



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111166476 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 02

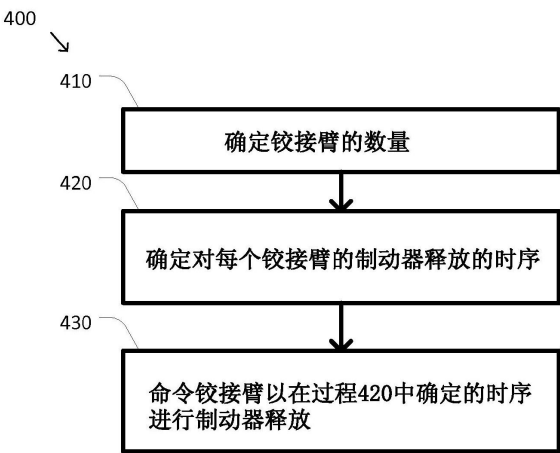
(21) 申请号 202010012771.8
(22) 申请日 2015.10.27
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111166476 A
(43) 申请公布日 2020.05.19
(30) 优先权数据
 62/069,245 2014.10.27 US
 62/134,225 2015.03.17 US
(62) 分案原申请数据
 201580057617.X 2015.10.27
(73) 专利权人 直观外科手术操作公司
 地址 美国加利福尼亚州
(72) 发明人 N·斯瓦鲁普 P·G·格里菲思
 G·林奇 D·米勒
(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
 专利代理师 张颖

(51) Int.Cl.
 A61B 34/10 (2016.01)
 A61B 34/35 (2016.01)
 A61B 34/37 (2016.01)
 A61B 90/50 (2016.01)
(56) 对比文件
 US 6246200 B1,2001.06.12
 WO 2006124390 A2,2006.11.23
 JP 2011212837 A,2011.10.27
 CN 103315818 A,2013.09.25
 JP H05138583 A,1993.06.01
 CN 103027818 A,2013.04.10
 CN 101160104 A,2008.04.09
 CN 101720269 A,2010.06.02
 CN 102905641 A,2013.01.30
 CN 102389334 A,2012.03.28
 CN 101827735 A,2010.09.08
 CN 101049697 A,2007.10.10
审查员 李玲

权利要求书3页 说明书24页 附图12页

(54) 发明名称
 具有主动制动器释放控制装置的医疗装置

(57) 摘要
 本发明涉及一种具有主动制动器释放控制装置的医疗装置,公开了一种计算机辅助医疗装置,其包括具有多个接头的铰接臂和耦接到铰接臂的控制单元。该控制单元被配置为发送命令到铰接臂中的多个制动器以按照第一预定的交错方式开始多个制动器的释放。在一些实施例中,该预定的交错方式防止多个制动器的同时释放。在一些示例中,预定的交错方式引起多个制动器中的每个制动器在彼此预定的时间内释放。在一些实施例中,第一预定的交错方式引起第一多个制动器中的每个制动器在彼此预定的时间内释放。在一些实施例中,第一预定的交错方式引起第一多个制动器中的每个制动器在彼此预定的时间内开始逐渐释放。



CN 111166476 B

1. 一种计算机辅助装置,包括:

具有多个接头的铰接臂;和

耦接到所述铰接臂的控制单元,其中所述控制单元被配置为:

发送一个或多个第一命令到所述铰接臂中的多个制动器,以按照预定的交错方式开始所述多个制动器的释放,其中所述预定的交错方式在彼此的预定时间内释放所述多个制动器;

检测当所述制动器释放时由所述多个制动器中的每个制动器引起的对所述计算机辅助装置的感兴趣的点的干扰,其中所述感兴趣的点是所述多个接头中的一个接头的位置、所述铰接臂的远程运动中心、安装到所述铰接臂的工具的尖端或沿所述铰接臂的运动链的点;以及

发送一个或多个第二命令到所述多个接头中的一个或多个致动器以补偿所述干扰。

2. 根据权利要求1所述的计算机辅助装置,其中所述控制单元进一步配置为:

确定所述感兴趣的点在参考坐标框架中的参考变换;

确定由所述干扰引起的所述感兴趣的点的预测的移动;

基于所述预测的移动确定预测的变换;以及

基于所述参考变换和所述预测的变换之间的差确定补偿接头变化。

3. 根据权利要求1或2所述的计算机辅助装置,其中所述一个或多个第一命令:

防止所述多个制动器中的两个或更多个制动器的同时释放。

4. 根据权利要求1或2所述的计算机辅助装置,其中所述一个或多个第一命令:

分配相应的时间窗口以用于开始所述多个制动器中的每个制动器的释放;或者

使得所述多个制动器中的每个制动器开始在释放所述多个制动器中的另一制动器的预定的时间内逐渐释放。

5. 根据权利要求1或2所述的计算机辅助装置,其中预定的交错方式以一排序释放所述多个制动器以使:

所述多个接头中的竖直接头的制动器被最后释放。

6. 根据权利要求1或2所述的计算机辅助装置,其中预定的交错方式以一排序释放所述多个制动器以使:

引起最大干扰的制动器被最后释放。

7. 一种控制装置中的运动的方法,所述方法包括:

由所述装置的控制单元发送一个或多个第一命令到所述装置的铰接臂中的多个制动器,以按照预定的交错方式开始所述多个制动器的释放,其中所述预定的交错方式在彼此的预定时间内释放所述多个制动器;

由所述控制单元检测当所述制动器释放时由所述多个制动器中的每个制动器引起的对所述装置的感兴趣的点的干扰,其中所述感兴趣的点是所述铰接臂中的一个接头的位置、所述铰接臂的远程运动中心、安装到所述铰接臂的工具的尖端或沿所述铰接臂的运动链的点;以及

由所述控制单元发送一个或多个第二命令到所述装置的多个接头中的一个或多个致动器以补偿所述干扰。

8. 根据权利要求7所述的方法,进一步包括:

确定所述感兴趣的点在参考坐标框架中的参考变换；
确定由所述干扰引起的所述感兴趣的点的预测的移动；
基于所述预测的移动确定预测的变换；以及
基于所述参考变换和所述预测的变换之间的差确定补偿接头变化。

9. 根据权利要求7或8所述的方法，其中所述一个或多个第一命令：
防止所述多个制动器中的两个或更多个制动器的同时释放；
分配相应的时间窗口以用于开始所述多个制动器中的每个制动器的释放；或者
使得所述多个制动器中的每个制动器开始在释放所述多个制动器中的另一制动器的预定的时间内逐渐释放。

10. 根据权利要求7或8所述的方法，其中预定的交错方式以一排序释放所述多个制动器中的所述制动器以使：
所述多个接头中的竖直接头被最后释放；或者
由最后的制动器释放引起最大干扰。

11. 一种非临时性机器可读介质，其包括多个机器可读指令，当所述指令被与装置相关的一个或多个处理器执行时，适于引起所述一个或多个处理器执行根据权利要求7或8所述的方法。

12. 一种计算机辅助装置，包括：
多个铰接臂，每个铰接臂具有多个制动器；和
控制单元，所述控制单元被配置为通过以下操作以预定的交错方式开始所述多个制动器的释放，其中所述预定的交错方式在彼此的预定时间内释放所述多个制动器：
基于制动器释放的时间周期和包括所述多个铰接臂的若干铰接臂来确定所述多个铰接臂中每个铰接臂的时间窗口；

针对所述多个铰接臂中的每个铰接臂确定用于释放所述铰接臂的所述多个制动器中的每个制动器的排序；以及

根据所述多个铰接臂中的每个铰接臂的确定的排序和所述时间窗口释放所述多个铰接臂中的每个铰接臂中的所述多个制动器中的每个制动器。

13. 根据权利要求12所述的计算机辅助装置，其中根据所述多个铰接臂中的每个铰接臂的确定的排序和所述时间窗口释放所述多个铰接臂中的每个铰接臂中的所述多个制动器中的每个制动器确保没有制动器与另一个制动器在相同的时间被释放。

14. 根据权利要求12所述的计算机辅助装置，其中对于所述多个铰接臂中的每个铰接臂，确定的排序以从引起最小接头运动的制动器释放到引起最大接头运动的制动器释放的排序释放所述铰接臂中的所述多个制动器。

15. 根据权利要求12-14中任一项所述的计算机辅助装置，其中通过使用所述时间周期内的时钟循环的数量对全局时钟取模，从而确定所述多个铰接臂中的每个铰接臂的所述时间窗口。

16. 根据权利要求12-14中任一项所述的计算机辅助装置，其中每个制动器释放是逐渐制动器释放。

17. 一种控制装置中的运动的方法，所述装置包括多个铰接臂，每个铰接臂具有多个制动器，所述方法包括：

由所述装置的控制单元通过以下操作以预定的交错方式开始所述多个制动器的释放，其中所述预定的交错方式在彼此的预定时间内释放所述多个制动器：

由所述控制单元基于制动器释放的时间周期和包括所述多个铰接臂的若干铰接臂来确定所述多个铰接臂中每个铰接臂的时间窗口；

由所述控制单元并且针对所述多个铰接臂中的每个铰接臂确定用于释放所述铰接臂的所述多个制动器中的每个制动器的排序；以及

由所述控制单元根据所述多个铰接臂中的每个铰接臂的确定的排序和所述时间窗口释放所述多个铰接臂中的每个铰接臂中的所述多个制动器中的每个制动器。

18. 根据权利要求17所述的方法，其中根据所述多个铰接臂中的每个铰接臂的确定的排序和所述时间窗口释放所述多个铰接臂中的每个铰接臂中的所述多个制动器中的每个制动器确保没有制动器与另一个制动器在相同的时间被释放。

19. 根据权利要求17所述的方法，其中对于所述多个铰接臂中的每个铰接臂，确定的排序以从引起最小接头运动的制动器释放到引起最大接头运动的制动器释放的排序释放所述铰接臂中的所述多个制动器。

20. 一种非临时性机器可读介质，其包括多个机器可读指令，当所述指令被与装置相关的一个或多个处理器执行时，适于引起所述一个或多个处理器执行根据权利要求17-19中任一项所述的方法。

具有主动制动器释放控制装置的医疗装置

[0001] 本申请是申请日为2015年10月27日、名称为“具有主动制动器释放控制装置的医疗装置”的中国专利申请201580057617.X的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本公开要求2014年10月27日提交的名为“System and Method for Integrated Operating Table”、申请号为No.62/069,245的美国临时专利申请的优先权,并且要求2015年3月17日提交的名为“System and Method for Reducing Tool Disturbances”、申请号为62/134,225的美国临时专利申请的优先权,通过引用将上述两个专利申请的整体内容合并于此。

技术领域

[0004] 本公开总体涉及具有铰接臂的装置的操作,并且更具体地涉及降低对器械姿态的外部干扰。

背景技术

[0005] 越来越多的装置被自主和半自主的电子器件所取代。这在当今的医院中尤为突出,其中手术室、介入套间、重症监护病房、急诊室等中具有自主和半自主的电子器件的大型阵列。例如,玻璃温度计和水银温度计被电子温度计所取代,现在的静脉滴注管线包括电子监测器和流量调节器并且传统的手持式外科手术器械被计算机辅助的医疗装置所取代。

[0006] 这些电子器件对操作它们的人提供了优势和挑战。这些电子器件中的许多可以使一个或多个铰接臂和/或末端执行器能够自主地或半自主地运动。这些一个或多个铰接臂和/或末端执行器各自均包括支持铰接臂和/或末端执行器的运动的连杆和铰接接头的组合。在许多情况下,铰接接头被操纵以获得位于对应的铰接臂和/或末端执行器的连杆和/或铰接接头的远端处的对应器械的期望位置和/或取向(统称为期望的姿态)。器械近侧的每个铰接接头提供具有可以用于操纵对应器械的位置和/或取向的至少一个自由度的对应的铰接臂和/或末端执行器。在许多情况下,对应的铰接臂和/或末端执行器可以包括至少六个自由度,其允许控制对应器械的x位置、y位置和z位置(统称为平移移动)以及对应器械的滚转取向、俯仰取向和偏摆取向(统称为旋转移动)。为了提供控制对应器械的姿态的更大灵活性,对应的铰接臂和/或末端执行器经常被设计为包括冗余的自由度。当冗余的自由度存在时,铰接接头的位置和/或取向的多个不同组合可以用于获得对应器械的相同姿态是可能的。

[0007] 当具有铰接臂的装置用于医疗程序时,铰接臂中的一个或多个可以将器械和/或末端执行器插入到患者的开口内并不罕见。根据该程序,可以期望释放铰接臂的一个或多个接头上的锁和/或制动器,以便重新定位铰接臂的至少一部分。当锁和/或制动器被释放时,可能造成铰接臂的位置和/或取向并且更重要的是定位在患者内的器械和/或末端执行器的尖端的位置和/或取向的不期望的移动。这种不期望的移动可能造成对患者的损伤、对铰接臂和/或末端执行器附近的有关人员的损伤、对铰接臂和/或末端执行器的损坏、对铰

接臂和/或末端执行器附近的其他装置的损坏、破坏无菌区域和/或其他不期望的结果。

[0008] 因此,将期望的是当铰接臂的一个或多个接头中的制动器和/或锁被释放时使铰接臂中一个或多个接头校正器械、铰接臂和/或末端执行器的不期望移动。

发明内容

[0009] 与一些实施例一致,一种计算机辅助医疗装置包括具有第一多个接头的第一铰接臂和耦接到所述第一铰接臂的控制单元。在一些示例中,该控制单元被配置为发送第一命令到第一铰接臂中的第一多个制动器,以按照第一预定的交错方式开始第一多个制动器的释放。

[0010] 与一些实施例一致,一种用于控制医疗装置中的运动的方法,其包括发送第一命令到第一铰接臂中的第一多个制动器,以按照第一预定的交错方式开始第一多个制动器的释放。

[0011] 与一些实施例一致,一种非临时性机器可读介质,其包括多个机器可读指令,该指令在被与医疗装置相关联的一个或多个处理器执行时适于引起一个或多个处理器执行一种方法,该方法包括发送第一命令到第一铰接臂中的第一多个制动器,以按照第一预定的交错方式开始第一多个制动器的释放。

附图说明

[0012] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化示意图。

[0013] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助系统的简化示意图。

[0014] 图3是根据一些实施例的计算机辅助医疗系统的运动学模型的简化示意图。

[0015] 图4是交错铰接臂上的制动器的释放的方法的简化示意图。

[0016] 图5是使用第二接头组来补偿一个接头组对感兴趣的点的干扰的方法的简化示意图。

[0017] 图6A是图示说明示例性照相机视图和坐标系的透视图的简化示意图。

[0018] 图6B是图示说明从传感器或显示器的视角的照相机视图和相关坐标系的简化示意图。

[0019] 图7是基于用户命令移动铰接臂同时补偿对铰接臂中的一个或多个接头的干扰的方法的简化示意图。

[0020] 图8A-图8G是图示说明包括本文描述的集成计算机辅助装置和可移动外科手术台特征的各种计算机辅助装置系统构架的简化示意图。

[0021] 在附图中,具有相同标号的元件具有相同的或类似的功能。

具体实施方式

[0022] 在如下的描述中,具体的细节被提出以描述与本公开一致的一些实施例。然而,对本领域技术人员来说明显的是:一些实施例可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下被实施。本文公开的具体实施例意在说明性的而非限制性的。本领域技术人员可以认识到其他元件即使没有在本文中被具体地描述,也在本公开的范围和精神内。此外,为了避免不必要的重复,关于一个实施例示出和描述的一个或多个特征可以被结合到其他实施例

中,除非另有明确描述或如果该一个或多个特征会造成实施例不可行。术语“包括”意思是包括但不限于,并且包括的一个或多个单独项目中的每一个应当被认为是可选的,除非另作说明。类似地,术语“可以”指示项目是可选的。

[0023] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统100的简化示意图。如图1所示,计算机辅助系统100包括具有一个或多个可移动或铰接的臂120的装置110。一个或多个铰接臂120的每一个支撑一个或多个末端执行器。在一些示例中,装置110可以与计算机辅助外科手术装置一致。一个或多个铰接臂120均为安装到至少一个铰接臂120的远端的一个或多个器械、外科手术器械、成像装置和/或诸如此类提供支撑。在一些实施例中,装置110和操作人员工作台可以对应于由加利福尼亚州森尼维尔(Sunnyvale)的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc)商售的da Vinci®外科手术系统。在一些实施例中,具有其他配置的计算机辅助外科手术装置、更少或更多的铰接臂和/或诸如此类可以可选地与计算机辅助系统100一起使用。

[0024] 装置110经由接口被耦接到控制单元130。接口可以包括一个或多个无线链路、电缆、连接器和/或总线,并且可以进一步包括具有一个或多个网络交换装置和/或路由装置的一个或多个网络。控制单元130包括耦接到存储器150的处理器140。控制单元130的操作由处理器140控制。另外,虽然示出控制单元130仅具有一个处理器140,但是应当理解的是,处理器140可以表示控制单元130中的一个或多个中央处理单元、多核处理器、微处理器、微控制器、数字信号处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)和/或诸如此类。控制单元130可以作为增加到计算装置的独立子系统和/或电路板被实施,或作为虚拟机被实施。在一些实施例中,控制单元可以被包括作为操作人员工作台的一部分和/或与操作人员工作台分离地操作但是与操作人员工作台协同。控制单元(诸如控制单元130)的一些示例可以包括非临时性的、有形的机器可读介质,其包括可执行代码,该可执行代码在被一个或多个处理器(例如,处理器140)运行时可以引起一个或多个处理器执行方法400的过程。

[0025] 存储器150用于存储由控制单元130执行的软件和/或在控制单元130的操作期间使用的一个或多个数据结构。存储器150可以包括一种或多种类型的机器可读介质。一些常见形式的机器可读介质可以包括软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、打孔卡、纸带、具有孔图案的任何其他物理介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或盒和/或处理器或计算机适于从其读取的任何其他介质。

[0026] 如图所示,存储器150包括运动控制应用程序160。运动控制应用程序160支持装置110的自主和/或半自主控制。运动控制应用程序160可以包括一个或多个应用程序编程接口(API),该应用程序编程接口用于接收来自装置110的位置、运动和/或其他传感器信息、与和其他装置(诸如外科手术台和/或成像装置)相关的其他控制单元交换位置、运动和/或避免碰撞信息和/或计划和/或协助装置110、铰接臂120和/或装置110的末端执行器的运动的计划。另外,虽然运动控制应用程序160被描述为软件应用程序,但是运动控制应用程序160可以使用硬件、软件和/或硬件与软件的组合来实施。

[0027] 在一些实施例中,计算机辅助系统100可以建立在手术室和/或介入套房中。另外,虽然计算机辅助系统100仅包括具有两个铰接臂120的一个装置110,但是本领域技术人员将能理解的是,计算机辅助系统100可以包括具有与装置110类似和/或不同的设计的铰接臂和/或末端执行器的任意数量的装置。在一些示例中,每个装置可以包括较少的或较多的

铰接臂和/或末端执行器。

[0028] 计算机辅助系统100进一步包括外科手术台170。如一个或多个铰接臂120一样,外科手术台170支撑台顶部180相对于外科手术台170的基部的铰接移动。在一些示例中,台顶部180的铰接移动可以包括用于改变台顶部180的高度、倾斜、滑动、特伦德伦伯卧位(Trendelenburg)取向等的支撑件。虽然未被示出,但是外科手术台170可以包括一个或多个控制输入装置,诸如用于控制台顶部180的位置和/或取向的外科手术台命令单元。在一些实施例中,外科手术台170可以对应于被德国的特伦普夫医疗系统有限公司(Trumpf Medical Systems GmbH)商售的一个或多个外科手术台。

[0029] 外科手术台170也经由对应的接口被耦接到控制单元130。接口可以包括一个或多个无线链路、电缆、连接器和/或总线,并且可以进一步包括具有一个或多个网络交换装置和/或路由装置的一个或多个网络。在一些实施例中,外科手术台170可以被耦接到不同于控制单元130的控制单元。在一些示例中,运动控制应用程序160可以包括一个或多个应用程序编程接口(API),该应用程序编程接口用于接收与外科手术台170和/或台顶部180关联的位置、运动和/或其他传感器信息。在一些示例中,运动控制应用程序160可以有助于与避免碰撞相关的运动计划、适应和/或避免接头和连杆中的运动范围限制、铰接臂、器械、末端执行器、外科手术台部件等的移动以补偿铰接臂、器械、末端执行器、手术台部件等中的其他运动、调节观看装置(诸如内窥镜)以将感兴趣的区域和/或一个或多个器械或末端执行器保持和/或放置在观看装置的视野内。在一些示例中,运动控制应用程序160可以计划和/或辅助外科手术台170和/或台顶部180的运动的计划。在一些示例中,运动控制应用程序160可以阻止外科手术台170和/或台顶部180的运动,诸如通过使用外科手术台命令单元来阻止外科手术台170和/或台顶部180的移动。在一些示例中,运动控制应用程序160可以帮助配准装置110与外科手术台170,使得装置110与外科手术台170之间的几何关系是已知的。在一些示例中,几何关系可以包括用于装置110和外科手术台170所维持的坐标系之间的平移和/或一个或多个旋转。

[0030] 控制单元130可以进一步通过接口耦接到操作者工作台190。操作者工作台190可以被操作者(诸如外科医生)使用,以控制铰接臂120和末端执行器的移动和/或操作。为了支持铰接臂120和末端执行器的操作,操作者工作台190包括显示系统192,用于显示一个或多个铰接臂120和/或末端执行器的至少一部分的图像。例如,当铰接臂120和/或末端执行器被使用时操作者不能和/或没办法看到铰接臂120和/或末端执行器时,可以使用显示系统192。在一些实施例中,显示系统192显示来自视频捕获装置(诸如内窥镜)的视频图像,该视频捕获装置由铰接臂120中的一个或第三铰接臂(未示出)控制。

[0031] 操作者工作台190包括具有可以用于操作装置110、铰接臂120和/或安装在铰接臂120上的末端执行器的一个或多个输入控制装置195(也称为“主控制装置195”)的控制台工作区。每个输入控制装置195可以耦接到它们各自的铰接臂的远端,以便输入控制装置195的移动由操作者工作台190检测并且传送至控制单元130。为了提供改善的人体工程学,控制台工作区也可以包括一个或多个支托,诸如臂支托197,当操纵输入控制装置195时,操作者可以将他们的手臂放在臂支托197上。在一些示例中,显示系统192和输入控制装置195可以被操作者使用,以远程操作铰接臂120和/或远程操作安装在铰接臂120上的末端执行器。在一些实施例中,装置110、操作者工作台190和控制单元130可以对应于由加利福尼亚州森

尼维尔的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc)商售的daVinci®外科手术系统。

[0032] 在一些实施例中,其他配置和/或架构可以与计算机辅助系统100一起使用。在一些示例中,控制单元130可以被包括作为操作者工作台190和/或装置110的一部分。在一些实施例中,计算机辅助系统100可以被进一步在手术室和/或介入套房中发现。另外,虽然计算机辅助系统100包括具有两个铰接臂120的仅一个装置110,但是本领域技术人员将能理解的是,计算机辅助系统100可以包括具有与装置110类似和/或不同的设计的铰接臂和/或末端执行器的任意数量的装置。在一些示例中,每个装置可以包括较少的或较多的铰接臂120和/或末端执行器。此外,可以具有附加的工作台190来控制可以附接到装置110的附加臂。此外,在一些实施例中,工作台190可以具有用于控制外科手术台170的控制装置。

[0033] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助系统200的简化示意图。例如,计算机辅助系统200可以与计算机辅助系统100一致。如图2所示,计算机辅助系统200包括具有一个或多个铰接臂的计算机辅助装置210和外科手术台280。虽然在图2中未示出,但是计算机辅助装置210和外科手术台280使用一个或多个接口和一个或多个控制单元耦接在一起,使得关于外科手术台280的至少运动学信息对用于执行计算机辅助装置210的铰接臂的运动的运动控制应用程序是已知的。

[0034] 计算机辅助装置210包括各种连杆和接头。在图2的实施例中,计算机辅助装置通常被分成三组不同的连杆和接头。装配结构220在移动推车215(当被配置为在使用期间有时被放置在患者侧时,也称为“患者侧推车215”)的近端处开始。形成铰接臂的一系列连杆和装配接头240耦接到装配结构的远端。另外,多接头操纵器260耦接到装配接头240的远端。在一些示例中,一系列装配接头240和操纵器260可以对应于铰接臂120中的一个。另外,虽然示出计算机辅助装置仅具有一个系列的装配接头240和对应的操纵器260,但是本领域技术人员将会理解的是,计算机辅助装置可以包括多于一个系列的装配接头240和对应的操纵器260,以便计算机辅助装置配备有多个铰接臂。

[0035] 如图所示,计算机辅助装置210被安装在移动推车215上。移动推车215使计算机辅助装置210能够从一个方位转移到另一个方位,诸如在手术室之间或在手术室内转移,以将计算机辅助装置更好地定位在外科手术台280附近。装配结构220被安装在移动推车215上。如图2所示,装配结构220包括两部分立柱,该两部分立柱包括立柱连杆221和222。肩接头223耦接到立柱连杆222的上端或远端。包括悬臂连杆224和225的两部分悬臂耦接到肩接头223。腕接头226在悬臂连杆225的远端,并且臂安装平台227耦接到腕接头226。

[0036] 装配结构220的连杆和接头包括用于改变臂安装平台227的位置和取向(即,姿态)的各种自由度。例如,两部分立柱被用于通过沿轴线232向上和向下移动肩接头223而调节臂安装平台227的高度。附加地,臂安装平台227使用肩接头223围绕移动推车215、两部分立柱和轴线232旋转。臂安装平台227的水平位置使用两部分悬臂沿轴线234被调节。另外,臂安装平台227的取向也可以通过使用腕接头226围绕臂安装平台取向轴线236的旋转而被调节。因此,由于臂安装平台227的位置受制于装配结构220中的连杆和接头的运动限制,所以臂安装平台227的位置可以使用两部分立柱在移动推车215的正上方被调节。臂安装平台227的位置也可以分别使用两部分悬臂和肩接头223围绕移动推车215径向和成角度地被调节。另外,也可以使用腕接头226改变臂安装平台227的角取向。

[0037] 臂安装平台227被用作一个或多个铰接臂的安装点。调节臂安装平台227关于移动

推车215的高度、水平位置和取向的能力提供了灵活的装配结构,其关于位于移动推车215附近的进行手术或程序的工作区定位和取向一个或多个铰接臂。例如,臂安装平台227可以被定位在患者上方,以便于各种铰接臂及其对应的操纵器和器械具有充分的运动范围以对患者执行外科手术程序。图2示出使用第一装配接头242耦接到臂安装平台227的单个铰接臂。另外,虽然仅示出一个铰接臂,但是本领域技术人员将会理解的是,可以使用附加的第一装配接头将多个铰接臂耦接到臂安装平台227。

[0038] 第一装配接头242形成铰接臂的最接近患者侧推车215的装配接头240区段。装配接头240可以进一步包括一系列接头和连杆。如图2所示,装配接头240可以包括经由一个或多个接头(未清晰地示出)耦接的连杆244和246。装配接头240的接头和连杆包括以下能力:使用第一装配接头242围绕轴线252相对于臂安装平台227旋转装配接头240、调节第一装配接头242与连杆246之间的径向距离或水平距离、沿着轴线254调节连杆246远端处的操纵器底座262相对于臂安装平台227的高度和围绕轴线254旋转操纵器底座262。在一些实施例中,装配接头240可以进一步包括允许用于改变操纵器底座262相对于臂安装平台227的姿态的附加自由度的附加接头、连杆以及轴线。

[0039] 操纵器260经由操纵器底座262被耦接到装配接头240的远端。操纵器260包括附加的接头264和连杆266,其中器械托架268安装在操纵器260的远端处。器械270被安装到器械托架268。器械270包括轴272,该轴272沿着插入轴线被对准。轴272通常被对准,使得其穿过远程运动中心。远程运动中心274的方位通常被维持在相对于操纵器底座262的固定平移关系,使得操纵器260中的接头264的操作引起轴272围绕远程运动中心274旋转。根据实施例,使用操纵器260的接头264和连杆266中的物理约束、使用强加于允许接头264运动的软件约束和/或两者的组合,来维持远程运动中心274相对于操纵器底座262的固定平移关系。使用利用接头和连杆中的物理约束维持的远程运动中心的计算机辅助外科手术装置的代表性实施例在2013年5月13日提交的名为“Redundant Axis and Degree of Freedom for Hardware-Constrained Remote Center Robotic Manipulator”、申请号为13/906,888的美国专利申请中被描述,并且使用由软件约束维持的远程运动中心的计算机辅助手术装置的代表性实施例在2005年5月19日提交的名为“Software Center and Highly Configurable Robotic Systems for Surgery and Other Uses”、专利号为8,004,229的美国专利中被描述,上述两者的说明书通过引用整体合并于此。在一些示例中,远程运动中心274可以对应于患者278中的身体开口(诸如切口部位或孔口)的方位。因为远程运动中心274对应于身体开口,所以当使用器械270时,远程运动中心274相对于患者278保持静止以限制在远程运动中心274处的患者278的解剖部位上的应力。在一些示例中,轴272可以穿过位于身体开口处的插管(未示出)。在一些示例中,具有相对较大的轴或引导管外直径(例如,4-5mm或更大)的器械可以使用插管穿过身体开口,并且对于具有相对较小的轴或引导管外直径(例如,2-3mm或更小)的器械,该插管可以被可选地省去。

[0040] 末端执行器276在轴272的远端处。由于接头264和连杆266引起的操纵器260中的自由度可以允许至少控制轴272和/或末端执行器276相对于操纵器底座262的滚转、俯仰和偏摆。在一些示例中,操纵器260中的自由度可以进一步包括使用器械托架268使轴272前进和/或撤回以便末端执行器276可以沿着插入轴线并且相对于远程运动中心274前进和/或撤回的能力。在一些示例中,操纵器260可以与由加利福尼亚州森尼维尔的直观外科手术公

司商售的da Vinci®外科手术系统一起使用的操纵器一致。在一些示例中,器械270可以是成像装置,诸如内窥镜、夹持器、外科手术工具(诸如,烧灼器或手术刀)和/或诸如此类。在一些示例中,末端执行器276可以包括附加自由度,诸如允许末端执行器276的部分相对于轴272的远端的附加局部操纵的滚转、俯仰、偏摆、夹持和/或诸如此类。

[0041] 在外科手术或其他医疗程序期间,患者278通常位于外科手术台280上。外科手术台280包括台基部282和台顶部284,其中台基部282位于移动推车215附近,使得器械270和/或末端执行器276可以由计算机辅助装置210操纵,同时器械270的轴272在身体开口处被插入到患者278内。外科手术台280进一步包括铰接结构290,该铰接结构290包括台基部282与台顶部284之间的一个或多个接头或连杆,以便控制台顶部284相对于台基部282的相对方位,并且因此控制患者278相对于台基部282的相对方位。在一些示例中,铰接结构290可以被配置为使得台顶部284相对于虚拟限定的台运动等中心(isocenter)286被控制,该虚拟限定的台运动等中心286可以位于台顶部284之上的点处。在一些示例中,等中心286可以位于患者278的内部。在一些示例中,等中心286可以与一个身体开口处或靠近一个身体开口(诸如对应于远程运动中心274的身体开口部位)的患者的体壁搭配。

[0042] 如图2所示,铰接结构290包括高度调节接头292,使得台顶部284可以相对于台基部282被升高和/或被降低。铰接结构290进一步包括接头和连杆以改变台顶部284相对于等中心286的倾斜294和特伦德伦伯卧位296取向两者。倾斜294允许台顶部284侧向倾斜,使得患者278的右侧或左侧相对于患者278的另一侧(即,围绕台顶部284的纵向轴线或从头到脚的轴线)被向上旋转。特伦德伦伯卧位296允许台顶部284被旋转,使得患者278的任一脚被升高(特伦德伦伯卧位)或者患者278的头被升高(相反的特伦德伦伯卧位)。在一些示例中,倾斜294旋转和/或特伦德伦伯卧位296旋转可以被调节以产生围绕等中心286的旋转。铰接结构290进一步包括附加连杆和接头298以使台顶部284通过如图2所描述的大致向左运动和/或向右运动而沿着纵向(头-尾)轴线相对于台基部282滑动。

[0043] 图8A-图8G是图示说明各种计算机辅助装置系统构架的简化示意图,该计算机辅助装置系统构架包含本文描述的集成的计算机辅助装置和可移动的外科手术台特征。图示说明的各种系统部件与本文描述的原理一致。在这些视图中,为了清楚起见,简化了部件,并且各种细节(诸如单独的连杆、接头、操纵器、器械、末端执行器等)未被示出,但是应当明白这些细节包含在图示说明的各种部件中。

[0044] 在这些构架中,与一个或多个外科手术器械或器械簇相关的插管未被示出,并且应当明白插管和其他器械引导装置可以可选地被用于具有相对较大的轴或引导管外直径(例如,4-5mm或更大)的器械或器械簇,并且对于具有相对较小的轴或引导管外直径(例如,2-3mm或更小)的器械可以可选地被省去。

[0045] 另外,在这些构架中,远程操作的操纵器应当被理解为包括在外科手术期间通过使用硬件约束(例如,固定的交叉器械俯仰、偏摆和滚转轴线)或软件约束限定(例如,软件约束的交叉器械俯仰、偏摆和滚转轴线)远程运动中心的操纵器。限定这些器械旋转轴线的混合(例如,硬件约束的滚转轴线和软件约束的俯仰轴线和偏摆轴线)也是可能的。进一步地,一些操纵器在程序期间可以不限定且不约束任意外科手术器械旋转轴线,并且一些操纵器在程序期间可以仅限定和约束一个或两个器械旋转轴线。

[0046] 图8A图示说明可移动的外科手术台110,并且示出单个器械计算机辅助装置

1101a。外科手术台1100包括可移动的台顶部1102和台支撑结构1103,台支撑结构1103从机械接地的台基部1104延伸以在远端处支撑台顶部1102。在一些示例中,手术台1100可以与外科手术台170和/或280一致。计算机辅助装置1101a包括远程操作的操纵器和单个器械组件1105a。计算机辅助装置1101a还包括支撑结构1106a,该支撑结构1106a在近侧基部1107a处机械接地并且延伸以在远端处支撑操纵器和器械组件1105a。支撑结构1106a被配置为允许组件1105a关于外科手术台1100以各种固定的姿态移动和保持。基部1107a可选地被永久固定或关于外科手术台1100可移动。如本文描述的,外科手术台1100和计算机辅助装置1101a共同操作。

[0047] 图8A进一步示出可选的第二计算机辅助装置1101b,其说明可以包括两个、三个、四个、五个或更多个单独的计算机辅助装置,每个具有由对应的支撑结构1106b支撑的对应的单独的远程操作的操纵器和(多个)单器械组件1105b。计算机辅助装置1101b被机械接地,并且组件1105b的姿态与计算机辅助装置1101a类似。外科手术台1100以及计算机辅助装置1101a和1101b共同形成了多器械外科手术系统,并且如本文描述的它们共同操作。在一些示例中,计算机辅助装置1101a和/或1101b可以与计算机辅助装置110和/或210一致。

[0048] 如图8B所示,其示出另一可移动的外科手术台1100和计算机辅助装置1111。计算机辅助装置1111是多器械装置,其包括由两个、三个、四个、五个或更多个单独的远程操作的操纵器和单器械组件,如代表性的操纵器和器械组件1105a和1105b所示。计算机辅助装置1111的组件1105a和1105b由组合的支撑结构1112支撑,这允许组件1105a和1105b关于外科手术台1100作为整体一起移动和摆姿态。计算机辅助装置1111的组件1105a和1105b也分别被对应的单独的支撑结构1113a和1113b支撑,这允许每个组件1105a和1105b关于外科手术台1100和一个或多个其他组件1105a和1105b单独地移动和摆姿态。这种多器械外科手术系统构架的示例是由直观外科公司商售的da VinciSi®外科手术系统和da Vinci®Xi™外科手术系统。如本文描述的,外科手术台1100和包含示例计算机辅助装置1111的外科手术操纵器系统共同操作。在一些示例中,计算机辅助装置1111与计算机辅助装置110和/或210一致。

[0049] 图8A和图8B的计算机辅助装置均被示出在地板上被机械接地。但是,一个或多个这类计算机辅助装置可以可选地在墙上或天花板上被机械接地,并且关于这类墙面或天花板面被永久固定或可移动。在一些示例中,计算机辅助装置可以使用轨道或网格系统被安装到墙或天花板,轨道或网格系统允许计算机辅助系统的支撑基部相对于外科手术台移动。在一些示例中,一个或多个固定的或可释放的安装夹具可以被用于将相应的支撑基部安装到轨道或网格系统。如图8C所示,计算机辅助装置1121a在墙上被机械接地,并且计算机辅助装置1121b在天花板上被机械接地。

[0050] 此外,计算机辅助装置可以经由可移动的外科手术台1100被间接地机械接地。如图8D所示,计算机辅助装置1131a被耦接到外科手术台1100的台顶部1102。计算机辅助装置1131a可以可选地被耦接到外科手术台1100的其他部分,诸如台支撑结构1103或台基部1104,如图8D示出的虚线结构所示。当台顶部1102关于台支撑结构1103或台基部1104移动时,计算机辅助装置1131a同样关于台支撑结构1103或台基部1104移动。然而,在计算机辅助装置1131a被耦接到台支撑结构1103或台基部1104的情况下,当台顶部1102移动时,计算机辅助装置1131a的基部关于地面保持固定。当发生台运动时,器械插入到患者内的身体开

口也可以移动,因为患者的身体可以移动并且改变身体开口相对于台顶部1102的方位。因此,针对计算机辅助装置1131a被耦接到台顶部1102的实施例,台顶部1102起局部机械接地的作用,并且身体开口关于台顶部1102移动,并且因此身体开口也关于计算机辅助装置1131a移动。图8D也示出可以可选地增加第二计算机辅助装置1131b,其类似于计算机辅助装置1131a被配置,以创建多器械系统。包括耦接到外科手术台的一个或多个计算机辅助装置的系统如本文公开的那样操作。

[0051] 在一些实施例中,具有相同或混合机械接地的计算机辅助装置的其他组合是可能的。例如,系统可以包括在地板上机械接地的一个计算机辅助装置和经由外科手术台机械接地到地板的第二计算机辅助装置。这种混合机械接地系统如本文公开的操作。

[0052] 发明方面还包括单身体开口系统,其中两个或更多个外科手术器械经由单个身体开口进入身体。此类系统的示例在2010年8月12日提交的名为“Surgical System Instrument Mounting”的专利号为8,852,208的美国专利中示出,并且在2007年6月13日提交的名为“Minimally Invasive Surgical System”的专利号为9,060,678的美国专利中示出,以上两者通过引用合并于此。图8E图示说明远程操作的多器械计算机辅助装置1141与上面描述的外科手术台1100。两个或更多个器械1142均被耦接到对应的操纵器1143,并且器械1142簇和器械操纵器1143共同由系统操纵器1144移动。系统操纵器1144由支撑组件1145支撑,该支撑组件允许系统操纵器1144被移动到并且固定处于各种姿态。支撑组件1145在基部1146处被机械接地,与上面描述的一致。两个或更多个器械1142在单个身体开口处插入到患者内。可选地,器械1142共同延伸通过单个引导管,并且该引导管可选地延伸通过插管,如上面引用的对比文件中所描述的。如本文描述的,计算机辅助装置1141和外科手术台1100共同操作。

[0053] 图8F图示说明经由外科手术台1100机械接地的另一个多器械单身体开口计算机辅助装置1151,其可选地被耦接到台顶部1102、台支撑结构1103或台基部1104。关于图8D的上述描述也应用到图8F中图示说明的机械接地选择。如本文描述的,计算机辅助装置1151和外科手术台1100共同工作。

[0054] 图8G图示说明一个或多个远程操作的多器械单身体开口计算机辅助装置1161和一个或多个远程操作的单器械计算机辅助装置1162可以组合以如本文所描述的与外科手术台1100一起操作。计算机辅助装置1161和1162中的每个可以直接地或经由其他结构以上面描述的各种方式机械接地。

[0055] 图3是根据一些实施例的计算机辅助医疗系统的运动学模型300的简化示意图。如图3所示,运动学模型300可以包括与许多源和/或装置关联的运动学信息。运动学信息基于用于计算机辅助医疗装置和外科手术台的连杆和接头的已知的运动学模型。运动学信息进一步基于与计算机辅助医疗装置和外科手术台的接头的位置和/或取向相关联的信息。在一些示例中,与接头的位置和/或取向相关联的信息可以源自一个或多个传感器(诸如编码器),所述传感器测量柱状接头(prismatic joint)的线性位置和转动接头(revolute joint)的旋转位置。

[0056] 运动学模型300包括数个坐标框架或坐标系和变换(诸如齐次变换)以用于将位置和/或取向从一个坐标框架变换到另一个坐标框架。在一些示例中,运动学模型300可以用于通过组合由图3中所包括的变换链(transform linkage)注释的正向变换和/或逆向/逆

变换而允许在任何其他坐标框架中正向和/或逆向映射坐标框架其中之一的位置和/或取向。在一些示例中,当变换以矩阵形式被建模为齐次变换时,使用矩阵乘法来完成所述组合。在一些实施例中,系统可以使用Denavit-Hartenberg参数和惯例,用于将坐标参考框架附接到运动链中的一个或多个点并且在运动学模型300中从一个参考框架变换到另一个参考框架。在一些实施例中,运动学模型300可以用于对图2的计算机辅助装置210和外科手术台280的运动学关系建模。

[0057] 运动学模型300包括可以用于对外科手术台(诸如外科手术台170和/或外科手术台280)的位置和/或取向建模的台基部坐标框架305。在一些示例中,台基部坐标框架305可以用于相对于与外科手术台关联的参考点和/或取向对外科手术台上的其他点建模。在一些示例中,参考点和/或取向可以与外科手术台的台基部(诸如台基部282)关联。在一些示例中,台基部坐标框架305可以适合于用作计算机辅助系统的全局坐标框架。

[0058] 运动学模型300进一步包括可以用于将在表示外科手术台的台顶部(诸如台顶部284)的坐标框架中对位置和/或取向建模的台顶部坐标框架310。在一些示例中,台顶部坐标框架310可以以台顶部的旋转中心或等中心(诸如等中心286)为中心。在一些示例中,台顶部坐标框架310的z轴线可以关于地板或外科手术台被布置的表面和/或与台顶部的表面正交的表面竖直地取向。在一些示例中,台顶部坐标框架310的x轴线和y轴线可以被取向为捕获台顶部的纵向(头到脚)和横向(侧向)主轴线。在一些示例中,台基部到台顶部的坐标变换315用于映射台顶部坐标框架310与台基部坐标框架305之间的位置和/或取向。在一些示例中,外科手术台的铰接结构(诸如铰接结构290)的一个或多个运动学模型连同过去的接头传感器读数和/或当前的接头传感器读数一起被用于确定台基部到台顶部的坐标变换315。在与图2的实施例一致的一些示例中,台基部到台顶部的坐标变换315对与外科手术台关联的高度、倾斜、特伦德伦伯卧位和/或滑动设置的组合效应建模。

[0059] 运动学模型300进一步包括可以用于对计算机辅助装置(诸如计算机辅助装置110和/或计算机辅助装置210)的位置和/或取向建模的装置基部坐标框架。在一些示例中,装置基部坐标框架320可以用于相对于与计算机辅助装置关联的参考点和/或取向对计算机辅助装置上的其他点建模。在一些示例中,参考点和/或取向可以与计算机辅助装置(诸如移动推车215)的装置基部关联。在一些示例中,装置基部坐标框架320可以适合于用作计算机辅助系统的全局坐标框架。

[0060] 为了追踪外科手术台与计算机辅助装置之间的位置(位置相关)关系和/或取向(取向相关)关系,通常可以期望执行外科手术台与计算机辅助装置之间的配准。如图3所示,配准可以被用于确定台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架320之间的配准变换325。在一些实施例中,配准变换325可以是台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架之间的部分变换或全变换。基于外科手术台与计算机辅助装置之间的构架布置确定配准变换325。

[0061] 在图8D和图8F的示例中,其中计算机辅助装置被安装到台顶部1102,配准变换325通过台基部到台顶部的坐标变换315被确定,并且知道计算机辅助装置被安装到台顶部112的位置。

[0062] 在图8A-8C、图8E和图8F的示例中,其中计算机辅助装置被布置在地板上或被安装到墙上或天花板上,通过对装置基部坐标框架320和台基部坐标框架305强加一些约束,配准变换325的确定被简化。在一些示例中,这些约束包括装置基部坐标框架320和台基部坐

标框架305两者在相同的竖直向上的轴线或z轴线上一致。在假设外科手术台位于水平地板上的情况下,房间的墙(例如,垂直于地板)和天花板(例如,平行于地板)的相对取向是已知的,对于装置基部坐标框架320和台基部坐标框架305两者或适合的取向变换维持共同的竖直向上的轴线或z轴线(或者合适的取向变换)是可能的。在一些示例中,由于共同的Z轴线,配准变换325可以仅对装置基部与台顶部围绕台基部坐标框架305的Z轴线的旋转关系(例如, θ_z 配准)建模。在一些示例中,配准变换325也可以可选地对台基部坐标框架305和装置基部坐标框架320之间的水平偏移(例如,XY配准)建模。这是可能的,因为计算机辅助装置和外科手术台之间的竖直(Z)关系是已知的。因此,台基部到台顶部的变换315中的台顶部的高度变化类似于装置基部坐标框架320中的竖直调节,因为台基部坐标框架305和装置基部坐标框架320中的竖直轴线相同或近似相同,以便台基部坐标框架305和装置基部坐标框架320之间的高度变化在彼此合理的容差内。在一些示例中,通过知道台顶部的高度(或其等中心)和 θ_z 和/或XY配准,台基部到台顶部的变换315中的倾斜和特伦德伦伯卧位调节可以被映射到装置基部坐标框架320。在一些示例中,配准变换325和台基部到台顶部的变换315可以用于对计算机辅助手术装置建模,好像其被附接到台顶部,即使当在架构上并非如此时。

[0063] 运动学模型300进一步包括臂安装平台坐标框架330,该臂安装平台坐标框架330可以被用作作用于与计算机辅助装置的铰接臂上的最近侧点相关联的共享坐标框架的适当模型。在一些实施例中,臂安装平台坐标框架330可以与臂安装平台(诸如臂安装平台227)上的方便的点相关联并且相对于臂安装平台上的方便的点被取向。在一些示例中,臂安装平台坐标框架330的中心点可以位于臂安装平台取向轴线236上,其中Z轴线与臂安装平台取向轴线236对准。在一些示例中,装置基部到臂安装平台的坐标变换335用于映射装置基部坐标框架320与臂安装平台坐标框架330之间的位置和/或取向。在一些示例中,装置基部与臂安装平台(诸如装配结构220)之间的计算机辅助装置的连杆和接头中的一个或多个运动学模型连同过去的和/或当前的接头传感器读数被用于确定装置基部到臂安装平台的坐标变换335。在与图2的实施例一致的一些示例中,装置基部到臂安装平台的坐标变换335可以对计算机辅助装置的装配结构的两部分立柱、肩接头、两部分悬臂和腕接头的组合效果建模。

[0064] 运动学模型330进一步包括与计算机辅助装置的每个铰接臂相关联的一系列坐标框架和变换。如图3所示,运动学模型300包括用于三个铰接臂的坐标框架和变换,但是普通技术人员将会理解不同的计算机辅助装置可以包括更少和/或更多的铰接臂(例如,一个、两个、四个、五个或更多个)。与图2的计算机辅助装置210的连杆和接头的配置一致,使用操纵器底座坐标框架、远程运动中心坐标框架和器械、末端执行器或照相机坐标框架根据安装到铰接臂的远端的器械的类型对每个铰接臂建模。

[0065] 在运动学模型300中,通过使用操纵器底座坐标框架341、远程运动中心坐标框架342、器械坐标框架343、臂安装平台到操纵器底座的变换344、操纵器底座到远程运动中心的变换345和远程运动中心到器械的变换346,捕获铰接臂中的第一个的运动学关系。操纵器底座坐标框架341表示适当的模型,该模型用于表示与操纵器(诸如操纵器260)相关联的位置和/或取向。操纵器底座坐标框架341通常与对应的铰接臂的操纵器底座(诸如操纵器底座262)相关联。然后臂安装平台到操纵器底座的变换344基于臂安装平台与对应的操纵

器底座之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应的装配接头240)的一个或多个运动学模型以及对应的装配接头240的过去的和/或当前接头传感器读数。

[0066] 远程运动中心坐标框架342与安装在操纵器上的器械的远程运动中心相关联,诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274。然后,操纵器底座到远程运动中心的变换345基于对应的操纵器底座与对应的远程运动中心之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应操纵器260的对应接头264、对应连杆266和对应托架268)的一个或多个运动学模型以及对应接头264的过去的和/或当前的接头传感器读数。当对应的远程运动中心维持与对应的操纵器底座的固定位置关系时,诸如在图2的实施例中,操纵器底座到远程运动中心的变换345包括基本静态平移分量和随着操纵器和器械被操作而变化的动态旋转分量。

[0067] 器械坐标框架343与位于器械的远端处的末端执行器(诸如对应的器械270上的对应的末端执行器276)相关联。然后远程运动中心到器械的变换346基于移动和/或取向对应的器械和对应的远程运动中心的计算机辅助装置的连杆和接头的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的接头传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换346考虑轴(诸如对应的轴272)通过远程运动中心的取向以及轴相对于远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换346可以进一步被约束以反映器械的轴的插入轴线经过远程运动中心并且考虑轴和末端执行器围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0068] 在运动学模型300中,通过使用操纵器底座坐标框架351、远程运动中心坐标框架352、器械坐标框架353(也称为“器械参考框架353”)、臂安装平台到操纵器底座的变换354、底座到远程运动中心的变换355以及远程运动中心到器械的变换356,捕获铰接臂中的第二个的运动学关系。操纵器底座坐标框架351表示适当的模型,该模型用于表示与操纵器诸如操纵器260相关联的位置和/或取向。操纵器底座坐标框架351与操纵器底座诸如对应的铰接臂的操纵器底座262相关联。然后臂安装平台到操纵器底座的变换354基于在臂安装平台与对应的操纵器底座之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应的装配接头240)的一个或多个运动学模型以及对应的装配接头240的过去的和/或当前的接头传感器读数。

[0069] 远程运动中心坐标框架352与铰接臂的操纵器的远程运动中心(诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274)相关联。然后底座到远程运动中心的变换355基于对应的操纵器底座与对应的远程运动中心之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应的操纵器260的对应的接头264、对应的连杆266和对应的托架268)的一个或多个运动学模型以及对应接头264的过去的和/或当前的接头传感器读数。当对应的远程运动中心维持与对应的操纵器底座的固定位置关系时,诸如在图2的实施例中,底座到远程运动中心的变换355包括不随着操纵器和器械被操作而变化的基本静态平移分量和随着操纵器和器械被操作而变化的动态旋转分量。

[0070] 器械坐标框架353与末端执行器上的点、器械、工具和/或安装在铰接臂上的器械上的工具尖端(诸如对应的器械270上的对应的末端执行器276)相关联。然后,远程运动中心到器械的变换356基于移动和/或取向对应的器械和对应的远程运动中心的计算机辅助装置的连杆和接头的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的接头传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换356考虑轴(诸如对应的轴272)通过远程运动中心的取向和轴相对于远程运动中心的前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到

器械的变换356可以被约束以反映器械的轴的插入轴线通过远程运动中心并且可以考虑轴和末端执行器围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0071] 在运动学模型300中,通过使用操纵器底座坐标框架361、远程运动中心坐标框架362、照相机坐标框架363、臂安装平台到操纵器底座的变换364、底座到远程运动中心的变换365以及远程运动中心到照相机的变换366,捕获铰接臂中的第三个的运动学关系。操纵器底座坐标框架361表示适当的模型,该模型用于表示与操纵器(诸如操纵器260)相关联的位置和/或取向。操纵器底座坐标框架361与操纵器底座(诸如对应的铰接臂的操纵器底座262)相关联。然后,臂安装平台到操纵器底座的变换364基于在臂安装平台与对应的操纵器底座之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应的装配接头240)的一个或多个运动学模型以及对应的装配接头240的过去的和/或当前的接头传感器读数。

[0072] 远程运动中心坐标框架362与铰接臂的操纵器的远程运动中心(诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274)相关联。然后,底座到远程运动中心的变换365基于对应的操纵器底座与对应的远程运动中心之间的计算机辅助装置的连杆和接头(诸如对应的操纵器260的对应的接头264、对应的连杆266和对应的托架268)的一个或多个运动学模型以及对应接头264的过去的和/或当前的接头传感器读数。当对应的远程运动中心维持与对应的操纵器底座的固定位置关系时,诸如在图2的实施例中,底座到远程运动中心的变换365包括不随着操纵器和器械被操作而变化的基本静态平移分量和随着操纵器和器械被操作而变化的动态旋转分量。

[0073] 照相机坐标框架363与安装在铰接臂上的成像装置(诸如内窥镜)相关联。然后,远程运动中心到照相机的变换366基于移动和/或取向成像装置和对应的远程运动中心的计算机辅助装置的连杆和接头的一个或多个运动学模型,以及过去的和/或当前的接头传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到照相机的变换366考虑轴(诸如对应的轴272)通过远程运动中心的取向和轴相对于远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到照相机的变换366可以被约束以反映成像装置的轴的插入轴线经过远程运动中心并且考虑成像装置围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0074] 在一些实施例中,与照相机坐标框架363相关联的成像装置可以将视频传送到操作者工作台,使得用户可以观看来自照相机坐标框架363的视频流。例如,由成像装置捕获的视频可以在图1的操作者工作台190的显示系统192上转播和显示。在一些实施例中,成像装置可以被取向,使得其捕获与器械坐标框架343相关联的器械和/或与器械坐标框架353相关联的器械的视频和/或图像。与器械坐标框架343相关联的器械和/或与器械坐标框架353相关联的器械可以通过控制器(诸如图1的输入控制装置或主控制装置195)由用户操作。在一些实施例中,考虑到器械和/或末端执行器的直观操纵,来自控制装置的用户命令可以与照相机坐标框架363的坐标系关联。例如,使用控制装置向上和向下的命令、向左和向右的命令以及进和出的命令可以变换为器械关于照相机坐标框架363向上和向下、向左和向右以及进和出的移动。向上和向下、向左和向右以及进和出可以由坐标框架363的x、y和z平移轴线表示。类似地,滚转、俯仰和偏摆命令可以引起器械关于照相机坐标框架滚转、俯仰和偏摆。在一些实施例中,一个或多个处理器(诸如图1的处理器140)可以将来自照相机坐标框架363的用户命令变换为器械坐标框架343和353中的相应命令和运动。平移命令可以贯穿运动学关系。例如,与器械坐标框架343相关的器械的命令可以使用变换366从照

相机坐标框架363到远程运动中心参考框架362,然后使用变换365从远程运动中心参考框架362到底座坐标框架361、使用变换364从底座坐标框架361到臂安装平台坐标框架330、使用变换344从臂安装平台坐标框架330到操纵器底座坐标框架341、使用变换345从操纵器底座坐标框架341到远程运动中心坐标框架342以及使用变换346从远程运动中心坐标框架342到器械坐标框架343。以此方式,在一个参考框架中已知的任何运动命令能够变换为一个或多个其他坐标框架中的对应命令。

[0075] 如上所述和本文进一步强调的,图3仅是一示例,其不应当过度限制权利要求的范围。本领域技术人员将认识任何变体、替代方案和修改。根据一些实施例,外科手术台与计算机辅助装置之间的配准可以使用替代配准变换被确定在台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架320之间。当替代配准变换被使用时,配准变换325通过组合替代配准变换与台基部到台顶部的变换315的逆向/逆而被确定。根据一些实施例,用于对计算机辅助装置建模的坐标框架和/或变换可以基于计算机辅助装置的连杆和接头、其铰接臂、其末端执行器、其操纵器和/或其器械的特定配置而不同地布置。根据一些实施例,运动学模型300的坐标框架和变换可以用于对与一个或多个虚拟器械和/或虚拟照相机相关联的坐标框架和变换建模。在一些示例中,虚拟器械和/或照相机可以与之前储存的和/或锁存的器械位置、由于运动而造成的器械和/或照相机的投影/突出(projection)、由外科医生和/或其他人员限定的参考点和/或诸如此类相关联。

[0076] 当计算机辅助系统(诸如计算机辅助系统100和/或200)正在被操作时,一个目的是最小化和/或消除干扰和/或移动从一个接头和/或连杆到(多个)器械、(多个)连杆和/或(多个)接头的一个或多个点的位置的传播。例如,参考图2,如果传播到末端执行器276(末端执行器276是示例性感兴趣的点)的干扰正好在患者278的内侧,则对接头242和/或连杆246中的一个或多个的干扰可能对患者278造成损伤。

[0077] 在用于计算机辅助系统的一种操作模式中,在整个伺服控制装置和/或制动器的使用中,外科手术台的一个或多个接头和铰接臂的接头可以被锁定和/或保持在适当位置,以便接头的运动被完全限制和/或禁止。在一些示例中,上述操作可以允许操纵器的接头在完成期望的程序时控制未被来自其他接头的运动干扰的器械。在一些实施例中,操纵器可以被物理约束以维持远程运动中心和一个或多个接头的运动,未构成操纵器的一个或多个接头的运动可能不期望地引起远程运动中心移动。在这些示例中,通过物理的和/或伺服控制制动系统使不构成操纵器的接头被锁定在适当位置可能是有益的。然而,可能存在期望允许远程运动中心的移动,并且因此允许锁定一个或多个接头的制动器释放的情况,该一个或多个接头可以影响远程运动中心的位置。

[0078] 在一些示例中,在程序期间,器械可以通过患者的身体开口被插入。在一些示例中,器械的位置可以通过操作者控制台(诸如图1的工作台190)处的外科医生经由远程操作控制。然而,可以期望支持计算机辅助系统的其他操作模式,当器械通过患者的身体开口被插入时,该其他操作模式允许铰接臂的移动。这些其他操作模式可能引入当器械没有插入到患者的身体开口内时不存在于操作模式中的风险。在一些示例中,这些风险可以包括但不限于当相对于患者允许器械移动时对患者的损伤、器械破坏无菌区、来自铰接臂之间的碰撞的损坏和/或诸如此类。

[0079] 在通常情况下,这些其他操作模式的特征是当器械近侧的一个或多个接头遭受干

扰时,相对于患者维持插入到患者的开口内的器械的点的目的,其中器械近侧的一个或多个接头遭受干扰会导致一个或多个接头的位置和/或取向(即,移动)的变化。因为器械近侧的一个或多个第一或干扰接头的干扰导致器械的位置变化,所以可以期望对一个或多个第二或补偿接头引进移动,其补偿由干扰接头的移动造成的器械的移动。根据干扰的类型和性质(诸如干扰是否与外科手术台或患者的移动相关联,或者干扰是否限于用于控制器械的铰接臂)确定干扰的程度和补偿的量。

[0080] 在这些其他操作模式的一个分类中,当患者不移动时,器械的位置和/或器械上的点被监测并且被维持在任意适合的全局坐标框架中。这可以包括与铰接臂的受控运动相关联的干扰。在一些示例中,铰接臂的受控运动可以包括在执行程序之前用于装配铰接臂和/或操纵器的一个或多个接头的移动。上述情况的一个示例包括与图2的实施例一致的计算机辅助装置的装配结构中的一个或多个的移动,其中臂安装平台227被平移和对准以允许移动装配接头240以在程序期间提供操纵器260的良好运动范围。这种运动类型的示例在2014年3月17日提交的申请号为No.61/954,261、名为“System and Method for Aligning with a Reference Target”的美国临时专利申请中被更详细地描述,其通过引用合并于此。这种分类可以进一步包括在开始其他运动之前与制动器和/或接头锁的释放相关联的干扰。在一些示例中,器械的轴上的外力和/或扭矩(诸如由于当器械插入患者内时由患者的体壁施加到器械的力和扭矩)可以在制动器和/或锁被释放以及力和/或扭矩被释放的接头吸收时导致器械的不期望运动。这个分类可以进一步包括由抓紧状态或悬浮状态中的铰接臂的操作引起的干扰,该干扰诸如可能在由操作者手动重新定位铰接臂期间发生和/或由于铰接臂和障碍之间的碰撞而发生。这种运动类型的示例在2014年3月17日提交的申请号为No.91/954,120、名为“System and Method for Breakaway Clutching in an Articulated Arm”的美国临时专利申请中被更详细地描述,其通过引用合并于此。当计算机辅助装置通过释放一个或多个制动器或锁来准备整体的外科手术台运动并且由体壁施加到插入身体开口的器械的力和扭矩被释放时,这种运动类型的附加示例可以发生。这种运动类型和干扰在2015年3月17日提交的申请号为No.62/134,207、名为“System and Method for Integrated Surgical Table”的美国临时专利申请和同时提交的名为“System and Method for Integrated Surgical Table”(其中代理人文件编号为ISR006930PCT/70228.498W001)的PCT专利申请中被更详细地描述,上述两者通过引用全部合并于此。

[0081] 关于铰接臂的一个或多个接头上的制动器释放,在制动器释放后施加到接头上的任何力和/或扭矩可以引起接头及其对应连杆的运动。这些干扰可能经常引起附接到铰接臂的末端执行器和/或器械的快速运动以及有时大的跳跃运动。虽然来自单个制动器释放的任何单个干扰可能小,但是用于多个接头的制动器被同时释放时的组合的干扰可能相当大。这些大跳跃运动可能造成末端执行器对患者的伤害。另外,这些跳跃运动经常太快而人类无法反应,因此通过手动控制来纠正是困难的(即使并非不可能的)。减少跳跃且为用户提供反应能力的一种方法是随着时间慢慢地减小用于每个制动器的制动力和/或一次性释放制动器。然而,在外科手术操作期间,最小化任何不必要的时间消耗是重要的,因为在外科手术期间与患者处于外科手术中的时间长度相关的患者的死亡率增加。因此,期望在短时间周期内(在几秒钟或更短)释放制动器。

[0082] 图4是根据一些实施例的用于交错的制动器释放的示例性方法400的简化示意图。在一些示例中,方法400可以用于使一个或多个铰接臂(诸如图1的铰接臂120)的接头上的一个或多个制动器的释放交错。根据一些实施例,方法400可以包括过程410-430中的一个或多个,过程410-430(至少部分)可以以存储在非临时性有形的机器可读介质上的可执行代码的形式被实施,该代码在一个或多个处理器(例如,图1的控制单元130中的处理器140)上运行时可以引起一个或多个处理器执行过程410-430中的一个或多个。

[0083] 在过程410处,用于制动器释放的铰接臂的数量被确定。在一些实施例中,铰接臂的数量可以被预定。例如,该装置可以使用具体数量的铰接臂被硬编码。在一些实施例中,用户可以设定用于制动器释放的铰接臂组的数量。例如,使用工作台(诸如图1的工作台190)上的按钮和/或开关,用户和/或操作者能够选择将释放制动器的臂和/或臂的数量。在一些实施例中,铰接臂的数量可以通过到一个或多个端口和/或其他通信接口的连接而被检测。例如,计算机辅助系统(诸如图1的计算机辅助系统)可以具有用于释放铰接臂中的一个或多个制动器的制动器释放模式,并且控制单元130可以通过与铰接臂的通信接口确定由系统控制的铰接臂的数量。

[0084] 在过程420处,确定用于每个铰接臂的制动器释放的时序。在一些实施例中,每个制动器释放的时序可以被交错,以确保没有单个制动器与另一个制动器在相同的时间被释放。在一些实施例中,铰接臂上的接头可以被设定以快速连续地自动释放制动器,并且中央控制器(诸如图1的控制单元130)可以确定怎样交错用于每个臂的制动器释放的开始。例如,铰接臂(诸如图2的铰接臂120)可以具有对于一组接头(诸如图2的装配接头240)释放的制动器。假设存在四个装配接头,这些接头可以快速连续地被释放,诸如每隔0.25秒释放。一旦接收到制动器释放的指令,不同制动器的释放之间的时间和制动器释放的顺序可以是预设的和自动的。这允许快速可靠的制动器释放,而没有通信和处理时间的延迟。

[0085] 为了确保没有用于任何单个铰接臂的制动器释放与用于另一铰接臂的制动器释放在相同的时间被释放,开始用于每个臂的制动器释放的命令以防止同时制动器释放的计算的间隔被发送。例如,当每个铰接臂中的制动器释放之间的间隔是0.2秒时,每个臂可以被设定顺序以彼此间隔0.25秒开始制动器释放。在这个示例中,第一臂中释放的四个接头将在时间0s、0.2s、0.4s和0.6s时被释放。用于下一个臂和下一个臂的四个接头的制动器的释放将会是0.25s、0.45s、0.65s和0.85s。第三臂将在0.5s、0.7s、0.9s和1.1s时释放制动器。最后,第四臂将在0.75s、0.95s、1.15s和1.35s时释放。本领域技术人员将认识制动器释放间隔和命令之间的间隔存在许多可能性,使得在同一时间没有制动器被释放,所有这些可能性在本文中都是预期的。确定每个臂何时开始制动器释放的一种简单示例性方法是将臂上的制动器释放之间的时间间隔除以臂的数量。

[0086] 在一些实施例中,制动器释放的顺序被预定。例如,制动器可以按照用于具有最少运动的接头的制动器到用于具有最多运动的接头的制动器的顺序被释放。在一些实施例中,确定在制动器释放期间哪些接头引起移动或移动最多可以通过经验调整确定。根据实验,释放平行于地板运动的旋转接头和/或平移接头(有时被称为水平运动的接头)的制动器易于引起最少量的运动,并且释放允许垂直于地板移动的接头(有时被称为竖直运动的接头)的制动器易于引起最多的运动。在一些实施例中,力传感器可以指示哪个制动器承受最多的力和/或扭矩,并且确定哪些接头将移动最多。在一些实施例中,基于每个接头的配

置和位置可以确定制动器释放的顺序。例如,当用于接头的制动器被释放时,接头在其运动范围的末端处不可能移动。

[0087] 在一些实施例中,铰接臂可以不与任何其他铰接臂通信。因此,当发送到一个或多个臂的制动器释放命令被延迟时,可能造成一个或多个接头被同时释放。在一些示例中,为了确保不发生同时释放制动器,每个机械臂可以共享用于整个系统的全局时钟周期计数,并且可以为每个臂给定制动器能够被释放的时间窗口。例如,如果系统将在一秒时帧内开始所有臂的制动器释放,则1kHz处理器将在该时帧内具有1000个时钟周期。如果存在四个铰接臂,则一秒内的时钟周期能够被分成四个250个周期的窗口。能够为一个臂指定周期0-249、为第二个臂指定250-499、为第三个臂指定500-749以及为第四个臂指定750-999。时间窗口然后能够通过1000对全局时钟周期取模而被确定。以此方式,每个窗口每1000个时钟周期重复一次。当臂在时钟周期内错过制动器释放的窗口时,相应铰接臂的制动器释放将在重复所述铰接臂的250时钟周期窗口时释放。

[0088] 更一般地,用于制动器释放的时间窗口通过时间限制的时钟周期的数量除以臂的数量而被确定。用于给定全局时钟时间的制动器释放窗口通过使用时间限制的时钟周期的数量对全局时钟的取模而被确定。在一些实施例中,缓冲区可以被增加到每个时钟周期窗口以防止制动器释放在彼此的一个时钟周期内发生。例如,基于250时钟周期窗口,用于制动器释放的窗口可以是在249、499、749和999时用于每个臂的单个时钟周期。以此方式,在当对于每个铰接臂的制动器释放开始时或基于1kHz处理器的大约0.25秒之间存在249时钟周期缓冲区。

[0089] 在一些实施例中,中央控制器直接确定哪个制动器被释放、制动器释放的顺序以及何时被释放。以此方式,中央控制器能够确保在相同的时间没有任何制动器被释放。在一些实施例中,制动器可以随着时间被逐渐释放。然而,方法400被设置为以二进制制动器工作,而未逐渐减小制动力。这允许该方法与比传统系统中存在的制动器成本更低且不那么复杂的制动器一起使用。此外,可期望成本更低、更可靠且更简单的二进制制动器。

[0090] 在过程430处,铰接臂的接头的制动器根据过程420处设置的制动器释放时序来释放。

[0091] 在一些实施例中,铰接臂的接头可以具有可以逐渐释放的制动器。在一些示例中,每个制动器能够随着时间同时逐渐释放。在一些实施例中,制动器可以根据在过程420处确定的时序被释放,其中制动器在分配的时间窗口内逐渐地释放和/或其中在分配的时间窗口开始时开始逐渐的制动器释放。在一些示例中,可以通过使随着时间控制制动力的信号倾斜来完成制动器的逐渐释放。在一些示例中,倾斜信号可以是电压、电流、脉宽占空比和/或诸如此类。根据倾斜的信号与制动力之间的变换关系,倾斜信号的值随时间的变化可以是线性的和/或非线性的。

[0092] 图5是用于补偿干扰(诸如根据一些实施例通过制动器释放引起的干扰)的方法500的简化示意图。在一些示例中,一个或多个接头(统称为第一组接头或干扰接头)的制动器的释放造成的干扰可以由一个或多个其他接头(统称为第二组接头或补偿接头)补偿,使得与铰接臂相关联的点(感兴趣的点)和/或器械最低程度地或完全不受干扰的影响。感兴趣的点可以是特定接头的方位、远程运动中心的方位、器械的方位、末端执行器的方位、工具的尖端的方位、沿运动链的点的方位或任意之前点附近的方位等。在一些实施例中,补偿

接头可以提供一个或多个冗余的自由度,其用于补偿由于干扰接头的变化造成的移动。

[0093] 在一些示例中,与补偿接头相比,干扰接头可以全在感兴趣的点的远侧或近侧。例如,图2的一系列装配接头240可以是干扰接头,接头264可以是补偿接头,并且末端执行器276可以是感兴趣的点。在这个示例中,装配接头240比操纵器260的接头264更远离末端执行器276,操纵器260的接头264可以是补偿接头。

[0094] 在其他示例中,一些干扰接头可以在补偿接头之间。然而,在这些示例中,运动链可能被分成接头和连接件的子集,以便每个子集使该子集中的干扰接头与该子集内的补偿接头相比靠近或远离感兴趣的子集点(其可以是或可以不是用于整个运动链的相同感兴趣的点)。以此方式,相对于所有补偿接头,用于补偿所有相对于所有干扰接头更远离或更靠近感兴趣的点的干扰接头的模型能够被应用到运动链,其中通过将运动链分成子运动链,相对于一个或多个补偿接头,一些干扰接头更靠近感兴趣的点而一些干扰接头更远离感兴趣的点。

[0095] 方法500在实施例的内容中被讨论,其中运动链中的所有干扰接头比补偿接头更靠近感兴趣的点。然而,本领域技术人员将明白这种方法可适用于所有干扰接头更远离补偿接头而不是靠近补偿接头的情况。另外,如上所述,这种方法也能够应用在如下情况中:在运动链中,通过将整个运动链看作子运动链的集合,干扰接头交错在补偿接头之中,其中可以选择每个子运动链,使得所有干扰接头相对于一个或多个感兴趣的点靠近或远离补偿接头。

[0096] 方法500可以包括可以至少部分地以储存在非临时性有形的机器可读介质中的可执行代码的形式被实施的过程510-560中的一个或多个,当该代码在一个或多个处理器(例如,图1的控制单元130中的处理器140)上运行时可以引起一个或多个处理器执行过程510-560中的一个或多个。

[0097] 在一些实施例中,方法500可以被用于通过引进一个或多个补偿接头的补偿运动来补偿由于一个或多个干扰接头的运动造成的器械位置的变化。在一些示例中,方法500可以在由于受控运动、抓紧运动、制动器或锁释放等运动造成干扰接头运动时被使用。在一些示例中,方法500可以在由于制动器的释放造成干扰接头运动时被使用,诸如在过程430期间。在与图2的实施例一致的一些示例中,一个或多个干扰接头和/或一个或多个补偿接头可以包括装配结构220中的任意接头、装配接头240和/或靠近器械的操纵器260的任意接头。在一些实施例中,当器械、插管和/或类似物被耦接到对应铰接臂、末端执行器和/或操纵器的远端时,方法500的使用可能被限制操作,以便铰接臂、末端执行器和/或操纵器的远程运动中心可以被限定。在一些实施例中,方法500可以包括使用来自患者的孔口或切口的壁的阻力和/或通过计算机辅助装置的操作者使器械的姿态和/或位置至少部分地被维持。在一些实施例中,方法500可以结合来自计算机辅助装置的操作者的移动命令被应用和/或在其上被应用,使得操作者仍能控制一个或多个器械的移动。

[0098] 在过程510处,参考坐标框架被建立。为了便于计算,过程510可以使用运动链中的不移动点/固定点作为参考框架。例如,参考图2和图3,如果装配接头240是干扰接头并且操纵器260的接头是补偿接头,则与装配接头240相比更靠近推车215的任意点都可以被用作参考框架,包括接头226,其可以是图3的臂安装平台坐标框架330。

[0099] 在过程520处,从参考坐标框架到稳定点(诸如图2的末端执行器276)的参考变换

被建立。这个参考变换可以在对干扰接头进行任意干扰之前被建立。在一些实施例中,这个变换可以是对一个或多个接头、器械、连杆和/或运动链中的任意其他对象的特定位置的变换。在一些实施例中,参考变换可以由数个坐标框架之间的数个子变换组成。例如,从臂安装平台坐标框架330到器械坐标框架353的变换是由变换354、355和356组成。在一些实施例中,这些变换可以被储存在存储器中,诸如图1的存储器150。

[0100] 在过程530处,接头中的干扰被检测到,并且使用干扰接头的新位置确定由干扰造成的到感兴趣的点的移动的预测。

[0101] 以下是确定由干扰接头中的干扰造成的对感兴趣的点的干扰的示例性方法。在第一步,跨越干扰接头的两个坐标框架之间的变换在扰乱之前可以储存在存储器中,诸如图1的存储器150。在一些示例中,当坐标框架中的第一个在最近的干扰接头近侧而坐标框架中的第二个在最远的干扰接头远侧时,两个坐标框架跨越干扰接头。在第二步中,跨越补偿接头的两个坐标框架之间的变换可以被储存在存储器中。在第三步中,使用第一步和第二步保存的变换来确定未受干扰的感兴趣的点的方位。在一些示例中,感兴趣的点的这个方位可以对在任意干扰或补偿运动发生之前的感兴趣的点建模。在第四步中,通过使用跨越干扰接头的两个坐标框架之间的实时/当前变换和第二步中保存的变换来确定感兴趣的点的估计方位。在一些示例中,可以确定考虑干扰接头的变化但没有考虑补偿接头的变化的感兴趣的点的估计方位。在第五步中,未受干扰的感兴趣的点与估计的感兴趣的点的方位之间的差能够用于确定干扰接头的运动如何移动感兴趣的点。如本领域技术人员将明白的,跨越补偿接头的两个坐标框架之间的储存的变换可以以能够表示齐次变换(诸如矩阵形式等)的任意适合的数据结构被储存。在一些示例中,变换可以被储存为接头角和/或位置,可以使用补偿接头的一个或多个运动学模型根据接头角和/或位置反复计算变换。储存的变换可以针对特定配置和/或特定点的配置及时进行。图3的这种方法的示例性应用可以包括以下:由干扰引起的接头运动可以改变变换354而不改变变换355和356。以此方式,由干扰造成的位置变化的预测能够通过使用变化的变换354和保存的变换355和356而被确定。另外,这允许由来自用户命令引起的致动运动的干扰造成的器械参考框架353的运动的隔离。因此,即使保存的变换355和356不能被用于确定器械的实际位置,但是其能够被用于预测由干扰造成的感兴趣的点的运动。

[0102] 在可选过程540处,在530处的预测针对真实世界误差被调节。在完美的世界中,其中接头之间的所有连杆完全成脊状,在过程530处的预测将是对于由于接头中的干扰而造成感兴趣的点移动的情况的完美配合。然而,接头之间的连杆根据应用到连杆的力的量和连杆材料的挠曲强度而弯曲和变形。例如,在外科手术操作期间,操作主体的皮肤将经常撑起(tent)或支起(ride up)进入主体的插管。这个撑起将对插管施加力,进而施加力到装置的连杆和接头上。当制动器被接合时,皮肤由装置维持以将其保持在适当位置,但是当对于一些接头制动器被释放时,这些接头将被允许自由地移动并且被干扰。进而,撑起的皮肤将移动释放的接头,直到皮肤不再在接头的移动方向上施加力。因为皮肤不再在插管上施加力(或施加较少的力),所以正在承载由于撑起而引起的力的接头之间的连杆向下弯曲。向下弯曲将经常抵消接头的一些运动,因此引起过高估计基于接头移动的移动预测。这可以造成过程530处的预测的误差。在过程540处,进行调节以考虑预测的这个误差源和其他误差源。

[0103] 在一些实施例中,误差校正可以是估计过程530期间预测的平移运动中的误差量的纯量倍数(scalar multiple)。该估计可以基于一种或多种因素,诸如患者、程序和/或铰接装置的取向。例如,可以存在对儿童、成人、兽类(例如,动物物种)、外科手术区域(例如,手臂、腿、胃、胸部、颅骨等)和/或诸如此类的设定。在一些示例中,总体误差估计可以被用于所有情况。在一些实施例中,在过程530期间针对感兴趣点处的干扰预测的平移运动的80%-95%(例如,85%)与旋转运动的100%之间的单个误差估计可以被用作感兴趣的点的误差校正位置。为了便于计算,在感兴趣的点的坐标框架处误差校正可以被计算。以此方式,对感兴趣的点上的平移运动的校正可以不同于旋转误差来对待(例如,使用预测的平移干扰的一部分和预测的旋转干扰的另一部分)。虽然校正可以被应用于不同的坐标框架,但是计算可能由于另一个坐标框架中的旋转有助于在感兴趣的点的坐标框架中的平移运动而变得困难。在一些实施例中,当过程540被忽略时,在过程530期间确定的预测可以被用作误差校正预测。然而,使用在过程530期间确定的预测可能引进轻微的过度校正。

[0104] 在过程550处,误差校正预测变换与参考变换之间的差被确定。在过程540期间确定的误差校正预测变换与在过程520期间确定的参考变换之间的差表示通过干扰引入感兴趣的点的误差。除非该误差通过使用铰接臂的一个或多个补偿接头的移动来补偿,否则感兴趣的点的布置可能不期望地变化。在一些示例中,该差可以通过将实际变换和参考变换的对应的矩阵表示和/或矢量表示相乘来确定。在一些示例中,该差可以表示为通过将参考变换的逆向/逆与误差校正预测变换相组合而确定的误差变换。

[0105] 在过程560处,基于该差确定补偿接头变化。使用在过程550期间确定的实际变换与参考变换之间的差,确定一个或多个补偿接头的变化。误差校正预测变换与参考变换之间的差从参考变换的参考坐标系统映射到与每个补偿接头相关联的一个或多个局部坐标系统。实际上,这将感兴趣的点的布置中的误差从参考坐标系统变换为感兴趣的点相对于补偿接头的相对误差。在一些示例中,一个或多个运动学模型被用于将差变换到局部坐标系统。在一些示例中,补偿接头可以包括铰接臂和/或操纵器的任意接头,而不是其中的一个干扰接头。一旦感兴趣的点的相对误差被确定,则它们可以被用于确定每个补偿接头的移动。在一些示例中,逆雅克比矩阵可以被用于将相对误差映射到补偿接头的移动。在一些示例中,补偿接头中的移动可以作为施加到补偿接头的接头速度被应用。

[0106] 在过程570处,补偿接头被驱动。根据在过程560期间确定的补偿接头的移动,一个或多个命令被发送到补偿接头中的一个或多个致动器。发送到补偿接头的命令校正由一个或多个干扰接头中的移动而引进的对感兴趣的点的干扰,以便于在具有很少干扰或没有干扰的情况下,维持感兴趣的点在参考坐标系统中的布置。只要一个或多个补偿接头继续进行对感兴趣的点的布置的校正变化,那么过程530-570可以重复补偿引入到感兴趣的点的位置和布置中的任何误差。

[0107] 根据一些实施例,校正、驱动或移动感兴趣的点可以从不同于感兴趣的点的参考点进行。这允许更简单的计算和/或重复使用函数和/或算法用于驱动接头移动,诸如接头定位和速度。例如,参考图2,相比于比末端执行器276处的误差,计算机辅助系统200的操纵器260的接头可以在计算上更容易调节操纵器底座262处的误差。在一些示例中,系统实施方法500可以为不同的参考点创建参考位置,其包含在过程540期间确定的误差调节预测。这个参考点然后可以被用于驱动补偿接头以调节干扰。因为感兴趣的点的干扰可以通过运

动链中的其他点处的干扰来表示,诸如参考点,所述上述过程起作用。该参考位置可以使用一个或多个参考变换来确定,诸如在过程520期间确定的参考变换。在一些情况下,参考变换的逆可以被使用。根据图2,调节末端执行器276的移动可以包含基于末端执行器276的误差校正预测位置创建参考操纵器底座262位置,末端执行器276的误差校正预测位置可以由在装配接头240上的一个或多个制动器释放期间对装配接头240的干扰引起。

[0108] 根据一些实施例,过程570可能受到实际的限制。在一些示例中,一个或多个补偿接头补偿感兴趣的点的位置误差的能力可能受限于一个或多个补偿接头的运动范围(ROM)限制。在一些示例中,当达到和/或即将达到一个或多个补偿接头的ROM限制时,方法500和/或过程570可以被停止并且可以使用一个或多个可见和/或可听误差提示给操作者指示误差。在一些示例中,不是停止方法500和/或过程570的操作,而是过程570可以以修改的形式操作以部分补偿来自干扰的移动,以便最小化可控误差,同时向操作者提供反馈,该反馈未补偿由干扰造成的所有移动。在一些示例中,反馈可以包括指示补偿被限制和/或一个或多个补偿接头上的阻力的应用的一个或多个可见和/或可听提示。在一些示例中,该阻力可以包括部分应用与一个或多个补偿接头相关联的一个或多个制动器和/或应用与一个或多个补偿接头相关联的一个或多个致动器中的运动阻力电压和/或信号。

[0109] 如上所述且如本文进一步强调的,图5仅是示例,其不能过度地限制权利要求的范围。本领域技术人员将认识到各种变体、替代物和修改。根据一些实施例,方法500可以独立地应用到被计算机辅助装置操纵的每个器械。在一些示例中,器械可以包括通过患者的身体开口插入的任何器械。在一些示例中,补偿接头可以位于计算机辅助装置的臂安装平台(诸如臂安装平台227)的远侧,以便维持末端执行器的布置的补偿被分别应用于每个末端执行器。

[0110] 根据一些实施例,干扰接头和补偿接头可以不包括铰接臂和/或操纵器中的每个接头。在一些示例中,补偿接头可以仅包括操纵器的滚转接头、俯仰接头和偏摆接头。在一些示例中,铰接臂和/或操纵器中的其他接头可以被锁定以防止在方法500期间它们的相对移动。在一些示例中,在方法500期间,铰接臂和/或操纵器的一个或多个非致动接头可以以悬浮状态被解锁和/或布置,以便于对末端执行器的布置的干扰可以至少部分地由被解锁的接头的变化而减少。在一些示例中,被解锁的接头的变化可以减少补偿接头被驱动的量。在一些示例中,可以使用来自器械的插入点处的体壁的阻力和/或通过计算机辅助装置的操作者至少部分维持器械的姿态。

[0111] 根据一些实施例,过程530-570中的一个或多个可以同时执行。根据一些实施例,附加状况可以导致方法500的提前终止,诸如通过恢复操作者对计算机辅助装置的控制和/或通过计算机辅助装置的操作的暂停。在一些示例中,附加状况可以包括使用操作者工作台和/或铰接臂上的一个或多个控制装置不能完成来自操作者的补偿移动、手动介入和/或超控(override)、使用一个或多个安全互锁检测到操作者与操作者工作台的脱离、计算机辅助装置中的位置追踪误差、系统故障和/或诸如此类。在一些示例中,由于计算机辅助装置的连杆和/或接头中的即将碰撞的检测、计算机辅助装置的一个或多个接头中的运动范围限制、由于患者的运动而造成的不能维持器械的姿态和/或诸如此类,可能无法实现期望的移动。在一些示例中,方法500的提前终止可以导致误差通知被发送给操作者。在一些示例中,误差通知可以包括任意可视和/或可听指示器,诸如文本消息、闪光信号灯、可听音、

口头短语和/或诸如此类。

[0112] 在接头的干扰或干扰的补偿期间,诸如当实施图4的方法400和/或图5的方法500时,仍允许通过操作者远程操作控制器械可以是有利的。远程操作控制允许外科医生进行小的调节以抵消干扰和/或一些干扰不能通过干扰补偿完全解决和/或当存在过补偿时的情况。此外,在干扰期间外科医生可以继续程序。为了帮助操作者控制系统的一个或多个器械(诸如,图2的计算机辅助系统200的器械270)的协调,系统可以装配控制系统以具有直观参考框架。

[0113] 在一些实施例中,操作者通过显示系统(诸如图1的显示系统192)观察图2的计算机辅助系统200的器械。显示系统192可以是来自照相机(诸如,作为计算机辅助系统200的铰接臂上的器械被安装的内窥镜)的视频流。照相机可以显示可以由控制器(诸如,图1的输入控制装置195)控制的来自其他铰接臂的器械。由于器械的直观控制和命令,控制可以在显示器的参考框架中接收命令,该参考框架可以是成像装置/视频照相机/内窥镜的参考框架。

[0114] 在一些实施例中,当驱动接头用于补偿或根据用户控制命令来驱动接头时,基于铰接臂和与铰接臂相关的末端执行器的配置,接头的移动可以是带宽受限的、速度受限的、带宽受控的和/或速度受控的。例如,参考图2,当末端执行器276从器械托架268完全伸出时,来自驱动一个或多个接头的臂的小运动和小速度移动将引起末端执行器276处的大移动和较快速的移动。相比之下,当末端执行器276被完全缩回时,来自驱动一个或多个接头的臂的大运动和大速度移动将变换为末端执行器276处的小移动和较慢的速度。类似地,根据铰接臂向前和/或向后俯仰多远,偏摆旋转移动和速度将被放大和/或按比例缩小。

[0115] 在一些实施例中,通过将补偿移动分解成多个迭代部分,驱动接头用于补偿可以是带宽限制的和/或速度限制的。例如,0.2秒时间跨度有10个迭代部分。以此方式,补偿接头可以被防止在非常短的时间周期中进行大的移动,引起对干扰接头的附加干扰。例如,当器械关闭以完全撤回时,在末端执行器处的小补偿运动可以要求一个或多个补偿接头处的大运动。一个或多个接头对大运动的快速响应能够猛拉干扰接头,从而引起附加干扰以及在补偿期间干扰这些干扰接头和然后补偿该干扰之间的有时的反馈回路。然后,根据一个或多个接头和末端执行器的取向,接头可以是速度受限的。在一些实施例中,在所有配置中,硬速度限制可以被应用到接头。

[0116] 图6A和图6B图示说明从两个不同的视角的示例性照相机视图600。图6A是俯视透视图,而图6B是成像装置610的传感器的透视图。来自图6B的视角的照相机视图600可以从显示器(诸如图1中的操作者工作台190的显示系统192)观看到,该显示器接收从成像装置610捕获的流图像。在一些实施例中,成像装置610是内窥镜并且由铰接臂(诸如图1的铰接臂120和/或图2的铰接臂)控制。在图6A中,照相机视图600由虚线描绘,其可以表示成像装置610的示例性视场和聚焦区域。在图6B中,示例性照相机视图600从用户在显示器(诸如图1的操作者工作台190的显示系统192)上观察来自成像装置610的视频流的视角示出。在一些实施例中,由成像装置610提供的视频流可以是立体的。成像装置610可以使用一个或多个传感器用于提供立体视频流。以此方式,当使用系统(诸如图1的计算机辅助系统)时,操作者可以具有深度感知的感觉。照相机坐标框架611图示说明成像装置610的坐标框架。在图6A中,照相机坐标框架611示出照相机坐标框架611的Z1和Y1轴线,其中X1轴线(未示出)

进出页面。在图6B中,示出照相机坐标框架611的X1和Y1轴线,其中Z1轴线(未示出)进出页面。在一些实施例中,照相机坐标框架611可以是图3的照相机坐标框架363。

[0117] 图6A和图6B还包括器械620和630,它们由一个或多个铰接臂(诸如图1的铰接臂120和/或图2的铰接臂)控制。器械620和630可以在照相机视图600内并且可以被一个或多个用户或操作者使用控制装置(诸如图1的输入控制装置195)操纵,并且从图6B的视角观察器械620和630。图6A和图6B还从不同的视角分别图示说明器械620和630的坐标框架621和631。在一些示例中,坐标框架621和631可以与图3的器械坐标框架343和353相同。

[0118] 因为用户远程操作的器械620和630可以从照相机视图600的图6B的视角观看的器械,所以用户命令在照相机参考框架611中进行可能是有用的。在照相机坐标框架611中提供的任何命令能够通过使用运动学模型(诸如图3的运动学模型300)被变换成在器械的坐标框架(例如,框架621和631)中的命令。以此方式,向上和向下与照相机视图相关,其通常可以与用户的视角成一条线。向上和向下移动器械620或630的用户命令可以变换成器械沿照相机坐标框架611的X1轴线移动。类似地,用于其他平移运动的用户命令可以跟随照相机坐标框架611的Y1和Z1轴线。在一些实施例中,用于旋转运动(诸如滚转、俯仰和偏摆)的命令也可以变换成从照相机坐标框架611到器械的坐标参考框架(例如,框架621和631)。

[0119] 在一些实施例中,照相机坐标框架611可以从物理成像装置610中分离。这在器械运动与照相机坐标框架固定在一起的一些实施例中可能有利。例如,如果器械620和630的位置被命令与照相机坐标框架相关联并且照相机坐标框架被固定到成像装置610,则对成像装置610的不期望干扰将变换成对器械620和630的不期望干扰。在一些实施例中,用户可以选择移动照相机坐标框架和/或将照相机坐标框架与成像装置610重新对准。以此方式,当成像装置610偏离照相机坐标框架611太远时,诸如当用户难以察觉器械移动时,用户能够重新设定和/或重新定位照相机坐标框架。

[0120] 在一些情况下,可能存在对多种臂的一个或多个接头的干扰,其影响每个臂的器械和/或成像装置。这可能在例如用于数个接头的制动器被释放时发生,诸如在方法400中讨论的交错的制动器释放和/或方法500的制动器释放。此外,在干扰期间,可以期望允许用户维持臂、器械和/或成像装置中的一个或多个的直观控制和操作。

[0121] 图7图示说明示例性方法700,该方法用于在根据一些实施例在干扰期间维持一个或多个器械的直观控制。在一些示例中,干扰可能发生在计算机辅助系统(诸如图1的计算机辅助系统100)的一个或多个铰接臂的一个或多个接头和照相机中。

[0122] 在过程710处,照相机坐标框架被设定在成像装置的位置。在一些实施例中,这有时被称为“闩锁”或被“锁定”(latch)。该成像装置可以被铰接臂控制和/或保持,诸如图1的铰接臂120和/或图2的铰接臂。在一些实施例中,在特定的时间瞬间(诸如在制动器释放和/或干扰引进之前),通过记录坐标参考框架到照相机坐标参考框架之间的变换,照相机坐标框架可以被设定/锁定。在一些实施例中,通过使用运动学模型(诸如图3的模型300)可以确定变换。根据图3,照相机坐标框架可以是照相机坐标框架363,并且参考框架可以是臂安装平台坐标框架330。在铰接臂的特定配置控制成像装置的特定时间点处,记录的变换可以从参考框架到照相机坐标框架的变换。在一些实施例中,记录变换可以包括将照相机坐标框架与参考坐标框架之间的变换和/或运动学关系储存在计算机可读介质上,诸如图1的存储器150。

[0123] 在过程720处,干扰可以被允许和/或被引入到系统内。例如,用于一个或多个铰接臂的一个或多个接头的一个或多个制动器可以被释放。这可以包括控制成像装置和/或器械的铰接臂的一个或多个接头上的制动器的释放。在一些实施例中,干扰可以通过方法400的交错制动器释放和/或方法500的制动器释放所引起。

[0124] 在过程730处,对器械和/或成像装置的干扰被补偿,使得通过干扰引起的末端执行器和成像装置的移动被减少和/或消除。在一些实施例中,在过程730中进行的对每个器械和成像装置的补偿可以使用图5的方法500中的一个或多个过程进行。在一些实施例中,成像装置可以是单独的并且允许被干扰而没有补偿。

[0125] 在过程740处,计算机辅助系统可以接收器械运动命令。器械运动命令可以来自用户操纵的控制装置,诸如图1的输入控制装置195。器械运动命令可以与干扰同时发生。

[0126] 在过程750处,使用在过程710期间记录的/储存的变换,将在过程740处接收的命令从在过程710期间记录的照相机坐标框架变换到相应器械的坐标框架。在一些实施例中,由照相机坐标框架表示的物理成像装置可能已经被干扰并且被移走,并且因而不再处于与在710期间记录的照相机坐标框架相同的位置中。在一些示例中,这个差可以导致器械的控制中的降低的直观水平,其可以在任何时间通过使操作者使用铰接臂重新定位照相机和/或重新设定照相机坐标框架来校正,其中照相机附接到铰接臂。

[0127] 在过程760处,根据在过程750处从照相机坐标框架变换成器械参考框架的命令,计算机辅助系统驱动接头以移动器械。根据一些实施例,过程710-760中的一个或多个可以被同时执行。

[0128] 在一些实施例中,760的过程可以与计算机辅助系统驱动接头以补偿干扰同时发生。例如,驱动接头的用户命令可以叠加在根据干扰补偿驱动接头的命令之上。如上所述,接头的移动可以是带宽受限的、速度受限的、带宽受控的和/或速度受控的。基于叠加在补偿命令之上的用户命令驱动接头可以以与上述关于图4和图5讨论的示例中类似的方式被控制和/或被限制。

[0129] 虽然说明性实施例已经被示出和描述,但是在前面的公开中预期了大量修改、更改和替换,并且在一些情况下,可以采用实施例的一些特征而不会对应地使用其他特征。本领域技术人员将认识到许多变型、替代物和修改。因此,本发明的范围应当仅由随附的权利要求限制,并且权利要求被广泛地解释且以与本文中所公开的实施例的范围一致的方式被解释是合适的。

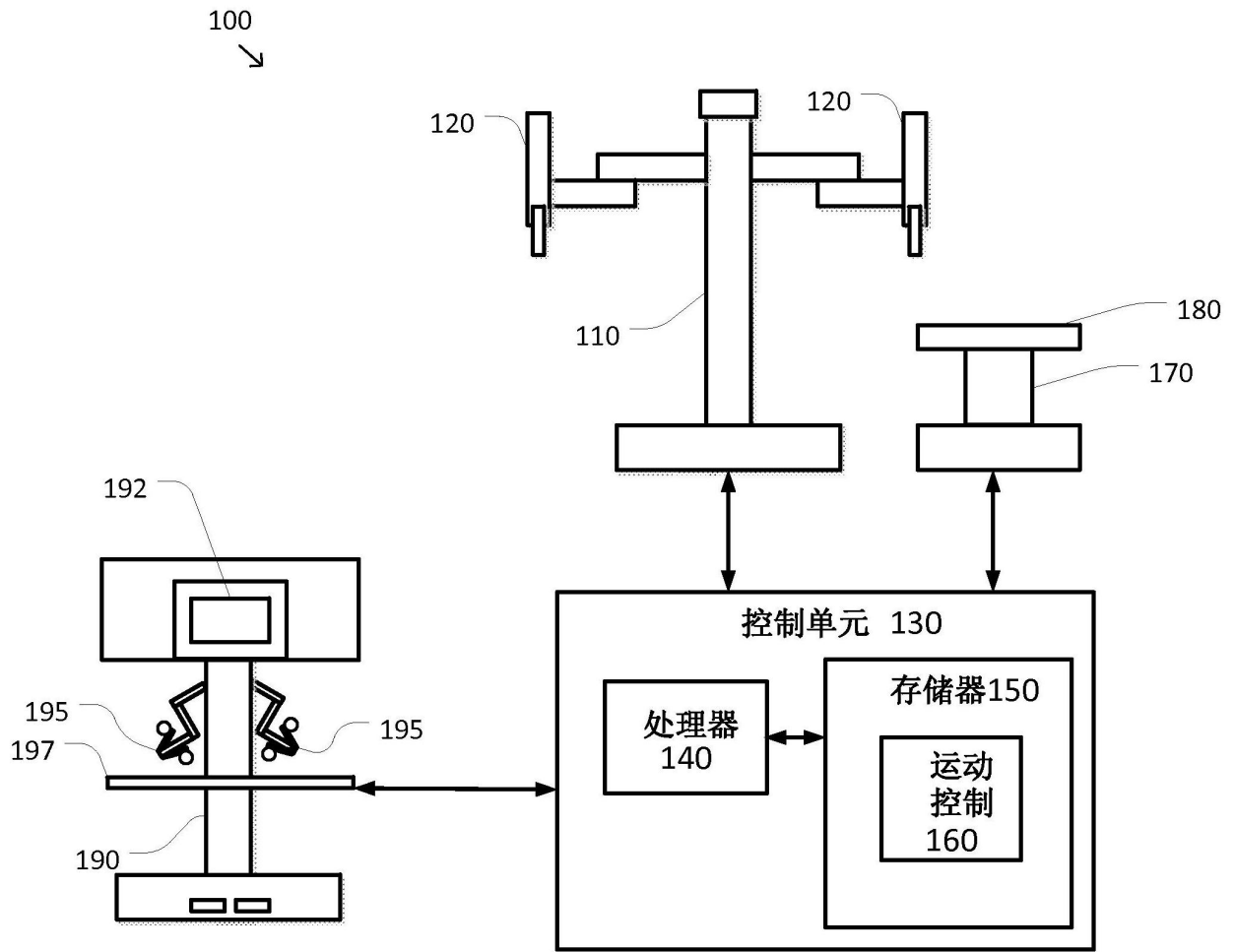


图1

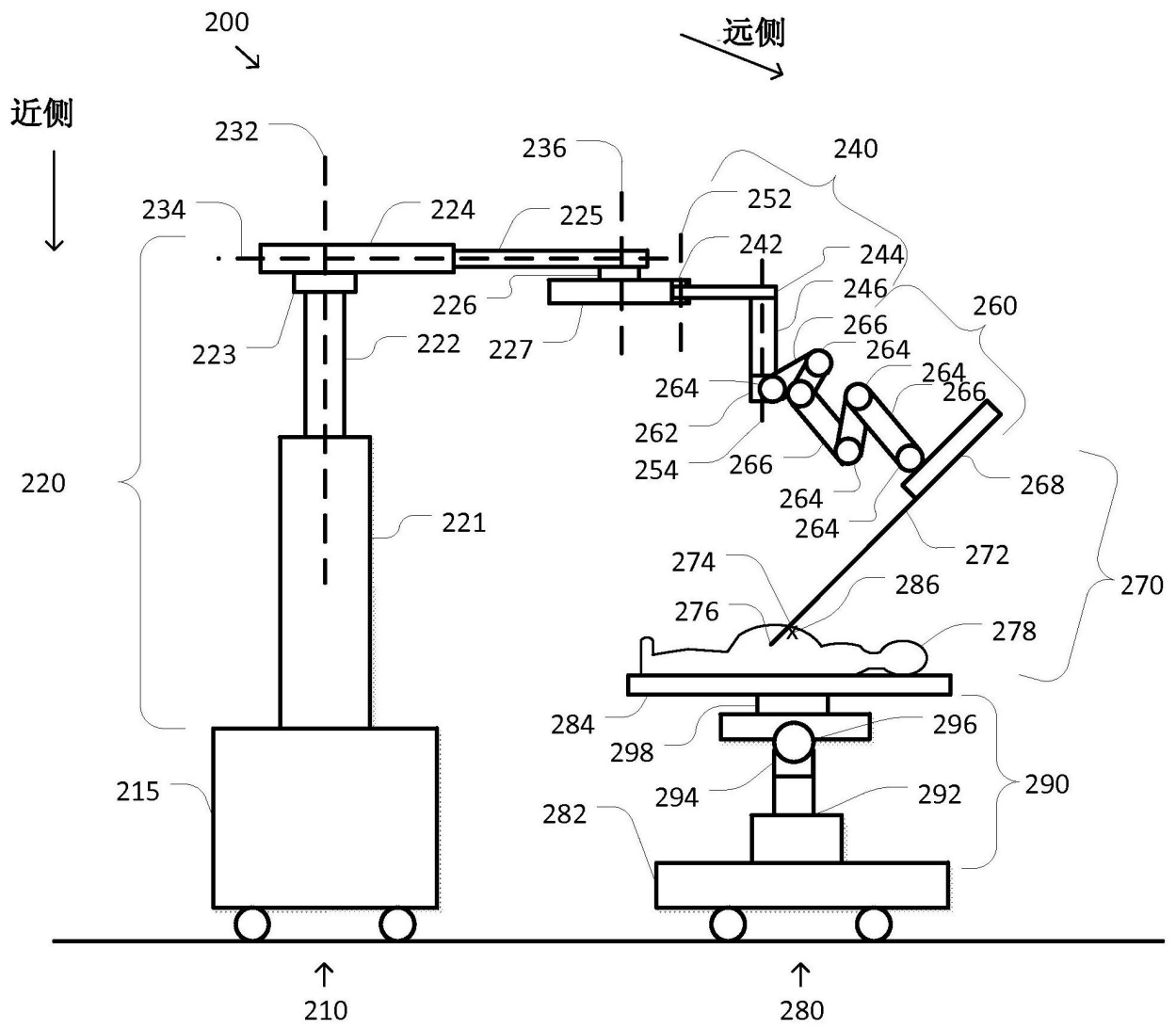


图2

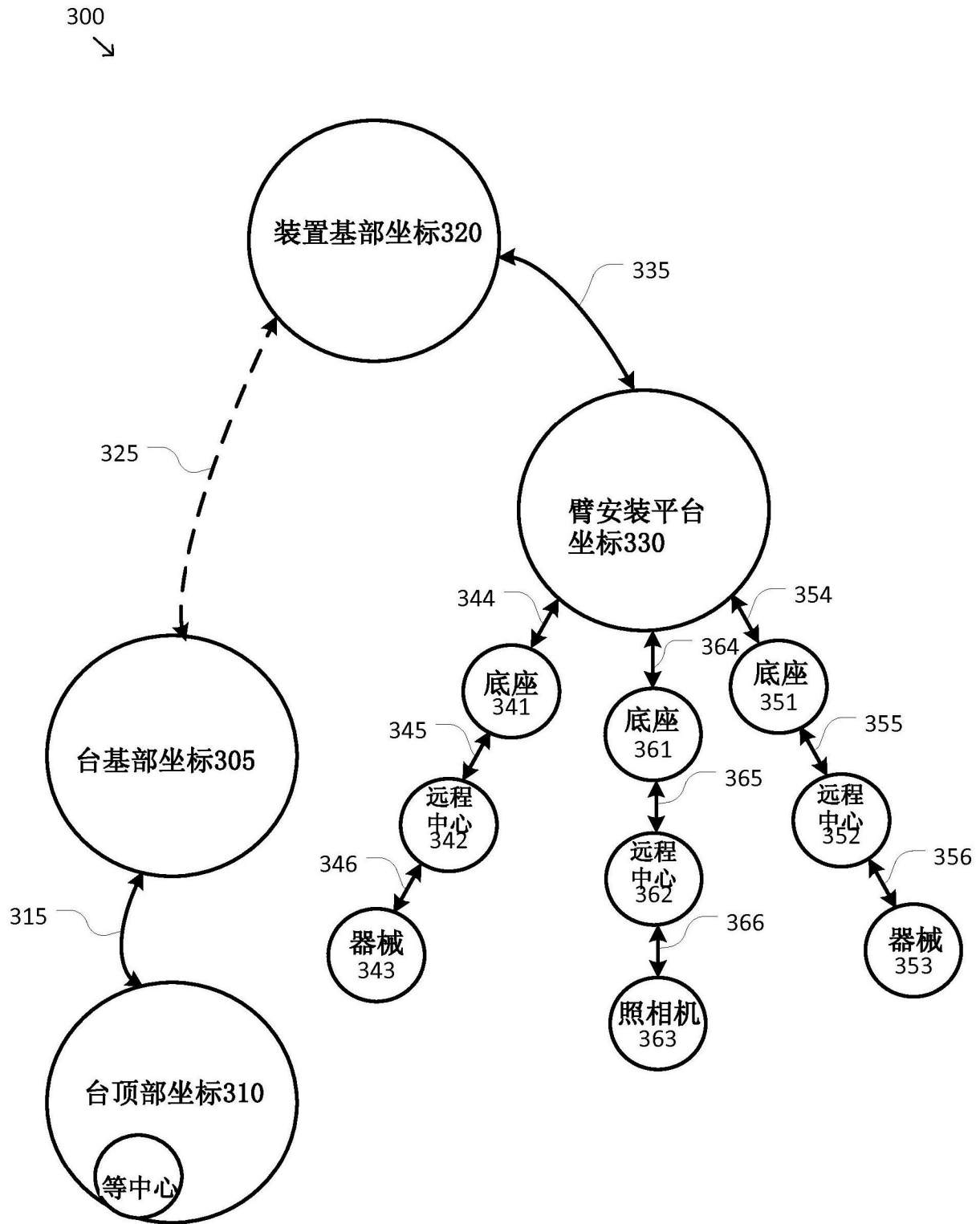


图3

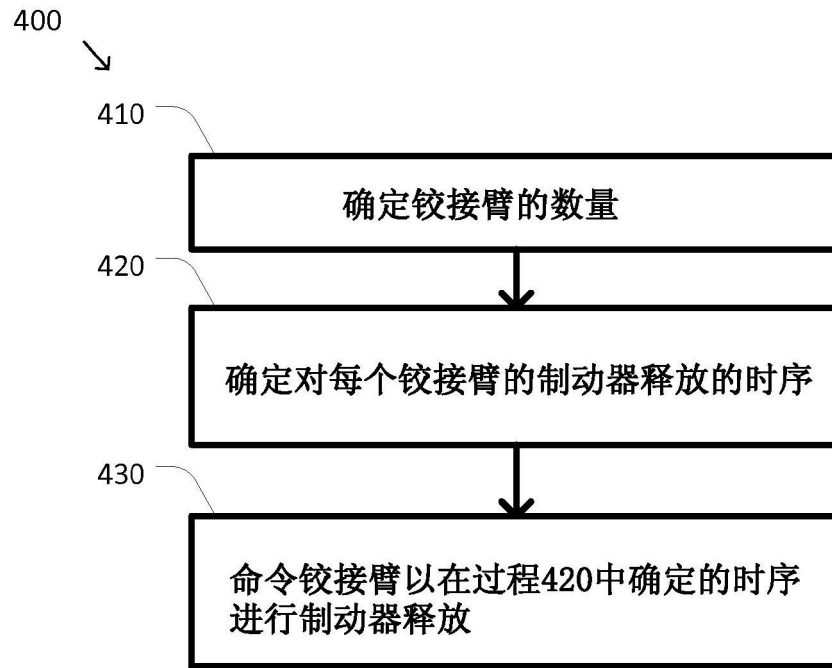


图4

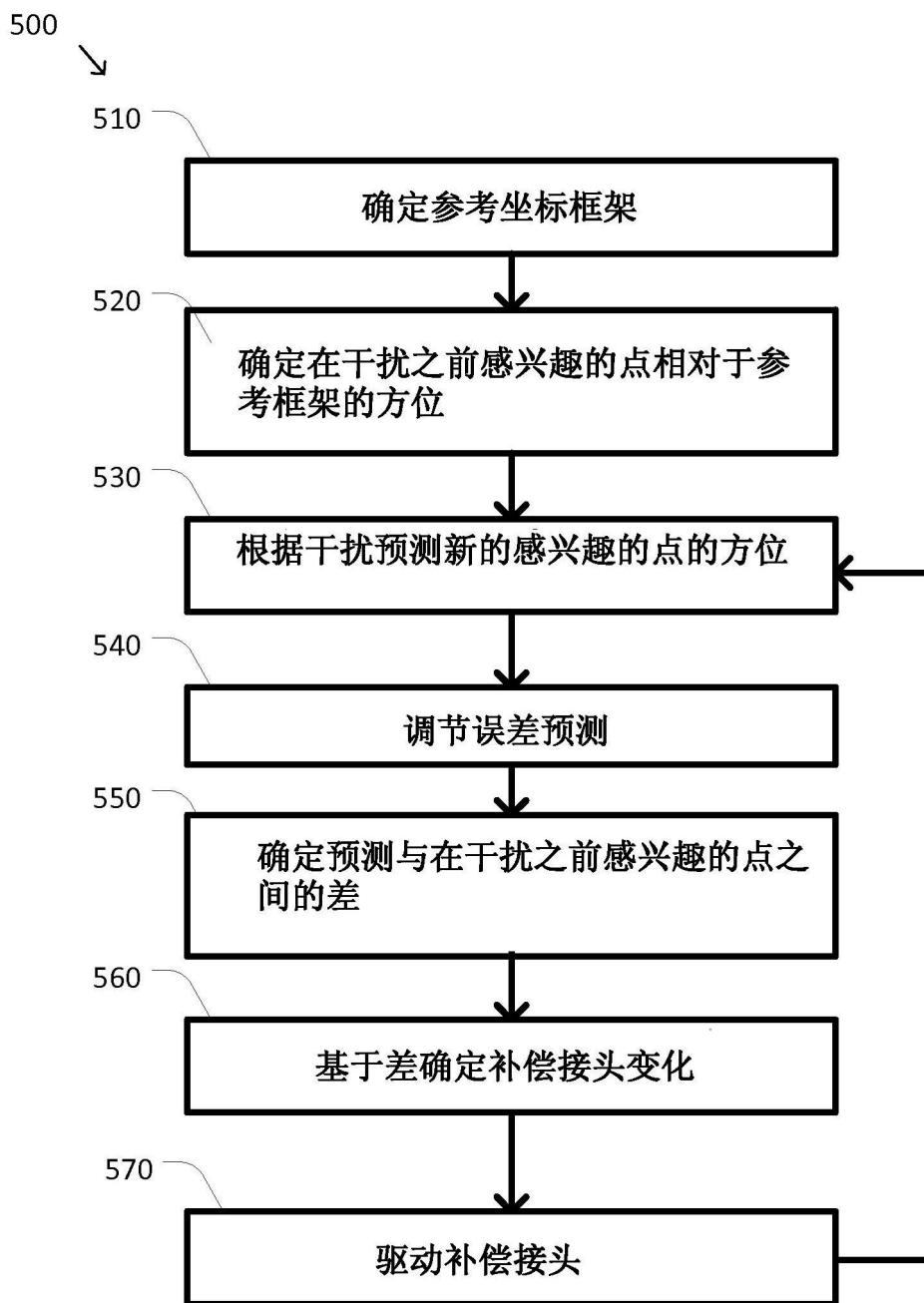


图5

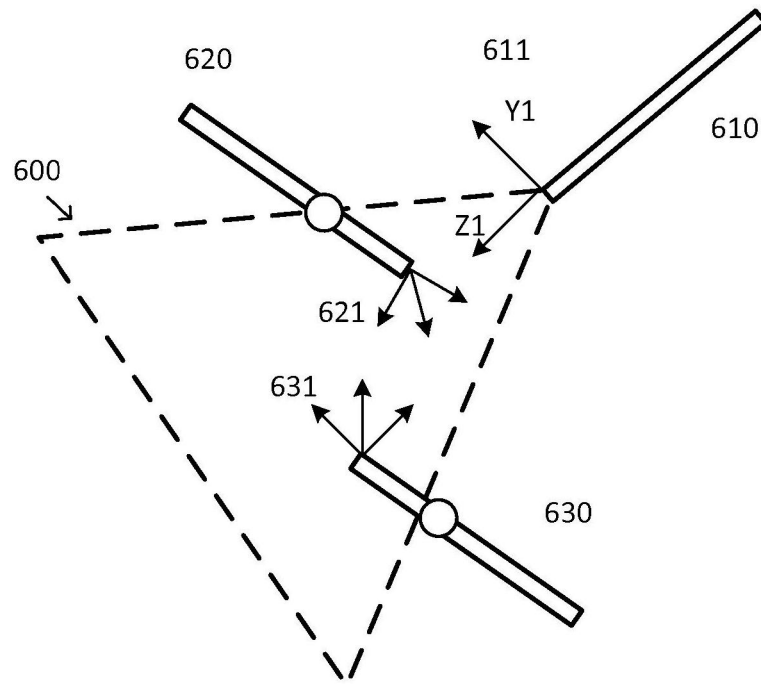


图6A

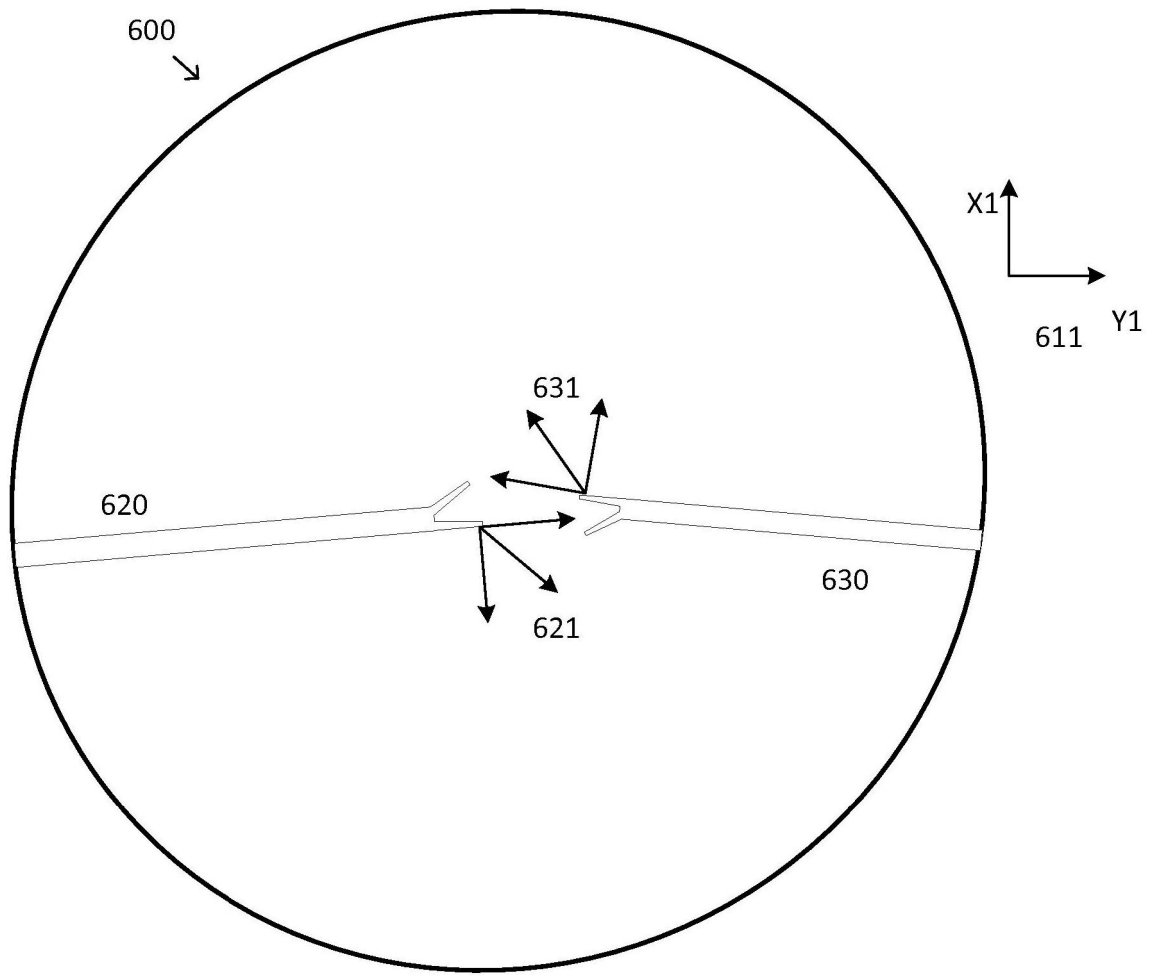


图6B

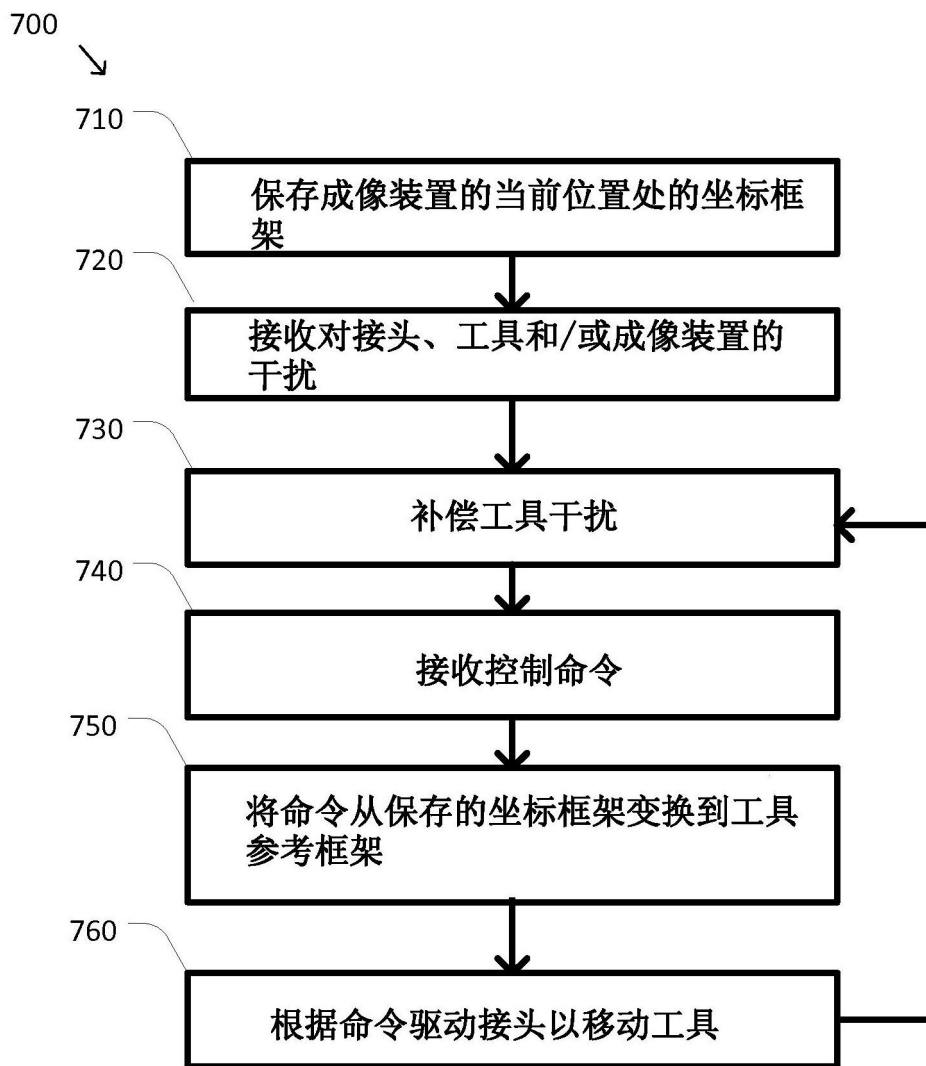


图7

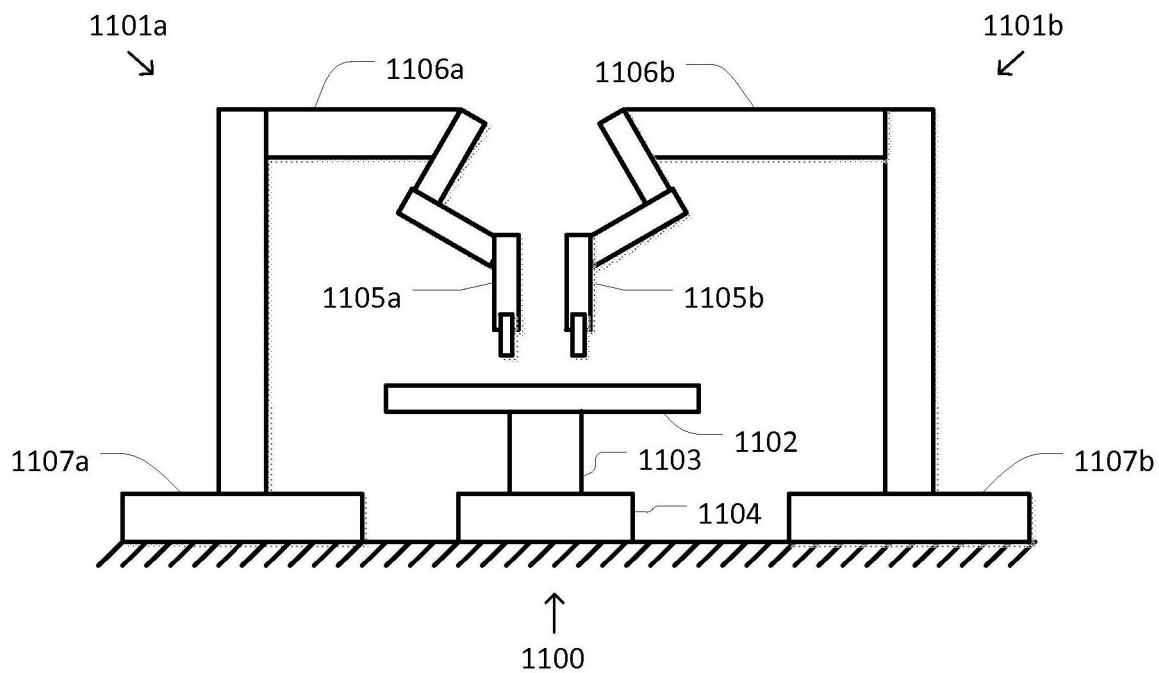


图8A

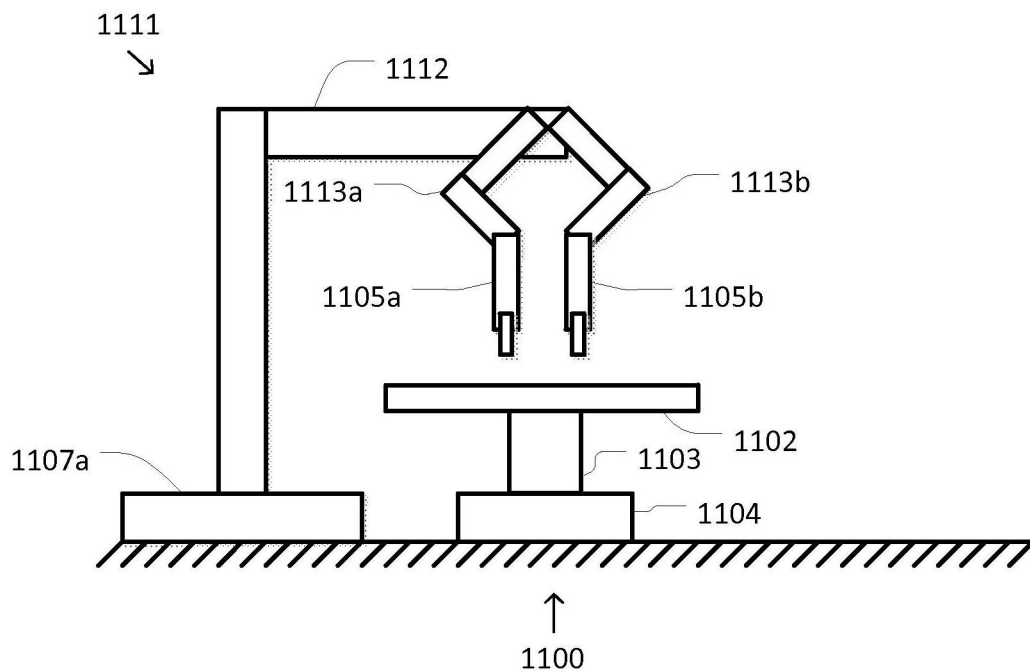


图8B

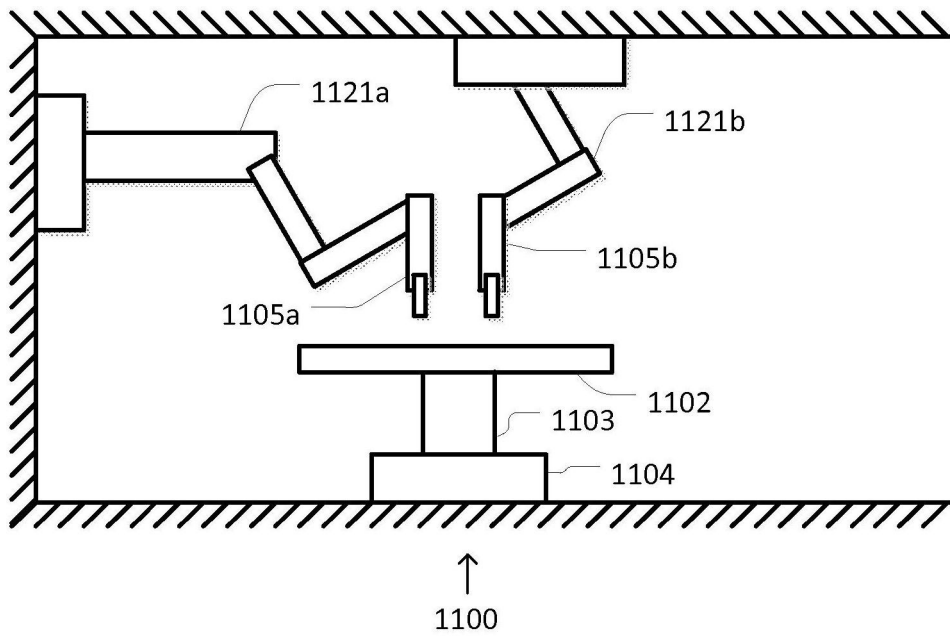


图8C

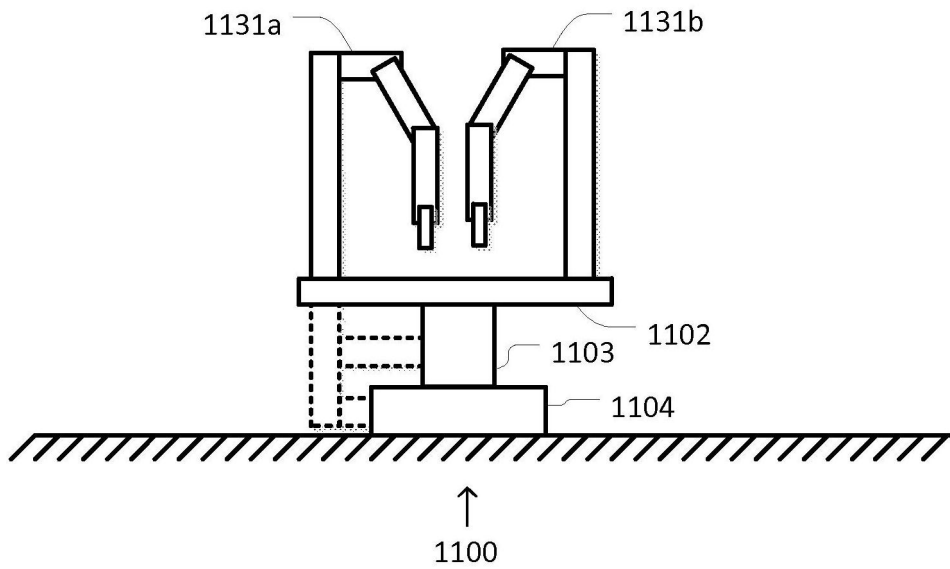


图8D

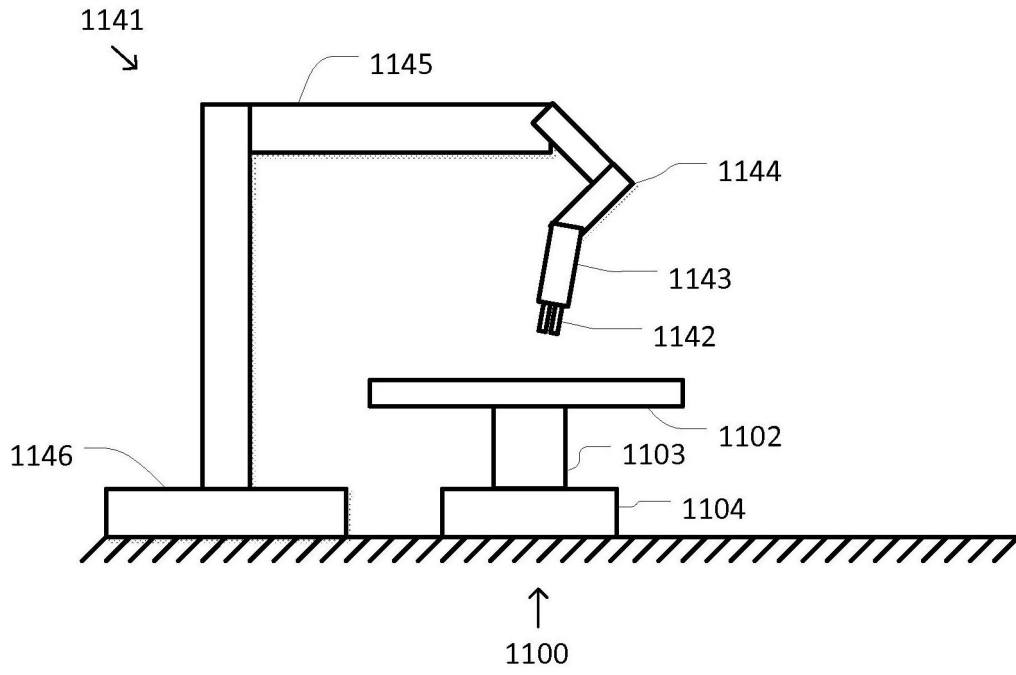


图8E

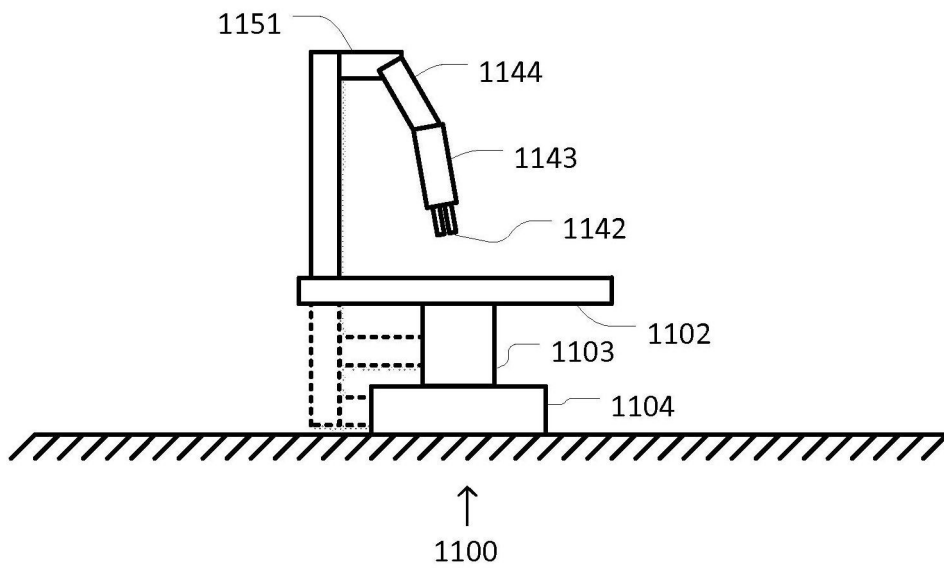


图8F

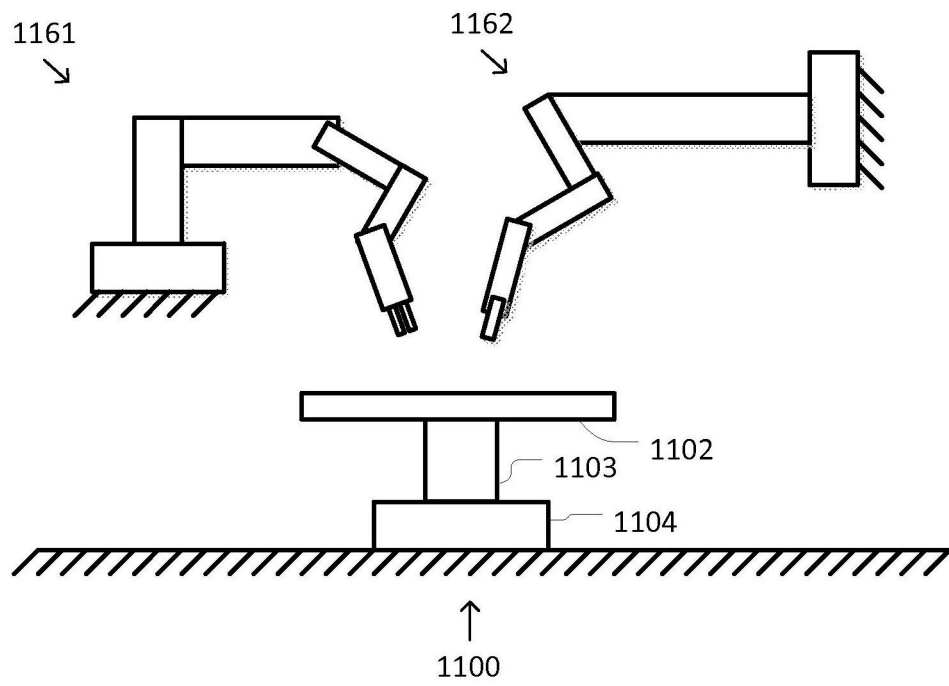


图8G