



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116902514 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202310905509.X

(22) 申请日 2021.10.04

### (30) 优先权数据

- 63/087,548 2020.10.05 US
- 63/087,652 2020.10.05 US
- 63/087,541 2020.10.05 US
- 63/087,543 2020.10.05 US
- 63/087,544 2020.10.05 US
- 63/104,567 2020.10.23 US
- 63/104,796 2020.10.23 US
- 63/231,506 2021.08.10 US
- 63/231,508 2021.08.10 US

### (62) 分案原申请数据

202180073129.3 2021.10.04

(71) 申请人 克朗设备公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 J·本内特 R·埃斯特普

B·莫雷利 C·勒费尔德

T·M·卢特曼 M·E·西荷拉斯

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

专利代理师 李玲

(51) Int. Cl.

B65G 35/00 (2006.01)

B65G 43/00 (2006.01)

B65G 1/04 (2006.01)

B65G 1/137 (2006.01)

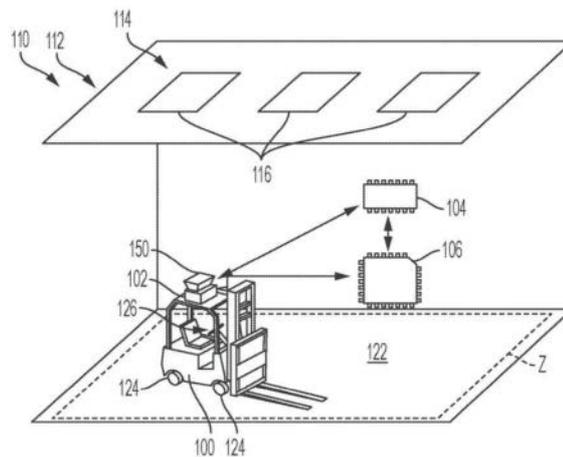
权利要求书3页 说明书19页 附图16页

### (54) 发明名称

使用超宽带无线电技术的物料搬运车辆的相对姿态确定和场地实施的系统和方法

### (57) 摘要

本申请涉及使用超宽带无线电技术的物料搬运车辆的相对姿态确定和场地实施的系统和方法。根据本文描述的实施例,用于确定工业环境中物料搬运车辆的相对姿态的系统和方法可以包括利用分别安装在物料搬运车辆上的UWB天线阵列系统发生相互接收的信息以确定车辆之间的相对姿态;确定每个物料搬运车辆的一个或多个场地;以及基于确定的一个或多个场地和相对姿态确定物料搬运车辆之间的一个或多个重叠场地。车辆控制可以基于确定的相对姿态和重叠场地被实现为场地实施,诸如避免车辆之间碰撞的控制动作。



1. 一种场地实施系统,包括第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身和车辆位置处理器,其中:

第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面;

第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列;

第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列;以及

每个车辆位置处理器被配置为:

在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号;

基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态;

确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地;

基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯;以及

基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

2. 如权利要求1所述的场地实施系统,其中第一虚拟场地和第二虚拟场地中的每一个包括静态场地或动态场地中的一个,其中动态场地被配置为基于车辆速度、相对姿态、转向方向、叉子或驾驶室提升高度、线引导状态、车辆型号类型、负载重量或其组合来调整尺寸、形状或两者。

3. 如权利要求1所述的场地实施系统,其中当第一虚拟场地的所述部分与第二虚拟场地的所述部分重叠包括匹配包含感知场地类型、慢速场地类型和停止场地类型的场地类型时,确定发生场地侵犯。

4. 如权利要求1所述的场地实施系统,其中第一虚拟场地和第二虚拟场地中的每一个包括场地类型,所述场地类型包括慢速场地和停止场地。

5. 如权利要求4所述的场地实施系统,其中停止场地与慢速场地的一部分重叠,所述慢速场地大于所述停止场地。

6. 如权利要求4所述的场地实施系统,其中停止场地和慢速场地都在感知地带内,并且感知地带表示围绕相应物料搬运车辆的地带,物料搬运车辆被配置为在所述地带中检测一个或多个场地侵犯。

7. 如权利要求6所述的场地实施系统,其中停止场地表示处于最低速度限制的车辆行驶区域,并且慢速场地表示其中相应物料搬运车辆将降低到最低速度限制的车辆行驶区域。

8. 如权利要求4所述的场地实施系统,其中基于慢速场地的重叠来确定发生场地侵犯,并且第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆各自被配置为基于发生场地侵犯而减速。

9. 如权利要求4所述的场地实施系统,其中当基于第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个的停止场地的重叠来确定发生场地侵犯时,第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个基于重叠被设置为以每小时1.0英里的最大速度操作。

10. 如权利要求1所述的场地实施系统,其中第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个被配置为基于发生场地侵犯而减慢或停止。

11. 如权利要求1所述的场地实施系统,其中第一UWB天线阵列和第二UWB天线阵列各自

包括安装在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个上的一个或多个节点。

12. 如权利要求11所述的场地实施系统,其中第一UWB天线阵列和第二UWB天线阵列的每个节点包括UWB天线,所述UWB天线被布置和定位在相应UWB天线阵列中并且安装到车身,使得相应UWB天线阵列的中心相对于其上安装相应UWB天线阵列的相应物料搬运车辆的中心被校准。

13. 如权利要求12所述的场地实施系统,其中每个UWB天线包括印刷电路板(PCB),所述印刷电路板包括PCB纵轴、包括与PCB纵轴平行或垂直于PCB纵轴对准的天线纵轴的天线特征,以及形状和尺寸被调整为容纳PCB和天线特征的天线外壳。

14. 如权利要求13所述的场地实施系统,其中包括具有与PCB纵轴平行对准的天线纵轴的天线特征的每个UWB天线包括泪滴形状,所述泪滴形状包括PCB的锥形侧壁,其中天线特征部署在锥形侧壁的最短端处。

15. 如权利要求13所述的场地实施系统,其中天线外壳包括限定一对孔的壁以容纳从PCB延伸的安装插脚,使得当壁的壁纵轴与PCB纵轴平行部署时,安装插脚垂直于PCB纵轴延伸,以90度角安装到车身,并且当壁的壁纵轴垂直于PCB纵轴部署时,安装插脚平行于PCB纵轴延伸,以零度角安装到车身。

16. 如权利要求1所述的场地实施系统,还包括被配置为安装到车身的照明部件模块,所述照明部件包括多个符号,所述多个符号至少包括具有表示车辆无错误操作的第一颜色的第一符号、具有表示谨慎车辆警告操作的第二颜色的第二符号,以及包括表示负面车辆警告操作的第三颜色的第三符号。

17. 如权利要求16所述的场地实施系统,其中第一颜色是绿色,第二颜色是黄色,以及第三颜色是红色,并且其中照明部件模块被配置为基于第一符号、第二符号或第三符号是否被点亮来生成相关联的警报。

18. 一种场地实施系统,包括车辆位置处理器、第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身,其中:

第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面;

第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列;

第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列;以及

车辆位置处理器被配置为:

在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号;

基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态;

确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地;

基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯;以及

基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

19. 如权利要求18所述的场地实施系统,其中当第一虚拟场地的所述部分与第二虚拟场地的所述部分重叠包括匹配包含感知场地类型、慢速场地类型和停止场地类型的场地类型时,确定发生场地侵犯。

20.一种用于第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆之间的场地实施的方法,每个物料搬运车辆包括车身,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列,第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列,所述方法包括:

在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号;

基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态;

确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地;

基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯;以及

基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

## 使用超宽带无线电技术的物料搬运车辆的相对姿态确定和场地实施的系统和方法

[0001] 本申请是国际申请日为2021年10月4日、国家申请号为202180073129.3、发明名称为“使用超宽带无线电技术的物料搬运车辆的相对姿态确定和场地实施的系统和方法”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2020年10月5日提交的标题为ANTENNA MOUNTING STRUCTURES FOR INDUSTRIAL VEHICLES的美国临时申请No.63/087,541;于2020年10月23日提交的标题为INDUSTRIAL VEHICLE ANTENNA MOUNTING STRUCTURES的美国临时申请No.63/104,567;于2021年8月10日提交的标题为INDUSTRIAL VEHICLE ANTENNA MOUNTING STRUCTURES AND ANTENNA POSITIONING CONFIGURATIONS的美国临时申请No.63/231,508;于2020年10月5日提交的标题为SYSTEMS AND METHODS FOR SENSING A RELATIVE POSE OF MATERIALS HANDLING VEHICLES USING ULTRA-WIDEBAND RADIO TECHNOLOGY的美国临时申请No.63/087,543;于2020年10月5日提交的标题为SYSTEMS AND METHODS FOR FIELD ENFORCEMENT OF MATERIALS HANDLING VEHICLES USING ULTRA-WIDEBAND RADIO TECHNOLOGY的美国临时申请No.63/087,548;于2020年10月5日提交的标题为SYSTEMS AND METHODS FOR FIELD ENFORCEMENT OF MATERIALS HANDLING VEHICLES USING ULTRA-WIDEBAND RADIO TECHNOLOGY的美国临时申请No.63/087,652;于2020年10月5日提交的标题为LIGHT COMPONENTS FOR DISPLAYING SYMBOLS CORRESPONDING TO VEHICLE STATUSES的美国临时申请No.63/087,544;于2020年10月23日提交的标题为LIGHT COMPONENTS FOR DISPLAYING SYMBOLS CORRESPONDING TO VEHICLE STATUSES的美国临时申请No.63/104,796;以及于2021年8月10日提交的标题为LIGHT COMPONENTS FOR DISPLAYING SYMBOLS AND LIGHT COMPONENT MOUNTING ARRANGEMENTS的美国临时申请No.63/231,506的权益;这些申请的全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0004] 本说明书一般而言涉及用于物料搬运车辆的相对姿态感测和场地实施(field enforcement)以协助管理工业环境中限定区域内的车辆操作的系统和方法,更具体而言,涉及用于基于使用超宽带(UWB)无线电技术和重叠场地感测和确定物料搬运车辆的相对姿态来感测和确定相对姿态和场地实施的系统和方法。

### 背景技术

[0005] 为了在工业环境中移动物品,工作人员经常利用工业车辆,包括例如叉车、手动和电动托盘车和/或其它物料搬运车辆。工业车辆可以被配置为在工业环境中导航的自动引导车辆或知道其在工业环境内的地点的手动引导车辆。为了便于自动引导、导航或两者,工业车辆可适于在环境内定位。即,工业车辆可以配备传感器和处理器,用于确定工业车辆在环境内的地点,诸如,例如,工业车辆的姿态和位置。

## 发明内容

[0006] 在一个实施例中,物料搬运车辆可以包括一个或多个车辆处理器、被配置为沿着库存运输表面移动物料搬运车辆的驱动机构、被配置为在工业环境的存储区中存储和取回货物的物料搬运机构、以及与驱动和物料搬运机构通信的车辆控制体系架构。该物料搬运车辆的(一个或多个)车辆处理器可以执行车辆功能,以基于从物料搬运车辆中的每个物料搬运车辆上的多天线阵列传输的UWB信号来确定物料搬运车辆相对于该物料搬运车辆的相对姿态、确定每个物料搬运车辆的一个或多个场地,以及基于确定的一个或多个场地和相对姿态确定物料搬运车辆之间的一个或多个重叠场地,以及基于确定的一个或多个重叠场地实现车辆控制动作。

[0007] 根据本公开的实施例,一种相对姿态确定系统包括第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身和车辆位置处理器,其中第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列,并且第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列。每个车辆位置处理器被配置为:将第一UWB信号从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列传输到第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列、在第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列处接收第一UWB信号、基于第一UWB信号确定第二物料搬运车辆信息集,以及将包括第二物料搬运车辆信息集的第二UWB信号从第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列传输到第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列。每个车辆位置处理器还被配置为:基于第二UWB信号确定第一物料搬运车辆信息集、将包括第一物料搬运车辆信息集的第三UWB信号从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列传输到第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列、基于第二UWB信号和第三UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态,以及基于相对姿态操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0008] 根据本公开的另一个实施例,相对姿态确定系统包括车辆位置处理器、第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身。第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列,并且第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列。车辆位置处理器被配置为:从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列向第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列传输第一UWB信号、在第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列处接收第一UWB信号,以及基于第一UWB信号确定第二物料搬运车辆信息集。车辆位置处理器还被配置为:从第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列向第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列传输包括第二物料搬运车辆信息集的第二UWB信号、基于第二UWB信号确定第一物料搬运车辆信息集、从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列向第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列传输包括第一物料搬运车辆信息集的第三UWB信号、基于第二UWB信号和第三UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态,以及基于相对姿态操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0009] 根据本公开的又一个实施例,一种方法确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆之间的相对姿态,每个物料搬运车辆包括车身,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列,第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二UWB天线阵列。该方法包括从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列向第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列传

输第一UWB信号、在第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列处接收第一UWB信号、基于第一UWB信号确定第二物料搬运车辆信息集,以及从第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列向第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列传输包括第二物料搬运车辆信息集的第二UWB信号。该方法还包括基于第二UWB信号确定第一物料搬运车辆信息集、从第一物料搬运车辆的第一UWB天线阵列向第二物料搬运车辆的第二UWB天线阵列传输包括第一物料搬运车辆信息集的第三UWB信号、基于第二UWB信号和第三UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态,以及基于相对姿态操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0010] 根据本公开的实施例,一种场地实施系统包括第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身和车辆位置处理器。第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第一个超宽带(UWB)天线阵列,并且第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二个UWB天线阵列。每个车辆位置处理器被配置为:在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号,以及基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态。每个车辆位置处理器还被配置为:确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地、基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯,以及基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0011] 根据本公开的另一个实施例,一种场地实施系统包括车辆位置处理器、第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆,每个物料搬运车辆包括车身。第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆被配置为在仓库环境中导航车辆运输表面,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第一个超宽带(UWB)天线阵列,并且第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二个UWB天线阵列。车辆位置处理器被配置为:在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号、基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态,以及确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地。车辆位置处理器还被配置为:基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯,以及基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0012] 根据本公开的又一个实施例,公开了一种用于第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆之间的场地实施的方法,每个物料搬运车辆包括车身,第一物料搬运车辆包括安装到车身的第一个超宽带(UWB)天线阵列,第二物料搬运车辆包括安装到车身的第二个UWB天线阵列。该方法包括在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号,以及基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的每一个相对于彼此的相对姿态。该方法还包括确定第一物料搬运车辆的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆的第二虚拟场地、基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯,以及基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0013] 根据以下详细描述并结合附图,将更全面地理解由本文描述的实施例提供的这些和附加特征。

## 附图说明

[0014] 附图中阐述的实施例本质上是说明性和示例性的,并不旨在限制由权利要求限定的主题。当结合以下附图阅读时,可以理解说明性实施例的以下详细描述,其中相同的结构用相同的附图标记表示并且其中:

[0015] 图1A根据本文示出和描述的一个或多个实施例的仓库中包括UWB天线系统的物料搬运车辆;

[0016] 图1B描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的分别部署在仓库中的物料搬运车辆上以确定物料搬运车辆之间的相对姿态的一对UWB天线系统;

[0017] 图1C描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的分别部署在仓库中的物料搬运车辆上以确定其中一个物料搬运车辆的位置和距离的一对UWB天线系统;

[0018] 图2描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的用于实现基于计算机和软件的方法以确定姿态或位置的系统的示意图;

[0019] 图3描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的用于确定仓库中物料搬运车辆之间的姿态或位置的方法的流程图;

[0020] 图4描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的物料搬运车辆的场地;

[0021] 图5描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的一对物料搬运车辆之间的重叠场地;

[0022] 图6描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的一对物料搬运车辆之间的多个重叠场地;

[0023] 图7描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的一对物料搬运车辆之间的场地重叠类型;

[0024] 图8描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的物料搬运车辆的包括场地和操作信息的显示器;

[0025] 图9描绘了包括第一安装的UWB天线阵列系统的物料搬运车辆,该天线阵列系统包括多个外壳;

[0026] 图10描绘了如可部署在图9的外壳中的UWB天线;

[0027] 图11描绘了包括第二安装的UWB天线阵列系统的物料搬运车辆,该天线阵列系统包括多个外壳;

[0028] 图12描绘了部署在第一外壳中的UWB天线;

[0029] 图13描绘了部署在第二外壳中的UWB天线;

[0030] 图14A描绘了安装到物料搬运车辆的第一组照明部件模块;

[0031] 图14B描绘了安装到物料搬运车辆的第二组照明部件模块;

[0032] 图15A描绘了安装到物料搬运车辆的第一照明部件模块;以及

[0033] 图15B描绘了安装到物料搬运车辆的第二照明部件模块。

## 具体实施方式

[0034] 本文描述的实施例一般而言涉及用于使用超宽带(UWB)无线电技术的物料搬运车辆的相对姿态感测和场地实施的系统和方法。相对姿态感测系统和方法可以用在具有双向通信的飞行时间(ToF)测量系统上,如下面更详细描述的。场地实施系统和方法可以使用定

位技术来确定和协助管理车辆在工业环境中的存在,如本文所描述的。定位在本文中用于指使得能够在仓库、工业或商业设施或其它环境中主动跟踪车辆地点的多种系统配置中的任何一种。本公开的概念不限于任何特定的定位系统配置,并且被认为适用于各种常规的和尚未开发的定位系统中的任何一种并与其结合使用。这样的定位系统可以包括于2016年5月24日发布的标题为LOST VEHICLE RECOVERY UTILIZING ASSOCIATED FEATURE PAIRS的美国专利No.9,349,181和于2018年5月29日发布的标题为VEHICLE POSITIONING OR NAVIGATION UTILIZING ASSOCIATED FEATURE PAIRS的美国专利No.9,984,467中描述的那些定位系统。

[0035] 定位系统可以用于定位和/或导航工业车辆通过工业环境,诸如仓库、堆场等。在一些实施例中,相机、基于激光的系统 and/或基于UWB的系统150可以安装到在仓库中导航并且可以协助车辆定位的工业车辆(例如,自动引导车辆或手动引导车辆)。基于激光的系统可以包括激光扫描仪、激光测距仪、2D/3D测绘激光器、激光雷达或其组合。基于UWB的系统150可以包括UWB系统阵列,其包括耦合在一起的多个UWB天线,如下面更详细描述。在实施例中,本文描述的UWB系统可以采用半自主或完全自主自动化作为与激光雷达和/或图像传感器一起工作的主要或辅助安全系统。

[0036] 现在参考图1A,车辆100可以被配置为导航通过诸如仓库110的工业设施。车辆100可以包括物料搬运车辆,该物料搬运车辆包括沿着库存运输表面移动物料搬运车辆的驱动机构、被配置为在工业设施的存储区中存储和取回货物的物料搬运机构、以及与驱动和物料搬运机构通信的车辆控制体系架构。车辆100可以包括工业车辆,诸如用于提升和移动有效负载的物料搬运车辆,诸如例如叉车、前移式卡车、转塔车、步行式堆垛车、牵引车、托盘车、高/低堆垛车、拖车装载机、侧向装载机、叉式起重机等。工业车辆可以被配置为自动或手动地沿着期望的路径导航诸如仓库110的表面122的库存运输表面。因此,车辆100可以通过一个或多个车轮124的转动被引导向前和向后。另外,可以通过使一个或多个车轮124转向来使车辆100改变方向。可选地,车辆可以包括用于控制车辆功能(诸如但不限于车轮124的速度、车轮124的朝向等)的操作者控件126。操作者控件126可以包括被指派给车辆100的功能的控件,诸如例如开关、按钮、控制杆、手柄、踏板、输入/输出设备等。注意的是,如本文所使用的术语“导航”是指车辆从一个地方到另一个地方的移动控制或路线规划,包括但不限于为手动车辆操作绘制图形路径、为手动操作提供一组逐个转弯指示,或提供沿着行驶路径引导车辆的自动控制,其可以包括这样的用于自动操作的逐个转弯指示。应该注意的是,如本文所使用的术语“操作”是指操作或控制车辆的操作,诸如执行车辆控制动作,包括但不限于设置速度限制、发出操作者警报和其它车辆控制动作。

[0037] 在实施例中,车辆100还可以包括用于捕获头顶(overhead)图像(诸如头顶特征的输入图像)的相机102。相机102可以是任何能够捕获对象的视觉外观并将视觉外观转换成图像的设备。在一些实施例中,车辆100可以位于仓库110内并且被配置为捕获仓库110的天花板112的头顶图像。

[0038] 仓库110的天花板112可以包括头顶特征,诸如但不限于天花板灯114,用于从天花板112或通常从在仓库中操作的车辆上方提供照明。天花板灯114可以包括基本上矩形的灯,诸如例如天窗灯116、荧光灯等;并且可以安装在天花板或墙壁结构中或悬挂在天花板或墙壁结构中,以便从上方提供照明。

[0039] 本文描述的实施例可以包括一个或多个车辆处理器,诸如通信地耦合到车辆100的处理器104。一个或多个处理器104可以执行机器可读指令以自动实现本文描述的方法或功能中的任何方法或功能。用于存储机器可读指令的存储器106可以通信地耦合到一个或多个处理器104、车辆100或其任何组合。一个或多个处理器104可以包括处理器、集成电路、微芯片、计算机,或能够执行机器可读指令或已被配置为以类似于机器可读指令的方式执行功能的任何其它计算设备。存储器106可以包括RAM、ROM、闪存、硬盘驱动器或任何能够存储机器可读指令的非暂态设备。

[0040] 一个或多个处理器104和存储器106可以与车辆100集成在一起。此外,一个或多个处理器104和存储器106中的每一个都可以与车辆100和/或相机102分开。例如,管理服务器、服务器或移动计算设备可以包括一个或多个处理器104、存储器106或两者。注意的是,在不脱离本公开的范围的情况下,一个或多个处理器104、存储器106和相机102可以是相互通信地耦合的分立部件。因此,在一些实施例中,一个或多个处理器104的部件、存储器106的部件和相机102的部件可以在物理上彼此分开。如本文所使用的,短语“通信地耦合”是指部件能够相互交换数据信号,诸如例如经由导电介质的电信号、经由空气的电磁信号、经由光波导的光信号等。

[0041] 因此,本公开的实施例可以包括用任何代(例如,1GL、2GL、3GL、4GL或5GL)的任何编程语言编写的逻辑或算法。逻辑或算法可以编写为可以由处理器直接执行的机器语言,或者可以被编译或汇编成机器可读指令并存储在机器可读介质上的汇编语言、面向对象编程(OOP)、脚本语言、微代码等。替代地或附加地,逻辑或算法可以用硬件描述语言(HDL)来编写。此外,逻辑或算法可以经由现场可编程门阵列(FPGA)配置或专用集成电路(ASIC)或它们的等效形式来实现。

[0042] 如上所述,车辆100可以包括一个或多个处理器104或与一个或多个处理器104通信地耦合。因此,一个或多个处理器104可以执行机器可读指令以操作或代替操作者控件126的功能。机器可读指令可以存储在存储器106上。因此,在一些实施例中,车辆100可以由执行机器可读指令的一个或多个处理器104自动导航。在一些实施例中,车辆的地点可以在车辆100被导航时由定位系统监测。

[0043] 参考图1A,物料搬运车辆100可以被配置为在诸如仓库110的工业环境中导航。物料搬运车辆100可以被配置为沿着期望的路径自动或手动导航库存运输表面,诸如仓库110的表面122。物料搬运车辆110还可以被配置为在通过UWB系统150确定相对于另一个物料搬运车辆100的相对姿态时实现控制以采取动作。这样的动作可以是制动动作或其它防撞措施。在实施例中,UWB系统160可以包括作为安装在第一物料搬运车辆100上的系统A的UWB系统150A和作为安装在第二物料搬运车辆100上的系统B的UWB系统150B,如图1B中所示。每个UWB系统150A、150B可以包括多个UWB天线作为锚点,它们一起安装在阵列中,具有确定的中心并相对于车辆的选定和定义的点定位,该点相对于车辆框架和单独的锚点位置,诸如车辆的运动中心,是可测量或可确定的。

[0044] 图1B的UWB系统150A的阵列包括UWB天线R1、R2、R3和R4,阵列的中心由R2和R3天线之间的X标记定义。在实施例中,阵列的中心是感测到达角的地点。此外,可以基于每个货车的预定义原点,诸如车辆的运动中心来校正到达角。图1B的UWB系统150B的阵列包括UWB天线R5、R6、R7和R8,阵列的中心由R6和R7天线之间的X标记定义。

[0045] 在包括多个天线UWB系统150A、150B的每个物料搬运车辆100内,UWB天线可以使用UWB同步信号和到每个天线的同步电缆(例如,星形拓扑)或依次连接到每个天线的单个时钟电缆(例如,菊花链拓扑)来同步。一旦每个阵列同步,阵列就可以感测UWB信号传播的距离(例如,使用称为双向测距的常用方法)和UWB信号的到达角(例如,通过测量在每个天线上接收到信号的分钟时间差)。如下面关于图3的过程300更详细描述,可以确定一对车辆100的相对姿态,该对车辆100使用分别作为UWB系统150A、150B安装到每个车辆100的UWB天线阵列。通过接收来自阵列节点(例如,UWB天线)的UWB信号信息,包括如下面更详细描述的到达角和距离,并且在节点和阵列中心之间的距离已知的情况下,确定节点的位置和朝向。因此,确定以已知配置在其上安装节点的车辆相对于车辆中心的位置和朝向以帮助确定车辆姿态。如本文所述,“姿态”是指物料搬运车辆100诸如在仓库110内的位置和朝向。物料搬运车辆100的“相对姿态”是指物料搬运车辆100相对于另一个对象(诸如第二物料搬运车辆100)的位置和朝向,如下面更详细描述的。

[0046] 在另一个实施例中,参考图1C,UWB系统170可以包括UWB系统150A作为安装在第一物料搬运车辆100上的系统A和另一个系统B作为可以安装在第二物料搬运车辆100上或在仓库110的另一个地点中的单个UWB天线系统。使用图1C的方法,可以确定该系统配置中的远程车辆的相对位置,并且可以在远程车辆上实施圆形场地。在本文描述的的车辆100中,车辆可以包括一个或多个UWB天线阵列和信标。在至少一个车辆100的驾驶室的较低位置,可以实现图1B的系统配置以确定车辆100之间的相对姿态作为相对姿态观察。关于在不同车辆100上具有多个UWB天线阵列的系统,可以结合考虑来自多个观察(例如,相对姿态观察)的控制动作以确定最佳观察(诸如最高排名或最佳拟合之一)以确定车辆100之间的场地侵犯,如下面更详细描述的。

[0047] 当驾驶室升起时,信标可以被设置为发出信号并成为其它跟随车辆100有升起驾驶室的车辆100的目标,以执行图1C的相对位置观察,并且实施相关联的圆形虚拟场地。因此,图1C的系统配置可以帮助补偿当车辆在高处操作时(诸如当驾驶室升起时)在头顶护架上为UWB天线阵列产生的盲点。因此,当远程车辆由于为UWB天线阵列产生的盲点而不能感测到达角时,可以确定车辆100的相对位置。在这种情况下,远程车辆的虚拟场地可能是圆形的,并且可以进行场地侵犯计算和行为,以便检查圆形场地是否相对于本地车辆的完全限定场地侵犯。圆形场地可以从预编程的辅助场地集中选择,或者可以基于主要操作完全限定的场地动态计算。

[0048] 参考图2,本文描述的实施例可以包括系统200,该系统200包括一个或多个车辆处理器,诸如处理器202(其可以是一个或多个处理器104,并且在本文中称为车辆位置处理器202),其可以通信地耦合到存储器217。网络接口硬件212可以促进经由有线、广域网、局域网、个域网、蜂窝网络、卫星网络等在网络214上的通信。合适的个域网可以包括无线技术,诸如例如IrDA、蓝牙、无线USB、Z-Wave、ZigBee和/或其它近场通信协议。合适的个域网可以类似地包括有线计算机总线,诸如例如USB和火线(FireWire)。合适的蜂窝网络包括但不限于诸如LTE、WiMAX、UMTS、CDMA和GSM之类的技术。网络接口硬件212可以通信地耦合到能够经由网络214发送和/或接收数据的任何设备。因此,网络接口硬件212可以包括用于发送和/或接收任何有线或无线通信的通信收发器。例如,网络接口硬件212可以包括天线、调制解调器、LAN端口、Wi-Fi卡、WiMax卡、移动通信硬件、近场通信硬件、卫星通信硬件和/或

用于与其它网络和/或设备通信的任何有线或无线硬件。

[0049] 一个或多个处理器202可以执行机器可读指令以自动实现本文描述的任何方法或功能。作为用于存储机器可读指令的可计算可读介质216中的非易失性存储器208或易失性存储器210中的至少一个的存储器217可以通信地耦合到一个或多个处理器202。一个或多个处理器202可以包括处理器、集成电路、微芯片、计算机或能够执行机器可读指令或已被配置为以类似于机器可读指令的方式执行功能的任何其它计算设备。可计算可读介质216可以包括RAM、ROM、闪存、硬盘驱动器或能够存储机器可读指令的任何非暂态设备。

[0050] 一个或多个处理器202和存储器217中的每一个都可以与车辆100集成在一起。此外，一个或多个处理器202和存储器217中的每一个都可以与车辆100分开。例如，管理服务器、服务器或移动计算设备可以包括一个或多个处理器202、存储器217或两者。应该注意的是，在不脱离本公开的范围的情况下，一个或多个处理器202和存储器217可以是彼此通信地耦合的分立部件。因此，在一些实施例中，一个或多个处理器202的部件和存储器217的部件可以在物理上彼此分开。如本文所使用的，短语“通信地耦合”是指部件能够相互交换数据信号，诸如例如经由导电介质的电信号、经由空气的电磁信号、经由光波导的光信号等。

[0051] 因此，本公开的实施例可以包括以任何代（例如，1GL、2GL、3GL、4GL或5GL）的任何编程语言编写的逻辑或算法。逻辑或算法可以编写为可以由处理器直接执行的机器语言，或者可以被编译或汇编成机器可读指令并存储在诸如可计算可读介质216的机器可读介质上的汇编语言、面向对象编程（OOP）、脚本语言、微代码等。替代地或附加地，逻辑或算法可以用硬件描述语言（HDL）来编写。此外，逻辑或算法可以经由现场可编程门阵列（FPGA）配置或专用集成电路（ASIC）或它们的等效形式来实现。

[0052] 在实施例中，与数据库28相关联的仓库110的一个或多个仓库地图30可以存储在存储器217中。系统200可以包括一个或多个显示器和/或输出设备204，例如，诸如监视器、扬声器、耳机、投影仪、可穿戴显示器、全息显示器和/或打印机。输出设备204可以被配置为输出音频、视觉和/或触觉信号并且还可以包括例如音频扬声器、发射能量（无线电、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线和伽马射线）的设备、电子输出设备（Wi-Fi、雷达、激光等）、（任何频率的）音频等。

[0053] 系统200还可以包括一个或多个输入设备206，作为示例，其可以包括任何类型的鼠标、键盘、盘/介质驱动器、记忆棒/拇指驱动器、存储器卡、笔、触摸输入设备、生物特征扫描仪、语音/听觉输入设备、运动检测器、相机、秤等。输入设备206还可以包括相机（有或没有音频记录），诸如数字和/或模拟相机、静态相机、视频相机、热成像相机、红外相机、带电荷耦合显示器的相机、夜视相机、三维相机、网络相机（webcam）、录音机、激光扫描仪、激光测距仪、2D/3D测绘激光器、激光雷达、UWB传感器等。例如，输入设备206可以包括本文描述的UWB系统150、160、170。

[0054] 如上所述，车辆100可以包括一个或多个处理器202或与一个或多个处理器202通信地耦合。因此，一个或多个处理器202可以执行机器可读指令以操作或代替操作者控件的功能。机器可读指令可以存储在存储器106、217上。因此，在一些实施例中，车辆100可以由执行机器可读指令的一个或多个处理器202自动导航。在一些实施例中，车辆的地点可以在车辆100被导航时由定位系统监测。

[0055] 作为非限制性示例，车辆100的导航子系统可以包括一个或多个环境传感器和环

境数据库。在实施例中,环境传感器被配置为捕获指示车辆100相对于仓库110中的车辆运输表面122的位置的数据。此外,环境数据库可以驻留在车辆100上或远离车辆100并且可以包括指示车辆运输表面122的存储数据。导航子系统可以被配置为利用捕获的数据和存储的数据使车辆100能够沿着车辆运输表面122至少部分地自动导航。例如,但不作为限制,预期导航子系统42、定位系统或两者可以利用存储的仓库地图30和天花板灯114或天窗灯116的捕获图像来实现导航、定位或两者,如于2015年11月3日发布的美国专利No.9,174,830 (CRNZ 0053PA);于2016年5月17日发布的美国专利No.9,340,399(案卷号CRNZ 0053NA);于2016年5月24日发布的美国专利No.9,349,181(案卷号CRNZ 0052PA);于2018年5月1日发布的美国专利No.9,958,873(案卷号INRO 0009NA)以及其它类似专利和专利出版物中所公开的。进一步预期,导航子系统、定位子系统或两者可以利用存储的仓库地图30和部署在车辆运输表面122上的标签布局,如于2017年11月7日发布的美国专利No.9,811,088 (CR0 0056PA)以及其它类似专利和专利出版物中所公开的。

[0056] 其它合适的环境传感器包括但不限于惯性传感器、激光器、用于读取RFID标签的天线、埋地电线、WiFi信号或无线电信号、全球定位系统(GPS)传感器、全球导航卫星系统(GNSS)传感器、超宽带(UWB)传感器或其组合。作为示例而非限制,UWB技术可以用于定位。UWB技术是一种利用低能量水平在超宽无线电频谱部分(诸如3.1至10.6GHz)上进行短距离、高带宽通信的无线电技术。UWB技术可以包括物料搬运车辆100上的传输器,该传输器被配置为传输UWB传输以由部署在仓库110中的接收器锚点接收。这种UWB传输以特定时间间隔生成无线电能,同时以低能量水平占用大带宽并启用脉冲位置或时间调制,并且可以调制UWB脉冲信号上的传输信息。如下面所描述的,UWB技术确定传输在不同频率下的飞行时间(ToF)的能力可以有助于以高分辨率和准确度测量距离以进行定位。

[0057] 在本文描述的实施例, UWB感测利用UWB技术,诸如UWB传感器,其被配置为经由基于脉冲的系统来实现无线电技术,该基于脉冲的系统使用低能量水平在无线电频谱的宽广部分上进行短距离、高带宽通信,诸如用于在大于500MHz或算术中心频率的20%的大带宽上传输信息,如本领域普通技术人员所理解的。这样的UWB技术可以采用时间通信方案,诸如使用飞行时间(ToF)代替电子通信的信号强度测量。因此,UWB信号具有至少500MHz的非常大的带宽(或大于20%的相对带宽)、具有短持续时间波形、通常传输具有低占空比的非常短持续时间的脉冲(即,称为脉冲无线电)、由于大频谱而具有强穿透能力(即,通过墙壁),以及可以在基带(无载波)中实现,使得UWB脉冲可以在没有正弦波载波(即,非正弦波)的情况下传输。UWB信号也可以被称为脉冲雷达、(时间)脉冲无线电、非正弦信号、扩频和基带。

[0058] 本文描述的UWB系统可以与诸如UWB、射频(RF)、脉冲调制无线电、RADAR和/或有源雷达之类的无线电技术一起使用。本文中的UWB系统可以采用具有诸如多输入多输出(MIMO)、多输入单输出(MISO)和/或单输入多输出(SIMO)的天线系统的UWB天线技术。此外,UWB系统可以采用地点测量技术,包括但不限于,到达角(AoA)、飞行时间(ToF)、双向测距和/或到达时间差(TDoA)。

[0059] 在实施例中,系统可以是相对姿态确定系统和/或场地实施系统。该系统可以包括第一物料搬运车辆100A和第二物料搬运车辆100B,每个物料搬运车辆100包括车身。在实施例中,每个物料搬运车辆100可以包括车辆位置处理器202,并且每个车辆位置处理器202可

以被配置为执行如本文所述的功能。在另一个实施例中,该系统可以包括车辆位置处理器202,诸如远离车辆100的中央集线器,其可以被配置为执行如本文所述的功能。第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B被配置为在仓库110的仓库环境中导航车辆运输表面122。第一物料搬运车辆100A包括安装到车身的第二超宽带(UWB)天线阵列,并且第二物料搬运车辆100B包括安装到车身的第二UWB天线阵列。该系统还可以包括多个车轮、牵引力控制单元、制动系统和转向组件,以及导航子系统。多个车轮支撑车身,牵引力控制单元、制动系统和转向组件,可操作地连接到多个车轮中的一个或多个车轮,并且导航子系统被配置为与牵引力控制单元、制动系统和转向组件协作以沿着仓库环境中的车辆运输表面(例如,仓库110的表面122)导航第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B的相应物料搬运车辆。

[0060] 如下面关于图3更详细描述,车辆位置处理器202(在整个本公开中可以指代车辆100的每个车辆位置处理器202或与车辆100分开并通信地耦合的车辆位置处理器202)可以被配置为在第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B的相应UWB天线阵列之间传输包含车辆信息的相应UWB信号,以及基于传输的包含车辆信息的UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个相对于彼此的相对姿态。车辆位置处理器202还可以被配置为与第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B的导航子系统协作以基于相对姿态导航第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的至少一个。

[0061] 参考图3,系统200被配置为实现过程300,通过该过程可以确定一对车辆100的相对姿态,该对车辆100使用分别作为UWB系统150A、150B安装到每个车辆100的UWB天线阵列。由于每个UWB系统150A、150B都被配置为测量接收到的UWB信号的距离和角度,因此信号和信息交换可以用于感测其上分别安装UWB系统150A、150B的该对物料搬运车辆100的相对姿态,如下面更详细描述。因此,过程300通过遵循机器可读指令确定仓库110中图1B的每个物料搬运车辆100相对于彼此的相对姿态。

[0062] 在方框302中,参考图1B的UWB系统160,UWB系统150B的系统B将UWB信号传输到UWB系统150A的系统A。系统B发射由系统A的每个UWB天线接收的UWB信号。每个UWB系统150A、150B是多UWB天线系统,天线位于阵列中,使得阵列的中心已知并相对于其上分别安装UWB系统150A、150B的物料搬运车辆100的中心被校准。系统A接收传输的UWB信号并确定到达角 $\theta_1$ ,并且可以确定系统A和系统B之间的一些飞行时间信息。

[0063] 因此,车辆位置处理器202可以被配置为将第一UWB信号从第一物料搬运车辆100A的第一UWB天线阵列(例如,系统B)传输到第二物料搬运车辆(例如,系统A)的第二UWB天线阵列100B、在第二物料搬运车辆100B(例如,系统A)的第二UWB天线阵列处接收第一UWB信号,以及基于第一UWB信号确定第二物料搬运车辆信息集(在系统A处)。第二物料搬运车辆信息集可以包括到达角(例如,到达角 $\theta_1$ )和基于在第二UWB天线阵列处接收的第一UWB信号的相关联定时信息。确定的距离(例如,距离 $d_1$ )可以基于诸如飞行时间信息的相关联定时信息确定(在下面进一步描述的方框306中在系统B处)作为第二物料搬运车辆和第一物料搬运车辆的一对节点之间的距离。

[0064] 在方框304中,系统A以包含信息的传输到系统B的UWB信号进行响应。系统A发射由系统B的每个UWB天线接收的UWB信号。该信息包含到达角 $\theta_1$ 和相关联的定时信息。这样的定

时信息可以被加时间戳并用于双向测距交换以确定系统A和B的节点之间的距离。在双向测距交换中,UWB射频(RF)信号的飞行时间可以例如通过将时间乘以光速被确定并用于计算节点之间的距离 $d_1$ (例如,基于计算可转换成距离的飞行时间)。系统B接收传输的UWB信号并确定系统B和系统A之间的距离 $d_1$ 信息。

[0065] 车辆位置处理器202因此可以被配置为将包含第二物料搬运车辆信息集的第二UWB信号从第二物料搬运车辆100B(例如,系统A)的第二UWB天线阵列传输到第一物料搬运车辆100A(例如,系统B)的第一UWB天线阵列,以及基于第二UWB信号确定第一物料搬运车辆信息集(在系统B处)。第一物料搬运车辆信息集可以包括到达角(例如,到达角 $\theta_2$ )和基于在第一UWB天线阵列处接收的第二UWB信号的相关联定时信息。确定的距离(例如,距离 $d_2$ )可以基于诸如飞行时间信息的相关联定时信息确定(在系统A处)为第二物料搬运车辆和第一物料搬运车辆的一对节点之间的距离。每个UWB天线阵列可以包括在第二物料搬运车辆100B(例如,系统A)和第一物料搬运车辆100A(例如,系统B)中的每一个上的四个节点。第一UWB天线阵列和第二UWB天线阵列的每个节点可以包括UWB天线,该UWB天线布置和定位在相应的UWB天线阵列中并且安装到车身,使得相应UWB天线阵列的中心相对于其上安装相应UWB天线阵列的相应物料搬运车辆的中心以及每个UWB天线相对于相应物料搬运车辆的中心的相对偏移被校准。

[0066] 在方框306中,系统B以包含信息的传输到系统A的UWB信号进行响应。该信息包括到达角 $\theta_2$ 和相关联的定时信息。这样的定时信息可以包括要用于双向测距交换并且被加时间戳的飞行时间信息。在双向测距交换中,UWB射频(RF)信号的飞行时间可以例如通过将时间乘以光速被确定并用于计算节点之间的距离 $d_2$ (例如,基于计算可转换成距离的飞行时间)。系统A接收传输的UWB信号并确定系统B和系统A之间的距离 $d_2$ 信息。因此,系统A和系统B都接收相互接收的信息,包括UWB信号的到达角信息和如从其它系统测量的每个系统之间的距离。车辆位置处理器202可以被配置为将包括第一物料搬运车辆信息集的第三UWB信号从第一物料搬运车辆100A(例如,系统B)的第一UWB天线阵列传输到第二物料搬运车辆100A(例如,系统A)第二UWB天线阵列。

[0067] 在方框308中,系统A和系统B基于相互接收的信息分别计算相对于彼此的相对姿态。因此,分别作为系统A和B安装在每个物料搬运车辆100上的UWB天线阵列协作用于感测系统A和B两者上的相对姿态。通过系统A和系统B中的每一个确定相对于彼此的相对姿态,当UWB系统160检测到两个或更多个车辆100彼此靠得太近操作时,UWB系统160可以用作传感器系统以在危险条件下实施速度限制和/或停止车辆移动。因此,UWB系统160可以高精度地检测一个车辆100的完整相对姿态,并从另一个车辆100读取其它信息,以确定该对车辆100是否处于相对于彼此的危险场景中,以及相应地采取预防动作(例如,停止、减速、转弯、自动制动、主动巡航控制或其它防撞措施)。车辆位置处理器202因此可以被配置为基于第二UWB信号和第三UWB信号确定第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个相对于彼此的相对姿态,以及基于相对姿态导航第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆中的至少一个。

[0068] 相对姿态可以包括第一车辆姿态和第二车辆姿态。第一车辆姿态可以包括基于第一物料搬运车辆信息集的第一物料搬运车辆100A相对于第二物料搬运车辆100B的姿态(即,位置和朝向),并且第二车辆姿态可以包括基于第二物料搬运车辆信息集的第二物料

搬运车辆100B相对于第一物料搬运车辆100A的姿态(例如,位置和朝向)。第一物料搬运车辆100A可以被配置为至少基于用第二UWB信号传输的第二物料搬运车辆信息集来确定第二车辆姿态,该第二车辆姿态包括第二物料搬运车辆100B相对于第一物料搬运车辆100A的姿态。第二物料搬运车辆100B可以被配置为至少基于用第三UWB信号传输的第一物料搬运车辆信息集来确定第一车辆姿态,该第一车辆姿态包括第一物料搬运车辆100A相对于第二物料搬运车辆100B的姿态。相对姿态还可以基于额外数据,诸如至少每个车辆100A、100B上的传输节点的相对坐标(例如,每个车辆100A、100B的每个UWB天线阵列的传输节点的相对坐标)。

[0069] 在实施例中,例如,诸如当两个车辆正在积极接受线引导时,第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个都被感测为被约束在过道内,该过道可以是仓库中的非常窄的过道(VNA)。当第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个被感测到被约束在过道内时,每个车辆位置处理器202可以被配置为独立地确定与诸如货架、嵌入式磁线等共享的平行结构的角度偏移,并基于车辆100之间的角度偏移和相对姿态调整相对角度至被配置为使车辆100平行放置的最接近角度。因此,当第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个被线引导时,至少一个或每个车辆位置处理器202被配置为基于车辆100之间的相对姿态将相对角度调整至被配置为使车辆100平行放置的最接近角度。角度偏移因此可以用于校正相对姿态的角度分量以获得潜在的更高准确度。此外,可以在定位信号中发送附加的车辆信息。对于具有安装在可移动平台上的天线的无人驾驶车辆,此类信息可以包括用于根据双向测距算法确定准确距离的提升高度。多个系统可以重用其中一些UWB信号来测量它们自己的相对姿态。多个远程车辆系统可以使用单个UWB消息来同时计算相对姿态,其中例如为多个相应的车辆系统发送多个相关联的定时信息。此外,系统A和B之间提升高度信息的集成和转移可以允许将系统A和B的天线放置在其上分别安装系统的物料搬运车辆100的提升部分上。

[0070] 利用图1C的UWB系统170的系统200可以仅在一侧具有天线阵列的情况下操作。这种模式可以用于行人跟踪应用,诸如当驾驶室处于高度使得相关联的UWB天线阵列由于驾驶室高度而有盲点时,通过在不使用天线阵列和/或使用图1C的相对位置观察配置的情况下降低以支持行人的能力。用于UWB系统170的过程类似于关于UWB系统160描述的过程300,不同之处在于单天线系统B不测量到达角或以到达角进行响应。系统A将仅具有单天线系统B的相对位置,因此将无法感测系统面向的方向来确定系统B的朝向和姿态。此外,系统B将只能确定两个系统之间的相对距离。

[0071] 关于图1C的UWB系统170,可以使用方框302、304。在方框302中,单天线系统B将UWB信号传输到系统A(例如,UWB系统150A)。在方框304中,系统A以包含诸如到达角 $\theta$ 和定时信息之类的信息的传输到单天线系统B的UWB信号进行响应。但是,由于系统B是单天线系统并且未相对于天线阵列的中心和物料搬运车辆的中心进行校准,因此系统A被配置为测量系统B的相对位置(而非朝向),并且系统B测量到系统A的相对距离 $d$ 。

[0072] 在本文诸如关于图1B的UWB系统160描述的一些实施例中,利用UWB系统160的系统200不需要安装到基础设施的UWB无线电来操作,而是安装UWB天线阵列,如UWB系统150A、150B到相应的物料搬运车辆100。这种不依赖于基础设施安装的车辆安装系统可以降低新安装的调试过程的复杂性并且避免昂贵的基础设施安装和测绘工作。这种车辆安装系统还

可以增加对车辆的安全控制的信心,因为远程服务器不需要参与感测其它车辆。此外,通过使用分别安装到物料搬运车辆100的UWB系统150A、150B的车辆之间的相对姿态感测,除了一个系统到另一个系统的距离之外,还可以感测相对姿态以提供更准确的姿态确定并导致更少的危险情况检测的假阳性触发(例如,一对车辆100被确定为彼此太近并且有碰撞的风险)。

[0073] 根据本文描述的UWB系统的感测方法使得能够基于确定的其它物料搬运车辆100的位置和朝向(例如,姿态)控制采用UWB系统150的物料搬运车辆100。这种控制使得能够更准确地识别危险场景,并且仅在需要时限制速度,以将系统的错误触发保持在最低限度。UWB系统还使得能够在物料搬运车辆100的系统之间进行小数据转移,以用于识别危险场景。

[0074] 如下面关于图4-图8更详细描述,本文描述的UWB系统还可以用于通过经由安装到每个车辆的UWB无线电系统检测重叠场地并对其采取控制动作来实现物料搬运车辆入侵保护的准确性。安装在物料搬运车辆100上的UWB无线电系统150被配置为感测附近区域中可能潜在地侵入到物料搬运车辆100的当前路径上的其它物料搬运车辆100。UWB无线电系统150还可以被配置为确定所检测到的物料搬运车辆100中的哪一个在给定相应的当前轨迹的情况下可能导致场地地带(zone)的重叠和潜在的危险场景,诸如车辆之间的碰撞。作为非限制性示例,另一个车辆100侵入物料搬运车辆100的路径可能会导致碰撞。系统200可以利用通信地耦合到相应车辆100的UWB无线电系统150的车辆控制器来对一个或两个系统150实施控制动作以降低危险场景的风险。这样的控制动作可以是降低车辆100的行驶速度或完全停止车辆100。

[0075] 本文描述的UWB定位系统产生的相邻车辆100的相对姿态均可以用作如本文描述的硬件和软件的性能额定系统的输入,该系统执行各种安全功能以检测危险场景并命令车辆100的必要控制动作。

[0076] 参考图4,物料搬运车辆100被显示为具有一个或多个场地400。为了检测这样的危险场景,危险场景可能性可以基于物料搬运车辆100的当前轨迹和物料搬运车辆100的一个或多个场地400,这些场地可以重叠。一个或多个场地400在本文中也可以被称为地带。一个或多个场地400是动态虚拟边界,其勾勒出围绕物料搬运车辆100的虚拟地带的外围。动态虚拟边界是可调整的,使得基于速度、转向轮测量值或其关于物料搬运车辆的组合来选择场地形状和/或尺寸。在实施例中,场地形状和/或尺寸可以基于物料搬运车辆100的速度、转向轮值或其组合从预定义集合中选择。一个或多个场地400的形状和维度可以基于物料搬运车辆100的当前速度、转向轮角度、线引导接合状态、提升高度或其组合而改变。这些场地400的不同集合可以被预编程和预加载到本文描述的系统上。在实施例中,一个或多个场地可以实时计算。

[0077] 关于图4,物料搬运车辆100包括感知地带402、慢速场地404以及减少表面面积和围绕物料搬运车辆100的外围的停止场地406。停止场地406与较大慢速场地404的一部分重叠。停止场地406和慢速场地404都在感知地带402内。因此,在实施例中,停止场地与慢速场地的一部分重叠,慢速场地大于停止场地。停止场地和慢速场地都可以在感知地带402内。感知地带402表示绕(例如,围绕)物料搬运车辆100的地带,物料搬运车辆被配置为在所述地带中检测一个或多个场地侵犯、障碍物或其组合。这样的障碍物可以是虚拟场地、另一个

物料搬运车辆100或其组合。

[0078] 停止场地406可以被配置为覆盖物料搬运车辆100在以最小限制速度行驶时经由感测扫过的区域,使得系统或操作者可以安全地将物料搬运车辆100停止在停放处。慢速场地404可以被定义为停止场地406之上并大于停止场地406的区域,物料搬运车辆100经由感测扫过该区域以减速到最小限制速度。因此,停止场地406可以表示处于最低速度限制的的车辆行驶区域,并且慢速场地404表示其中相应物料搬运车辆100将降低到最低速度限制的的车辆行驶区域。慢速场地404和停止场地406可以被配置为通过警告物料搬运车辆100的操作者、自动减慢或停止车辆100或其组合来协作以降低危险情况的可能性。

[0079] 在实施例中,以及如下面关于图5更详细描述,车辆位置处理器202被配置为确定第一物料搬运车辆100A的第一虚拟场地和第二物料搬运车辆100B的第二虚拟场地、基于相对姿态确定当第一虚拟场地的一部分与第二虚拟场地的一部分重叠时发生场地侵犯,以及基于发生场地侵犯操作第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的至少一个。在实施例中,以及如下面更详细描述,第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的至少一个可以被配置为基于发生场地侵犯而减速或停止。

[0080] 参考图5,系统200可以检测物料搬运车辆100A被另一个物料搬运车辆100B场地侵犯或物料搬运车辆100B的对场地400A的一部分侵犯的场地400B。物料搬运车辆100A、100B可以沿着由方向箭头D1、D2表示的相应轨迹行驶。

[0081] 本文描述的地点数据包含两个车辆系统之间的相对姿态信息。使用这样的车辆姿态信息,与仅依赖可能由其它UWB解决方案提供的距离数据相比,两个车辆都可以用各自小的检测场地操作,因此触发更少的假阳性。其它仅依赖距离数据的UWB解决方案可能会生成大的检测场地,容易出现假阳性检测。本文描述的UWB系统将相应车辆100的检测场地几何形状最小化到场地400对于所需的停止距离保持足够长的程度。另外,可以输入安全系数,并且可以将场地400成形为仅覆盖车辆100将行驶通过的区域。车辆100的重量、速度、速度、加速度曲线、制动性能系数和预测的系统时延或其组合可以用于确定车辆100所需的停止距离。如本文所述的场地实施系统200可以使用速度、转向轮角度、线引导状态、叉子高度或其组合作为输入来生成或查找安全避开危险所需的场地400的一组预定义场地形状。第一虚拟场地和第二虚拟场地中的每一个可以是静态场地或动态场地之一。动态场地可以被配置为基于车辆速度、相对姿态、转向方向、叉子或驾驶室提升高度、线引导状态、车辆型号类型、负载重量或其组合来调整尺寸、形状或两者。

[0082] 本文描述的UWB场地实施系统200还可以检测并降低仅基于激光的系统可能在检测到时为时已晚的某些场景的风险。这种仅基于激光的解决方案可能需要在可以应用控制动作之前感测物理障碍物,该传感器限制可能导致比UWB场地实施系统200减少危险所需的场地大得多的场地。因此,本文描述的UWB场地实施系统200被配置为通过如图5中所示的一对物料搬运车辆100A、100B的重叠虚拟场地来感测虚拟障碍物,诸如场地侵犯。

[0083] 在图5中所示的实施例中,物料搬运车辆100A可能在仓库货架之间限定的过道中沿着方向箭头D1行驶以在过道末端离开过道,并且物料搬运车辆100B可能在由方向箭头D2限定的垂直方向接近过道末端行驶,导致车辆100A、100B之间可能发生场地侵犯。

[0084] 物料搬运车辆100A、100B的场地400A、400B的场地侵犯在图5中显示为重叠的场地侵犯410。本文描述的系统200可以使用如由UWB定位系统150供应的其它物料搬运车辆100B

的相对位置和/或姿态,以及其它物料搬运车辆100B的报告场地400B来相对于彼此放置场地400A、400B并检查是否存在侵犯。这种侵犯检查可以是物料搬运车辆100A、100B中的每一个的一个或多个场地400A、400B之间的简单交叉检查。在实施例中,每个场地400仅侵犯相似的场地。因此,停止场地406仅与其它停止场地发生侵犯,并且慢速场地404仅与其它慢速场地发生侵犯。因此,当与第二虚拟场地的部分重叠的第一虚拟场地的部分包括包含感知场地类型、慢速场地类型和停止场地类型的匹配场地类型时,可以确定发生场地侵犯。在实施例中,第一虚拟场地和第二虚拟场地中的每一个可以包括场地类型,其可以是慢速场地或停止场地。

[0085] 一旦物料搬运车辆100检测到场地侵犯,车载硬件和软件就可以为物料搬运车辆100发出适当的控制信号以避免碰撞。在实施例中,同样运行类似算法的其它车辆系统可以同样被检测到并且已经开始相应的控制动作。在错误导致其它车辆100没有检测到侵犯的情况下,车辆100可以监测相邻车辆100的侵犯状态。如果另一个车辆100报告车辆100的相应场地正在侵犯到物料搬运车辆100的场地上,那么该物料搬运车辆100也可以开始控制动作,就好像该物料搬运车辆100已检测到侵犯一样。

[0086] 参考图6,重叠场地侵犯410可以包括物料搬运车辆100A、100B的至少两个场地400的重叠部分。作为非限制性示例,重叠场地侵犯410可以包括物料搬运车辆100A、100B中的每一个的停止场地406和慢速场地404的重叠部分。

[0087] 本文描述的UWB场地实施系统200可以在安全速度限制实施设置点的预定义范围内工作,该设置点可以由诸如最终用户或服务技术人员配置。停止场地406和慢速场地404以及每个场地406、404中的系统行为以及与诸如本文描述的其它虚拟车辆场地400等虚拟障碍物的重叠检测的组合有助于给予操作者足够的时间来采取行动。例如,操作者可能有足够的时间通过使车辆100减速而不是必须完全停止车辆100来采取行动并降低危险的风险。

[0088] 在实施例中,车辆100A、100B的任何两个慢速场地404的重叠可以导致两个车辆100A、100B的安全受控减速。车辆100A、100B的任何两个停止场地406的重叠可以导致车辆100A、100B中的至少一个的牵引力控制马达的受控制动,从而停止或减慢到设定速度。在实施例中,可以基于停止场地406的重叠来确定发生场地侵犯,并且第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B各自被配置为基于发生场地侵犯来减速。当基于第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的每一个的停止场地406的重叠来确定发生场地侵犯时,第一物料搬运车辆和第二物料搬运车辆100A、100B中的至少一个可以被设置为基于重叠以每小时1.0或0.5英里的最大速度操作。

[0089] 参考图7,显示了在一对物料搬运车辆100A、100B之间的不同类型的场地重叠。在图7中,控制地带被描绘为停止场地406并且减速地带被描绘为慢速场地404。更大的感知地带402包括控制地带和减速地带二者。在控制地带和减速地带中检测到侵犯时,可以设置车辆限制。在实施例中,对于控制地带,感测到的场地侵犯可能导致车辆100维持最大速度,诸如每小时1.0英里(mph)。作为停止场地406的控制地带可以是静态的并且具有固定的尺寸和形状。在其它实施例中,控制地带可以是动态的。对于作为慢速场地404的减速地带,随着距由场地侵犯感测到的最近车辆100的距离减小,感测到的场地侵犯可能导致车辆速度逐渐降低至0.5mph的最大速度。在实施例中,减速地带可以是动态的以基于车辆速度和转向

方向调整慢速场地404的尺寸和/或形状。对于感知地带402,感测到的场地侵犯可能不会影响车辆100的行为,但可以用于触发车辆100内的内部通信、与其它系统或车辆100的外部通信或其组合。在实施例中,感知地带402可以被使用如本文描述的UWB系统150感测的UWB数据的特定条件所取代。

[0090] 因此,图7的一对物料搬运车辆100A、100B之间的不同类型的场地重叠可以触发不同的车辆反应。在地带外场景中,车辆100A、100B的场地400都不重叠,而是被非重叠场地408隔开。在感知地带重叠场景中,车辆100A、100B的一对感知地带402重叠作为重叠场地侵犯410A以触发内部和/或外部通信。在减速地带重叠场景中,车辆100A、100B的一对减速地带(例如,慢速场地404)重叠作为重叠场地侵犯410B以逐渐将车辆速度降低到最大速度。在控制地带重叠场景中,车辆100A、100B的一对减速地带(例如,停止地带404)重叠作为重叠场地侵犯410B以维持最大速度、使车辆100A、100B中的至少一个停止,或者重定向车辆100A、100B中的至少一个以避免碰撞。

[0091] 参考图8,示出了库存运输表面122的物料搬运车辆100的显示器500。显示器500包括在图形用户界面(GUI)502上显示物料搬运车辆100的一个或多个场地400,诸如感知地带402、慢速场地404和停止场地402。显示器500可以在GUI 502上以象限的形式显示当前的场地侵犯,以给操作者清楚和快速的对侵犯车辆100的方向的参考。显示器500还包括在GUI 502上显示的物料搬运车辆的操作信息504,该操作信息可以用于动态调整场地形状,如本文所述。显示的操作信息504可以包括当前速度和转向轮角度,以及指派给车辆的慢速场地标识和停止场地标识。

[0092] 如本文描述的用于物料搬运车辆的场地实施系统也可以用于非常窄的过道(VNA)仓库,如仓库房屋110,其可以包括作为本文描述的物料搬运车辆100的一个或多个机动工业卡车。

[0093] 参考图9,物料搬运车辆100A被示为包括第一安装的UWB天线阵列系统,该系统包括经由支撑元件904安装在车辆框架906(诸如头顶护架)上的多个外壳902。每个外壳902包括部署在其中的UWB天线。每个外壳902或如本文描述的其它外壳可以表示节点。因此,如本文描述的第一和第二UWB天线阵列可以包括一个或多个节点,每个节点包括UWB天线,该UWB天线布置和定位在相应UWB天线阵列中并且安装在车身上使得相应UWB天线阵列的中心相对于其上安装相应UWB天线阵列的相应物料搬运车辆100的中心被校准。

[0094] 支撑元件904可以从车辆框架906的部分或其它车辆部分以各种角度或形状延伸。在图9中,支撑元件904在从车辆框架906的显示为头顶护架的拐角垂直向上的方向上延伸。支撑元件可以由与头顶护架906相同的材料制成,诸如装配钢,以具有相同水平的耐用性和坚固性。外壳902可以是透明的并由各种非遮蔽材料形成,诸如玻璃填充尼龙、刚性结构塑料、聚乙烯、玻璃纤维、各种橡胶涂层材料、非金属和有色金属材料等,以防止遮蔽来自和去往部署在其中的UWB天线的信号。

[0095] 本文描述的每个UWB天线包括PCB,该PCB包括PCB纵轴,天线特征包括平行于(如图12-13中所示和下面所述)或垂直于(如图10中所示和下面所述)PCB纵轴对准的天线纵轴,并且天线外壳形状和尺寸被调整以容纳PCB和天线特征。例如,图10示出了可以部署在图9的外壳902中的UWB天线的实施例。该UWB天线包括天线特征1000和印刷电路板(PCB)1010。天线特征1000被配置为从其它天线传输和接收信号,诸如UWB信号。PCB 1010被配置为分析

和/或处理信号。天线特征1000包括垂直于PCB纵轴对准的天线纵轴。

[0096] 在图11中,示出了包括第二安装的UWB天线阵列系统的物料搬运车辆100B,该系统具有多个外壳1102。外壳1102中的一个或多个可以安装在头顶护架1104上,而其它外壳1102可以定位在各种其它车辆地点,诸如在物料搬运车辆100B的动力单元模块1106上或在桅杆横撑1108上。

[0097] 在图12中,示出了部署在第一类型外壳1102中的第一类型UWB天线连同图11的外壳1102的内部。外壳1102包括前盖1202、后盖1204、PCB 1404、天线特征1406和连接器端口壳体1206。后盖1204被配置为附接到前盖1202。后盖1204和前盖1202中的至少一个可以包括弯曲的壁部分,其限定尺寸和形状被调整为容纳连接器端口壳体1206的孔的至少一部分。因此,本文描述的天线外壳可以包括限定一对孔的壁,以容纳安装插脚作为从PCB 1404延伸的连接器端口壳体1206。如图12中所示,当壁的壁纵轴与PCB纵轴垂直部署时,安装插脚与PCB纵轴平行延伸,以零度角安装到车身。如图13中所示,当壁的壁纵轴与PCB纵轴平行部署时,安装插脚垂直于PCB纵轴延伸,以90度角安装到车身。

[0098] 再次参考图12,后盖1204和前盖1202都包括弯曲的壁部分,其限定孔的至少一部分,使得当附接时,外壳1102端部的一对孔的尺寸和形状被调整为容纳连接器端口壳体1206。连接器端口壳体1206被示为直接附接到PCB 1404,PCB 1404包括在上侧壁上的锥形部分1408。天线特征1406被示为沿着PCB纵轴定位在锥形部分1408上方的顶点处。天线特征1406包括与PCB纵轴平行对准的天线纵轴。锥形部分1408和天线特征1406的形状和定位有助于提供泪珠形状,外壳1102的泪珠形状的尺寸和形状被调整为容纳,以防止或减少信号干扰。包括天线特征1406且天线纵轴与PCB纵轴平行对准的每个UWB天线可以包括在PCB 1404的侧壁中逐渐变细的泪珠形状(例如,锥形部分1408),其中天线特征1406部署在锥形侧壁的最短端(例如,顶点)处。连接器端口壳体1206可以包括被配置为安装或连接到外部电连接器的连接器,该外部电连接器可以定位在如本文所述的物料搬运车辆100B的各个部分上。

[0099] 在图13中,示出了部署在第二类型外壳1102中的第二类型UWB天线连同图11的外壳1102的内部。图13中的外壳1102包括前盖1302、后盖1304、PCB 1404、天线特征1406和连接器端口壳体1306。后盖1234被配置为附接到前盖1302。在图13中,后盖1304包括一对孔,其尺寸和形状被调整为容纳连接器端口壳体1306。连接器端口壳体1306被示为直接附接到PCB 1404,该PCB 1404包括在上侧壁上的锥形部分1408。类似于图12,天线特征1406被示为沿着PCB纵轴定位在锥形部分1408上方的顶点处。

[0100] 参考图14A,示出了安装到物料搬运车辆100的第一组照明部件模块。在图15A中,示出了安装到物料搬运车辆100的第一照明部件模块1402A,诸如图14A中所示。参考图14B,描绘了安装到物料搬运车辆100的第二组照明部件模块。在图15B中,示出了安装到物料搬运车辆100的第二照明部件模块1402B,诸如图14B中所示。

[0101] 每个照明部件模块1402A、1402B可以被配置为安装到物料搬运车辆100的车身。每个照明部件模块1402A、1402B可以包括多个符号,该多个符号至少包括具有表示车辆无错误操作的第一颜色的第一符号、具有表示谨慎车辆警告操作的第二颜色的第二符号,以及具有表示负面车辆警告操作的第三颜色的第三符号。在实施例,第一颜色是绿色,第二颜色是黄色,以及第三颜色是红色。照明部件模块1402A、1402B可以被配置为基于第一符号、

第二符号或第三符号是否被点亮来生成相关联的警报。第一符号可以被配置为以绿色点亮作为第一颜色并且可以是前行线部分(在图15A-图15B中显示为底部符号,但能够在顶部、中间或底部位置中的任何一个)。第二符号可以被配置为以黄色(或琥珀色)点亮并且可以包括谨慎三角形部分(在图15A-图15B中显示为顶部符号,但能够在顶部、中间或底部位置中的任何一个)。第三符号可以被配置为以红色点亮并且可以包括阻塞警告部分(在图15A-图15B中显示为中间符号,但能够在顶部、中间或底部位置中的任何一个)。

[0102] 参考图14A和图15A,照明部件模块1402A可以附接到头顶护架安装部件1408,其可以用于将照明部件模块1402A安装或附接到从框架1406延伸的头顶护架1400或物料搬运车辆100的另一部分。头顶护架安装部件1408可以包括弯曲部分1500(图15A),该弯曲部分可以由金属制成并附接到可以为金属的板1502上,使得板1502沿着垂直于与弯曲部分1500相交的平面定位。板1502的底部可以被配置为直接粘附或附接到物料搬运车辆100的各个部分上。

[0103] 参考图14B和图15B,照明部件模块1402B可以附接到头顶护架安装部件1508,其可以用于将照明部件模块1402B安装或附接到物料搬运车辆100的另一部分,诸如桅杆横撑1404。头顶护架安装部件1508可以包括可以由金属制成并且可以附接到照明部件模块1402B的部分1510(图15B)和从部分1510横向延伸并包括多个孔1514的侧板1512。侧板1512可以被配置为通过一个或多个紧固件(诸如通过孔1514容纳的紧固件)紧固到物料搬运车辆100的一部分以将侧板1512紧固到物料搬运车辆100的该部分。

[0104] 除了车辆100和地标(诸如安装到设施基础设施的分立信标)之间的车辆到锚点测距应用之外,本文描述的系统还可以支持车辆到车辆测距应用。本文描述的系统还可以提供基于安装到设施基础设施的信标的星座图基于车辆定位的基于车辆地带的控制,以确定一个或多个地带Z中的车辆控制(图1)。地带Z可以被配置为局部,其中各个信标的相对位置或姿态如本文所述被感测。使用在定位操作期间在设备之间传递的数据,可以独立于车辆地点相对于仓库的任何计算来传送地带Z的定义和相对于相应信标的地点偏移。本文描述的系统还可以支持车辆100和插入行人个人防护装备、可穿戴物品或反光背心内并为其供电的分立UWB标签之间的车辆到行人测距应用。

[0105] 本文描述的系统可以使车辆系统能够识别涉及车辆与车辆相互作用的某些危险情况并相应地命令预防动作,诸如减慢或停止车辆速度。该系统准确且动态地利用关于物料搬运车辆100的场地形状以降低不依赖于相对姿态的其它UWB系统的错误触发率并防止包括仅由激光系统检测不到的虚拟场地重叠的情况。

[0106] 出于描述和定义本发明的目的,应该注意的是,本文中作为参数或另一个变量的“函数”或“基于”参数或另一个变量的引用并非旨在表示该变量仅是列出的参数或变量的函数或“基于”列出的参数或变量。相反,本文对作为列出的参数的“函数”或“基于”列出的参数的变量的引用旨在是开放式的,使得该变量可以是单个参数或多个参数的函数。

[0107] 还应该注意的是,本文中对“至少一个”部件、元素等的叙述不应该用于产生冠词“一”或“一个”的替代使用应该限于单个部件、元素等的推断。

[0108] 应该注意的是,本文中对以特定方式“配置”或“编程”以实施特定性质或以特定方式起作用的公开的部件的叙述是结构叙述,而不是预期用途的叙述。更具体而言,本文对部件被“配置”或“编程”的方式的引用表示部件的现有物理条件,并且由此被视为对部件的

结构特性的明确叙述。

[0109] 已经详细描述了本公开的主题并参考了其具体实施例, 应该注意的是, 本文公开的各种细节不应该被理解为暗示这些细节涉及作为本文描述的各种实施例的必要部件的元件, 即使在本说明书随附的每个附图中图示特定元件的情况下也是如此。此外, 将显而易见, 在不脱离本公开的范围的情况下可以进行修改和变化, 包括但不限于所附权利要求中定义的实施例。更具体而言, 虽然本公开的一些方面在本文中被识别为优选的或特别有利的, 但是可以预期, 本公开不一定限于这些方面。

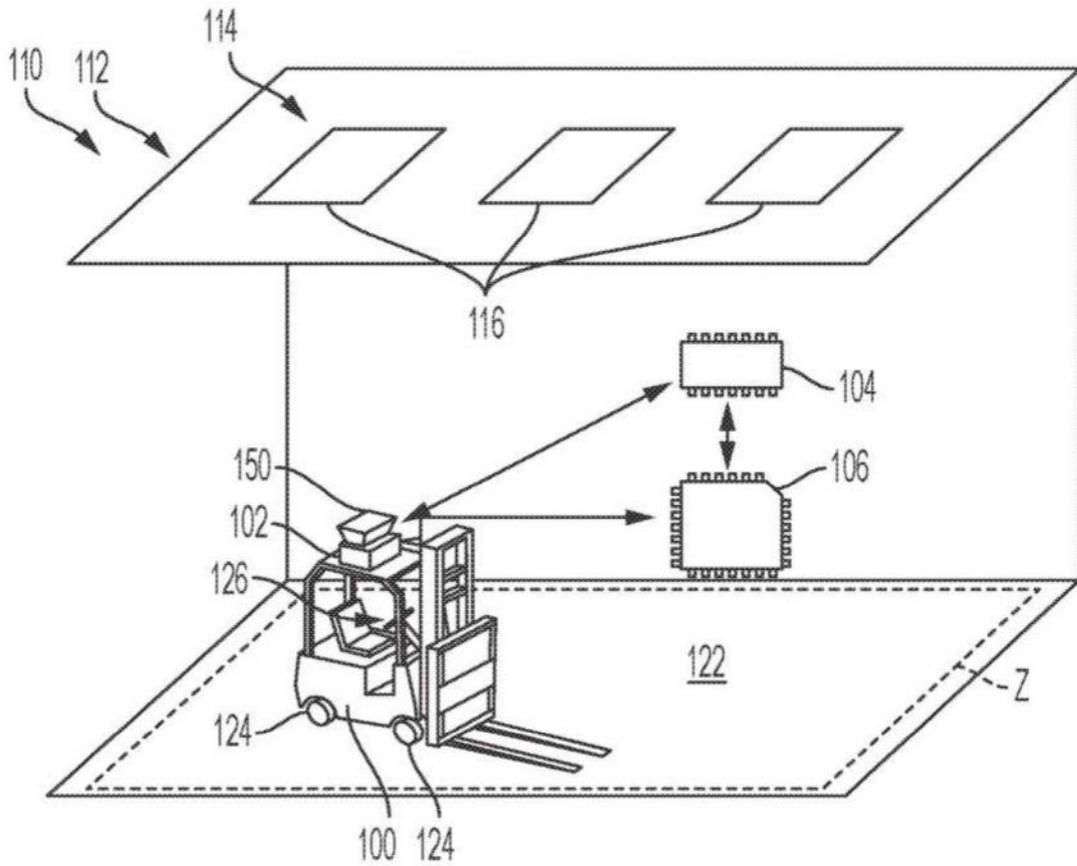


图1A

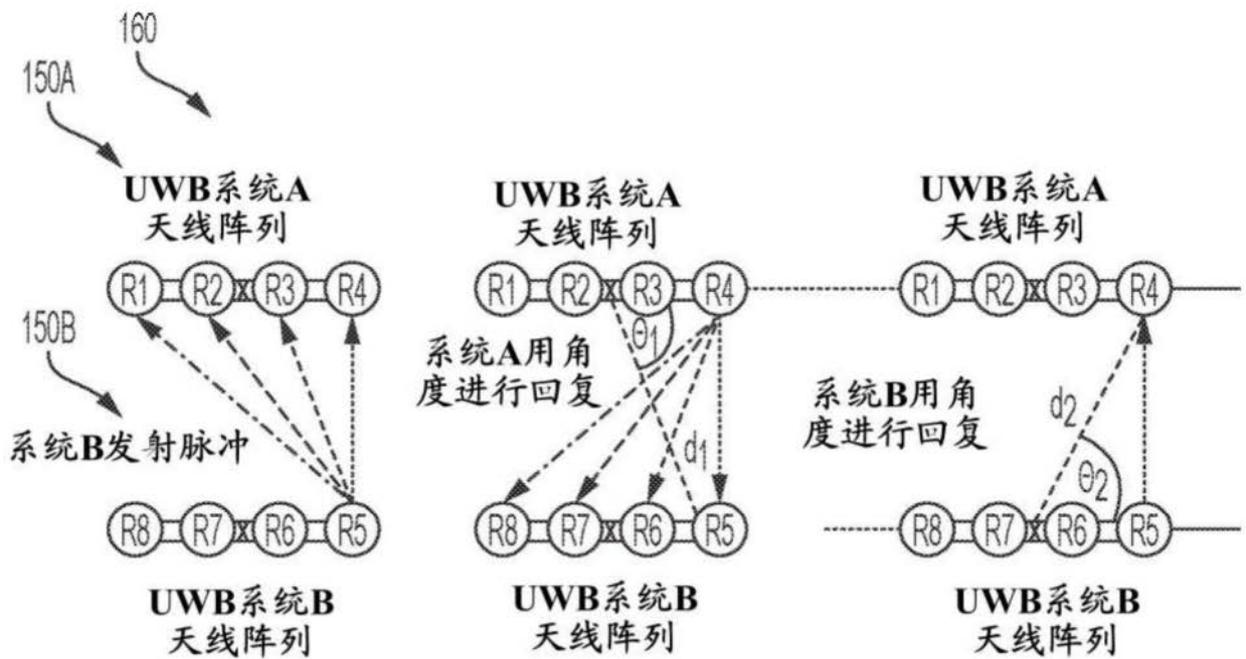


图1B

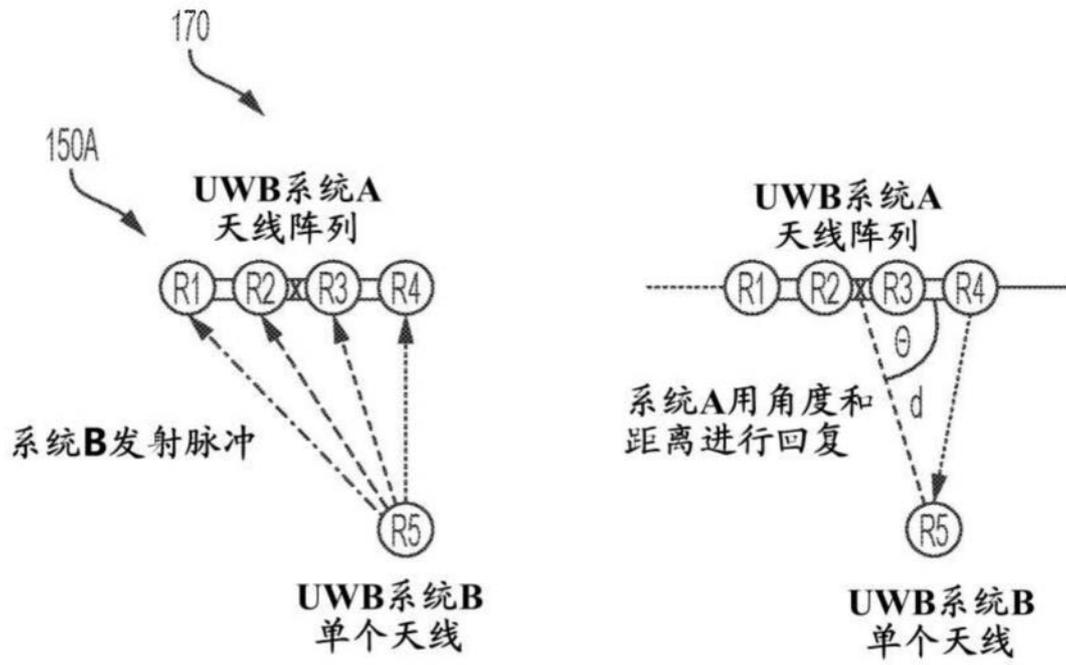


图1C

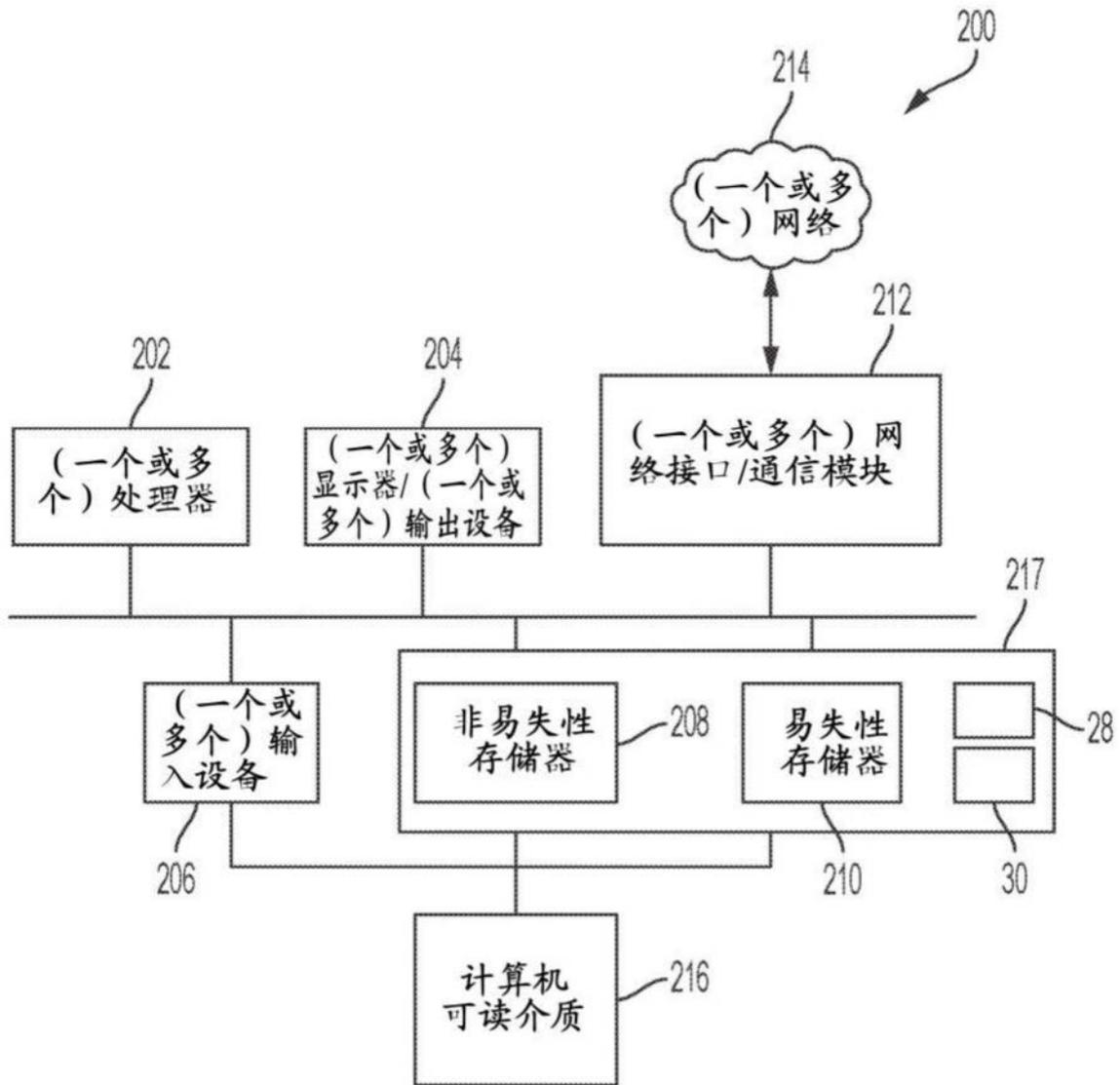


图2

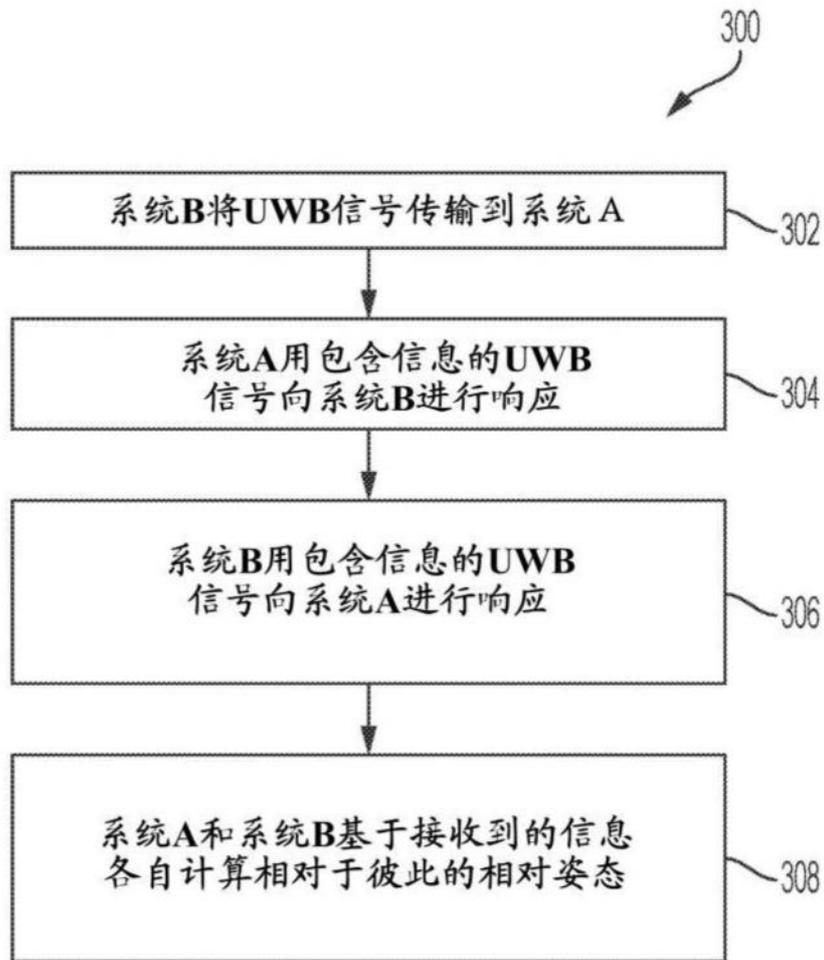


图3

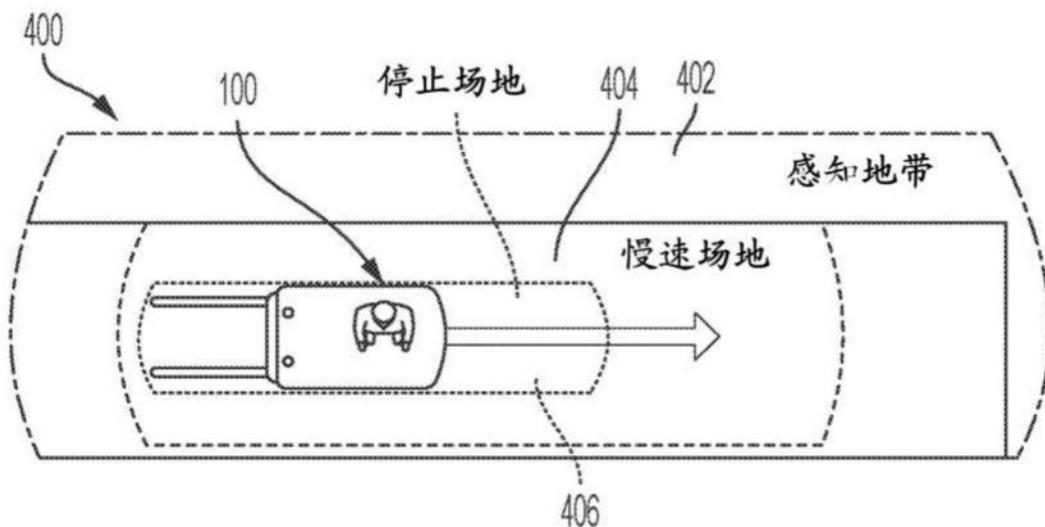


图4

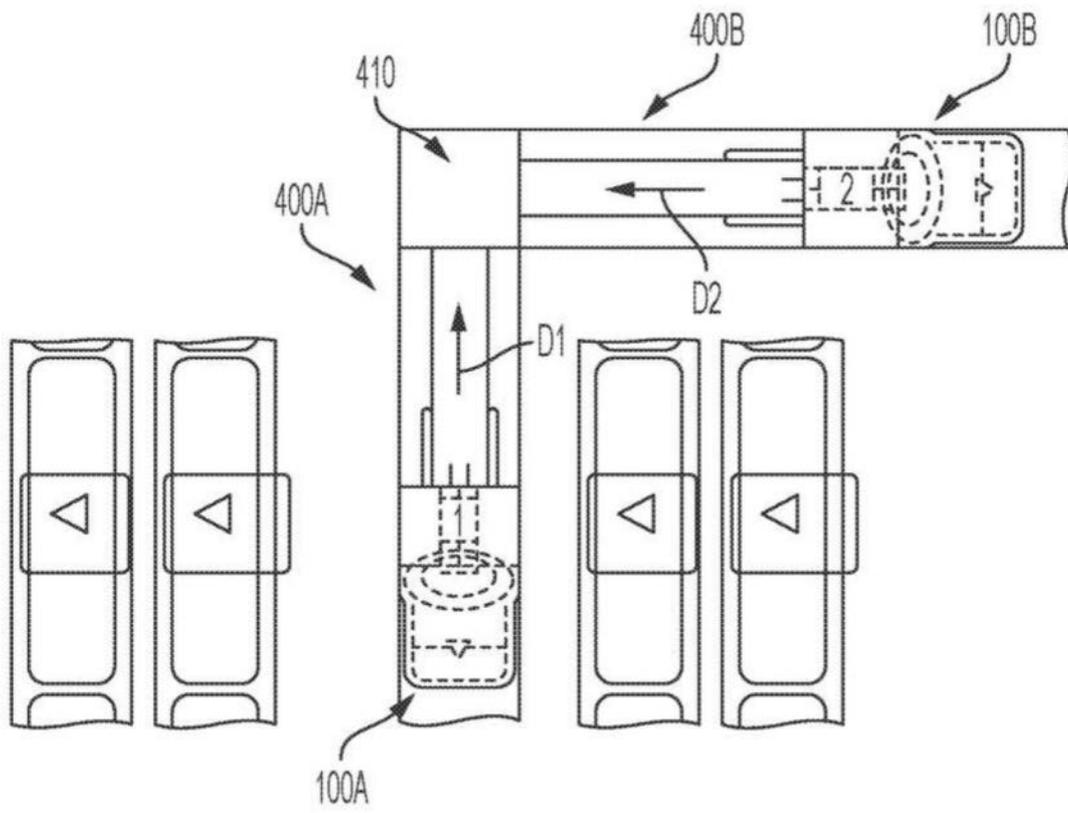


图5

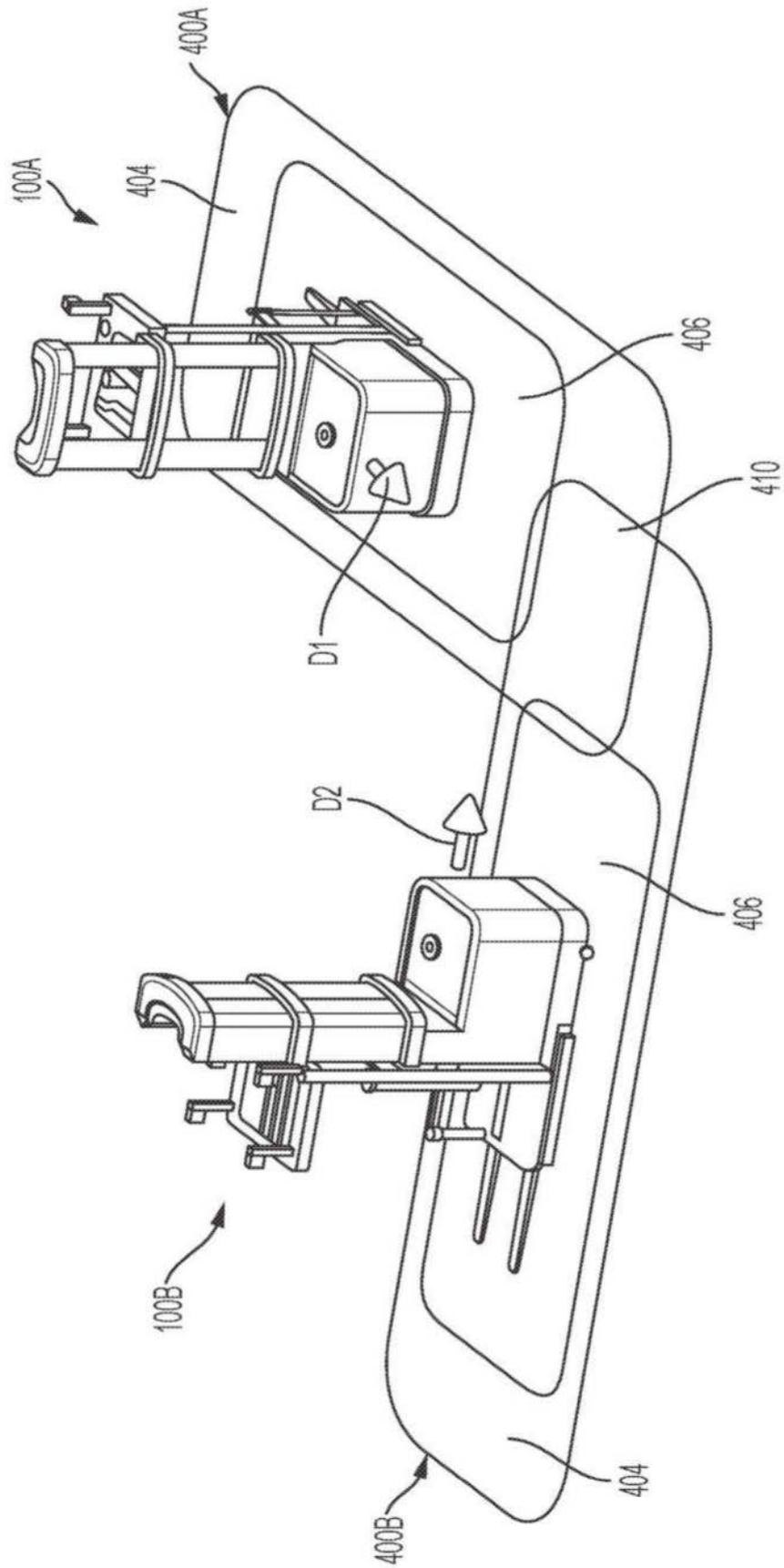


图6

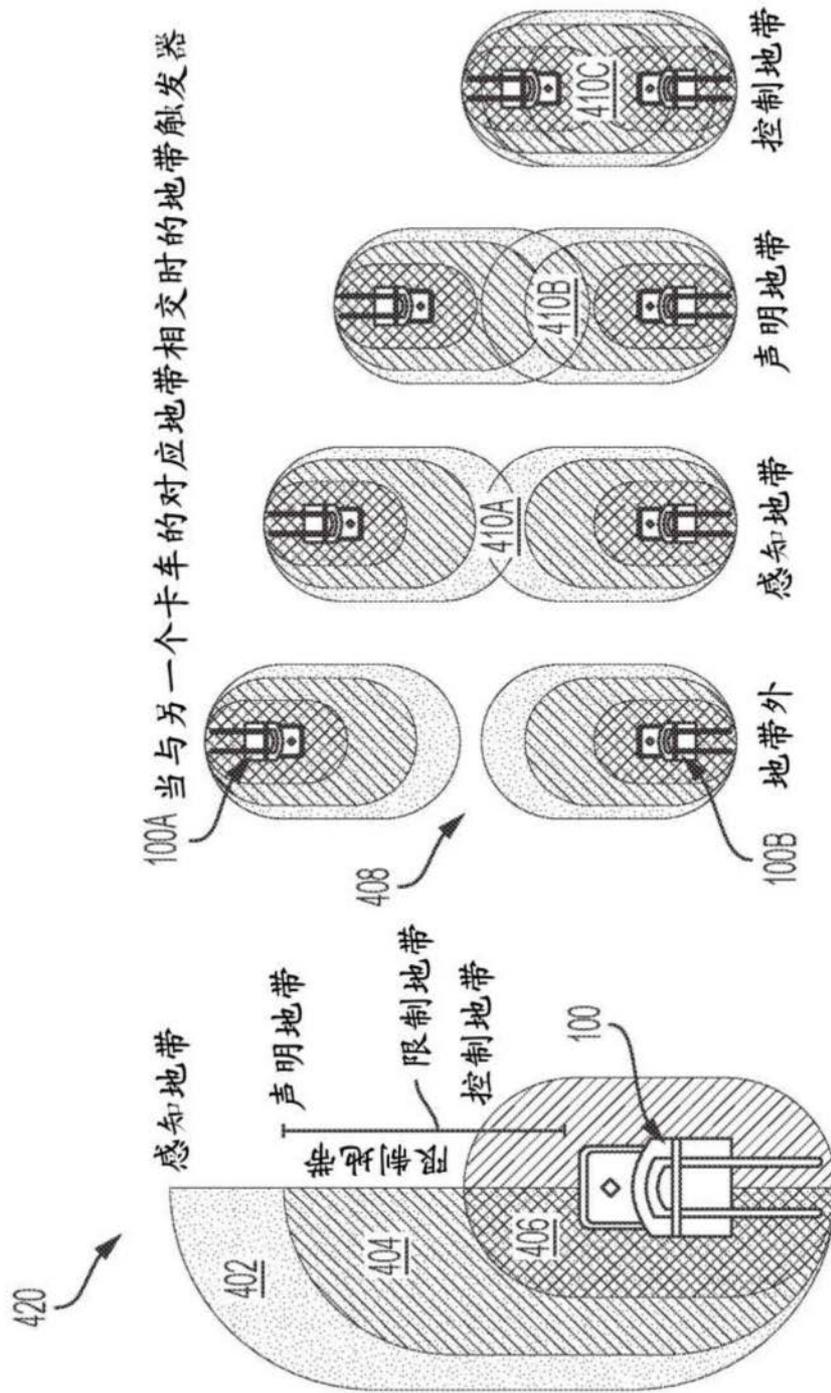


图7

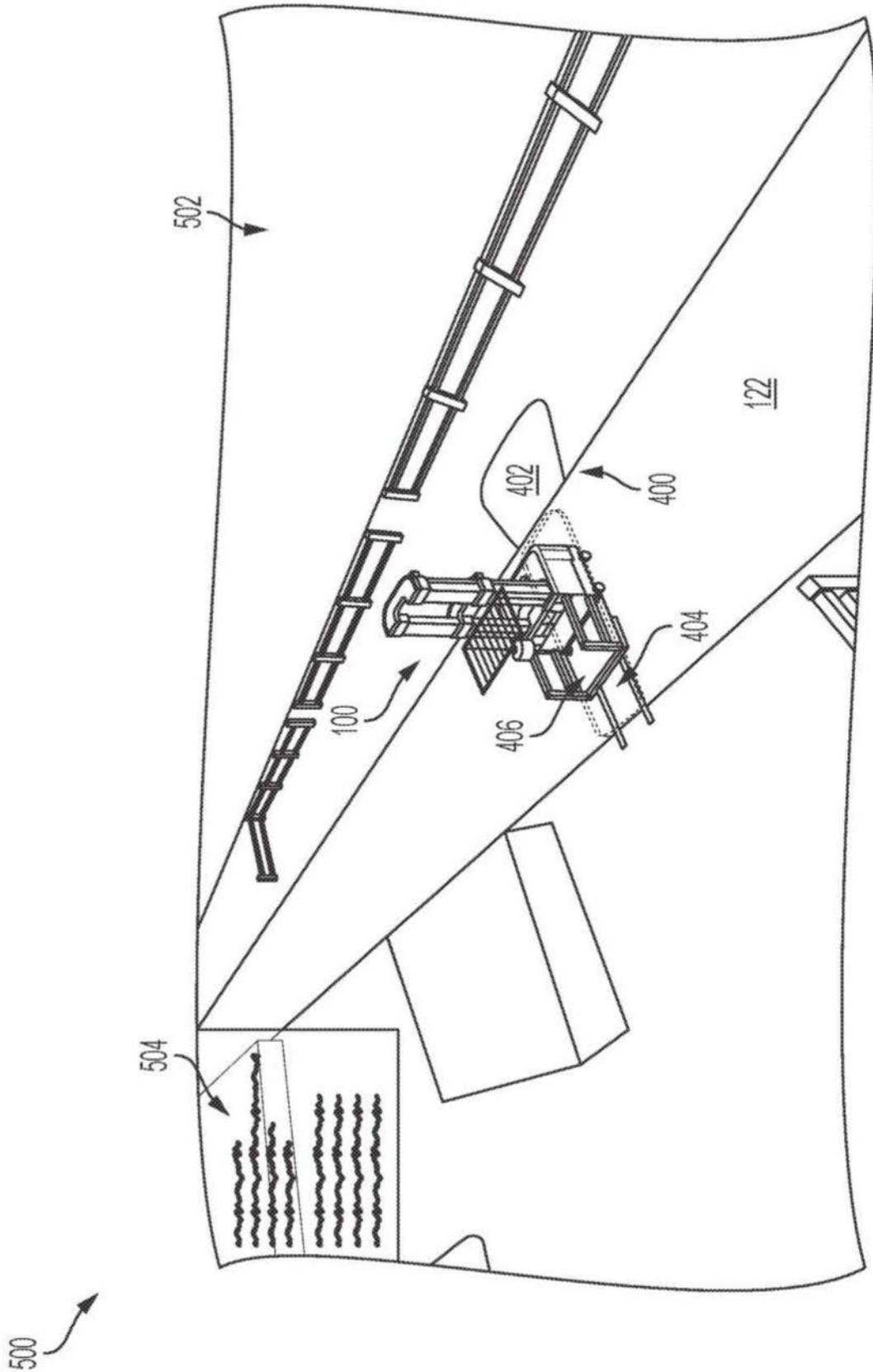


图8

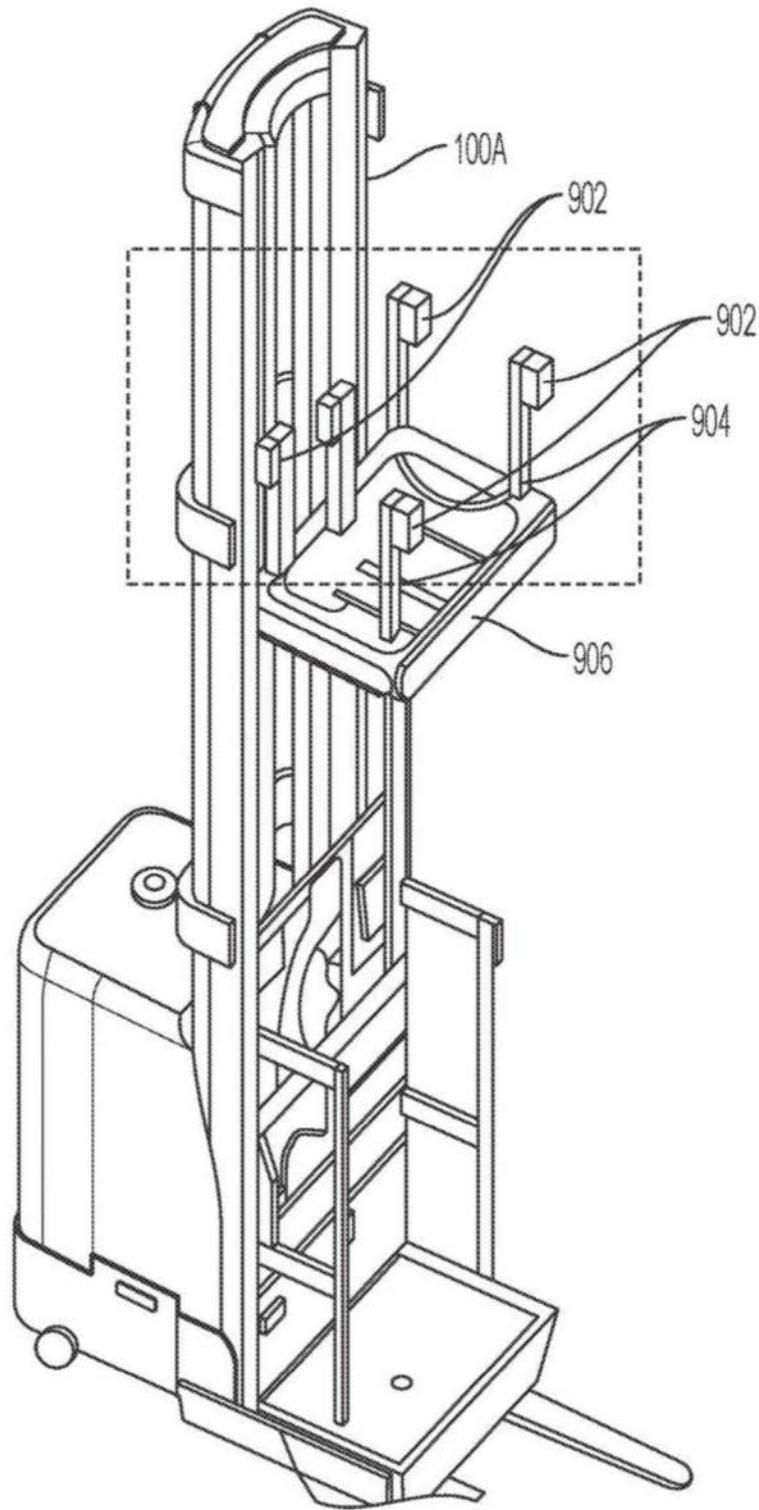


图9

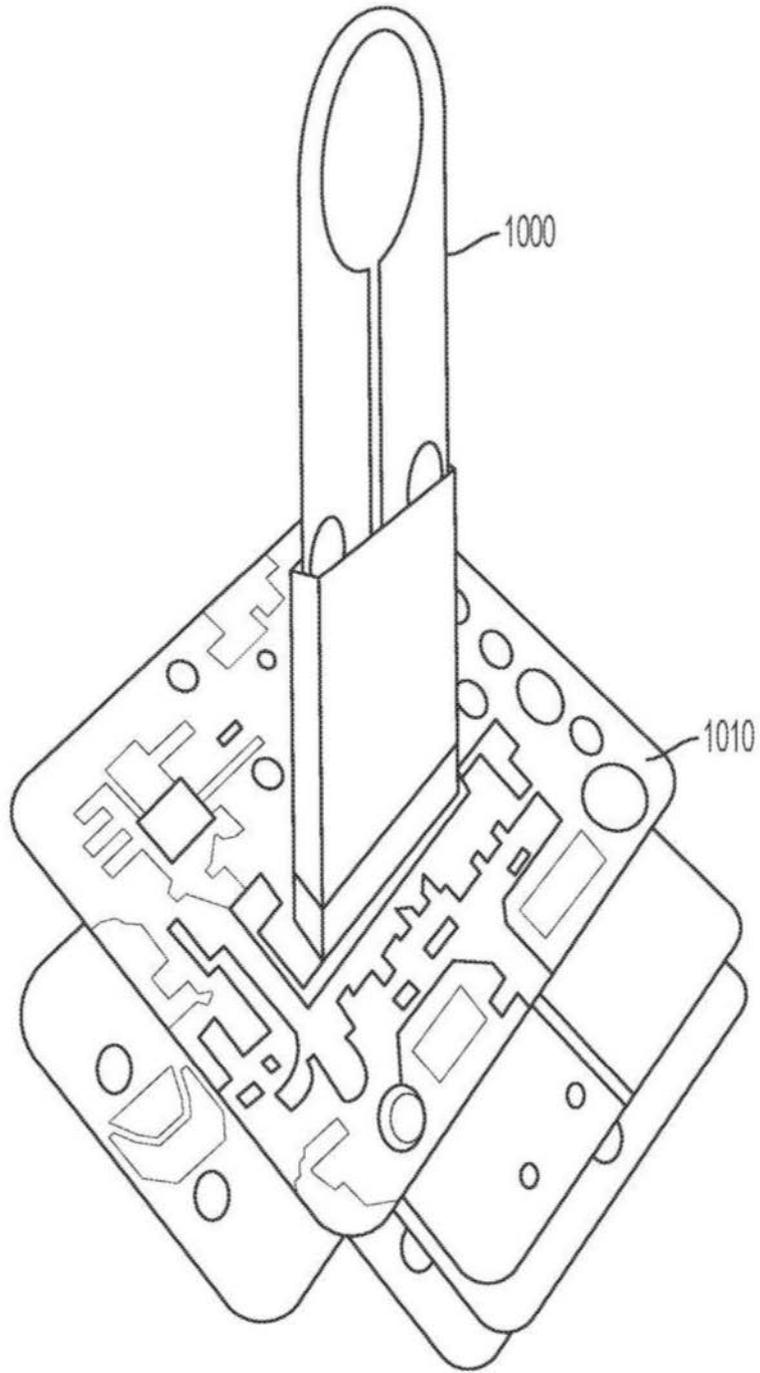


图10

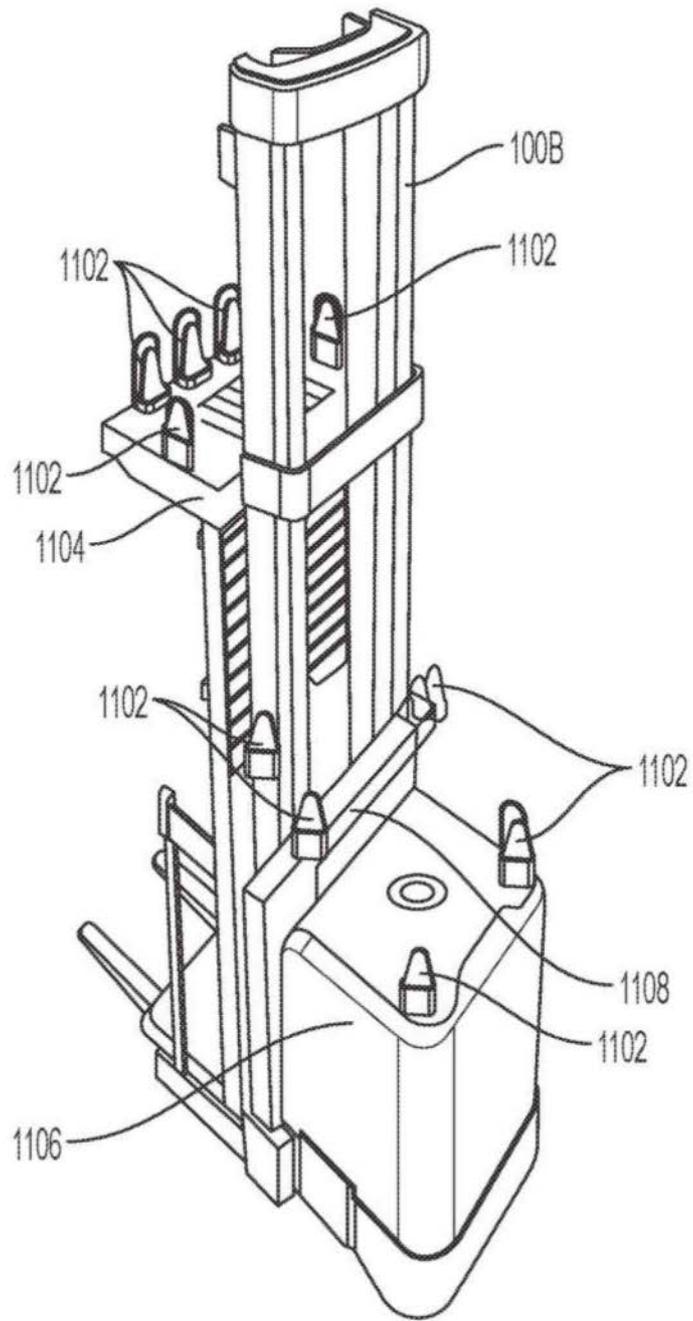


图11

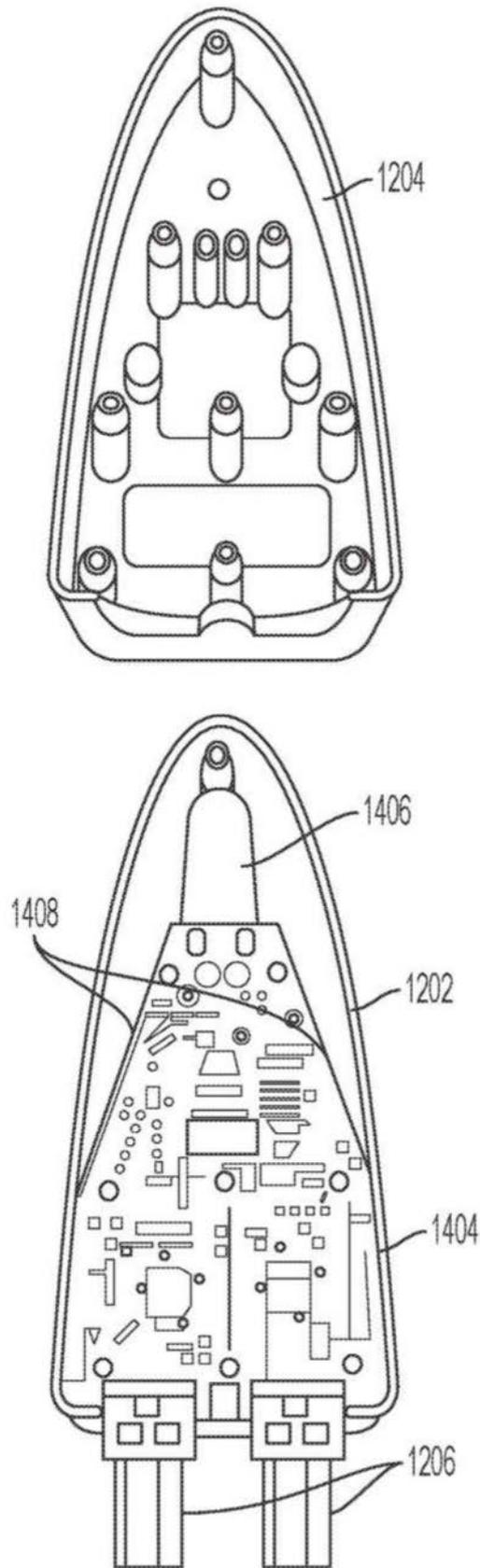


图12

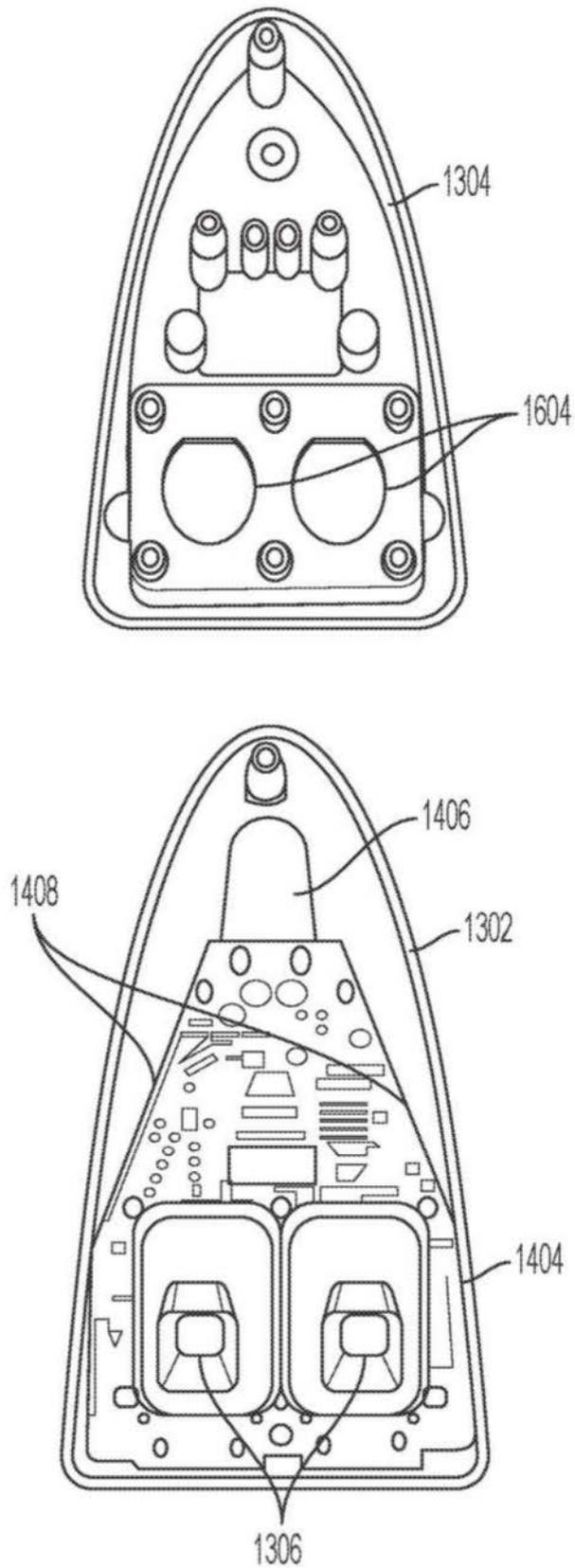


图13

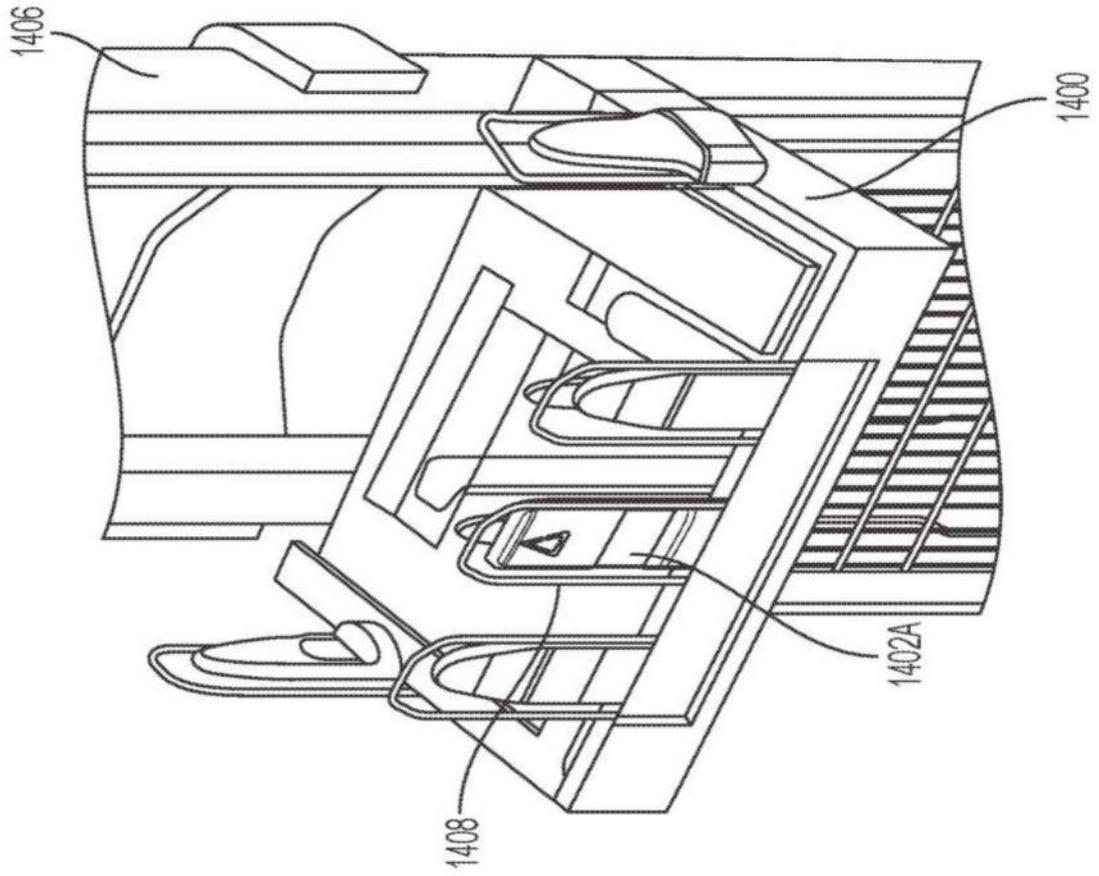


图14A

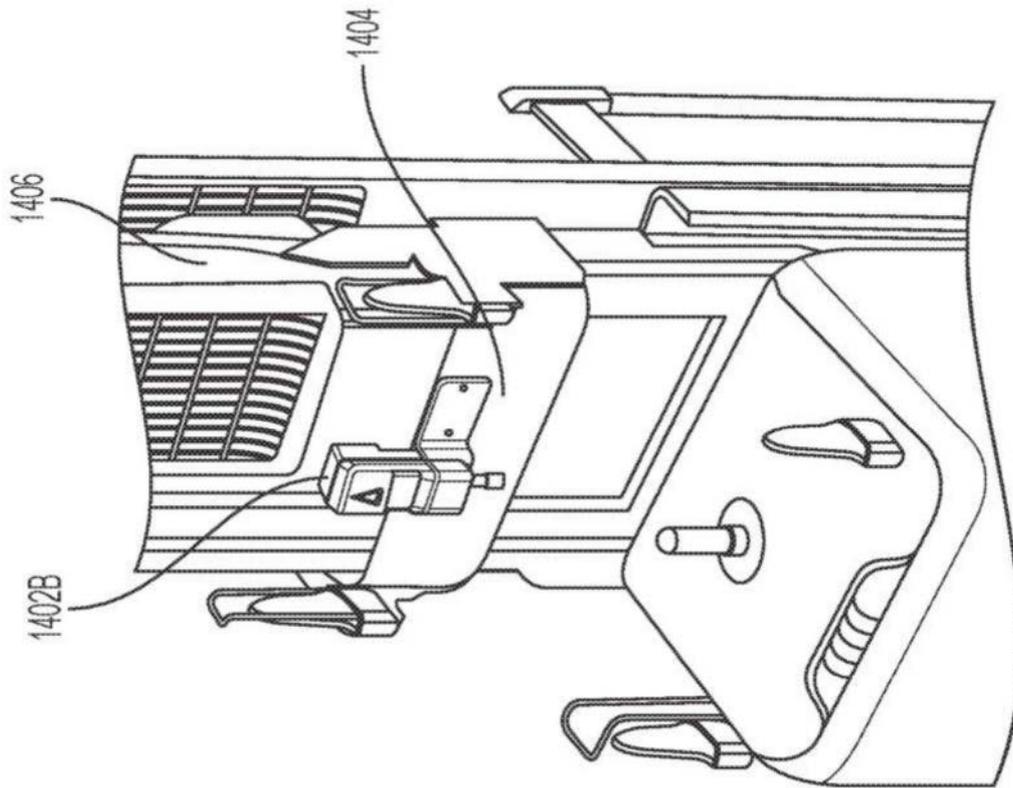


图14B

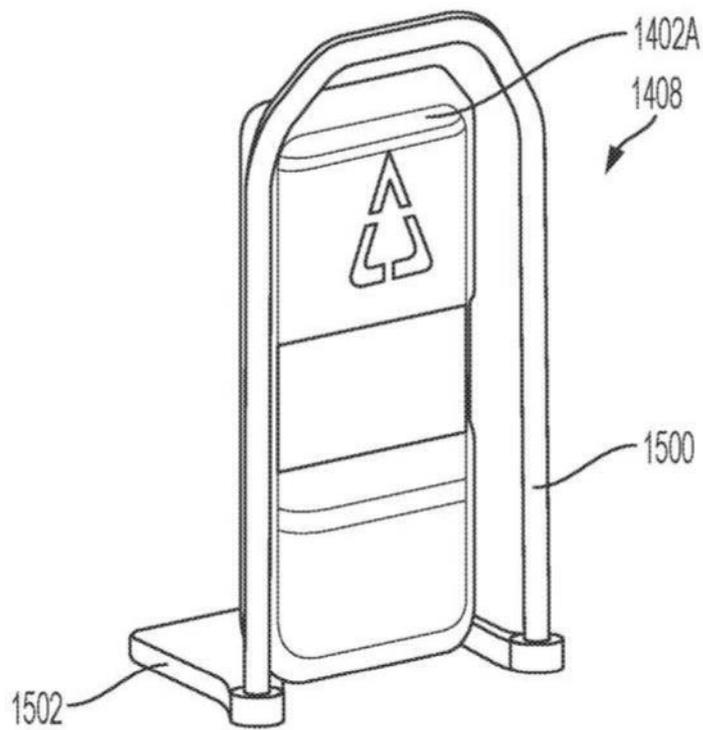


图15A

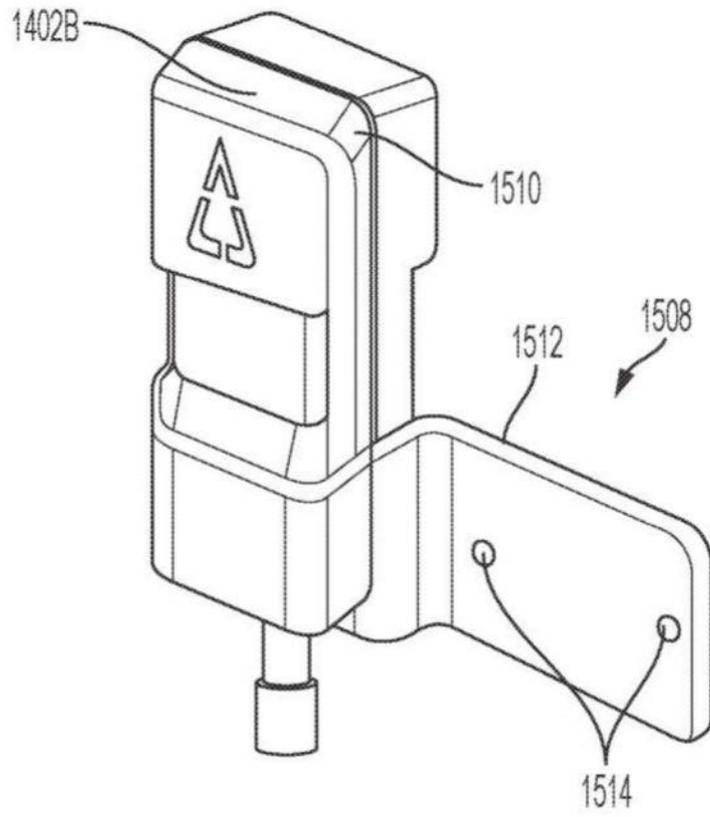


图15B