



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110780672 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 15

(21) 申请号 201911064230.3

(22) 申请日 2014.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110780672 A

(43) 申请公布日 2020.02.11

(30) 优先权数据
13/933,354 2013.07.02 US

(62) 分案原申请数据
201410305122.1 2014.06.30

(73) 专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 J·M·科布 P·F·特劳特曼
P·F·索约霍姆

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
专利代理师 张颖

(51) Int.Cl.
G05D 1/02 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 102880193 A,2013.01.16

CN 101201626 A,2008.06.18

JP 2012526995 A,2012.11.01

CN 1636685 A,2005.07.13

CN 101416113 A,2009.04.22

EP 1983397 A2,2008.10.22

CN 1637432 A,2005.07.13

CN 103010465 A,2013.04.03

CN 102890507 A,2013.01.23

DE 59501731 D1,1998.04.30

CN 101951990 A,2011.01.19

US 2003208302 A1,2003.11.06

US 2006178815 A1,2006.08.10

US 2013046420 A1,2013.02.21

CN 1136841 A,1996.11.27

JP 2005352630 A,2005.12.22

吴晓梅 等.基于可移动界标的微机器人的
位置和角度的测量.《自动化技术与应用》.2005,
第24卷(第6期),

审查员 李江平

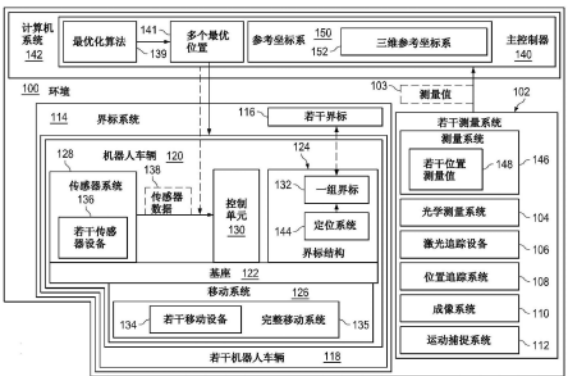
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

用于度量系统的机器人安装的界标系统

(57) 摘要

本发明涉及用于度量系统的机器人安装的界标系统,并且公开了用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法和装置。在一个说明性示例中,装置可包括若干机器人车辆和与若干机器人车辆相关联的若干界标。若干机器人车辆可配置为移入环境中。



1. 一种用于将若干测量系统配准到参考坐标系的系统,所述系统包括:

若干机器人车辆,其中所述若干机器人车辆中的每个机器人车辆均配置为移动到环境中的针对每个机器人车辆的不同的相应位置,其中每个机器人车辆具有位于固定到所述机器人车辆的基座的界标结构上的界标,

所述环境中的所述若干测量系统中的一个测量系统,所述测量系统配置为与所述机器人车辆中的每个的所述界标相互作用以基于所述环境中的每个所述机器人车辆的所述位置产生若干位置测量值,其中所述若干位置测量值用于将所述测量系统配准到所述参考坐标系,使得由所述测量系统产生的进一步的位置测量值根据所述参考坐标系被处理;以及

主控制器,其配置为基于所述若干位置测量值将所述环境中的所述测量系统配准到所述参考坐标系。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述测量系统是激光追踪系统,所述激光追踪系统配置为测量所述环境内的组件的位置,并且第二测量系统是位置追踪系统,所述位置追踪系统配置为测量部件的位置,所述部件配置为安装在所述组件上。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述主控制器进一步配置为使用所述参考坐标系识别所述部件相对于所述组件的位置。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述测量系统包括光学测量系统、激光追踪设备、位置追踪系统、成像系统和运动捕捉系统中的至少一个。

5. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括:

在所述环境中的所述若干测量系统中的第二测量系统,所述第二测量系统配置为与每个所述机器人车辆的所述界标相互作用以基于所述环境内的每个所述机器人车辆的所述位置产生若干第二位置测量值;并且

其中所述主控制器进一步配置为基于所述若干第二位置测量值将所述环境中的所述第二测量系统配准到所述参考坐标系。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中每个机器人车辆具有传感器,所述传感器配置为产生用于确定所述机器人车辆何时处于相应于所述机器人车辆的所述位置的传感器数据,并且其中每个机器人车辆包括控制单元,所述控制单元配置为使用所述传感器数据追踪所述若干机器人车辆中的其他机器人车辆的位置并且协调所述机器人车辆的移动与所述环境中的所述其他机器人车辆的移动。

7. 一种用于将若干测量系统配准到参考坐标系的系统,所述系统包括:

界标系统,其配置为配准环境中的所述若干测量系统,所述界标系统包括若干界标,其中在所述环境中的所述若干测量系统中的每个测量系统配置为产生针对所述若干界标的若干位置测量值,所述若干位置测量值用于将所述若干测量系统配准到所述参考坐标系,使得由所述测量系统产生的进一步的位置测量值根据所述参考坐标系被处理,并且其中所述若干界标中的界标选自传感器设备、目标以及刚性结构中的一个;

若干机器人车辆,所述若干机器人车辆配置为移动到所述环境中的不同位置,其中所述不同位置相应于每个机器人车辆并且其中所述若干机器人车辆中的每个机器人车辆包括:

基座;

与所述基座可移除地关联的界标结构,其中所述界标结构配置为支撑和保持所述若干

界标中的一组界标并且其中所述界标结构包括定位系统,所述定位系统配置为执行以下操作中的至少一个,即在朝向或背离所述基座的方向上移动所述一组界标中的界标或相对于所述基座旋转所述一组界标中的界标;以及

移动系统,其与所述基座相关联并且配置为移动所述机器人车辆;以及

主控制器,其配置为使用由所述若干测量系统中的每个产生的所述若干位置测量值来将所述若干测量系统配准到所述参考坐标系。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述若干机器人车辆中的每个机器人车辆进一步包括:

传感器系统,其与所述基座相关联并且配置为产生传感器数据;以及

控制单元,其与所述基座相关联并且配置为接收所述传感器数据,其中所述控制单元使用所述传感器数据追踪所述若干机器人车辆中的其他机器人车辆的位置并且控制所述移动系统以协调所述机器人车辆的移动与所述环境中的所述其他机器人车辆的移动。

9. 一种用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法,所述方法包含:

将界标附连到若干机器人车辆中的每个机器人车辆;

通过每个机器人车辆追踪所述若干机器人车辆中的其他机器人车辆的位置;

通过每个机器人车辆协调每个机器人车辆的移动与环境中的所述其他机器人车辆的移动,以将每个机器人车辆移动到所述环境中的针对每个机器人车辆的相应位置;

使所述环境中的所述若干测量系统中的一个测量系统与每个机器人车辆的所述界标相互作用以基于所述环境中的每个机器人车辆的所述位置产生若干位置测量值,其中所述若干位置测量值用于将所述测量系统配准到所述参考坐标系,使得由所述测量系统产生的进一步的位置测量值根据所述参考坐标系被处理;以及

经由主控制器基于所述若干位置测量值将所述环境中的所述测量系统配准到所述参考坐标系。

10. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括:

将由所述若干测量系统中的每个测量系统生成的所述若干位置测量值变换到所述参考坐标系,以将所述若干测量系统配准到所述参考坐标系。

11. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括:

从用于所述若干测量系统中的测量系统的坐标系和用于所述环境的坐标系中的一个中选择所述参考坐标系。

12. 根据权利要求9所述的方法,其进一步包含:

将所述机器人车辆移动到所述环境内的选择性定位的校准位置以校准所述界标。

13. 根据权利要求9所述的方法,其进一步包含:

将一组界标安装到每个机器人车辆上的界标结构上。

14. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包含:

在朝向或背离所述机器人车辆的基座的方向上移动所述一组界标中的界标。

15. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包含:

相对于所述机器人车辆的基座旋转所述一组界标中的界标。

16. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包含:

移除在所述机器人车辆上保持若干界标中的所述一组界标的所述界标结构,以便进行

以下操作中的至少一个：添加界标到安装在所述界标结构上的所述一组界标中、从所述一组界标中移除界标或替换所述一组界标中的界标。

17. 根据权利要求16所述的方法，其进一步包含：

当所述若干测量系统已完成生成针对在所述环境中对其执行操作的若干对象的测量值时，将具有所述若干界标的所述若干机器人车辆移出所述环境。

18. 一种用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法，所述方法包含：

从用于所述若干测量系统中的测量系统的坐标系和用于柔性制造环境的坐标系中的一个选择所述参考坐标系；

将具有与若干机器人车辆相关联的若干界标的若干机器人车辆移入所述柔性制造环境中的若干不同位置中，其中移动所述若干机器人车辆包括通过所述若干机器人车辆中的每个机器人车辆追踪所述若干机器人车辆中的其他机器人车辆的位置并且通过每个机器人车辆协调所述每个机器人车辆的移动与所述柔性制造环境中的所述其他机器人车辆的移动；

将所述若干测量系统与所述机器人车辆的若干位置相互作用以基于所述柔性制造环境中的所述若干机器人车辆的所述位置产生若干位置测量值；

使用由位于所述柔性制造环境中的所述若干测量系统中的每个测量系统产生的所述若干位置测量值来将所述若干测量系统配准到所述参考坐标系，使得由所述测量系统产生的进一步的位置测量值根据所述参考坐标系被处理；以及

当所述若干测量系统已完成生成针对在所述柔性制造环境中对其执行操作的若干对象的测量值时，将所述若干机器人车辆移出所述柔性制造环境。

用于度量系统的机器人安装的界标系统

[0001] 本申请是申请日为2014年6月30日、名称为“用于度量系统的机器人安装的界标系统”的中国专利申请201410305122.1的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明总体涉及由度量系统使用的界标,并且特别涉及安装在机器人上的界标。更特别地,本发明涉及一种用于使用机器人安装的界标系统追踪移动参考点的方法和装置。

背景技术

[0003] 界标通常可用于使用度量系统的环境中。度量系统可以是配置为生成用于一个或多个参数的测量值的任何系统。度量系统的示例可以包含但不限于最优测量系统、运动捕捉系统、激光追踪系统、成像系统、雷达系统、全球定位系统、热成像系统以及其他类型的传感器系统。

[0004] 如在此使用的,用于度量系统的“界标”可以是被度量系统用作参考点的刚性结构。用于度量系统的界标也可被称为度量界标。用于度量系统的度量界标可能需要被定位,以便在该度量界标和该度量系统间具有清楚的视线。

[0005] 代表性地,度量界标可放置于将要使用度量系统的区域内的固定位置。例如,该区域可以是例如但不限于,制造区域、测试区域、组装区域或其他类型区域。然而,在某些情形下,放置这些度量界标的位置可能限制在所述度量界标和所述度量系统之间的清晰视线。

[0006] 作为一个说明性示例,柔性制造环境可以使用自动导向车辆 (AGV) 沿工厂组装线来运输大型航空结构。所述自动导向车辆可能要求这些车辆所行驶的表面是大体上平坦、光滑且无障碍物的。因此,在这类环境中,度量界标可放置的潜在位置可被限制在所述工作区的两侧位置。这些位置可能不总是提供位于度量系统和所述度量界标间所需的清晰视线。

[0007] 一些目前可用的度量界标可以放置在移动平台上,例如但不限于,卷车。这些度量界标当被度量系统需要时,可被人工地滚进工作区域,并且当所述度量系统不被度量系统需要时,人工地滚出该工作区域。如此,所述度量系统可被储存于道路之外,直到被需要。

[0008] 然而,人工地把度量界标移进和移出工作区域可为移动该度量界标的工人造成安全顾虑。特别地,工作环境,例如但不限于,高度自动化的工厂环境,可能给工人带来安全问题。因此,期望具有考虑到上述问题中的至少一些和其他可能的问题的方法和装置。

发明内容

[0009] 在一个说明性示例中,装置可以包括若干机器人车辆和与若干机器人车辆相关的若干界标。若干机器人车辆可被配置为移入环境中。

[0010] 在另一个说明性的实施例中,在柔性制造环境中使用若干测量系统的界标系统可包括若干界标、若干机器人车辆以及主控制器。在柔性制造环境中的若干测量系统中的每

一个测量系统可被配置为生成用于若干界标的若干位置测量值,所述位置测量值用于将若干测量系统配准到参考坐标系。若干界标中的界标可从传感器设备、若干传感器设备、目标以及刚性结构中的一个中选择。若干机器人车辆可被配置为移入环境中。若干机器人车辆中的机器人车辆可包括基座、与所述基座相关联地可移除的界标结构、与所述基座相关联的移动系统、与所述基座相关联的传感器系统以及与所述基座相关联的控制单元。所述界标结构被配置为支撑和保持若干界标中的一组界标。所述界标结构可包括定位系统,该定位系统配置为相对于所述基座定位或取向一组界标中的界标中的至少一个。所述移动系统可被配置为移动机器人车辆。传感器系统可被配置为生成传感器数据。所述控制单元可被配置为接收该传感器数据。该控制单元可运用所述传感器数据控制所述移动系统。所述主控制器可被配置为将由若干测量系统中的每个生成的若干位置测量值变换到参考坐标系,以将若干测量系统配准到所述参考坐标系。

[0011] 在另一个说明性示例中,可以提供用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法。若干界标可以与配置为移入环境中的若干机器人车辆相关联。若干机器人车辆可以与若干界标一起移入所述环境中以用于将若干测量系统配准到参考坐标系。

[0012] 在另一个说明性的实施例中,可以提供用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法。所述参考坐标系可从用于若干测量系统中的测量系统的坐标系和用于环境的坐标系中的一个中选择。具有与若干机器人车辆相关联的若干界标的若干机器人车辆可以基于最优化算法被移入柔性制造环境中的若干最优位置中,所述最优化算法配置为识别允许实现若干界标的最优校准的所述若干最优位置。由定位于所述环境中的若干测量系统中的每一个测量系统生成的若干位置测量值可以被变换到参考坐标系,以用于将若干测量系统配准到所述参考坐标系。在若干机器人车辆中的机器人车辆上保持若干界标中的一组界标的界标结构可被移除,以便进行添加界标到一组界标中、从一组界标中移除界标以及替换一组界标中的界标的至少一个。当若干测量系统已完全生成在环境中对其执行操作的若干对象的测量值时,若干机器人车辆可移出所述环境。

[0013] 总之,根据本发明的一个方面,本发明提供了一种包含被配置为移入环境(100)中的若干机器人车辆118的装置,以及与若干机器人车辆118相关联的若干界标116。

[0014] 有利的是,该装置进一步包含在环境100中的若干测量系统102,其中所述若干测量系统102的每一个均被配置为生成用于若干界标116的若干位置测量值148,该位置测量值用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150。

[0015] 有利的是,在所述装置中,若干位置测量值148被用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150,以便由若干测量系统102生成的测量值103可以根据所述参考坐标系150进行处理。

[0016] 有利的是,所述装置进一步包含主控制器140,该主控制器140配置为将由若干测量系统102中的每个生成的若干位置测量值148变换到参考坐标系150,以便将若干测量系统102配准到参考坐标系150。

[0017] 有利的是,在所述装置中,所述若干测量系统102包含最优测量系统104、激光追踪设备106、位置追踪系统108、成像系统110以及运动捕捉系统112中的至少一个。

[0018] 有利的是,在所述装置中,所述参考坐标系150选自用于若干测量系统102中的测量系统的坐标系和用于环境100的坐标系中的一个。

[0019] 有利的是,在所述装置中,若干机器人车辆118中的机器人车辆120包含基座122;以及与所述基座122可移除地关联的界标结构124,其中所述界标结构124被配置为支撑和保持若干界标116中的一组界标132。

[0020] 有利的是,在所述装置中,界标结构124包含定位系统144,该定位系统被配置为进行下述操作中的至少一个,即相对于所述基座122定位或取向一组界标132中的界标。

[0021] 有利的是,在所述装置中,所述机器人车辆120进一步包括与所述基座122相关联且被配置为移动机器人车辆120的移动系统126;与所述基座122相关联且被配置为生成传感器数据138的传感器系统128;以及与所述基座122相关联且被配置为接收所述传感器数据138的控制单元130,其中所述控制单元130运用传感器数据138来控制移动系统126。

[0022] 有利的是,在所述装置中,移动系统126是完整的移动系统135。

[0023] 有利的是,在所述装置中,所述若干界标116中的界标选自一个传感器设备、若干传感器设备、目标以及刚性结构中的一个。

[0024] 有利的是,在所述装置中,所述若干机器人车辆118和若干界标116构成界标系统114。

[0025] 有利的是,在所述装置中,所述环境100是柔性制造环境。

[0026] 根据本发明的另一个方面,提供了在柔性制造环境中与若干测量系统102一起使用的界标系统114,该界标系统114包含若干界标116,其中柔性制造环境中的若干测量系统102中的每个测量系统被配置为生成用于若干界标116的若干位置测量值148,该若干位置测量值用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150,并且其中若干界标116中的界标选自一个传感器设备、若干传感器设备、目标和刚性结构中的一个;若干机器人车辆118,其被配置为移入环境100中,其中若干机器人车辆118中的机器人车辆120包含基座122;界标结构124,其与所述基座122可移除地关联,其中所述界标结构124被配置为支撑和保持若干界标116中的一组界标132,并且其中所述界标结构124包括定位系统144,该定位系统144配置为进行下述操作中的至少一个,即相对于所述基座122定位或取向一组界标132中的界标;移动系统126,其与所述基座122关联,且被配置为移动所述机器人车辆120;传感器系统128,其与所述基座122关联,且被配置为生成传感器数据138;以及控制单元130,其与所述基座122关联,且被配置为接收所述传感器数据138,其中所述控制单元130使用所述传感器数据138来控制所述移动系统126;以及主控制器140,其被配置为将由若干测量系统102中的每个生成的若干位置测量值148变换到参考坐标系150,以便将若干测量系统102配准到所述参考坐标系150。

[0027] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150的方法,该方法包含:将若干界标116与被配置为在环境100中移动的若干机器人车辆118相关联;以及将具有若干界标116的若干机器人车辆118移入所述环境100中,以用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150。

[0028] 有利地,所述方法进一步包含由若干测量系统102中的每个测量系统生成针对若干界标116的若干位置测量值148。

[0029] 有利地,所述方法进一步包含将由若干测量系统102中的每个测量系统生成的若干位置测量值148变换402到参考坐标系150,以用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150。

[0030] 有利地,在该方法中,将若干测量系统102配准到参考坐标系150允许由若干测量系统102中的每个生成的测量值103被相对于参考坐标系150处理。

[0031] 有利地,所述方法进一步包含从用于若干测量系统102中的测量系统146的坐标系和用于环境100的坐标系中的一个选择504所述参考坐标系150。

[0032] 有利地,在该方法中,将若干机器人车辆118移入环境100中包含将具有若干界标116的若干机器人车辆118移动到所述环境100中的若干最优位置141。

[0033] 有利地,在该方法中,将具有若干界标116的若干机器人车辆118移动到所述环境100中的若干最优位置141包含基于最优化算法139移动502若干机器人车辆118到所述环境100中的若干最优位置141,所述最优化算法139被配置为识别允许实现若干界标116的最优校准的若干最优位置141。

[0034] 有利地,在该方法中,将若干界标116与若干机器人车辆118关联包含将若干界标116中的一组界标132安装在若干机器人车辆118中的机器人车辆上的界标结构124上。

[0035] 有利地,该方法进一步包含改变一组界标132中的界标相对于机器人车辆上的界标结构124的位置。

[0036] 有利地,该方法进一步包含改变一组界标132中的界标相对于机器人车辆上的界标结构124的取向。

[0037] 有利地,该方法进一步包含移除在若干机器人车辆118中的机器人车辆120上保持若干界标116中的一组界标132的界标结构124,以便进行添加界标到安装在界标结构124上的一组界标中、从所述一组界标中移除界标或替换所述一组界标132中的界标的至少一个。

[0038] 有利地,该方法进一步包含当若干测量系统102已完全生成用于在所述环境100中对其执行操作的若干对象的测量值103时,将具有若干界标116的若干机器人车辆118移出所述环境100。

[0039] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150的方法。该方法包含:从用于若干测量系统102中的测量系统146的坐标系和用于环境100的坐标系中的一个选择504参考坐标系150;将具有与若干机器人车辆118相关联的若干界标116的若干机器人车辆118基于最优化算法139移入柔性制造环境中的若干最优位置141中,所述最优化算法配置为识别允许实现若干界标116的最优校准的所述若干最优位置141;将由定位于所述环境100中的若干测量系统102中的每个测量系统生成的若干位置测量值148变换到参考坐标系150,以用于将若干测量系统102配准到所述参考坐标系150;移除在若干机器人车辆118中的机器人车辆120上保持若干界标116中的一组界标132的界标结构124,以便进行添加界标到一组界标132中、从一组界标132中移除界标以及替换一组界标132中的界标的至少一个;以及当若干测量系统102已完全生成在环境100中对其执行操作的若干对象的测量值103时,将若干机器人车辆118移出所述环境100。

[0040] 所述特征和功能可以在本公开的各种实施例中独立实现,或者可以在另一些实施例中组合,其进一步的细节可以参考如下说明和附图所示。

附图说明

[0041] 在所附权利要求中提出了说明性实施例的被确信具有新颖特性的特征。但是,通过与附图结合阅读时参考本公开说明性实施例的如下详细描述,说明性实施例、优选使

用方式、进一步的目的地及其特点将被最佳地理解,其中:

[0042] 图1是根据说明性实施例的具有方块图的形式的环境中使用了若干测量系统的环境的图示;

[0043] 图2是根据说明性实施例的机器人车辆的图示;

[0044] 图3是根据说明性实施例的其中使用了若干测量系统以生成测量值的环境的图示;

[0045] 图4是根据说明性实施例的具有流程图形式的用于将若干测量系统配准到参考坐标系的过程的图示;

[0046] 图5是根据说明性实施例的具有流程图形式的用于将若干测量系统配准到参考坐标系的过程的图示;

[0047] 图6是根据说明性实施例的具有方块图的形式的数据处理系统的图示;

[0048] 图7是根据说明性实施例的具有方块图的形式飞行器制造和维护方法的图示;

[0049] 图8是具有方块图形式的其中可以实施说明性实施例的飞行器的图示。

具体实施方式

[0050] 说明性的实施例识别和考虑到不同的事项。例如,说明性实施例识别和考虑到可能期望的是具有用于将度量界标移入和移出工作区域而不需要人类操作者的自动化系统。特别地,说明性实施例识别和考虑到在机器人车辆上安装度量界标会是有益的。

[0051] 因此,说明性实施例提供了用于使用度量界标配准到测量系统的方法和装置。在另一个说明性示例中,可以提供用于将若干测量系统配准到参考坐标系的方法。若干机器人车辆可以移入环境中。若干界标可以与若干机器人车辆关联。若干位置测量值可以变换到所述参考坐标系以用于将若干测量系统配准到该参考坐标系,所述位置测量值由位于所述环境中的若干测量系统中的每个测量系统生成。

[0052] 现在参考附图,并且尤其参考图1,根据说明性实施例以方块图的形式描述了其中使用若干测量系统的环境的图示。在该说明性示例中,环境100可以是其中可使用若干测量系统102的环境。

[0053] 如在此使用的,“若干”项目可以是一个或多个项目。以这种方式,若干测量系统102可包含一个或多个测量系统。若干测量系统102可被配置为在环境100中生成测量值103。测量值103可以是用于在环境100中对其执行操作的若干对象的测量值。例如,这些操作可以包含例如但不限于,测试操作、钻孔操作、组装操作、制作操作、检查操作、成像操作、返工操作和/或其他类型的操作。

[0054] 依据实施方式,环境100可以具有多种不同形式。环境100可以采用例如但不限于,工厂区、在柔性制造环境中的工作间、制造区域、室外环境、建筑内区域、实验室、测试环境、一段公路、领空区域、空间区域、水下环境、储存区域、机场或其他一些类型的环境的形式。

[0055] 在本说明性实施例中,若干测量系统102中的测量系统可以是配置成为一个或多个参数生成测量值的任何类型的系统或设备。在某些情况下,若干测量系统102中的测量系统可以被称为度量系统。

[0056] 若干测量系统102可以包含任何数量的不同类型的测量系统。若干测量系统102可以包含例如但不限于,光学测量系统104、激光追踪设备106、位置追踪系统108、成像系统

110、运动捕捉系统112或一些其他类型的测量系统或设备中的至少一个。在本说明性示例中,位置追踪系统108可以采用以下形式之一:使用卫星网络的全球定位系统、光学定位系统、磁性定位系统、大规模追踪系统或其他一些类型的位置追踪系统。

[0057] 如本文使用的,当用于一系列项目时,短语“至少一个”意指一个或多个所列项目的不同的组合可被使用,并且可能仅需要列表中的一个项目。所述项目可以是特定的对象、物体或分类。也就是说,“至少一个”意指可以使用来自列表的项目或若干项目的任意组合,但是可能并不要求列表中的全部项目。

[0058] 例如,“项目A、项目B和项目C中的至少一个”可指项目A;项目A和项目B;项目B;项目A,项目B和项目C;或者项目B和项目C。在某些情况下,“项目A、项目B和项目C中的至少一个”可指例如但不限于,两个项目A、一个项目B,和十个项目C;四个项目B和七个项目C;或者其他一些合适的组合。

[0059] 依据实施方式,若干测量系统102中的测量系统可被配置为在环境100中静态或移动。例如但不限于,若干测量系统102中的测量系统可以与静态平台或移动平台关联。

[0060] 在本说明性示例中,界标系统114可以配置为用于若干测量系统102。界标系统114可以用来提供用于由若干测量系统102生成的测量值103的参考点。

[0061] 正如所述,界标系统114可包含若干界标116和若干机器人车辆118。正如此处使用的,“界标”,例如若干界标116中的一个,可以是可用来提供用于若干测量系统102中的至少一个的参考点的任何对象。界标可以采用以下形式:一个传感器设备、若干传感器设备、目标、刚性结构或其他一些类型的对象。

[0062] 若干界标116可以被配置为与若干机器人车辆118关联。依据实施方式,若干界标116中的一个或多个可以安装在若干机器人车辆118中的每一个上。正如此处使用的,“机器人车辆”,例如若干机器人车辆118之一,可以是可被配置成自动或半自动地移动的任何类型的移动平台。

[0063] 机器人车辆120可以是若干机器人车辆118中的一个机器人车辆的示例。在某些情况下,机器人车辆120可被称为界标机器人(monubot)。机器人车辆120可包含基座122、界标结构124、移动系统126、传感器系统128以及控制单元130。

[0064] 基座122可以例如但不限于,机器人车辆120的主结构框架。界标结构124、移动系统126、传感器系统128以及控制单元130可配置为与基座122关联。依据实施方式,界标结构124、移动系统126、传感器系统128以及控制单元130中的一个或多个可以与基座122可移除地关联。

[0065] 正如此处使用的,当一个组件与另一个组件“关联”时,所述关联是在所述示例中的物理关联。例如,第一组件,如界标结构124,可以通过固定到第二组件、接合到第二组件、安装到第二组件、焊接到第二组件、紧固到第二组件和/或用其他一些合适的方式连接到第二组件而被认为与第二组件如基座122关联。还可使用第三组件将第一组件连接到第二组件。进一步地,该第一组件可通过形成成为第二组件的一部分和/或形成成为第二组件的扩展件而被认为与第二组件关联。

[0066] 当第一组件附连到第二组件并且然后从第二组件移除时,第一组件可以与第二组件可移除地关联。在某些情况下,第一组件可被再次附连到第二组件。

[0067] 在本说明性示例中,界标结构124可被配置为保持且支撑若干界标116中的一组界

标132。正如此处使用的,“一组”项目可以是一个或多个项目。以这种方式,一组界标132可以包含一个或多个界标。

[0068] 移动系统126可以被用来在环境100中移动机器人车辆120。移动系统126可以包含若干移动设备134。若干移动设备134可以包含,例如但不限于,轮、完整的轮、辊、滑动器、空气轴承、球形轴承或一些其他类型的移动设备中的至少一个。

[0069] 完整的轮可以是全方位轮。换句话说,完整的轮可被配置为可在约360度内在任何方向上移动。当若干移动设备134包含若干完整的轮时,移动系统126可被称为完整移动系统135。完整移动系统135可以包含除了若干移动设备134以外的其他组件。例如但不限于,完整运动系统135可以包含任何数量的驱动马达、电池、控制单元和/或其他组件。

[0070] 在本说明性示例中,传感器系统128可以包含若干传感器设备136。若干传感器设备136可以包含例如但不限于,导航传感器、位置追踪设备、成像传感器、二维激光扫描仪、三维激光扫描仪或者一些其他类型的传感器设备中的至少一个。传感器系统128可以被配置为生成传感器数据138,该传感器数据138可以被用来在环境100内对机器人车辆120进行导航。

[0071] 控制单元130可以使用硬件、软件或两者的组合而实现。在一个说明性示例中,控制单元130可以处理器单元的形式实现。当然,在其他说明性示例中,控制单元130可以使用计算机系统、彼此通信的若干计算机、微处理器、集成电路、电子电路或一些其他类型的处理器中的至少一个来实现。

[0072] 在一些说明性示例中,所有的控制单元130可以在机器人车辆120上实现。在其他说明性示例中,部分控制单元130可以远程实现。例如但不限于,部分控制单元130可以在处于与机器人车辆120远程的位置中的计算机中实现。

[0073] 控制单元130可以被配置为与传感器系统128通信。特别地,控制单元130可以被配置为从传感器系统128接收传感器数据138。在某些情况下,控制单元130还可以被配置为控制传感器系统128。

[0074] 在本说明性示例中,控制单元130可以使用传感器数据138来控制环境100内的机器人车辆120的移动。例如但不限于,控制单元130可以使用传感器数据138来控制移动系统126。特别地,控制单元130可以控制若干移动设备134来移动环境100内的机器人车辆120。

[0075] 若干机器人车辆118中的每个机器人车辆可以用类似于机器人车辆120的方式实现。以这种方式,若干机器人车辆118中的每个可以分别被配置为具有基座、界标结构、移动系统、传感器系统、类似于基座122的控制单元、界标结构124、移动系统126、传感器系统128以及控制单元130。

[0076] 在一些说明性示例中,在若干机器人车辆118中的每个机器人车辆上的所述控制单元可配置为与若干机器人车辆118中的其他机器人车辆上的其他控制单元通信。以这种方式,这些控制单元能够协调环境100中的若干机器人车辆118的运动。特别地,这些控制单元能够协调环境100中的若干机器人车辆118的运动。

[0077] 在其他说明性示例中,若干机器人车辆118中每个机器人车辆上的控制单元可以配置为独立于其他控制单元地操作。例如,在机器人车辆120上的控制单元130可以使用从传感器系统128获得的传感器数据138来追踪环境100内若干机器人车辆118中的其他机器人车辆的位置。

[0078] 进一步,在某些情况下,若干机器人车辆118中的每个机器人车辆上的控制单元可以配置为与主控制器140通信。在这些示例中,若干机器人车辆118可与主控制器140无线通信。主控制器140可以是环境100内的主控制器。主控制器140可以被配置为控制环境100内执行的操作。

[0079] 主控制器140可以被配置为与若干测量系统102通信和/或控制若干测量系统102。在某些情况下,主控制器140可以被配置为与若干机器人车辆118通信和/或控制若干机器人车辆118。

[0080] 依据实施方式,主控制器140可以使用硬件、软件或两者的结合来实现。在一个说明性示例中,主控制器140可以使用计算机系统142来实现。计算机系统142可由一台或多台计算机构成。当在计算机系统142中存在多于一台计算机时,这些计算机可以彼此通信。

[0081] 在本说明性示例中,在若干测量系统102被用于在环境100内生成测量值103之前,携带若干界标116的若干机器人车辆118可以被移入环境100中。若干机器人车辆118中的每个可以被移入环境100内的位置,该位置允许安装在若干机器人车辆118中每个机器人车辆的界标结构上的一组界标的最优校准。特别地,若干机器人车辆118中每个机器人车辆上的控制单元可以运用最优化算法139来识别若干最优位置141,该若干最优位置141可提供安装在机器人车辆上的一组界标的最优校准。

[0082] 当考虑若干选择因素时,安装在机器人车辆上的一组界标的最优校准可以被实现。最优化算法139可以被配置为考虑这些选择因素。一个因素可能是所需的若干机器人车辆118中的机器人车辆的实际数量。另一个因素可能是在全部若干测量系统102的工作范围内的最大公用地面面积。换句话说,可以考虑全部若干测量系统102可以在其内移动和/或执行操作的最大公用面积。

[0083] 另一个因素可以是若干机器人车辆118中每个机器人车辆的位置可能需要允许机器人车辆被空间取向为使得若干测量系统102中包含一个或多个基于方向的传感器的任何测量系统需要能够指向所述机器人车辆。当然,依据实施方式,在识别若干最优位置141时可考虑其他因素。在一个说明性示例中,最优化算法139可以采用使用最小二乘法的全局成本函数最优化的形式。

[0084] 当然,在一些说明性示例中,主控制器140可被配置成控制若干机器人车辆118中每个机器人车辆的运动。主控制器140可以被配置成向若干机器人车辆118无线发送命令。例如但不限于,主控制器140可以被配置成从传感器系统128和/或机器人车辆120机载控制单元130无线接收传感器数据138。主控制器140可使用传感器数据138和从若干机器人车辆118中的其他机器人车辆接收的传感器数据,从而将若干机器人车辆118引导到环境100内的最优位置。

[0085] 在一些说明性示例中,一旦若干机器人车辆118中的每个机器人车辆移动到了最优位置,在每个机器人车辆上的界标结构可被用于控制安装在该机器人车辆上的每个界标的位置和/或取向。例如但不限于,界标结构124可具有定位系统144,该定位系统144被配置成相对于界标结构124调整一组界标132中每个界标的位置和/或取向。

[0086] 此后,若干测量系统102中的每个测量系统可被配置为相对于用于该测量系统的坐标系测量若干界标116中每个界标的位置。

[0087] 测量系统146可以是若干测量系统102中的一个的示例。测量系统146可以被配置

为生成若干位置测量值148并且将若干位置测量值148发送到主控制器140。若干位置测量值148可包含针对若干界标116中每个界标的位置测量值。

[0088] 主控制器140可被配置为将若干位置测量值148变换到参考坐标系150。进一步地,主控制器140可被配置为将由若干测量系统102的每个测量系统生成的位置测量值变换到参考坐标系150。

[0089] 在一个说明性示例中,参考坐标系150可以是三维参考坐标系152。在某些情况下,参考坐标系150可以被选择为由若干测量系统102中特定的测量使用的坐标系。在其他说明性示例中,参考坐标系150可以是用于环境100的坐标系。在另一些示例中,参考坐标系150可以是用于在环境100中对其执行一个或多个操作的对象的坐标系。

[0090] 主控制器140可以运用例如但不限于当前可用的数学公式和/或技术将若干位置测量值148变换到参考坐标系150。以这种方式,由测量系统146生成的所有测量值然后可以被变换到参考坐标系150。因此,测量系统146可以被视为相对于参考坐标系150配准。主控制器140可被配置为运用若干界标116将若干测量系统102中的每个测量系统与参考坐标系150配准。

[0091] 一旦若干测量系统102与参考坐标系150配准,则可生成用于在环境100中对其执行操作的若干对象的测量值103。进一步地,若干机器人车辆118可被移出环境100,或至少移出若干测量系统102和/或环境100内其他工具或机器的线路。依据实施方式,若干机器人车辆118可以在测量值103被生成之前或之后被移动。

[0092] 在某些情况下,若干机器人车辆118中的一个或多个可被移回环境100中,以确保若干测量系统102仍然与参考坐标系150恰当地对齐。以这种方式,若干机器人车辆118在需要时可以被移入环境100中的工作区内,并且在不需要时被存放在所述线路之外。

[0093] 进一步地,当已经完成对环境100内的特定对象执行的操作时,所述对象可从环境100中移出。然后,不同的对象可以被移入环境100中。在某些情况下,包括在若干界标116内的特定界标可被改变。例如,至少一个界标可被添加到若干界标116,或从若干界标116中移除,或在若干界标116中被替换。

[0094] 图1中的环境100的图示不意味着暗示对可以实现说明性实施例的方式的物理或结构限制。可以使用除了或代替所述组件以外的其他组件。一些组件可以是可选的。同样,提供方块以说明一些功能组件。当在某个说明性实施例中实现时,这些方块中的一个或多个可被组合、分割、或组合并且分割为不同的方块。

[0095] 现在参考图2,其描述了根据说明性实施例的机器人车辆的图示。在该说明性示例中,机器人车辆200可以是图1中的机器人车辆120的一个实施方式的示例。

[0096] 如所述,机器人车辆200可以包含基座202、界标结构204、移动系统206、传感器系统208以及控制单元210。基座202、界标结构204、移动系统206、传感器系统208以及控制单元210可以分别作为图1中的基座122、界标结构124、移动系统126、传感器系统128以及控制单元130的实施方式的示例。在本说明性示例中,界标结构204,移动系统206,传感器系统208以及控制单元210可以附连到基座202。进一步地,界标结构204可以可移除地附连到基座202。

[0097] 在本说明性示例中,界标212和界标214可以附连到界标结构204。界标212和界标214可以作为图1中的一组界标132的一个实施方式的示例。界标结构204可以具有定位系统

(未显示),该定位系统可允许界标212和界标214相对于基座202重新定位和/或重新取向。

[0098] 例如但不限于,界标结构204可被配置为在大体上与轴线216平行的方向上移动界标212和/或界标214,以便对这些界标重新定位。进一步地,在某些情况下,界标结构204可以被配置为在沿着箭头218的方向上绕轴线216旋转界标212和/或界标214以对这些界标重新取向。

[0099] 如所述,移动系统206可以包含完整的轮220、完整的轮222、马达224以及电池226。完整的轮220和完整的轮222可以作为图1中若干移动设备134的一个实施方式的示例。

[0100] 在本说明性示例中,传感器系统208可以包含激光扫描仪228。激光扫描仪228可作为图1中若干传感器设备136的一个实施方式的示例。在本说明性示例中,激光扫描仪228可以是二维激光扫描仪。激光扫描仪228可生成传感器数据,并且向控制单元210发送该传感器数据。控制单元210可被配置成运用该传感器数据来控制机器人车辆200的运动。例如但不限于,控制单元210可以基于传感器数据发送命令到移动系统206。

[0101] 现在参考图3,其描述了根据说明性实施例的环境的图示,在该环境中,使用若干测量系统来生成测量值。在本说明性示例中,环境300可以作为图1中环境100的一个实施方式的示例。

[0102] 如所述,若干测量系统302可以存在于环境300中。若干测量系统302可作为图1中若干测量系统102的一个实施方式的示例。若干测量系统302可包含激光追踪系统304,运动捕捉系统306,激光雷达系统308以及位置追踪系统310。

[0103] 进一步地,界标系统312也可以存在于环境300中。界标系统312可以包含保持界标315和界标316的机器人车辆314、保持界标320和界标322的机器人车辆318以及保持界标326和界标328的机器人车辆324。机器人车辆314、318、324可以作为图1中若干机器人车辆118的一个实施方式的示例。进一步地,界标315、316、320、322、326和328可作为图1中若干界标116的一个实施方式的示例。

[0104] 如所述,主控制器329也可存在于环境300中。在本说明性示例中,只有激光追踪系统304和位置追踪系统310当前可被激活使用。激光追踪系统304可被配置为通过无线通信链路330与主控制器329通信。位置追踪系统310可被配置为通过无线通信链路332与主控制器329通信。进一步地,机器人车辆314、318以及324可被配置为分别通过无线通信链路334、336、338与主控制器329通信。

[0105] 在本说明性示例中,机器人车辆314、318以及324可被配置为将其自身定位在环境300内,以便界标315、316、320、322、326和328可被最优校准。一旦机器人车辆314、318以及324被最优定位,每一个激光追踪系统304和位置追踪系统310可为每个机器人车辆314、318以及324生成位置测量值。

[0106] 特别地,激光追踪系统304可分别为每个机器人车辆314、318以及324生成位置测量值,如线340、342及344所示。进一步地,位置追踪系统310可分别为机器人车辆314、318及324中的每个生成位置测量值,如线346、348及350所示。这些位置测量值可被发送到主控制器329以便处理。

[0107] 主控制器329可被配置为将这些位置测量值变换到参考坐标系(未显示),与图1中的参考坐标系150相似。以这种方式,主控制器329可将激光追踪系统304和位置追踪系统310配准到所述参考坐标系(未显示),以便由这些测量系统生成的全部测量值均可相对于

所述参考坐标系(未显示)生成。

[0108] 作为一个说明性示例,激光追踪系统304可被用于测量环境300内的组件(未显示)的位置。位置追踪系统310可被用于测量部件(未显示)的位置,该部件被放置在环境300内的所述装配件上。主控制器329可识别将激光追踪系统304和位置追踪系统310的位置测量值变换到所述参考坐标系(未显示)所需的变换,以便这些系统在数学上相对于所述参考坐标系(未显示)配准。例如但不限于,将所述部件放置在所述装配件上所要求的移动命令可使用由主控制器329识别的变换而被计算。所述移动命令可以被用来例如但不限于命令位于环境300内的机器人(未显示)将所述部件放置在所述装配件上。

[0109] 图2中的机器人车辆200和图3中的环境300的说明并不意味着暗示对可以实施说明性实施例的方式的物理或结构限制。可以使用除了或替换所述组件之外的其他组件。一些组件可以是可选的。

[0110] 图2-3中所示的不同组件可以是图1中以方块形式显示的组件如何可以实现为物理结构的说明性示例。此外,图2-3中的某些组件可与图1中的组件组合,与图1中的组件一起使用、或者两者的组合。

[0111] 现在参考图4,其根据说明性实施例以流程图的形式描述了将若干测量系统配准到参考坐标系的过程的图示。图4中说明的过程可被实施以将若干测量系统102配准到图1中的参考坐标系150。

[0112] 所述过程可开始于将若干界标116与被配置为在环境100内移动的若干机器人车辆118关联(操作400)。操作400可通过例如但不限于将一组界标如一组界标132安装到机器人车辆上的界标结构如机器人车辆120上的界标结构124而执行。

[0113] 此后,具有若干界标116的若干机器人车辆118可被移入环境100,以用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150(操作402)。下一步,针对若干界标116的若干位置测量值148可由若干测量系统102中的每个测量系统生成(操作404)。

[0114] 由若干测量系统102中的每个测量系统生成的若干位置测量值148然后可被变换到参考坐标系150,以用于将若干测量系统102配准到参考坐标系150(操作406),此后所述过程终止。一旦操作406被执行,则由若干测量系统102生成的所有测量值103可相对于相同的坐标系被处理,如参考坐标系150。

[0115] 进一步地,若干测量系统102中的每个测量系统可使用基于参考坐标系150生成的命令在环境100内被移动和控制。运用参考坐标系150允许若干测量系统102的改进的管理,并且可增加处理测量值103的速度和效率。

[0116] 现在参考图5,其根据说明性实施例以流程图形式描述了用于将若干测量系统配准到参考坐标系的过程的图示。图5中说明的过程可以实施为将若干测量系统102配准到图1中的参考坐标系150。

[0117] 所述过程可以开始于将一组界标132安装到若干机器人车辆118中每个机器人车辆的界标结构124上(操作500)。下一步,若干机器人车辆118可以基于最优化算法移动到环境100内的若干最优位置,该最优化算法配置为识别若干最优位置,该最优位置允许实现安装在若干机器人车辆118上的若干界标116的最优校准(操作502)。

[0118] 之后,参考坐标系150可从用于若干测量系统102中的测量系统146的坐标系和用于环境100的坐标系中的一个选择(操作504)。针对与若干机器人车辆118相关联的若干界

标116的若干位置测量值148可由与若干机器人车辆118相关联的若干测量系统102中的每个测量系统生成(操作506)。

[0119] 然后,由若干测量系统102中的每个测量系统生成的若干位置测量值148可以被发送到主控制器140(操作508)。然后,主控制器140可以将由若干测量系统102中的每个测量系统生成的若干位置测量值148变换到参考坐标系150(操作510)。之后,主控制器140可以将若干测量系统102配准到参考坐标系150,以便由若干测量系统102生成的所有测量值103可以相对于参考坐标系150生成(操作512),所述过程随后终止。

[0120] 现在转向图6,其根据说明性实施例以方块图的形式描述了数据处理系统的图示。数据处理系统600可用于实现主控制器140、计算机系统142中的一台或多台计算机、控制单元130和/或用于图1中的若干机器人车辆118中的机器人车辆的控制单元。如所述,数据处理系统600包含通信框架602,所述通信框架602在处理器单元604、存储设备606、通信单元608、输入/输出单元610以及显示器612之间提供通信。在某些情况下,通信框架602可实施为总线系统。

[0121] 处理器单元604被配置为执行软件指令以执行若干操作。依据实施方式,处理器单元604可包括若干处理器、多处理器核心和/或一些其他类型的处理器。在某些情况下,处理器单元604可以采用硬件单元的形式,如电路系统、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件或一些其他合适类型的硬件单元。

[0122] 用于操作系统、应用程序和/或由处理器单元604运行的程序的指令可以位于存储设备606中。存储设备606可以通过通信框架602与处理器单元604进行通信。正如此处使用的,存储设备,也被称为计算机可读存储设备,是能够在临时和/或永久基础上存储信息的任何硬件体。该信息可包括但不限于,数据、程序代码和/或其他信息。

[0123] 存储器614和永久性存储器616是存储设备606的示例。存储器614可采用如下形式,例如,随机存取存储器或一些类型的易失性或非易失性存储设备。永久性存储器616可以包括任意数量的组件或设备。例如,永久性存储器616可包括硬盘驱动器、闪存、可重写光盘、可重写磁盘或上述装置的某些组合。由永久性存储器616使用的介质可以或不可以是可移动的。

[0124] 通信单元608允许数据处理系统600与其他数据处理系统和/或设备通信。通信单元608可以使用物理和/或无线通信链路提供通信。

[0125] 输入/输出单元610允许从连接到数据处理系统600的其他设备接收输入并且将输出发送到所述其他设备。例如,输入/输出单元610可以允许通过键盘、鼠标和/或一些其他类型的输入设备接收用户输入。作为另一个示例,输入/输出单元610可以允许输出被发送到连接到数据处理系统600的打印机。

[0126] 显示器612配置为向用户显示信息。显示器612可包括例如但不限于,监控器、触摸屏、激光显示器、全息显示器、虚拟显示设备和/或一些其他类型的显示设备。

[0127] 在本说明性示例中,不同说明性实施例的过程可以由处理器单元604使用计算机执行的指令实施。这些指令可以被称作程序代码、计算机可用程序代码或计算机可读程序代码,并且可以被处理器单元604中的一个或多个处理器读取和执行。

[0128] 在这些示例中,程序代码618以功能形式位于可选择性地移除的计算机可读介质620上,并且可以被加载到或传输到数据处理系统600,以便由处理器单元604执行。程序代

码618和计算机可读介质620一起形成计算机程序产品622。在本说明性示例中,计算机可读介质620可以是计算机可读存储介质624或计算机可读信号介质626。

[0129] 计算机可读存储介质624是物理的或有形的存储设备,其被用来存储程序代码618而不是传播或传输程序代码618的介质。计算机可读存储介质624可以是例如但不限于,连接到数据处理系统600的光盘、磁盘或永久性存储设备。

[0130] 可替换地,程序代码618可以使用计算机可读信号介质626被传输到数据处理系统600。计算机可读信号介质626可以是例如包含程序代码618的传播的数据信号。该数据信号可以是电磁信号、光学信号和/或可以通过物理和/或无线通信链路传输的一些其他类型的信号。

[0131] 图6中的信号处理系统600的图示不意味着提供对可以实施所述说明性实施例的方式的结构限制。不同的说明性实施例可以实施在包含除了说明的数据处理系统600的组件或替换说明的所述组件的组件的数据处理系统中。进一步地,图6显示的组件可与所显示的说明性示例不同。

[0132] 本公开的说明性实施例可以在如图7所示的飞行器制造和维护方法700以及图8中所示的飞行器800的背景下说明。首先转向图7,根据说明性实施例以方块图的形式描述了飞行器制造和维护方法的图示。在预生产期间,飞行器制造和维护方法700可以包括图8中的飞行器800的规范和设计702以及材料采购704。

[0133] 在生产过程中,进行组件和子配件制造706以及图8中的飞行器800的系统集成708。此后,图8中的飞行器800可以经历认证和交付710,以便投入使用712。当由客户使用712时,图8中的飞行器800安排了日常维修和维护714,其可以包括改进、重新配置、翻新和其他维修或维护。

[0134] 飞行器制造和维护方法700的每一个过程可以由系统集成商、第三方和/或经营者实行或实现。在这些示例中,所述经营者可以是客户。出于本说明书的目的,系统集成商可以包含但不限于,任意数量的飞行器制造商和主系统承包商;第三方可以包含但不限于,任意数量的卖主、承包商和供应商;经营者可以是航空公司、租凭公司、军事实体、服务组织等等。

[0135] 现在参考图8,其以方块图的形式描述了飞行器的图示,在该飞行器中,可以实施说明性实施例。在本示例中,飞行器800通过图7中的飞行器制造和维护方法700生产,并且可以包含具有多个系统804和内部806的机身802。系统804的示例包含推进系统808、电气系统810、液压系统812和环境系统814中的一个或多个。可以包含任意数量的其他系统。尽管给出了航空示例,但不同的说明性实施例也可以被应用于其他工业,如汽车工业。

[0136] 在此呈现的装置和方法可在图7中的飞行器制造和维护方法700的至少一个阶段中使用。特别地,图1的界标系统114可在飞行器制造和维护方法700的任意一个阶段中被用于配准测量系统。例如但不限于,图1的界标系统114可以在组件和子配件制造706、系统集成708、日常维修和维护714或飞行器制造和维护方法700的其他一些阶段中的至少一个期间使用。

[0137] 在一个说明性示例中,图7中的组件和子配件制造706中生产的组件或子配件可以类似于当飞行器800处于图7中的使用712中时制造组件或子配件的方式被制作或制造。作为另一个示例,一个或多个装置实施例、方法实施例或两者的组合可在生产阶段期间使用,

如图7中的组件和子配件制造706以及系统集成708。一个或多个装置实施例、方法实施例或两者的组合可在飞行器800投入使用712时和/或在图7中的维修和维护714期间使用。若干不同的说明性实施例的运用可充分加快飞行器800的组装和/或降低飞行器800的成本。

[0138] 所描述的不同的实施例中的流程图和方块图说明了说明性实施例中的装置和方法的某些可行的实施方式的结构、功能和操作。这样,流程图或方块图中的每一个方块可表示模块、区段、功能和/或操作或步骤的一部分。

[0139] 在说明性实施例的某些可替换的实施方式中,在方块中提到的一个或多个功能可不按附图中注明的顺序发生。例如,在某些情况下,相继显示的两个方块可被基本同时执行,或者所述方块有时可以颠倒的顺序执行,这取决于涉及到的功能。同样,除了流程图或方块图中说明的方块以外,还可以添加其他方块。

[0140] 出于说明和描述的目的,不同的说明性实施例的说明已被呈现,并且不意图穷举或被限制为公开形式的实施例。许多改进和变化对于本领域普通技术人员将是显而易见的。进一步地,与其他期望的实施例比较,不同的说明性实施例可以提供不同的特征。选择的一个或多个实施例被选定并且说明以便最佳地解释实施例的原理、实际应用,并且使本领域其他普通技术人员能够理解具有适合于期望的特定用途的各种改进的各种实施例的公开。

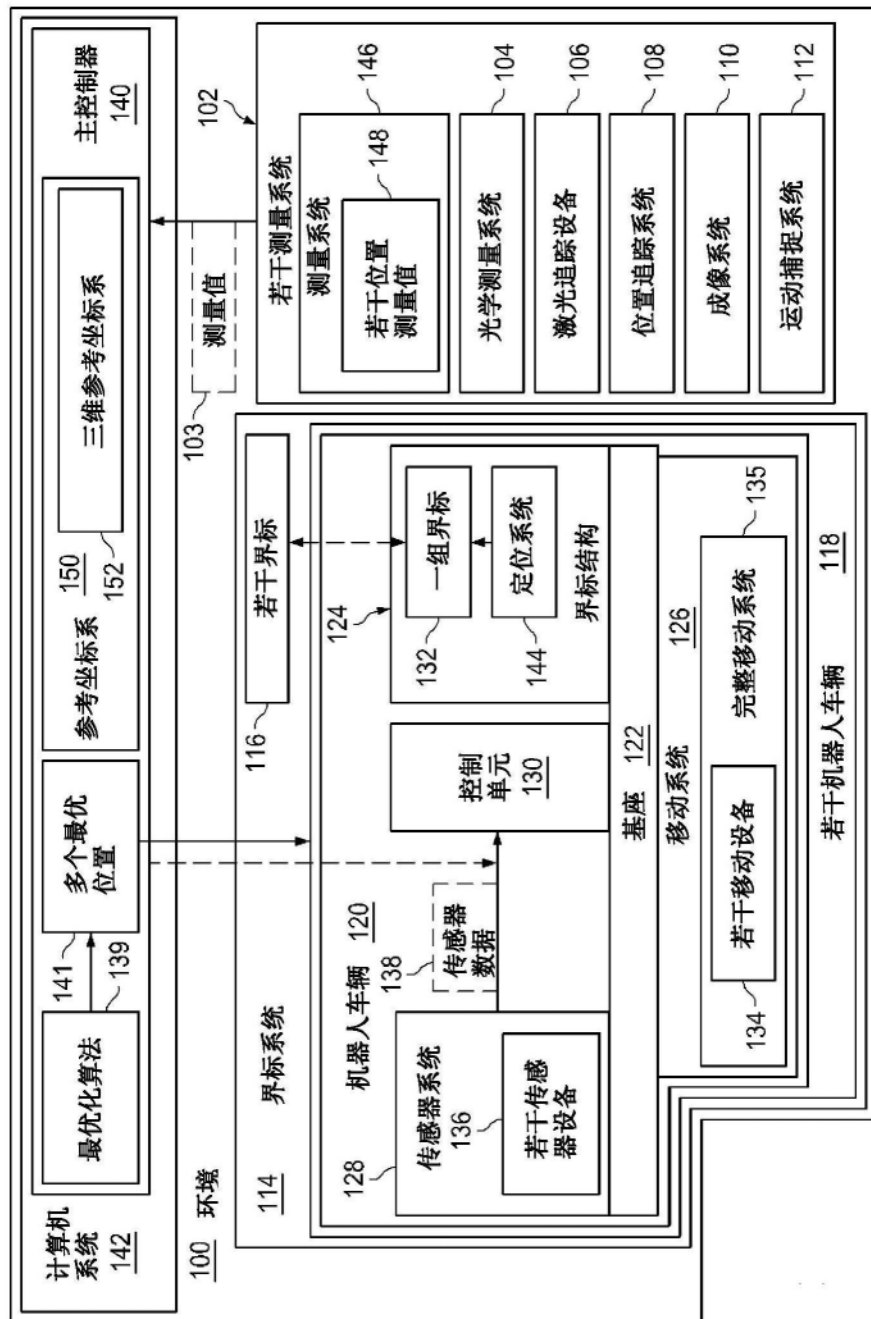


图1

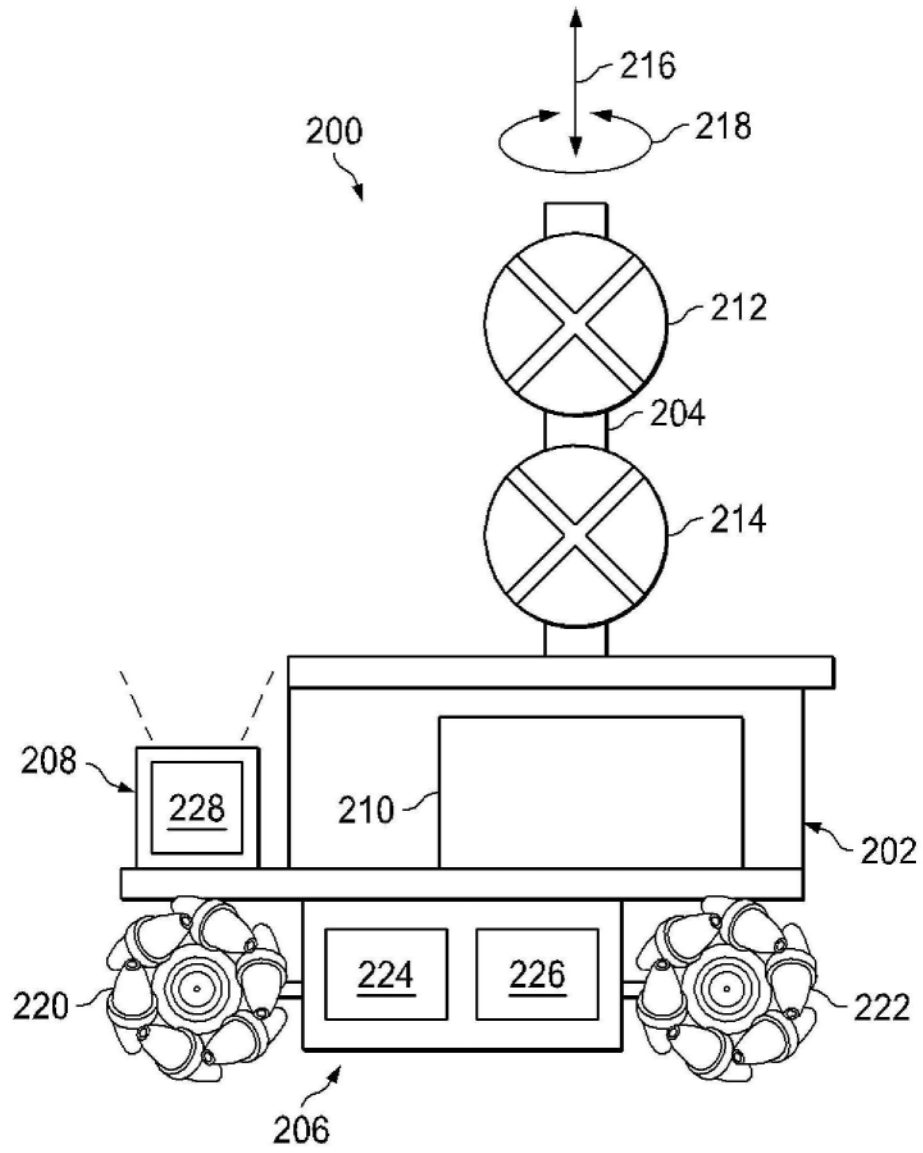


图2

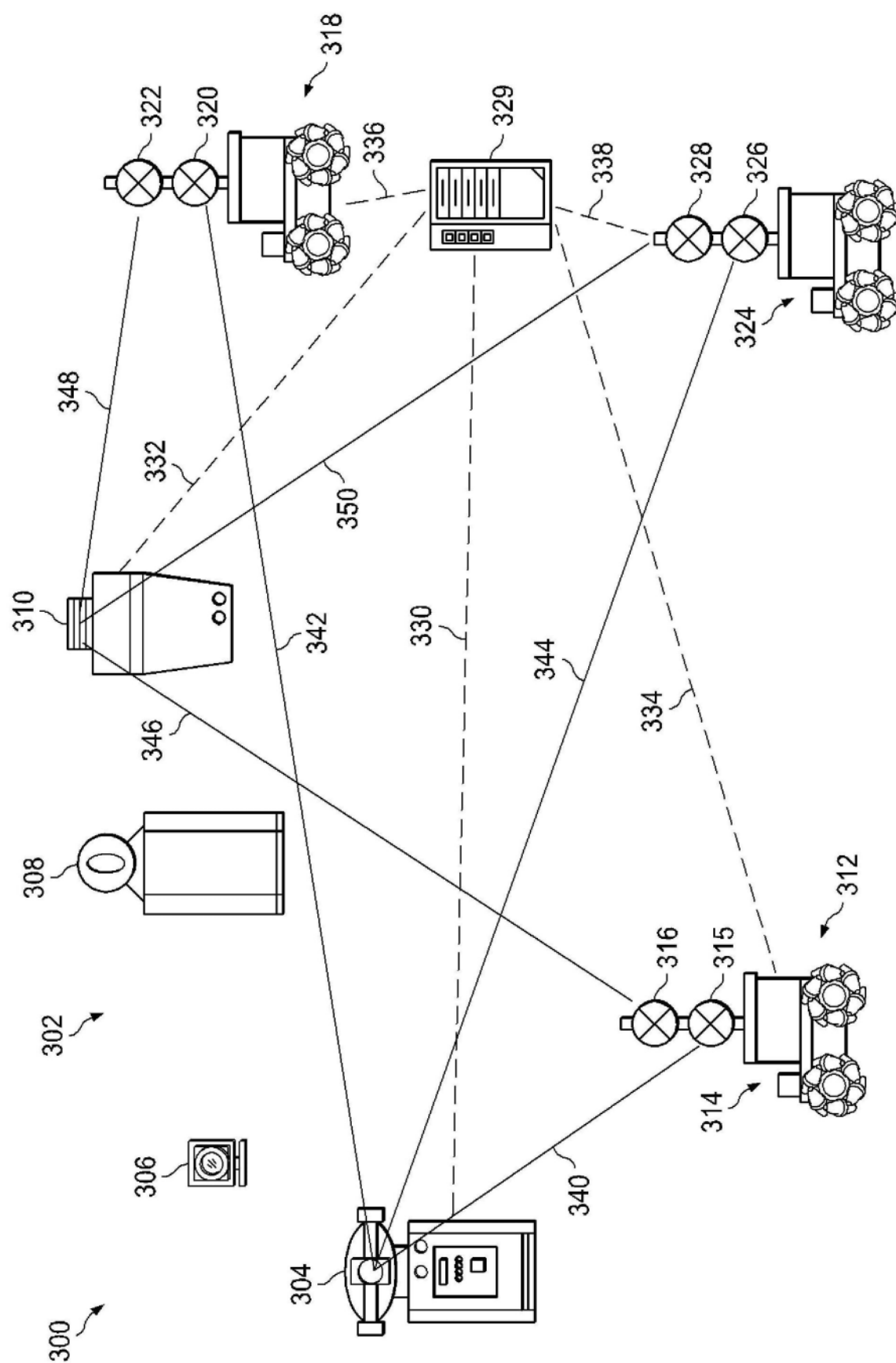


图3

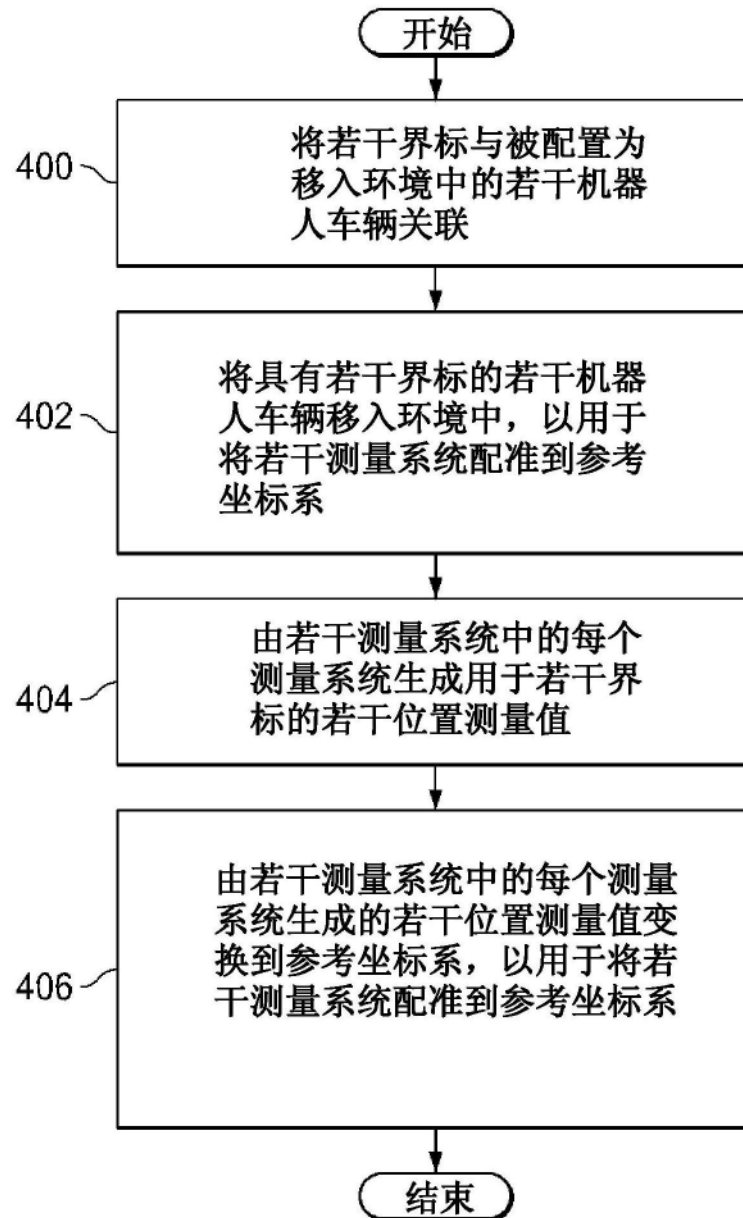


图4

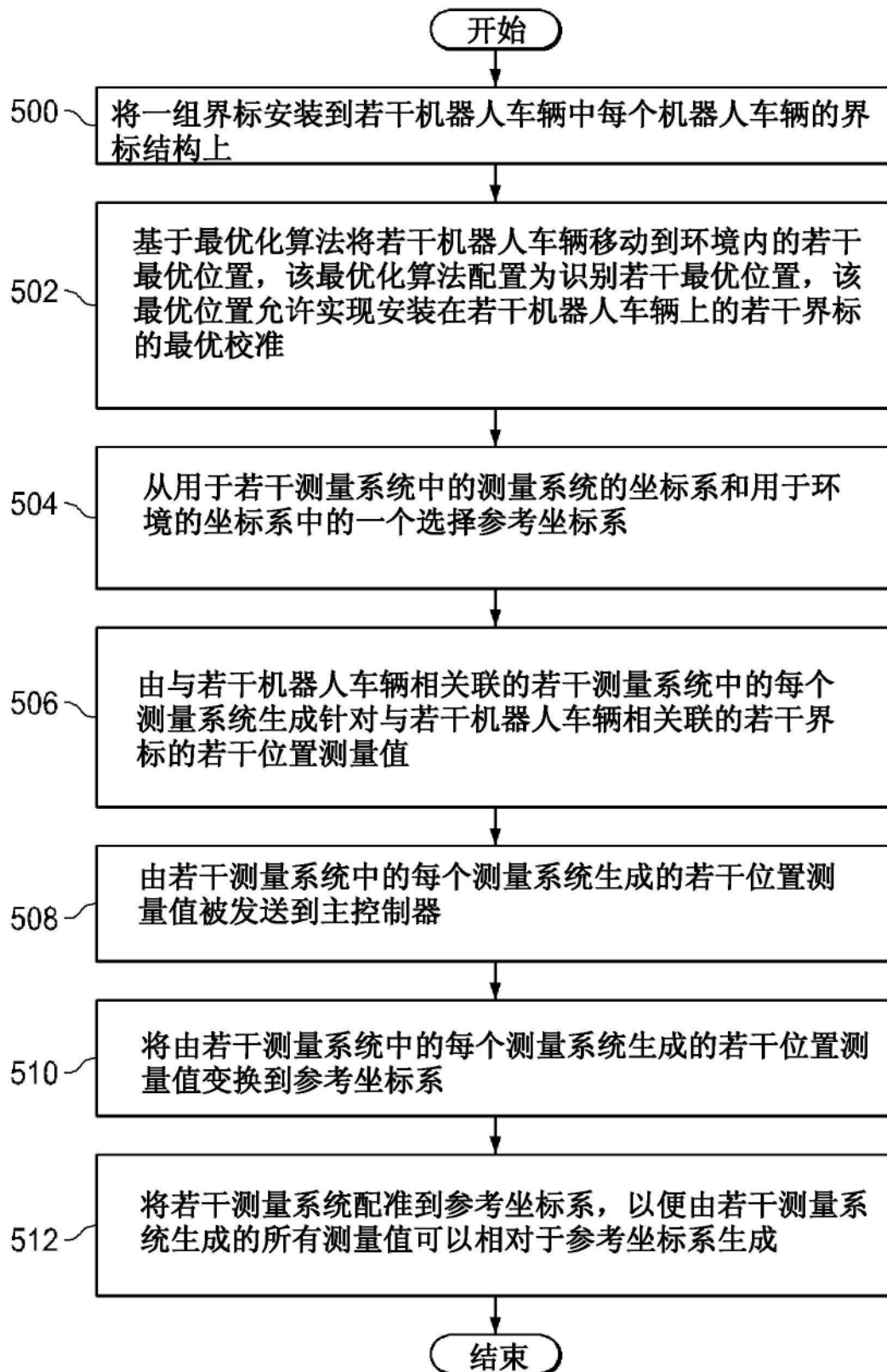


图5

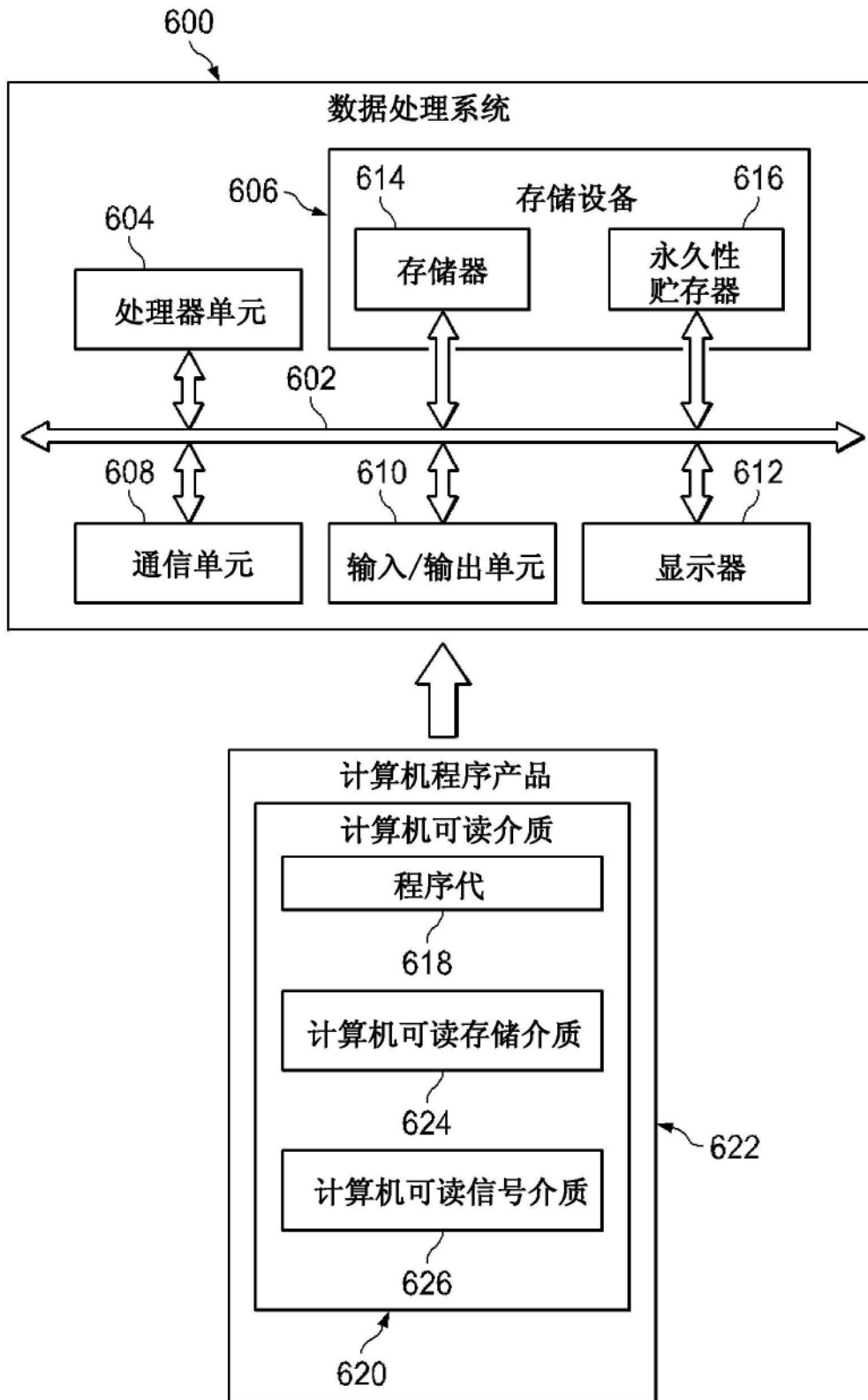


图6

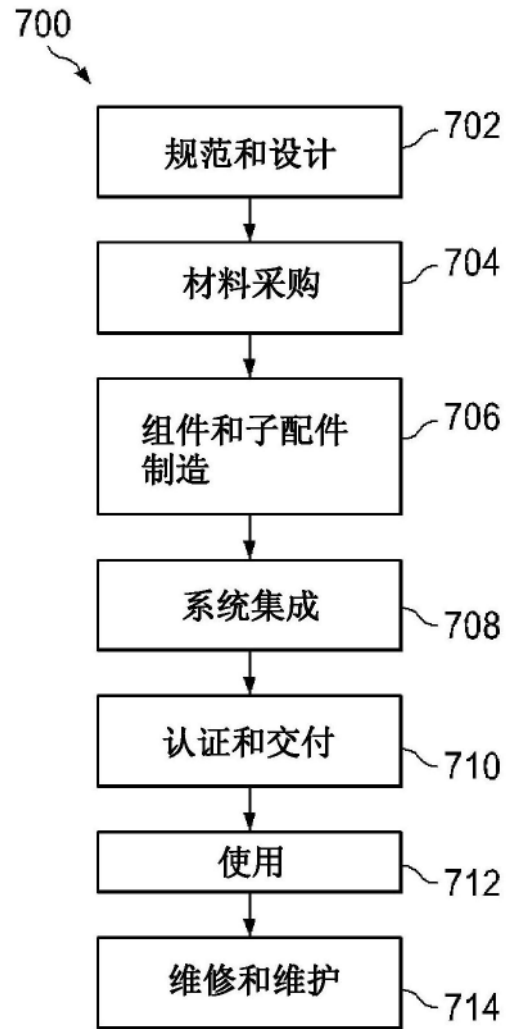


图7

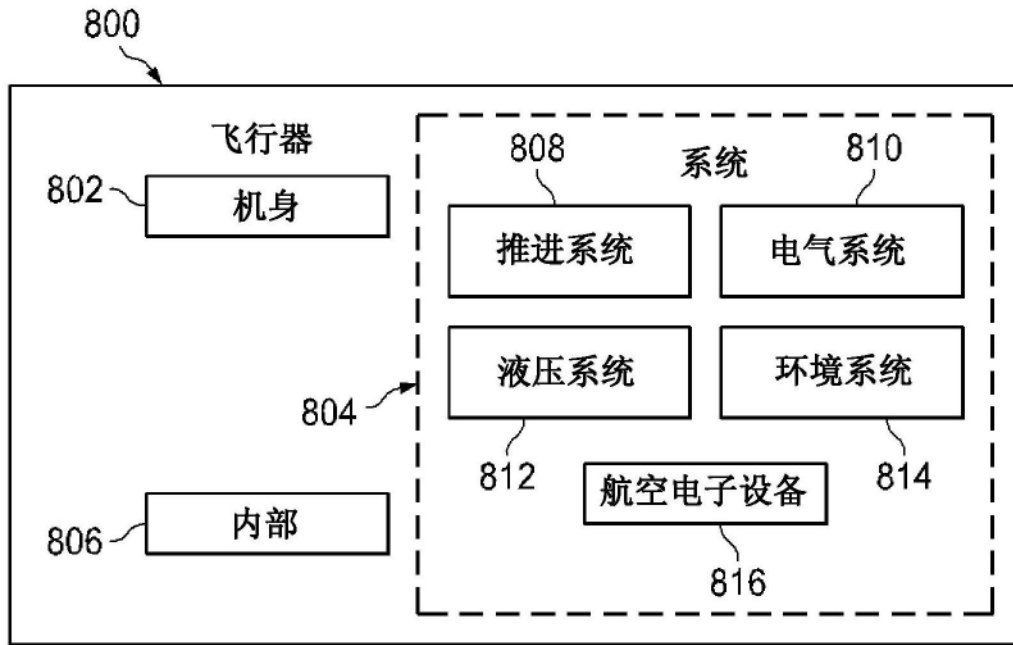


图8