



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113752256 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202110996294.8

(22) 申请日 2021.04.02

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113752256 A

(43) 申请公布日 2021.12.07

(30) 优先权数据  
63/004,509 2020.04.03 US

(62) 分案原申请数据  
202180001919.0 2021.04.02

(73) 专利权人 牧今科技  
地址 日本东京

(72) 发明人 沟口弘悟 渡边将司

(74) 专利代理机构 北京商专永信知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11400  
专利代理师 郭玥 方挺

(51) Int.Cl.  
B25J 9/16 (2006.01)

审查员 钱阳清

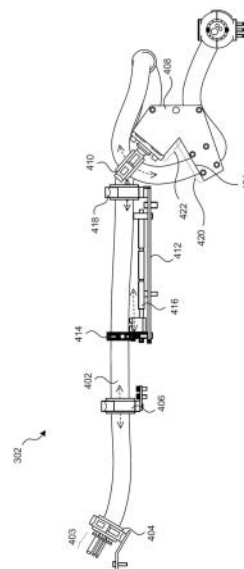
权利要求书3页 说明书19页 附图16页

## (54) 发明名称

具有路线规划稳定机构的机器人系统

## (57) 摘要

本文公开了一种用于操作具有路线规划机构的机器人系统的系统和相关方法。所述路线规划机构可包围延伸跨过连杆并连接至末端执行器的外部部件。所述路线规划机构可包括引导件、托架或它们的组合，它们被配置成在所述连杆和/或所述末端执行器的移动期间，沿着相对于所述连杆、所述末端执行器、一个或多个对应关节或它们的组合的预定路径来维持所述外部部件。



1. 一种机器人系统,其包括:  
机器人单元,其包括:  
基部,  
连杆,所述连杆动力学地联接至所述基部,  
末端执行器,所述末端执行器经由一组关节连接至所述连杆的远端,  
外部部件,所述外部部件沿着所述连杆延伸并且连接至所述末端执行器;以及  
路线规划机构,所述路线规划机构连接至所述机器人单元,并且被配置成维持所述外部部件跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动沿着预定路径,所述路线规划机构包括--  
路线规划导管,所述路线规划导管大体上沿着所述连杆延伸,延伸跨过所述一组关节,并且延伸至所述末端执行器,其中所述路线规划导管至少部分地包围所述外部部件,  
滑动导管安装架,所述滑动导管安装架具有连接至轨道机构的滑动托架,其中  
所述滑动托架附连至所述路线规划导管的一部分,并且被配置成基于所述轨道机构而沿着线性路径移动,  
所述线性路径平行于所述连杆的长度方向,以及  
一组引导托架,所述一组引导托架至少部分地包围所述路线规划导管,并且沿着所述机器人单元的动力学链而位于所述滑动导管安装架与所述末端执行器之间,其中:  
所述路线规划导管和所述外部部件各自具有一定长度,所述长度对应于围绕布置成阈值姿势的所述连杆和所述末端执行器测量的最大行进距离;并且  
所述滑动导管安装架被偏置以使所述滑动托架远离所述连杆的所述远端返回,并且维持所述路线规划导管的松弛部分远离所述末端执行器,其中所述松弛部分对应于所述最大行进距离与所述连杆和/或所述末端执行器的当前姿势的当前行进距离之间的差。
2. 如权利要求1所述的系统,其还包括:  
扭转关节,所述扭转关节动力学地联接在所述基部与所述连杆之间,其中所述扭转关节被配置成使所述连杆沿着延伸通过所述连杆的中心部分的扭转轴线并且沿着所述连杆的所述长度旋转,其中  
所述滑动导管安装架在所述扭转关节与所述末端执行器之间附接至所述连杆;并且  
所述松弛部分延伸跨过所述扭转关节。
3. 如权利要求1所述的系统,其中所述一组引导托架环绕所述路线规划导管而不直接附接至所述路线规划导管,以将所述路线规划导管维持在距所述连杆和/或所述一组关节的预定距离内。
4. 如权利要求3所述的系统,其中所述一组引导托架被配置成使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲。
5. 如权利要求4所述的系统,其还包括:  
导管稳定安装架,所述导管稳定安装架附接至所述末端执行器和/或所述一组关节中的一个或多个结构,所述导管稳定安装架被配置成为控制所述路线规划导管跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动的姿势提供基准,所述导管稳定安装架具有以小于180度的角度远离彼此延伸的第一突出部和第二突出部。
6. 如权利要求5所述的系统,其中所述一组引导托架包括:  
固定托架,所述固定托架位于所述连杆的远侧一半处或上方;以及

可枢转托架,所述可枢转托架附接至所述导管稳定安装架,并且沿着所述动力学链跨所述一组关节与所述固定托架相对,所述可枢转托架被配置成围绕扭转轴线枢转,其中

所述固定托架和所述可枢转托架被配置成基于所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向而使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲。

7. 如权利要求6所述的系统,其中所述一组引导托架包括远侧关节托架,所述远侧关节托架附接至所述一组关节中的结构并且在所述固定托架与所述可枢转托架之间,其中所述远侧关节托架被配置成将所述导管稳定安装架维持在相对于所述一组关节的预定位置处或附近,而不管所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向如何。

8. 如权利要求5所述的系统,其中:

所述一组引导托架包括附接至所述第二突出部的可枢转托架;并且

所述导管稳定安装架包括附接至所述第一突出部的端部和/或与所述端部成一体的引导开口,其中

所述引导开口和所述可枢转托架被配置成使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节并且朝向所述末端执行器弯曲。

9. 如权利要求8所述的系统,其中:

所述一组引导托架包括附接在距所述末端执行器的预定距离处或之内的终端托架,所述终端托架附接至所述路线规划导管的从所述终端托架延伸至所述末端执行器的远侧部分,并且被配置成以相对于所述末端执行器的恒定姿势固定所述远侧部分;并且

所述终端托架和所述引导开口被配置成保持所述路线规划导管远离所述末端执行器延伸,并且使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲,而不管所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向如何。

10. 一种路线规划装置,所述路线规划装置被配置成控制延伸至末端执行器的一组连接件的姿势,所述路线规划装置包括:

路线规划导管,所述路线规划导管被配置成至少部分地包围所述一组连接件,并且大体上平行于所述一组连接件延伸;

滑动导管安装架,所述滑动导管安装架被配置成响应于所述末端执行器的移动而提供所述路线规划导管遍历的线性路径;

一组引导托架,所述一组引导托架至少部分地包围所述路线规划导管,并且沿着与所述末端执行器相关联的动力学链位于所述滑动导管安装架与所述末端执行器之间;以及

导管稳定安装架,所述导管稳定安装架附接至所述末端执行器和/或一组关节中的一个或多个结构,所述导管稳定安装架被配置成为控制所述路线规划导管跨连杆和/或所述末端执行器的移动的姿势提供基准,所述导管稳定安装架具有以小于180度的角度远离彼此延伸的第一突出部和第二突出部。

11. 如权利要求10所述的路线规划装置,其中:

所述路线规划装置被配置成跨所述末端执行器相对于连杆的移动控制所述一组连接件相对于所述连杆、将所述连杆连接至所述末端执行器的一组关节、所述末端执行器或它们的组合的姿势;并且

所述一组引导托架被配置成维持所述路线规划导管绕所述一组关节处于或者通过一个或多个预定位置。

12. 如权利要求11所述的路线规划装置,其中所述路线规划导管、所述滑动导管安装架和所述一组引导托架被配置成针对无教示机器人系统中机器人臂的移动和/或针对计划外的运动为所述一组连接件提供预定路径,其中所述机器人臂对应于所述动力学链。

13. 如权利要求11所述的路线规划装置,其中所述一组引导托架包括可枢转托架,所述可枢转托架被配置成围绕扭转轴线枢转,以便控制所述路线规划导管的形状,并且在所述末端执行器相对于所述连杆的所述移动期间为所述路线规划导管提供贯通位置。

14. 如权利要求11所述的路线规划装置,其中所述一组引导托架包括:第一托架,所述第一托架相对于所述连杆是固定的;以及第二托架,所述第二托架附接至所述一组关节中的结构;以及第三托架,所述第三托架沿着所述动力学链与所述一组关节相对。

15. 如权利要求10所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被配置成沿着所述线性路径并远离所述末端执行器在所述路线规划导管上提供力,以将所述路线规划导管或其中的任何松弛部拉离所述末端执行器。

16. 如权利要求15所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被定位成跨所述一组引导托架与所述末端执行器相对。

17. 如权利要求15所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被配置成跨或绕扭转关节维持所述路线规划导管中的任何松弛,所述扭转关节被配置成使连杆围绕平行于所述连杆的长度方向延伸的扭转轴线枢转。

18. 一种组装用于机器人系统中的成组连接件的路线规划装置的方法,所述方法包括:

利用路线规划导管至少部分地包围一组连接件,所述路线规划导管沿着连杆延伸,延伸跨过一组关节,并且延伸至所述机器人系统的末端执行器;

提供沿着所述连杆的长度方向的至少一部分的线性路径,以跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动调整所述路线规划导管;

沿着所述连杆的所述长度方向并且远离所述末端执行器在所述路线规划导管上提供恒定力,以维持所述路线规划导管或其中的任何松弛部远离所述末端执行器;以及

在所述线性路径与所述末端执行器之间提供一组引导位置,所述一组引导位置用于将所述路线规划导管维持在距所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器上的一个或多个对应位置的阈值距离处或之内。

19. 如权利要求18所述的方法,其中:

提供所述线性路径包括:将滑动导管安装架附接至所述连杆和所述路线规划导管的一部分,以响应于所述连杆和/或所述末端执行器的所述移动而在所述一组连接件的行进距离围绕所述一组关节改变时沿着所述线性路径引导所述路线规划导管的附接部分;并且

提供所述一组引导位置包括:将一组引导件联接至所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器以响应于所述连杆和/或所述末端执行器的所述移动而在所述一组连接件的所述行进距离改变时,为所述路线规划导管提供贯通位置,其中所述贯通位置定位成相对于所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器上的所述一个或多个对应位置是固定的。

## 具有路线规划稳定机构的机器人系统

[0001] 本申请是中国申请CN202180001919.0的分案申请,该申请日期为2021年4月2日,发明名称为“具有路线规划稳定机构的机器人系统”。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2020年4月3日提交的美国临时专利申请序列No.63/004,509的利益,所述美国临时专利申请以全文引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0004] 本技术总体上涉及机器人系统,并且更具体地,涉及具有路线规划(routing)稳定机构的机器人系统。

### 背景技术

[0005] 随着机器人(例如,被配置成自动地/自主地执行物理动作的机器)性能的不断提高和成本的降低,许多机器人现已广泛用于许多领域。例如,机器人可用于在制造和/或组装、打包和/或包装、运输和/或运送等过程中执行各种任务(例如,在空间上操纵或转移物体)。在执行任务时,机器人可复制人类动作,由此取代或减少原本执行危险或重复性任务所需的人类参与。

[0006] 由于机器人的结构限制(诸如,由于机器人臂的关节、末端执行器等),可能无法复制一些复杂的任务。此外,结构特征或配置可能会在任务执行期间(例如,在机器人与外部结构之间和/或在机器人的内部结构之间)导致误差或碰撞。因此,仍然需要用于管理机器人结构的路线规划并允许机器人使用其全运动范围自由地移动的改进的技术和系统。

### 附图说明

[0007] 图1是根据本技术的一个或多个实施方案的具有路线规划稳定机构的机器人系统100的示例环境的图解。

[0008] 图2是示出根据本技术的一个或多个实施方案的机器人系统的部件的框图。

[0009] 图3A和图3B是根据本技术的一个或多个实施方案的包括示例路线规划机构的机器人单元的侧视图。

[0010] 图4是根据本技术的一个或多个实施方案的用于图1的机器人系统的路线规划机构的平面视图。

[0011] 图5是根据本技术的一个或多个实施方案的呈示例配置的机器人单元的侧视图。

[0012] 图6A至图6H是根据本技术的一个或多个实施方案的路线规划机构的旋转视图。

[0013] 图7A至图7C是根据本技术的一个或多个实施方案的路线规划机构的详细视图。

[0014] 图8A至图8H是根据本技术的一个或多个实施方案的示例导管稳定安装架的详细视图。

[0015] 图9A至图9D是根据本技术的一个或多个实施方案的示例滑动导管安装架的详细视图。

[0016] 图10是根据本技术的一个或多个实施方案的用于组装机器人系统的示例流程图。

[0017] 图11是根据本技术的一个或多个实施方案的用于操作机器人系统的示例流程图。

### 具体实施方式

[0018] 本文描述了用于允许机器人单元自由地运用其全运动范围的系统和方法。例如，机器人系统可包括路线规划机构，所述路线规划机构被配置成控制控制连接件（例如，导线、气动管线/软管、缆线等）相对于机器人单元（例如，机器人臂）和/或末端执行器内的可移动结构的位置的路线规划机构。

[0019] 示例机器人臂可包括在近端处的基部，所述基部经由一组对应的关节动力学地联接至一组连杆。与基部相对，所述一组连杆可动力学地联接至末端执行器（例如，夹具或其他工具），由此形成动力学链。连杆和关节可经由一组关节彼此附接，所述一组关节被配置成在移动或定位末端执行器时提供6个自由度。例如，机器人臂可包括在末端执行器与一个或多个相邻或远侧连杆之间的一组关节。所述一组关节可被配置成相对于最后一个远侧连杆（例如，邻近末端执行器的连杆）沿着和/或绕三个正交轴线旋转和/或移动末端执行器。

[0020] 示例机器人臂可包括在机器人臂的表面外部的一组部件，诸如导线、气动管线/软管、管子、缆线、套筒、承力缆线/结构等，所述一组部件被配置成控制末端执行器（在本文中称为“外部部件”）。外部部件可从基部和/或连杆中的一个或多个延伸至末端执行器。换句话说，基部可包括电路和/或控制系统，所述电路和/或控制系统通过外部部件将信号和/或机械力发送给末端执行器，诸如用于操作末端执行器上的真空夹具。外部部件可沿着一个或多个连杆并跨过一个或多个关节延伸。为此，鉴于机器人臂的移动性范围（例如，六个自由度），在机器人臂的移动期间，外部部件可能与机器人臂的内部部分和/或外部结构碰撞或缠结。产生的碰撞/缠结可致使任务错误和/或损坏机器人臂本身（例如，控制结构中的一个或多个中的断裂或断开）。

[0021] 机器人系统可包括路线规划机构，所述路线规划机构被配置成在启用/增加机器人臂的运动范围的同时减少碰撞/缠结。路线规划机构可包括用于容置和紧固外部部件的柔性防护物或导管（例如，可弯曲的软管或一组互锁且可移动的环形结构）。路线规划机构可提供以下益处：防止外部部件干扰（例如，碰撞、缠结）机器人臂以及在机器人臂的环境中的物体的各部分（例如，关节、连杆、末端执行器），和/或被所述各部分损坏。

[0022] 在一些实施方案中，路线规划机构可包括路线规划导管、滑动导管安装架和/或导管稳定安装架。路线规划导管可容置或包围外部部件。路线规划导管和所容置的部件可具有默认的形状/布置，所述默认的形状/布置被配置成适应末端执行器相对于连杆的移动。滑动导管安装架可沿着连杆中的一个安装路线规划导管，并且允许导管沿着对应的连杆移动，由此与连杆相比使路线规划导管保持相对恒定。在一些实施方案中，导管稳定安装架可包括环形结构，所述环形结构被配置成沿着机器人臂的一部分或在所述部分处将路线规划导管安装在相对恒定的方位，而不管臂的移动或姿势如何。在一些实施方案中，导管稳定安装架可被配置成允许导管的各部分滑动通过所述结构。通过在机器人臂的移动期间将路线规划导管始终保持在稳定方位，滑动导管安装架和导管稳定安装架可控制路线规划导管中的松弛量和/或位置。因此，路线规划机构可防止对机器人臂运动的运动的干扰，该干扰可能会限制其范围。即使在计划外的运动和无教示的场景中，路线规划机构也可使机器人臂

能够在防止由外部部件致使的任何阻碍或干扰的同时充分利用全运动范围。当机器人臂在紧密或有限的空间中操作时(例如,由于机器人臂的运动范围内的障碍物或阻碍),运动范围的保留提供了更多的优势。当机器人臂的移动受到限制时,需要更程度的移动性(例如,旋转范围)来实施任务(例如,码垛、拾取、抓握具有多个面的物体)。

[0023] 在下文中,阐述了众多具体细节以提供对本公开技术的彻底理解。在其他实施方案中,可在没有这些具体细节的情况下实践此处介绍的技术。在其他实例中,未详细描述诸如具体功能或例程等公知特征以便避免不必要地模糊本公开。在本描述中对“实施方案”、“一个实施方案”等的引用意味着所描述的特定特征、结构、材料或特性包括在本公开的至少一个实施方案中。因此,此类短语在本说明书中的出现不一定全都指代同一实施方案。另一方面,此类引用也不一定互相排斥。此外,特定特征、结构、材料或特性可以任何合适的方式组合在一个或多个实施方案中。

[0024] 应当理解,附图中示出的各种实施方案仅仅是说明性表示,并且不一定按比例绘制。此外,示出系统的实施方案的附图是半示意性的,并且不是按比例绘制的,并且特别地,尺寸中的一些是为了清楚起见而提供的,并且在附图中放大示出。类似地,虽然为了便于描述,附图中的视图总体上示出类似的取向,但是在图中的该描绘在大多数情况下是任意的。通常来说,本发明可在任何取向上进行操作。

[0025] 为了清楚起见,在下面的描述中没有阐述描述公知的并且通常与机器人系统和子系统相关联但是可能不必要地使所公开技术的一些重要方面模糊的结构或过程的几个细节。此外,虽然以下公开内容阐述了本技术的不同方面的几个实施方案,但是几个其他实施方案可具有与本节中所描述的配置或部件不同的配置或部件。因此,所公开的技术可具有带额外元件或不带下文描述的几个元件的其他实施方案。

[0026] 以下描述的本公开的许多实施方案或各方面可采取计算机或控制器可执行指令的形式,包括由可编程计算机或控制器执行的例程。相关领域的技术人员将了解,可在除了以下示出和描述的计算机或控制器系统之外的计算机或控制器系统上实践所公开的技术。本文描述的技术可体现在专用计算机或数据处理器中,所述专用计算机或数据处理器被具体编程、配置或构造成执行以下描述的计算机可执行指令中的一个或多个。因此,如本文通常使用的术语“计算机”和“控制器”是指任何数据处理器,并且可包括互联网器具和手持式装置(包括掌上计算机、可穿戴计算机、蜂窝或移动电话、多处理器系统、基于处理器的或可编程的消费型电子产品、网络计算机、小型计算机等)。由这些计算机和控制器处置的信息可呈现在任何合适的显示介质上,所述显示介质包括液晶显示器(LCD)。用于执行计算机或控制器可执行的任务的指令可存储在任何合适的计算机可读介质中或上面,所述计算机可读介质包括硬件、固件或硬件和固件的组合。指令可包含在任何合适的存储器装置中,所述存储器装置包括例如闪存盘、USB装置和/或其他合适的介质,包括有形非暂时性计算机可读介质。

[0027] 术语“联接”和“连接”以及它们的派生词在本文中可用于描述部件之间的结构关系。应当理解,这些术语并不意在作为彼此的同义词。而是,在特定实施方案中,“连接”可用于指示两个或更多个元件彼此直接接触。除非在上下文中另外变得明显,否则术语“联接”可用于指示两个或更多个元件彼此直接地或间接地(在它们之间有其他中间元件)接触,或者两个或更多个元件协作或彼此交互(例如,以因果关系进行交互,诸如用于信号传输/接

收或用于功能调用),或这两者。

[0028] 以下实施方案描述得足够详细,以使本领域的技术人员能够制作和使用本发明。应当理解,基于本公开,其他实施方案将是显而易见的,并且在不背离本发明的实施方案的范围的情况下,可进行系统、过程或机械改变。

#### [0029] 合适的环境

[0030] 图1是具有路线规划稳定机构的机器人系统100可在其中操作的示例环境的图解。机器人系统100的操作环境可包括被配置成执行一个或多个任务的一个或多个结构,诸如机器人或机器人装置。路线规划稳定机构的各方面可由各种结构来实践或实施。

[0031] 在图1中示出的示例中,机器人系统100可包括仓库、配送中心或运送枢纽中的卸载单元102、转移单元104、运输单元106、装载单元108或者它们的组合。机器人系统100中的单元中的每一个可被配置成执行一个或多个任务。可按顺序组合任务以执行达成目标的操作,例如从车辆(诸如,卡车、拖车、货车或轨道车)上卸载物体以存储在仓库中,或者从存储位置卸载物体并将它们装载到车辆上以便运送。在另一示例中,任务可包括将物体从一个位置(诸如,容器、箱、笼、篮、架子、平台、托盘或传送带)移动到另一位置。单元中的每一个可被配置成执行一系列动作(诸如,操作其中的一个或多个部件)以执行任务。

[0032] 在一些实施方案中,任务可包括与目标物体112的交互,诸如物体的操纵、移动、重新定向或其组合。目标物体112是将由机器人系统100处置的物体。更具体地,目标物体112可能是许多物体中属于机器人系统100的操作或任务的目标的具体物体。例如,目标物体112可能是机器人系统100已经选择或当前正在被处置、操纵、移动、重新定向或其组合的物体。作为示例,目标物体112可包括箱子、盒子、管子、包装、捆包、各式各样的单独物品或可由机器人系统100处置的任何其他物体。

[0033] 作为示例,任务可包括将目标物体112从物体源114转移到任务位置116。物体源114是用于存储物体的容器。物体源114可包括众多配置和形式。例如,物体源114可能是带或不带壁的平台,可在所述平台上放置或堆叠物体,诸如托盘、架子或传送带。另外,物体源114可能是具有壁或盖子的部分或完全封闭的容器(诸如,箱、笼或篮),物体可放置在所述容器中。在一些实施方案中,部分或完全封闭的物体源114的壁可能是透明的,或者可包括各种大小的开口或间隙,以使得包含在其中的物体的各部分可能通过壁是可见的或部分可见。

[0034] 图1示出了可由机器人系统100的各种单元执行来处置目标物体112的可能的功能和操作的示例,并且应当理解,环境和条件可与下文所述的环境和条件不同。例如,卸载单元102可能是车辆卸货机器人,所述车辆卸货机器人被配置成将目标物体112从运载工具(诸如,卡车)中的位置转移到传送带上的位置。而且,诸如码垛机器人的转移单元104可被配置成将目标物体112从传送带上的位置转移至运输单元106上的位置,诸如用于将目标物体112装载在运输单元106上的托盘上。在另一示例中,转移单元104可能是拾件机器人,所述拾件机器人被配置成将目标物体112从一个容器转移到另一容器。在完成操作时,运输单元106可将目标物体112从与转移单元104相关联的区域转移到与装载单元108相关联的区域,并且装载单元108可(诸如,通过移动承载目标物体112的托盘)将目标物体112从转移单元104转移到存储位置(诸如,架子上的位置)。下面描述了有关任务和相关联的动作的细节。

[0035] 出于说明性目的,在运送中心的背景下描述了机器人系统100;然而,应当理解,机器人系统100可被配置成在其他环境中/出于其他目的(诸如,用于制造、组装、打包、医疗保健或其他类型的自动化)执行任务。还应当理解,机器人系统100可包括图1中未示出的其他单元,诸如操纵器、服务机器人、模块化机器人等。例如,在一些实施方案中,机器人系统100可包括:卸垛单元,所述卸垛单元用于将物体从笼、推车或托盘转移到传送机或其他托盘上;容器切换单元,所述容器切换单元用于将物体从一个容器转移到另一容器;打包单元,所述包装单元用于包装物体;分拣单元,所述分拣单元用于根据物体的一个或多个特性对物体进行分组;拾件单元,所述拾件单元用于根据物体的一个或多个特性以不同方式操纵(诸如,分拣、分组和/或转移)物体;或它们的组合。

#### [0036] 机器人系统

[0037] 图2是示出根据本技术的一个或多个实施方案的机器人系统100的部件的框图。在一些实施方案中,例如,机器人系统100(例如,在上述单元或组件和/或机器人中的一个或多个处)可包括电子/电气装置,诸如一个或多个处理器202、一个或多个存储装置204、一个或多个通信装置206、一个或多个输入-输出装置208、一个或多个致动装置212、一个或多个运输马达214、一个或多个传感器216,或者它们的组合。各种装置可经由有线连接和/或无线连接彼此联接。例如,机器人系统100可包括总线,诸如系统总线、外围部件互连(PCI)总线或PCI-Express总线、HyperTransport或工业标准架构(ISA)总线、小型计算机系统接口(SCSI)总线、通用串行总线(USB)、IIC(I2C)总线或电气和电子工程师协会(IEEE)标准1394总线(也称为“火线”)。而且,例如,机器人系统100可包括桥接器、适配器、控制器或用于提供装置之间的有线连接的其他信号相关装置。无线连接可基于例如蜂窝通信协议(例如,3G、4G、LTE、6G等)、无线局域网(LAN)协议(例如,无线保真(WIFI))、对等或装置对装置通信协议(例如,蓝牙、近场通信(NFC)等)、物联网(IoT)协议(例如,NB-IoT、Zigbee、Z-wave、LTE-M等)和/或其他无线通信协议。

[0038] 处理器202可包括数据处理器(例如,中央处理单元(CPU)、专用计算机和/或车载服务器),所述数据处理器被配置成执行存储在存储装置204(例如,计算机存储器)上的指令(例如,软件指令)。处理器202可实施程序指令以控制其他装置/与其他装置介接,由此致使机器人系统100执行动作、任务和/或操作。

[0039] 存储装置204可包括上面存储有程序指令(例如,软件)的非暂时性计算机可读介质。存储装置204的一些示例可包括易失性存储器(例如,高速缓存和/或随机存取存储器(RAM))和/或非易失性存储器(例如,快闪存储器和/或磁盘驱动器)。存储装置204的其他示例可包括便携式存储器驱动器和/或云存储装置。

[0040] 在一些实施方案中,存储装置204可用于进一步存储主数据、处理结果和/或预定数据/阈值并提供对这些的访问。例如,存储装置204可存储主数据,所述主数据包括对可由机器人系统100操纵的物体(例如,箱子、盒子、容器和/或产品)的描述。在一个或多个实施方案中,主数据可包括预期将由机器人系统100操纵的物体的尺寸、形状(例如,用于潜在姿势的模板和/或用于辨识处于不同姿势的物体的计算机生成的模型)、质量/重量信息、颜色方案、图像、标识信息(例如,条形码、快速响应(QR)代码、徽标等,和/或它们的预期位置)、预期质量或重量或者它们的组合。在一些实施方案中,主数据可包括有关物体的操纵相关信息,诸如物体中的每一个上的质心位置、对应于一个或多个动作/操纵的预期的传感器测

量结果(例如,力、扭矩、压力和/或接触测量结果),或者它们的组合。机器人系统100可查找压力水平(例如,真空水平、抽吸水平等)、夹持/拾取区域(例如,要启动的真空夹具区域或排)以及用于控制转移机器人的其他存储的主数据。存储装置204还可存储物体跟踪数据。在一些实施方案中,物体跟踪数据可包括被扫描或操纵的物体的日志。在一些实施方案中,物体跟踪数据可包括在一个或多个位置(例如,指定的拾取或投放位置和/或输送带)处的物体的图像数据(例如,图片、点云、实时视频馈送等)。在一些实施方案中,物体跟踪数据可包括物体在一个或多个位置处的位置和/或取向。

[0041] 通信装置206可包括被配置成经由网络与外部装置或远程装置进行通信的电路。例如,通信装置206可包括接收器、发射器、调制器/解调器(调制解调器)、信号检测器、信号编码器/解码器、连接器端口、网卡等。通信装置206可被配置成根据一个或多个通信协议(例如,互联网协议(IP)、无线通信协议等)来发送、接收和/或处理电气信号。在一些实施方案中,机器人系统100可使用通信装置206在机器人系统100的单元之间交换信息和/或与机器人系统100外部的系统或装置交换信息(例如,用于报告、数据收集、分析和/或故障排除目的)。

[0042] 输入-输出装置208可包括被配置成向人类操作员传达信息和/或从人类操作员接收信息的用户接口装置。例如,输入-输出装置208可包括显示器210和/或用于将信息传达给人类操作员的其它输出装置(例如,扬声器、触觉电路或触觉反馈装置等)。而且,输入-输出装置208可包括控制或接收装置,诸如键盘、鼠标、触摸屏、传声器、用户接口(UI)传感器(例如,用于接收运动命令的相机)、可穿戴输入装置等。在一些实施方案中,机器人系统100可使用输入-输出装置208来在执行动作、任务、操作或它们的组合时与人类操作员交互。

[0043] 机器人系统100可包括在关节处连接以进行运动(例如,旋转位移和/或平移位移)的物理构件或结构构件(例如,机器人操纵臂)。所述结构构件和关节可形成动力链,所述动力链被配置成根据机器人系统100的使用/操作来操纵末端执行器(例如,夹具),所述末端执行器被配置成执行一个或多个任务(例如,夹持、自旋、焊接等)。机器人系统100可包括致动装置212(例如,马达、致动器、导线、人造肌肉、电活性聚合物等),所述致动装置被配置成绕对应关节或在对应关节处驱动或操纵(例如,移位和/或重新定向)结构构件。在一些实施方案中,机器人系统100可包括运输马达214,所述运输马达被配置成将对应的单元/底盘从一个地方运输到另一个地方。例如,致动装置212和运输马达连接至机器人臂、线性滑块或其他机器人部件或作为其一部分。机器人系统100可包括对应的连接,诸如用于电气或其他物理控制/信号通信(例如,导线、气动管线、承力缆线/结构、套筒、管子、缆线、软管)。

[0044] 传感器216可被配置成获得用于实施任务(诸如,用于操纵结构构件和/或用于运输机器人单元)的信息。传感器216可包括被配置成检测或测量机器人系统100的一个或多个物理属性(例如,一个或多个结构构件/其关节的状态、条件和/或位置)和/或周围环境的一个或多个物理属性的装置。传感器216的一些示例可包括接触传感器、接近传感器、加速度计、陀螺仪、力传感器、应变仪、扭矩传感器、方位编码器、压力传感器、真空传感器等。

[0045] 在一些实施方案中,例如,传感器216可包括被配置成检测周围环境的一个或多个成像装置222(例如,二维成像装置和/或三维成像装置)。成像装置可包括相机(包括视觉和/或红外相机)、激光雷达装置、雷达装置和/或其他测距或检测装置。成像装置222可生成检测到的环境的表征(诸如数字图像和/或点云),所述表征用于实施机器/计算机视觉(例

如,用于自动检查、机器人导引或其他机器人应用)。

[0046] 根据前文将明白,虽然本文中出于说明目的已经描述了本发明的具体实施方案,但是在不脱离本发明的范围的情况下可做出各种修改。因此,除受所附权利要求限制之外,本发明不受其他限制。

#### [0047] 机器人单元

[0048] 图3A和图3B是根据本技术的一个或多个实施方案的包括示例路线规划机构302的机器人单元300(例如,机器人臂)的侧视图。机器人单元300可在近端处包括基部306。基部306可包括控制电路(例如,图2的一个或多个处理器202),所述控制电路被配置成控制机器人单元300的移动并执行任务(例如,码垛、卸垛、拾取等)和/或对应的运动计划。在一些实施方案中,基部306可附接至支撑固定装置和/或与支撑固定装置一体地形成,该支撑固定装置将机器人单元300紧固或附连至操作环境,诸如地板或柱子。

[0049] 在一些实施方案中,可限定三维坐标系统以描述物体的位置、姿势、移动和/或平移。出于说明性目的,在图3A中示出坐标系统具有由在远端处的末端执行器322的一部分限定的原点,用于描述机器人单元300的相对位置和移动。因此,以下参考具有限定正交的横向/水平方向的X轴线和Y轴线以及限定竖直方向的Z轴线的坐标系统来描述机器人单元300的各种方面。此外,出于描述的目的,在图3A和图3B中示出的机器人单元300的形状(例如,其部分的相对布置)被称为参考姿势。

[0050] 机器人单元300可包括动力学地连接至基部306并由所述基部控制的一组结构和关节。例如,机器人臂可包括经由第一组关节304连接至基部306的第一连杆310。第一组关节304可被配置成旋转或移动第一连杆310,以绕所述轴线中的一个或多个旋转。第一连杆310可远离基部306延伸,并连接至与基部306相对的第二组关节308。第二组关节308可将第一连杆310连接至第二连杆316,并且被配置成使第二连杆316绕一个或多个轴线旋转。在一些实施方案中,第二组关节308可被配置成控制三维空间中第二连杆316相对于第一连杆310的取向或姿势和/或两个连杆之间的角度。

[0051] 第二连杆316和/或第二组关节308可包括扭转关节314,所述扭转关节被配置成使第二连杆316的远侧部分绕Z轴线旋转。换句话说,扭转关节314可使第二连杆316的远侧部分沿着螺旋轴线(例如,与第二连杆316的延伸取向共线的轴线/方向)旋转。第二组关节308可为第二连杆316提供6个自由度(6DOF)。

[0052] 与第二组关节308相对,第二连杆316可通过一组远侧关节连接至末端执行器322(例如,夹具)。所述一组远侧关节可被配置成使末端执行器322绕一个或多个轴线旋转。在一些实施方案中,所述一组远侧关节和/或扭转关节314可相对于第二连杆316为末端执行器322提供6DOF。例如,所述一组远侧关节可包括被配置成使末端执行器322绕轴线(例如,图3A和图3B中的坐标系统的X轴线)旋转的远侧角度关节318。远侧扭转关节320可能是允许末端执行器322绕其螺旋轴线(例如,用于参考姿势的Z轴线)旋转的回转关节或螺旋关节。

[0053] 对于参考姿势,末端执行器322可包括夹持接口/表面,所述夹持接口/表面正交于第二连杆316的扭转轴线或长度定向并且背对第二连杆316。远侧角度关节318可被配置成控制在夹持表面与第二连杆316之间形成的角度,并且远侧扭转关节320可被配置成使末端执行器322和/或夹持表面绕或围绕所述一组远侧关节的长度/扭转轴线旋转。因此,所述一组远侧关节可允许末端执行器322覆盖由X轴线、Y轴线和Z轴线跨越的三维平面。与基部

306、两个连杆、六个关节和末端执行器322一起，机器人单元300可覆盖大范围的运动，以定位末端执行器322。

[0054] 在一个或多个实施方案中，所述一组远侧关节可将远侧连杆（例如，第二连杆316）直接附接至末端执行器322。在其他实施方案中，偏置连杆可将末端执行器322连接至所述一组远侧关节。当机器人单元300处于参考姿势时，偏置连杆可沿着正交于第二连杆316的方向延伸，由此将末端执行器322或其一部分（例如，校准板324）与所述一组远侧关节的扭转轴线分开达一定的间隔长度。偏置连杆可刚性地或可旋转地连接至末端执行器322（例如，在其顶部处）。偏置连杆可与第二连杆316相对附接至所述一组远侧关节。

[0055] 末端执行器322可由用于夹持物体（例如，图1的目标物体112）的夹具或工具组成。所用夹具或工具的类型可包括指状/捏紧夹具、真空夹具、电磁体和/或液压夹具。一旦末端执行器322保持或抓握物体，机器人单元300就可移动以将保持的物体转移到期望的位置。在一些实施方案中，末端执行器322可包括校准板324，机器人单元300可使用所述校准板来校准末端执行器322在三维空间中的方位。

[0056] 路线规划机构302可附接至第二连杆316，并且被配置成维持外部部件（例如，控制连接件）跨越连杆和/或末端执行器的移动沿着预定路径。路线规划机构302可容置并紧固从基部306、第一连杆310和/或第二连杆316延伸至末端执行器322的外部部件（例如，导线、气分管线/软管、管子、缆线、套筒、承力缆线/结构）。例如，路线规划机构302可包围并附连用于操作夹具的控制连接件，诸如抓握和释放目标物体112。

[0057] 外部部件可沿着机器人单元300的一组连杆和/或关节延伸。为此，当机器人单元300在没有路线规划机构302的情况下运用其移动范围时，外部部件可能与连杆、关节、基部306、末端执行器322和/或其他内部或外部结构中的一个或多个碰撞或缠结。此类碰撞和缠结可能会干扰机器人单元300的操作，从而致使任务错误和/或对机器人单元300的损坏。例如，碰撞和缠结可能会使控制结构断裂或断开。作为另一示例，当连杆跨三维空间移动以转移物体时，外部部件可能会与机器人单元300环境中的物体（诸如，箱子或容器）发生碰撞。而且，在没有路线规划机构的情况下，机器人单元300的运动范围/顺序可能需要限制以避免此类碰撞和缠结，由此减小范围或改变原本可及的工作空间的形状。

[0058] 路线规划机构302可实时地重新定位（诸如，通过在三维空间中重塑或重新布置）外部部件，以适应机器人单元300的移动或姿势。换句话说，路线规划机构302可将外部部件保持在相对于机器人单元300的连杆和/或关节的方位的稳定或预定范围内。因此，路线规划机构302可防止外部部件与非预期结构碰撞或缠结。通过减少碰撞/缠结事件，即使对于计划外的运动和/或无教示的应用，路线规划机构302也可增加机器人单元300的运动范围。通过保留全机械运动范围，机器人单元300可以六个自由度运用全移动范围。当机器人单元300在紧密、狭窄或有限的空间中执行任务时（诸如，由于在全运动范围内存在障碍物或阻碍），这可提供更多的优势。

[0059] 路线规划机构

[0060] 图4是根据本技术的一个或多个实施方案的用于图1的机器人系统的路线规划机构302的平面视图。路线规划机构302可包括路线规划导管402。路线规划导管402可能是柔性壳体结构，诸如金属导管和/或非金属（例如，PVC、橡胶、塑料）管件/套筒。路线规划导管402可被配置成容置或至少部分地包围外部部件403（例如，位于机器人单元300的连杆和/

或关节外部的空气/真空管、电力缆线或其组合)。例如,外部部件403可包括控制连接件,所述控制连接件连接至末端执行器322并且被配置成提供用于操作末端执行器322的控制信号。外部部件403可包括:软管,所述软管被配置成向末端执行器322上的吸盘提供或中继真空力;电导线,所述电导线被配置成向末端执行器322上的致动器提供启动信号;等等。因此,路线规划导管402可提供用于固持和/或引导外部部件403的覆盖物和/或容器。路线规划导管402可与外部部件403一起沿着第二连杆316的长度的至少一部分延伸,延伸跨过一组或多组关节,和/或延伸至末端执行器322。

[0061] 路线规划机构302可包括一个或多个结构部件,所述一个或多个结构部件被配置成将路线规划导管402紧固至机器人单元300。在一些实施方案中,路线规划机构302可包括诸如引导托架404和406的连接件,所述连接件可刚性地附接至机器人单元300(例如,在其连杆和/或关节上的预定位置处)。引导托架404和406可经由对应的关节(例如,球窝关节)附接至机器人单元300,所述关节为托架提供相对于机器人单元300的预定或有限的运动范围。

[0062] 引导托架404和406中的一个或多个可包围或环绕路线规划导管402而没有附接至所述路线规划导管(例如,经由环形形状)。因此,此类引导托架404和/或406可允许路线规划导管402沿着可预测的路径/方向通过、滑动和/或贯穿。引导托架404和406可被配置成控制路线规划导管402在距对应关节的阈值距离处或阈值距离内的位置。

[0063] 作为说明性示例,引导托架404可在其近端附接至第二连杆316,和/或可将路线规划导管402保持在相对于图3A的第二组关节308的固定方位。引导托架406可在引导托架404与远端之间附接至第二连杆316。而且,引导托架406可附接得更靠近第二连杆316的近侧部分和/或邻近扭转关节314。因此,当剩余远侧部分绕一个或多个对应关节移动时,诸如当第二连杆316的远侧部分绕螺旋轴线扭转时,引导托架406可允许路线规划导管402或其松弛部分滑动通过。通过允许路线规划导管402滑动通过引导托架406,所述引导托架可保持或引导路线规划导管402在机器人单元300的移动期间绕已知/固定点或路径(例如,第一连杆和第二连杆)移动。引导托架404和/或406可在绕对应关节移动期间,防止路线规划导管402与机器人单元300的连杆或关节或机器人单元300的工作空间中的其他物体意外地碰撞或缠结。

[0064] 在一些实施方案中,路线规划机构302可包括导管稳定安装架408。导管稳定安装架408可被配置成在远端处或附近(例如,在臂的远侧5%至50%部分内)附接至机器人单元300的结构构件(例如,第二连杆316和/或所述一组远侧关节)。导管稳定安装架408可包括为一组导管引导机构(例如,托架、引导件等)提供基准或参考的结构。在一些实施方案中,导管稳定安装架408可具有以小于180度的角度远离彼此延伸的第一突出部(例如,线性部分)420和第二突出部(例如,线性部分)422。

[0065] 导管稳定安装架408可附接至可枢转的托架410,所述托架被配置成引导路线规划导管402。例如,可枢转托架410可环绕或包围路线规划导管402(例如,通过具有环形形状)而无需直接附接至所述路线规划导管,因此允许路线规划导管402在相对于末端执行器322和/或第二连杆316的已知或固定位置处通过。可枢转托架410可附接至第二线性部分422的端部,并且与第二线性部分422大体共线地延伸。可枢转托架410可以可旋转地附接至第二线性部分422,并且被配置成绕与第二线性部分422共线的轴线旋转或枢转(例如,贯通开

口)。在一些实施方案中,可枢转托架410可被配置成沿着多个轴线(诸如,经由球窝关节)枢转。可枢转托架410可枢转以调整路线规划导管402在远端附近的取向和定位,以应对绕所述一组远侧关节的移动。在末端执行器322绕所述一组远侧关节移动或旋转时,可枢转托架410还可允许路线规划导管402自由滑动通过。

[0066] 第一线性部分420可在其远侧部分处包括引导开口424。引导开口424可至少部分地包围路线规划导管402,而无需直接附接或附连至所述路线规划导管。引导开口424可具有固定取向(例如,正交于第一线性部分420的长度)。引导开口424可被配置成导引路线规划导管402的最靠近末端执行器322的部分沿着相对于末端执行器322、第二连杆316和/或所述一组远侧关节是固定的路径移动。

[0067] 因此,导管稳定安装架408可提供用于路线规划导管402的路径,所述路径在相对于机器人单元300或其预定部分(例如,引导位置)的方位或距离上相对恒定。可枢转托架410可防止路线规划导管402与机器人单元300周围的环境中的末端执行器322、夹具、校准板324、连杆或其他物体意外接触。与常规或固定轨迹相反,机器人系统100可基于带有导管稳定安装架408的路线规划机构302实施或利用无教示运动计划,所述计划可在维持路线规划导管402的稳定方位的同时利用机器人单元300可能的全物理运动范围。

[0068] 在一些实施方案中,路线规划机构302可包括滑动导管安装架412。滑动导管安装架412可附接至机器人单元300的结构构件,诸如第二连杆316。滑动导管安装架412可从末端执行器322附接跨过所述一组远侧关节,诸如在引导托架406与可枢转托架410之间。滑动导管安装架412可包括附接在一端上的引导托架418(例如,位于连杆的远侧部分处或上方的固定托架),所述引导托架可沿着绕所述一组远侧关节的相对固定的路径保持和引导路线规划导管402。

[0069] 滑动导管安装架412可包括通过轨道机构416附接至滑动导管安装架412的滑动托架414。滑动托架414可固定(例如,附接或夹紧)至路线规划导管402的某一部分或方位,以使得防止路线规划导管402自由滑动通过滑动托架414。轨道机构416(例如,一组平行轨道)可平行于第二连杆316的长度延伸,并且引导托架418可被配置成沿着轨道机构416线性地移动或滑动。滑动导管安装架412可被偏置(例如,经由在轨道机构416处或联接至所述轨道机构的弹簧加载机构),以将引导托架418返回至默认方位,诸如轨道机构416的近端(例如,其最靠近引导托架406的部分)。在机器人单元300的运动期间,路线规划导管402或其附接至滑动导管安装架412的部分可沿着第二连杆316遍历预定线性路径或限于所述预定线性路径。例如,当机器人单元300的各种关节旋转并致使连杆和/或末端执行器322改变方位时,滑动托架414可遍历轨道机构416的长度的至少一部分以馈送和缩回路线规划导管402。滑动托架414还可控制路线规划导管402中的松弛部的位置,诸如远离所述一组远侧关节和/或在第二组关节308与滑动托架414之间的位置。

[0070] 包括滑动导管安装架412和导管稳定安装架408的路线规划机构302可提供路线规划导管402与机器人单元300的稳健附接。导管稳定安装架408和滑动导管安装架412可通过控制路线规划导管402中的松弛量和/或松弛位置并始终将其保持在稳定方位来保留和/或增加机器人单元300的运动范围。更具体地,当机器人单元300正在移动时,导管稳定安装架408和滑动导管安装架412可将路线规划导管402保持在相对于结构构件的恒定方位和距离,这可防止干扰和碰撞。此外,导管稳定安装架408和滑动导管安装架412可减少托架所在

的路线规划导管402的连接点上的疲劳,这可在出现故障或需要修理之前延长路线规划导管的使用寿命。

[0071] 图5是根据本技术的一个或多个实施方案的示例配置的机器人单元300的侧视图。所述示例配置可对应于绕第二组关节308和/或远侧角度关节318旋转的连杆。绕关节的旋转可能会改变毗连的连杆之间的角度以及围绕关节的有效行进距离。当有效行进距离增加时,诸如当毗连的连杆的角度超过180度时,图4的沿着两个连杆延伸的外部部件403可变得已教示已知。对于图5中示出的示例,扭转关节314和/或远侧扭转关节320可旋转以致使外部部件403和路线规划导管402绕第二连杆316进一步缠绕(例如,通过增加匝数或转度)。而且,远侧角度关节318可使末端执行器322旋转,以增加外部部件的行进距离。因此,由于使机器人单元300移动以跨不断改变的行进距离维持与末端执行器322的连接,外部部件403或其各部分可相对于连杆/关节移动。为了适应该移动,可能需要控制或调整路线规划导管402和外部部件中的松弛量和松弛位置。

[0072] 滑动导管安装架412可响应于第二连杆316相对于第一连杆310的方位改变而控制路线规划导管402中的松弛量和/或位置。滑动托架414可在绕关节的移动期间使路线规划导管402以及其中的外部部件403沿着平行于第二连杆316的线性路径移动的同时,实时地朝向远端遍历轨道机构416的长度的至少一部分。在路线规划导管402缩回时,路线规划导管402在引导托架404和/或406之间的部分(例如,松弛部分)可通过、滑动和/或延伸通过第二连杆316的近端并远离所述近端移动。因此,路线规划导管402在引导托架404与406之间的松弛量可减少。通过调整路线规划导管402,在第二连杆316和/或末端执行器322绕关节移动时,滑动导管安装架412可保持路线规划导管402沿恒定路径,并且保持在距结构构件(例如,两个连杆、第二组关节308、末端执行器322)的预定距离内。此类控制可防止外部部件403与机器人单元300的结构构件的干扰和碰撞,以及当第二组关节308正在移动时对外部部件403本身的损坏。

[0073] 导管稳定安装架408还可响应于移动和行进距离的改变而控制路线规划导管402的方位/形状。可枢转托架410可与第二连杆316和/或末端执行器322的移动一起实时绕多个轴线旋转或枢转。因此,可枢转托架410可使路线规划导管402绕参考位置(例如,可枢转托架410与导管稳定安装架408的附接位置)的行进路径维持恒定。如图5中所示,在末端执行器322与第二连杆316的远端之间的行进距离改变时,可枢转托架410可枢转或旋转以允许路线规划导管402自由地滑动通过。导管稳定安装架408因此可在机器人单元300的移动期间保持路线规划导管402远离结构构件(例如,第二连杆316、所述一组远侧关节、末端执行器322)。

[0074] 图6A至图6H是根据本技术的一个或多个实施方案的路线规划机构302的一部分的旋转视图。图6A至图6H从不同的视角/角度示出了路线规划机构302。例如,图6A至图6H可对应于使视点绕Z轴线连续旋转45度。

[0075] 现在一起参考图6A至图6H,引导托架404可连接在第二组关节308的顶部或顶部附近。引导托架406可连接在第二连杆316的近侧一半处或之内。

[0076] 在一些实施方案中,路线规划导管402可在引导托架404与406之间具有松弛部分601(例如,被配置成应对行进距离的改变的部分)。松弛部分601可基于滑动导管安装架412(例如,经由其中的弹簧载荷或其他默认偏置机构)维持在预定区域处或之内,诸如在第二

连杆316的顶部/远侧部分之内。当有关图4的外部部件403的行进距离小于其实际长度时,诸如当机器人单元300处于参考姿势时,松弛部分601可从第二连杆316部分地远离延伸或绕开。当行进距离增加时,路线规划导管402在引导托架404与406之间的松弛量和/或位置可能改变。例如,松弛部分601的突出量可根据机器人单元300的移动和行进距离的改变而改变。通过将松弛部分601维持在预定区域内和/或远离末端执行器322,路线规划机构302可防止路线规划导管402和外部部件403意外地与其他物体或结构碰撞或缠结。

[0077] 在一些实施方案中,路线规划机构302可被配置成维持路线规划导管402和外部部件的总体线性和/或螺线/螺旋形状或姿势。第二连杆316经由扭转关节314的旋转可致使引导托架404和406的相对定位/对准改变,由此致使路线规划导管402的对应区段围绕第二连杆316和/或扭转关节314缠绕或呈螺旋形。滑动导管安装架412可为路线规划导管402的在引导托架406与418之间的区段维持线性姿势。路线规划导管402从引导托架418向下延伸,并且然后向上弯曲以形成“U形”,然后延伸通过可枢转托架410。U形部分可经由可旋转地附接或固定至所述一组远侧关节的引导托架602(例如,远侧关节托架)相对于所述一组远侧关节固定。路线规划导管402可沿着动力学链通过、滑动和/或延伸通过位于末端执行器322与引导托架418之间的引导托架602。因此,引导托架602可位于“U形”的底部并维持“U形”,所述“U形”可用于在维持有关路线规划导管402的已知行进路径的同时进一步适应绕所述一组远侧关节的行进距离的改变。例如,“U形”的顶部之间的间隔可根据绕所述一组远侧关节的移动而加宽、变窄和/或远离所述一组远侧关节移动,但是可保留托架之间的总体形状。

[0078] 基于可枢转托架410和引导开口424的相对位置/取向,路线规划导管402的对应部分可弯曲并远离U形部分延伸(例如,横向和/或向下)。可枢转托架410和引导开口424可维持路线规划导管402的总体上相对于末端执行器322固定的远侧部分的姿势。因此,路线规划机构302可减小或移除由机器人单元300的移动在外部部件403与末端执行器322之间的连接上致使的应力。因此,路线规划机构302还可减少或防止外部部件403与末端执行器322的应力相关断裂或断开。

[0079] 路线规划导管402可经由终端托架604附接和/或固定至末端执行器322。终端托架604可附接至末端执行器322。终端托架604还可将路线规划导管402的远端固定至末端执行器322,诸如在远离校准板324的位置处。当末端执行器322相对于第二连杆316移动时,终端托架604可维持路线规划导管402的形状或姿势(例如,图6F至图6H中示出的曲线)。路线规划导管402的远侧部分中的弯曲可表示路线规划导管402中的松弛部,所述松弛部可位于导管稳定安装架408与末端执行器322之间。基于终端托架604的固定取向,所述弯曲可远离末端执行器322突出。当所述一组远侧关节旋转时,路线规划导管402的终端部分中的弯曲可改变形状和/或位置。例如,“C形”的端部之间的距离可根据移动而变宽、变窄或远离末端执行器322移动,同时维持松弛部分远离末端执行器322以防止碰撞和缠结。

[0080] 图7A至图7C是根据本技术的一个或多个实施方案的路线规划机构302的详细视图(例如,有关终端或远侧部分)。图7A至图7C可从绕Z轴连续旋转的不同视角示出路线规划机构302。

[0081] 一起参考图7A至图7C,路线规划机构302可引导图4的路线规划导管402和外部部件403从引导托架418朝向远侧方向(例如,向下)移动,然后如上所述经由引导托架602沿正

交方向(例如,横向)移动。末端执行器322相对于第二连杆316的移动可使可枢转托架410相对于引导托架602移动至不同的位置。因此,路线规划导管402的在引导托架602与可枢转托架410之间的第一区段的姿势可相对于在引导托架602与418之间的第二部分改变。跨不断改变的相对姿势,路线规划机构302可将路线规划导管402维持在相对于机器人单元300的结构部件(例如,连杆和关节)的预定区域或距离内。

#### [0082] 导管稳定安装架

[0083] 图8A至图8H是根据本技术的一个或多个实施方案的示例导管稳定安装架的详细视图。图8A至图8H可从不同的视角/角度示出导管稳定安装架408。

[0084] 导管稳定安装架408可被配置成(例如,经由紧固件、螺钉、螺母、螺栓、铆钉、钉子和/或安装架)附接至机器人单元300的结构构件,诸如第二连杆316和/或所述一组远侧关节。在一些实施方案中,导管稳定安装架408可包括平面框架802,所述平面框架具有限定以小于180度的角度远离彼此延伸的第一线性部分420和第二线性部分422的形状(例如,“V”形状)。平面框架802可与沿着正交方向远离平面框架802延伸的托架接口部分804成一体。例如,平面框架802可跨z-y平面延伸,并且托架接口部分804可沿x轴线延伸。

[0085] 可枢转托架410可(例如,经由紧固件、螺钉、螺母、螺栓、铆钉、钉子和/或安装架)附接至托架接口部分804的顶表面。可枢转托架410可与第二线性部分422总体共线地延伸,并且具有与第二线性部分422平行和/或正交于托架接口部分804的扭转轴线806。在一些实施方案中,可枢转托架410还可被配置成绕附接关节808(例如,经由球窝关节)沿着多个轴线枢转。换句话说,扭转轴线806可在第一阈值范围810内跨第一平面811(例如,y-z平面)和在第二阈值范围812内跨第二平面813(x-z平面)绕附接关节808倾斜或回转。第一平面811和第一阈值范围801可正交于第二平面813和第二阈值范围812。

[0086] 在第一线性部分420处,平面框架802可附接至限定引导开口424的引导突出部824或与所述引导突出部成一体。引导突出部824可沿着正交方向(例如,沿着x轴线)远离平面框架802延伸。引导开口424可具有固定的取向。例如,引导开口424可正交于第一线性部分420的长度。引导开口424可被配置成导引路线规划导管402的最靠近末端执行器322的部分沿着相对于末端执行器322、第二连杆316和/或所述一组远侧关节是固定的路径移动。

#### [0087] 滑动导管安装架

[0088] 图9A至图9D是根据本技术的一个或多个实施方案的示例滑动安装架(例如,滑动导管安装架412)的详细视图。图9A至图9D可从不同的视角/角度示出滑动导管安装架412。例如,图9A至图9D可对应于有或没有将路线规划导管412附接至滑动导管安装架412的连续旋转的视点。

[0089] 滑动导管安装架412可被配置成(例如,经由紧固件、螺钉、螺母、螺栓、铆钉、钉子和/或安装架)附接至机器人单元300的结构构件,诸如第二连杆316。滑动导管安装架412可包括在如图9A至图9D中示出的顶端处或顶端附近的滑动托架414。滑动托架414可通过轨道机构416附接至滑动导管安装架412。

[0090] 轨道机构416可以是平行于第二连杆316的长度延伸的一组平行轨道。在一些实施方案中,轨道机构416可包括一组平行轨道(例如,用于双轨道机构的两个轨道),诸如轨道902和904。滑动托架414可被配置成沿着轨道机构416线性地移动或滑动。轨道机构416可被偏置以将滑动托架414带回到默认方位,诸如如图9A至图9D中示出的轨道机构416的顶部

(即,轨道机构416的近端)。当机器人单元300运动时,滑动托架414可允许路线规划导管402沿着第二连杆316沿着预定的或已知的路径/点线性地移动或滑动。例如,当机器人单元300的各种关节正在旋转并且致使连杆和/或末端执行器322改变取向和/或方位时,滑动托架414可上下遍历图9A至图9D中的轨道机构416,以馈送和缩回路线规划导管402。滑动托架414还可控制路线规划导管402中的松弛量或松弛位置。例如,滑动托架414可增加或减少沿第二连杆316的路线规划导管402的松弛量。滑动托架414还可使路线规划导管402的松弛部远离第二连杆316和/或所述一组远侧关节移动。

[0091] 滑动导管安装架412可包括在如图9A至图9D中示出的底端处或底端附近的引导托架418。引导托架418可允许路线规划导管402通过、滑动和/或延伸至机器人单元300的远端。引导托架418还可以保持并引导路线规划导管402绕所述一组远侧关节沿着相对固定的路径。

[0092] 图10是根据本技术的一个或多个实施方案的用于组装机器人系统(例如,图1的机器人系统100或其一部分,诸如图3A的机器人单元300)的示例流程图1000。例如,流程图1000可用于组装图3A的机器人单元300和/或路线规划机构302。

[0093] 在框1002处,外部部件可至少部分地被图4的路线规划导管402包围。例如,图4的外部部件403可诸如通过套筒放置在路线规划导管402内部。因此,路线规划导管402可沿着图3A的第二连杆316的长度的至少一部分延伸,延伸跨过所述一组远侧关节,和/或延伸至图3A的末端执行器322。

[0094] 在框1004处,可沿着第二连杆316的长度提供用于外部部件403的线性路径。例如,线性路径可由图4的滑动导管安装架412提供。在框1012处,提供滑动导管安装架412可包括将滑动导管安装架412联接(例如,附接)至第二连杆316和/或路线规划导管402。在一些实施方案中,图4的轨道机构416可平行于第二连杆316附接并且平行于第二连杆316的长度定向。图4的滑动托架414可附接至路线规划导管402的一部分。滑动托架414可联接至轨道机构416,并且被配置成沿着轨道机构416滑动,由此为路线规划导管402的附接部分提供线性路径。因此,滑动导管安装架412可调整和维持路线规划导管402跨第二连杆316和/或末端执行器322的移动/在其移动期间沿着线性路径。在框1014处,可将偏置力施加到路线规划导管402(例如,经由滑动导管安装架412并且通过路线规划导管402的附接部分)。例如,滑动导管安装架412可包括偏置机构(例如,弹簧加载机构),所述偏置机构沿着第二连杆316的长度并且远离末端执行器322提供恒定的力。因此,滑动导管安装架412可维持路线规划导管412的附接部分和/或路线规划导管412中的任何松弛部远离末端执行器322。

[0095] 在框1006处,可提供一组引导位置。可通过将引导托架418、410、602和/或604附接至第二连杆316、所述一组远侧关节和/或末端执行器322来提供所述一组引导位置。所述一组引导位置可被配置成作为一组与图4的引导开口424一起操作,以控制路线规划导管402的姿势在距第二连杆316、所述一组远侧关节和/或末端执行器322上的一个或多个对应位置(例如,附接点)的阈值距离处或阈值距离之内。因此,路线规划导管402和其中的外部部件403可穿过托架418、410、602和/或604、引导开口424等放置。在终端处,路线规划导管402和/或外部部件403可连接至末端执行器322。

[0096] 图11是根据本技术的一个或多个实施方案的用于操作机器人系统(例如,图1的机器人系统100或其一部分,诸如图3A和图3B的机器人单元300和/或图3A和图3B的路线规划

机构302)的示例流程图1100。流程图1100可对应于路线规划机构302跨图3A的第二连杆316和/或图3A的末端执行器322的移动/在它们的移动期间调整图4的路线规划导管402和图4的在其中的外部部件403。

[0097] 在框1102处,可使图3A的末端执行器(例如,末端执行器322)和/或连杆(例如,第二连杆316)移动,以便实施任务。连杆和/或末端执行器的移动可改变连杆和末端执行器相对于彼此的姿势。改变姿势可改变外部部件的行进距离,诸如在围绕所述一组远侧关节延伸时。

[0098] 在框1104处,可响应于行进距离的改变而沿着线性路径引导导管。例如,可沿着与图4的滑动导管安装架412相关联的线性路径引导图4的路线规划导管402的附接部分。当行进距离增加时,附接部分可沿着动力学链朝向末端执行器322移动。当行进距离减小时,诸如在框1112处所示,导管的附接部分可基于所施加的偏置力而朝向默认方位/姿势返回。

[0099] 在框1106处,可沿着一组贯通位置引导导管。可使路线规划导管402移动通过引导托架418、410、602和/或604、引导开口424等。如上所述,可围绕所述一组远侧关节沿着预定路径维持路线规划导管402(例如,在距对应位置的阈值距离内)。

[0100] 示例

[0101] 在以下附加示例中阐述了本技术的几个方面:

[0102] 1. 一种机器人系统,其包括:

[0103] 机器人单元,其包括:

[0104] 基部,

[0105] 连杆,所述连杆动力学地联接至所述基部,

[0106] 末端执行器,所述末端执行器经由一组关节连接至所述连杆的远端,

[0107] 外部部件,所述外部部件沿着所述连杆延伸并且连接至所述末端执行器;以及

[0108] 路线规划机构,所述路线规划机构连接至所述机器人单元,并且被配置成维持所述外部部件跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动沿着预定路径,所述路线规划机构包括--

[0109] 路线规划导管,所述路线规划导管大体上沿着所述连杆延伸,延伸跨过所述一组关节,并且延伸至所述末端执行器,其中所述路线规划导管至少部分地包围所述外部部件,

[0110] 滑动导管安装架,所述滑动导管安装架具有连接至轨道机构的滑动托架,其中

[0111] 所述滑动托架附连至所述路线规划导管的一部分,并且被配置成基于所述轨道机构而沿着线性路径移动,

[0112] 所述线性路径平行于所述连杆的长度,以及

[0113] 一组引导托架,所述一组引导托架至少部分地包围所述路线规划导管,并且沿着所述机器人单元的动力学链而位于所述滑动导管安装架与所述末端执行器之间。

[0114] 2. 如示例1所述的系统,其中:

[0115] 所述路线规划导管和所述外部部件各自具有一定长度,所述长度对应于围绕布置成阈值姿势的所述连杆和所述末端执行器测量的最大行进距离;并且

[0116] 所述滑动导管安装架被偏置以使所述滑动托架远离所述连杆的所述远端返回,并且维持所述路线规划导管的松弛部分远离所述末端执行器,其中所述松弛部分对应于所述最大行进距离与所述连杆和/或所述末端执行器的当前姿势的当前行进距离之间的差。

[0117] 3. 如示例1至2所述的系统, 其还包括:

[0118] 扭转关节, 所述扭转关节动力学地联接在所述基部与所述连杆之间, 其中所述扭转关节被配置成使所述连杆沿着延伸通过所述连杆的中心部分的扭转轴线并且沿着所述连杆的所述长度旋转, 其中

[0119] 所述滑动导管安装架在所述扭转关节与所述末端执行器之间附接至所述连杆; 并且

[0120] 所述松弛部分延伸跨过所述扭转关节。

[0121] 4. 如示例1至3所述的系统, 其中所述一组引导托架环绕所述路线规划导管而不直接附接至所述路线规划导管, 以将所述路线规划导管维持在距所述连杆和/或所述一组关节的预定距离内。

[0122] 5. 如示例1至4所述的系统, 其中所述一组引导托架被配置成使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲。

[0123] 6. 如示例1至5所述的系统, 其还包括:

[0124] 导管稳定安装架, 所述导管稳定安装架附接至所述末端执行器和/或所述一组关节中的一个或多个结构, 所述导管稳定安装架被配置成为控制所述路线规划导管跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动的姿势提供基准, 所述导管稳定安装架具有以小于180度的角度远离彼此延伸的第一突出部和第二突出部。

[0125] 7. 如示例1至6所述的系统, 其中所述一组引导托架包括:

[0126] 固定托架, 所述固定托架位于所述连杆的远侧一半处或上方; 以及

[0127] 可枢转托架, 所述可枢转托架附接至所述导管稳定安装架, 并且沿着所述动力学链跨所述一组关节与所述固定托架相对, 所述可枢转托架被配置成围绕扭转轴线枢转, 其中

[0128] 所述固定托架和所述可枢转托架被配置成基于所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向而使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲。

[0129] 8. 如示例1至7所述的系统, 其中所述一组引导托架包括远侧关节托架, 所述远侧关节托架附接至所述一组关节中的结构并且在所述固定托架与所述可枢转托架之间, 其中所述远侧关节托架被配置成将所述导管稳定安装架维持在相对于所述一组关节的预定位置处或附近, 而不管所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向如何。

[0130] 9. 如示例1至8所述的系统, 其中:

[0131] 所述一组引导托架包括附接至所述第二突出部的可枢转托架; 并且

[0132] 所述导管稳定安装架包括附接至所述第一突出部的端部和/或与所述端部成一体的引导开口, 其中

[0133] 所述固定托架和所述可枢转托架被配置成使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节并且朝向所述末端执行器弯曲。

[0134] 10. 如示例1至9所述的系统, 其中:

[0135] 所述一组引导托架包括附接在距所述末端执行器的预定距离处或之内的终端托架, 所述终端托架附接至所述路线规划导管的从所述终端托架延伸至所述末端执行器的远侧部分, 并且被配置成以相对于所述末端执行器的恒定姿势固定所述远侧部分; 并且

[0136] 所述终端托架和所述引导开口被配置成保持所述路线规划导管远离所述末端执

行器延伸,并且使所述路线规划导管至少部分地围绕所述一组关节弯曲,而不管所述连杆与所述末端执行器之间的相对取向如何。

[0137] 11.一种路线规划装置,所述路线规划装置被配置成控制延伸至末端执行器的一组连接件的姿势,所述连接路线规划机构包括:

[0138] 路线规划导管,所述路线规划导管被配置成至少部分地包围所述一组连接器,并且大体上平行于所述一组连接器延伸;

[0139] 滑动导管安装架,所述滑动导管安装架被配置成响应于所述末端执行器的移动而提供所述路线规划导管遍历的线性路径;以及

[0140] 一组引导托架,所述一组引导托架至少部分地包围所述路线规划导管,并且沿着与所述末端执行器相关联的动力学链位于所述滑动导管安装架与所述末端执行器之间。

[0141] 12.如示例11所述的路线规划装置,其中:

[0142] 所述路线规划装置被配置成跨所述末端执行器相对于连杆的移动控制所述一组连接器相对于所述连杆、将所述连杆连接至所述末端执行器的一组关节、所述末端执行器或它们的组合的姿势;并且

[0143] 所述一组引导托架被配置成维持所述路线规划导管绕所述一组关节处于或者通过一个或多个预定位置。

[0144] 13.如示例11至12所述的路线规划装置,其中所述路线规划导管、所述滑动导管安装架和所述一组引导托架被配置成针对无教示机器人系统中机器人臂的移动和/或针对计划外的运动为所述一组连接件提供预定路径,其中所述机器人臂对应于所述动力学链。

[0145] 14.如示例11至13所述的路线规划装置,其中所述一组引导托架包括可枢转托架,所述可枢转托架被配置成围绕扭转轴线枢转,以便控制所述路线规划导管的形状,并且在所述末端执行器相对于所述连杆的所述移动期间为所述路线规划导管提供贯通位置。

[0146] 15.如示例11至14所述的路线规划装置,其中所述一组引导托架包括:第一托架,所述第一托架相对于所述连杆是固定的;以及第二托架,所述第二托架附接至所述一组关节中的结构;以及第三托架,所述第三托架沿着所述动力学链与所述一组关节相对。

[0147] 16.如示例11至15所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被配置成沿着所述线性路径并远离所述末端执行器在所述路线规划导管上提供力,以将所述路线规划导管或其中的任何松弛部拉离所述末端执行器。

[0148] 17.如示例11至16所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被定位成跨所述一组引导托架与所述末端执行器相对。

[0149] 18.如示例11至17所述的路线规划装置,其中所述滑动导管安装架被配置成跨或绕扭转关节维持所述路线规划导管中的任何松弛,所述扭转关节被配置成使所述连杆围绕平行于所述连杆的所述长度延伸的扭转轴线枢转。

[0150] 19.一种组装用于机器人系统中的成组连接件的路线规划装置的方法,所述方法包括:

[0151] 利用路线规划导管至少部分地包围一组连接件,所述路线规划导管沿着连杆延伸,延伸跨过一组关节,并且延伸至所述机器人系统的末端执行器;

[0152] 提供沿着所述连杆的长度的至少一部分的线性路径,以跨所述连杆和/或所述末端执行器的移动调整所述路线规划导管;

[0153] 沿着所述连杆的所述长度并且远离所述末端执行器在所述路线规划导管上提供恒定力,以维持所述路线规划导管或其中的任何松弛部远离所述末端执行器;以及

[0154] 在所述线性路径与所述末端执行器之间提供一组引导位置,所述一组引导位置用于将所述路线规划导管维持在距所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器上的一个或多个对应位置的阈值距离处或之内。

[0155] 20. 如示例19所述的方法,其中:

[0156] 提供所述线性路径包括:将滑动导管安装架附接至所述连杆和所述路线规划导管的一部分,以响应于所述连杆和/或所述末端执行器的所述移动而在所述一组连接件的行进距离围绕所述一组关节改变时沿着所述线性路径引导所述路线规划导管的所述附接部分;并且

[0157] 提供所述一组引导位置包括:将一组引导件联接至所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器以响应于所述连杆和/或所述末端执行器的所述移动而在所述一组连接件的所述行进距离改变时,为所述路线规划导管提供贯通位置,其中所述贯通位置定位成相对于所述连杆、所述一组关节和/或所述末端执行器上的所述一个或多个对应位置是固定的。

[0158] 21. 一种路线规划装置,其包括:

[0159] 路线规划导管,所述路线规划导管被配置成至少部分地包围一组连接器;

[0160] 滑动导管安装架,所述滑动导管安装架被配置成提供用于所述路线规划导管的线性路径;以及

[0161] 一组引导托架,所述一组引导托架至少部分地包围所述路线规划导管,并且位于所述滑动导管安装架与末端执行器之间。

[0162] 22. 一种操作机器人系统的方法,其中:

[0163] 跨围绕连杆、一组关节连杆和/或末端执行器的行进距离的改变,沿着线性路径引导路线规划导管的一部分;以及

[0164] 跨所述行进距离的改变,引导所述路线规划导管通过所述线性路径与所述末端执行器之间的一组贯通位置。

[0165] 结论

[0166] 所公开技术的示例的以上具体实施方式不意在是穷举的或将所公开技术限制为以上公开的精确形式。虽然以上出于说明性目的描述了所公开技术的具体示例,但是如相关领域的技术人员将认识到的,各种等效修改可能在所公开技术的范围内。

[0167] 可根据以上具体实施方式对所公开技术做出这些改变和其他改变。虽然具体实施方式描述了所公开技术的某些示例以及预期的最佳模式,但是无论以上描述在文本中出现的多么详细,都可通过许多方式来实践所公开技术。所述系统的细节在其具体实施方式中可能有很大变化,同时仍被本文所公开的技术所涵盖。如上所述,在描述所公开技术的某些特征或方面时使用的特定术语不应被认为暗示所述术语在本文中被重新限定为限于与该术语相关联的所公开技术的任何具体特性、特征或方面。因此,除受所附权利要求限制之外,本发明不受其他限制。通常,除非以上具体实施方式部分明确限定了以下权利要求中使用的术语,否则此类术语不应被解释为将所公开技术限于说明书中所公开的具体示例。

[0168] 虽然下面以某些权利要求的形式呈现了本发明的某些方面,但是申请人以任何数

目的权利要求形式设想了本发明的各个方面。因此,在本申请或接续申请中,申请人保留在提交本申请以寻求此类附加权利要求形式之后继续寻求附加权利要求的权利。

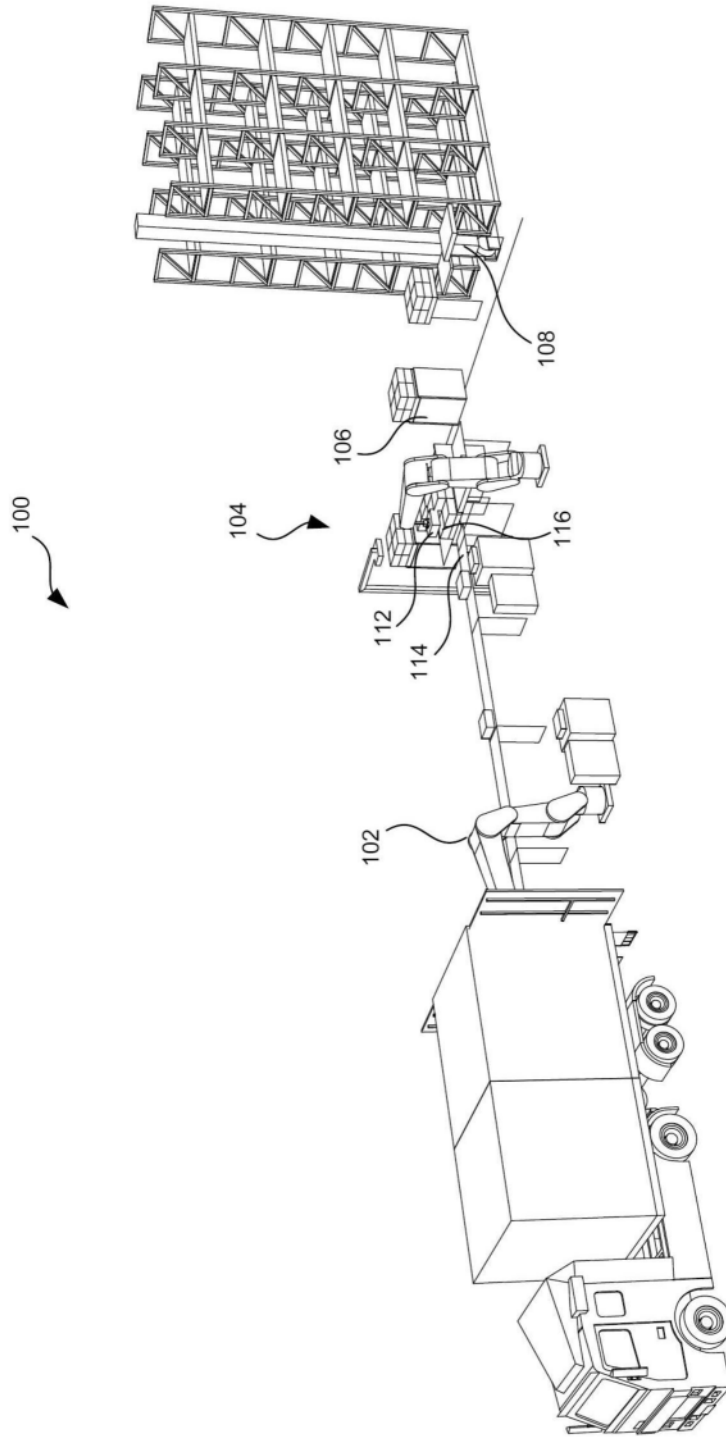


图1

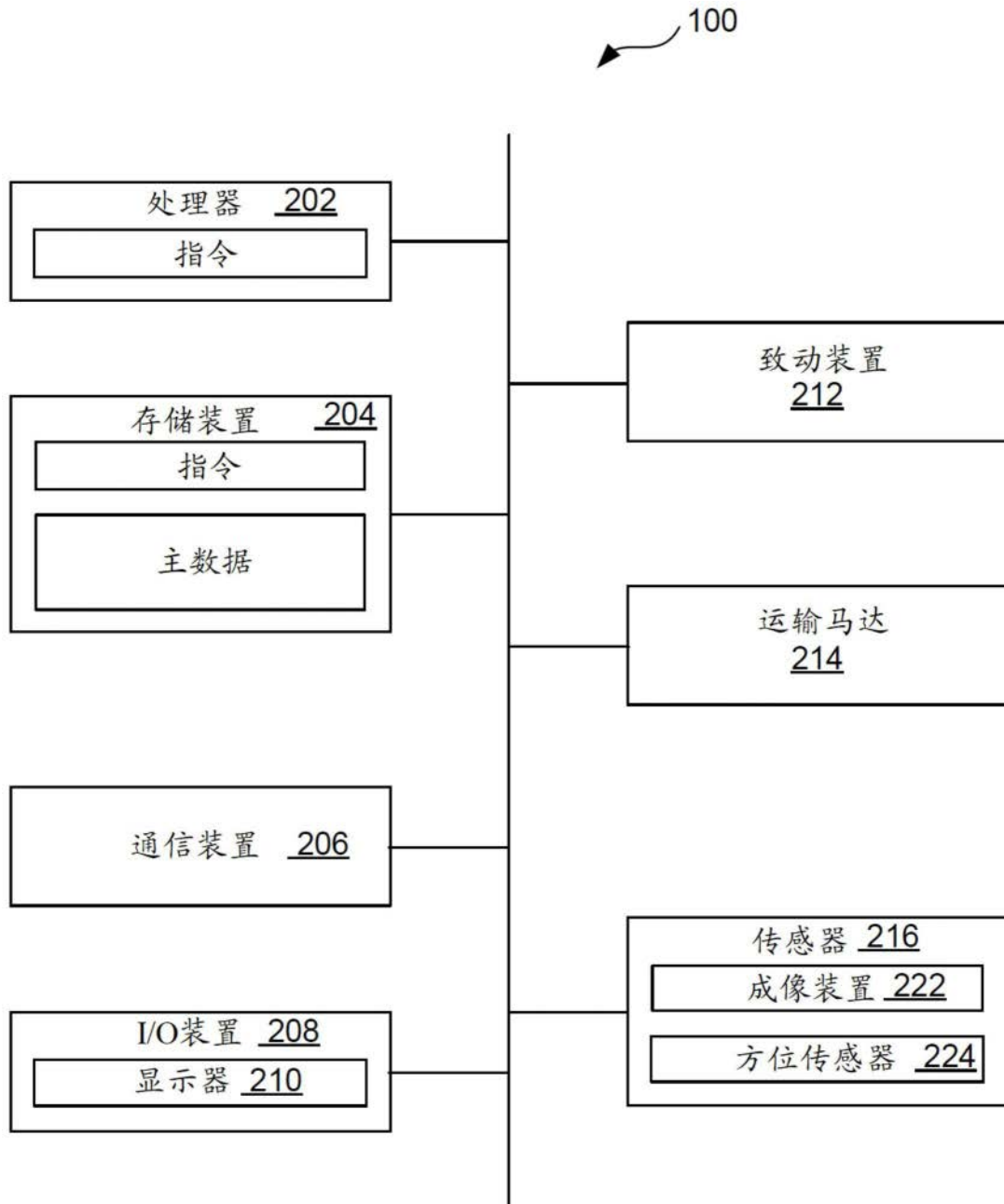


图2

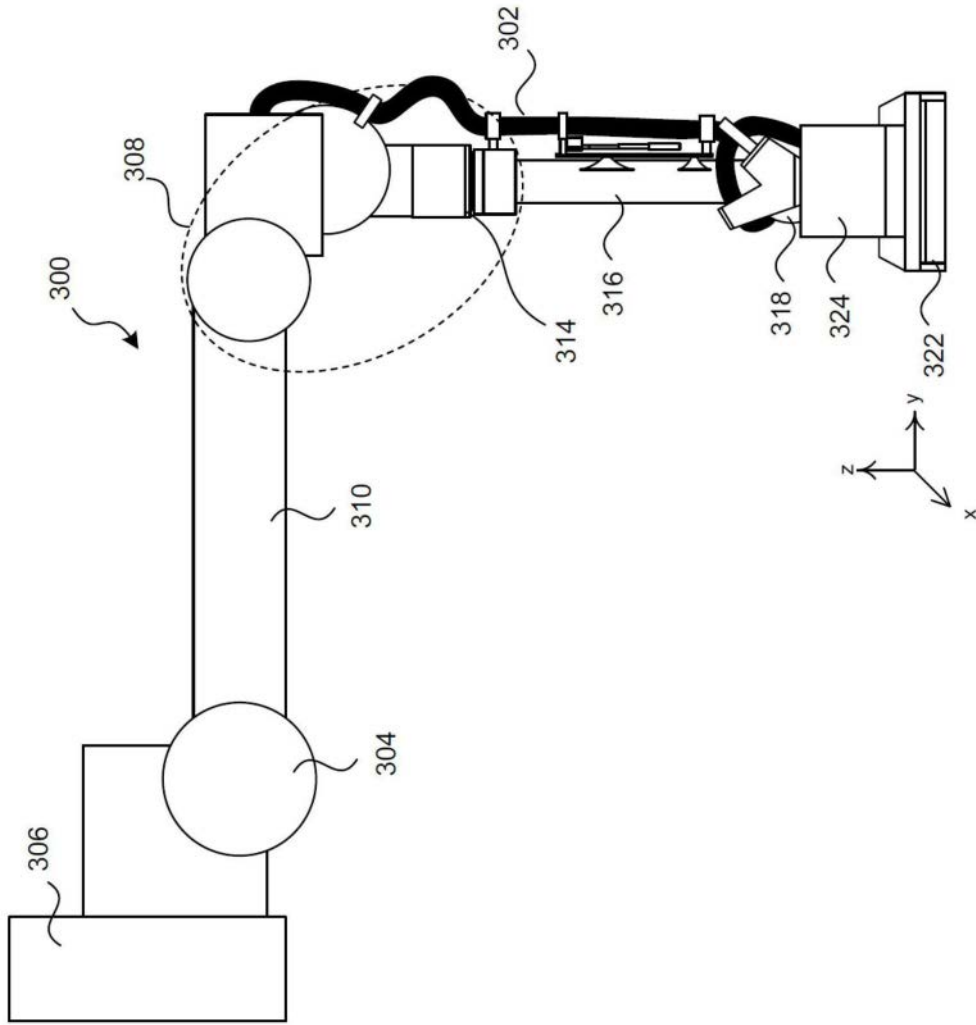


图3A

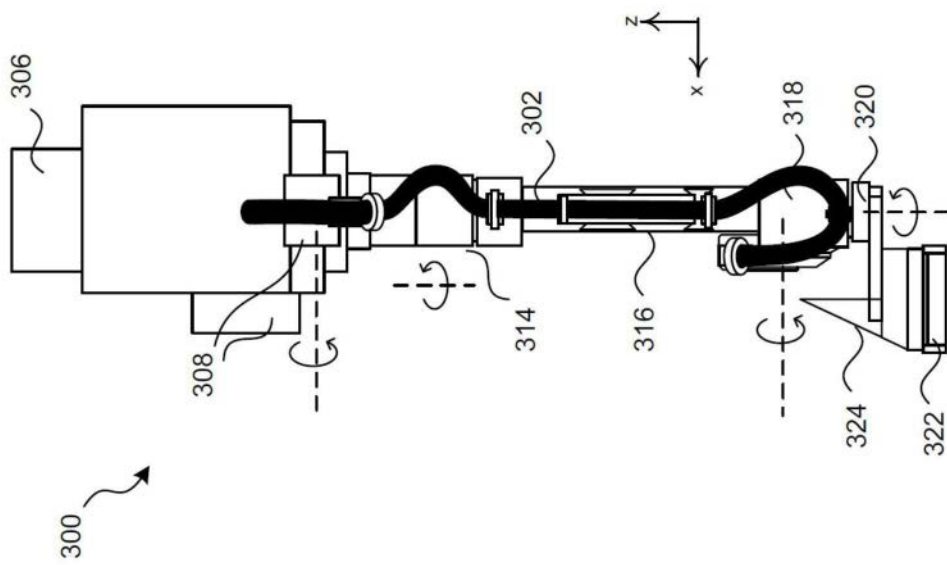


图3B

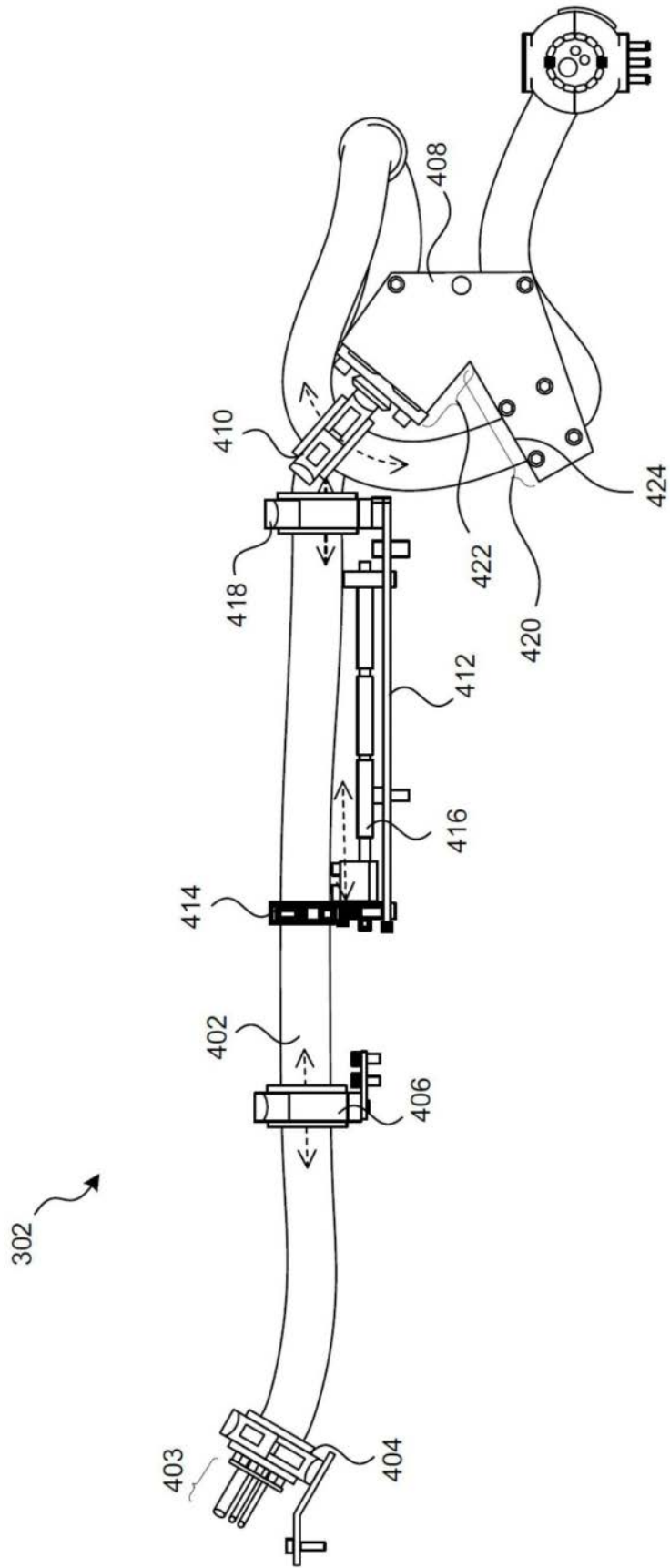


图4

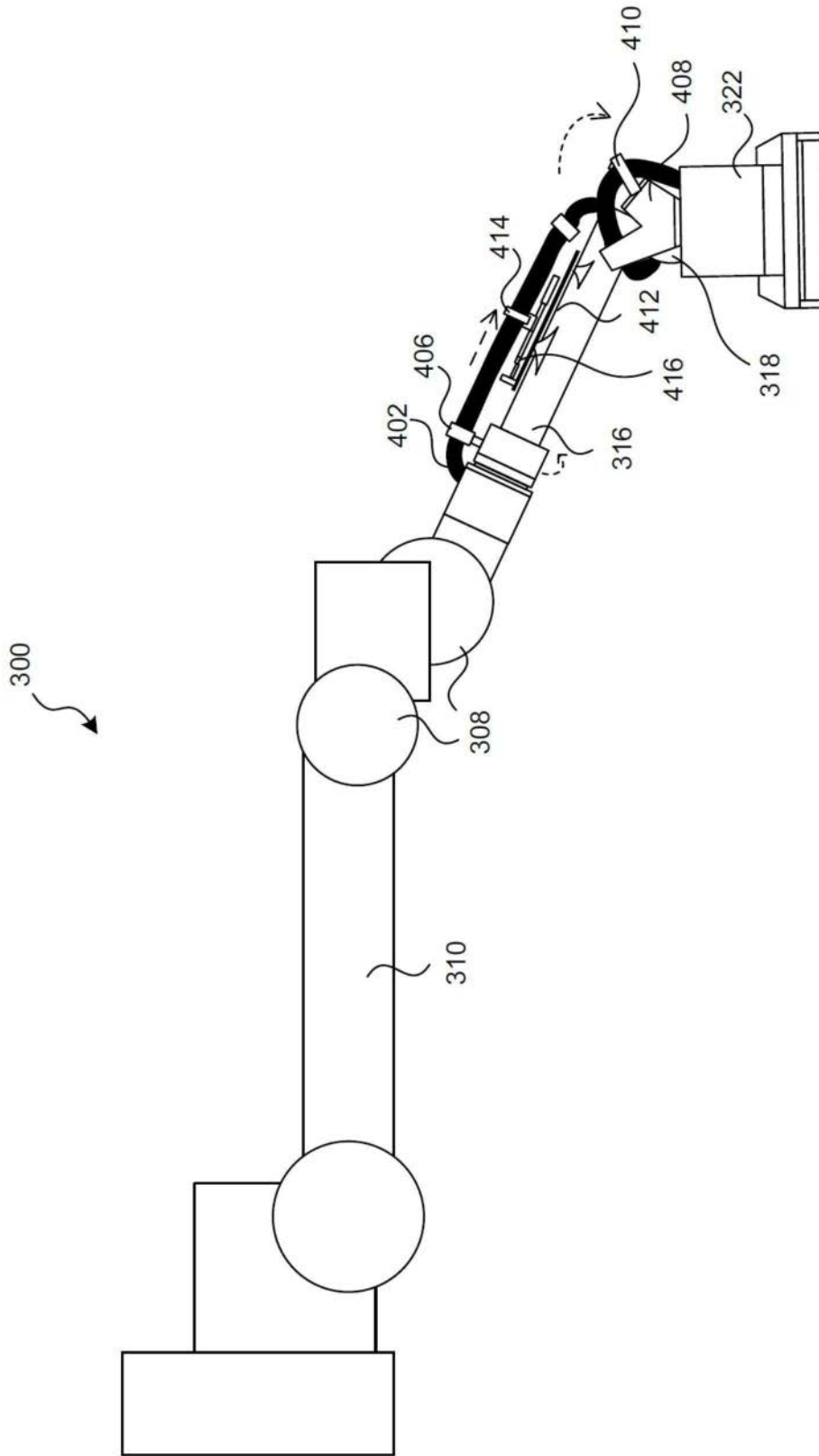


图5

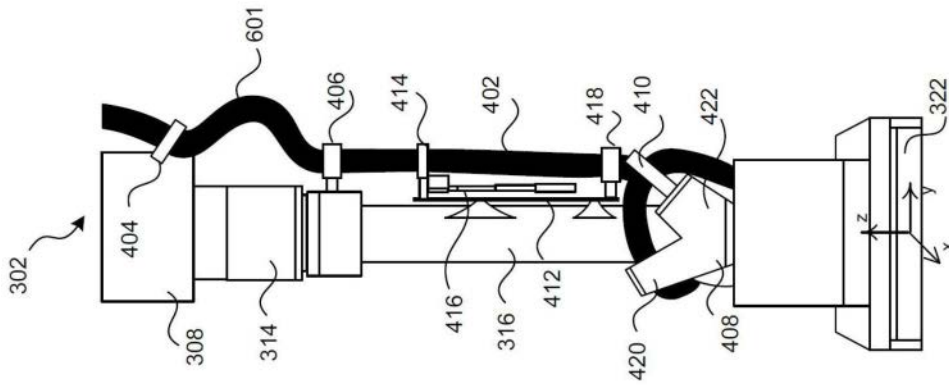


图6A

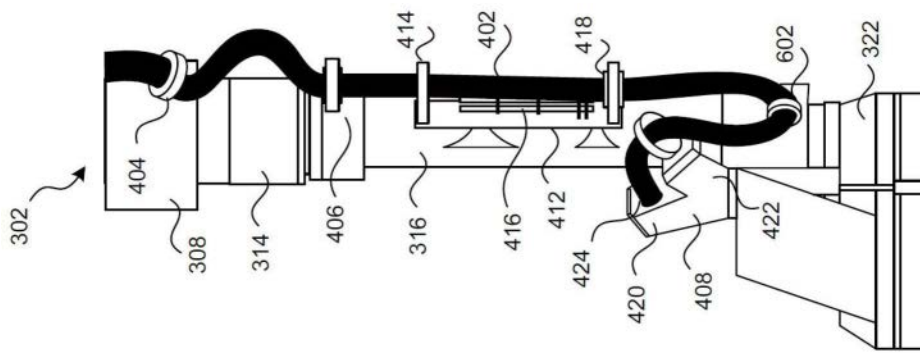


图6B

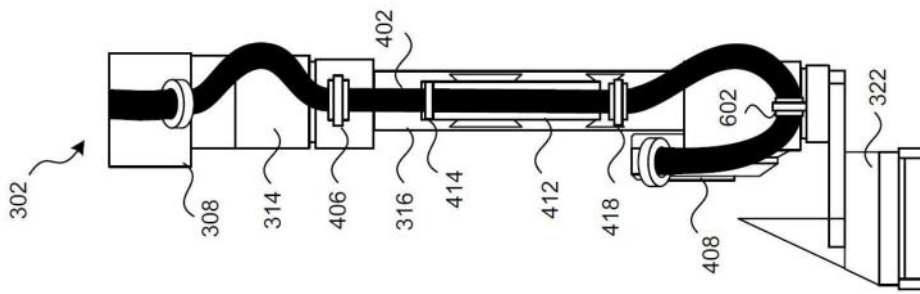


图6C

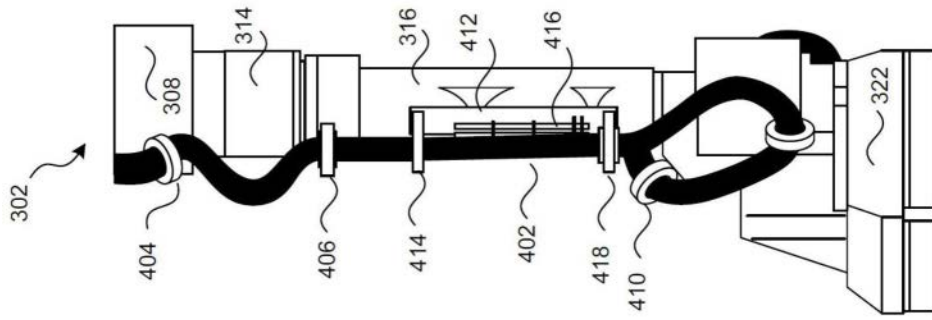


图6D

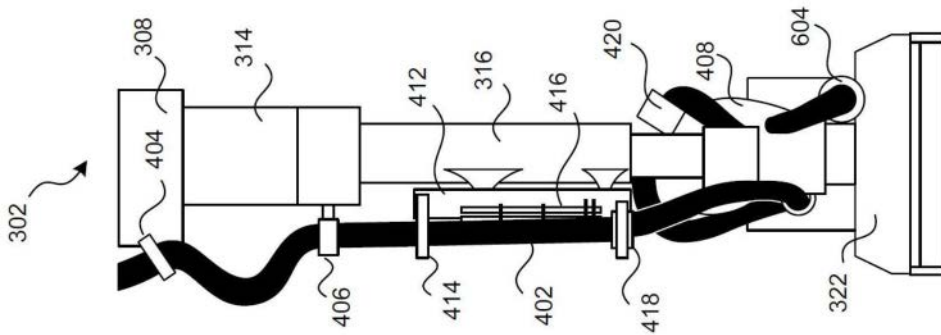


图6E

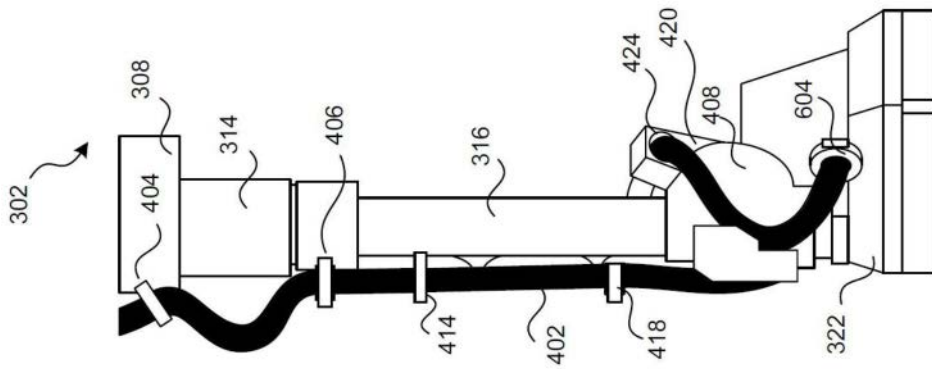


图6F

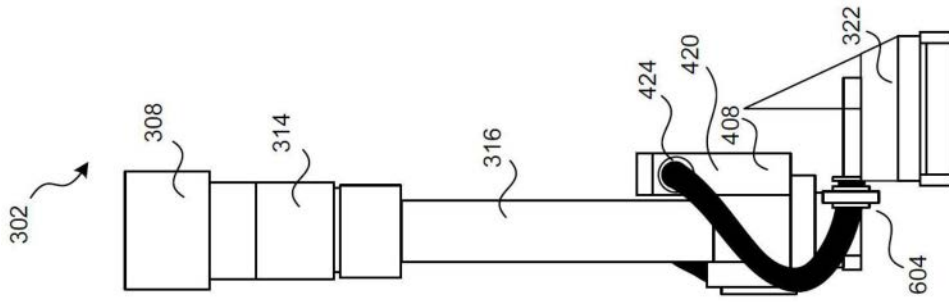


图6G

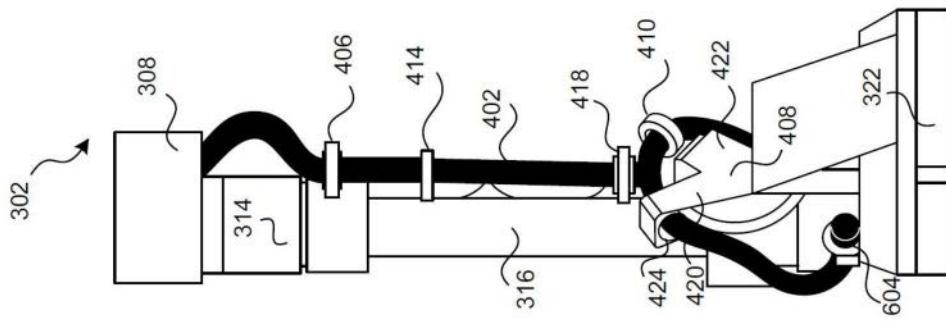


图6H

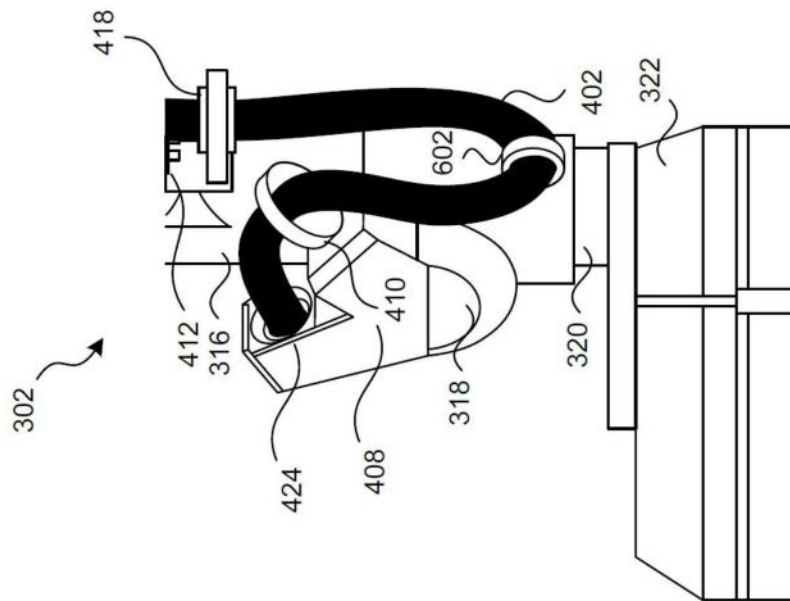


图7A

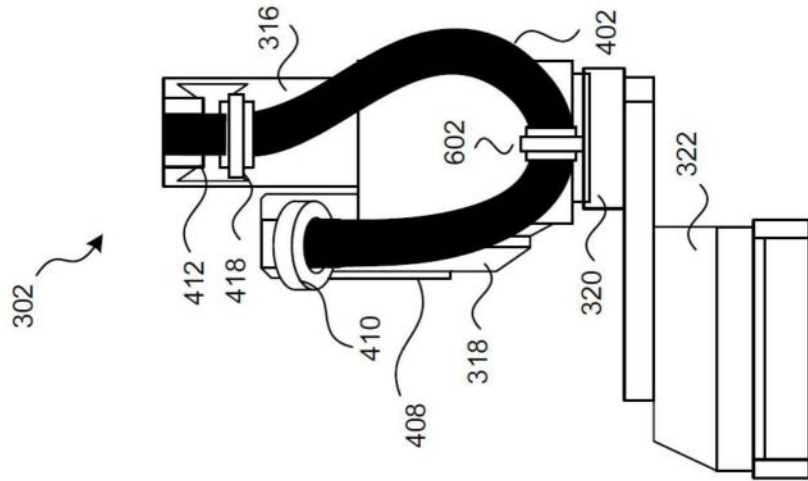


图7B

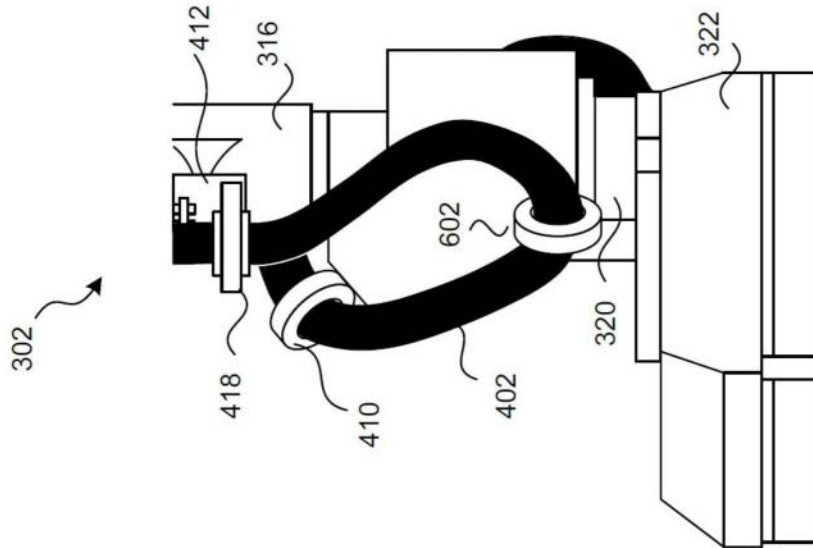


图7C

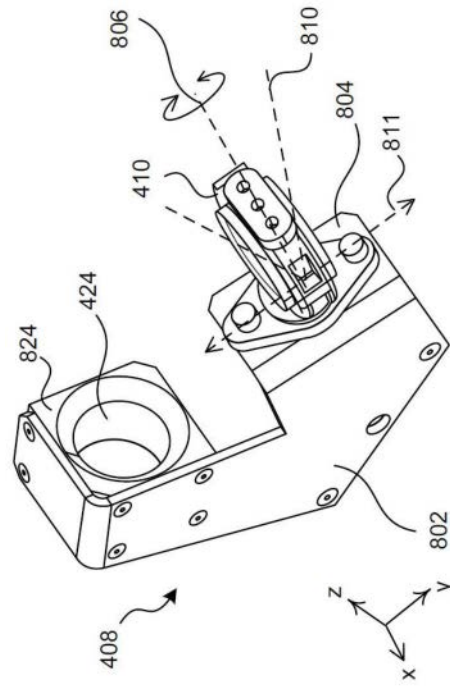


图8A

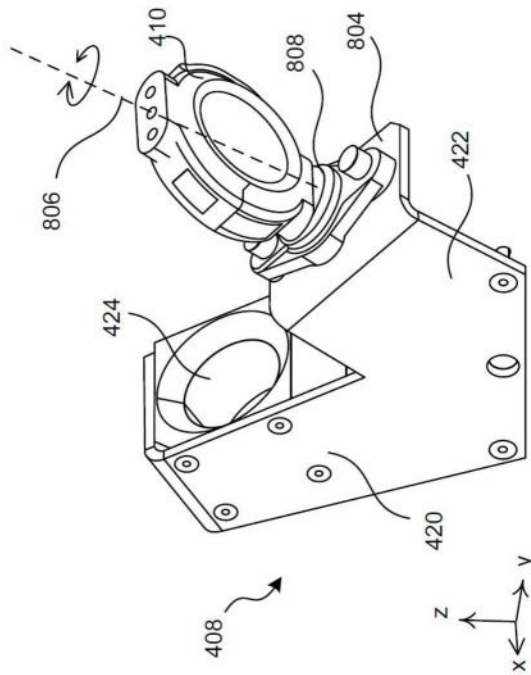


图8B

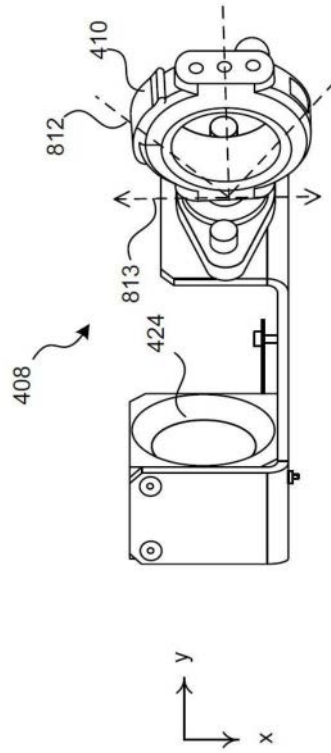


图8C

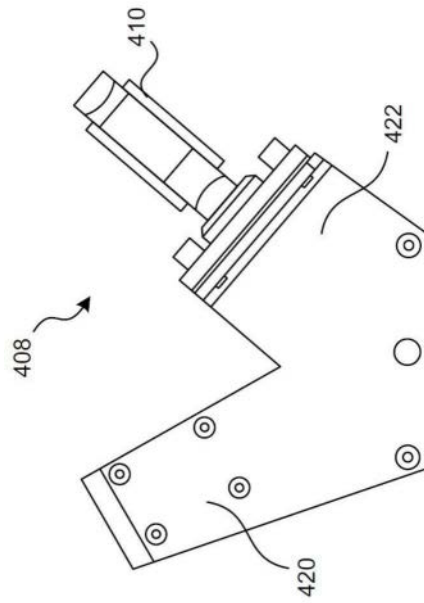


图8D

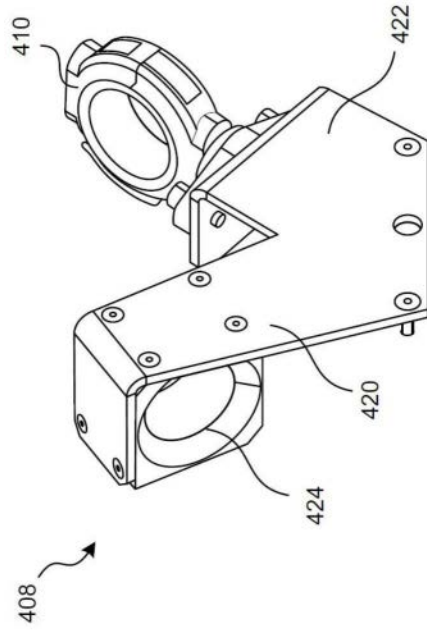


图8E

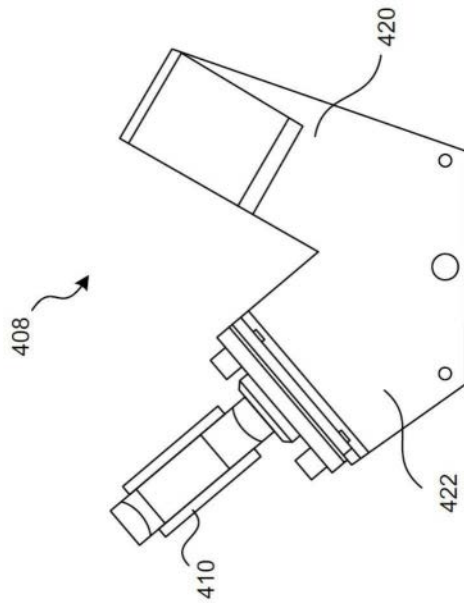


图8F

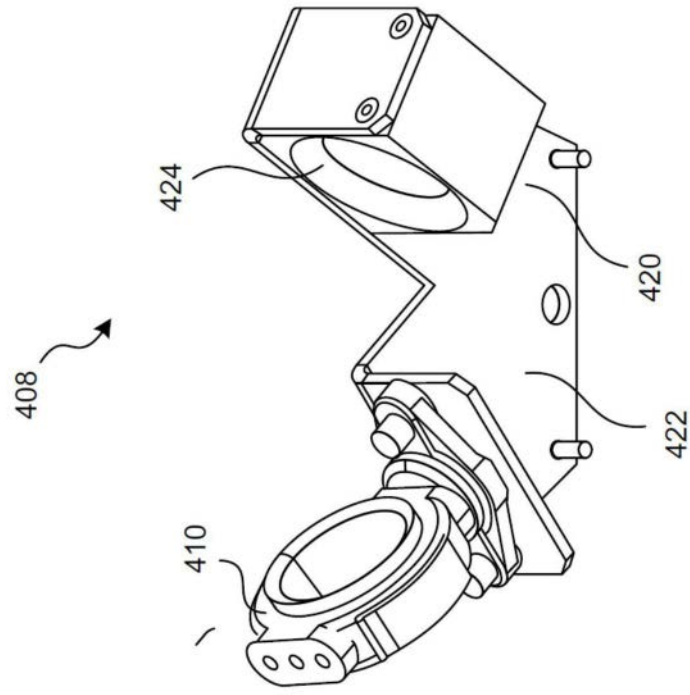


图8G

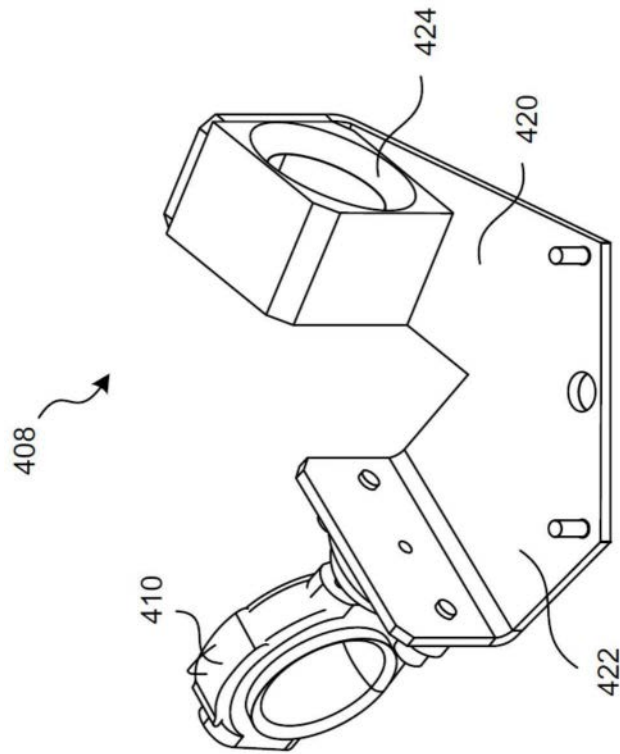


图8H

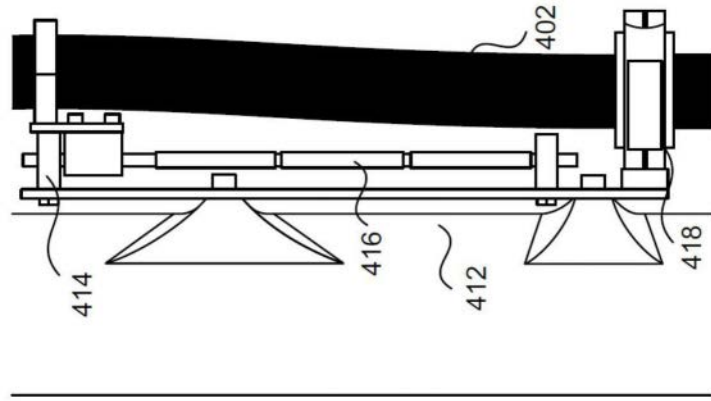


图9A

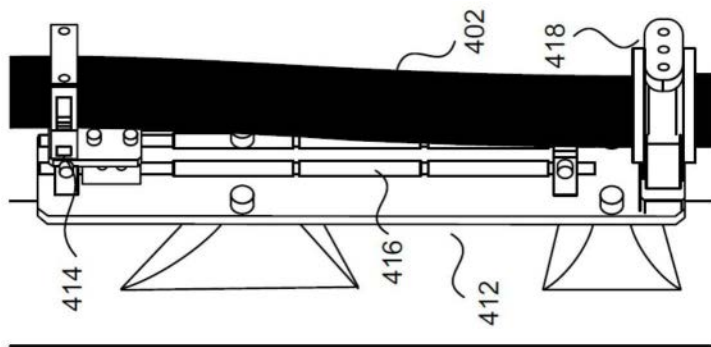


图9B

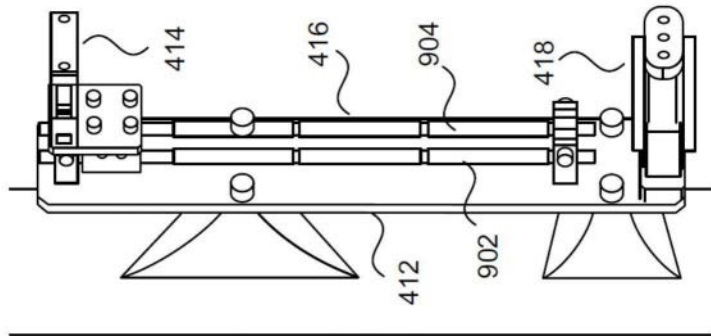


图9C

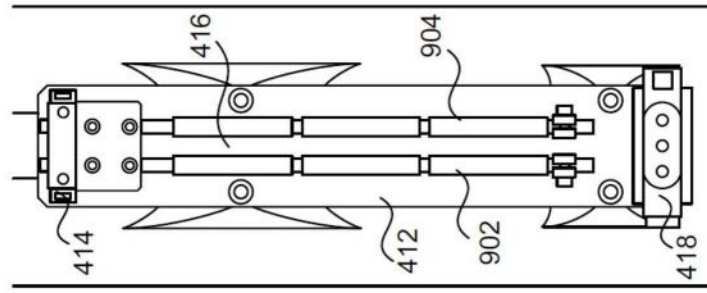


图9D

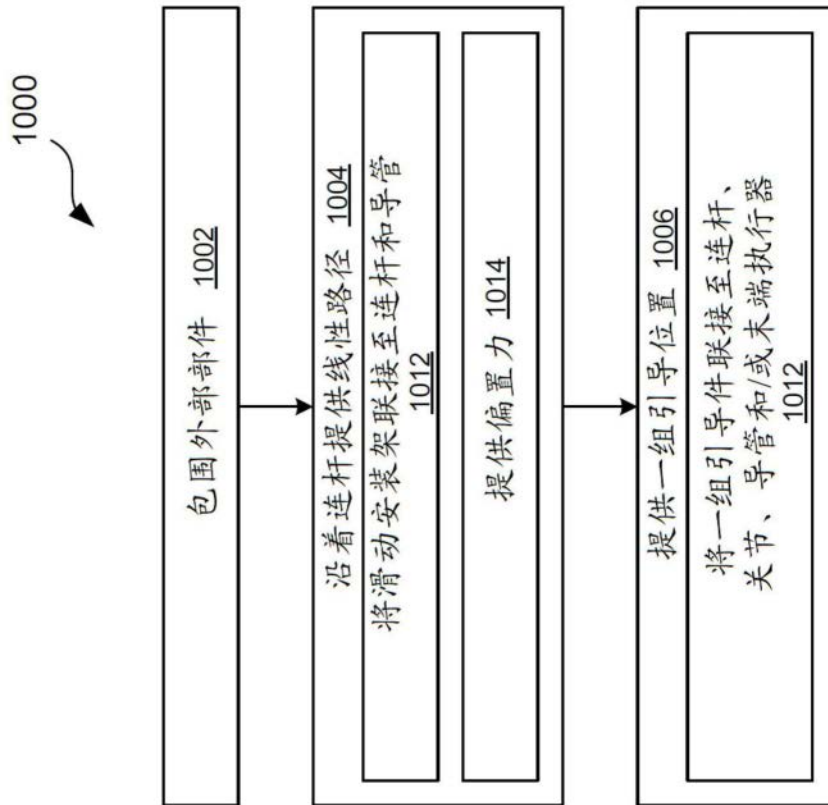


图10

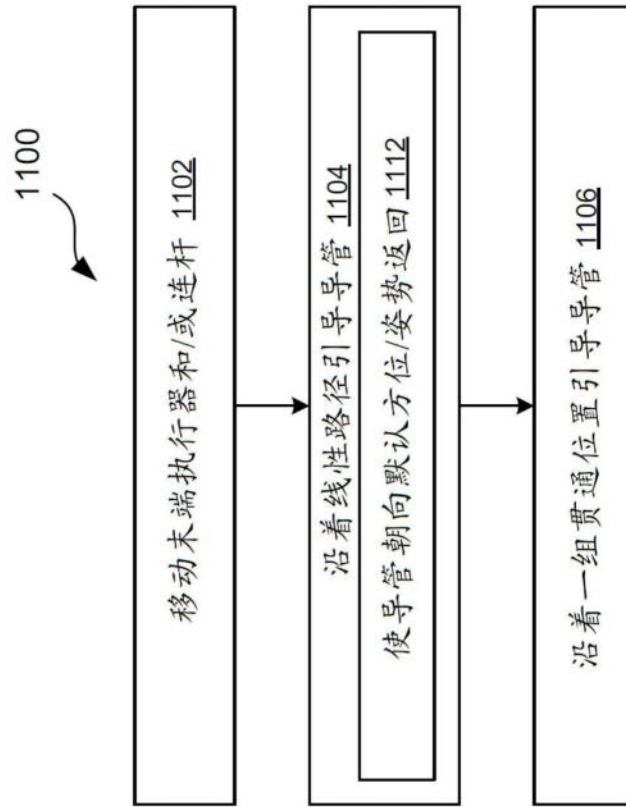


图11