



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111358652 B

(45) 授权公告日 2022.08.16

(21) 申请号 202010181240.1

(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 111358652 A

(43) 申请公布日 2020.07.03

(30) 优先权数据

62/069,245 2014.10.27 US

62/134,292 2015.03.17 US

(62) 分案原申请数据

201580057666.3 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 B·D·伊特科维兹

P·G·格里菲思 N·斯瓦鲁普

K·齐娅

(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.

A61G 13/02 (2006.01)

A61G 13/10 (2006.01)

A61B 34/30 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 102764159 A, 2012.11.07

CN 103637895 A, 2014.03.19

CN 102727312 A, 2012.10.17

CN 102727358 A, 2012.10.17

CN 102715924 A, 2012.10.10

DE 3119577 A1, 1982.12.02

US 2006149418 A1, 2006.07.06

US 2013338679 A1, 2013.12.19

审查员 刘欢

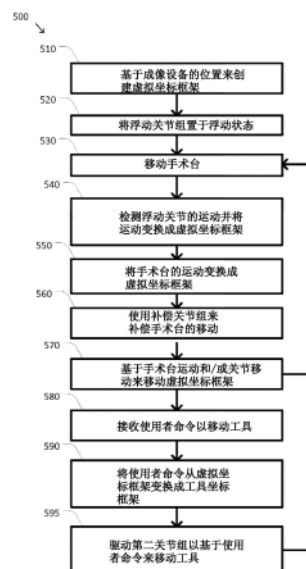
权利要求书4页 说明书22页 附图11页

(54) 发明名称

用于集成的手术台运动的系统和方法

(57) 摘要

一种用于集成的手术台运动的系统和方法，一种计算机辅助医疗设备包括第一铰接臂，该第一铰接臂具有末端执行器、第一关节组、第二关节组；以及控制单元。该控制单元将第一关节组中的一个或多个关节配置为浮动模式，检测由手术台的移动引起的第一关节组的移动，基于手术台的移动驱动第二关节组，接收器械运动命令以在手术台移动时移动末端执行器，并且基于器械运动命令来移动末端执行器。在一些实施例中，器械运动命令是相对于成像坐标框架的。在一些实施例中，成像坐标框架基于在手术台的移动之前保存的成像设备的姿态。



1. 一种计算机辅助设备, 包括:

铰接臂, 所述铰接臂包括第一关节组和第二关节组, 所述铰接臂配置为耦接到末端执行器; 以及

控制单元, 所述控制单元在耦接到所述铰接臂和手术台时被配置为:

在将所述第一关节组中的一个或多个关节设置为浮动模式之前确定虚拟坐标框架;

将所述第一关节组中的所述一个或多个关节配置为所述浮动模式;

检测所述第一关节组的移动;

基于从所述手术台接收的运动数据确定所述手术台的移动;

将所述手术台的所述移动变换到所述虚拟坐标框架; 以及

基于所述第一关节组的所述移动和所述手术台在所述虚拟坐标框架中确定的移动来驱动所述第二关节组。

2. 如权利要求1所述的计算机辅助设备, 其中所述第一关节组的所述移动由插入所述末端执行器的患者的移动导致, 所述患者的移动是由所述患者所在的所述手术台的所述移动引起的。

3. 如权利要求1所述的计算机辅助设备, 其中:

所述虚拟坐标框架基于成像设备的姿态; 并且

所述虚拟坐标框架从捕获所述末端执行器的图像的成像设备脱离。

4. 如权利要求1-3中任一项所述的计算机辅助设备, 其中为了基于所述手术台的所述确定的移动来驱动所述第二关节组, 所述控制单元进一步被配置为:

将所述手术台在手术台坐标框架中的所述确定的移动变换成在第一坐标框架中的运动, 所述第一坐标框架是末端执行器坐标框架、运动坐标框架的远程中心或成像设备坐标框架; 并且

驱动所述第二关节组以相对于所述第一坐标框架中的运动而移动。

5. 如权利要求4所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为:

分离所述第一坐标框架中的所述运动的旋转部分; 并且

驱动所述第二关节组以基于所述第一坐标框架中的所述运动的旋转部分而移动。

6. 如权利要求1-3中任一项所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为基于从所述手术台接收的运动数据将所述虚拟坐标框架保持为相对于所述手术台的台面成固定关系。

7. 如权利要求1-3中任一项所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为移动成像设备以基于从所述手术台接收的运动数据维持所述手术台的台面和所述成像设备之间的相对距离和相对取向。

8. 如权利要求1-3中任一项所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为:

从被配置为由使用者操纵的输入控件接收器械运动命令以在所述手术台正在移动时移动所述末端执行器, 所述器械运动命令是相对于所述虚拟坐标框架的; 并且

基于所述器械运动命令移动所述末端执行器。

9. 一种非暂时性机器可读介质, 其包括多个机器可读指令, 计算机辅助设备包括铰接臂和控制单元, 所述铰接臂具有第一关节组和第二关节组并且配置为耦接到末端执行器,

所述机器可读指令在由与所述计算机辅助设备相关联的一个或多个处理器执行时适于使所述计算机辅助设备在所述控制单元耦接到所述铰接臂和手术台时执行包括以下步骤的方法：

在将所述第一关节组中的一个或多个关节设置为浮动模式之前确定虚拟坐标框架；

将所述第一关节组中的所述一个或多个关节配置为所述浮动模式；

检测所述第一关节组的移动；

基于从所述手术台接收的运动数据确定所述手术台的移动；

将所述手术台的确定的移动变换到所述虚拟坐标框架；以及

基于所述第一关节组的所述移动和所述手术台在所述虚拟坐标框架中的所述确定的移动来驱动所述第二关节组。

10. 如权利要求9所述的非暂时性机器可读介质，其中所述虚拟坐标框架基于成像设备的姿态。

11. 如权利要求9或10所述的非暂时性机器可读介质，其中所述方法进一步包括：

基于从所述手术台接收的运动数据将所述虚拟坐标框架保持为相对于所述手术台的台面成固定关系；或

移动成像设备以基于从所述手术台接收的运动数据维持所述手术台的台面和所述成像设备之间的相对距离和相对取向。

12. 一种计算机辅助设备，包括：

铰接臂，所述铰接臂被配置为耦接到末端执行器；以及

控制单元，所述控制单元在耦接到所述铰接臂和手术台时被配置为：

检测由所述手术台的移动引起的所述铰接臂的移动；

基于从所述手术台接收的运动数据确定所述手术台的移动；以及

基于所述铰接臂的移动和所述手术台的确定的移动来驱动所述铰接臂的关节。

13. 如权利要求12所述的计算机辅助设备，其中所述铰接臂的所述移动由插入所述末端执行器的患者的移动导致，所述患者的移动是由所述患者所在的所述手术台的所述移动引起的。

14. 如权利要求12所述的计算机辅助设备，其中：

所述控制单元还配置为基于捕获所述末端执行器的图像的成像设备的姿态确定虚拟坐标框架；并且

所述虚拟坐标框架从所述成像设备脱离。

15. 如权利要求14所述的计算机辅助设备，其中所述控制单元进一步被配置为基于从所述手术台接收的运动数据将所述虚拟坐标框架保持为相对于所述手术台的台面成固定关系。

16. 如权利要求14所述的计算机辅助设备，其中所述控制单元进一步被配置为移动所述成像设备以基于从所述手术台接收的运动数据维持所述手术台的台面和所述成像设备之间的相对距离和相对取向。

17. 如权利要求14所述的计算机辅助设备，其中所述控制单元进一步被配置为：

从被配置为由使用者操纵的输入控件接收器械运动命令以在所述手术台正在移动时移动所述末端执行器，所述器械运动命令是相对于所述虚拟坐标框架的；并且

基于所述器械运动命令移动所述末端执行器。

18. 一种非暂时性机器可读介质, 其包括多个机器可读指令, 计算机辅助设备包括铰接臂和控制单元, 所述铰接臂具有第一关节组和第二关节组并且配置为耦接到末端执行器, 所述机器可读指令在由与所述计算机辅助设备相关联的一个或多个处理器执行时适于使所述计算机辅助设备在所述控制单元耦接到所述铰接臂和手术台时执行包括以下步骤的方法:

在将所述第一关节组中的一个或多个关节设置为浮动模式之前确定虚拟坐标框架;

将所述第一关节组中的所述一个或多个关节配置为所述浮动模式;

检测所述第一关节组的移动;

基于从所述手术台接收的运动数据确定所述手术台的移动; 以及

基于所述第一关节组的所述移动和所述手术台的确定的移动来驱动所述第二关节组。

19. 如权利要求18所述的非暂时性机器可读介质, 其中所述方法进一步包括:

基于从所述手术台接收的运动数据将所述虚拟坐标框架保持为相对于所述手术台的台面成固定关系; 或

移动成像设备以基于从所述手术台接收的运动数据维持所述手术台的台面和所述成像设备之间的相对距离和相对取向。

20. 一种计算机辅助设备, 包括:

铰接臂, 所述铰接臂包括第一关节组和第二关节组, 所述铰接臂配置为耦接到成像设备; 以及

控制单元, 所述控制单元在耦接到所述铰接臂和手术台时被配置为:

在将所述第一关节组中的一个或多个关节设置为浮动模式之前基于所述成像设备的姿态确定虚拟坐标框架;

将所述第一关节组中的所述一个或多个关节配置为所述浮动模式;

检测所述第一关节组的移动;

基于从所述手术台接收的运动数据确定所述手术台的移动;

将所述手术台的确定的移动变换到所述虚拟坐标框架; 以及

基于所述第一关节组的所述移动和所述手术台在所述虚拟坐标框架中的所述确定的移动来驱动所述第二关节组。

21. 如权利要求20所述的计算机辅助设备, 其中所述虚拟坐标框架从所述成像设备脱离。

22. 如权利要求20或21所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为基于从所述手术台接收的运动数据将所述虚拟坐标框架保持为相对于所述手术台的台面成固定关系。

23. 如权利要求20或21所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为移动所述成像设备以基于从所述手术台接收的运动数据维持所述手术台的台面和所述成像设备之间的相对距离和相对取向。

24. 如权利要求20或21所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为将所述虚拟坐标框架与所述成像设备重新对准。

25. 如权利要求20或21所述的计算机辅助设备, 其中所述控制单元进一步被配置为将

所述虚拟坐标框架的位置重置到所述成像设备的实际位置。

用于集成的手术台运动的系统和方法

[0001] 本申请是2015年10月27日提交的名称为“用于集成的手术台运动的系统和方法”的中国专利申请201580057666.3的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本公开要求于2014年10月27日提交的标题为“System and Method for Integrated Surgical Table”的美国临时专利申请No.62/069,245以及于2015年3月17日提交的标题为“System and Method for Integrating Surgical Table Motion”的美国临时专利申请No.62/134,292的优先权,这两个公开通过引用以其全文结合在此。

技术领域

[0004] 本公开总体上涉及具有铰接臂的设备的操作,并且更具体地涉及当移动患者并且在铰接臂及移动内窥镜视图参考系的干扰期间允许器械控制时重新定位铰接臂。

背景技术

[0005] 越来越多的设备正在被替换为自主电子设备和半自主电子设备。这在现今的手术室、介入套件、重症监护病房、急诊室等中具有大批自主的电子设备和半自主的电子设备的医院尤其如此。例如,玻璃温度计和水银温度计由电子温度计取代,静脉滴注管线现在包括电子监测器和流量调节器,并且传统的手持式手术器械正由计算机辅助医疗设备所取代。

[0006] 这些电子设备为操作它们的人员提供了优势和挑战。这些电子设备中的许多都可以使一个或多个铰接臂和/或末端执行器进行自主运动或半自主运动。这些一个或多个铰接臂和/或末端执行器各自包括支持铰接臂和/或末端执行器的运动的连杆和铰接关节的组合。在许多情况下,对铰接关节进行操纵以获得位于相应铰接臂和/或末端执行器的连杆和铰接关节的远端处的相应器械的预期位置和/或取向(统称为期望姿态)。靠近该器械的每个铰接关节为相应的铰接臂和/或末端执行器提供至少一个自由度,该自由度可以用于操纵相应器械的位置和/或取向。在许多情况下,相应的铰接臂和/或末端执行器可以包括允许控制相应器械的X位置、Y位置和Z位置(统称为平移运动)以及相应器械的侧倾、俯仰和偏摆取向(统称为旋转运动)的至少六个自由度。为了在控制相应器械的姿态方面提供更大的灵活性,相应的铰接臂和/或末端执行器通常被设计成包括冗余自由度。当存在冗余自由度时,可以使用铰接关节的位置和/或取向的多个不同组合来获得相应器械的相同姿态。

[0007] 通常期望外科医生或手术室工作人员能相对于用作手术操纵器组件的计算机辅助设备的操纵臂而在操作台或手术台上移动患者,以便改善或优化对患者的内部解剖结构的访问或可视化。例如,外科医生可能希望在外科手术期间执行器官的重力辅助缩回。因为患者的器官将随着该手术台的倾斜而移动,为了安全,在移动该手术台之前从该患者移除该手术器械。则在许多常规的远程操作的手术系统中,为了执行这种缩回,操纵器臂必须从将患者与操纵器臂耦接的套管上脱离,使得器械插入患者体内的身体开口可以安全地移动,该手术台则必须移动到预计适合于缩回目标器官的新位置,并且然后将该器械重新插

入该身体开口中。这个方法可以是耗时且麻烦的。此外,这个过程可以涉及多次迭代,因为在移动该手术台之前通常也从该患者移除该内窥镜以提高安全性,使得手术工作空间的可视化丧失,并且新位置通常是有根据的猜测,其可能是或可能不是准确的或可能足以或可能不足以适当地执行缩回。为了避免重复的迭代,医生经常“过度校正”并且选择比所需的更陡的位置和取向以确保发生所期望的重力辅助缩回。这种过度校正可导致患者安全问题,因为某些取向,如患者的头向下的取向,可能不能被患者所容忍,并且特别是通常在这种取向上呼吸困难的个子较大的患者。另外,由于从该患者移除这些器械并且从套管移除操纵臂,所以这些器械不能由医生使用以辅助缩回,如可以在传统的腹腔镜手术中完成的。

[0008] 因此,期望允许在铰接臂连接到患者时重新定位患者和/或铰接臂。当该患者或臂被重新定位时,使用者也希望对铰接臂保持一定的控制。本文公开的系统和方法解决这些问题以及其他问题。

发明内容

[0009] 与一些实施例一致,一种计算机辅助的医疗设备包括第一铰接臂,该第一铰接臂具有末端执行器、第一关节组和第二关节组;以及控制单元。在一些实施例中,该控制单元在耦接到该铰接臂和手术台时被配置为将第一关节组中的一个或多个关节配置为浮动模式;检测由手术台的运动引起的该第一关节组的运动;基于手术台的运动来驱动第二关节组;接收器械运动命令以在手术台移动时移动末端执行器;并且基于器械运动命令来移动末端执行器。在一些示例中,器械运动命令是相对于成像坐标框架的。在一些示例中,控制单元将器械运动命令从成像坐标框架变换到末端执行器的坐标框架。在一些示例中,成像坐标框架基于在手术台运动之前保存的成像设备的姿态。在一些示例中,成像坐标框架是虚拟坐标框架。在一些示例中,控制单元将成像坐标框架保持为与手术台的台面成固定关系。在一些示例中,控制单元基于器械运动命令而向第二关节组的一个或多个关节发送一个或多个运动命令。在一些示例中,控制单元还被配置为基于手术台的运动来驱动第二铰接臂中的第三关节组。在一些示例中,基于手术台的运动来驱动第二关节组,并且控制单元被配置为将手术台在手术台坐标框架中的运动转换成在末端执行器坐标框架中的运动,并且驱动第二关节组相对于末端执行器坐标框架中的运动而移动。

[0010] 在一些实施例中,一种控制医疗设备中的运动的方法包括:将医疗设备的第一铰接臂的第一关节组中的一个或多个关节配置为浮动模式,检测由手术台的运动引起的第一关节组的运动,接收与该手术台的运动相关的数据,基于所接收的数据驱动第一铰接臂的第二关节组,在手术台移动时接收用于移动第一铰接臂的末端执行器的器械运动命令,并且基于器械运动命令来移动末端执行器。

[0011] 在一些实施例中,非暂时性机器可读介质包括多个机器可读指令,当由与医疗设备相关联的一个或多个处理器执行时,所述指令适于使得一个或多个处理器执行包括以下步骤的方法:将第一铰接臂的第一关节组中的一个或多个关节配置为浮动模式,检测由手术台引起的第一关节组的移动,接收与该手术台的运动相关的数据,基于与该手术台的运动相关的数据而驱动第二关节组,接收用于在该手术台移动时移动末端执行器的器械运动命令,并且基于该器械运动命令来移动该末端执行器。

[0012] 在一些实施例中,计算机辅助医疗设备包括第一铰接臂,该第一铰接臂具有末端

执行器。在一些实施例中,当耦接到铰接臂和手术台时,控制单元被配置为在手术台被移动时保持末端执行器相对于该手术台的台面的取向和位置。

附图说明

[0013] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化图。

[0014] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助系统的简化图。

[0015] 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图。

[0016] 图4A是示出示例性摄像机视图和坐标系统的透视图的简化图。

[0017] 图4B是示出从传感器或显示器及相关坐标系统的角度来看的摄像机视图的简化图。

[0018] 图5是当铰接臂的一个或多个关节在被设置为浮动状态时移动时对一个或多个末端执行器保持控制的方法的简化图。

[0019] 图6是用于在手术台运动期间保持对于铰接臂上的末端执行器的直观控制的方法的简化图。

[0020] 图7A-7G是示出结合了本文所述的集成的计算机辅助设备和可移动手术台特征的各种计算机辅助设备系统架构的简化示意图。

[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] 在以下描述中,阐明了具体细节以便描述与本公开一致的一些实施例。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,可以实践一些实施例而无需这些特定细节中的一些或所有细节。在此公开的具体实施例是示例性的,而不是限制性的。尽管在此没有特别说明,但是本领域的技术人员可以实现落入本公开的范围和精神内的其他要素。另外,为了避免不必要的重复,所示的和所描述的与一个实施例相关的一个或多个特征可并入其他实施例中,除非另外具体说明或者该一个或多个特征会使实施例不具有功能性。术语“包括”意味着包括但不限于所包括的一个或多个单独的项目中的每一个应当被认为是可选的,除非另有说明。类似地,术语“可以”表示项目是可选的。

[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臂或铰接臂120的设备110。一个或多个铰接臂120中的每一个铰接臂支撑一个或多个末端执行器。在一些示例中,设备110可以与计算机辅助手术设备一致。一个或多个铰接臂120为安装到至少一个铰接臂120的远端的一个或多个器械、手术器械、成像设备和/或类似物提供支撑。设备110还可以耦接到操作者工作站(未示出),其可以包括用于操作设备110、一个或多个铰接臂120和/或末端执行器的一个或多个主控件。在一些实施例中,设备110和操作者工作站可对应于由加利福尼亚州的桑尼维尔的Intuitive Surgical公司商业化的da Vinci®手术系统。在一些实施例中,具有其他配置、更少或更多铰接臂和/或类似设备的计算机辅助手术设备可以可选地与计算机辅助系统100一起使用。

[0024] 设备110经由接口耦接到控制单元130。该接口可以包括一个或多个无线链路、线缆、连接器和/或总线,并且还可以包括具有一个或多个网络交换和/或路由设备的一个或

多个网络。控制单元130包括耦接到存储器150的处理器140。由处理器140对控制单元130的操作进行控制。并且,尽管控制单元130显示为只有一个处理器140,但是可以理解的是,处理器140在控制单元130中可以代表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/或类似设备。控制单元130可以被实现为加入到计算设备中的单独的子系统和/或板,或是实现为虚拟机。在一些实施例中,控制单元可被包括为操作者工作站的一部分、和/或与该操作者工作站分开但协同地操作。控制单元的一些示例(如控制单元130)可以包括非暂时性的、有形的机器可读介质,其包括当由一个或多个处理器(例如处理器140)运行时可导致一个或多个处理器来执行方法500、600的过程的可执行代码。

[0025] 存储器150用于存储由控制单元130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来执行的软件。存储器150可包括一种或多种类型的机器可读介质。一些普通形式的机器可读介质可包括软盘、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、穿孔卡、纸带、具有孔洞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读取的任何其他介质。

[0026] 如图所示,存储器150包括支持设备110的自主和/或半自主控制的运动控制应用程序160。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),用于从设备110接收位置、运动和/或其他传感器信息,与和其他设备(如手术台和/或成像设备)相关的其他控制单元交换位置、运动和/或避免碰撞的信息,和/或规划和/或辅助设备110、铰接臂120和/或设备110的末端执行器的运动规划。并且,尽管运动控制应用程序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/或硬件和软件的组合来实现。

[0027] 在一些实施例中,可以在手术室和/或介入套件中找到计算机辅助系统100。并且,尽管计算机辅助系统100仅包括一个具有两个铰接臂120的设备110,但是普通技术人员将理解,计算机辅助系统100可以包括具有与设备110类似和/或不同设计的铰接臂和/或末端执行器的任何数量的设备。在一些示例中,所述设备中的每一个可以包括更少或更多的铰接臂和/或末端执行器。

[0028] 计算机辅助系统100还包括手术台170。类似于一个或多个铰接臂120,手术台170支持台面180相对于手术台170的底座的铰接式运动。在一些示例中,台面180的铰接式运动可以包括用于改变台面180的高度、倾斜、滑动、特伦德伦伯卧位(Trendelenburg)取向和/或类似方面的支持。尽管未示出,但手术台170可以包括一个或多个控制输入,如用于控制台面180的位置和/或取向的手术台命令单元。在一些实施例中,手术台170可以对应于由德国通快医疗系统有限公司(Trumpf Medical Systems GmbH)商业化的一种或多种手术台。

[0029] 手术台170还经由相应的接口耦接到控制单元130。该接口可以包括一个或多个无线链路、线缆、连接器和/或总线,并且还可以包括具有一个或多个网络交换和/或路由设备的一个或多个网络。在一些实施例中,手术台170可以耦接到与控制单元130不同的控制单元。在一些示例中,运动控制应用程序160可以包括用于接收与手术台170和/或台面180相关联的位置、运动和/或其他传感器信息的一个或多个应用程序编程接口(API)。在一些示例中,运动控制应用程序160可以规划和/或辅助手术台170和/或台面180的运动的规划。在一些示例中,运动控制应用程序160可以有助于与碰撞避免相关联的运动规划,适应和/或

避免关节和连杆中的运动范围极限以及铰接臂、器械、末端执行器、手术台部件等的运动来补偿铰接臂、器械、末端执行器、手术台部件等中的其他运动,调节观察设备(如内窥镜)在该观察设备的视场内维持和/或放置关注区域和/或一个或多个器械或末端执行器。在一些示例中,运动控制应用程序160可以防止手术台170和/或台面180的运动,如通过使用该手术台命令单元来防止手术台170和/或台面180的运动。在一些示例中,运动控制应用程序160可以帮助将设备110与手术台170配准,以便得知设备110和手术台170之间的几何关系。在一些示例中,该几何关系可以包括为设备110和手术台170保持的坐标框架之间的平移和/或一次或多次旋转。

[0030] 控制单元130还可以经由接口耦接到操作者工作站190。操作者工作站190可以由操作者(如外科医生)使用以控制铰接臂120和末端执行器的运动和/或操作。为了支持铰接臂120和末端执行器的操作,操作者工作站190包括用于显示铰接臂120和/或末端执行器中的一个或多个的至少一部分的图像的显示系统192。例如,当操作者看到铰接臂120和/或末端执行器在其正在使用时是不现实的和/或不可能的时,可以使用显示系统192。在一些实施例中,显示系统192可以显示来自自由铰接臂120之一或第三铰接臂(未示出)控制的视频捕捉设备(如内窥镜)的视频图像。

[0031] 操作者工作站190还可以包括具有一个或多个输入控件195(或“主控件195”)的控制台工作空间,其可以用于操作设备110、铰接臂120和/或安装在铰接臂120上的末端执行器。输入控件195中的每一个可以耦接到它们自己的铰接臂的远端,使得输入控件195的运动可以由操作者工作站190检测并传送到控制单元130。为了提供改进的人体工程学,该控制台工作空间还可以包括一个或多个支托(如扶手197),操作者可以在操纵输入控件195的同时将操作者的手臂搁置在其上。在一些示例中,显示系统192和输入控件195可以由操作者使用来远程操作铰接臂120和/或安装在铰接臂120上的末端执行器。在一些实施例中,设备110、操作者工作站190和控制单元130可以对应于由加利福尼亚州(California)森尼维耳市(Sunnyvale)的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商业化的da Vinci®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站190和/或设备110的一部分。在一些实施例中,可以在手术室和/或介入套件中找到计算机辅助系统100。并且,尽管计算机辅助系统100仅包括一个具有两个铰接臂120的设备110,但是普通技术人员将理解,计算机辅助系统100可以包括具有与设备110类似和/或不同设计的铰接臂和/或末端执行器的任何数量的设备。在一些示例中,这些设备中的每一个可以包括更少或更多的铰接臂120和/或末端执行器。另外,可以存在附加工作站190以控制可以附接到设备110的附加臂。另外,在一些实施例中,工作站190可以具有用于控制手术台170的控件。

[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设备210以及手术台280。虽然在图2中未示出,但是计算机辅助设备210和手术台280可以使用一个或多个接口和一个或多个控制单元而耦接在一起,使得用于执行计算机辅助设备210的铰接臂的运动的运动控制应用程序至少得知关于手术台280的运动信息。

[0034] 计算机辅助设备210包括各种连杆和关节。在图2的实施例中,该计算机辅助设备通常分为三组不同的连杆和关节。从移动推车215(或“患者侧推车215”)的近端开始的是装配结构220。耦接到该装配结构的远端的是形成铰接臂的一组连杆和装配关节240。并且,耦接到装配关节240的远端的是多关节操纵器260。在一些示例中,一组装配关节240和操纵器260可以对应于铰接臂120中的一个。并且,尽管该计算机辅助设备仅示出具有有一组装配关节240及相应的操纵器260,但是普通技术人员将理解,该计算机辅助设备可以包括多于一组的装配关节240及相应的操纵器260,使得该计算机辅助设备配备有多个铰接臂。

[0035] 如图所示,计算机辅助设备210安装在移动推车215上。移动推车215使得该计算机辅助设备210能够从一个位置被运送到另一个位置,例如在手术室之间或在手术室内,以更好地将计算机辅助设备定位在手术台280附近。装配结构220安装在移动推车215上。如图2所示,装配结构220包括两部分式柱,该柱包括柱连杆221和222。耦接到柱连杆222的上端或远端的是肩关节223。耦接到肩关节223的是包括吊杆连杆224和225的两部分式吊杆。在吊杆连杆225的远端处是腕关节226,并且耦接到腕关节226的是臂安装平台227。

[0036] 装配结构220的连杆和关节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,该两部分式柱通过沿着轴线232上下移动肩关节223来调节臂安装平台227的高度。臂安装平台227另外使用肩关节223来围绕移动推车215、两部分式柱和轴线232旋转。还使用该两部分式吊杆沿轴线234来调节臂安装平台227的水平位置。并且,也可以通过使用腕关节226围绕臂安装平台取向轴线236旋转来调节臂安装平台227的取向。因此,受制于装配结构220中的连杆和关节的运动限度,可以使用该两部分式柱在移动推车215上方垂直地调节臂安装平台227的位置。也可以使用该两部分式吊杆和肩关节223分别围绕移动推车215径向地和成角度地调节臂安装平台227的位置。并且,还可以使用腕关节226来改变臂安装平台227的角取向。

[0037] 臂安装平台227用作一个或多个铰接臂的安装点。围绕移动推车215对臂安装平台227的高度、水平位置和取向进行调节的能力提供了柔性的装配结构,用于围绕将要进行操作或程序的位于移动推车215附近的工作空间对一个或多个铰接臂进行定位和取向。例如,臂安装平台227可以定位在患者上方,使得各种铰接臂及其相应的操纵器和器械具有足够的运动范围以对该患者执行外科手术。图2示出了使用第一装配关节242(或“挠性关节242”)耦接到臂安装平台的单个铰接臂。并且虽然仅示出了一个铰接臂,但是普通技术人员将理解,可以使用附加的第一装配关节将多个铰接臂耦接到臂安装平台227。

[0038] 第一装配关节242形成该铰接臂的最接近患者侧推车215的装配关节240部分的最近侧部分。装配关节240还可包括一组关节和连杆。如图2所示,装配关节240可以包括经由一个或多个关节(未明确示出)耦接的至少连杆244和246。装配关节240的关节和连杆包括能够使用第一装配关节242围绕轴线252相对于臂安装平台227来旋转装配关节240,调节第一装配关节242和连杆246之间的径向距离或水平距离,沿着轴线254调节连杆246的远端处的操纵器安装座262相对于臂安装平台227的高度、以及围绕轴线254来旋转操纵器安装座262。在一些示例中,装配关节240还可以包括附加的关节、连杆和轴,允许附加的自由度以改变操纵器安装座262相对于臂安装平台227的姿态。

[0039] 操纵器260经由操纵器安装座262耦接到装配关节240的远端。操纵器260包括附加的关节264和连杆266,其中器械托架268安装在操纵器260的远端。器械或操纵器器械270安

装到器械托架268。器械270包括轴272,轴272沿着插入轴线对齐。轴272通常是对齐的,使得其穿过与操纵器260相关联的远程运动中心274。远程运动中心274的位置通常相对于操纵器安装座262保持固定的平移关系,使得操纵器260中的关节264的操作导致轴272围绕远程运动中心274旋转。根据实施例,使用操纵器260的关节264和连杆266中的物理约束、使用设置在允许用于关节264的运动上的软件约束和/或两者的组合来维持远程运动中心274相对于操纵器安装座262的固定平移关系。在2013年5月13日提交的标题为“Redundant Axis and Degree of Freedom for Hardware-Constrained Remote Center Robotic Manipulator”的美国专利申请No.13/906,888中描述了使用在关节和连杆中的物理约束来维持远程运动中心的计算机辅助手术设备的代表性实施例,并且在2005年5月19日提交的标题为“Software Center and Highly Configurable Robotic Systems for Surgery and Other Uses”的美国专利No.8,004,229中描述了使用由软件约束保持的远程运动中心的计算机辅助手术设备的代表性实施例,这两项申请的说明书通过引用以其全文结合在此。在一些示例中,当轴272插入患者278中时,远程运动中心274可对应于患者278体内的手术口、身体开口或切口部位的位置。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,以在远程运动中心274处限制患者278的解剖结构上的应力。在一些示例中,轴272可以可选地穿过位于身体开口处的套管(未示出)。在一些示例中,具有相对较大的轴或导管外直径(例如4-5mm或更大)的器械可以使用套管穿过该身体开口,并且对于具有相对较小的轴或导管外直径(例如2-3mm或更小)的器械可以可选地省略套管。

[0040] 在轴272的远端处是末端执行器276。由于关节264和连杆266导致的操纵器260中的自由度可以允许至少控制轴272和/或末端执行器276相对于操纵器安装座262的侧倾、俯仰和偏摆。在一些示例中,操纵器260中的自由度还可以包括使用器械托架268前进和/或撤回轴272的能力,使得末端执行器276可以相对于远程运动中心274且沿着插入轴线前进和/或撤回。在一些示例中,操纵器260可以与用于与加利福尼亚州(California)森尼维耳市(Sunnyvale)的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商业化的da Vinci®手术系统一起使用的操纵器一致。在一些示例中,器械270可以是成像设备,如内窥镜、夹具、手术器械(如烧灼器或手术刀)等。在一些示例中,末端执行器276可以包括附加的自由度,例如侧倾、俯仰、偏摆、抓握等,其允许末端执行器276的各部分相对于轴272的远端的附加的局部操纵。

[0041] 在手术或其他医疗程序期间,患者278通常位于手术台280上。手术台280包括台座282和台面284,其中台座282位于移动推车215附近,使得器械270和/或末端执行器276可以由计算机辅助设备210操纵,同时器械270的轴272在身体开口处插入到患者278体内。手术台280还包括铰接结构290,其包括台座282和台面284之间的一个或多个关节或连杆,使得对台面284相对于台座282的相对位置进行控制,并且因而对患者278相对于台座282的相对位置进行控制。在一些示例中,铰接结构290可以被配置为使得相对于可以位于台面284上方的点处的虚拟定义的手术台运动等角点(isocenter)286来控制台面284。在一些示例中,等角点286可以位于患者278的体内。在一些示例中,等角点286可以在身体开口之一(如对应于远程运动中心274的身体开口)处或其附近与该患者的体壁并置。

[0042] 如图2所示,铰接结构290包括高度调节关节292,使得台面284可以相对于台座282

升高和/或降低。铰接结构290还包括关节和连杆,以改变台面284相对于等角点286的倾斜294和特伦德伦伯卧位296取向。倾斜294允许台面284从一侧向另一侧倾斜,使得患者278的右侧或左侧可以相对于患者278的另一侧向上旋转(即围绕台面284的纵向轴线、头-尾或头到脚(头-尾)轴线)。特伦德伦伯卧位296允许台面284旋转,使得患者278的足部抬高(特伦德伦伯卧位)或者患者278的头部抬高(反向特伦德伦伯卧位)。在一些示例中,可以调节倾斜294和/或特伦德伦伯卧位296旋转以产生围绕等角点286的旋转。铰接结构290还包括附加的连杆和关节298,以使台面284沿着纵向(头-尾)轴线相对于台座282前后滑动,通常具有如图2所示的向左运动和/或向右运动。

[0043] 图7A-7G是示出结合了本文所述的集成的计算机辅助设备和可移动手术台特征的各种计算机辅助设备系统架构的简化示意图。各种所示的系统部件都是依照本文所描述的原理。在这些图示中,为了清楚起见,这些部件被简化,并且没有示出各种细节,如单独的连杆、关节、操纵器、器械、末端执行器等,但是它们应当被理解为结合在各种图示的部件中。

[0044] 在这些架构中,没有示出与一个或多个手术器械或器械组相关联的套管,并且应当理解,套管及其他器械引导设备可选地可以用于具有相对较大的轴或导管外直径(例如4-5mm或更大)的器械或器械组,并且对于具有相对较小的轴或导管外直径(例如2-3mm或更小)的器械是可以可选地省略的。

[0045] 同样在这些架构中,远程操作的操纵器应当被理解为包括在手术期间通过使用硬件约束(例如固定的相交器械的俯仰、偏摆和侧倾轴线)或软件约束(例如软件约束的相交器械的俯仰、偏摆和侧倾轴线)来限定远程运动中心的操纵器。可以限定这种器械旋转轴线的混合(例如硬件约束的侧倾轴线和软件约束的俯仰轴线和偏摆轴线)。此外,一些操纵器可以在手术期间不限定和约束任何手术器械旋转轴线,并且一些操纵器可以在手术期间限定和约束仅一个或两个器械旋转轴线。

[0046] 图7A示出了可移动手术台1100和单器械计算机辅助设备1101a。手术台1100包括可移动台面1102以及从机械接地的台座1104延伸以在远端处支撑台面1102的手术台支撑结构1103。在一些示例中,手术台1100可以与手术台170和/或280一致。计算机辅助设备1101a包括远程操作的操纵器和单器械组件1105a。计算机辅助设备1101a还包括在近侧底座1107a处机械接地并且在远端处延伸以支撑操纵器和器械组件1105a的支撑结构1106a。支撑结构1106a被配置为允许组件1105a相对于手术台1100移动并保持在各种固定姿态中。可选地,底座1107a相对于手术台1100是永久固定的或是可移动的。手术台1100和计算机辅助设备1101a如本文所述一起操作。

[0047] 图7A还示出了可选的第二计算机辅助设备1101b,其示出了可以包括两个、三个、四个、五个或更多个单独的计算机辅助设备,每个计算机辅助设备具有相应的单独的远程操作的操纵器以及由相应的支撑结构1106b支撑的(多个)单器械组件1105b。使计算机辅助设备1101b机械接地,并且摆放组件1105b,与计算机辅助设备1101a类似。手术台1100和计算机辅助设备1101a和1101b一起形成多器械手术系统,并且它们如本文所述一起操作。在一些示例中,计算机辅助设备1101a和/或1101b可以与计算机辅助设备110和/或210一致。

[0048] 如图7B所示,示出了另一个可移动手术台1100和计算机辅助设备1111。计算机辅助设备1111是多器械设备,其包括两个、三个、四个、五个或更多个单独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。计算机辅助设备1111的

组件1105a和1105b由组合的支撑结构1112支撑,其允许组件1105a和1105b相对于手术台1100作为一组一起运动并摆放成一组。计算机辅助设备1111的组件1105a和1105b也分别由相应的单独支撑结构1113a和1113b来支撑,这样允许每个组件1105a和1105b相对于手术台1100且相对于一个或多个其他组件1105a和1105b单独地移动和摆放。这种多器械手术系统架构的示例是由直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商业化的da Vinci Si®手术系统和da Vinci Xi™手术系统。手术台1100和包括示例性计算机辅助设备的手术操纵器系统1111如本文所述一起操作。在一些示例中,计算机辅助设备1111与计算机辅助设备110和/或210一致。

[0049] 图7A和7B的计算机辅助设备均显示为在地板处机械接地。但是,一个或多个这样的计算机辅助设备可以可选地在墙壁或天花板处机械地接地,并且相对于这样的墙壁或天花板面是永久固定的或是可移动的。在一些示例中,计算机辅助设备可以使用轨道或网格系统安装到墙壁或天花板,该轨道或网格系统允许计算机辅助系统的支撑底座相对于该手术台运动。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用于将相应的支撑底座安装到该轨道或网格系统。如图7C所示,计算机辅助设备1121a在墙壁处机械接地,并且计算机辅助设备1121b在天花板处机械接地。

[0050] 此外,计算机辅助设备可以经由可移动手术台1100间接地机械接地。如图7D所示,计算机辅助设备1131a耦接到手术台1100的台面1102。计算机辅助设备1131a可以可选地耦接到手术台1100的其他部分,如手术台支撑结构1103或台座1104,如图7D所示的虚线结构所示。当台面1102相对于手术台支撑结构1103或台座1104移动时,计算机辅助设备1131a同样相对于手术台支撑结构1103或台座1104移动。然而,当计算机辅助设备1131a耦接到手术台支撑结构1103或台座1104时,在台面1102移动时计算机辅助设备1131a的底座相对于地面保持固定。当手术台运动发生时,使器械插入患者体内的身体开口也可以移动,因为该患者的身体可以相对于台面1102移动并改变该身体开口的位置。因此,对于计算机辅助设备1131a耦接到台面1102的实施例,台面1102用作局部机械接地,并且这些身体开口相对于台面1102移动,并且因此相对于计算机辅助设备1131a移动。图7D还示出,可选地可以添加第二计算机辅助设备1131b,类似于计算机辅助设备1131a来配置,以创建多器械系统。如本文所公开的对包括耦接到手术台的一个或多个计算机辅助设备的系统进行操作。

[0051] 在一些实施例中,可以是具有相同的或混合的机械接地的计算机辅助设备的其他组合。例如,系统可以包括在该地板处机械接地的一个计算机辅助设备以及经由该手术台机械接地到该地板的第二计算机辅助设备。如本文所公开对这种混合式机械接地系统进行操作。

[0052] 发明性的方面还包括单个身体开口系统,其中两个或更多个手术器械经由单个身体开口进入身体。这样的系统的示例在2010年8月12日提交的标题为“Surgical System Instrument Mounting”的美国专利No.8,852,208和2007年6月13日提交的标题为“Minimally Invasive Surgical System”的美国专利No.9,060,678中示出,这两个申请都通过引用结合。图7E示出了远程操作的多器械计算机辅助设备1141以及如上所述的手术台1100。两个或更多个器械1142各自耦接到相应的操纵器1143,并且器械组1142和器械操纵器1143通过系统操纵器1144一起移动。系统操纵器1144由支撑组件1145支撑,支撑组件1145允许系统操纵器1144移动到并固定为各种姿态。与上述描述一致,支撑组件1145在底

座1146处机械接地。两个或更多个器械1142在单个身体开口处插入患者体内。可选地,器械1142一起延伸通过单个引导管,并且该引导管可选地延伸穿过套管,如以上引用的参考文献中所述。计算机辅助设备1141和手术台1100如本文所述一起操作。

[0053] 图7F示出了可选地通过耦接到台面1102、台支撑结构1103或台座1104,经由手术台1100机械接地的另一个多器械、单个身体开口的计算机辅助设备1151。以上参照图7D的描述也适用于图7F中所示的机械接地选项。计算机辅助设备1151和手术台1100如本文所述一起工作。

[0054] 图7G示出一个或多个远程操作的多器械、单个身体开口的计算机辅助设备1161以及一个或多个远程操作的单器械计算机辅助设备1162可以组合以如本文所述的与手术台1100一起操作。计算机辅助设备1161和1162中的每一个可以直接地或经由另一个结构以如上所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的简化图。如图3所示,运动学模型300可以包括与许多源和/或设备相关联的运动学信息。运动学信息可以基于已知的用于计算机辅助医疗设备和手术台的连杆和关节的运动学模型。运动学信息还可以基于与计算机辅助医疗设备和手术台的关节的位置和/或取向相关联的信息。在一些示例中,与这些关节的位置和/或取向相关联的信息可以从测量棱柱状关节的线性位置和转动关节的旋转位置的一个或多个传感器(如编码器)导出。

[0056] 运动学模型300包括若干坐标框架或坐标系统及变换(如均匀变换),用于将位置和/或取向从所述坐标框架中的一种变换到所述坐标框架中的另一种。在一些示例中,运动学模型300可以用于通过组合由包括在图3中的变换联动设备指出的前向和/或反转/倒转变换来允许在任何其他坐标框架中的一个坐标框架中的位置和/或取向的前向和/或反向映射。在一些示例中,当这些变换被建模为矩阵形式的均匀变换时,可以使用矩阵乘法来完成组合。在一些实施例中,系统可以使用Denavit-Hartenberg参数和惯例来将坐标参考框架附接到运动学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的计算机辅助设备210和手术台280的运动学关系进行建模。

[0057] 运动学模型300包括可以用于对手术台(如手术台170和/或手术台280)的位置和/或取向进行建模的台座坐标框架305。在一些示例中,台座坐标框架305可以用于相对于与该手术台相关联的参考点和/或取向来对手术台上的其他点进行建模。在一些示例中,该参考点和/或取向可以与该手术台的台座(例如台座282)相关联。在一些示例中,台座坐标框架305可以适于用作该计算机辅助系统的世界坐标框架。

[0058] 运动学模型300还包括台面坐标框架310,其可用于对表示该手术台的台面(如台面284)的坐标框架中的位置和/或取向进行建模。在一些示例中,台面坐标框架310可以相对于该台面的旋转中心或等角点(如等角点286)位于中心。在一些示例中,台面坐标框架310的Z轴可以相对于其上放置手术台的地板或表面垂直取向和/或正交于该台面的所述表面。在一些示例中,台面坐标框架310的X轴和Y轴可以被取向成捕获该台面的纵向(从头到脚)和横向(从一侧到另一侧)主轴线。在一些示例中,台座到台面的坐标变换315被用来映射台面坐标框架310和台座坐标框架305之间的位置和/或取向。在一些示例中,手术台的铰接结构(如铰接结构290)的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读

数被用来确定台座到台面的坐标变换315。在与图2的实施例一致的一些示例中，台座到台面的坐标变换315对与该手术台相关联的高度、倾斜、特伦德伦伯卧位和/或滑动设置的组合效应进行建模。

[0059] 运动学模型300还包括用于对计算机辅助设备(如计算机辅助设备110和/或计算机辅助设备210)的位置和/或取向进行建模的设备底座坐标框架。在一些示例中，设备底座坐标框架320可以用于相对于与计算机辅助设备相关联的参考点和/或取向来对计算机辅助设备上的其他点进行建模。在一些示例中，该参考点和/或取向可以与计算机辅助设备(如移动推车215)的设备底座相关联。在一些示例中，设备底座坐标框架320可以适于用作该计算机辅助系统的世界坐标框架。

[0060] 为了跟踪该手术台和该计算机辅助设备之间的位置和/或取向关系，通常期望在该手术台和该计算机辅助设备之间进行配准。如图3所示，该配准可以用于确定台面坐标框架310和设备底座坐标320之间的配准变换325。在一些实施例中，配准变换325可以是台面坐标框架310和设备底座坐标框架320之间的部分变换或全部变换。基于该手术台和该计算机辅助设备之间的架构布置来确定配准变换325。

[0061] 在计算机辅助设备被安装到台面1102的图7D和图7F的示例中，从台座到台面的坐标变换315来确定配准变换325，并且得知该计算机辅助设备在哪里被安装到台面112。

[0062] 在计算机辅助设备被放置在地板上或安装到墙壁或天花板上的图7A-7C、图7E和图7F的示例中，通过对设备底座坐标框架320和台座坐标框架305设置一些限制来简化配准变换325的确定。在一些示例中，这些限制包括设备底座坐标框架320和台座坐标框架305在相同的垂直向上的轴线或Z轴上是一致的。在假设手术台位于水平地板上的情况下，该房间的墙壁(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，可以使设备底座坐标框架320和台座坐标框架305或适当的取向变换保持共同的垂直向上的轴线或Z轴(或适当的取向变换)。在一些示例中，因为共用Z轴，所以配准变换325可以可选地仅对该设备底座相对于台座围绕台座坐标框架305的Z轴的旋转关系(例如 θ_z 配准)进行建模。在一些示例中，配准变换325还可以可选地对台座坐标框架305和设备底座坐标框架320之间的水平偏移(例如XY配准)进行建模。这是可能的，因为该计算机辅助设备和该手术台之间的垂直(Z)关系是已知的。因此，台座到台面的变换315中的台面的高度的变化类似于设备底座坐标框架320中的垂直调节，因为台座坐标框架305和设备底座坐标框架320中的垂直轴线是相同的或接近相同，使得台座坐标框架305和设备底座坐标框架320之间的高度的变化处于彼此的合理公差内。在一些示例中，通过已知台面(或其等角点)的高度以及 θ_z 和/或XY配准，可以将台座到台面的变换315中的倾斜和特伦德伦伯卧位的调节映射到设备底座坐标框架320。在一些示例中，配准变换325和台座到台面的变换315可以用于对计算机辅助手术设备进行建模，就像是其被附接到台面，即使当其在架构上并没有附接到台面上时。

[0063] 运动学模型300还包括臂安装平台坐标框架330，其被用作与该计算机辅助设备的铰接臂上的最近点相关联的共用坐标框架的合适的模型。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(如臂安装平台227)上的便利点相关联并且相对于该便利点取向。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，其中臂安装平台坐标框架330的Z轴与臂安装平台取向轴线236对齐。在一些示例中，设备底座到臂安装平台的坐标变换335可以用于映射设备底座坐标框架320和臂安装平台坐

标框架330之间的位置和/或取向。在一些示例中,计算机辅助设备在设备底座和臂安装平台之间的连杆和关节(如装配结构220)的一个或多个运动学模型,连同过去的和/或当前的关节传感器读数一起,可以用于确定该设备底座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,设备底座到臂安装平台的坐标变换335可以对该计算机辅助设备的装配结构部分的两部分式柱、肩关节、两部分式吊杆和腕关节的组合效应进行建模。

[0064] 运动学模型300还包括与该计算机辅助设备的每个铰接臂相关联的一组坐标框架及变换。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及变换,但是普通技术人员将理解,不同的计算机辅助设备可以包括更少和/或更多(例如,一个、两个、四个、五个或更多)的铰接臂。与图2的计算机辅助设备210的连杆和关节的配置一致,可以使用操纵器安装座坐标框架、远程运动中心坐标框架以及器械或摄像机坐标框架对每个铰接臂进行建模,这取决于安装到该铰接臂的远端的器械的类型。

[0065] 在运动学模型300中,使用操纵器安装座坐标框架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安装座的变换344、操纵器安装座到远程运动中心的变换345以及远程运动中心到器械的变换346来捕获铰接臂中的第一铰接臂的运动学关系。操纵器安装座坐标框架341表示用于表示与操纵器(如操纵器260)相关联的位置和/或取向的适当模型。操纵器安装座坐标框架341通常与操纵器安装座(如相应的铰接臂的操纵器安装座262)相关联。臂安装平台到操纵器安装座的变换344则基于在臂安装平台和相应的操纵器安装座之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的装配关节240)的一个或多个运动学模型以及相应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0066] 远程运动中心坐标框架342通常与安装在操纵器上的器械的远程运动中心(如相应的操纵器260的相应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装座到远程运动中心的变换345则基于在相应的操纵器安装座和相应的远程运动中心之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的操纵器260的相应的关节264、相应的连杆266以及相应的托架268)的一个或多个运动学模型以及相应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当该相应的远程运动中心相对于相应的操纵器安装座而保持在固定的位置关系时,如在图2的实施例中,操纵器安装座到远程运动中心的变换345包括在操作操纵器和器械时不改变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0067] 器械坐标框架343通常与器械和/或安装在该铰接臂上的器械上的末端执行器(如相应的器械270上的相应的末端执行器276)上的点相关联。远程运动中心到器械的变换346则基于移动和/或取向相应的器械、末端执行器及相应的远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换346考虑了该轴(如相应的轴272)穿过该远程运动中心的取向以及该轴相对于该远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,可以进一步制约远程运动中心到器械的变换346以反映该器械的轴的插入轴线穿过该远程运动中心并且可以考虑该轴和该末端执行器围绕由该轴限定的轴线的旋转。

[0068] 在运动学模型300中,使用操纵器安装座坐标框架351、远程运动中心坐标框架352、器械坐标框架353(或“器械参考框架353”)、臂安装平台到操纵器安装座的变换354、操纵器安装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来捕获铰接臂中的第二铰接臂的运动学关系。操纵器安装座坐标框架351表示用于表示与操纵器(如操纵

器260)相关联的位置和/或取向的适当模型。操纵器安装座坐标框架351通常与操纵器安装座(如相应的铰接臂的操纵器安装座262)相关联。臂安装平台到操纵器安装座的变换354则基于在臂安装平台和相应的操纵器安装座之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的装配关节240)的一个或多个运动学模型以及相应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0069] 远程运动中心坐标框架352与安装在该铰接臂上的操纵器的远程运动中心(如相应的操纵器260的相应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装座到远程运动中心的变换355则基于在相应的操纵器安装座和相应的远程运动中心之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的操纵器260的相应的关节264、相应的连杆266以及相应的托架268)的一个或多个运动学模型以及相应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当该相应的远程运动中心相对于相应的操纵器安装座而保持在固定的位置关系时,如在图2的实施例中,操纵器安装座到远程运动中心的变换355可以包括在操作操纵器和器械时不改变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0070] 器械坐标框架353与末端执行器、器械和/或安装在铰接臂上的器械上的末端执行器(如相应的器械270和/或末端执行器276上的相应的末端执行器276)上的点相关联。远程运动中心到器械的变换356则基于移动和/或取向相应的器械、末端执行器和远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换356考虑了该轴(如相应的轴272)穿过该远程运动中心的取向以及该轴相对于该远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,可以制约远程运动中心到器械的变换356以反映该器械的轴的插入轴线穿过该远程运动中心并且考虑了该轴和该末端执行器围绕由该轴限定的插入轴线的旋转。

[0071] 在运动学模型300中,使用操纵器安装座坐标框架361、远程运动中心坐标框架362、摄像机坐标框架363、臂安装平台到操纵器安装座的变换364、操纵器安装座到远程运动中心的变换365以及远程运动中心到摄像机的变换366来捕获铰接臂中的第三铰接臂的运动学关系。操纵器安装座坐标框架361表示用于表示与操纵器(如操纵器260)相关联的位置和/或取向的适当的模型。操纵器安装座坐标框架361通常与操纵器安装座(如相应的铰接臂的操纵器安装座262)相关联。臂安装平台到操纵器安装座的变换364则基于在该臂安装平台和相应的操纵器安装座之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的装配关节240)的一个或多个运动学模型以及相应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0072] 远程运动中心坐标框架362通常与该铰接臂的操纵器的远程运动中心(如相应的操纵器260的相应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装座到远程运动中心的变换365则基于在相应的操纵器安装座和相应的远程运动中心之间的计算机辅助设备的连杆和关节(如相应的操纵器260的相应的关节264、相应的连杆266以及相应的托架268)的一个或多个运动学模型以及相应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当相应的远程运动中心相对于相应的操纵器安装座而保持在固定的位置关系时,如在图2的实施例中,操纵器安装座到远程运动中心的变换365可以包括在操作操纵器和器械时不改变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0073] 摄像机坐标框架363与安装在该铰接臂上的成像设备(如内窥镜)相关联。远程运

动中心到摄像机的变换366则基于移动和/或取向该成像设备及相应的远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到摄像机的变换366考虑了该轴(如相应的轴272)穿过该远程运动中心的取向以及该轴相对于该远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,可以制约远程运动中心到摄像机的变换366以反映该成像设备的轴的插入轴线穿过该远程运动中心并且考虑了该成像设备围绕由该轴限定的轴线的旋转。

[0074] 在一些实施例中,与摄像机坐标框架363相关联的成像设备可以将视频流传输到操作者工作站,使得使用者可以从摄像机坐标框架363观看该视频流。例如,由该成像设备捕捉的视频可以被中继并显示在图1的操作者工作站190的显示系统192上。在一些实施例中,该成像设备可以被取向成使得其捕捉与器械坐标框架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相关联的器械可以由该使用者通过控制器(如图1的输入控件或主控件195)来操作。在一些实施例中,为了允许对这些器械的直观操纵,来自控件的使用者命令可以与摄像机坐标框架363的坐标系统相关。例如,使用控制器的向上和向下、向左和向右以及向内和向外的命令可以转换为器械相对于摄像机坐标框架363的向上和向下、向左和向右以及向内和向外的运动。向上和向下、向左和向右、向内和向外,可以通过坐标框架363的X、Y和Z平移轴线来表示。类似地,滚动、俯仰和偏摆命令可以导致该器械相对于该摄像机坐标框架的滚动、俯仰和偏摆。在一些实施例中,一个或多个处理器(如图1的处理器140)可以将来自摄像机坐标框架363的使用者命令转换成器械坐标框架343和353中的相应的命令和运动。平移命令可以通过运动学关系。例如,与器械坐标框架343相关联的对于器械的命令可以使用变换366从摄像机坐标框架363行进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行进到操纵器安装座坐标框架361,使用变换364从操纵器安装座坐标框架361行进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行进到操纵器安装座坐标框架341,使用变换345从操纵器安装座坐标框架341行进到远程运动中心坐标框架342,并且使用变换346从远程运动中心坐标框架342行进到器械坐标框架343。以这种方式,一个参考框架中的已知的任何运动命令都可以被变换为一个或多个其他坐标框架中的相应命令。

[0075] 如以上讨论并且在此进一步强调的,图3仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的一个示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,使用替代的配准变换可以在台面坐标框架310和设备底座坐标框架320之间确定手术台和计算机辅助设备之间的配准。当使用替代的配准变换时,通过将该替代的配准变换与台基座到台面的变换315的倒转/反转相组合来确定配准变换325。根据一些实施例,用于对计算机辅助设备建模的坐标框架和/或变换可以根据该计算机辅助设备的连杆和关节、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的坐标框架及变换可以用于对与一个或多个虚拟器械和/或虚拟摄像机相关联的坐标框架及变换进行建模。在一些示例中,虚拟器械和/或摄像机可以与先前存储的和/或锁存的器械位置、由运动导致的器械和/或摄像机的投影、由外科医生和/或其他人员定义的参考点等相关联。

[0076] 当正在操作计算机辅助设备如计算机辅助设备110和/或210时,目标之一是最小

化和/或消除来自铰接臂的一个或多个关节和/或连杆的干扰和/或运动传播到器械、(一个或多个)连杆和/或(一个或多个)关节的一个或多个点的位置。例如,参考图2,如果干扰被传播到末端执行器276(末端执行器276是示例性的兴趣点)且同时位于患者278体内,则对一个或多个关节242和/或连杆246的干扰可能对患者278造成伤害。

[0077] 在用于计算机辅助系统的一种操作模式中,该手术台的一个或多个关节以及铰接臂的关节可以通过使用伺服控件和/或制动器被锁定和/或保持在适当位置,使得关节运动受到限制和/或完全禁止。在一些示例中,这允许操纵器的关节在完成期望的程序时控制器械不受来自其他关节的运动的干扰。在一些实施例中,操纵器可以被物理地约束以保持远程运动中心,并且不构成该操纵器的一个或多个关节的运动可能不期望地导致远程运动中心移动。在这些示例中,可能有利的是,通过物理和/或伺服控制制动系统将不组成该操纵器的关节锁定在适当位置。然而,可能存在的情况是允许远程运动中心的运动是期望的,并且因而允许可能影响该远程运动中心的位置的锁定一个或多个关节的制动器的释放。

[0078] 在一些示例中,器械可在手术期间插入患者体内。在一些示例中,可以经由外科医生在操作者控制台(如图1的工作站190)处的远程操作来控制器械的位置。然而,可能希望支持该计算机辅助系统的其他操作模式,其允许在铰接臂中的运动同时使器械保持插入患者体内。相对于在器械未插入患者体内时的操作模式,这些其他操作模式可能会增加风险。在一些示例中,这些风险可以包括当允许器械相对于患者移动时对患者的损伤、无菌区域的破坏、铰接臂之间的碰撞等等。

[0079] 在一般情况下,这些其他操作模式的特征可以在于,当在器械近端的一个或多个关节受到导致一个或多个关节的位置和/或取向(即运动)变化的干扰时维持该器械相对于患者的点。因为在器械近端的一个或多个第一关节(其可以被称为干扰关节)中的干扰导致该器械的位置的变化,所以可期望在一个或多个第二关节或补偿关节中引入运动,用于补偿由干扰关节的运动引起的该器械的运动。确定干扰的程度和补偿量取决于干扰的类型和性质,如干扰是否与该手术台或患者的运动相关联,或者干扰是否局限于用于控制该器械的铰接臂。

[0080] 与这些保持器械位置的其他操作模式相关联的干扰可以在该患者正在移动时发生,使得可以在局部坐标框架中监测该器械和/或末端执行器的位置。在一些示例中,这些干扰可以包括由允许铰接结构在该手术台上的运动(即手术台运动)或该患者相对于该手术台的运动而引起的干扰。在一些示例中,通常期望使铰接臂和器械与患者一起移动,使得该器械相对于该患者的位置不改变。在一些示例中,这可以使用器械拖动来实现,器械拖动可以包括释放和/或解锁该铰接臂的一个或多个关节,并且允许该患者的身体开口处的体壁在该患者移动时拖动远程运动中心和器械。在一些示例中,当远程运动中心移动时,器械相对于远程运动中心的取向可以开始改变,导致了器械相对于患者的位置之间的变化。在2015年3月17日提交的标题为“System and Method for Integrated Surgical Table”的美国临时专利申请No.62/134,207以及同时提交的标题为“System and Method for Integrated Surgical Table”的代理人案卷号为ISRG06930PCT/70228.498W001的PCT专利申请中显示了在手术台运动期间允许主动继续外科手术过程的系统的示例,这两个申请都是通过引用以其全文结合在此。

[0081] 图4A和图4B示出了来自两个不同透视图的示例性摄像机视图400。图4A可以是俯

视透视图,而图4B可以是成像设备410的传感器的透视图。可以从显示器(如图1中的操作者工作站190的显示系统192)查看来自图4B的透视图的摄像机视图400,其从成像设备410接收流式图像捕捉。在一些实施例中,成像设备410可以是内窥镜,并且可以由铰接臂(如图1的铰接臂102和/或图2的铰接臂)控制。在图4A中,摄像机视图400由虚线描绘,该虚线可以表示用于成像设备410的示例性视场和聚焦区域。在图4B中,从使用者在显示器(如图1的操作者工作站190的显示系统192)上观看来自成像设备410的视频流的角度显示了示例性摄像机视图400。在一些实施例中,由成像设备410提供的视频流可以是立体的。成像设备410可以使用一个或多个传感器来提供立体视频流。以这种方式,当使用系统如图1的计算机辅助系统100时,操作者可以具有深度感知的感觉。摄像机坐标框架411示出了成像设备410的坐标框架。在图4A中,摄像机坐标框架411示出了摄像机坐标框架411的Z1轴和X1轴,其Y1轴(未示出)进入和离开页面。在图4B中,示出了摄像机坐标框架411的Y1轴和X1轴,其Z1轴(未示出)进入和离开页面。在一些实施例中,摄像机坐标框架411可以是图3的摄像机坐标框架363。

[0082] 图4A和图4B还包括器械420和430,这些器械也可以由一个或多个铰接臂(如图1的铰接臂102和/或图2的铰接臂)控制。器械420和430可以位于摄像机视图400内,并且可以由一个或多个使用者或操作者来使用控件(如图1的输入控件195)以及从图4B的视角观察器械420和430来操纵。图4A和图4B还分别从不同的视角示出了器械420和430的坐标框架421和431。在一些示例中,坐标框架421和431可以与图3的器械坐标框架343和353相同。

[0083] 因为控制器械420和430的使用者从摄像机视图400的图4B的视角来观看器械,所以在摄像机坐标框架411中实施使用者命令可能是有用的。通过使用运动学模型(如图3的运动学模型300),在摄像机坐标框架411中提供的任何命令被转换成器械的坐标框架421和431中的命令。以这种方式,向上和向下可以与摄像机视图相关,其通常可以与使用者的视角成一直线。用于向上和向下移动器械420或430的使用者命令可以转换为器械沿着摄像机坐标框架411的Y1轴移动。类似地,用于其他平移运动的使用者命令可以跟随摄像机坐标框架411的X1轴和Z1轴。在一些实施例中,用于旋转运动(如滚动、俯仰和偏摆)的命令也可以从摄像机坐标框架411转换到器械的坐标参考框架421,431。

[0084] 在一些实施例中,摄像机坐标框架411可以从物理成像设备410脱离。例如,摄像机坐标框架440可以是用于成像设备410的运动441之前的成像设备410的先前位置的保存的摄像机坐标框架。摄像机坐标框架440的位置可以存储在计算机可读介质(如图1的存储器150)上。在一些实施例中,坐标框架440可以被存储为来自参考坐标框架(如图3的臂安装平台坐标框架330、台面坐标框架310、远程运动中心坐标框架342等等)的变换。在一些实施例中,摄像机坐标框架440可以基于一个或多个关节的位置而存储为铰接臂的配置。

[0085] 当相对于坐标框架440确定器械运动时,使得摄像机坐标框架440与实际摄像机分离可以是有益的。例如,如果相对于摄像机坐标框架411来命令器械420和430的位置并且摄像机坐标框架411被固定到成像设备410,则对成像设备410的不期望的干扰将转化为对器械420和430的不期望的干扰。相反,如果相对于保存的坐标框架(如摄像机坐标框架440)来命令器械420和430的位置,则不会出现这个问题,因为摄像机坐标框架440是保存的坐标框架,其潜在地独立于成像设备410的任何运动。

[0086] 在一些实施例中,有益的是,相对于参考框架(如图3的台面坐标框架310、远程运

动中心坐标框架342等等)锁存摄像机坐标框架440。可以相对于参考坐标框架锁存摄像机坐标框架440,使得当该参考框架移动时,摄像机坐标框架440也将移动并保持相对于该参考坐标框架的距离、取向和/或位置。例如,如果摄像机坐标框架440相对于图3的台面坐标框架310被锁存,则当该台面向上物理移动(移动该台面坐标框架)时,坐标框架440也将向上移动。类似地,如果该台面旋转,则摄像机坐标框架440也可以沿着与该手术台相同的轴线旋转。如以下将更详细地讨论的,当允许手术台运动时,这样是有益的。在一些实施例中,有利的是,在手术台运动期间将摄像机坐标框架440锁存到该台面坐标框架,因为可能存在手术台运动不转换到另一个坐标框架(如远程运动中心坐标框架342)中的运动的情况。

[0087] 在一些实施例中,使用者可以具有与成像设备410和摄像机坐标框架411一起移动摄像机坐标框架440和/或将摄像机坐标框架440与成像设备410和摄像机坐标框架411重新对准的选项。以这种方式,当成像设备410偏离摄像机坐标框架440太远而使得器械运动对于使用者变得不太直观时,该使用者可以重置摄像机坐标框架440。

[0088] 如前所述,当正在操作计算机辅助设备(如计算机辅助设备110和/或210)时,希望允许对该器械和/或末端执行器进行连续控制,同时允许手术台(如手术台170和/或280)的运动。在一些示例中,这样可以允许过程耗时较少,因为不必移除插入患者体内的器械即可发生手术台运动。在一些示例中,这样可以允许外科医生和/或其他医务人员在手术台运动发生时对器官的运动进行监测,以获得更优的手术台姿态。在一些示例中,这还可以允许在手术台运动期间主动继续外科手术。

[0089] 图5是用于维持对于铰接臂上的末端执行器的直观控制而同时通过外力移动该铰接臂的一个或多个关节的示例性方法500的简化图。根据一些实施例,方法500可以包括过程510-595中的一个或多个,其可以至少部分地以存储在非暂时性的、有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现,当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,该代码可以使得一个或多个处理器执行过程510-595中的一个或多个。

[0090] 在过程510,用于成像设备的坐标框架和/或配置可以存储在存储器(如图1的存储器150)中,从而创建虚拟坐标框架。该虚拟坐标框架可以存储在能够表示均匀变换的任何合适的数据结构(如以一个或多个矩阵的形式等等)中。在一些示例中,该虚拟坐标框架可以以基于用于控制成像设备的铰接臂的运动学模型的变换的形式而存储在存储器中。在一些实施例中,该虚拟坐标框架可以被存储为该铰接臂上的关节角度、位置和/或配置,可以使用该铰接臂的一个或多个运动学模型从所述关节角度、位置和/或配置来重新计算变换。在一些实施例中,该虚拟坐标框架可以存储在存储器中作为相对于参考坐标框架的位置和取向,如图3的臂安装平台坐标框架330和/或设备底座坐标框架320。在一些实施例中,该虚拟坐标框架可以基于成像设备在某个时间点的位置,如在制动器释放之前或在一个或多个铰接臂的一个或多个关节被设置为浮动状态之前。设置为浮动状态的关节通常可以称为浮动关节。在一些实施例中,可以存储虚拟坐标框架的多个副本,使得可以相对于特定铰接臂和/或不同铰接臂的多种情况来修改每个虚拟坐标框架。例如,可以存在在单个成像设备的视野内控制若干器械的若干铰接臂。若干铰接臂中的每一个可以以不同的方式定位,并且可以存在存储在存储器中的用于每个铰接臂并且与铰接臂相关(如该铰接臂的远程运动中心)的一个或多个虚拟摄像机坐标框架。可以基于对一个或多个铰接臂的运动来修改这些虚拟摄像机坐标框架。

[0091] 在过程520,构成用于保持末端执行器和/或器械的铰接臂(在此后称为“器械臂”)的浮动关节组的一个或多个关节可以被置于浮动状态。当关节被设置为浮动状态时,这些浮动关节可以根据力的引入而自由移动。在一些实施例中,用于成像设备的铰接臂(以下称为“成像臂”)也可以具有进入浮动状态的关节组。这些浮动关节在处于浮动状态时可以被重力所补偿,以防止和/或减少重力对于一个或多个关节的运动。根据图2,设置关节240可以构成用于该器械臂和/或成像臂的(一个或多个)浮动关节组。

[0092] 在一些示例中,(一个或多个)浮动关节组可以接收物理运动反馈。在一些示例中,物理运动反馈可以由设备(如图2的手术台280)间接引起。例如,铰接臂的远程运动中心可以置于患者的身体开口处。该患者可以置于该手术台上,使得当该手术台移动时,患者被移动。该患者的运动可能导致该患者的身体开口移动,这样间接地导致对于该铰接臂的运动。这个力转而可以导致(一个或多个)关节组中的一个或多个浮动关节进行移动。这有时称为器械拖动。

[0093] 然而,浮动关节可以从其他源接收运动反馈。在一些示例中,物理运动反馈的源可以来自操作者推动和/或拉动铰接臂。例如,操作者可以拉动铰接臂的远程运动中心,使得(一个或多个)浮动关节组接收物理运动反馈。在一些示例中,在该患者正在移动时,操作者可以帮助稳定与患者连接的一个或多个铰接臂。本领域的普通技术人员将认识到,存在可以导致浮动关节的位置和/或取向的变化的物理运动反馈的若干来源,这些都是在此可预计的。

[0094] 在用于方法500的以下示例中,关于以某种方式与铰接臂通信地连接和/或配准的移动的手术台来讨论物理运动反馈。例如,在图1中,手术台170通过控制单元130和设备110通信地耦接到臂120。然而,本领域的普通技术人员将认识到,方法500可以应用于对象直接和/或间接地移动该铰接臂的任何情况,而独立于该对象是否以某种方式与该铰接臂以通信方式连接和/或配准。例如,当方法500被应用于未配准的对象时,方法500中使用来自该手术台的一些通信的任何过程可以被忽略/省略。此外,代替通过手术台移动的铰接臂的是,铰接臂可以由其他干扰而移动。

[0095] 在过程530,对象(如手术台)可以直接和/或间接地移动器械臂和/或成像臂的浮动关节中的一个。在一些实施例中,该手术台可以具有用于运动(如上/下、左/右、前/后、倾斜、特伦德伦伯卧位、滑动、滚动、俯仰、偏摆等等)的若干自由度。该工作台运动可以由控制器(如图1的控制单元130)来控制。在一些实施例中,该控制器可以基于使用者输入来控制该手术台的运动。在一些示例中,该控制器可以基于预编程的手术台运动来移动该手术台。在一些实施例中,该手术台可以被配置为移动置于手术台上的患者。虽然以上示例是造成对于浮动关节的直接运动和/或间接运动的手术台,但是在其他实施例中,其他设备和/或物体可以引起对于(一个或多个)铰接臂的直接运动和/或间接运动。

[0096] 在过程540,对在过程530中由该手术台的运动引起的器械臂和/或成像臂的一个或多个浮动关节的运动进行检测。在一些实施例中,该器械臂和/或成像臂可以将该器械臂和/或成像臂的远程运动中心置于患者身体开口处。在过程530中的运动可以移动该器械臂和/或成像臂的远程运动中心,其进而干扰每个臂的浮动关节之一。在一些实施例中,该远程运动中心的运动可以是间接的,如该手术台移动患者,这样进而导致器械拖动。控制单元(如控制单元130)接收器械臂和/或成像臂中的一个或多个浮动关节已经移动的指示符。该

指示符可以来自提供关节定位数据的浮动关节中的传感器。

[0097] 在一些实施例中,检测到的运动从局部坐标框架变换到在过程510期间创建的虚拟坐标框架。在一些实施例中,变换后的运动可以被分离成不同的分量,如虚拟坐标框架中的平移运动和旋转运动。

[0098] 在过程550处,接收来自该手术台的运动读数、数据和/或报告,并且将其变换成虚拟坐标框架。一旦变换成虚拟坐标框架,变换后的运动可以被分离成平移分量和旋转分量。例如,根据图3,台面坐标框架310可以基于该手术台的移动而改变。所述改变或移动可以从坐标框架310变换到另一个坐标框架,如远程运动中心坐标框架342。根据图3,通过变换325、344和345来确定移动从台面坐标框架310的参考框架到远程运动中心坐标框架342的变换。然后使用在过程510存储的变换将该手术台的移动从该远程运动中心的坐标框架变换到虚拟坐标框架(未示出)。

[0099] 在一些实施例中,可以省略方法500的这个过程。例如,当该手术台或其他对象没有提供和/或报告运动读数或提供不准确的读数时,可以省略过程550。

[0100] 在一些实施例中,当适当的运动数据可以从一个或其他运动/定位数据导出时,可以省略过程540或550。例如,该手术台可以相对于该器械臂和/或成像臂具有精确的配准。在一些示例中,当该手术台具有与浮动臂相同的自由度或运动时,关节定位数据可能是足够的。

[0101] 在可选的过程560,该器械臂可以使用可以与浮动关节不同的第二组关节来移动该器械臂的感兴趣的点(如该远程运动中心和/或末端执行器上的点),以跟踪和补偿该手术台的运动。这些第二组关节也可以被称为器械臂的补偿关节。补偿关节通常可以指可以被驱动或可以补偿其他运动的关节。在一些情况下,补偿关节可以与浮动关节互斥。若干补偿关节可以被称为一组补偿关节和/或补偿关节组。当浮动关节相对于该手术台缺少一个或多个运动度时,这可能是有益的。例如,当该手术台移动时,该浮动关节组可能不能旋转和/或平移远程运动中心、器械和/或末端执行器以保持相对于该手术台和/或患者的取向。当器械臂不能相对于正被移动的患者移动时,该器械轴和/或末端执行器可以相对于患者移动,从而对患者和/或器械造成损伤。

[0102] 在一些示例中,第二关节组可以通过将手术台运动数据从手术台坐标框架变换到感兴趣点的坐标框架(变换后的运动数据)、隔离变换后的运动数据的浮动关节不能移动的部分(如旋转运动)以及基于转换的运动数据的隔离部分来驱动该第二关节组的移动来补偿浮动关节中的运动的缺乏。

[0103] 例如,根据图3,台面坐标框架310中的移动被变换为远程运动中心坐标框架342。浮动关节不能补偿的(在远程运动中心坐标框架342中的)变换后的移动与变换后的移动分离。例如,变换后的移动可以被表示为矩阵。当浮动关节可以平移远程运动中心但是不旋转远程运动中心时,该矩阵的表示平移移动的部分被置零,并且仅保留该矩阵的旋转部分。这实际上将变换后的移动隔离成仅旋转移动。然后驱动关节以基于该隔离后的变换后的移动而移动该远程运动中心。

[0104] 类似地,该成像臂还可以使用第二关节组来移动该成像臂的感兴趣点(如成像设备和/或远程运动中心)以跟踪该手术台的运动。该方法将与该器械臂相同,除了运动将被变换到与该成像设备相关的坐标框架(如远程运动中心坐标框架352)。以这种方式,该器械

臂的器械保持其朝向该手术台和该成像臂的成像设备的取向。因此,通过由成像设备提供的图像来查看器械的操作者将看到患者解剖结构移动,但是以固定方式与台面一起移动的器械、摄像机和患者可以看起来是静止的和/或相对静止的。这是因为整个摄像机和器械可以彼此和/或与该台面成一直线地移动或非常接近从而彼此和/或与该台面成一直线。

[0105] 在过程570,相对于器械臂的移动来移动虚拟坐标框架。在一些实施例中,该虚拟坐标框架相对于该器械臂上的感兴趣点(如远程运动中心)而移动。

[0106] 在一些示例中,该虚拟坐标框架被链接到感兴趣点,如该器械臂的远程运动中心。以这种方式,通过该手术台来移动该器械臂的感兴趣点和/或将该器械臂的感兴趣点移动以补偿该手术台运动。虚拟坐标框架相对于该感兴趣点移动,如同存在将虚拟坐标框架与远程运动中心连接的刚性对象一样。

[0107] 在一些示例中,虚拟坐标框架的定位被移动以使用关节运动数据来跟踪感兴趣点。例如,在过程540,基于该关节定位数据的变换而将该虚拟坐标框架移动到虚拟坐标框架的坐标框架。

[0108] 类似地,虚拟坐标框架的定位被移动以使用手术台运动数据来跟踪感兴趣点。例如,在过程550,基于该手术台运动数据的变换而将虚拟坐标框架移动到虚拟坐标框架的坐标框架。

[0109] 在一些实施例中,可以使用该关节运动数据和手术台运动数据的组合来移动该虚拟坐标框架。例如,可以使用变换到虚拟坐标框架的过程540的关节运动数据、以及变换到虚拟坐标框架并针对浮动臂中的运动缺乏的程度而隔离的过程550的手术台运动。在一些示例中,来自该手术台运动的隔离的运动可以是该虚拟坐标框架中的旋转运动。

[0110] 在一些实施例中,该虚拟坐标框架相对于另一个感兴趣点(如台面)的移动而移动。该虚拟坐标框架使用手术台运动数据来改变该虚拟坐标框架相对于台面的位置。当该手术台可以充分改变取向而不引起铰接臂的远程运动中心的明显移动时,这可能是有用的。例如,等角点运动。

[0111] 通过基于该手术台和/或浮动关节的移动来移动虚拟坐标框架,该虚拟坐标框架保持该成像设备的坐标框架的精确的预测位置。因为操纵器械的使用者可以通过该成像设备来观察器械并且该虚拟坐标框架是该成像设备的位置的良好预测器,所以使用者可能不能够分辨使用该虚拟坐标框架施加的器械运动命令与使用该成像设备的实际坐标框架施加的器械运动命令之间的差异。这样有效地在成像设备的参考框架中近似器械运动命令,即使在该成像设备没有利用该虚拟坐标框架精确定位和/或取向时。

[0112] 然而,在虚拟坐标框架已经偏离该成像设备太远而使得使用者可以知道命令不再处于该成像设备的坐标框架中的情况下,该使用者可以能够重置该虚拟坐标框架的位置到该成像设备的实际位置。

[0113] 在过程580,可以接收用于移动器械臂的器械和/或末端执行器的命令。器械运动命令可以来自使用者操纵输入控件(如输入控件195)。在一些示例中,可以在手术台运动期间接收器械运动命令。

[0114] 在过程590,使用运动学模型(例如图3的运动学模型)将过程580的命令从虚拟摄像机坐标框架中的移动命令变换到该器械和/或末端执行器的坐标框架。在一些示例中,基于该器械和/或末端执行器的坐标框架中的移动命令来确定器械臂的补偿关节变化。在一

些示例中,器械和/或末端执行器的坐标框架中的移动命令从末端执行器的坐标框架映射到与每个补偿关节相关联的一个或多个局部坐标系统。实际上,这将运动命令从虚拟摄像机坐标框架变换到该器械和/或末端执行器坐标框架,并且然后从末端执行器坐标框架变换为相对于该器械臂的补偿关节的移动命令。在一些示例中,一个或多个运动学模型用于将移动命令变换到每个坐标框架。在一些示例中,补偿关节可以包括不是第一关节组的一部分的铰接臂和/或操纵器的任何关节。一旦确定了每个关节的相应坐标框架的移动命令,则它们被用于确定每个补偿关节的移动。在一些示例中,逆雅可比矩阵可以用于将所述移动命令映射到补偿关节的移动。在一些示例中,补偿关节中的移动可以作为施加到补偿关节的关节速度而被施加。

[0115] 在过程595,根据在过程580确定的变换后的命令来驱动该第二组关节以移动该器械和/或末端执行器。在一些实施例中,当手术台运动时,可以移动和/或驱动器械。根据一些实施例,可以同时执行过程510-590中的一个或多个。例如,驱动关节的使用者命令被叠加到所述命令上,以基于手术运动来驱动关节,使得在该手术台移动时,浮动关节通过该手术台移动,补偿关节可以根据过程560移动,同时补偿关节也根据过程580-590移动。

[0116] 如以上讨论并在此处进一步强调的,图5仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的一个示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,可以用与图5中暗示的顺序不同的顺序来执行过程510-595中的一个或多个。在一些示例中,过程510-595中的一个或多个可以用任何顺序和/或部分或全部并行地执行。在一些实施例中,可以省略/忽略一个或多个过程510-595。

[0117] 图6是用于在手术台运动期间保持对于铰接臂上的末端执行器的直观控制的方法600的简化图。在一些示例中,使用者可以使用控制器来操作一个或多个铰接臂的一个或多个末端执行器。在一些示例中,该一个或多个铰接臂上的末端执行器可以是图1的铰接臂120上的末端执行器。在一些示例中,使用者可以通过图1的操作者工作站190控制末端执行器和铰接臂。在一些示例中,使用者可以通过显示系统192观看一个或多个末端执行器,显示系统192可以显示来自铰接臂上的图像设备的图像捕捉。

[0118] 在过程610,建立使用者控件,使得可以相对于成像设备的虚拟坐标框架来实施移动末端执行器的控制命令。在一些实施例中,使用图5的过程510创建虚拟坐标框架。在一些示例中,使用运动学模型(例如图3的运动学模型)将所接收的使用者命令从虚拟摄像机坐标框架中的移动命令变换到该器械和/或末端执行器的坐标框架。

[0119] 在过程620,手术台被移动,其可以直接和/或间接地物理地移动置于该手术台上的患者、铰接臂、末端执行器和/或成像设备。手术台移动可以响应于使用者命令以平移和/或旋转手术台。在一些实施例中,铰接臂可以具有处于浮动状态的一组关节,使得该手术台可以直接和/或间接地移动浮动关节。

[0120] 在过程630,末端执行器、成像设备和/或虚拟坐标框架被移动,以在手术台移动时保持与该手术台的台面的相对距离和取向。例如,如果该台面向上移动,则在过程630,末端执行器、成像设备和虚拟坐标框架也向上移动。同样,如果该台面旋转,则成像设备、末端执行器和虚拟坐标框架沿着与该台面的轴线相同的轴线旋转。以这种方式,对于查看由成像设备捕捉的图像的使用者,该使用者将感知在手术台运动期间在移动时不保持与该手术台的取向的任何东西(例如,未固定的患者解剖结构)。相反地,该使用者将感知该台面和对象

被约束到该台面或使该台面的取向保持静止。

[0121] 在一些示例中,对于该末端执行器和成像设备的运动可以通过器械拖动的近似。在一些示例中,对于末端执行器和成像设备的移动可以是一个或多个关节的补偿移动,以在手术台运动期间保持末端执行器相对于台面的相对位置。在一些示例中,虚拟坐标框架的移动基于手术台运动期间的手术台运动数据和/或台面运动数据。例如,虚拟坐标框架可以相对于台面被锁定,并且当台面移动时,虚拟坐标框架也被移动以保持与台面的取向和位置。过程630可以实现图5的过程如过程540-570中的一个或多个。

[0122] 在过程640,使用者控件和命令被连续配置为,在该手术台根据过程620移动时,在虚拟坐标、末端执行器和/或成像设备根据过程630随着该手术台移动时,相对于该虚拟坐标框架来移动该末端执行器。在一些实施例中,可以使用图5的过程590-595来实现过程640。

[0123] 如以上讨论并在此进一步强调的,图6仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的一个示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,可以用与图6中暗示的顺序不同的顺序来执行过程610-640中的一个或多个。在一些示例中,过程610-640中的一个或多个可以用任何顺序和/或部分或全部并行地执行。在一些实施例中,可以省略/忽略一个或多个过程610-640。

[0124] 控制单元的一些示例(如控制单元130)可以包括非暂时性的、有形的机器可读介质,其包括当由一个或多个处理器(例如处理器140)运行时可使得该一个或多个处理器执行方法500的过程的可执行代码。可包括方法500的步骤的一些普通形式的机器可读介质例如是软盘、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、穿孔卡、纸带、具有孔洞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读取的任何其他介质。

[0125] 尽管说明性实施例已被示出并描述,但是在前面的公开中可以预计许多各种不同的修改、变化和替换,并且在某些情况下,可以采用这些实施例的一些特征而无需相应使用其他特征。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。因而,本发明的范围应仅受到所附权利要求书的限制,并且应领会到,应宽泛地并且是以一种与在此公开的实施例的范围相一致的方式来解释该权利要求书。

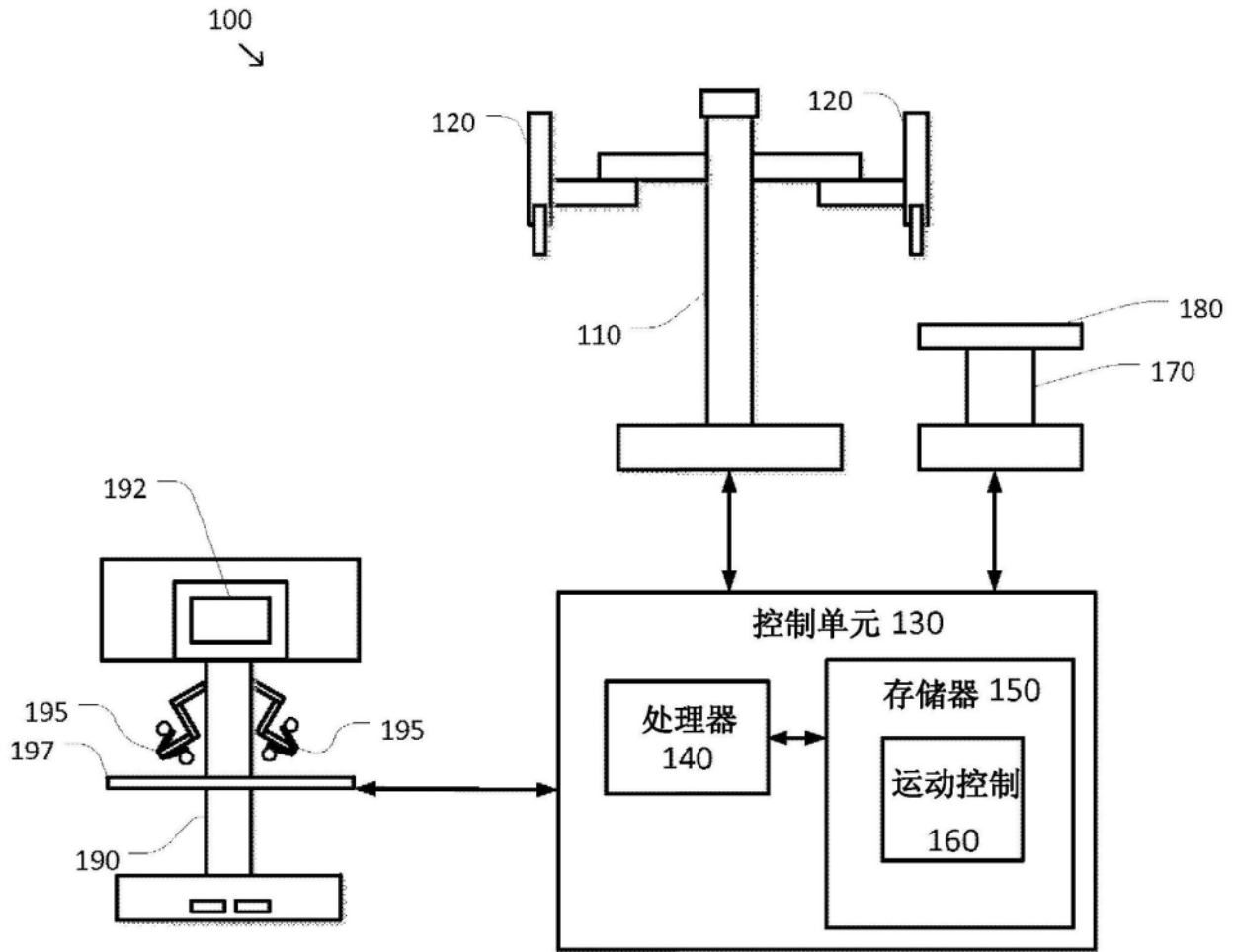


图1

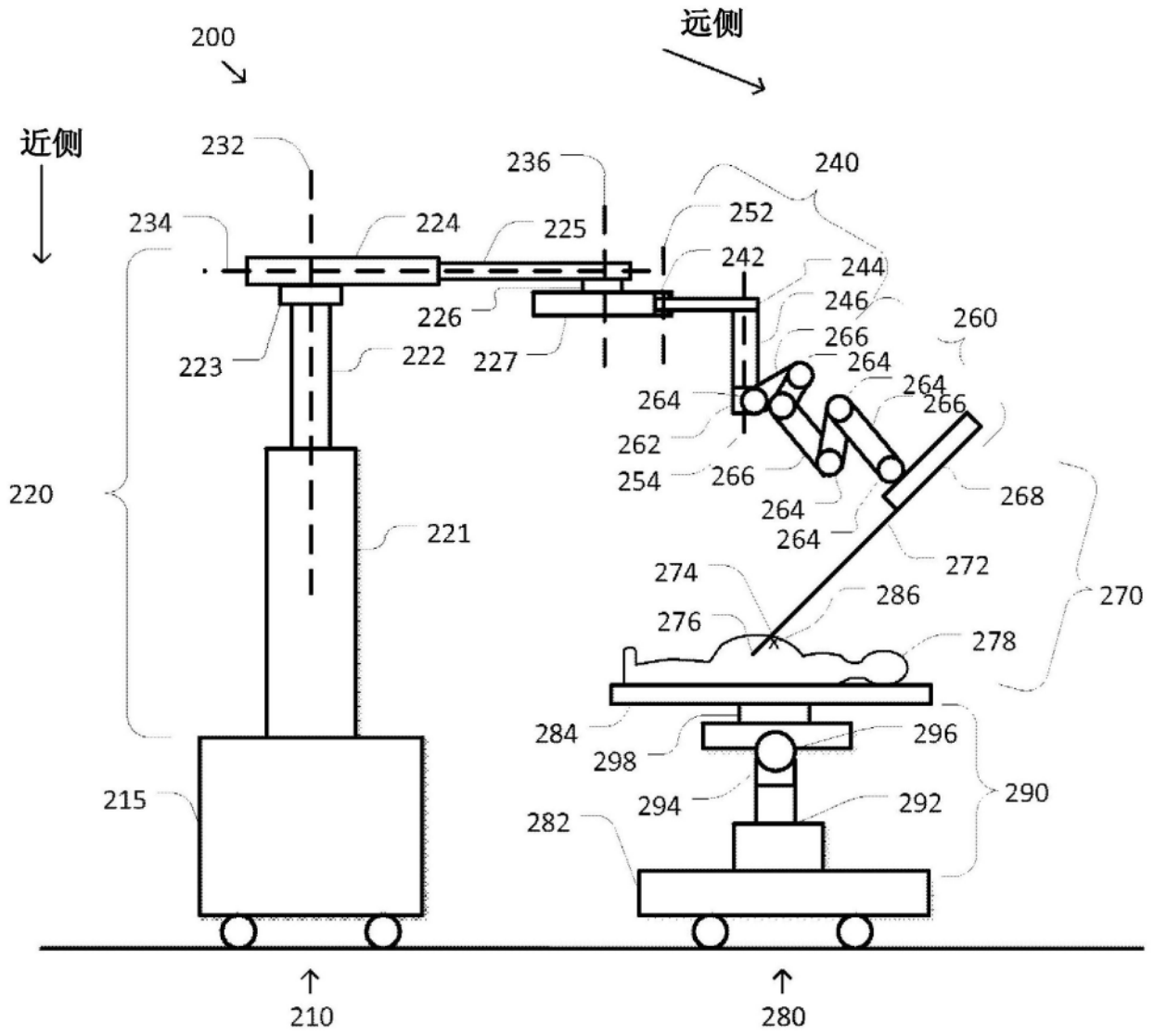


图2

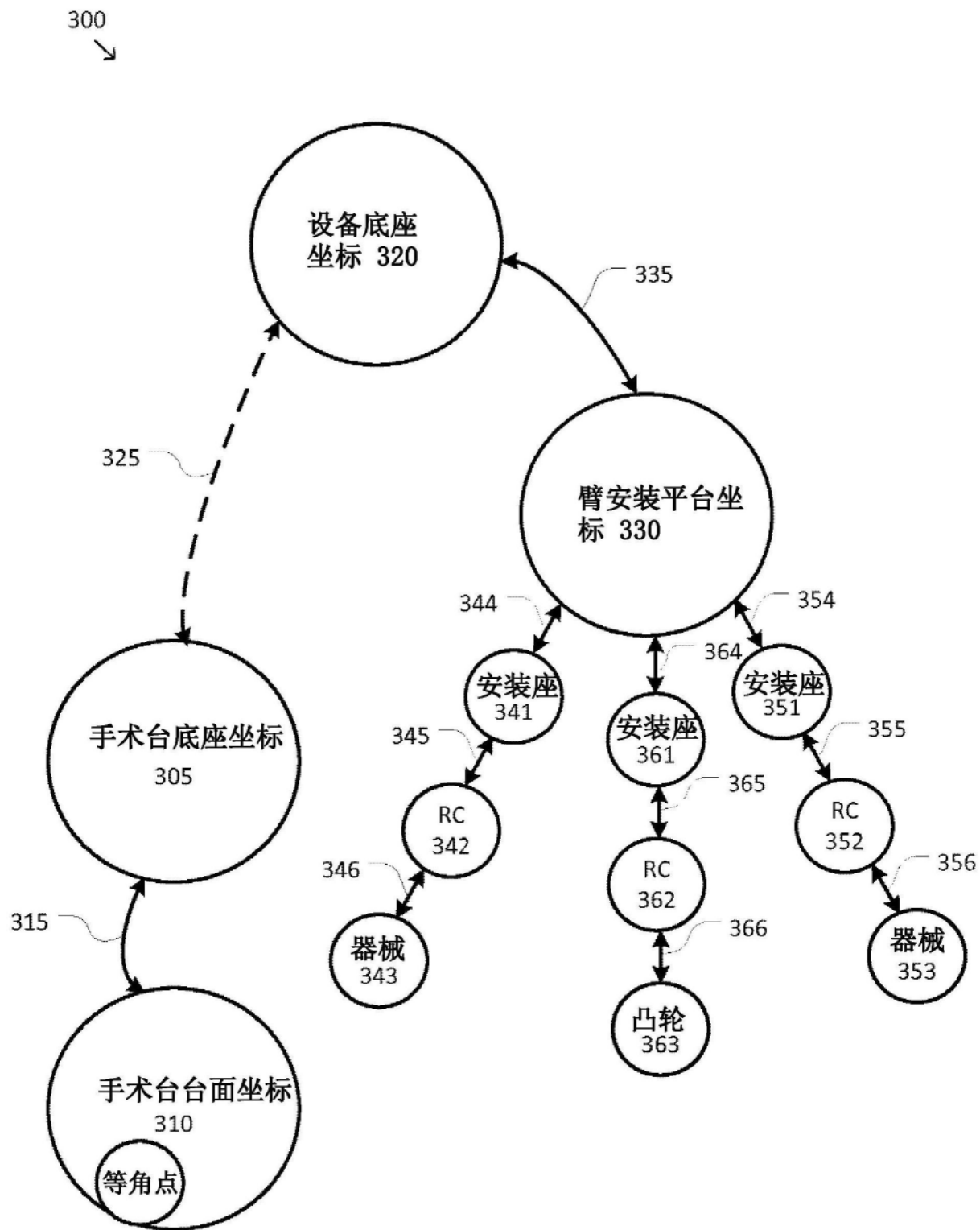


图3

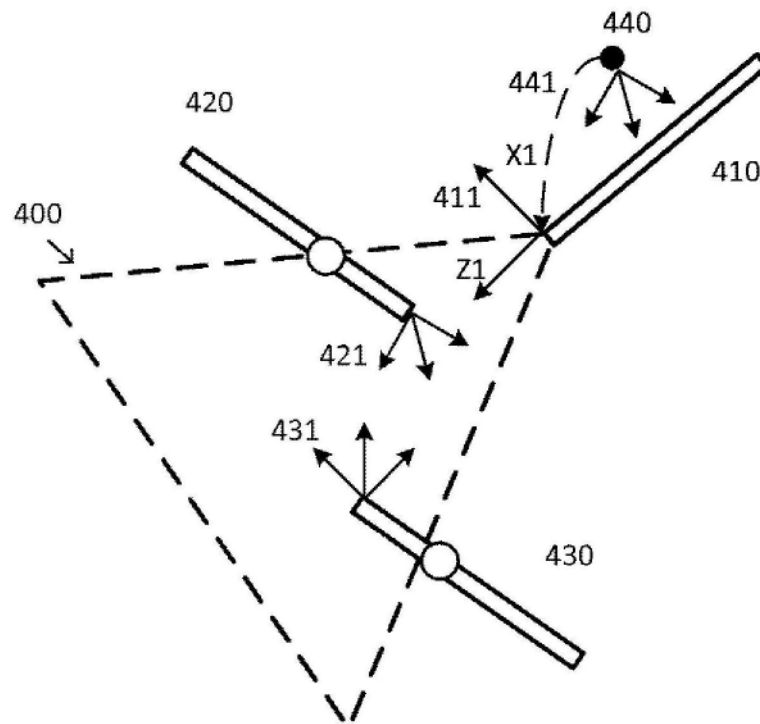


图4A

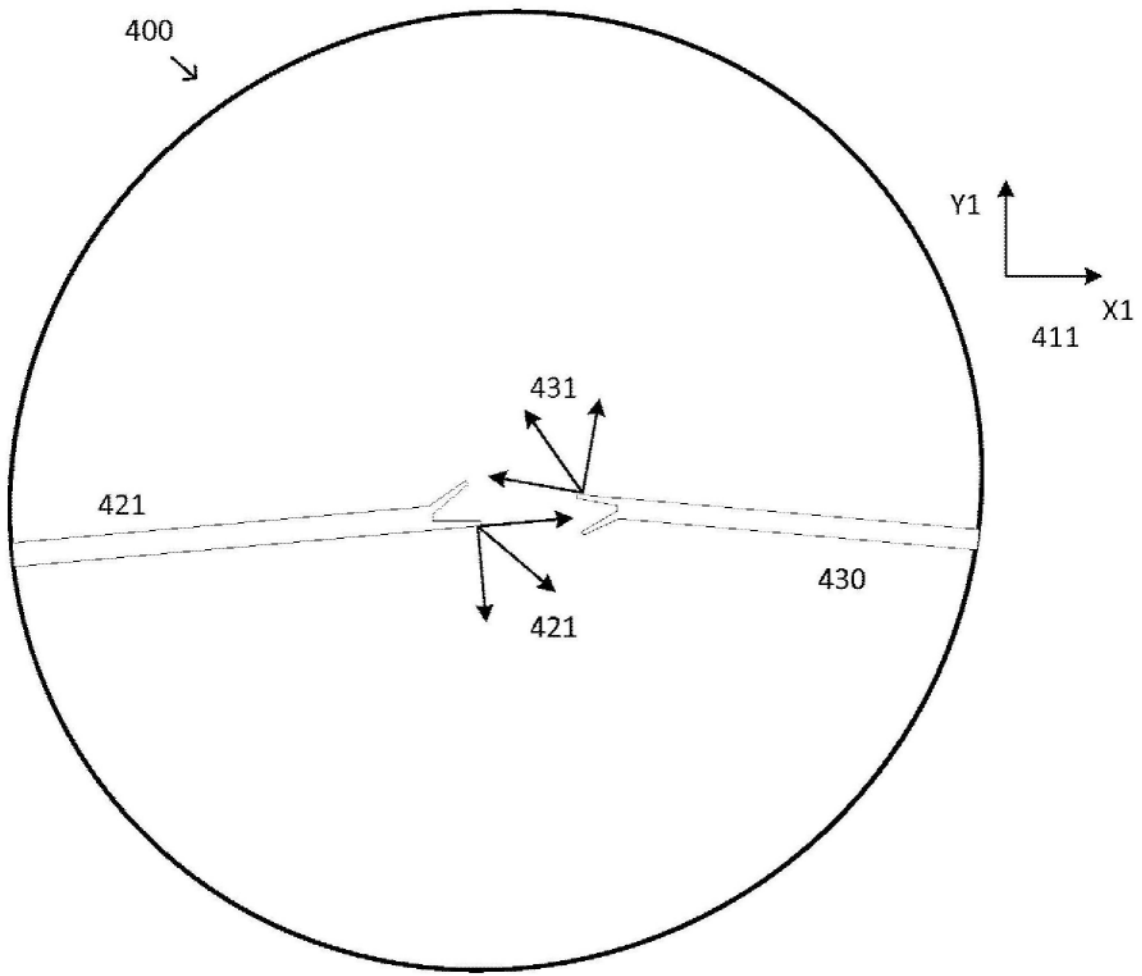


图4B

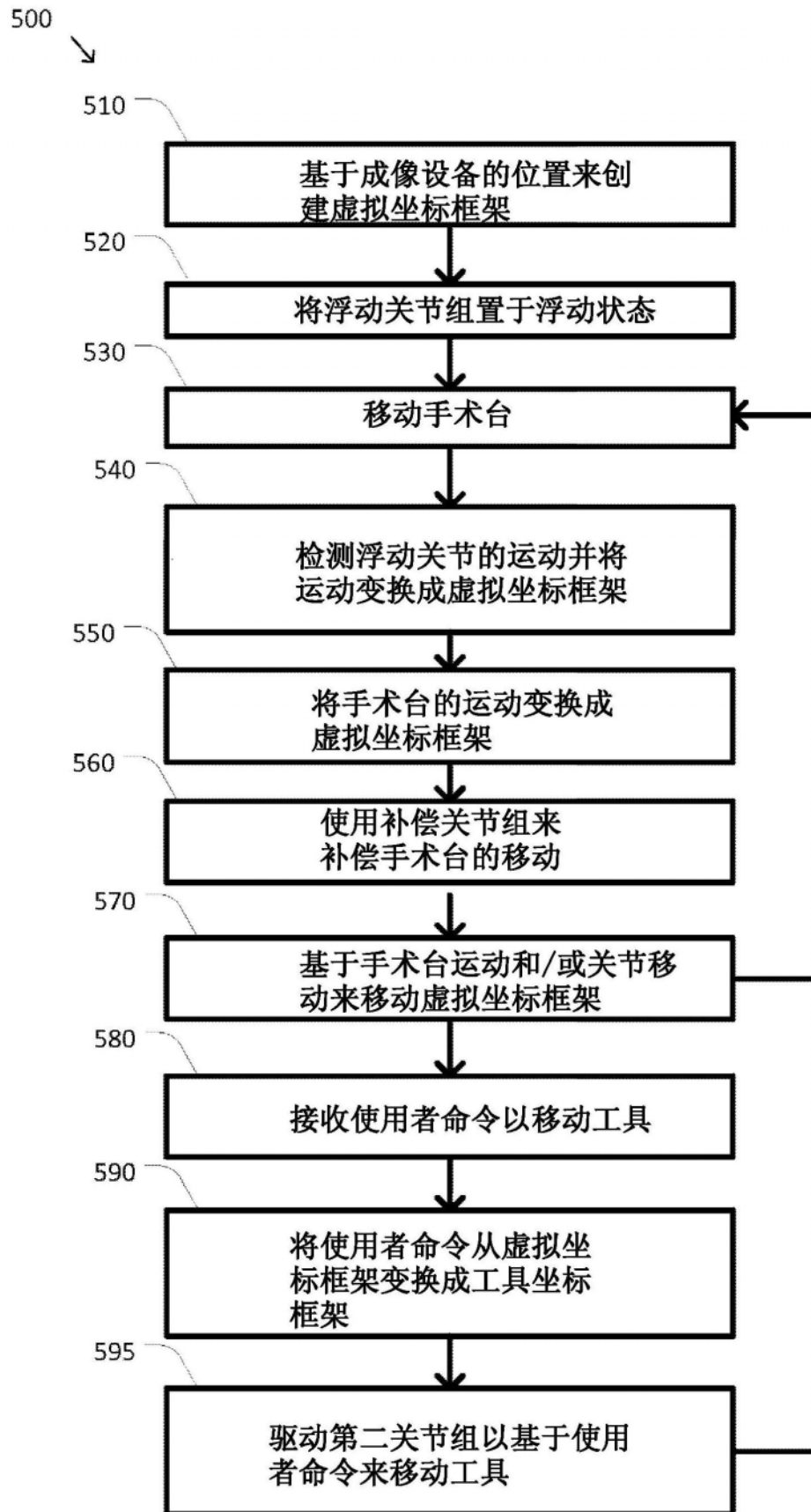


图5

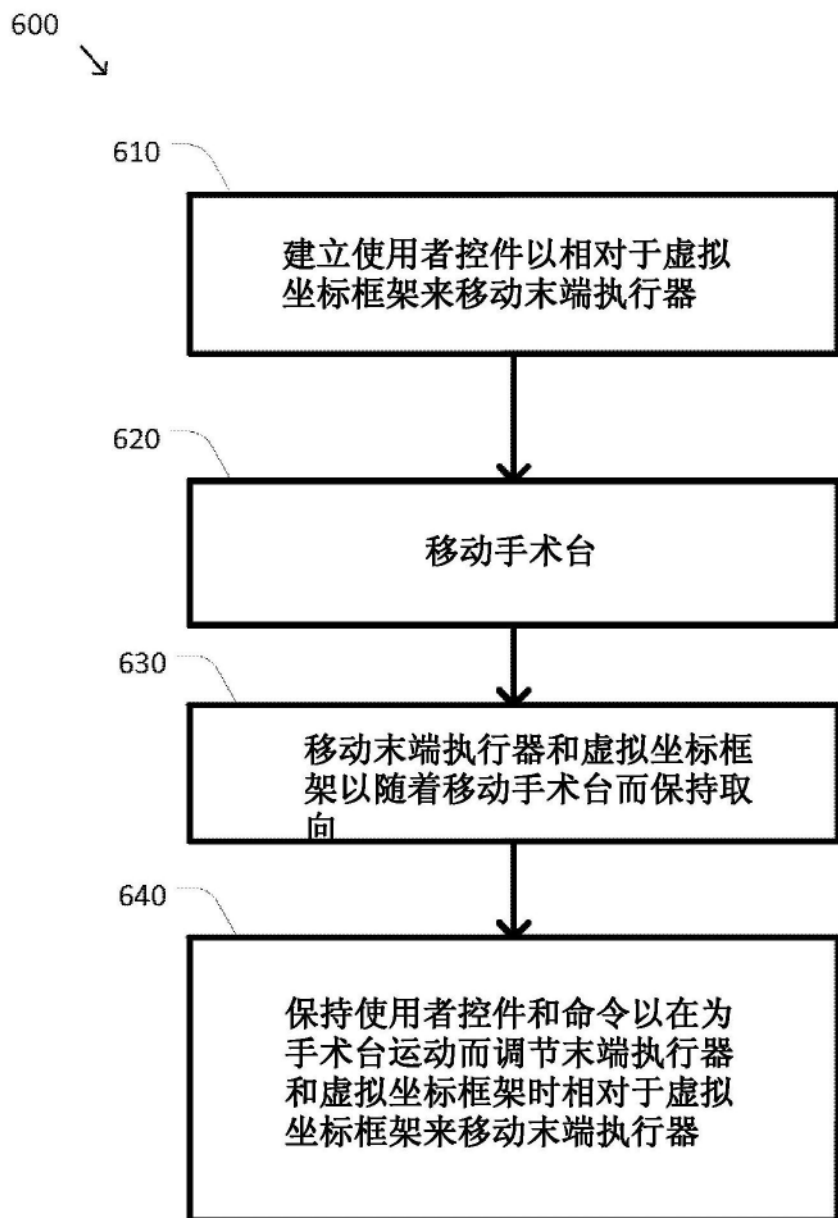


图6

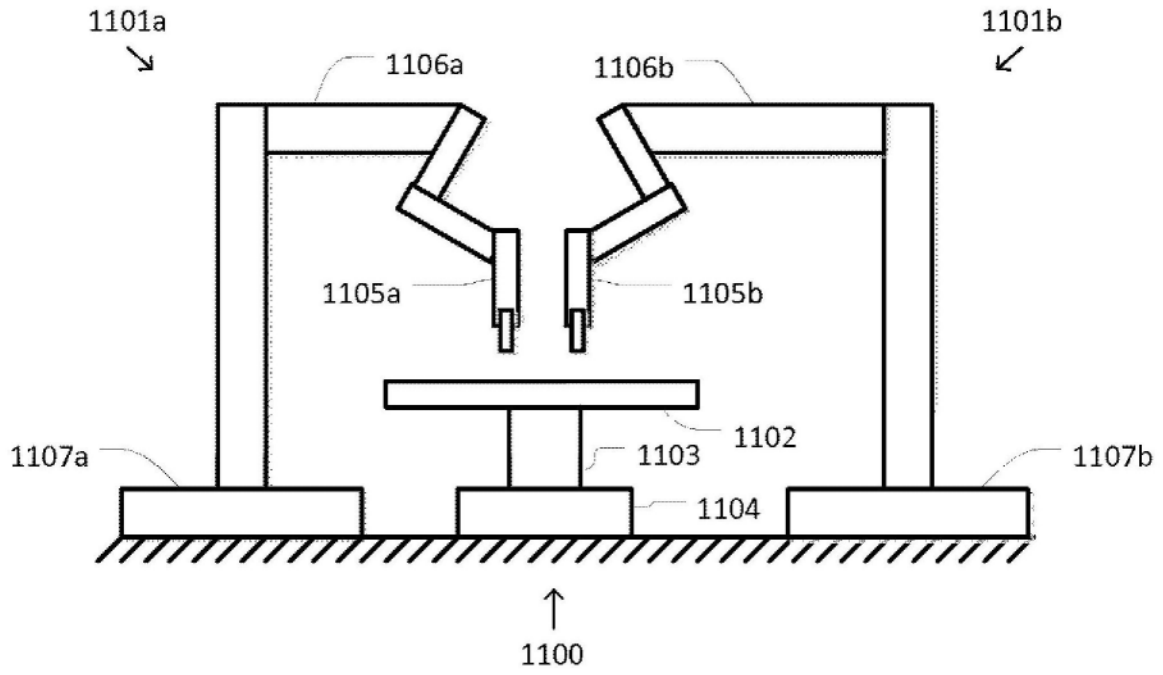


图7A

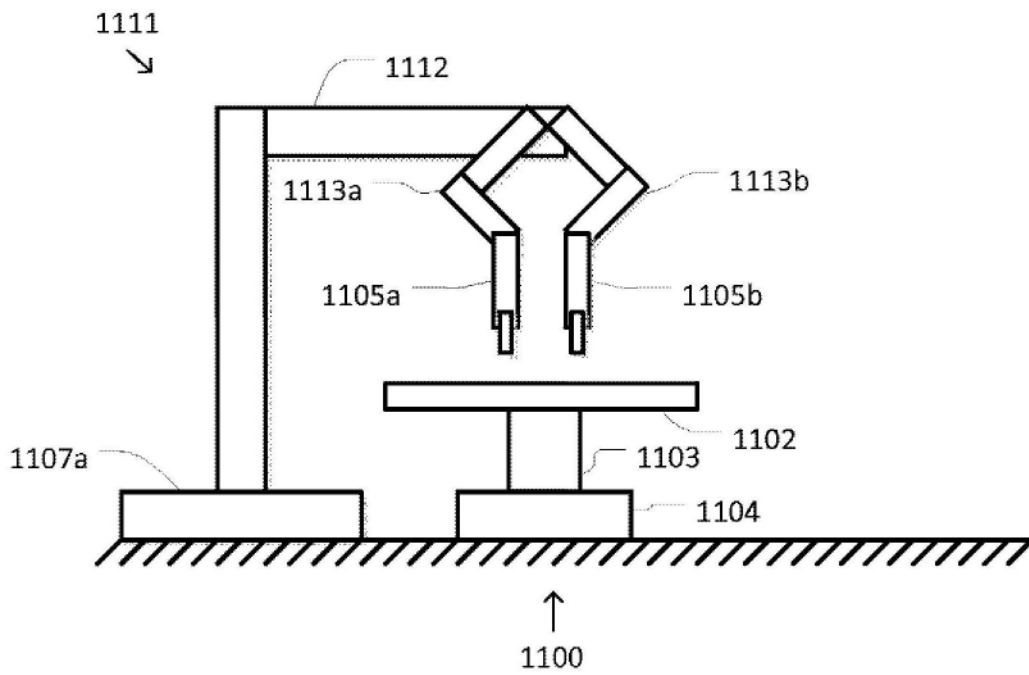


图7B

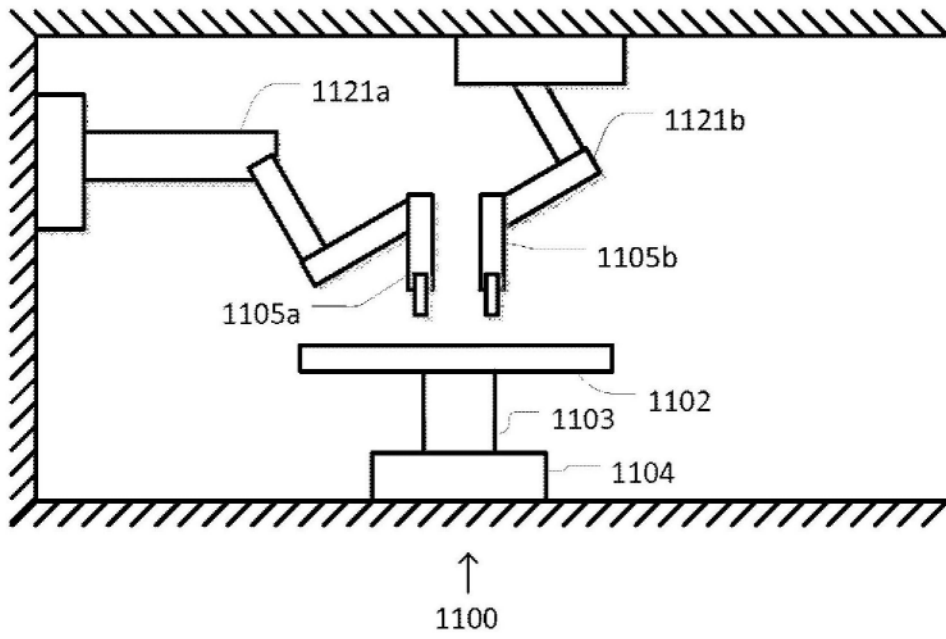


图7C

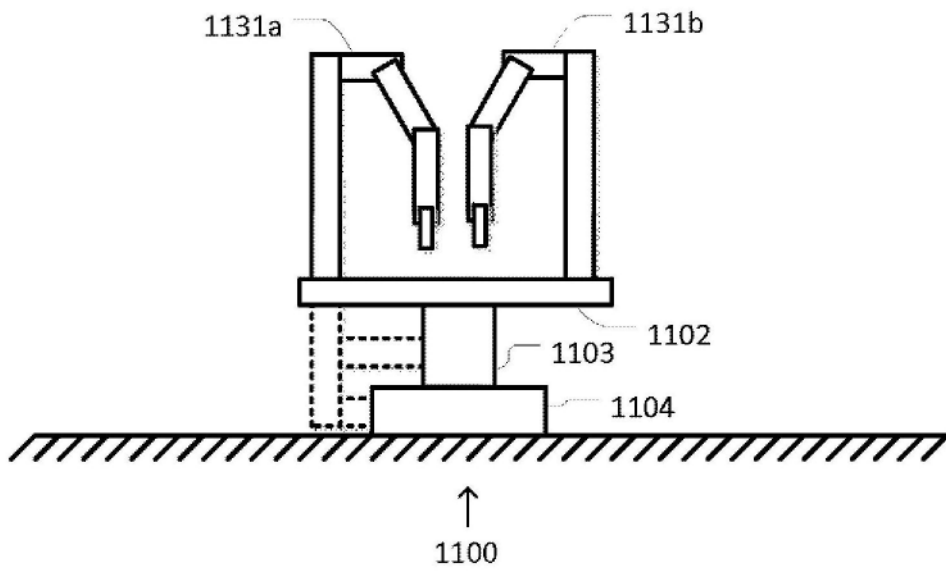


图7D

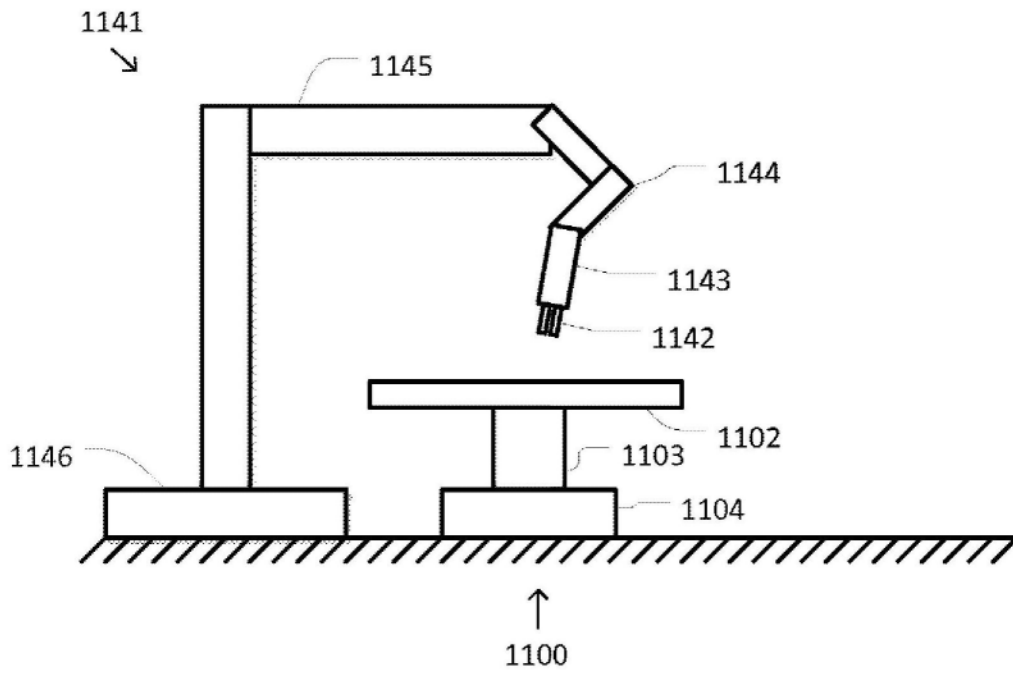


图7E

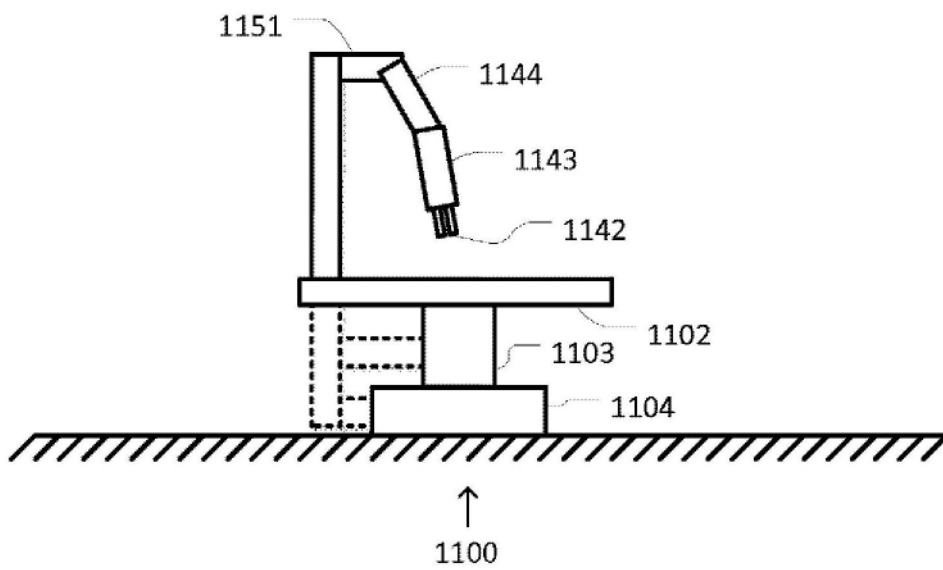


图7F

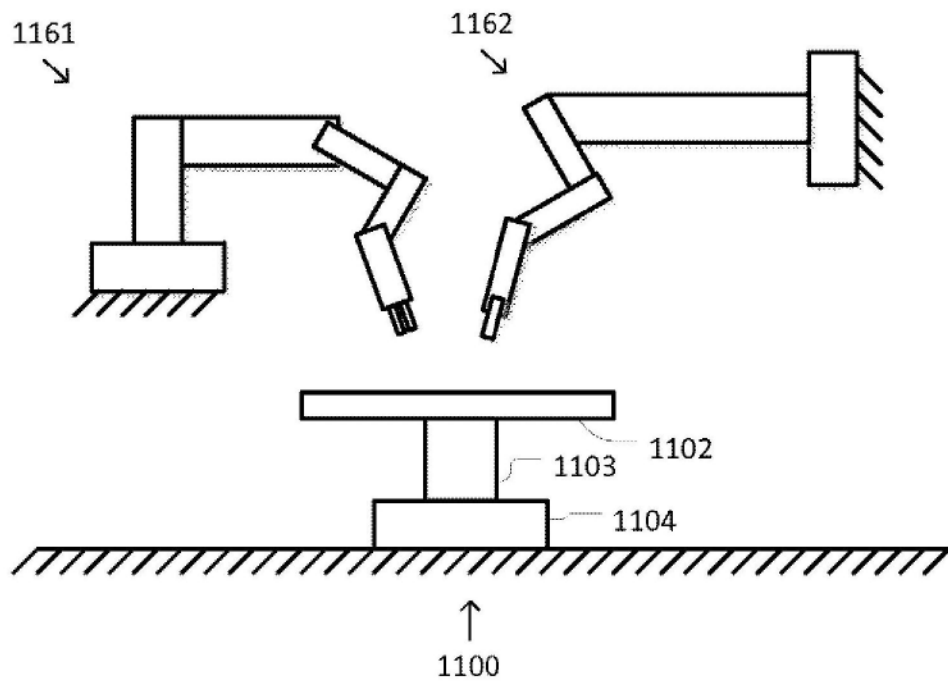


图7G