(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118043005 A
(43)申请公布日 2024.05.14

(21)申请号 202280051955.2
(22)申请日 2022.05.26
(30)优先权数据
63/193,296 2021.05.26 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.01.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/031225 2022.05.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/251559 EN 2022.12.01
(71)申请人 维卡瑞斯外科手术股份有限公司
地址 美国马萨诸塞州
(72)发明人 T•阿朗森
Z•迪奥卡迪兹-史密斯
S•哈利法 A•萨克斯
M•卡塔菲
(74)专利代理机构 北京市铸成律师事务所 11313
专利代理师 王珺 李文颖
(51)Int.Cl.
A61B 34/30(2006.01)
A61B 1/00(2006.01)

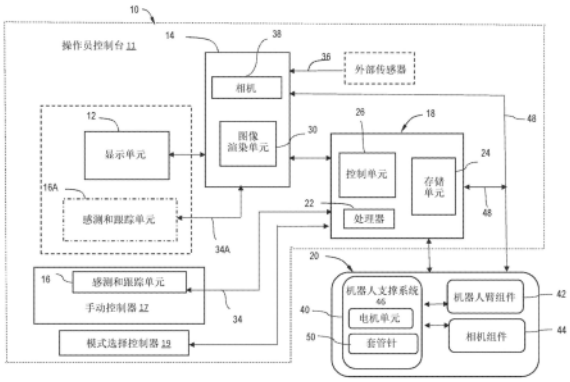
权利要求书11页 说明书23页 附图30页

(54)发明名称

用于控制内部体腔中的手术机器人组件的系统和方法

(57)摘要

本文提供了用于在受试者的内腔内执行手术的方法和系统。一种用于控制手术机器人系统的机器人组件的示例性方法包含:当所述机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中时,从操作员接收第一控制模式选择输入,并且响应于所述第一控制模式选择输入而将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为第一控制模式;当所述手术机器人系统处于所述第一控制模式中时,从手动控制器接收第一控制输入;响应于接收到所述第一控制输入,改变以下各者的位置和/或定向:相机组件的至少一部分、机器人臂组件的至少一部分或这两者,同时维持安置在机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。



CN 118043005 A

1.一种用于控制手术机器人系统的机器人组件的方法,所述手术机器人系统包括图像显示器、被配置成感测操作员的手部移动的手动控制器、包含相机组件和机器人臂组件的所述机器人组件,所述机器人臂组件包含第一机器人臂和第二机器人臂,所述方法包括:

当所述机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中时,从所述操作员接收第一控制模式选择输入,并且响应于所述第一控制模式选择输入而将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为第一控制模式;

当所述手术机器人系统处于所述第一控制模式中时,从手动控制器接收第一控制输入;以及

响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统改变以下各者的位置和/或定向:所述相机组件的至少一部分、所述机器人臂组件的至少一部分或这两者,同时维持安置在所述机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述第一机器人臂和所述第二机器人臂限定所述机器人组件的虚拟胸部,所述虚拟胸部由在所述第一机器人臂的最近侧关节的第一枢轴点、所述第二机器人臂的最近侧关节的第二枢轴点和所述相机组件的相机成像中心点之间延伸的胸部平面限定;并且

其中所述虚拟胸部的枢轴中心位于所述胸部平面中连接所述第一机器人臂的所述第一枢轴点和所述第二机器人臂的所述第二枢轴点的线段的中间位置。

3.根据权利要求2所述的方法,其中所述第一控制模式是行进臂控制模式或相机控制模式;并且

在所述第一控制模式是相机控制模式的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统改变所述相机组件的至少一个相机相对于当前观察方向的定向和/或位置,同时保持所述机器人臂组件静止;并且

在所述第一控制模式是行进臂控制模式的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少一部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的位置和/或所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的定向。

4.根据权利要求2或权利要求3所述的方法,其中所述第一控制模式是行进手势臂控制模式;并且

其中所述第一控制输入对应于多个手势平移输入中的一者或多个手势旋转输入中的一者;

在所述第一控制输入对应于所述多个手势平移输入中的一者的情况下,响应于所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的所述静止位置;并且

在所述第一控制输入对应于所述多个手势旋转输入中的一者的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的所述定向,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的所述静止位置。

5.根据权利要求4所述的方法,其中所述多个手势平移输入包括:

回拉输入,其中所述手动控制器的感测到的移动对应于所述操作员的手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应

于所述回拉输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动;以及

前推输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述前推输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置逆着所述当前观察方向向后移动。

6.根据权利要求4或5所述的方法,其中所述多个手势平移输入包括或进一步包括:

水平输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在水平方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应水平方向上移动,并且其中所述对应水平方向是响应于所述水平输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场向左的水平方向或向右的水平方向。

7.根据权利要求4至6中任一项所述的方法,其中所述多个手势平移输入包括或进一步包括:

竖直输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在竖直方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应竖直方向上移动,并且其中所述对应竖直方向是响应于所述竖直输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场的竖直向上方向或竖直向下方向。

8.根据权利要求4至7中任一项所述的方法,其中所述多个手势旋转输入包括:

右偏航输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动,并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述右偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向右偏航;以及

左偏航输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向左偏航。

9.根据权利要求4至8中任一项所述的方法,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

下俯输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心下俯;以及

上仰输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动和所述操作员的手的所述感测到

的移动对应于所述操作员的手向后倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心上仰。

10.根据权利要求4至9中任一项所述的方法,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

顺时针横摇输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向上移动,并且所述右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心;以及

逆时针横摇输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心。

11.根据权利要求2所述的方法,其中所述第一控制模式是身体活动臂控制模式,其中所述机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、所述机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、所述机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及所述机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:所述手动控制器的所述感测到的移动的量值;所述手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;所述手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;所述手动控制器的移动方向;以及在所述第一控制输入中连接所述手动控制器的线的感测到的定向变化;并且

其中所述第一控制输入对应于多个不同类型的身体活动控制输入中的一者。

12.根据权利要求11所述的方法,其中所述多个不同类型的身体活动输入包含:

缩放输入,其中所述感测到的移动手动控制器对应于所述手动控制器之间的横向间隔变化,

在所述手动控制器之间的所述横向间隔增加的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动,其中所述虚拟胸部枢轴中心的位移的量值取决于响应于所述缩放输入的所述横向间隔变化的量值,并且

在所述手动控制器之间的所述横向间隔减小的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所述当前观察方向向后移动,其中所述虚拟胸部枢轴的位移的所述量值取决于响应于所述缩放输入的所述横向间隔变化的所述量值。

13.根据权利要求11或权利要求12所述的方法,其中所述多个不同类型的身体活动输入包含或进一步包含:

轮输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于在竖直平面中连接所述手动

控制器的线的定向的角度变化，

在所述定向变化对应于顺时针旋转的情况下，所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向右旋转，其中所述虚拟胸部的角旋转的量值取决于响应于所述轮输入的所述线的所述定向的所述角度变化的量值，并且

在所述定向变化对应于逆时针旋转的情况下，所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向左旋转，其中所述虚拟胸部的所述角旋转的所述量值取决于响应于所述轮输入的所述线的所述定向的所述角度变化的所述量值。

14.根据权利要求2或权利要求3所述的方法，其中所述第一控制模式是手势相机控制模式；并且

其中所述第一控制输入对应于多个手势旋转输入中的一者。

15.根据权利要求14所述的方法，其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括：

右偏航输入，其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动，并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动，并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时，所述手术机器人系统响应于所述右偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述相机组件的一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向右偏航；以及

左偏航输入，其中所述操作员的左手的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动，并且所述操作员的右手的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动，并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时，所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场使所述一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向左偏航。

16.根据权利要求14或权利要求15所述的方法，其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括：

下俯输入，其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜，并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时，所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述相机组件的所述一个或多个相机的所述视线方向的定向下俯；以及

上仰输入，其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向后倾斜，并且其中当处于所述手势相机控制模式中时，所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机的所述视线方向的定向围绕所述相机组件的俯仰轴线上仰。

17.根据权利要求14至16中任一项所述的方法，其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括：

顺时针横摇输入，其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手

竖直向上移动以及所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针横摇;以及

逆时针横摇输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动以及所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针横摇。

18.根据权利要求1至17中任一项所述的方法,其中经由所述手动控制器中的一者或两者上的输入机构接收所述第一控制模式选择输入。

19.根据权利要求1至17中任一项所述的方法,其中经由操作员控制台上的控件接收所述第一控制模式选择输入。

20.根据权利要求19所述的方法,其中经由脚踏板接收所述第一控制模式选择输入。

21.根据权利要求1至20中任一项所述的方法,其进一步包括接收第二模式选择输入以及将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为第二控制模式。

22.根据权利要求21所述的方法,其中所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是相机控制模式。

23.根据权利要求21所述的方法,其中所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是不同的行进臂控制模式。

24.根据权利要求21所述的方法,其中所述第一控制模式是相机控制模式,并且所述第二控制模式是臂控制模式。

25.根据权利要求21所述的方法,其中当处于所述第二控制模式中时,所述手术机器人系统将所述机器人组件维持在静止位置和静态配置,而不管所述手动控制器移动如何。

26.根据权利要求21或权利要求22所述的方法,其中所述第二控制模式是默认控制模式。

27.根据权利要求21所述的方法,其中所述第二模式选择输入对应于所述操作员释放由所述操作员致动并固持或按压以生成所述第一控制输入的至少一个操作员控件。

28.根据权利要求21所述的方法,其中所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动由所述操作员致动以生成所述第一控制输入的相同操作员控件。

29.根据权利要求21所述的方法,其中所述第一模式选择输入对应于所述操作员致动第一操作员控件,并且所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动不同的第二操作员控件。

30.根据权利要求21至29中任一项所述的方法,其进一步包括接收第三模式选择输入,以及作为响应而将当前控制模式改变为第三控制模式。

31.根据权利要求30所述的方法,其中所述第三控制模式与所述第二控制模式相同。

32.根据权利要求30所述的方法,其中所述第三控制模式不同于所述第一控制模式和所述第二控制模式。

33.根据权利要求32所述的方法,其中所述机器人手术系统进一步包括触摸屏显示器;

其中所述第三控制模式是模型操纵控制模式,并且其中所述方法进一步包括响应于接收到所述第三模式选择输入而显示所述机器人组件的表示;以及

检测第一触摸屏操作员输入,所述第一触摸屏操作员输入选择所显示的机器人组件的至少一部分;

检测第二触摸屏操作员输入,所述第二触摸屏操作员输入对应于所述操作员拖动所述机器人组件的所选择的至少所述部分的所述表示以改变所述机器人组件的所述所选择的至少所述部分在所述触摸屏上显示的所述表示中的位置和/或定向;以及

响应于检测到的第二触摸屏操作员输入,移动对应于所选择的至少一个部件的所述机器人组件的一个或多个部件,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的静止位置。

34.一种用于在受试者的内腔内执行手术的手术机器人系统,所述手术机器人系统包括:

手动控制器,其用以操纵所述手术机器人系统;

计算单元,其被配置成:

从所述手动控制器接收操作员生成的移动数据,并且基于所述手术机器人系统的当前控制模式而生成控制信号作为响应;并且

接收控制模式选择输入以将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为所述手术机器人系统的多个控制模式中的所选择的控制模式作为响应;

相机组件;以及

机器人臂组件,其被配置成在使用期间插入到所述内腔中,所述机器人臂组件包含:

第一机器人臂,其包含安置在所述第一机器人臂的远端处的第一末端执行器;以及

第二机器人臂,其包含安置在所述第二机器人臂的远端处的第二末端执行器;以及

图像显示器,其用于从所述相机组件输出图像。

35.根据权利要求34所述的手术机器人系统,其中所述第一机器人臂和所述第二机器人臂限定机器人组件的虚拟胸部,所述虚拟胸部由在所述第一机器人臂的最近侧关节的第一枢轴点、所述第二机器人臂的最近侧关节的第二枢轴点和所述相机组件的相机成像中心点之间延伸的胸部平面限定;

其中所述虚拟胸部的枢轴中心位于所述胸部平面中连接所述第一机器人臂的所述第一枢轴点和所述第二机器人臂的所述第二枢轴点的线段的中间位置;

其中所述计算单元包含一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被配置成执行计算机可读指令以提供所述手术机器人系统的所述多个控制模式;并且

其中所述多个控制模式包含行进臂控制模式和/或相机控制模式;并且

在所述手术机器人系统处于相机控制模式中并且与所述操作员的手的感测到的移动有关的第一控制输入是从手动控制器接收的情况下,响应于所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述相机组件的至少一部分以改变所述相机组件的至少一个相机相对于当前观察方向的定向和/或位置,同时保持所述机器人臂组件静止;并且

在所述手术机器人系统处于行进臂控制模式中并且与所述操作员的手的所述感测到的移动有关的所述第一控制输入是从手动控制器接收的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少一部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的位置和/或所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的定向,同时维持安置在所述机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。

36.根据权利要求35所述的手术机器人系统,其中所述多个控制模式包含行进手势臂

控制模式,并且第一控制输入对应于多个手势平移输入中的一者或多个手势旋转输入中的一者;

在所述第一控制输入对应于所述多个手势平移输入中的一者的情况下,响应于所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的所述静止位置;并且

在所述第一控制输入对应于所述多个手势旋转输入中的一者的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的所述定向,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的所述静止位置。

37.根据权利要求36所述的手术机器人系统,其中所述多个手势平移输入包括:

回拉输入,其中所述手动控制器的感测到的移动对应于所述操作员的手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述回拉输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动;以及

前推输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述前推输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置逆着所述当前观察方向向后移动。

38.根据权利要求36或37所述的手术机器人系统,其中所述多个手势平移输入包括或进一步包括:

水平输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在水平方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应水平方向上移动,并且其中所述对应水平方向是响应于所述水平输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场向左的水平方向或向右的水平方向。

39.根据权利要求32至38中任一项所述的手术机器人系统,其中所述多个手势平移输入包括或进一步包括:

竖直输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在竖直方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应竖直方向上移动,并且其中所述对应竖直方向是响应于所述竖直输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场的竖直向上方向或竖直向下方向。

40.根据权利要求36至39中任一项所述的手术机器人系统,其中所述多个手势旋转输入包括:

右偏航输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动,并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响

应于所述右偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向右偏航;以及

左偏航输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向左偏航。

41.根据权利要求32至40中任一项所述的方法,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

下俯输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心下俯;以及

上仰输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动和所述操作员的手的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向后倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心上仰。

42.根据权利要求36至41中任一项所述的手术机器人系统,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

顺时针横摇输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向上移动,并且所述右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心;以及

逆时针横摇输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心。

43.根据权利要求35所述的手术机器人系统,其中所述多个控制模式包含身体活动臂控制模式,其中所述机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、所述机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、所述机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及所述机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:所述手动控制器的所述感测到的移动的量值;所述手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;所述手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;所述手动控制器的移动方向;以及在所述第一控制输入中连接所述手动控制器的线的感测到的定向变化;并且

其中所述第一控制输入对应于多个不同类型的身体活动控制输入中的一者。

44.根据权利要求43所述的手术机器人系统,其中所述多个不同类型的身体活动输入包含:

缩放输入,其中所述感测到的移动手动控制器对应于所述手动控制器之间的横向间隔变化,

在所述手动控制器之间的所述横向间隔增加的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动,其中所述虚拟胸部枢轴中心的位移的量值取决于响应于所述缩放输入的所述横向间隔变化的量值,并且

在所述手动控制器之间的所述横向间隔减小的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所述当前观察方向向后移动,其中所述虚拟胸部枢轴的位移的所述量值取决于响应于所述缩放输入的所述横向间隔变化的所述量值。

45.根据权利要求43或权利要求44所述的手术机器人系统,其中所述多个不同类型的身体活动输入包含或进一步包含:

轮输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于在竖直平面中连接所述手动控制器的线的定向的角度变化,

在所述定向变化对应于顺时针旋转的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向右旋转,其中所述虚拟胸部的角旋转的量值取决于响应于所述轮输入的所述线的所述定向的所述角度变化的量值,并且

在所述定向变化对应于逆时针旋转的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向左旋转,其中所述虚拟胸部的所述角旋转的所述量值取决于响应于所述轮输入的所述线的所述定向的所述角度变化的所述量值。

46.根据权利要求35所述的手术机器人系统,其中所述多个控制模式包含手势相机控制模式;并且

其中所述第一控制输入对应于多个手势旋转输入中的一者。

47.根据权利要求46所述的手术机器人系统,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

右偏航输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动,并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动,并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述右偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述相机组件的一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向右偏航;以及

左偏航输入,其中所述操作员的左手的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动,并且所述操作员的右手的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动,并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场使所述一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向左偏航。

48.根据权利要求46或权利要求47所述的手术机器人系统,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

下俯输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜,并且

其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述相机组件的所述一个或多个相机的所述视线方向的定向下俯;以及

上仰输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向后倾斜,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机的所述视线方向的定向围绕所述相机组件的俯仰轴线上仰。

49.根据权利要求46至48中任一项所述的手术机器人系统,其中所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:

顺时针横摇输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向上移动以及所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针横摇;以及

逆时针横摇输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动以及所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针横摇。

50.根据权利要求34至49中任一项所述的手术机器人系统,其中经由所述手动控制器中的一者或两者上的输入机构接收所述第一控制模式选择输入。

51.根据权利要求34至49中任一项所述的手术机器人系统,其中经由操作员控制台上的控件接收所述第一控制模式选择输入。

52.根据权利要求51所述的手术机器人系统,其中经由脚踏板接收所述第一控制模式选择输入。

53.根据权利要求34至52中任一项所述的手术机器人系统,其中所述所选择的控制模式是第一控制模式,其中所述计算单元进一步被配置成:

接收第二模式选择输入并且将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为所述多个控制模式中的第二控制模式。

54.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是不同的行进臂控制模式。

55.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是不同的行进臂控制模式。

56.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第一控制模式是相机控制模式,

并且所述第二控制模式是臂控制模式。

57.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中当处于所述第二控制模式中时,所述手术机器人系统将所述机器人组件维持在静止位置和静态配置,而不管所述手动控制器移动如何。

58.根据权利要求53或权利要求54所述的手术机器人系统,其中所述第二控制模式是默认控制模式。

59.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第二模式选择输入对应于所述操作员释放由所述操作员致动并固持或按压以生成所述第一控制输入的至少一个操作员控件。

60.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动由所述操作员致动以生成所述第一控制输入的相同操作员控件。

61.根据权利要求53所述的手术机器人系统,其中所述第一模式选择输入对应于所述操作员致动第一操作员控件,并且所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动不同的第二操作员控件。

62.根据权利要求53至61中任一项所述的手术机器人系统,其中所述计算单元进一步被配置成接收第三模式选择输入,并且作为响应而将当前控制模式改变为所述多个控制模式中的第三控制模式。

63.根据权利要求62所述的手术机器人系统,其中所述第三控制模式与所述第二控制模式相同。

64.根据权利要求62所述的手术机器人系统,其中所述第三控制模式不同于所述第一控制模式和所述第二控制模式。

65.根据权利要求64所述的手术机器人系统,其中所述图像显示器是触摸屏显示器;

其中所述第三控制模式是模型操纵控制模式,并且其中所述触摸屏显示器响应于接收到所述第三模式选择输入而显示所述机器人组件的表示;

其中所述计算单元进一步被配置成:

经由所述触摸屏显示器检测第一触摸屏操作员输入,所述第一触摸屏操作员输入选择所显示的机器人组件的至少一部分;

经由所述触摸屏显示器检测第二触摸屏操作员输入,所述第二触摸屏操作员输入对应于所述操作员拖动所述机器人组件的所选择的至少所述部分的所述表示以改变所述机器人组件的所述所选择的至少所述部分在所述触摸屏上显示的所述表示中的位置和/或定向;并且

响应于检测到的第二触摸屏操作员输入,控制所述手术机器人系统以移动对应于所选择的至少一个部件的所述机器人组件的一个或多个部件,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的静止位置。

66.一种非暂时性计算机可读介质,所述非暂时性计算机可读介质上存储有用于控制手术机器人系统的机器人组件的指令,所述指令在由处理器执行时使所述处理器执行根据权利要求1至33中任一项所述的步骤。

用于控制内部体腔中的手术机器人组件的系统和方法

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年5月26日提交的第63/193,296号美国临时申请的优先权,所述美国临时申请的全部内容以全文引用的方式并入本文中。

背景技术

[0003] 自20世纪90年代初问世以来,微创手术领域发展迅速。虽然微创手术极大地改善了患者预后,但这种改善是以外科医生精确和轻松操作的能力为代价的。在常规腹腔镜手术期间,外科医生通常通过患者腹壁中的多个小切口插入腹腔镜器械。工具插入穿过腹壁这一性质限制了腹腔镜器械的运动,这是因为所述器械无法在不损伤腹壁的情况下左右移动。标准腹腔镜器械也在运动方面受到限制,且通常限于四个运动轴。这四个运动轴是器械进出套管针的移动(轴1)、器械在套管针内的旋转(轴2)以及套管针在两个平面内的角移动同时维持套管针进入腹腔的枢轴点(轴3和4)。二十多年来,大多数微创手术都是在只有这四个运动自由度的情况下执行的。此外,如果手术需要处理腹腔内的多个不同位置,那么先前系统需要多个切口。

[0004] 现有的机器人手术装置试图解决这些问题中的许多问题。一些现有的机器人手术装置复制了在器械的端部处具有附加的自由度的非机器人腹腔镜手术。然而,即使对手术程序进行了许多昂贵的改变,现有的机器人手术装置在使用它们的大多数手术中也未能提供改善的患者预后。另外,现有的机器人装置在外科医生与手术末端执行器之间产生增加的间隔。由于外科医生对由机器人装置施加的运动和力的误解,这种增加的间隔可造成伤害。因为人类操作员不熟悉许多现有机器人装置的自由度,所以外科医生在对患者进行手术之前需要在机器人模拟器上进行大量训练,以使造成意外伤害的可能性最小化。

[0005] 为了控制现有机器人装置,外科医生通常坐在控制台处并用他或她的手和/或脚来控制操纵器。另外,机器人相机保持在半固定位置,并通过外科医生的脚和手的组合运动来移动。这些半固定相机提供有限的视场,且通常导致术野难以可视化。

[0006] 其它机器人装置具有通过单个切口插入的两个机器人操纵器。这些装置减少了单个切口(通常在脐部中)所需的切口数量。然而,现有的单切口机器人装置具有源于其致动器设计的显著缺点。现有的单切口机器人装置包含伺服电机、编码器、变速箱和体内机器人内的所有其它致动装置,这产生插入在患者体内的相对较大的机器人单元。在移动和执行各种手术的能力方面,此大小严重限制机器人单元。此外,这种大型机器人通常需要插入穿过大切口部位,时常接近开放手术的大小,因此增加了感染、疼痛和一般发病率的风险。

[0007] 常规机器人装置的另一缺点是其有限的移动自由度。因此,如果手术程序需要在多个不同位置处进行手术,那么需要制造多个切口点以便能够将机器人单元插入在不同操作位置处。这增加了患者感染的可能性。

发明内容

[0008] 本公开提供用于在机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中时控制手术

机器人系统的所述机器人组件的方法。所述机器人组件包含相机组件和机器人臂组件,所述机器人臂组件包含限定所述机器人臂组件的虚拟胸部的第一机器人臂和第二机器人臂。一些方法包含将所述手术机器人系统的控制模式从当前控制模式改变为控制模式,在所述控制模式中,当所述机器人臂的末端执行器保持静止时使用手动控制器的运动改变所述机器人臂组件的虚拟胸部的位置和/或定向。一些方法包含将所述手术机器人系统的控制模式从当前控制模式改变为控制模式,在所述控制模式中,当所述臂组件的所述机器人臂的所述末端执行器的器械尖端保持静止时使用手动控制器改变所述相机组件的视线方向。本公开还提供手术机器人系统,所述手术机器人系统提供包含前述控制模式和/或上文所描述的其它控制模式中的一者或多者的多个控制模式。本公开还提供计算机可读介质,所述计算机可读介质当在手术机器人系统的计算单元的一个或多个处理器上执行时提供本文中所描述的一个或多个控制模式,和/或执行本文中所描述的任何方法。

[0009] 在第一方面,本发明提供一种用于控制手术机器人系统的机器人组件的方法。所述手术机器人系统包含图像显示器、被配置成感测操作员的手部移动的手动控制器,以及所述机器人组件。所述机器人组件包含相机组件和机器人臂组件,所述机器人臂组件包含第一机器人臂和第二机器人臂。所述方法包含:当所述机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中时,从所述操作员接收第一控制模式选择输入,并且响应于所述第一控制模式选择输入而将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为第一控制模式。所述方法进一步包含:当所述手术机器人系统处于所述第一控制模式中时,从手动控制器接收第一控制输入。所述方法进一步包含:响应于接收到所述第一控制输入,改变以下各者的位置和/或定向:所述相机组件的至少一部分、所述机器人臂组件的至少一部分或这两者,同时维持安置在所述机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。

[0010] 在一个实施例中,所述第一机器人臂和所述第二机器人臂限定所述机器人组件的虚拟胸部,所述虚拟胸部由在所述第一机器人臂的最近侧关节的第一枢轴点、所述第二机器人臂的最近侧关节的第二枢轴点和所述相机组件的相机成像中心点之间延伸的胸部平面限定。所述虚拟胸部的枢轴中心位于所述胸部平面中连接所述第一机器人臂的所述第一枢轴点和所述第二机器人臂的所述第二枢轴点的线段的中间位置。

[0011] 在一个实施例中,所述第一控制模式是行进臂控制模式或相机控制模式。在所述第一控制模式是相机控制模式的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统改变所述相机组件的至少一个相机相对于当前观察方向的定向和/或位置,同时保持所述机器人臂组件静止。在所述第一控制模式是行进臂控制模式的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少一部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的位置和/或所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的定向。

[0012] 在一个实施例中,所述第一控制模式是行进手势臂控制模式。所述第一控制输入对应于多个手势平移输入中的一者或多个手势旋转输入中的一者。在所述第一控制输入对应于所述多个手势平移输入中的一者的情况下,响应于所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的所述静止位置。在所述第一控制输入对应于所述多个手势旋转输入中的一者的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以改变所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的所述定向,同时维持所述末端

执行器的所述器械尖端的所述静止位置。

[0013] 在一个实施例中,所述多个手势平移输入包含回拉输入,其中所述手动控制器的感测到的移动对应于所述操作员的手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述回拉输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动。所述多个手势平移输入进一步包含前推输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述前推输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置逆着所述当前观察方向向后移动。

[0014] 在一个实施例中,所述多个手势平移输入包括或进一步包括水平输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在水平方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应水平方向上移动,并且其中所述对应水平方向是响应于所述水平输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场向左的水平方向或向右的水平方向。

[0015] 在一个实施例中,所述多个手势平移输入包括或进一步包括竖直输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于操作员的手相对于所述操作员的身体在竖直方向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所显示的当前图像的当前视场在对应竖直方向上移动,并且其中所述对应竖直方向是响应于所述竖直输入而相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场的竖直向上方向或竖直向下方向。

[0016] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括:右偏航输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动,并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述右偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向右偏航;以及左偏航输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心向左偏航。

[0017] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:下俯输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心下俯;以及上仰输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动和所述操作员的手的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向后倾斜,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述机器人臂组件的至

少所述部分以相对于所述当前视场使所述胸部平面的所述定向围绕所述虚拟胸部枢轴中心上仰。

[0018] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括或进一步包括:顺时针横摇输入,其中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向上移动,并且所述右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心;以及逆时针横摇输入,其中所述左手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动,并且所述右手控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势臂控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述机器人臂组件围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针旋转,所述轴线穿过所述虚拟胸部枢轴中心。

[0019] 在一个实施例中,所述第一控制模式是身体活动臂控制模式,其中所述机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、所述机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、所述机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及所述机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:所述手动控制器的所述感测到的移动的量值;所述手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;所述手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;所述手动控制器的移动方向;以及在所述第一控制输入中连接所述手动控制器的线的感测到的定向变化。所述第一控制输入对应于多个不同类型的身体活动输入中的一者。

[0020] 在一个实施例中,所述多个不同类型的身体活动输入包含缩放输入,其中所述感测到的移动手动控制器对应于所述手动控制器之间的横向间隔变化。在所述手动控制器之间的所述横向间隔增加的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置在所述当前观察方向上向前移动,其中所述虚拟胸部枢轴的位移的量值取决于响应于所述第一控制输入的所述横向间隔变化的量值。在所述手动控制器之间的所述横向间隔减小的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以使所述虚拟胸部枢轴中心的所述位置相对于所述当前观察方向向后移动,其中所述虚拟胸部枢轴的位移的所述量值取决于响应于所述第一控制输入的所述横向间隔变化的所述量值。

[0021] 在一个实施例中,所述多个不同类型的身体活动输入包含或进一步包含轮输入,其中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于在竖直平面中连接所述手动控制器的线的定向的角度变化。在所述定向变化对应于顺时针旋转的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向右旋转,其中所述虚拟胸部的角旋转的量值取决于响应于所述第一控制输入的所述线的所述定向的所述角度变化的量值。在所述定向变化对应于逆时针旋转的情况下,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少所述部分以相对于所述当前视场使所述虚拟胸部的所述定向向左旋转,其中所述虚拟胸部的所述角旋转的所述量值取决于响应于所述第一控制输入的所述线的所述定向的所述角度变化的所述量值。

[0022] 在一个实施例中,所述第一控制模式是手势相机控制模式。所述第一控制输入对应于多个手势旋转输入中的一者。

[0023] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括或进一步包括右偏航输入和左偏航输入。在所述右偏航输入中左手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的左手远离所述操作员的身体向前移动,并且右手控制器的感测到的移动对应于所述操作员的右手朝向所述操作员的身体向后移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述右偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的当前图像的当前视场使所述相机组件的一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向右偏航。在所述左偏航输入中所述操作员的左手的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手朝向所述操作员的身体向后移动,并且所述操作员的右手的所述感测到的移动对应于所述操作员的右手远离所述操作员的身体向前移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述左偏航输入移动所述相机组件的至少一部分以相对于所显示的所述当前图像的所述当前视场使所述一个或多个相机的视线方向的定向围绕所述相机组件的偏航旋转轴线向左偏航。

[0024] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括或进一步包括下俯输入和上仰输入。在所述下俯输入中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向前倾斜,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述下俯输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述相机组件的所述一个或多个相机的所述视线方向的定向下俯。在所述上仰输入中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的手向后倾斜,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述上仰输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机的所述视线方向的定向围绕所述相机组件的俯仰轴线上仰。

[0025] 在一个实施例中,所述多个手势旋转输入包括或进一步包括顺时针横摇输入和逆时针横摇输入。在所述顺时针横摇输入中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向上移动以及所述操作员的右手竖直向下移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述顺时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线顺时针横摇。在所述逆时针横摇输入中所述手动控制器的所述感测到的移动对应于所述操作员的左手竖直向下移动以及所述操作员的右手竖直向上移动,并且其中当处于所述手势相机控制模式中时,所述手术机器人系统响应于所述逆时针横摇输入移动所述相机组件的至少所述部分以使所述一个或多个相机围绕平行于所述当前观察方向的轴线逆时针横摇。

[0026] 在一个实施例中,经由所述手动控制器中的一者或两者上的输入机构接收所述第一控制模式选择输入。

[0027] 在一个实施例中,经由操作员控制台上的控件接收所述第一控制模式选择输入。

[0028] 在一个实施例中,经由脚踏板接收所述第一控制模式选择输入。

[0029] 在一个实施例中,所述方法进一步包括接收第二模式选择输入以及将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为第二控制模式。

[0030] 在一个实施例中,所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是相机控制模式。

[0031] 在一个实施例中,所述第一控制模式是行进臂控制模式,并且所述第二控制模式是不同的行进臂控制模式。

[0032] 在一个实施例中,所述第一控制模式是相机控制模式,并且所述第二控制模式是臂控制模式。

[0033] 在一个实施例中,当处于所述第二控制模式中时,所述手术机器人系统将所述机器人组件维持在静止位置和静态配置,而不管所述手动控制器移动如何。

[0034] 在一个实施例中,所述第二控制模式是默认控制模式。

[0035] 在一个实施例中,所述第二模式选择输入对应于所述操作员释放由所述操作员致动并固持或按压以生成所述第一控制输入的至少一个操作员控件。

[0036] 在一个实施例中,所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动由所述操作员致动以生成所述第一控制输入的相同操作员控件。

[0037] 在一个实施例中,所述第一模式选择输入对应于所述操作员致动第一操作员控件,并且所述第二模式选择输入对应于所述操作员致动不同的第二操作员控件。

[0038] 在一个实施例中,所述方法进一步包括接收第三模式选择输入,以及作为响应而将当前控制模式改变为第三控制模式。

[0039] 在一个实施例中,所述第三控制模式与所述第二控制模式相同。

[0040] 在一个实施例中,所述第三控制模式不同于所述第一控制模式和所述第二控制模式。

[0041] 在一个实施例中,所述机器人手术系统进一步包括触摸屏显示器。所述第三控制模式是模型操纵控制模式。所述方法进一步包括响应于接收到所述第三模式选择输入而显示所述机器人组件的表示;检测第一触摸屏操作员输入,所述第一触摸屏操作员输入选择所显示的机器人组件的至少一部分;检测第二触摸屏操作员输入,所述第二触摸屏操作员输入对应于所述操作员拖动所述机器人组件的所选择的至少所述部分的所述表示以改变所述机器人组件的所述所选择的至少所述部分在所述触摸屏上显示的所述表示中的位置和/或定向;以及响应于检测到的第二触摸屏操作员输入,移动对应于所选择的至少一个部件的所述机器人组件的一个或多个部件,同时维持所述末端执行器的所述器械尖端的静止位置。

[0042] 在第二方面,本公开提供一种用于在受试者的内腔内执行手术的手术机器人系统。所述手术机器人系统包括:手动控制器,其用以操纵所述手术机器人系统;计算单元,其被配置成:从所述手动控制器接收操作员生成的移动数据,并且基于所述手术机器人系统的当前控制模式而生成控制信号作为响应;并且接收控制模式选择输入以将所述手术机器人系统的当前控制模式改变为所述手术机器人系统的多个控制模式中的所选择的控制模式作为响应;相机组件;机器人臂组件,其被配置成在使用期间插入到所述内腔中,所述机器人组件包含:第一机器人臂,其包含安置在所述第一机器人臂的远端处的第一末端执行器;以及第二机器人臂,其包含安置在所述第二机器人臂的远端处的第二末端执行器;以及图像显示器,其用于从所述相机组件输出图像。

[0043] 在一个实施例中,所述第一机器人臂和所述第二机器人臂限定机器人组件的虚拟胸部,所述虚拟胸部由在所述第一机器人臂的最近侧关节的第一枢轴点、所述第二机器人臂的最近侧关节的第二枢轴点和所述相机组件的相机成像中心点之间延伸的胸部平面限

定。所述虚拟胸部的枢轴中心位于所述胸部平面中连接所述第一机器人臂的所述第一枢轴点和所述第二机器人臂的所述第二枢轴点的线段的中间位置。所述计算单元包含一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被配置成执行计算机可读指令以提供所述手术机器人系统的所述多个控制模式。所述多个控制模式包含行进臂控制模式和/或相机控制模式。在所述手术机器人系统处于相机控制模式中并且与所述操作员的手的感测到的移动有关的第一控制输入是从手动控制器接收的情况下,响应于所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述相机组件的至少一部分以改变所述相机组件的至少一个相机相对于当前观察方向的定向和/或位置,同时保持所述机器人臂组件静止。在所述手术机器人系统处于行进臂控制模式中并且与所述操作员的手的所述感测到的移动有关的所述第一控制输入是从手动控制器接收的情况下,响应于接收到所述第一控制输入,所述手术机器人系统移动所述机器人臂组件的至少一部分以改变所述虚拟胸部枢轴中心的位置和/或所述虚拟胸部相对于所述当前观察方向的定向,同时维持安置在所述机器人臂的远端处的末端执行器的静止器械尖端。

[0044] 在第三方面,本公开提供一种非暂时性计算机可读介质,所述非暂时性计算机可读介质上存储有用于控制手术机器人系统的机器人组件的指令。当所述指令由处理器执行时,所述指令使所述处理器控制所述手术机器人系统以实行本文中所描述的方法和实施例。

[0045] 本说明书中提到的所有出版物、专利和专利申请都在此引入作为参考,就好像每个单独的出版物、专利或专利申请都被具体和单独地指出引入作为参考一样。

附图说明

[0046] 本发明的新颖特征在所附权利要求书中具体示出。通过参考以下结合附图的详细描述,将更全面地理解本发明的这些和其它特征和优点,在附图中,相同的附图标记在不同视图中指代相同的元件。

[0047] 图1示意性地描绘根据一些实施例的手术机器人系统。

[0048] 图2A是根据一些实施例的包含联接到手术机器人系统的机器人子系统的机器人支撑系统的患者推车的透视图。

[0049] 图2B是根据一些实施例的本公开的手术机器人系统的示例性操作员控制台的透视图。

[0050] 图3A示意性地描绘根据一些实施例的在受试者的内腔中执行手术的手术机器人系统的侧视图。

[0051] 图3B示意性地描绘根据一些实施例的在图3A的受试者的内腔内执行手术的手术机器人系统的俯视图。

[0052] 图4A是根据一些实施例的单个机器人臂子系统的透视图。

[0053] 图4B是根据一些实施例的图4A的单个机器人臂子系统的单个机器人臂的透视侧视图。

[0054] 图5是根据一些实施例的相机组件和机器人臂组件的透视正视图。

[0055] 图6是根据一些实施例的示出用于控制由手术机器人系统执行的机器人组件的步骤的流程图。

[0056] 图7A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于回拉输入和前推输入的手势。

[0057] 图7B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图7A的回拉输入和前推输入的机器人臂组件的移动的俯视图。

[0058] 图8A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于水平输入的手势。

[0059] 图8B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图8A的水平输入的机器人臂组件的俯视图;

[0060] 图9A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于竖直输入的手势。

[0061] 图9B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图9B的竖直输入的机器人臂组件的移动。

[0062] 图10A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于右偏航输入和左偏航输入的手势。

[0063] 图10B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图10A的右偏航输入和左偏航输入的机器人臂组件的移动。

[0064] 图11A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于下俯输入和上仰输入的手势;

[0065] 图11B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图11A的下俯输入和上仰输入的机器人臂组件的移动。

[0066] 图12A示意性地描绘根据一些实施例的在手势臂控制模式中用于顺时针横摇输入和逆时针横摇输入的手势;

[0067] 图12B示意性地描绘根据一些实施例的响应于顺时针横摇输入和逆时针横摇输入的机器人臂组件的移动;

[0068] 图13A示意性地描绘根据一些实施例的在手势相机控制模式中用于右偏航输入和左偏航输入的手势。

[0069] 图13B示意性地描绘根据一些实施例的响应于图13A中的右偏航输入和左偏航输入的相机组件的移动。

[0070] 图13C示意性地描绘根据一些实施例的在手势相机控制模式中用于下俯输入和上仰输入的手势。

[0071] 图13D示意性地描绘根据一些实施例的响应于图13C中的下俯输入和上仰输入的相机组件的移动。

[0072] 图13E示意性地描绘根据一些实施例的在手势相机控制模式中用于顺时针横摇输入和逆时针横摇输入的手势。

[0073] 图13F示意性地描绘根据一些实施例的响应于图13E中的顺时针横摇输入和逆时针横摇输入的相机组件的移动。

[0074] 图14A至14D示意性地描绘根据一些实施例的在身体活动控制模式中用于示例性缩放输入的手势,以及响应于缩放输入的机器人臂组件的移动。

[0075] 图15A至15D示意性地描绘根据一些实施例的在身体活动模式中用于与顺时针旋转相对应的轮输入的手势,以及响应于轮输入的机器人臂组件的移动。

[0076] 图16A描绘了根据一些实施例的机器人组件在受试者腹腔中的俯视图,其中机器

人组件在相对于受试者的下部方向上延伸。

[0077] 图16B描绘根据一些实施例的图16A的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件相对于所显示的当前图像的视场向右改变虚拟胸部的定向。

[0078] 图16C描绘根据一些实施例的图16B的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件相对于图16B的方向进一步向右改变虚拟胸部的定向。

[0079] 图17A描绘根据一些实施例的图16A的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件在相对于受试者的更横向方向上延伸。

[0080] 图17B描绘根据一些实施例的图17A的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件将相机组件重新定位成更靠近末端执行器。

[0081] 图17C描绘根据一些实施例的图17B的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件在相对于受试者的前部方向上重新定位末端执行器。

[0082] 图17D描绘根据一些实施例的图18C的机器人组件在腹腔中的俯视图,其中机器人组件将相机组件重新定位成更靠近末端执行器。

[0083] 图18A描绘根据一些实施例的具有面向前方的相机组件的机器人组件的俯视图。

[0084] 图18B描绘根据一些实施例的具有面向左方的相机组件的机器人组件的俯视图。

[0085] 图18C描绘根据一些实施例的具有面向右方的相机组件的机器人组件的俯视图。

[0086] 图19A描绘根据一些实施例的具有面向后方的相机组件的机器人组件的俯视图。

[0087] 图19B描绘根据一些实施例的图19A的机器人组件的俯视图,其中机器人组件改变虚拟胸部的定向。

[0088] 图20是根据一些实施例的用于执行由本公开的手术机器人系统实行的模型操纵控制模式的流程图。

具体实施方式

[0089] 虽然已经在本文中展示并描述了本发明的各种实施例,但本领域的技术人员应明白,此类实施例仅作为实例而提供。在不脱离本发明的情况下,本领域的技术人员可想到许多变化、改变和替换。可理解,可采用本文中所描述的本发明的实施例的各种替代方案。

[0090] 如在本说明书和权利要求书中所使用,除非上下文另外明确规定,否则单数形式的“一(a)”、“一(an)”和“所述(the)”包含复数指示物。

[0091] 本文中公开的一些实施例在手术机器人系统上实施、采用或并入所述手术机器人系统中,所述手术机器人系统包含具有至少三个铰接自由度的相机组件以及两个或更多个机器人臂,所述两个或更多个机器人臂各自具有至少六个铰接自由度和对应于相关联的末端执行器(例如,抓握器、操纵器等)的移动的额外自由度。在一些实施例中,当安装在受试者(例如,患者)体内时,相机组件可在俯仰或偏航方向上移动或旋转约180度,以使得相机组件可朝向插入部位向后观察。因此,相机组件和机器人臂可观察并敏捷地向前(例如,远离插入部位)、向每一侧、在向上或向下方向上以及在向后方向上操作以朝向插入部位向后观察。机器人臂和相机组件还可在横摇、俯仰和偏航方向上移动。

[0092] 在具有比常规系统更大的可操纵性的手术机器人系统中,本文中所描述的控制模式是特别有利的。举例来说,具有两个机器人臂和每臂更少自由度的许多常规手术机器人系统可能无法改变机器人臂的虚拟胸部的位置或定向同时保持机器人臂的末端执行器的

器械尖端静止。作为另一实例,许多常规手术机器人系统的相机可能仅具有与延伸穿过套管针的相机的支撑件的移动相关联的自由度,并且可能没有相对于支撑件移动的独立自由度。

[0093] 与一些常规的手术机器人系统相比,本文中所描述的手术机器人系统中的这种大量自由度使得机器人臂组件的移动和机器人臂组件的定向对于一些常规手术机器人臂而言是不可能的,并且使得机器人相机组件的相机不可能在一些常规机器人手术系统的相机中移动。

[0094] 本文中所描述的一些手术机器人系统采用控制,其中左手控制器的移动引起左机器人臂的远端的对应缩小移动,并且右手控制器的移动引起右机器人臂的远端的对应缩小移动。此控制在本文中被称为缩小臂控制。使用这种类型的控制的手动控制器的移动不可在不改变机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的位置的情况下改变机器人臂的胸部的位置和/或定向。此外,利用这种类型的控制,机器人臂的胸部的定向会发生某些类型的改变。在这种类型的控制中,相机的视线方向或定向可能不由臂控制器的移动控制,而是可由另一操作员输入控制。

[0095] 本公开提供用于在机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中时控制手术机器人系统的机器人组件的系统和方法。所述机器人组件包含相机组件和机器人臂组件,所述机器人臂组件包含限定所述机器人臂组件的虚拟胸部的第一机器人臂和第二机器人臂。如本文中所使用,机器人臂的远端远离机器人臂组件的虚拟胸部延伸。本文中所描述的一些方法和系统提供或采用手术机器人系统的多个不同控制模式,每一控制模式使用手动控制器的感测到的移动来控制机器人臂组件和/或相机组件,并且基于操作员输入而从当前控制模式改变为不同的所选择的控制模式。在一些方法和系统中,可被描述为多个控制模式的多个不同控制模式包含至少一个控制模式,其中响应于手动控制器的移动而改变以下各者的位置和/或定向:相机组件的至少一部分、机器人臂组件的至少一部分或这两者,同时维持安置在机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。在一些系统和方法中,多个不同控制模式包含至少一个行进臂控制模式、至少一个相机控制模式或这两者。在行进臂控制模式中,手术机器人系统响应于手动控制器的移动而移动机器人臂组件的至少一部分以改变机器人臂组件的虚拟胸部枢轴中心的位置和/或虚拟胸部相对于当前观察方向或当前视场的定向,同时维持安置在机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。在相机模式控制模式中,手术机器人系统响应于手动控制器的移动而移动相机组件的至少一部分以改变视线方向的定向,从而维持机器人臂的器械尖端的静止位置。

[0096] 在一些方法和系统中,一个或多个行进臂控制模式包含行进手势臂控制模式和身体活动臂控制模式中的一者或两者。在行进手势臂控制模式中,对应于多个手势平移输入中的一者的臂控制器的移动使手术机器人系统响应于第一控制输入而移动机器人臂组件的至少一部分以改变虚拟胸部枢轴中心的位置,同时维持末端执行器的器械尖端的静止位置,并且对应于多个手势旋转输入中的一者的臂控制器的移动使手术机器人系统移动机器人臂组件的至少一部分以改变虚拟胸部相对于当前观察方向的定向,同时维持末端执行器的器械尖端的静止位置。在一些实施例中,多个手势平移输入包含:回拉输入、前推输入、水平输入、竖直输入或前述各者的任何组合。在一些实施例中,多个手势平移输入包含:右偏航输入、左偏航输入、下俯输入、上仰输入、顺时针横摇输入、逆时针横摇输入或前述各者的

任何组合。

[0097] 在身体活动臂控制模式中,对应于多个不同类型的身体活动臂控制输入中的一者的手动控制器的移动使手术机器人系统响应于手动控制器的移动而移动机器人臂组件的至少一部分以改变机器人臂组件的虚拟胸部枢轴中心的位置和/或虚拟胸部相对于当前观察方向或当前视场的定向,同时维持末端执行器的器械尖端的静止位置。在身体活动模式中,机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:手动控制器的感测到的移动的量值;手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;手动控制器的移动方向;以及在第一控制输入中连接手动控制器的线的感测到的定向变化。在一些实施例中,多种类型的身体活动控制输入包含:缩放输入、用于偏航的轮输入、方向拉动输入、方向推动输入或前述各者的任何组合。

[0098] 在一些实施例中,身体活动臂控制模式的各方面可并入到手势行进臂控制模式中,并且机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:手动控制器的感测到的移动的量值;手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;手动控制器的移动方向;以及在第一控制输入中连接手动控制器的线的感测到的定向变化。

[0099] 在手势相机控制模式中,对应于多个手势旋转输入中的一者的手动控制器的移动使手术机器人系统改变相机组件的至少一个相机相对于当前观察方向的定向和/或,同时保持机器人臂组件静止。在一些实施例中,多个手势旋转输入包含以下中的一者或多者:上仰输入、下俯输入、偏航左输入、偏航右输入、顺时针横摇输入、逆时针横摇输入或前述各者的任何组合。在一些实施例中,身体活动臂控制模式的所选择方面可并入到手势相机控制模式中,并且相机的旋转或定向变化的量值和/或相机的定向变化的旋转轴线至少部分地取决于以下中的一者或多者:手动控制器的感测到的移动的量值;手动控制器的一个或多个移动方向;以及连接手动控制器的线的感测到的定向变化。

[0100] 本文中所描述的一些方法和系统提供或采用手术机器人系统的控制模式,所述控制模式在本文中被称为模型操纵模式,其中机器人组件的表示显示在触摸屏上。在模型操纵模式中,检测到对机器人组件的表示的至少一部分的触摸选择以及拖动机器人组件的表示的所选择的部分会改变机器人组件的所选择的至少所述部分在触摸屏上显示的表示中的位置和/或定向;并且移动对应于所选择的至少一个部件的机器人组件的一个或多个部件,同时维持末端执行器的器械尖端的静止位置。

[0101] 在一些实施例中,系统和方法可并入有本文中所公开的任何或所有控制模式以及操作员在控制模式之间切换的机构。

[0102] 提供采用手动控制器的多个不同控制模式使得操作员能够使用手动控制器的移动以在不同控制模式中执行不同功能。这些功能中的一些功能,例如相机组件的独立控制,将要求操作员使用可以与或可以不与手动控制器相关联的其它操作员控件,例如单独的开关、单独的操纵杆或单独的按钮,以实现这些其它功能。从手动控制器的运动切换到其它操

作员控件并返回以实现各种功能可能会减慢程序,并且可能要求操作员将他或她的手从手动控制器移开以访问其它协作者控件。此外,从手动控制器的运动切换到其它操作员控件可能会在手术程序期间中断工作流,并且可能增加系统的使用复杂性。因此,启用与经由切换控制模式移动手动控件相关联的额外功能可提供更精简的操作员体验和提高的操作员效率。

[0103] 在一些实施例中,在改变虚拟胸部平面的定向和/或臂组件的胸部枢轴中心的位置的同时维持器械尖端位置可确保器械尖端不会无意中移动从而在重新配置或重新定向臂组件时对患者造成损害。在一些实施例中,用户可在行进臂控制模式与采用缩小臂控制的控制模式之间切换,所述缩小臂控制在本文中可被称为缩小臂控制模式。通过在行进臂控制模式与缩小臂控制模式之间切换,操作员可按需要延伸机器人臂以“到达”末端执行器并定位末端执行器,然后切换到行进臂控制模式以“拉动”以相对于末端执行器重新定位和/或重新定向基部。操作员可切换到相机模式以获得不同方向上的视图,和/或重新进入缩小臂控制模式以将末端执行器重新定位在新位置。通过模式之间的这种切换,操作员可横穿内腔并控制臂组件的定向和配置。

[0104] 行进控制模式使得能够在内腔内重新定向和重新配置臂组件,同时降低或消除末端执行器的器械尖端在重新定向和重新配置期间运动将损坏体腔的风险。

[0105] 在关于图6至20详细地阐述控制模式之前,提供了对用于实施本文中所描述的实施例的示例性手术机器人系统和机器人组件的描述。

[0106] 手术机器人系统

[0107] 转向附图,图1是根据本公开的一些实施例的手术机器人系统10的示意图。手术机器人系统10包含操作员控制台11和机器人组件20。

[0108] 操作员控制台11包含显示装置或单元12、可为虚拟现实(VR)计算单元的图像计算单元14、具有感测和跟踪单元16的手动控制器17、计算单元18以及模式选择控制器19。

[0109] 显示单元12可为用于显示由图像计算单元14、计算单元18和/或机器人组件20生成的信息、图像或视频的任何选定类型的显示器。显示单元12可包含例如头戴式显示器(HMD)、增强现实(AR)显示器(例如,AR显示器或与屏幕或显示器组合的AR眼镜)、屏幕或显示器、二维(2D)屏幕或显示器、三维(3D)屏幕或显示器等或形成其一部分。显示单元12还可包含可选的感测和跟踪单元16A。在一些实施例中,显示单元12可包含用于从机器人组件20的相机组件44输出图像的图像显示器。

[0110] 在一些实施例中,如果显示单元12包含HMD装置、感测头部位置的AR装置或采用相关联感测和跟踪单元16A的另一装置,那么HMD装置或头部跟踪装置生成由图像计算单元14接收和处理的跟踪和位置数据34A。在一些实施例中,HMD、AR装置或其它头部跟踪装置可向操作员(例如,外科医生、护士或其它合适的医疗专业人员)提供至少部分地联接或安装到操作员的头部的显示器、实现显示器的聚焦视图的透镜以及提供操作员头部的位置和定向跟踪的感测和跟踪单元16A。感测和跟踪单元16A可包含例如加速计、陀螺仪、磁力计、运动处理器、红外跟踪、眼球跟踪、计算机视觉、交变磁场的发射和感测以及跟踪位置和定向中的至少一者的任何其它方法,或其任何组合。在一些实施例中,HMD或AR装置可将图像数据从相机组件44提供到操作员的右眼和左眼。在一些实施例中,为了维持操作员的虚拟现实体验,感测和跟踪单元16A可跟踪操作员头部的位置和定向,生成跟踪和位置数据34A,然后

直接地或经由图像计算单元14将跟踪和位置数据34A中继到图像计算单元14和/或计算单元18。

[0111] 手动控制器17被配置成感测操作员的手和/或臂的移动以操纵手术机器人系统10。手动控制器17可包含感测和跟踪单元16、电路系统和/或其它硬件。感测和跟踪单元16可包含感测操作员的手部移动的一个或多个传感器或检测器。在一些实施例中,感测操作员的手部移动的一个或多个传感器或检测器安置在由操作员的手抓握或接合的一对手动控制器中。在一些实施例中,感测操作员的手部移动的一个或多个传感器或检测器联接到操作员的手和/或臂。举例来说,感测和跟踪单元16的传感器可联接到手和/或臂的区,例如手指、手腕区、肘部区和/或肩部区。如果不使用HMD,那么在一些实施例中,额外传感器也可联接到操作员的头部和/或颈部区。如果操作员采用HMD,那么眼睛、头部和/或颈部传感器以及相关联的跟踪技术可内置在HMD装置中或在HMD装置内采用,且因此形成上文所描述的可选的传感器和跟踪单元16A的一部分。在一些实施例中,感测和跟踪单元16可在手动控制器17外部且经由电力部件和/或安装硬件联接到所述手动控制器。

[0112] 在一些实施例中,感测和跟踪单元16可采用联接到操作员的躯干或任何其它身体部位的传感器。在一些实施例中,除传感器之外,感测和跟踪单元16还可采用具有例如加速计、陀螺仪、磁力计和运动处理器的惯性动量单元(IMU)。添加磁力计允许减少传感器在竖直轴线周围漂移。在一些实施例中,感测和跟踪单元16还包含放置于例如手套、手术擦洗液或手术服等手术材料中的传感器。传感器可为可重复使用的或一次性的。在一些实施例中,传感器可安置在操作员外部,例如安置在诸如手术室等房间中的固定位置。外部传感器可生成外部数据36,所述外部数据可由计算单元18处理且因此由手术机器人系统10采用。

[0113] 传感器生成指示操作员的手和/或臂的位置和/或定向的位置和/或定向数据。感测和跟踪单元16和/或16A可用于控制机器人组件20的相机组件44和机器人臂组件42的移动(例如,改变位置和/或定向)。由感测和跟踪单元16生成的跟踪和位置数据34可被传送到计算单元18以供由处理器22处理。

[0114] 计算单元18可根据跟踪和位置数据34和34A确定或计算操作员的手或臂的位置和/或定向,并且在操作员的头部的一些实施例中也如此,并将跟踪和位置数据34和34A传送到机器人组件20。跟踪和位置数据34、34A可由处理器22处理,并且可例如被存储在存储单元24中。跟踪和位置数据34A还可由控制单元26使用,作为响应,所述控制单元可生成用于控制机器人臂组件42和/或相机组件44的移动的控制信号。举例来说,控制单元26可改变相机组件44的至少一部分、机器人臂组件42的至少一部分或这两者的位置和/或定向。在一些实施例中,控制单元26还可调整相机组件44的平移和倾斜以跟随操作员头部的移动。

[0115] 模式选择控制器19用于从多个控制模式中选择控制模型。控制模式的实例可包含行进臂控制模式、相机控制模式、身体活动控制模型、模型操纵控制模式和默认模式。在一些实施例中,模式选择控制器19可与手动控制器17通信以确定控制模式选择输入。在一些实施例中,模型选择控制器19可从一个或多个脚踏板获得输入。操作员可按压并固持特定的脚踏板以进入特定的控制模式,或者轻击特定的脚踏板以进入和/或退出特定的控制模式。在一些实施例中,模型选择控制器19还可以或替代地从可包含于手动控制器17中或上的一个或按钮、拨动件和/或开关获得输入。计算单元18可从模式选择控制器19接收第一控制模式选择输入,并且响应于第一控制模式选择输入而将手术机器人系统10的当前控制模

式改变为第一控制模式(例如,行进臂控制模式、相机控制模式、身体活动模式、模型操纵控制模式、默认模式等)。计算单元18可从手动控制器17接收第一控制输入。计算单元18可改变以下各者的位置和/或定向:相机组件44的至少一部分、机器人臂组件42的至少一部分或这两者,同时维持安置在机器人臂组件42的机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。关于图2B和6至13进一步描述实例。

[0116] 机器人组件20可包含具有电机单元40和套管针50的机器人支撑系统(RSS)46、机器人臂组件42以及相机组件44。机器人臂组件42和相机组件44可形成单个支撑轴线机器人系统(诸如在美国专利第10,285,765号中公开和描述)的一部分,或者可形成分体式臂(SA)架构机器人系统(诸如在PCT专利申请第PCT/US2020/039203号中公开和描述)的一部分。

[0117] 机器人组件20可采用多个不同的机器人臂,所述机器人臂可沿着不同的或单独的轴线部署。在一些实施例中,可采用多个不同相机元件的相机组件44也可沿着共同的单独轴线部署。因此,手术机器人系统10可采用多个不同的部件,诸如一对单独的机器人臂和相机组件44,这些可沿着不同的轴线部署。在一些实施例中,机器人臂组件42和相机组件44是可单独操纵、操作和移动的。包含机器人臂组件42和相机组件44的机器人组件20可沿着单独的可操纵轴线安置,且在本文中被称为SA架构。SA架构被设计成简化并提高在单个插入点或部位处穿过单个套管针插入机器人手术器械的效率,同时伴随地帮助将手术器械部署成手术就绪状态以及随后穿过套管针50移除手术器械,如下文进一步描述。

[0118] RSS 46可包含电机单元40和套管针50。RSS 46可进一步包含支撑构件,所述支撑构件支撑联接到其远端的电机单元40。电机单元40又可联接到相机组件44并且联接到机器人臂组件42中的每一者。支撑构件可被配置并控制成使机器人组件20的一个或多个部件线性地移动或在任何其它选定的方向或定向上移动。在一些实施例中,RSS 46可为独立式的。在一些实施例中,RSS 46可包含电机单元40,所述电机单元在一端处联接到机器人组件20并且在相对端处联接到可调整的支撑构件或元件。

[0119] 电机单元40可接收由控制单元26生成的控制信号。电机单元40可包含齿轮、一个或多个电机、传动系统、电子器件等,以用于单独地或一起对机器人臂组件42和相机组件44进行供电和驱动。电机单元40还可向机器人臂组件42、相机组件44和/或RSS 46和机器人组件20的其它部件提供机械动力、电力、机械连通和电连通。电机单元40可由计算单元18控制。因此,电机单元40可生成用于控制一个或多个电机的信号,所述一个或多个电机又可控制并驱动机器人臂组件42以及相机组件44,包含例如每一机器人臂的每一铰接关节的位置和定向。电机单元40可进一步提供平移或线性自由度,所述平移或线性自由度首先用于穿过套管针50插入和移除机器人组件20的每一部件。当穿过套管针50插入到患者100体内时,电机单元40也可用于调整每一机器人臂组件42的插入深度。

[0120] 套管针50是医疗装置,其可由锥子(其可为金属或塑料的尖锐或无刃尖端)、插管(基本上是中空管)和密封件构成。套管针可用于将机器人组件20的至少一部分放置在受试者(例如,患者)的内腔中,并且可从体腔中抽出气体和/或流体。机器人组件20可穿过套管针插入以接入患者的体腔并且在体内执行操作。机器人组件20可由具有多个自由度的套管针支撑,以使得可在患者体内将机器人臂组件42和相机组件44操纵到单个位置或多个不同位置中。

[0121] 在一些实施例中,RSS 46可进一步包含可选的控制器,所述控制器用于处理来自

系统部件(例如,显示器12、感测和跟踪单元16、机器人臂组件42、相机组件44等)中的一者或多者的输入数据,并且用于响应于所述输入数据而生成控制信号。电机单元40还可包含用于存储数据的存储元件。

[0122] 机器人臂组件42可被控制以遵循由相关联的传感器感测的操作员的臂和/或手的缩小移动或运动,这在本文中被称为缩小臂控制模式。机器人臂组件42包含第一机器人臂和第二机器人臂,所述第一机器人臂包含具有安置在第一机器人臂的远端处的器械尖端的第一末端执行器,所述第二机器人臂包含具有安置在第二机器人臂的远端处的器械尖端的第二末端执行器。在一些实施例中,机器人臂组件42可具有可与和操作员的肩关节、肘关节和腕关节以及手指相关联的移动相关联的部分或区。举例来说,机器人肘关节可跟随人类肘部的位置和定向,并且机器人腕关节可跟随人类腕部的位置和定向。在一些实施例中,机器人臂组件42还可具有与其相关联的端部区,所述端部区可终止于末端执行器中,所述末端执行器跟随操作员的一个或多个手指(例如当用户将食指和拇指捏在一起时的食指)的移动。在一些实施例中,虽然机器人臂组件42的机器人臂在一些控制模式中(例如,在缩小臂控制模式中)跟随操作员的臂的移动,但机器人肩部在此类控制模式中固定在适当位置。在一些实施例中,从操作员的臂和/或手的位置和定向减去操作员的躯干的位置和定向。这种减法允许操作员在机器人臂不移动的情况下移动他或她的躯干。

[0123] 相机组件44被配置成向操作员提供图像数据48,例如操作或手术部位的实况视频馈送,以及使得操作员能够致动并控制形成相机组件44的一部分的相机。在一些实施例中,相机组件44可包含一个或多个相机(例如,一对相机),所述相机的光轴轴向地间隔开选定距离(称为相机间距离),以便提供手术部位的立体视图或图像。在一些实施例中,操作员可通过经由联接到操作员手部的传感器或经由操作员手部所抓握或固持的手动控制器移动手来控制相机的移动,从而使得操作员能够以直观和自然的方式获得操作部位的期望视图。在一些实施例中,操作员可另外经由操作员头部的移动来控制相机的移动。相机组件44可在多个方向上(包含例如相对于视线方向在偏航、俯仰和横摇方向上)移动。在一些实施例中,立体相机的部件可被配置成提供感觉自然且舒适的用户体验。在一些实施例中,可修改相机之间的轴间距离以调整操作员感知到的操作部位的深度。

[0124] 由相机组件44生成的图像或视频数据48可显示在显示单元12上。在显示单元12包含HMD的实施例中,显示器可包含内置感测和跟踪单元16A,所述内置感测和跟踪单元获得用于HMD的偏航、俯仰和横摇方向的原始定向数据以及HMD在笛卡尔空间(x,y,z)中的位置数据。在一些实施例中,可经由单独的头部跟踪单元提供关于操作员头部的位置和定向数据。在一些实施例中,感测和跟踪单元16A可用于提供显示器的补充位置和定向跟踪数据,以代替或补充HMD的内置跟踪系统。在一些实施例中,不使用或采用操作员的头部跟踪。

[0125] 在一些实施例中,由相机组件44生成的图像数据48可被传送到成像计算单元14(其可为VR计算单元),并且可由图像计算单元或图像渲染单元30(其可为VR图像渲染单元)处理。在一些实施例中,图像数据48可包含静态照片或图像数据以及视频数据。图像渲染单元30可包含用于处理图像数据并且然后渲染图像数据以供显示单元12显示的合适硬件和软件。此外,渲染单元30可将从相机组件44接收到的图像数据与和相机组件中的相机的位置和定向相关联的信息以及和在跟踪操作员头部的实施例中操作员头部的位置和定向相关联的信息进行组合。利用此信息,图像渲染单元30可生成输出视频或图像渲染信号,并将

此信号传输到显示单元12。也就是说,对于跟踪操作员头部位置的实施例,图像渲染单元30渲染手动控制器17的位置和定向读数以及操作员的头部位置,以显示在显示单元12中。

[0126] 在图像计算单元14是VR计算单元的一些实施例中,图像计算单元14还可包含VR相机单元38,所述VR相机单元可在虚拟世界中生成一个或多个虚拟相机,并且可由手术机器人系统10用于渲染HMD的图像。这确保VR相机单元38总是渲染与佩戴HMD的操作员看到的立方体贴图相同的视图。在一些实施例中,可使用单个VR相机,并且在另一实施例中,可采用单独的左眼VR相机和右眼VR相机来渲染到显示器中的单独的左眼立方体贴图和右眼立方体贴图上,以提供立体视图。VR相机的视场(FOV)设置可将其自身自配置成由相机组件44发布的FOV。除了为实时相机视图或图像数据提供情境背景之外,立方体贴图还可用于生成对虚拟对象的动态反射。这种效果允许虚拟物体上的反射表面从立方体贴图中拾取反射,使这些物体在用户看来好像它们实际上反映了真实世界的环境。

[0127] 图2A描绘根据一些实施例的并入到移动患者推车中或安装在移动患者推车上的本公开的手术机器人系统10的示例性机器人组件20。在一些实施例中,机器人组件20包含继而包含电机单元40的RSS 46、具有末端执行器45的机器人臂组件42、具有一个或多个相机47的相机组件44,并且还可包含套管针50。

[0128] 图2B描绘根据一些实施例的本公开的手术机器人系统10的操作员控制台11的实例。操作员控制台11包含显示单元12、手动控制器17和模式选择控制器19,以选择控制模式。在一些实施例中,至少一些模式选择控制器并入到手动控制器。

[0129] 图3A示意性地描绘根据一些实施例且针对一些手术程序的在受试者100的内腔104内执行手术的手术机器人系统10的侧视图。图3B示出在受试者100的内腔104内执行手术的手术机器人系统10的透视俯视图。受试者100(例如,患者)放置在操作台102(例如,手术台102)上。在一些实施例中且针对一些手术程序,在患者100中制造切口以接入内腔104。然后,套管针50在选定位置处插入患者100中以提供对内腔104或操作部位的接入。RSS 46然后可被操纵到患者100和套管针50上方的适当位置中。机器人组件20可联接到电机单元40,并且机器人组件的至少一部分可插入到套管针50中且因此插入到患者100的内腔104中。举例来说,相机组件44和机器人臂组件42可穿过套管针50单独地和顺序地插入患者100中。尽管相机组件和机器人臂组件可包含在使用中保持在受试者身体外部的一些部分,但提及将机器人臂组件42和/或相机组件插入受试者的内腔中且将机器人臂组件42和/或相机组件44安置在受试者的内腔中是指机器人臂组件42和相机组件44的在使用期间旨在位于受试者的内腔中的部分。顺序插入方法具有支撑较小套管针的优点,并且因此可在患者100中制造较小切口,从而减少患者100经历的创伤。在一些实施例中,相机组件44和机器人臂组件42可以任何次序或以特定次序插入。在一些实施例中,相机组件44之后可为机器人臂组件42的第一机器人臂,然后是机器人臂组件42的第二机器人臂,所有这些组件都可插入到套管针50中且因此插入到内腔104中。一旦插入到患者100中,RSS 46就可通过操作员控制台11经由不同的控制模式(例如,行进臂控制模式、相机控制模式、模型操纵控制模式等)手动地或自动地控制将机器人臂组件42和相机组件44移动到操作部位,如关于图6至13进一步描述。

[0130] 在国际专利申请公开WO 2022/094000 A1和WO 2021/231402 A1中提供对机器人臂组件的个别臂的移动的进一步公开控制,每一国际专利申请公开以全文引用的方式并入

本文中。

[0131] 机器人组件控制

[0132] 图4A是根据一些实施例的机器人臂子组件21的透视图。机器人臂子组件21包含机器人臂42A、具有器械尖端120(例如,单极剪刀、针驱动器/持针器、双极抓握器或任何其它适当工具)的末端执行器45、支撑机器人臂42A的轴杆122。轴杆122的远端联接到机器人臂42A,并且轴杆122的近端联接到电机单元40的外壳124(如图1和2A中所展示)。轴杆122的至少一部分可在内腔104外部(如图3A和3B中所展示)。轴杆122的至少一部分可插入到内腔10中(如图3A和3B中所展示)。

[0133] 图4B是机器人臂组件42的侧视图。机器人臂组件42包含虚拟肩部126、具有电容接近传感器132的虚拟肘部128、虚拟腕部130和末端执行器45。虚拟肩部126、虚拟肘部128、虚拟腕部130可包含一系列铰链和旋转接头,以向每一臂提供可定位的七个自由度,以及用于末端执行器45的一个额外抓握自由度。

[0134] 图5示出机器人组件20的内部部分的透视正视图。机器人组件20包含第一机器人臂42A和第二机器人臂42B。两个机器人臂42A和42B可限定机器人组件20的虚拟胸部140。虚拟胸部140可由在第一机器人臂42A的最近侧关节的第一枢轴点142A、第二机器人臂42B的最近侧关节的第二枢轴点142B和相机47的相机成像中心点144之间延伸的胸部平面限定。虚拟胸部140的枢轴中心146位于胸部平面中连接第一机器人臂42A的第一枢轴点144和第二机器人臂42B的第二枢轴点142B的线段的中间位置。

[0135] 图6是示出用于控制由本公开的手术机器人系统100执行的机器人组件的步骤200的流程图。从步骤202开始,虽然机器人组件的至少一部分安置在受试者的内腔中,但手术机器人系统10从操作员接收第一控制模式选择输入,并且响应于第一控制模式选择输入而将手术机器人系统10的当前控制模式改变为第一控制模式。举例来说,如图3A和3B中所展示,机器人组件20的至少一部分可被称为机器人组件的内部部分,插入受试者100(例如,患者)的内腔104中。虽然机器人组件20的内部部分安置在受试者100的内腔104中,但手术机器人系统10可经由操作员控制台11上的控件,例如经由手动控制器17和/或一个或多个模式选择控制器19(例如,脚踏板)中的一者或两者从操作员(例如,外科医生)接收控制模式选择输入。举例来说,操作员可利用相机控制脚踏板19A进入相机控制模式,并且操作员可利用行进控制脚踏板19B进入行进臂控制模式。在一些实施例中,模式选择控件还可以或替代地安置在手动控制器17上或中。

[0136] 在步骤204中,当手术机器人系统10处于第一控制模式中时,手术机器人系统10从手动控制器17接收第一控制输入。

[0137] 在行进臂控制模式中,控制输入可对应于多个手势平移输入(例如,回拉输入、前推输入、水平输入、竖直输入、右偏航输入和/或左偏航输入)中的一者或多个手势旋转输入(例如,下俯输入、上仰输入、顺时针横摇输入和/或逆时针横摇输入)中的一者。关于图5,如果控制输入对应于多个手势平移输入中的一者,那么手术机器人系统10响应于控制输入移动机器人臂组件42的至少部分以改变虚拟胸部枢轴中心146的位置,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。如果控制输入对应于多个手势旋转输入中的一者,那么手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以改变虚拟胸部140相对于相机47的当前观察方向的定向,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。关于图7至12以及16至19进一

步描述实例。

[0138] 在相机控制模式中,控制输入可对应于多个手势旋转输入(例如,右偏航输入、左偏航输入、下俯输入、上仰输入、顺时针横摇输入和/或逆时针横摇输入)中的一者,如关于图13A至13F进一步描述。

[0139] 在身体活动臂控制模式中,控制输入可对应于多个不同类型的身体活动输入(例如,缩放输入和/或轮输入)中的一者,如关于图14至15进一步描述。

[0140] 在模型操纵控制模式中,控制输入可对应于触摸屏操作员输入,如关于图20进一步描述。

[0141] 在步骤206中,响应于接收到第一控制输入,手术机器人系统10改变以下各者的位置和/或定向:相机组件的至少一部分、机器人臂组件的至少一部分或这两者,同时维持安置在机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置。手术机器人系统10可包含多个控制模式,例如行进臂控制模式、相机控制模式、身体活动臂控制模式、模型操纵控制模式等。

[0142] 在行进臂控制模式中,手术机器人系统10可移动机器人臂组件42的至少一部分以改变虚拟胸部枢轴中心的位置和/或虚拟胸部相对于相机的当前观察方向的定向,例如线性地重新定位机器人臂组件42和相机组件44,和/或偏航、俯仰和/或横摇机器人臂组件42和相机组件44。关于图7至12以及16至19进一步描述实例。在相机控制模式中,手术机器人系统10可改变相机组件44的至少一个相机相对于当前观察方向(例如,相机的查看方向)的定向和/或位置,同时保持机器人臂组件42静止,例如相对于当前观察方向偏航、俯仰和/或横摇相机的视场。关于图13A至13F描述实例。

[0143] 在身体活动臂控制模式中,机器人臂组件的至少一部分的平移的量值、机器人臂组件的至少所述部分的所述平移的方向、机器人臂组件的至少所述部分的旋转的量值以及机器人臂组件的至少所述部分的所述旋转的轴线中的一者或多者至少部分地取决于以下中的一者或多者:手动控制器的感测到的移动的量值;手动控制器之间的感测到的间隔变化的量值;手动控制器之间的感测到的横向间隔变化的量值;手动控制器的移动方向;以及在第一控制输入中连接手动控制器的线的感测到的定向变化。关于图14至15描述实例。

[0144] 在模型操纵控制模式中,手术机器人系统10可响应于触摸屏操作员输入而移动机器人臂组件42和/或相机组件44,如关于图20进一步描述。

[0145] 手势臂控制模式

[0146] 图7A示出在手势臂控制模式中用于回拉输入302和前推输入304的手势300。图7B示出响应于回拉输入302和前推输入304的机器人臂组件42的移动。回拉输入302对应于手动控制器17(例如,如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手306朝向操作员的身体向后移动。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于回拉输入302移动机器人臂组件42的至少部分以使虚拟胸部枢轴中心146的位置在当前观察方向400上向前移动402,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。前推输入304对应于手动控制器17(例如,如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手306远离操作员的身体向前移动。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于前推输入304移动机器人臂组件42的至少部分以使虚拟胸部枢轴中心146的位置逆着当前观察方向400向后移动404,同时维持末端执行器的器械尖端120的静止位置。

[0147] 图8A示出在手势臂控制模式中用于水平输入312的手势310。图8B示出响应于水平输入312的机器人臂组件42的移动。水平输入312对应于手动控制器17(例如,如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手306相对于操作员的身体在水平方向412上移动。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以使虚拟胸部枢轴中心146的位置相对于相机47或所显示的当前图像的当前视场410在对应水平方向上移动。对应水平方向分别是响应于水平输入312B或312A而相对于所显示的当前图像的当前观察方向400或当前视场410向左412B的水平方向或向右412A的水平方向,同时维持末端执行器的器械尖端120的静止位置。应注意,视场可比图中描绘并标记为410的线所指示的更宽或显著更宽。视场410的图中所描绘的线仅用于说明性目的,并且不旨在反映代表性相机组件的实际视场。

[0148] 图9A示出在手势臂控制模式中用于竖直输入322的手势320。图9B示出响应于竖直输入322的机器人臂组件42的移动。竖直输入422对应于手动控制器17(例如,如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手306相对于操作员的身体在竖直方向上移动。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以使虚拟胸部枢轴中心416的位置相对于当前观察方向400或当前视场410在对应竖直方向422上移动,并且其中对应竖直方向分别是响应于竖直输入322A或322B而相对于所显示的当前图像的当前视场410的竖直向上方向422A或竖直向下方向422B,同时维持末端执行器的器械尖端120的静止位置。

[0149] 图10A示出在手势臂控制模式中用于右偏航输入332和左偏航输入334的手势330。图10B示出响应于右偏航输入332和左偏航输入334的机器人臂组件42的移动。右偏航输入332对应于左手控制器的感测到的移动以及右手控制器的感测到的移动,所述左手控制器的感测到的移动对应于操作员的左手306A远离操作员的身体向前移动332A,所述右手控制器的感测到的移动对应于操作员的右手306B朝向操作员的身体向后移动332B。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于右偏航输入332移动机器人臂组件42的至少部分以相对于所显示的当前图像的当前观察方向或当前视场410使胸部平面的定向围绕虚拟胸部枢轴中心416向右432偏航,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。

[0150] 左偏航输入334对应于左手控制器的感测到的移动以及右手控制器的感测到的移动,所述左手控制器的感测到的移动对应于操作员的左手306A朝向操作员的身体向后移动334A,所述右手控制器的感测到的移动对应于操作员的右手306B远离操作员的身体向前移动334B。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于左偏航输入334移动机器人臂组件42的至少部分以相对于当前观察方向400或当前视场410使胸部平面的定向围绕虚拟胸部枢轴中心416向左434偏航,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。

[0151] 图11A示出在手势臂控制模式中用于下俯输入342和上仰输入344的手势340。图11B示出响应于下俯输入342和上仰输入342的机器人臂组件42的移动。下俯输入342对应于手动控制器的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手向前倾斜342。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于下俯输入342移动机器人臂组件42的至少部分以相对于所显示的当前图像的当前观察方向400或当前视场410使胸部平面的定向围绕虚拟胸部枢轴中心416下俯442,同时维持末端执行器的器械尖端120的静止位置。

[0152] 上仰输入344对应于手动控制器的感测到的移动,并且操作员的手306的感测到的

移动对应于操作员的手向后倾斜344。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统响应于上仰输入344移动机器人臂组件42的至少部分以相对于当前观察方向400或当前视场410使胸部平面的定向围绕虚拟胸部枢轴中心416上仰444,同时维持末端执行器的器械尖端120的静止位置。

[0153] 图12A示出在手势臂控制模式中用于顺时针横摇输入352和逆时针横摇输入354的手势350。图12B示出响应于顺时针横摇输入352和逆时针横摇输入354的机器人臂组件42的移动。顺时针横摇输入352对应于左手控制器的感测到的移动以及右手控制器的感测到的移动,所述左手控制器的感测到的移动对应于操作员的左手306A竖直向上移动352A,所述右手控制器的感测到的移动对应于操作员的右手306B竖直向下移动352B。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于顺时针横摇输入352移动机器人臂组件42的至少部分以相对于所显示的当前图像的当前观察方向400或当前视场410使机器人臂组件42围绕平行于当前观察方向400的穿过虚拟胸部枢轴中心416的轴线456顺时针旋转452,同时维持末端执行器的器械120尖端的静止位置。

[0154] 逆时针横摇输入354对应于左手控制器的感测到的移动以及右手控制器的感测到的移动,所述左手控制器的感测到的移动对应于操作员的左手306A竖直向下移动354A,所述右手控制器的感测到的移动对应于操作员的右手306B竖直向上移动354B。当处于手势臂控制模式中时,手术机器人系统10响应于逆时针横摇输入354移动机器人臂组件42的至少部分以相对于当前视场410使机器人臂组件42围绕平行于当前观察方向400的穿过虚拟胸部枢轴中心416的轴线456逆时针旋转454,同时维持末端执行器45的器械尖端的静止位置。

[0155] 手势相机控制模式

[0156] 图13A示出在手势相机控制模式中用于右偏航输入362和左偏航输入364的手势360。图13B示出响应于右偏航输入362和左偏航输入364的相机组件44的移动。右偏航输入362对应于左手控制器的感测到的移动以及右手控制器的感测到的移动,所述左手控制器的感测到的移动对应于操作员的左手306A远离操作员的身体向前移动362A,所述右手控制器的感测到的移动对应于操作员的右手306B朝向操作员的身体向后移动362B。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于右偏航输入362移动相机组件44的至少一部分以相对于所显示的当前图像的当前视场510使相机组件44的相机47的视线方向的定向围绕相机组件44的偏航旋转轴线500向右偏航502。

[0157] 左偏航输入364对应于操作员的左手的感测到的移动以及操作员的右手的感测到的移动,所述操作员的左手的感测到的移动对应于操作员的左手306A朝向操作员的身体向后移动364A,所述操作员的右手的感测到的移动对应于操作员的右手306B远离操作员的身体向前移动。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于左偏航输入364移动相机组件44的至少一部分以相对于所显示的当前图像的当前视场510使相机47的视线方向的定向围绕相机组件的偏航旋转轴线500向左偏航504。

[0158] 图13C示出在手势相机控制模式中用于下俯输入372和上仰输入374的手势370。图13D示出响应于下俯输入372和上仰输入374的相机组件44的移动。下俯输入372对应于手动控制器的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手向前倾斜。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于下俯输入372移动相机组件44的至少部分以使相机47的视线方向的定向围绕相机组件44的俯仰轴线506下俯502。

[0159] 上仰输入374对应于手动控制器的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的手向后倾斜。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于上仰输入374移动相机组件44的至少部分以使相机47的视线方向的定向围绕相机组件44的俯仰轴线506上仰504。

[0160] 图13E示出在手势相机控制模式中用于顺时针横摇输入382和逆时针横摇输入384的手势380。图13F示出响应于顺时针横摇输入382和逆时针横摇输入384的相机组件44的移动。顺时针横摇输入382对应于手动控制器的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的左手306A竖直向上移动382A以及操作员的右手306B竖直向下移动382B。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于顺时针横摇输入382移动相机组件44的至少部分以使相机44围绕平行于当前观察方向的轴线516顺时针横摇512。

[0161] 逆时针横摇输入384对应于手动控制器的感测到的移动,所述感测到的移动对应于操作员的左手306A竖直向下移动384A以及操作员的右手306B竖直向上移动384B。当处于手势相机控制模式中时,手术机器人系统10响应于逆时针横摇输入384移动相机组件的至少部分以使相机47围绕平行于当前观察方向的轴线516逆时针横摇514。

[0162] 身体活动模式

[0163] 图14A示出在身体活动控制模式中用于缩放输入610A的手势600A,以及响应于缩放输入610A的机器人臂组件42的移动。在时间T0,操作员的手306位于具有初始间隔S0的初始位置处。在时间T1,操作员的手306横向地分离,具有横向间隔S1。缩放输入610A对应于手动控制器17(如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于横向间隔的变化(ΔS1=S1-S0)。横向间隔从T0时的S0增加到T1时的S1,并且作为响应,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部枢轴中心146的位置L0在当前观察方向400上向前移动到位置L1。L0与L1之间的位移是D1。当由于虚拟胸部枢轴中心146的位置变化而使虚拟胸部枢轴中心146从L0移动到L1时,在虚拟胸部枢轴中心146处于L0时所显示的图像可被放大或看起来被放大。

[0164] 图14B示出在身体活动控制模式中用于另一缩放输入610B的手势600B,以及响应于缩放输入610B的机器人臂组件42的移动。在时间T2,操作员的手306横向地分离,具有横向间隔S2。缩放输入610B对应于手动控制器17(如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于横向间隔的变化(ΔS2=S2-S0)。横向间隔从T0时的S0增加到T2时的S2,并且作为响应,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部枢轴中心146的位置L0在当前观察方向400上向前移动到位置L2。L0与L2之间的位移是D2。当由于虚拟胸部枢轴中心146的位置变化而使虚拟胸部枢轴中心146从L0移动到L2时,在虚拟胸部枢轴中心146处于L0时所显示的图像可被放大或看起来被放大。

[0165] 因为ΔS2大于ΔS1,所以D2大于D1。虚拟胸部枢轴中心的位移的量值取决于响应于缩放输入610A或610B的横向间隔的变化的量值。当虚拟胸部枢轴中心146处于L2时所显示的图像大于或可能看起来大于当虚拟胸部枢轴中心146处于L1时所显示的图像。

[0166] 图14C示出在身体活动控制模式中用于另一缩放输入610C的手势600C,以及响应于缩放输入610C的机器人臂组件42的移动。在时间T0,操作员的手306位于具有初始间隔S0'的初始位置处。在时间T1,操作员的手306更接近,具有横向间隔S1'。缩放输入610C对应于手动控制器17(如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于横向间

隔的变化(ΔS1'=|S1'-S0'|)。横向间隔从T0时的S0'减小到T1时的S1',并且作为响应,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部枢轴中心146的位置L0相对于当前观察方向400向后移动到位置L1'。L0与L1'之间的位移是D1'。当由于虚拟胸部枢轴中心146的位置变化而使虚拟胸部枢轴中心146从L0移动到L1'时,在虚拟胸部枢轴中心146处于L0时所显示的图像可被放大或可能看起来被放大。

[0167] 图14D示出在身体活动控制模式中用于另一缩放输入610D的手势600D,以及响应于缩放输入610D的机器人臂组件42的移动。在时间T2,操作员的手306更接近,具有横向间隔S2'。缩放输入610D对应于手动控制器17(如图1和2B中所展示)的感测到的移动,所述感测到的移动对应于横向间隔的变化(ΔS2'=|S2'-S0'|)。横向间隔从T0时的S0'减小到T2时的S2',并且作为响应,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部枢轴中心146的位置L0相对于当前观察方向400向后移动到位置L2'。L0与L2'之间的位移是D2'。当由于虚拟胸部枢轴中心146的位置变化而使虚拟胸部枢轴中心146从L0移动到L2'时,在虚拟胸部枢轴中心146处于L0时所显示的图像可被缩小或看起来被缩小。

[0168] 因为ΔS1'大于ΔS2',所以D1'大于D2'。虚拟胸部枢轴中心的位移的量值取决于响应于缩放输入610C或610D的横向间隔的变化的量值。当虚拟胸部枢轴中心146处于L1'时所显示的图像小于或可能看起来小于当虚拟胸部枢轴中心146处于L2'时所显示的图像。

[0169] 图15A和15C示出在身体活动模式中用于与顺时针旋转相对应的轮输入710A和710B的手势700A、700B。图15B和15D示出响应于轮输入710A和710B的机器人臂组件42的移动。

[0170] 轮输入710A对应于在竖直平面中连接手动控制器17(如图1和2B中所展示)的线720的定向的角度变化Δθ。当定向的变化Δθ对应于顺时针旋转时,手术机器人系统100移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部的定向向右旋转800A,相对于所显示的当前图像的当前视场810和/或观察方向820具有角度β。类似地,轮输入710B对应于在竖直平面中连接手动控制器17(如图1和2B中所展示)的线720的定向的角度变化Δθ'。当定向的变化Δθ'对应于顺时针旋转时,手术机器人系统100移动机器人臂组件42的至少部分以将虚拟胸部的定向向右旋转800B,相对于所显示的当前图像的当前视场810和/或观察方向820具有角度β'。虚拟胸部的角旋转的量值取决于响应于轮输入710A的线的定向的角度变化的量值。举例来说,轮输入710A的角度变化Δθ小于轮输入710B的角度变化Δθ'。响应于轮输入710B,机器人臂组件42的至少部分以比轮输入710A所引起的角度β更大的角度β'旋转。

[0171] 类似于顺时针旋转,当轮输入具有对应于逆时针旋转(未展示)的定向变化时,手术机器人系统10移动机器人臂组件42的至少部分以相对于当前视场使虚拟胸部的定向向左旋转,其中虚拟胸部的角旋转的量值取决于响应于轮输入的线的定向的角度变化的量值。

[0172] 机器人臂中的定向变化的实例

[0173] 图16A至16C、17A至17D、18A至18C以及19A至19B中的每一组示出可在维持末端执行器120的静止位置以及套管针枢轴中心51的静止位置的同时实现的机器人臂组件的虚拟胸部140的不同定向141和位置。

[0174] 模型操纵控制模式

[0175] 图20是示出执行由本公开的手术机器人系统10实行的模型操纵控制模式的步骤

900的流程图。在步骤902中,手术机器人系统10响应于接收到模式选择输入而显示机器人组件20的表示。举例来说,关于图1、2A、2B、3A和3B,在将机器人臂组件42和相机组件44插入到受试者100的内腔104中之后,手术机器人系统10可经由模式选择控制器19接收指示操作员选择模型操纵控制模式的模式选择输入。手术机器人系统10可将当前控制模式改变为模型操纵控制模式。手术机器人系统10经由具有触摸屏的显示单元12显示机器人组件20的表示。在一些实施例中,手术机器人系统10显示机器人臂组件42和相机组件44相对于X-Y和X-Z平面的表示。在一些实施例中,手术机器人系统10可显示表示机器人臂组件42和相机组件44的3D模型。

[0176] 在步骤904中,手术机器人系统10检测第一触摸屏操作员输入,所述第一触摸屏操作员输入选择所显示的机器人组件的至少一部分。举例来说,关于图5,操作员可选择以下中的一者或多者:虚拟肩部126、虚拟肘部128、虚拟腕部130和虚拟胸部140。

[0177] 在步骤906中,手术机器人系统10检测第二触摸屏操作员输入,所述第二触摸屏操作员输入对应于操作员拖动机器人组件的所选择的至少部分的表示以改变机器人组件的所选择的至少部分在触摸屏上显示的表示中的位置和/或定向。举例来说,关于图7至15,代替使用手势进行控制输入,操作员可触摸触摸屏以选择虚拟胸部140或图5中所展示的其它区的表示,并且将所选择的虚拟胸部140的表示拖动到触摸屏上显示的表示中的不同位置。

[0178] 在步骤908中,响应于检测到的第二触摸屏操作员输入,手术机器人系统10移动对应于所选择的至少一个部件的机器人组件的一个或多个部件,同时维持末端执行器的器械尖端的静止位置。举例来说,手术机器人系统10将机器人臂组件42和相机组件44移动到内腔中与触摸屏上显示的表示中的位置相对应的位置。

[0179] 虽然已经在本文中展示并描述了本公开的优选实施例,但本领域的技术人员应明白,此类实施例仅作为实例而提供。在不脱离本发明的情况下,本领域的技术人员将会想到许多变化、改变和替换。可理解,在实践本发明时可采用本文中所描述的本发明的实施例的各种替代方案。以下权利要求旨在限定本发明的范围,并且由此覆盖这些权利要求及其等同物范围内的方法和结构。

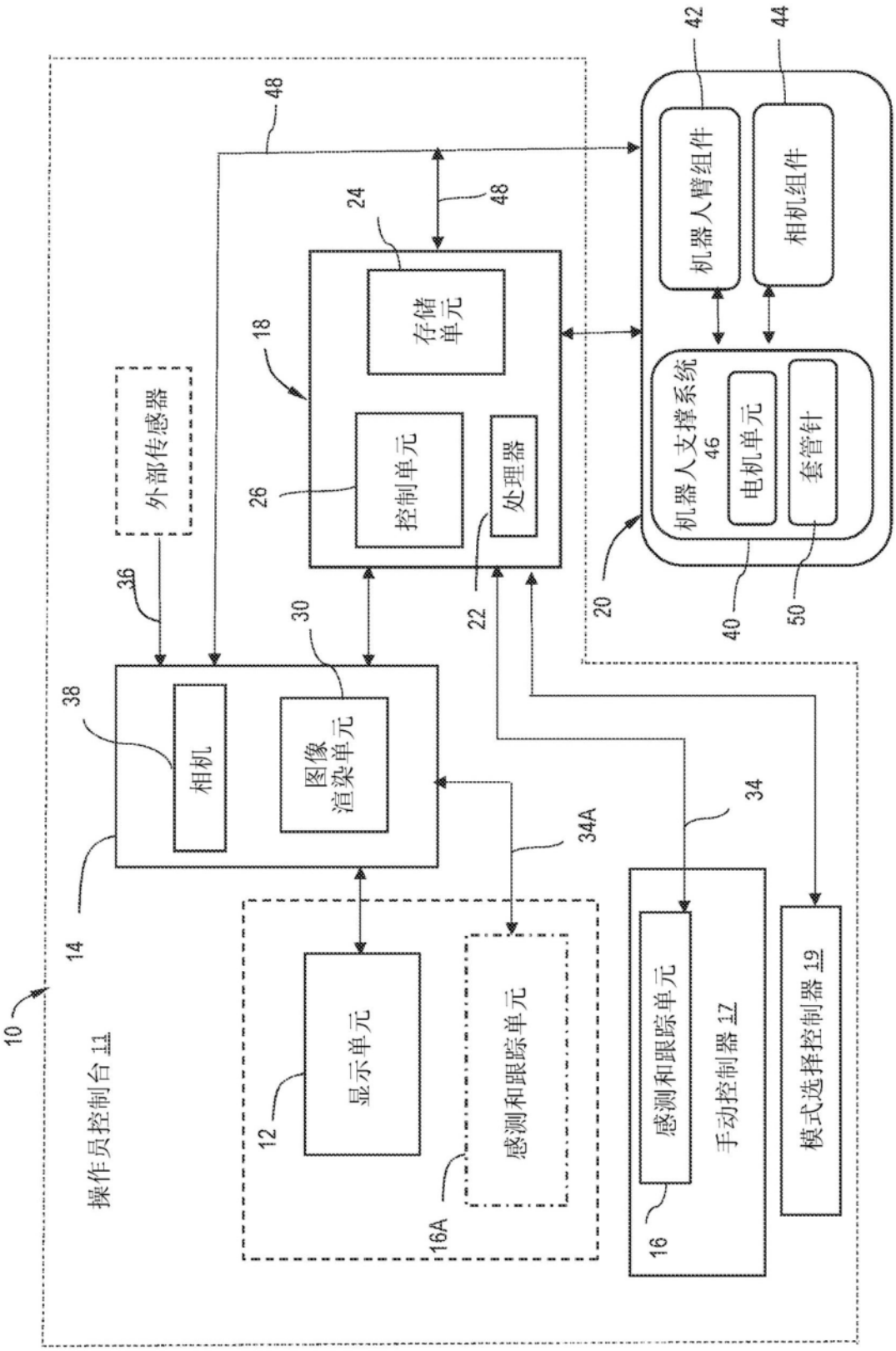

10
操作员控制台 11
14
显示单元
12
感测和跟踪单元
16A
34A
相机
图像渲染单元
38
30
36
外部传感器
处理器
控制单元
存储单元
18
24
26
22
48
48
20
机器人支撑系统
46
电机单元
套管针
机器人臂组件
相机组件
42
44
40
50
感测和跟踪单元
手动控制器 17
模式选择控制器 19
16
34

图1

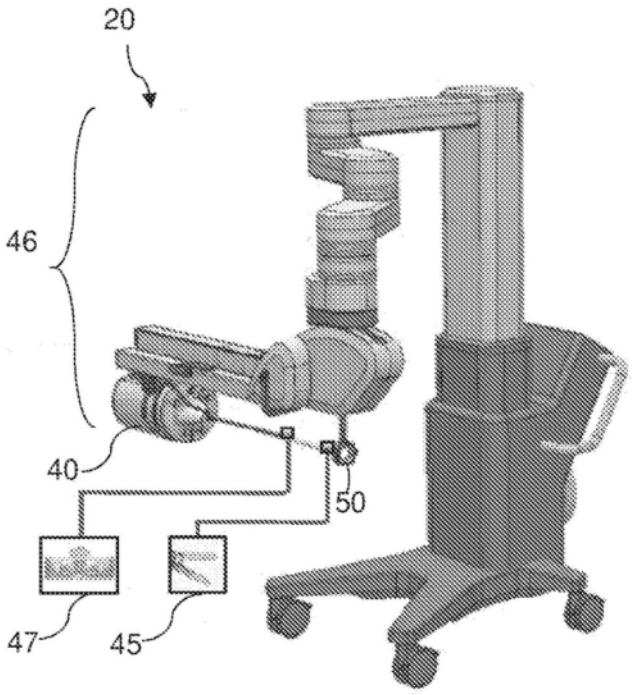


图2A

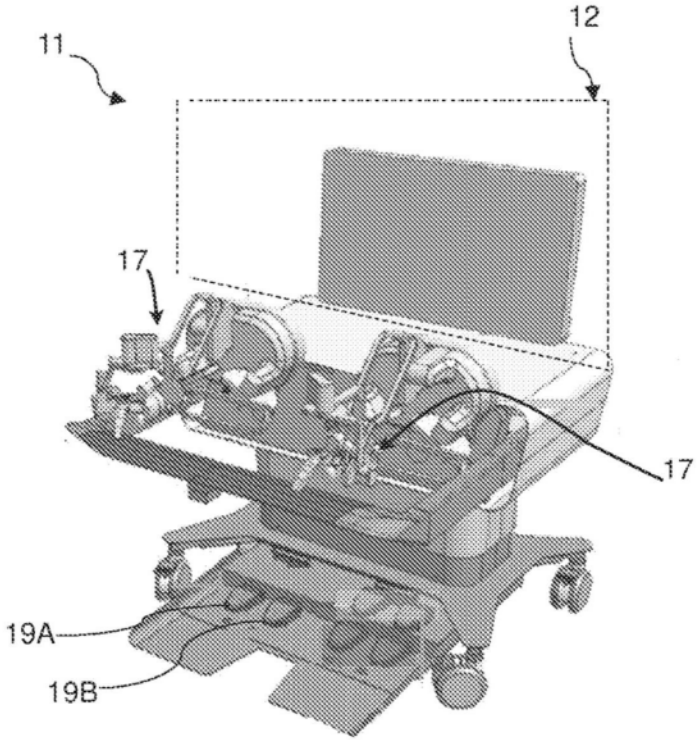


图2B

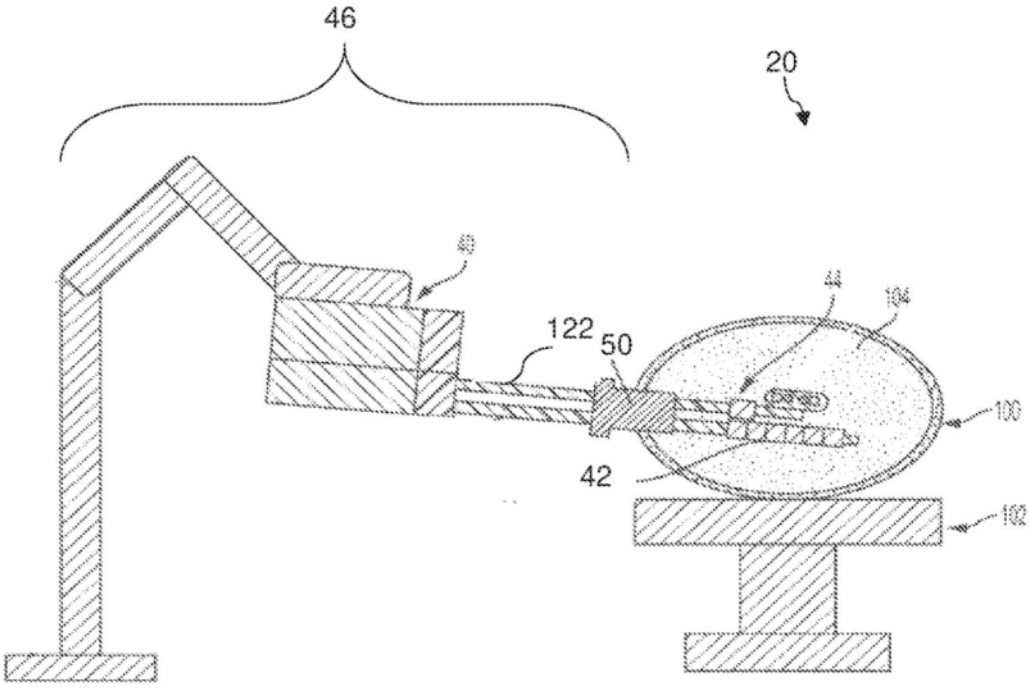


图3A

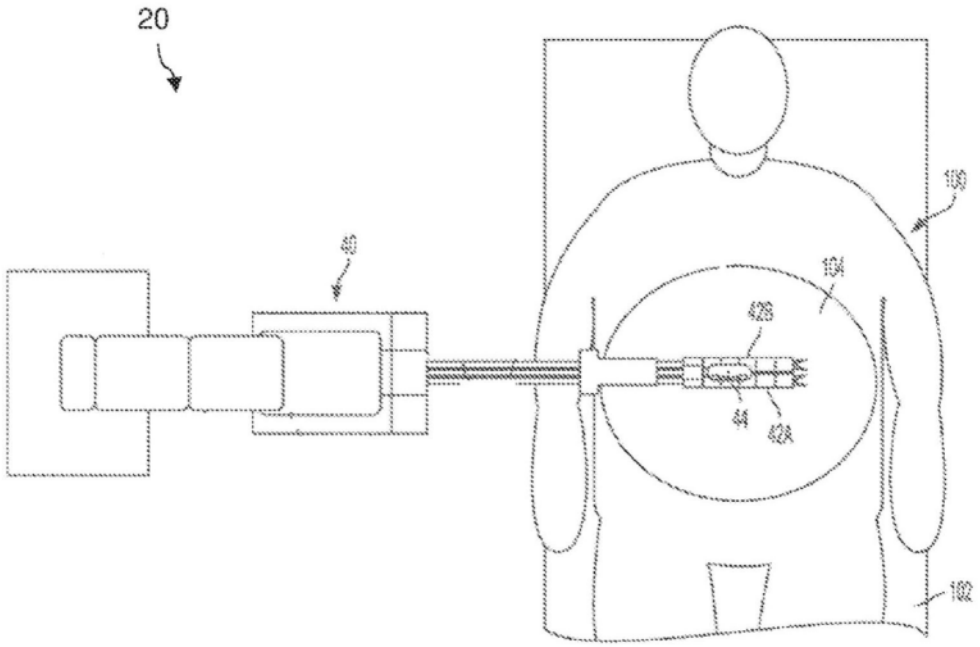


图3B

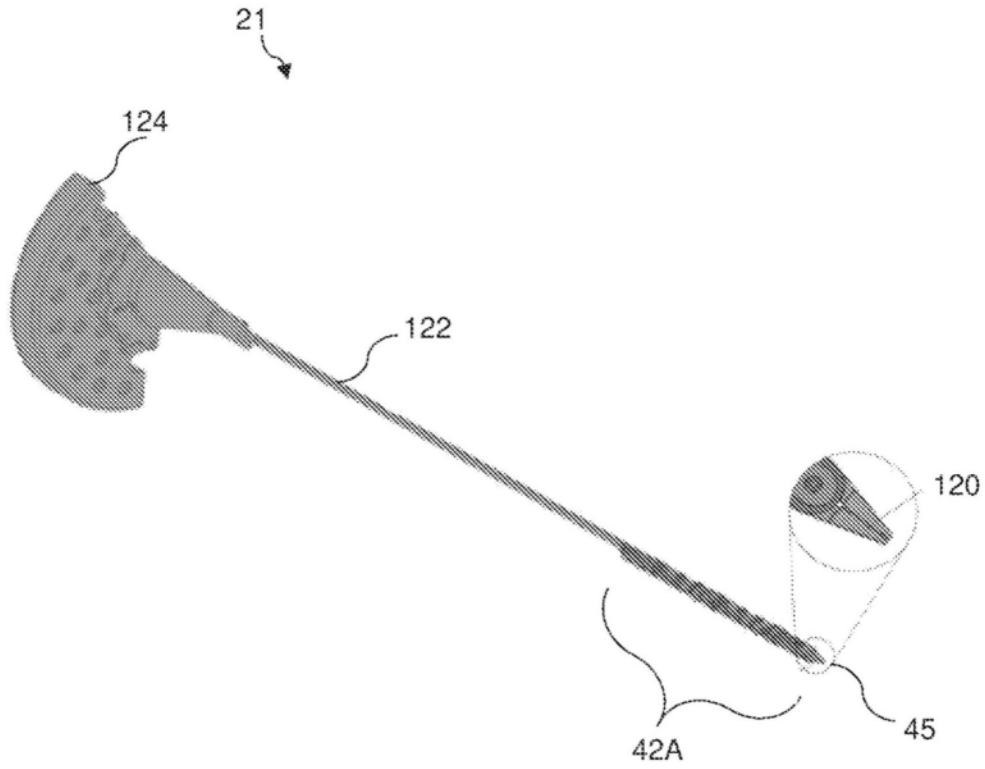


图4A

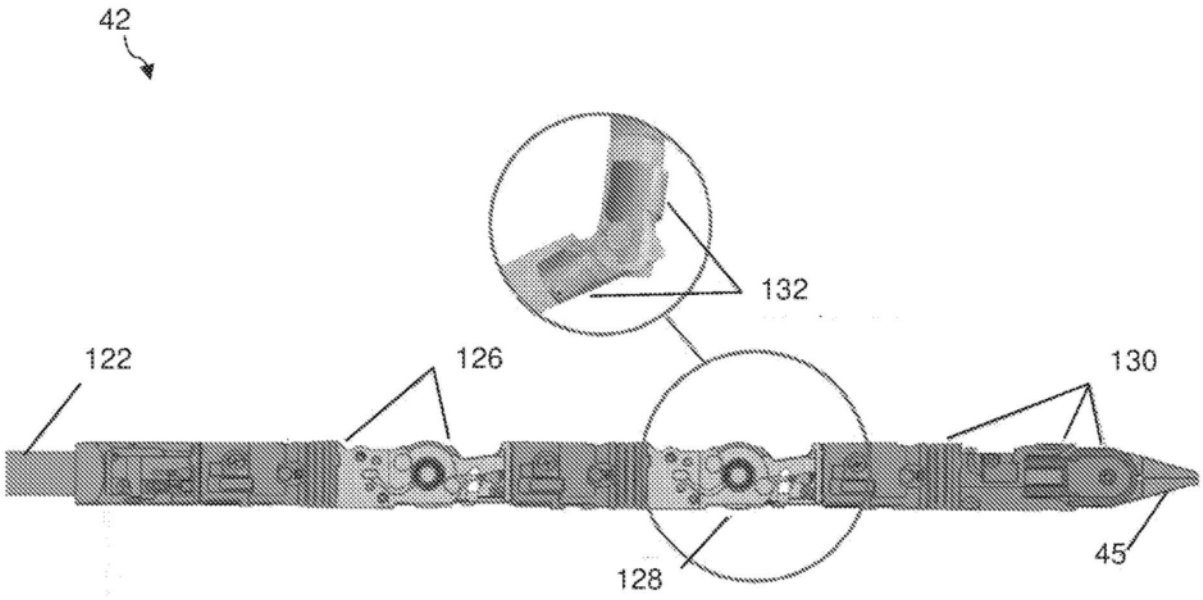


图4B

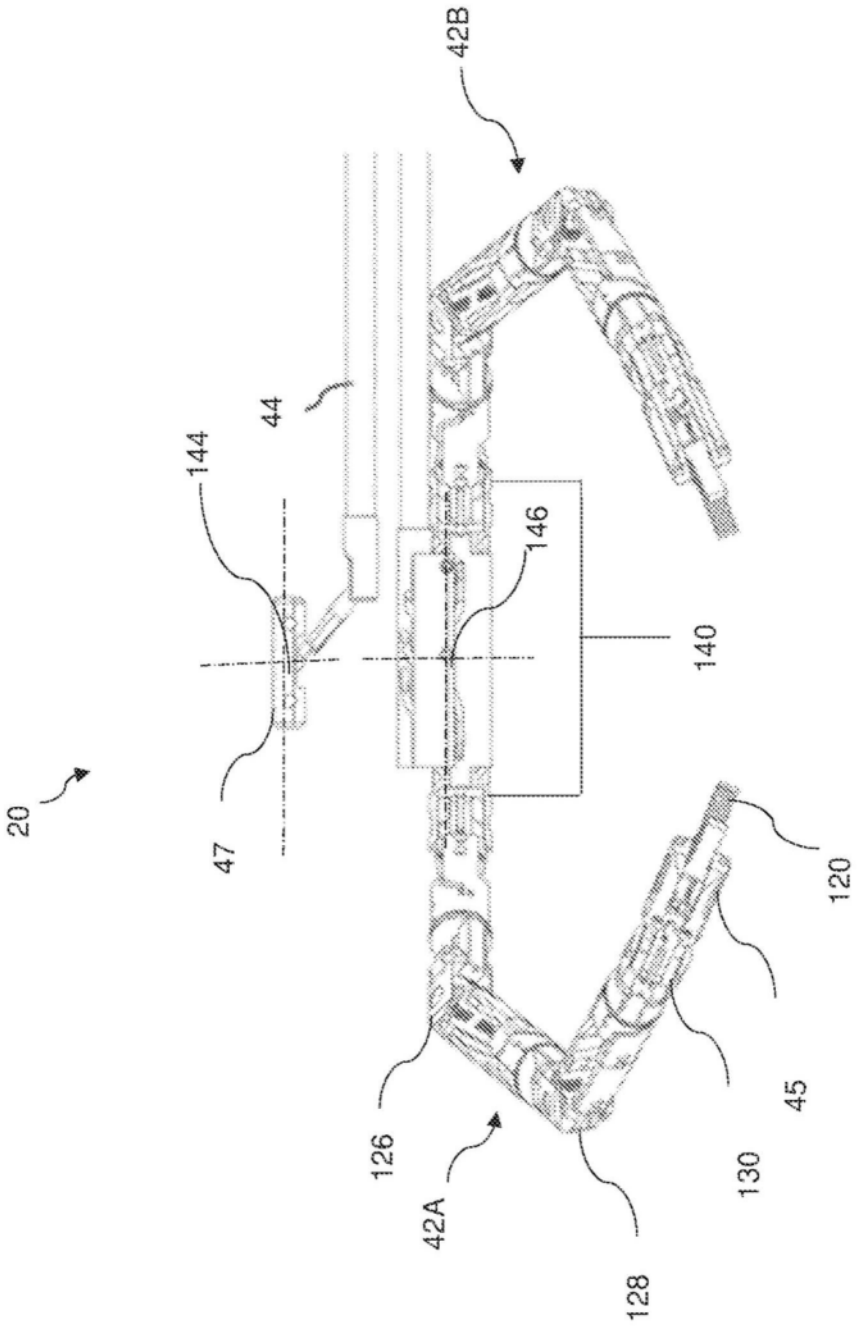


图5

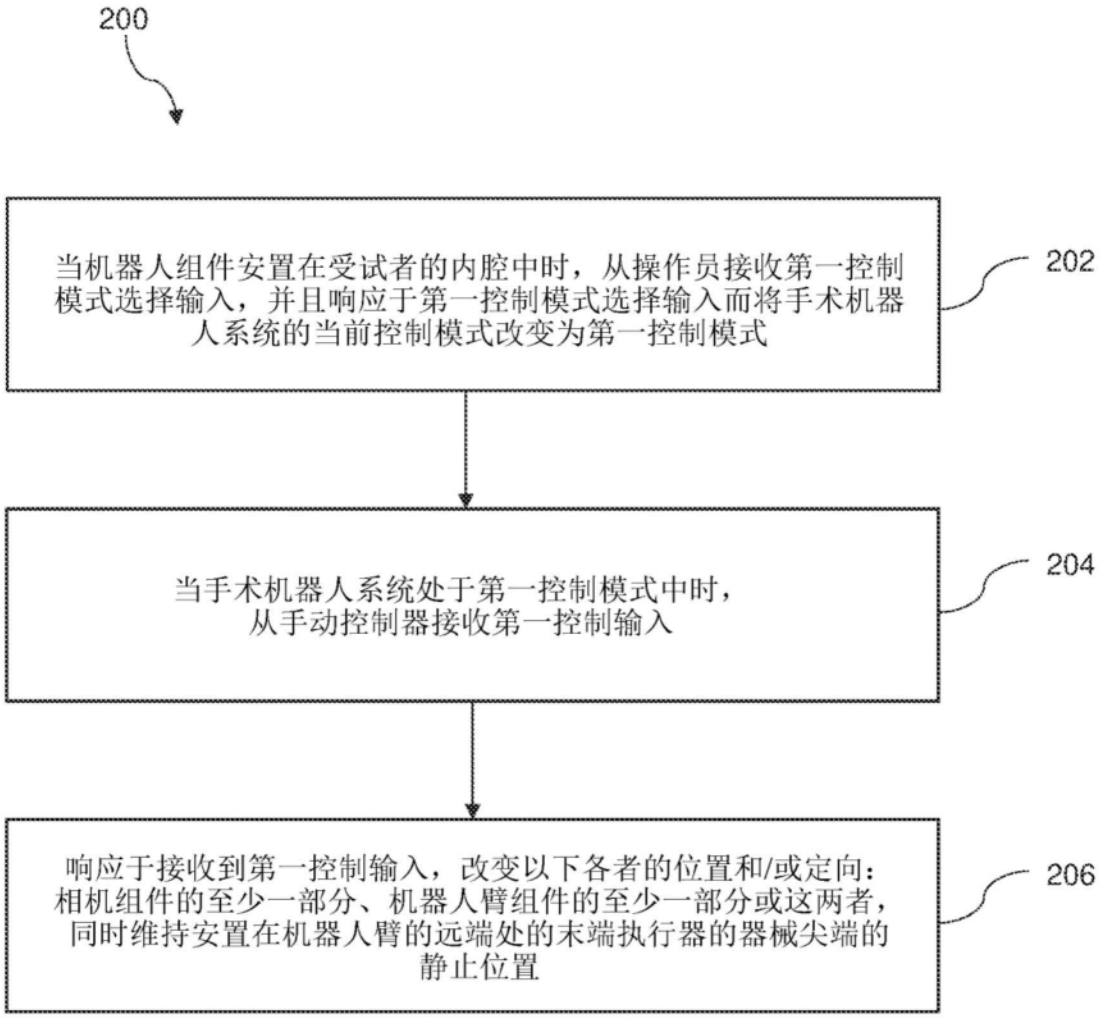

200
当机器人组件安置在受试者的内腔中时，从操作员接收第一控制模式选择输入，并且响应于第一控制模式选择输入而将手术机器人系统的当前控制模式改变为第一控制模式
202
当手术机器人系统处于第一控制模式中时，从手动控制器接收第一控制输入
204
响应于接收到第一控制输入，改变以下各者的位置和/或定向：相机组件的至少一部分、机器人臂组件的至少一部分或这两者，同时维持安置在机器人臂的远端处的末端执行器的器械尖端的静止位置
206

图6

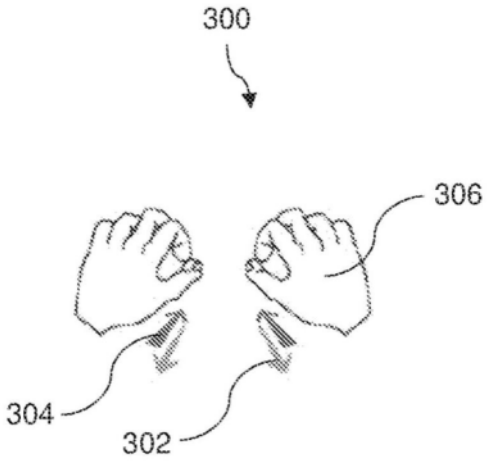

300
306
304
302

图7A

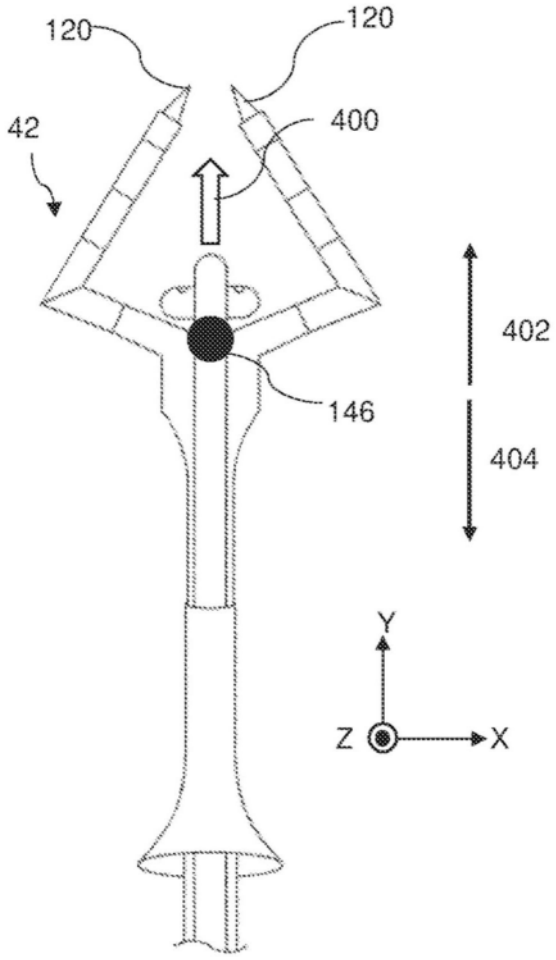


图7B

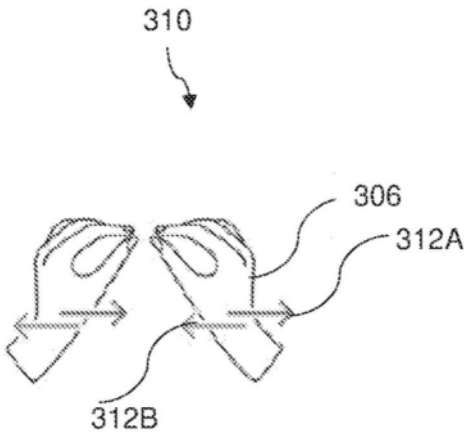


图8A

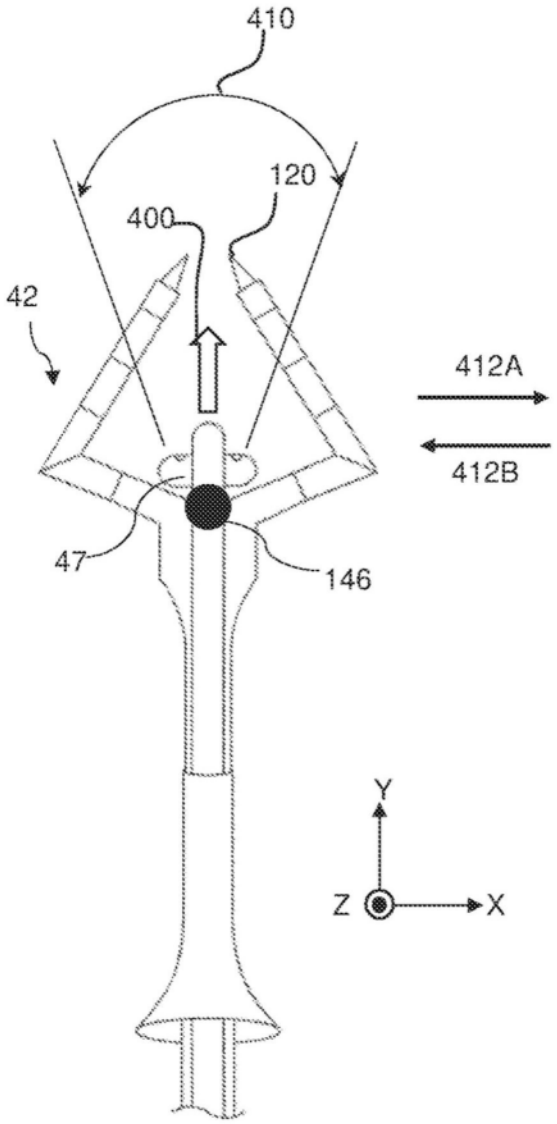


图8B

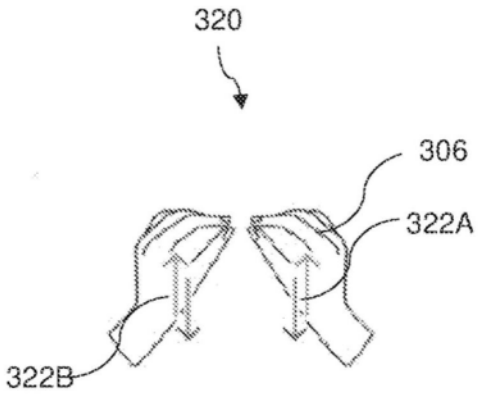


图9A

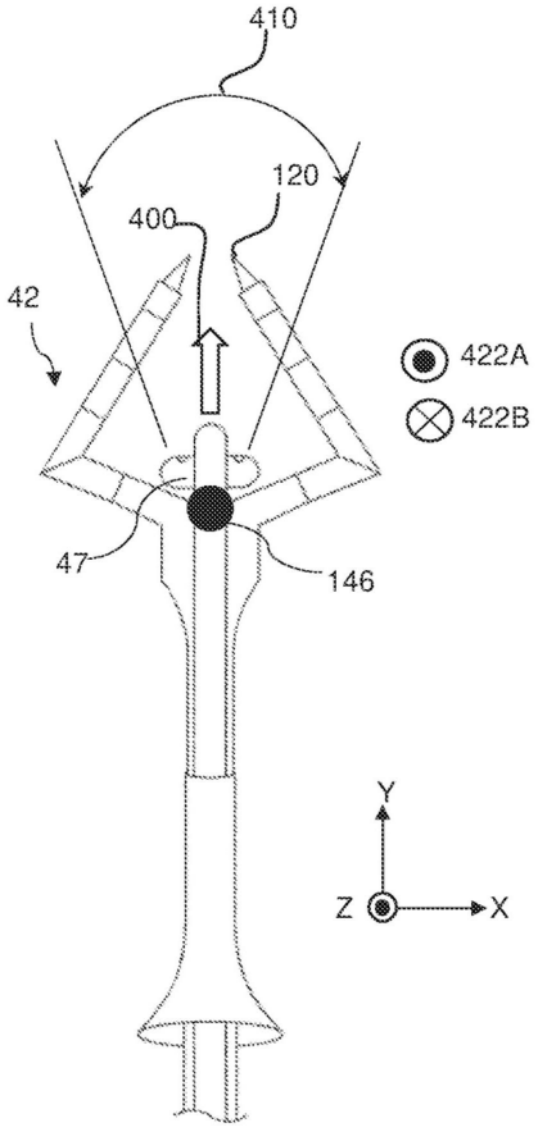

410
120
400
42
422A
422B
47
146
Y
Z
X

图9B

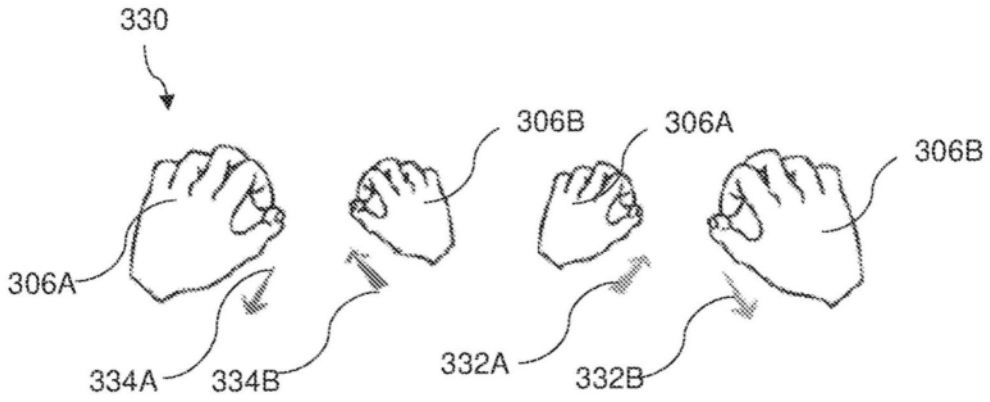

330
306B
306A
306B
306A
334A
334B
332A
332B

图10A

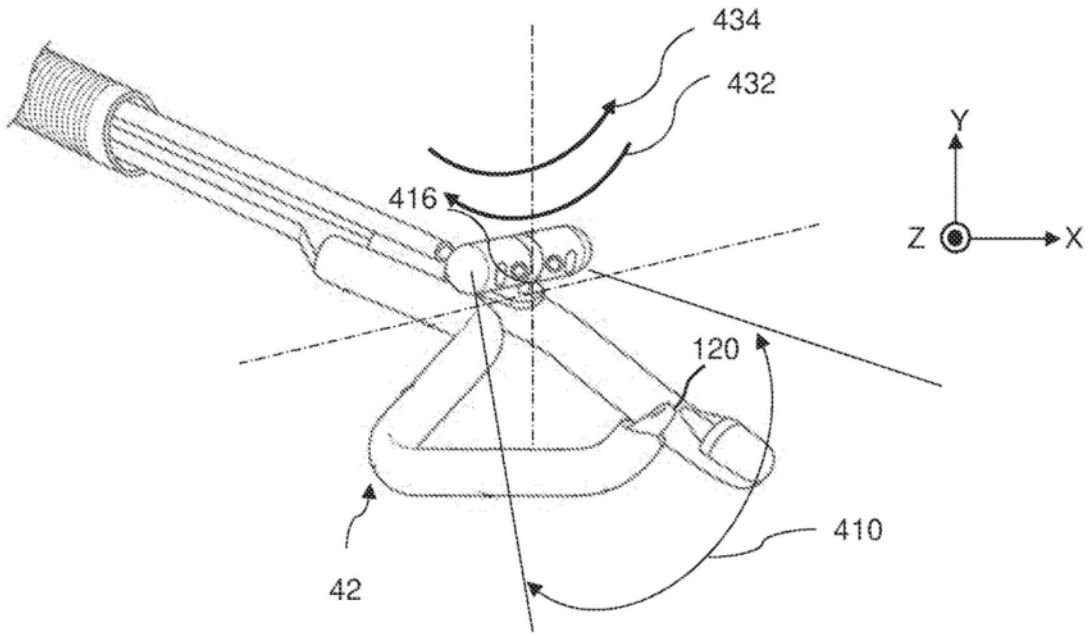


图10B

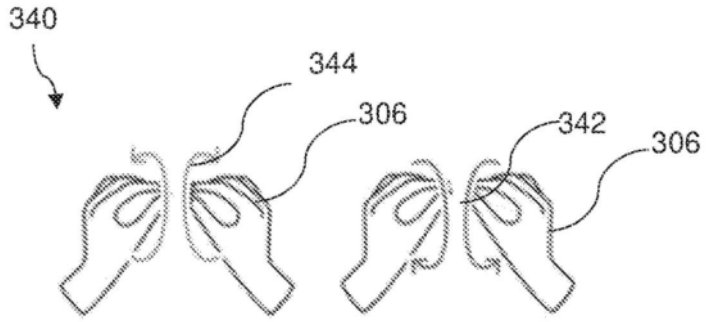


图11A

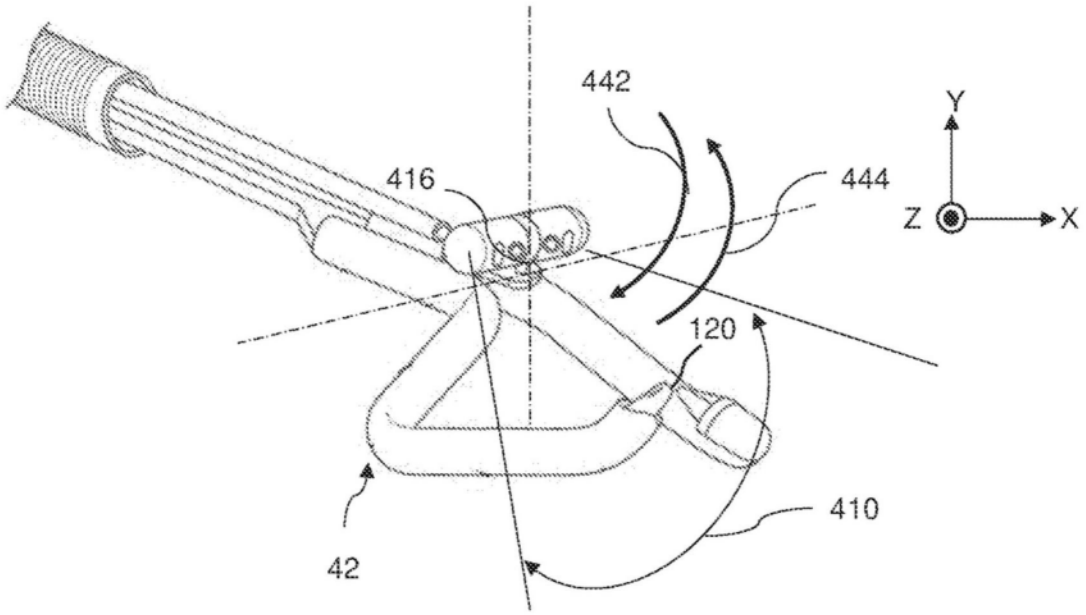

442
416
444
Y
Z
X
120
410
42

图11B

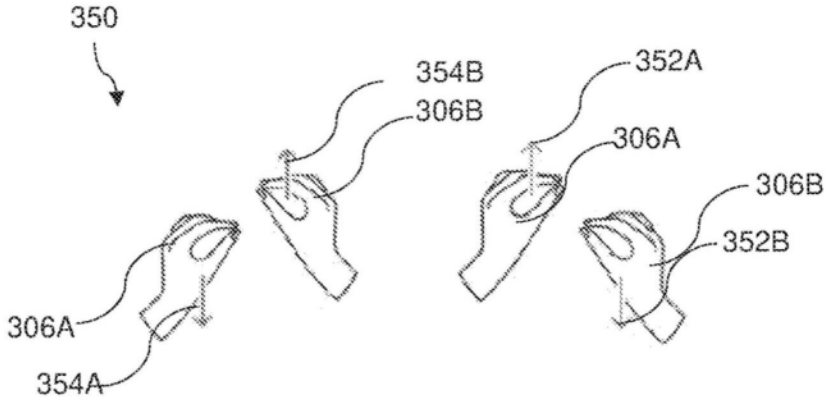

350
354B
306B
352A
306A
306B
352B
306A
354A

图12A

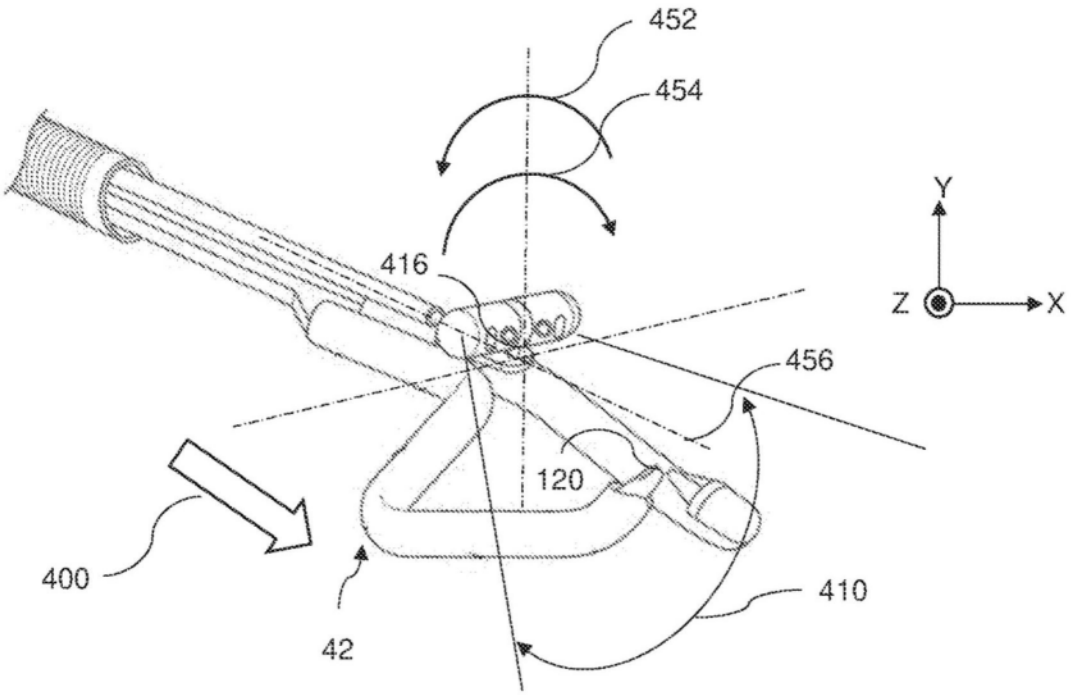

452
454
416
Y
Z
X
456
120
400
410
42

图12B

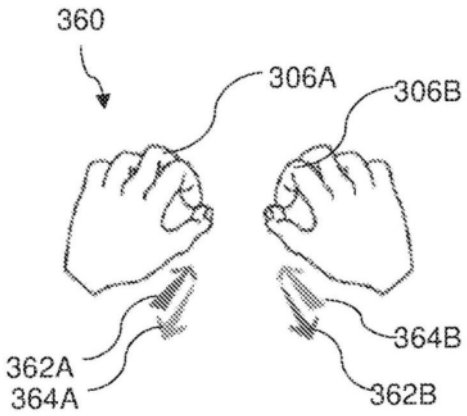

360
306A
306B
362A
364A
364B
362B

图13A

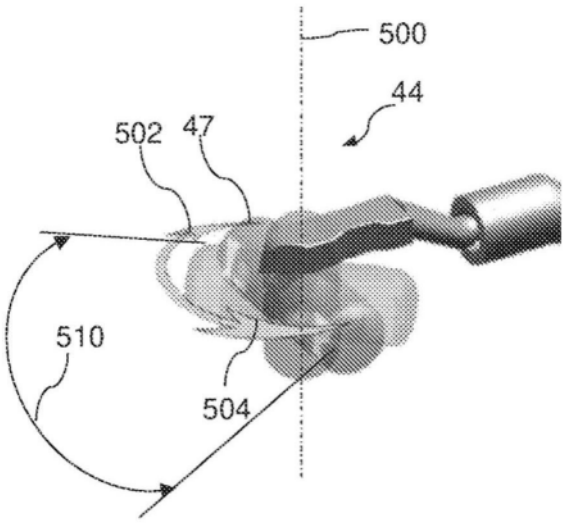


图13B

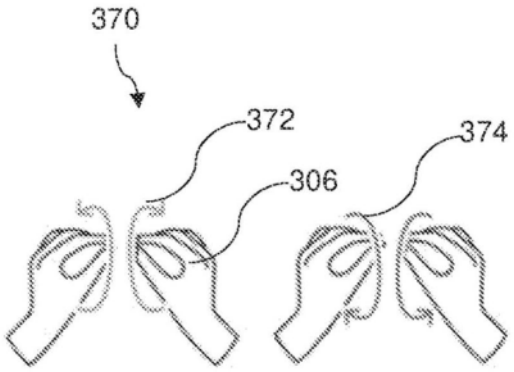


图13C

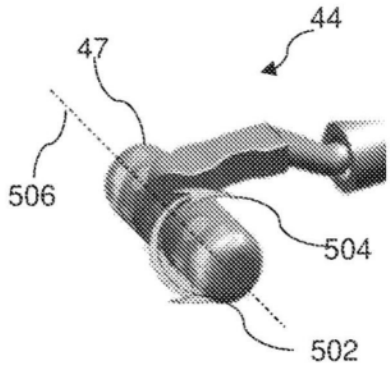


图13D

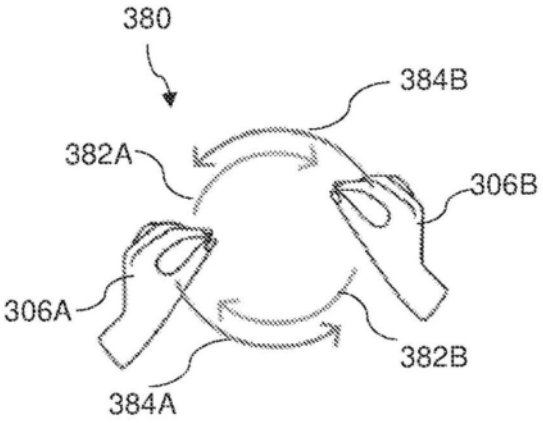


图13E

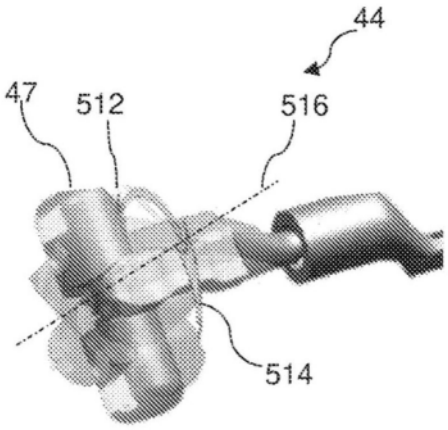


图13F

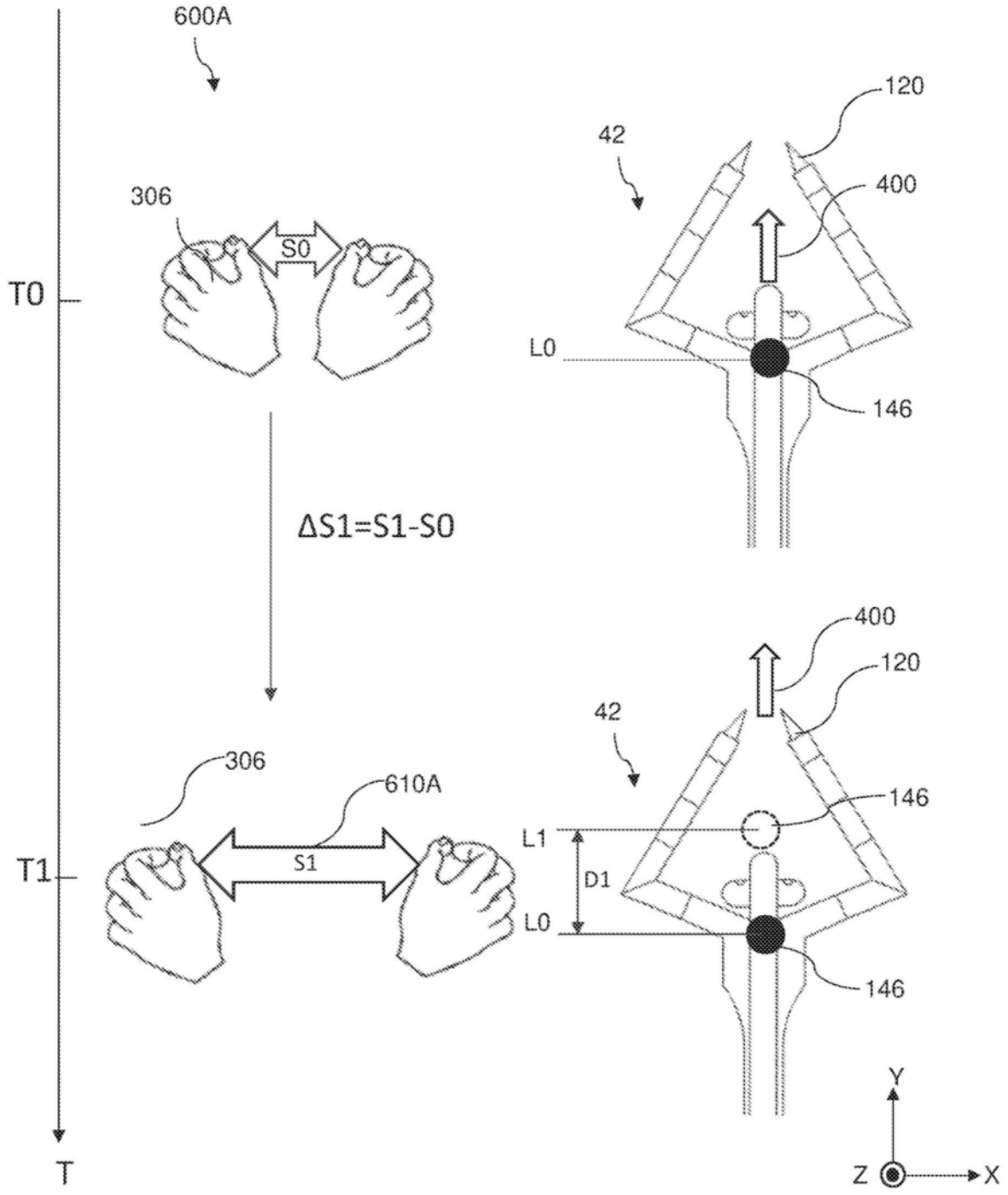

600A
306
S0
T0
ΔS1=S1-S0
306
610A
S1
T1
T
42
120
400
L0
146
400
120
42
146
L1
D1
L0
146
Y
Z
X

图14A

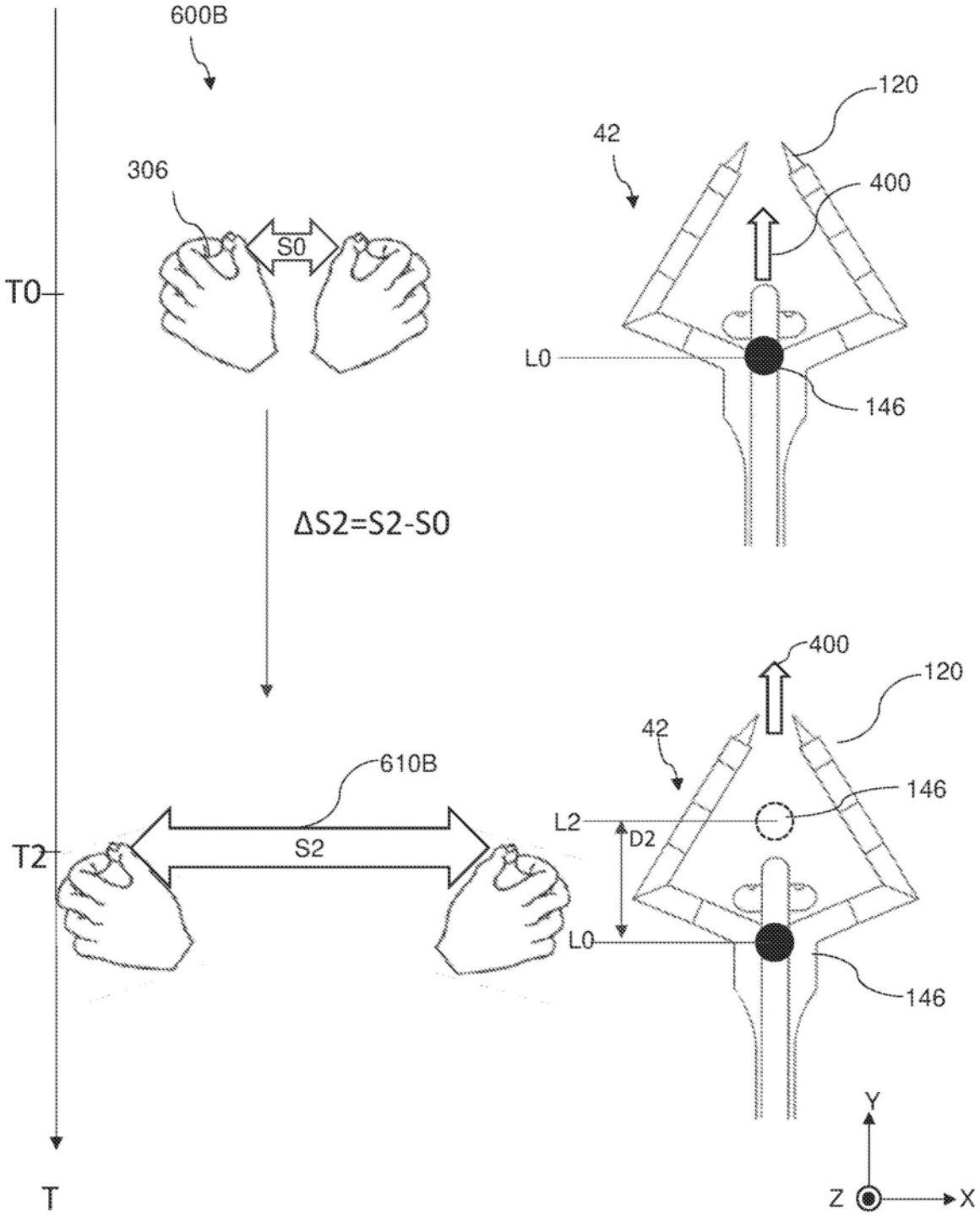


图14B

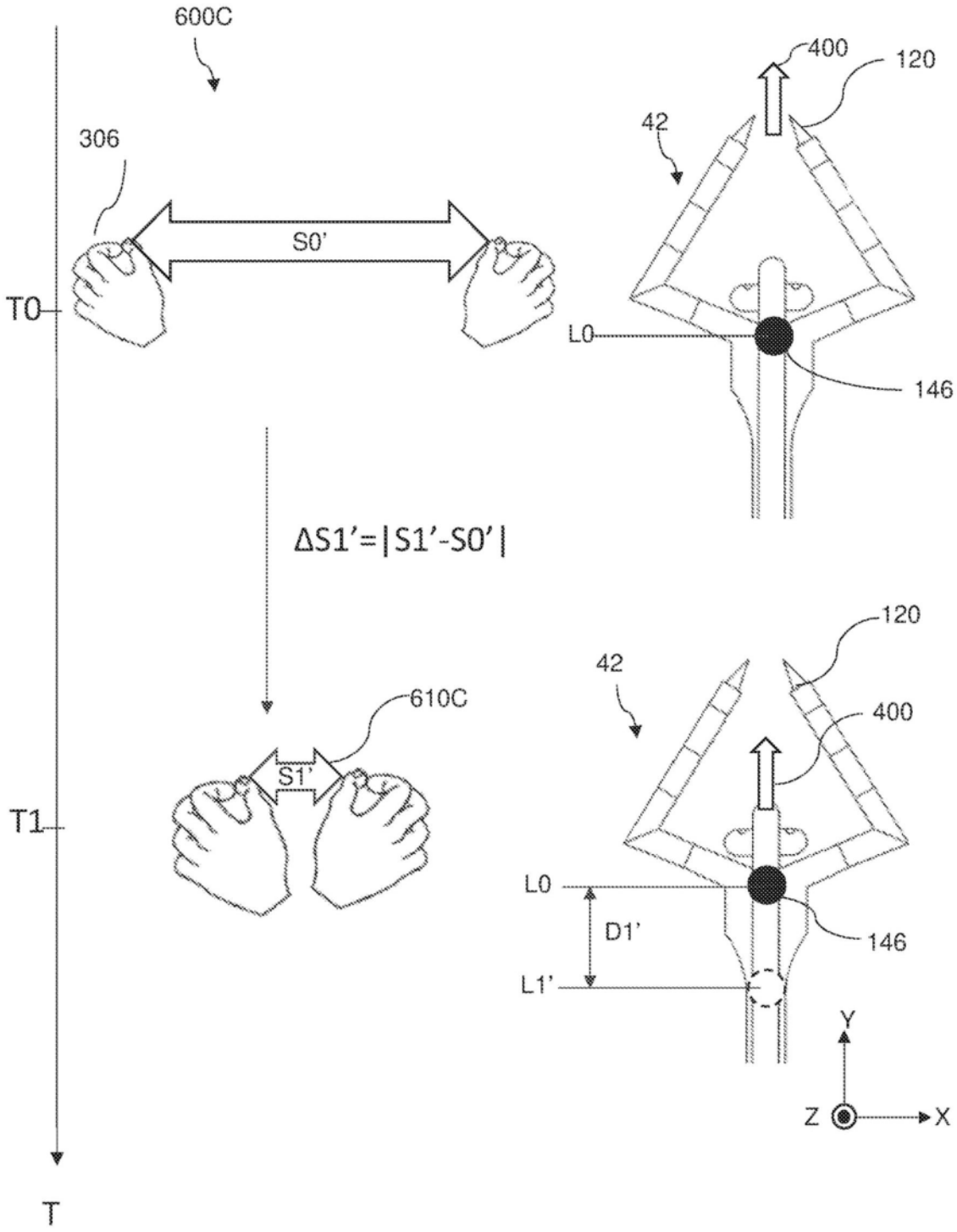

600C
306
S0'
T0
400
120
42
L0
146
ΔS1'=|S1'-S0'|
610C
S1'
T1
120
42
400
L0
D1'
L1'
146
Y
Z
X
T

图14C

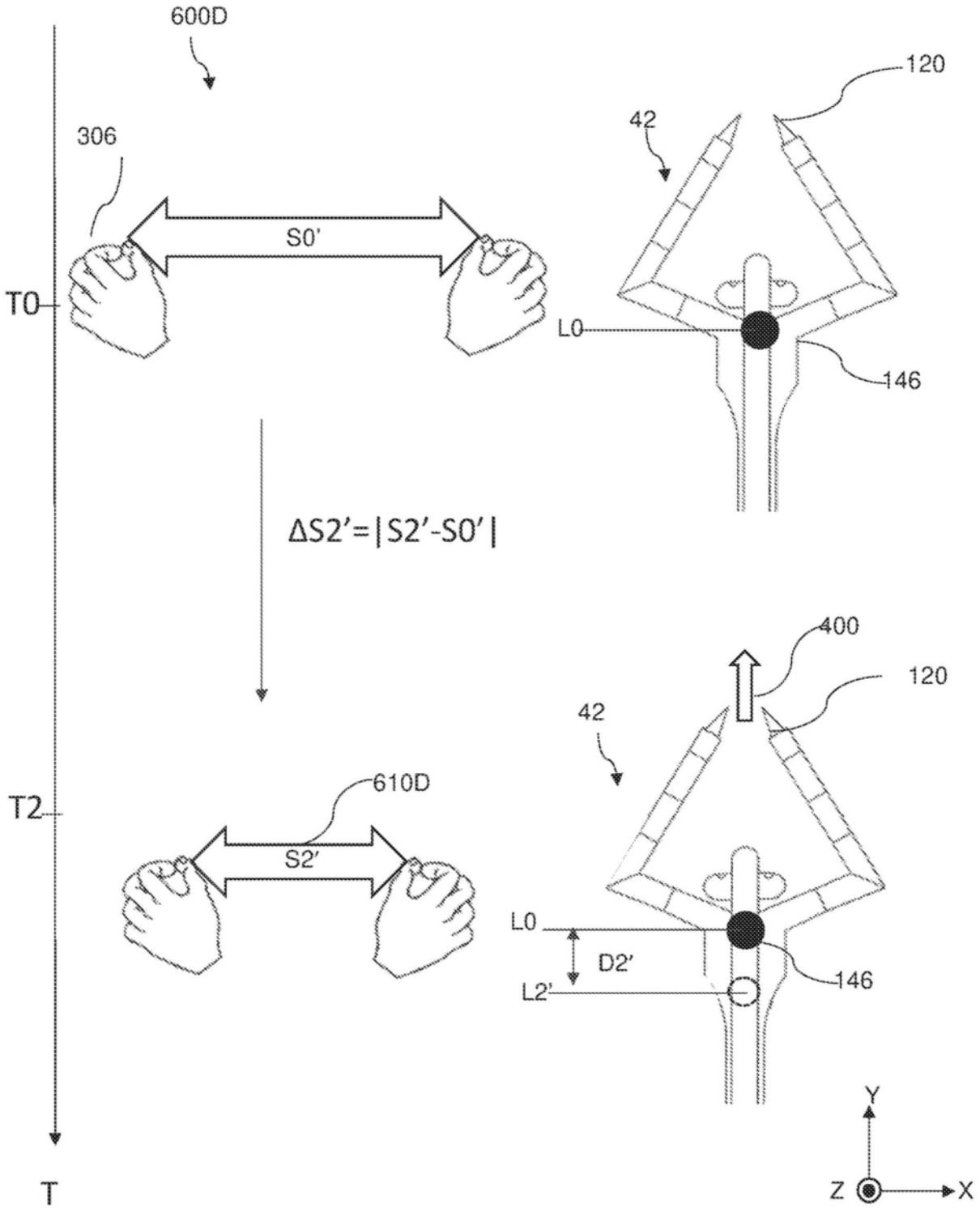

600D
306
S0'
T0
120
42
L0
146
ΔS2'=|S2'-S0'|
400
120
42
610D
T2
S2'
L0
D2'
L2'
146
Y
Z
X
T

图14D

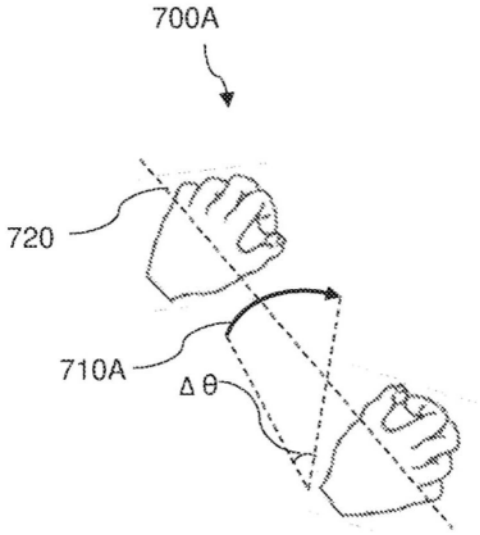


图15A

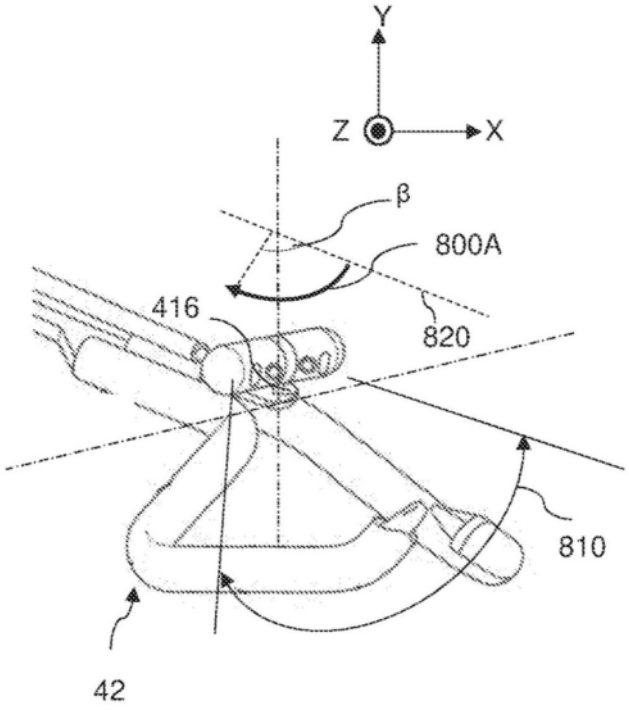


图15B

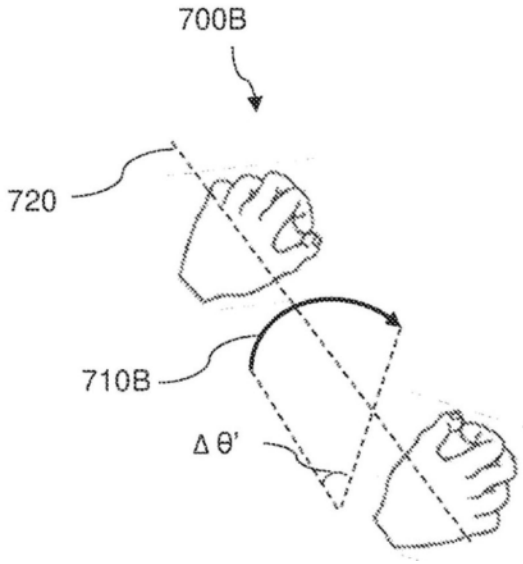


图15C

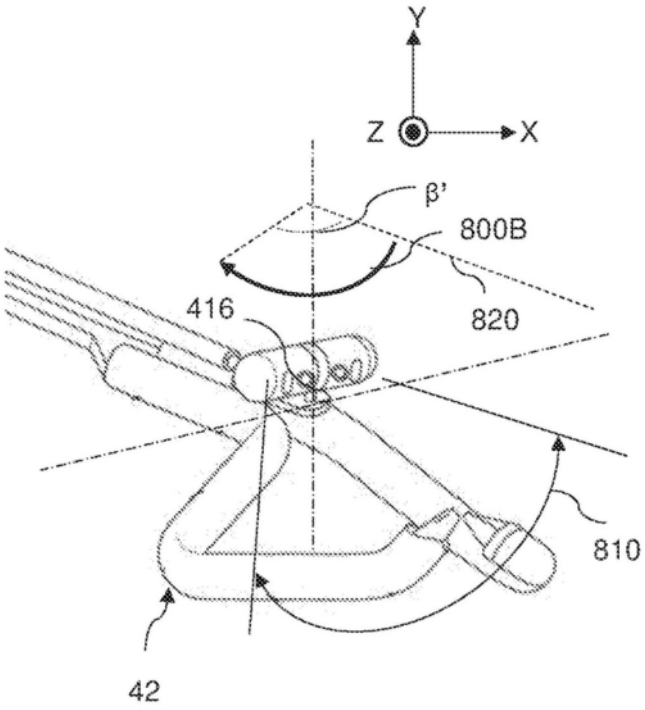


图15D

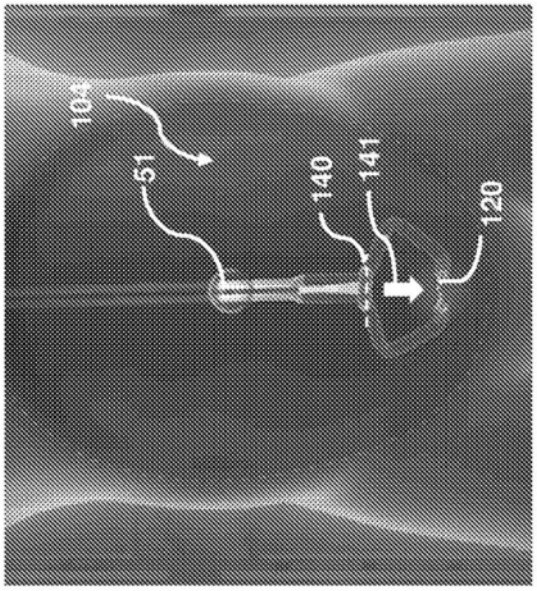


图16A

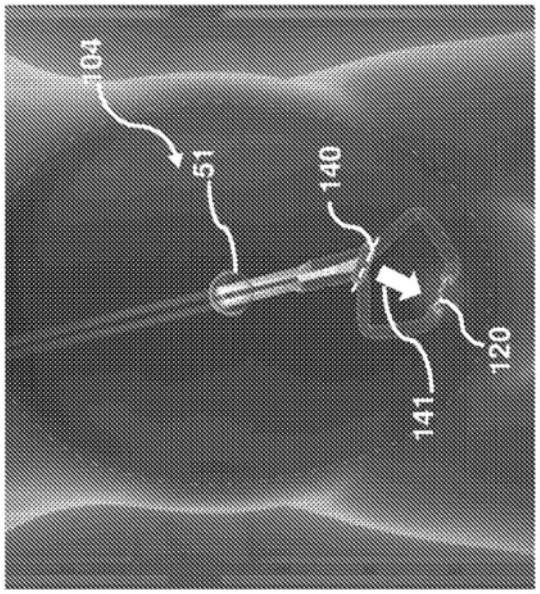


图16B

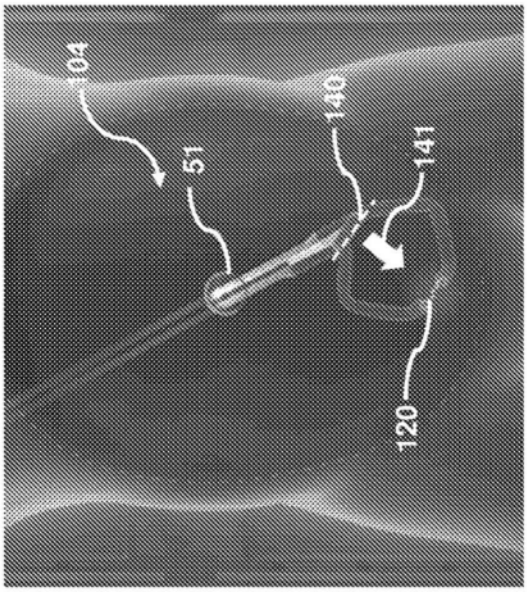


图16C

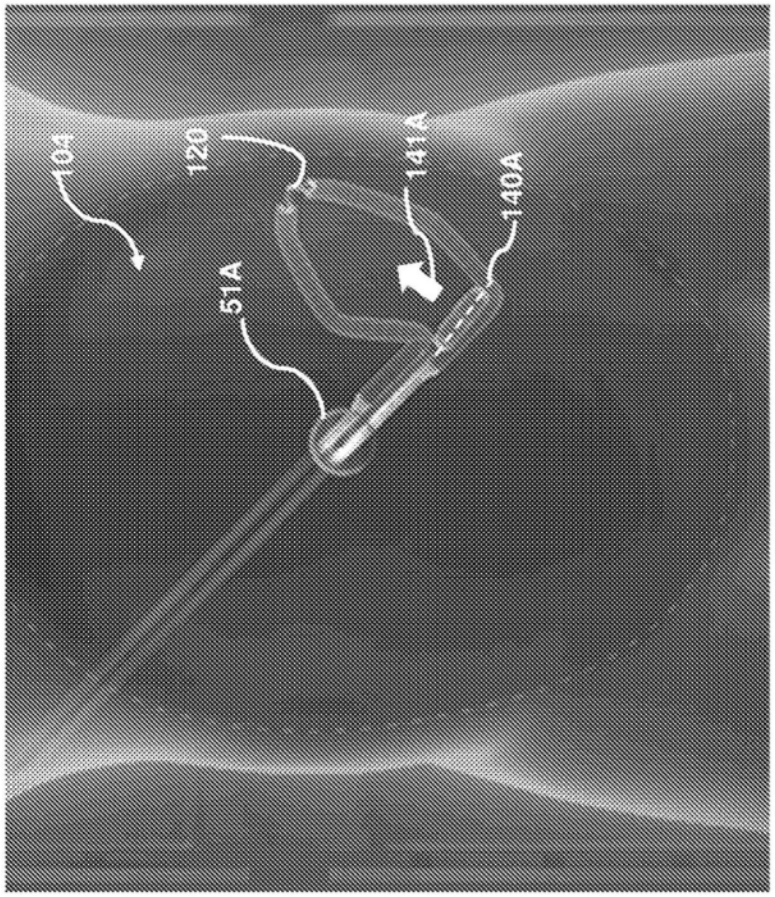


图17A

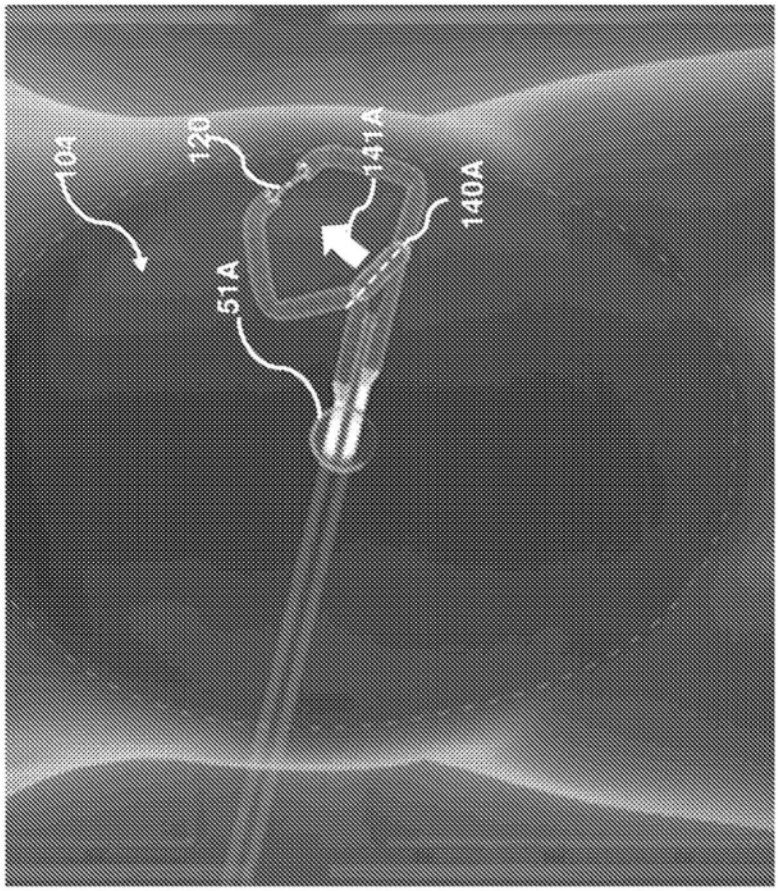


图17B

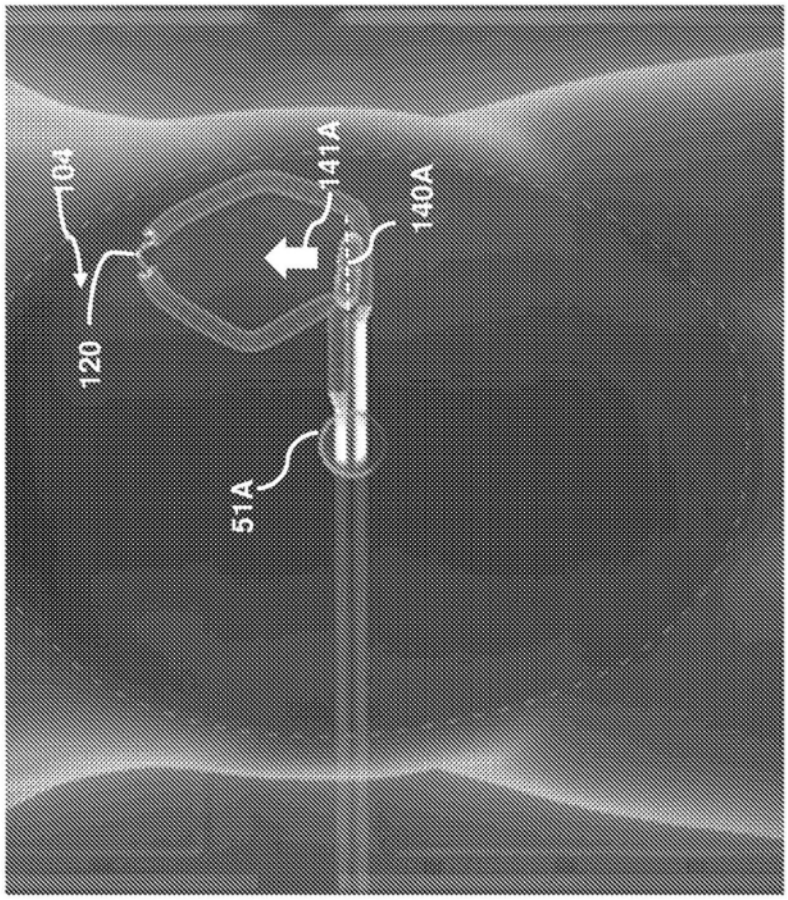


图17C

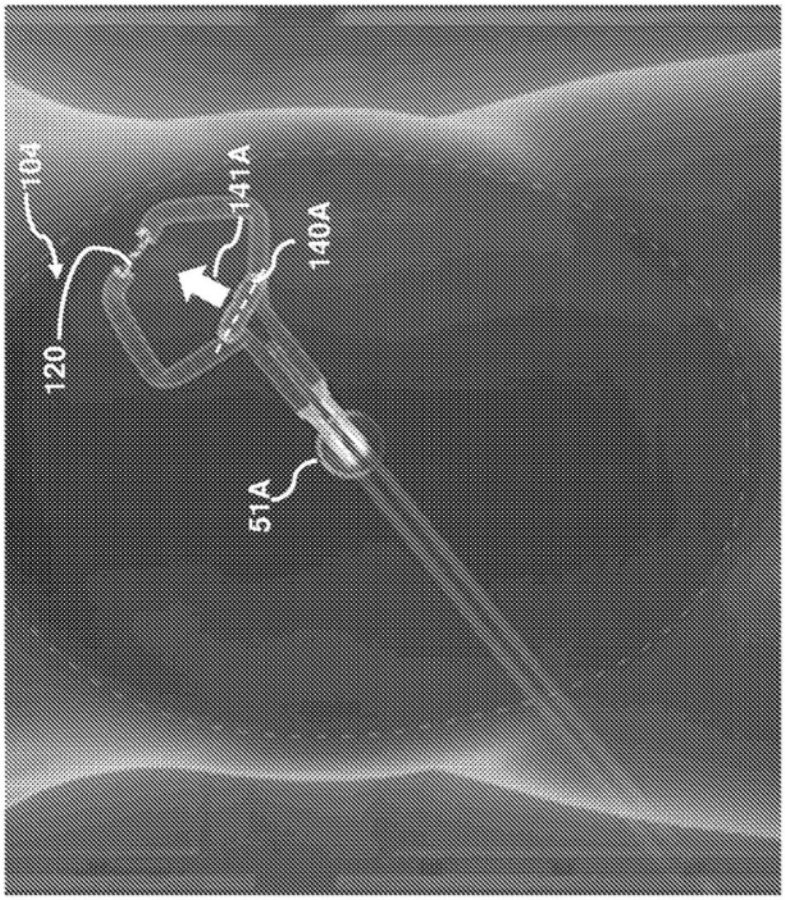


图17D

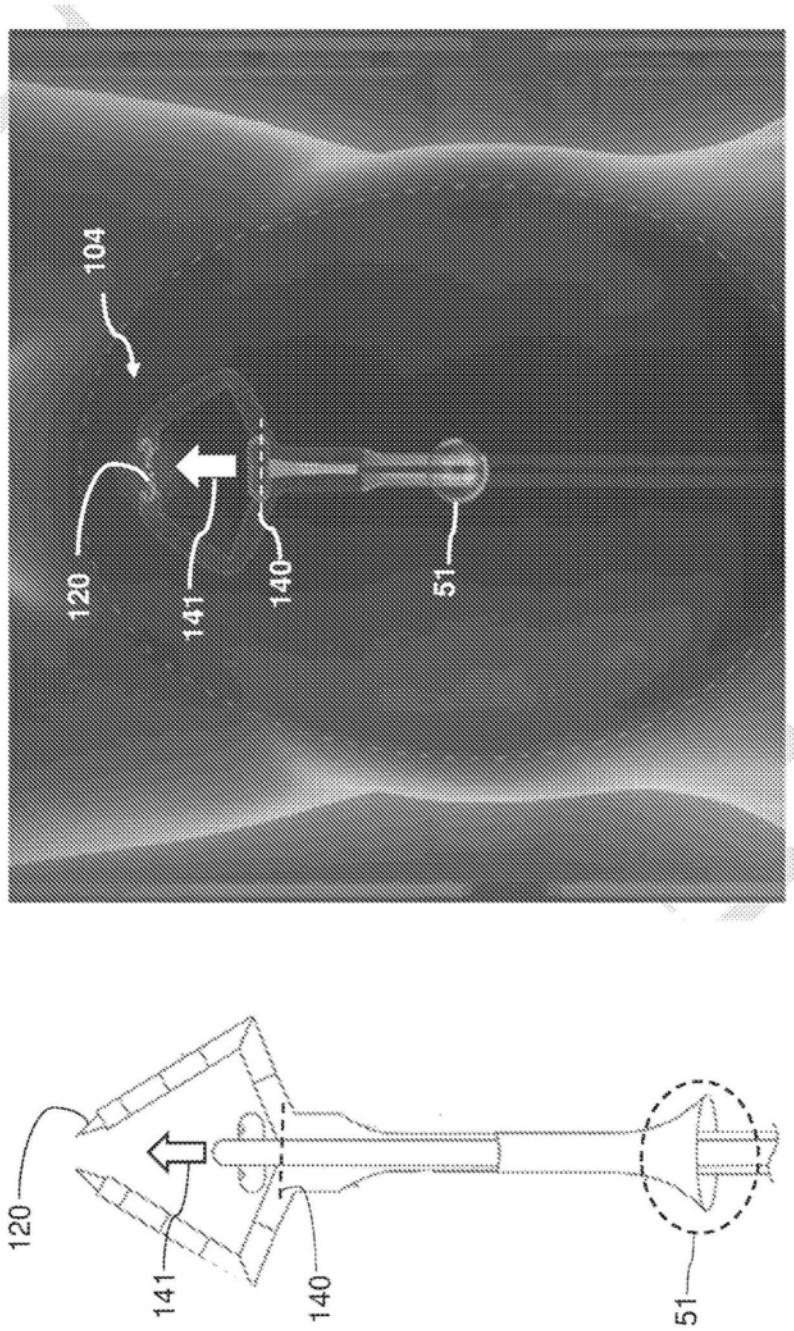
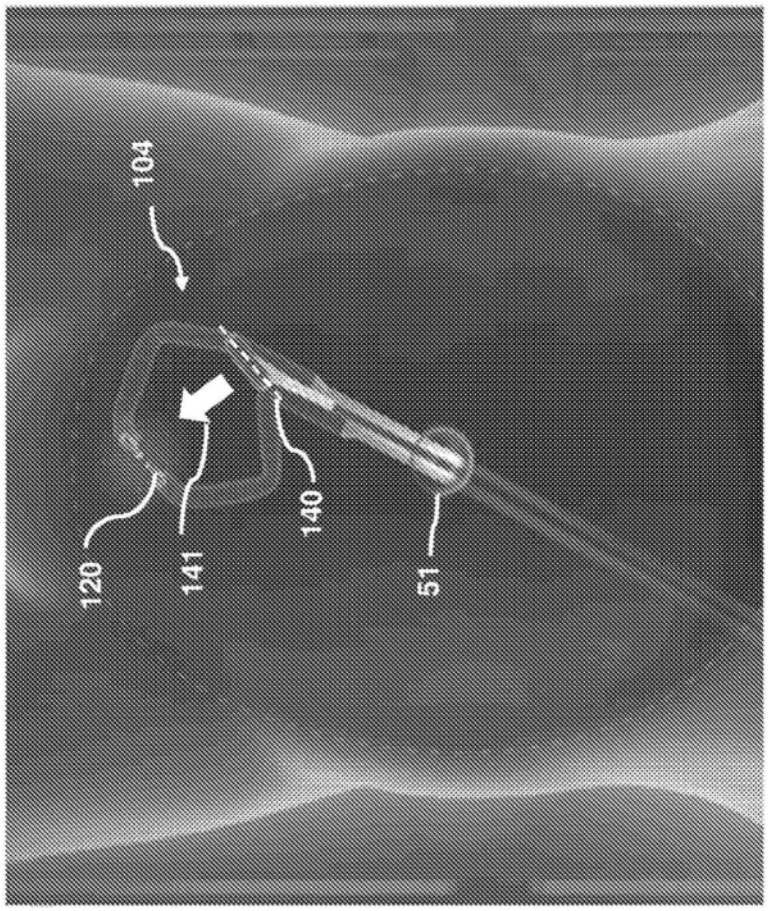


图18A



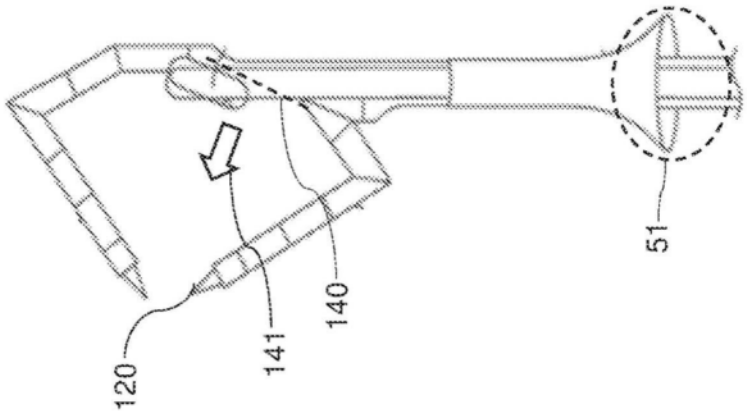


图18B

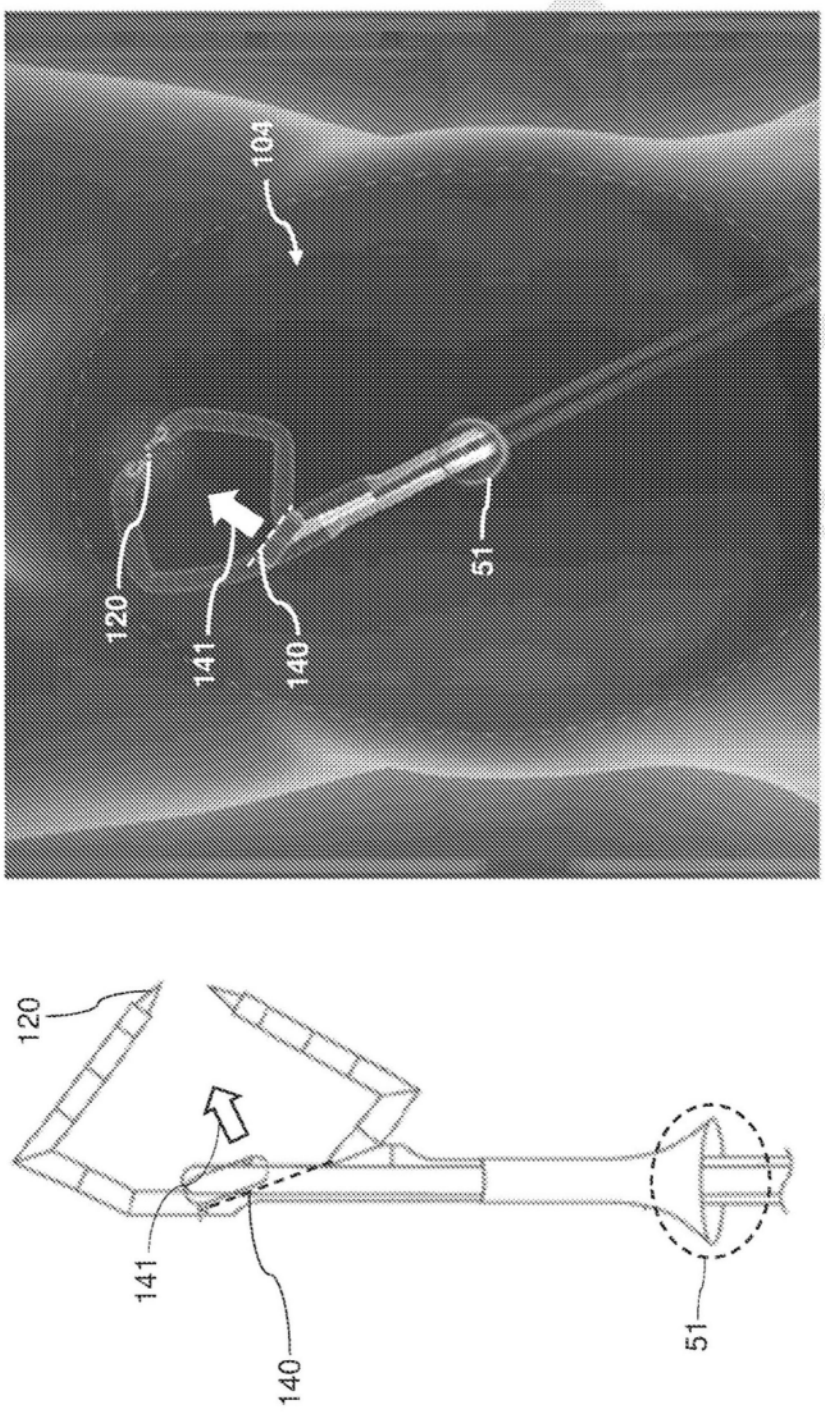


图18C

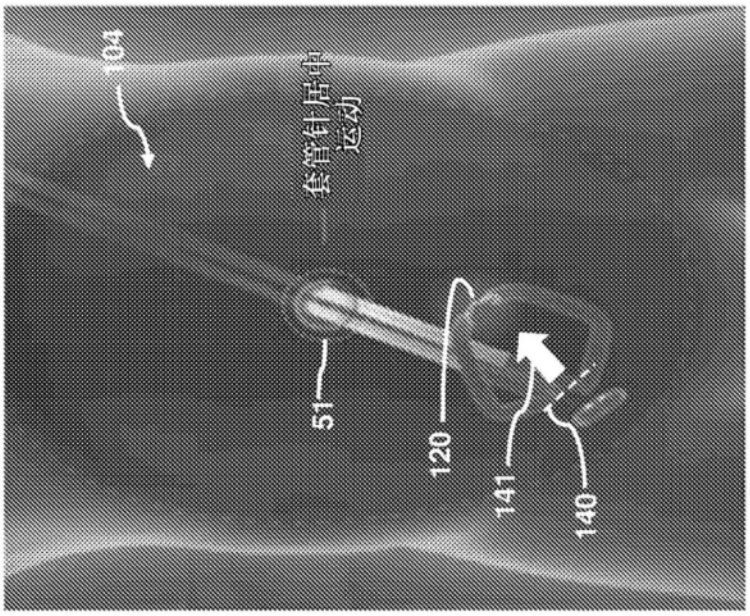

104
套管针居中运动
51
120
141
140

图19B

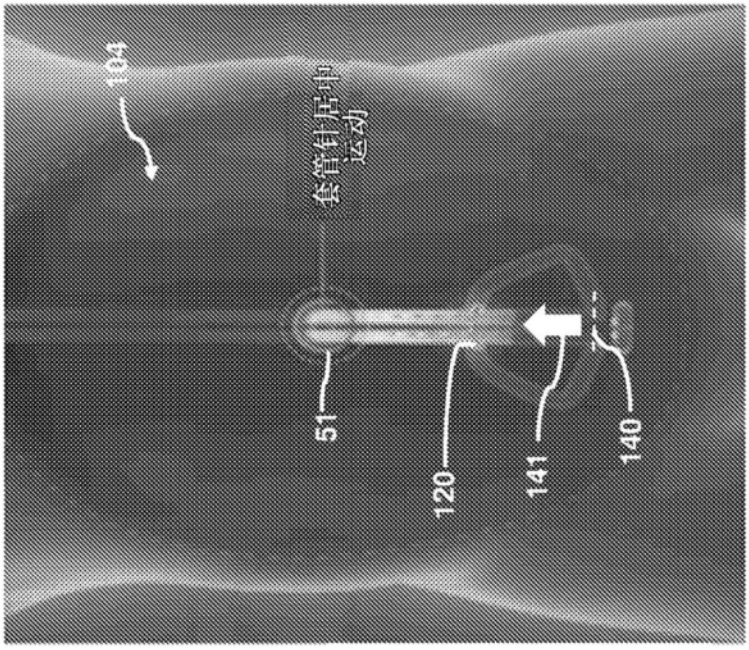
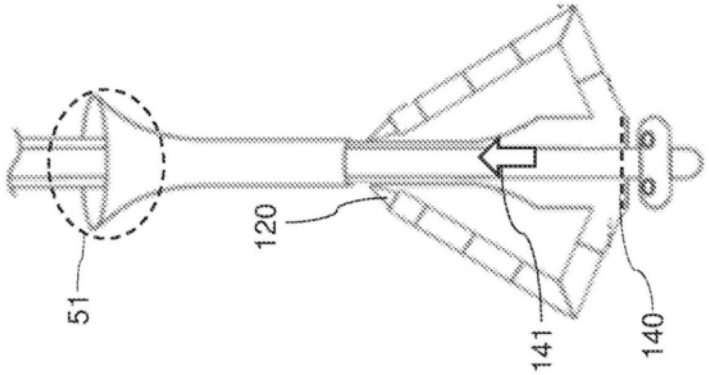

104
套管针居中运动
51
120
141
140

图19A


51
120
141
140

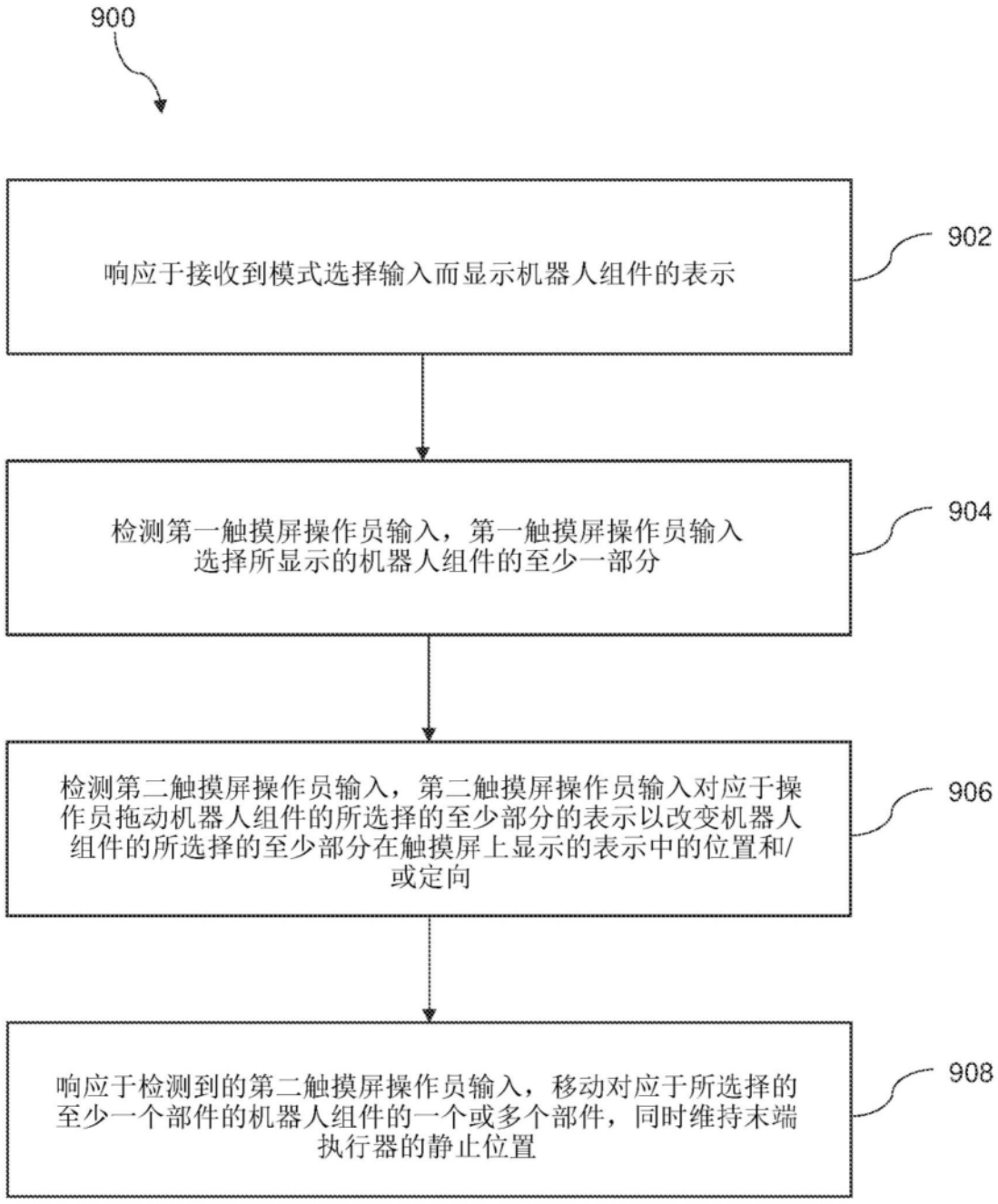

900
响应于接收到模式选择输入而显示机器人组件的表示
902
检测第一触摸屏操作员输入，第一触摸屏操作员输入选择所显示的机器人组件的至少一部分
904
检测第二触摸屏操作员输入，第二触摸屏操作员输入对应于操作员拖动机器人组件的所选择的至少部分的表示以改变机器人组件的所选择的至少部分在触摸屏上显示的表示中的位置和/或定向
906
响应于检测到的第二触摸屏操作员输入，移动对应于所选择的至少一个部件的机器人组件的一个或多个部件，同时维持末端执行器的静止位置
908

图20