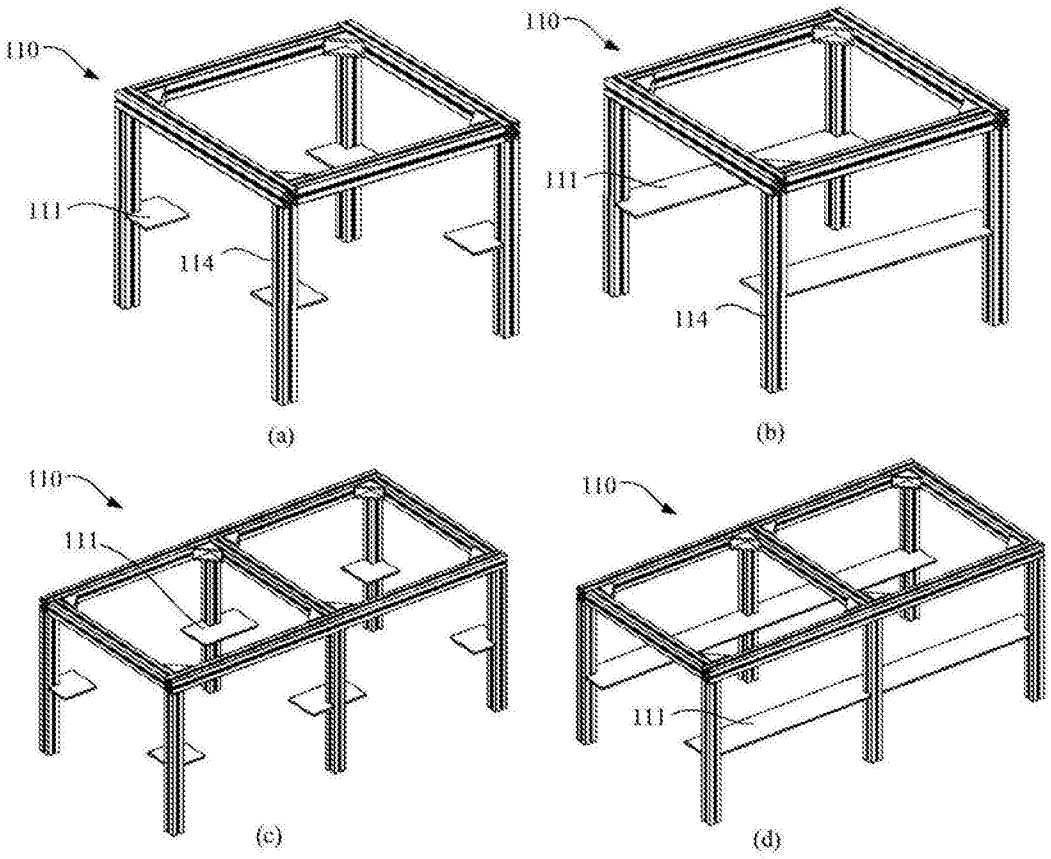


图4

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 20

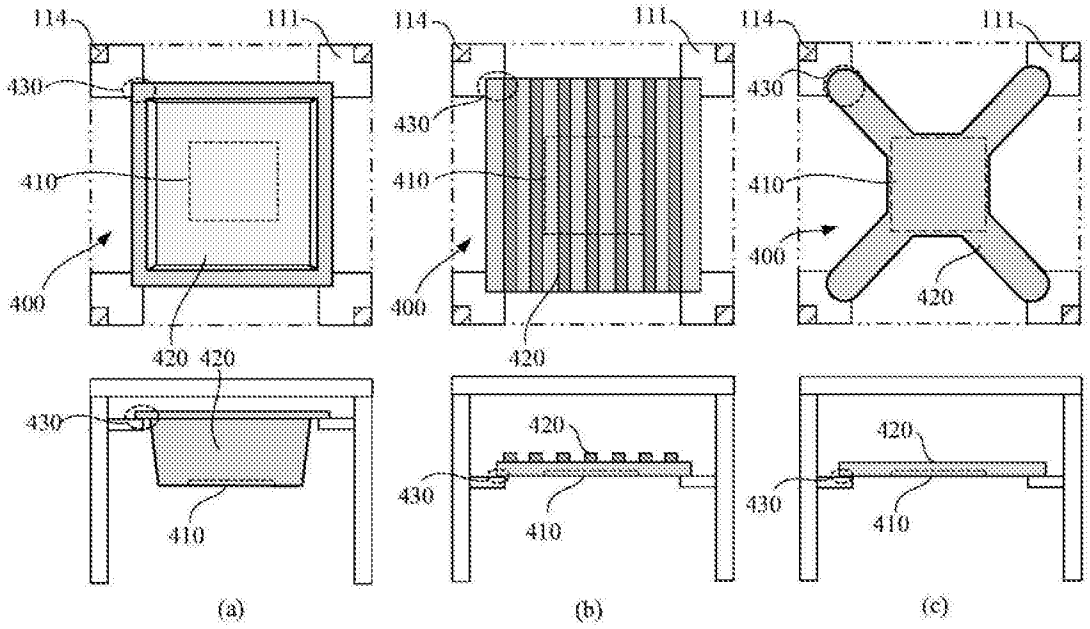


图5

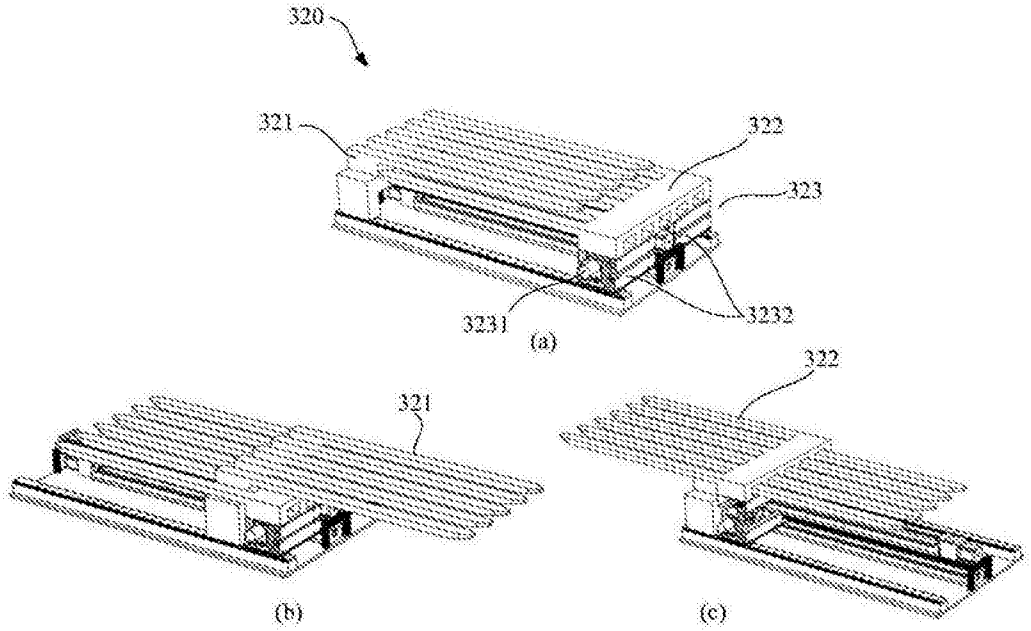


图6

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 21

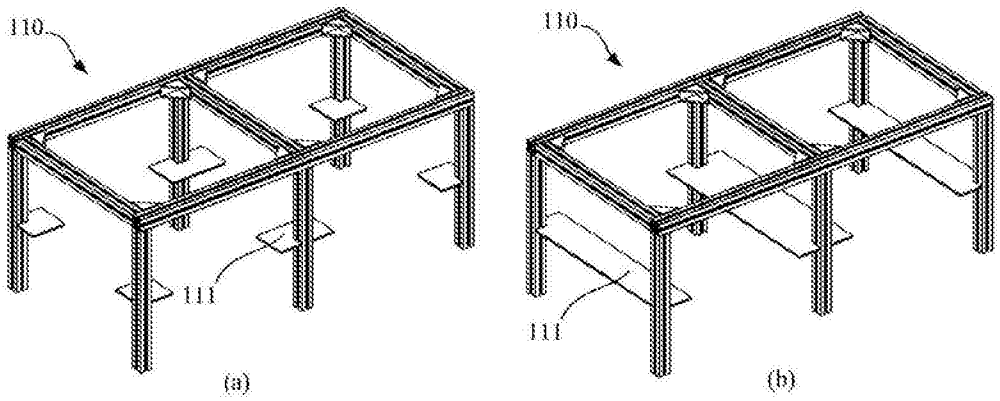


图7

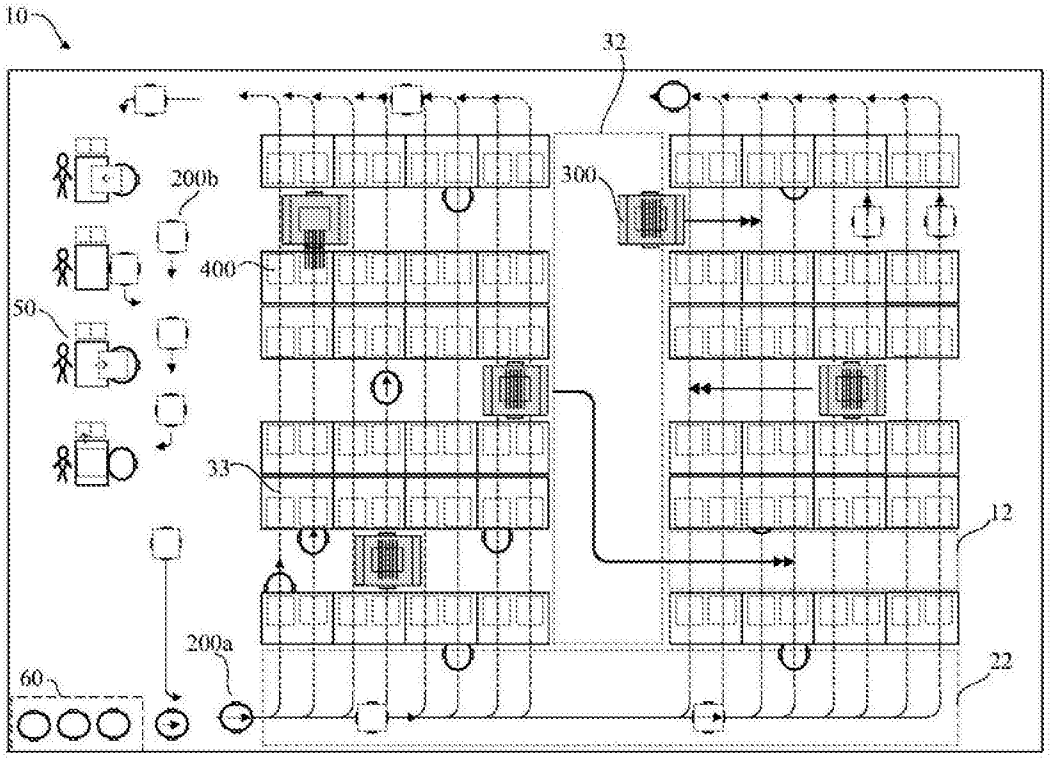


图8

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 22

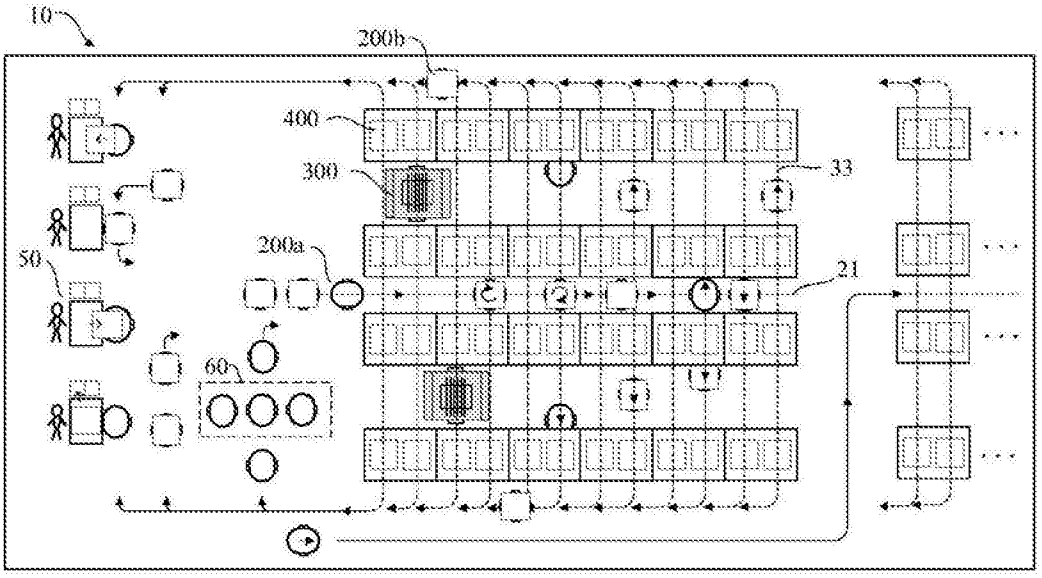


图9

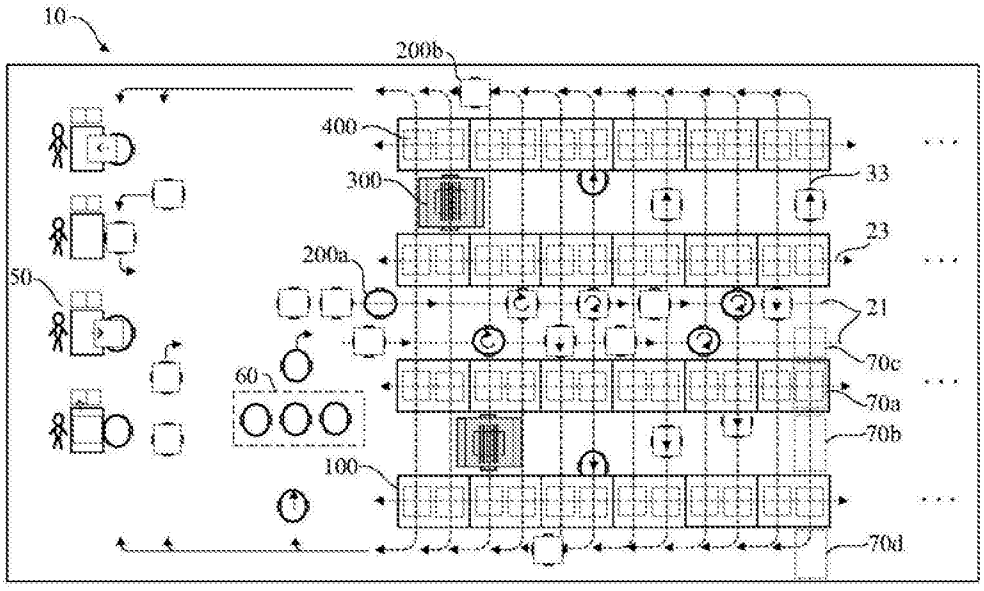


图10

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 23

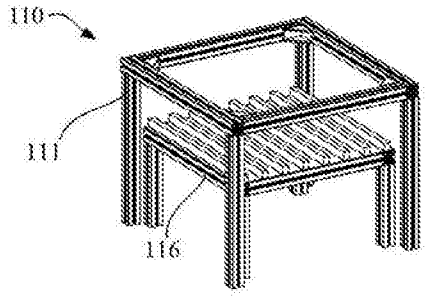


图11

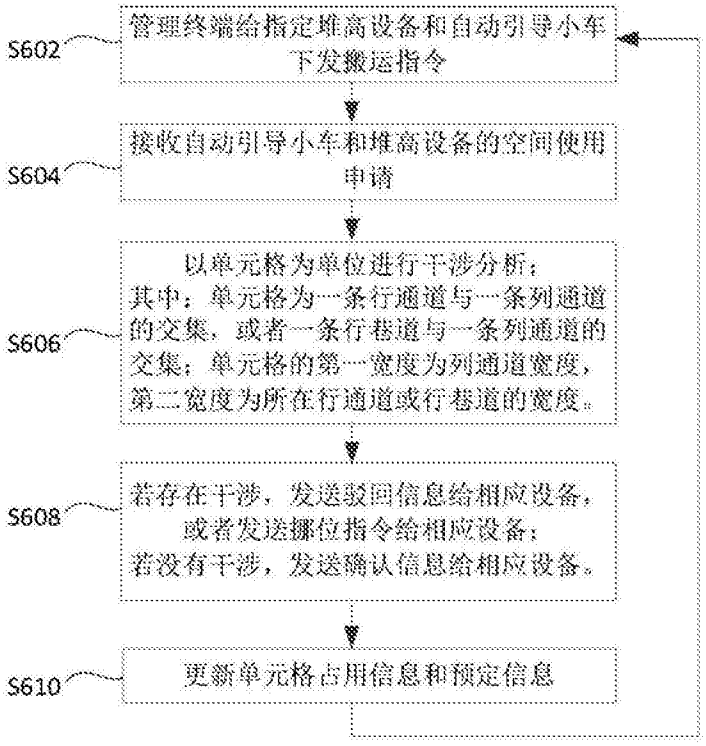


图12

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 24

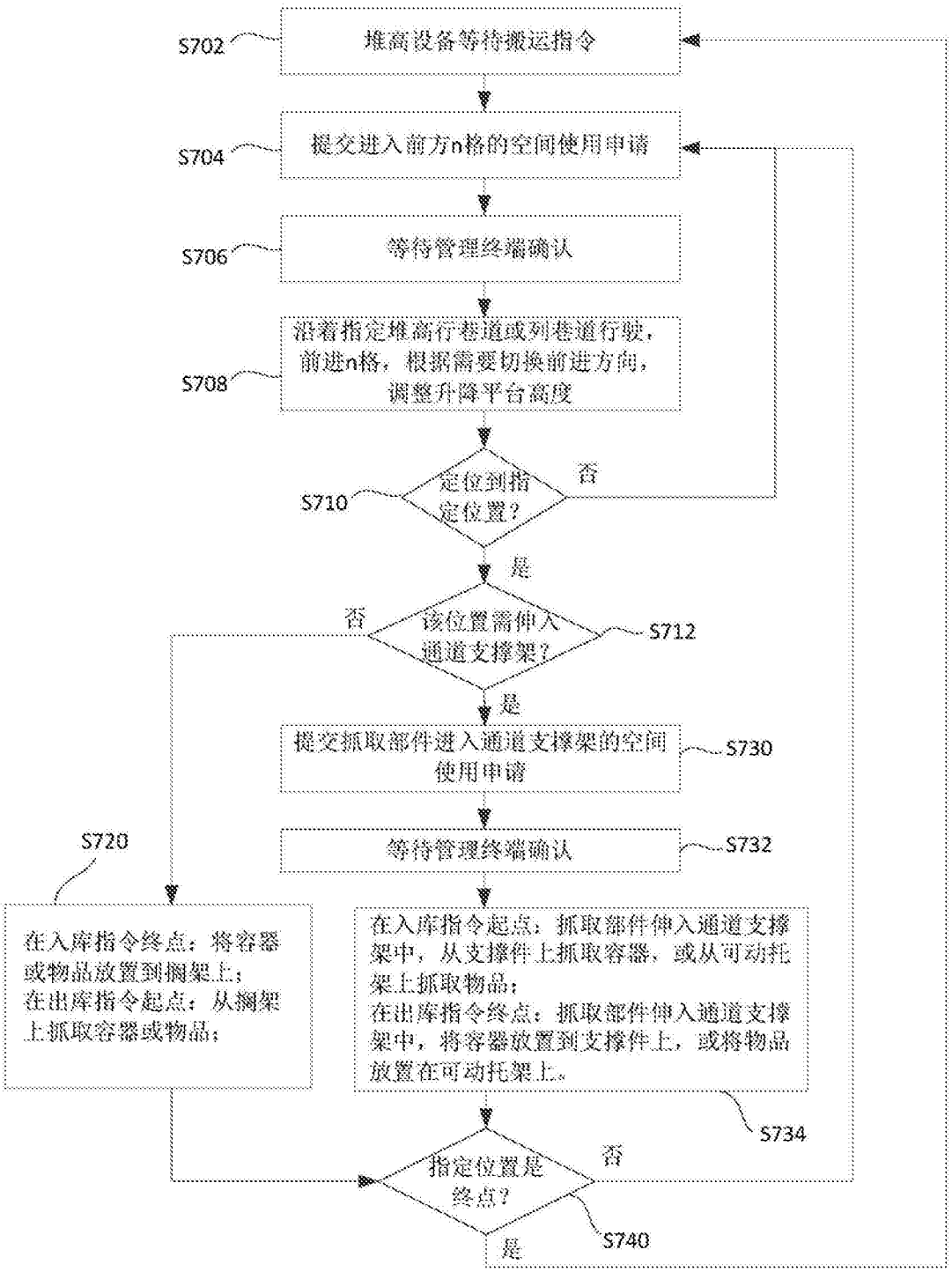


图13

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 25

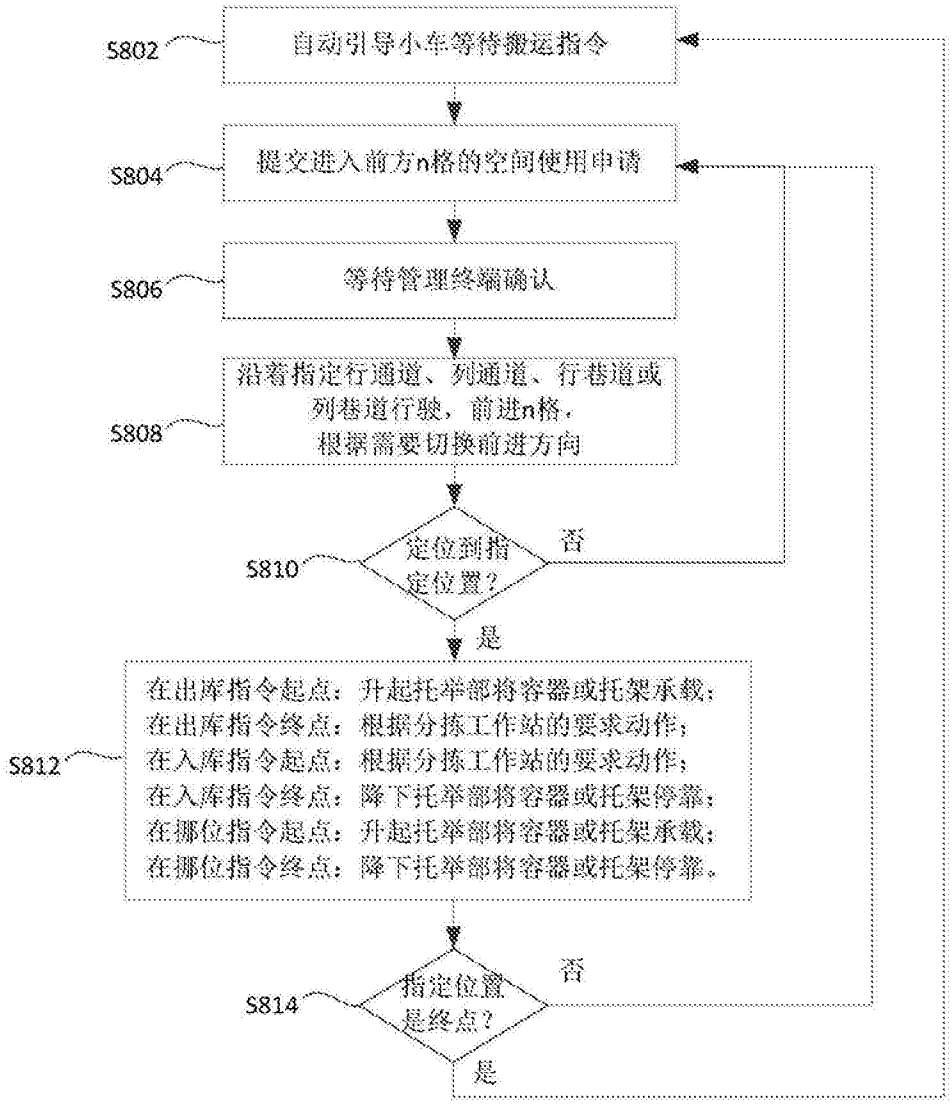


图14

Petitioners' Exhibit 1007
Exotec v. Opex; No. IPR2024-00850
U.S. Patent No. 11,472,632; Page 26