(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114449958 A
(43)申请公布日 2022.05.06

(21)申请号 202080067228.6
(22)申请日 2020.09.25
(30)优先权数据
62/906982 2019.09.27 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.25
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/059009 2020.09.25
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/059238 EN 2021.04.01
(71)申请人 奥瑞斯健康公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 A·T·哈桑 T·M·舒赫
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 石宏宇 杨忠
(51)Int.Cl.
A61B 17/02(2006.01)
A61B 34/30(2016.01)
A61B 34/00(2016.01)
A61B 34/20(2016.01)

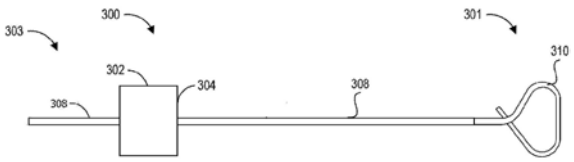
权利要求书4页 说明书24页 附图28页

(54)发明名称

机器人致动的医疗牵开器

(57)摘要

本申请的系统、装置和方法涉及机器人致动的肝脏牵开器。机器人医疗系统可包括第一机器人臂和医疗器械，该医疗器械包括：器械柄部，该器械柄部被配置成附接到该机器人臂的远侧端部；刚性近侧部分，该刚性近侧部分从该器械柄部延伸；和远侧部分，该远侧部分被配置成在机器人医疗规程期间支撑肝脏。



CN 114449958 A

1.一种用于机器人使能的医疗规程的方法,所述方法包括:

将肝脏牵开器的远侧部分插入到患者体内;

用所述肝脏牵开器的所述远侧部分支撑所述患者的肝脏;

将所述肝脏牵开器附接到机器人臂;以及

使用所述机器人臂利用所述肝脏牵开器重新定位所述肝脏。

2.根据权利要求1所述的方法,其中附接所述肝脏牵开器包括将所述肝脏牵开器附接到定位在所述机器人臂上的无菌适配器。

3.根据权利要求2所述的方法,还包括将所述无菌适配器附接到所述机器人臂的器械驱动器。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中:

将所述肝脏牵开器附接到所述机器人臂发生在将所述肝脏牵开器的所述远侧部分插入到所述患者体内之前;并且

将所述肝脏牵开器的所述远侧部分插入到所述患者体内使用所述机器人臂被机器人执行。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的方法,还包括重新定位所述机器人臂的至少一个区段,同时保持所述肝脏牵开器的位置和取向,以避免所述机器人臂与另一对象之间的碰撞。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中所述肝脏牵开器的所述远侧部分是能够进行关节运动的,并且所述方法还包括:

利用所述机器人臂上的器械驱动器使所述肝脏牵开器的所述远侧部分进行机器人关节运动。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法,还包括将所述肝脏牵开器的所述远侧部分附接到所述肝脏牵开器的近侧部分。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的方法,还包括:

将所述肝脏牵开器的所述远侧部分与所述肝脏牵开器的近侧部分分离,以及

将另一个远侧部分附接到所述近侧部分。

9.根据权利要求8所述的方法,还包括处置所分离的远侧部分。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的方法,还包括:

使所述肝脏牵开器的所述远侧部分进行关节运动以在所述远侧部分定位在所述患者体内时随后形成环;以及

用所述环支撑所述肝脏。

11.根据权利要求10所述的方法,其中所述环包括闭环。

12.根据权利要求10所述的方法,其中所述环为大体上三角形的环。

13.根据权利要求1至10中任一项所述的方法,其中所述肝脏牵开器的所述远侧部分包括开环。

14.根据权利要求1至13中任一项所述的方法,还包括:

将附接到另一机器人臂的腹腔镜工具插入到所述患者体内;以及

在所述肝脏牵开器的所述远侧部分支撑所述肝脏的同时用所述腹腔镜工具执行医疗规程。

15.根据权利要求1至14中任一项所述的方法,还包括远程控制所述肝脏牵开器。

16.一种医疗器械,包括:

器械基部,所述器械基部被配置成附接到机器人臂的器械驱动器,所述器械基部包括至少一个器械驱动输入部,所述至少一个器械驱动输入部被配置成接合所述器械驱动器的对应的至少一个器械驱动输出部;

细长轴,所述细长轴从所述器械基部延伸,所述细长轴具有远侧部分,所述远侧部分被配置成在用于插入到患者体内的基本上线性配置与用于在机器人医疗规程期间无创伤地支撑肝脏的弯曲配置之间进行关节运动;和

至少一根牵拉线,所述至少一根牵拉线定位在所述器械基部的所述器械驱动输入部与所述细长轴的所述远侧部分之间,所述牵拉线被配置成使所述远侧部分进行关节运动。

17.根据权利要求16所述的医疗器械,其中所述远侧部分包括:

第一关节运动节段;

第二关节运动节段;

第一刚性节段,所述第一刚性节段定位在所述第一关节运动节段与所述第二关节运动节段之间;以及

第二刚性节段,所述第二刚性节段定位在所述第二关节运动节段的远侧。

18.根据权利要求17所述的医疗器械,还包括:

第三关节运动节段,所述第三关节运动节段定位在所述第二刚性节段的远侧;以及

第三刚性节段,所述第三刚性节段定位在所述第三关节运动节段的远侧。

19.根据权利要求16至18中任一项所述的医疗器械,其中,在所述弯曲配置中,所述可关节运动远侧部分包括大体上三角形的形状。

20.根据权利要求18所述的医疗器械,其中:

所述至少一个器械驱动输入部包括第一器械驱动输入部、第二器械驱动输入部和第三器械驱动输入部;并且

所述至少一根牵拉线包括第一牵拉线、第二牵拉线和第三牵拉线,所述第一牵拉线在所述第一关节运动节段与所述第一器械驱动输入部之间延伸,所述第二牵拉线在所述第二关节运动节段与所述第二器械驱动输入部之间延伸,所述第三牵拉线在所述第三关节运动节段与所述第三器械驱动输入部之间延伸。

21.根据权利要求18所述的医疗器械,其中所述第一关节运动节段、所述第二关节运动节段和所述第三关节运动节段被配置成能够独立地进行关节运动。

22.根据权利要求16至21中任一项所述的医疗器械,其中,在所述基本上线性配置中,所述远侧部分被配置用于经由切口插入到所述患者体内。

23.一种机器人医疗系统,包括:

机器人臂;和

医疗器械,所述医疗器械包括:

器械柄部,所述器械柄部被配置成附接到所述机器人臂;

近侧部分,所述近侧部分从所述器械柄部延伸,和

远侧部分,所述远侧部分被配置成在机器人医疗规程期间支撑肝脏。

24.根据权利要求23所述的系统,其中所述近侧部分包括以一定角度连接的至少两个

基本上直的部分。

25.根据权利要求24所述的系统，其中所述角度为大约90度。

26.根据权利要求23所述的系统，其中所述近侧部分是刚性的。

27.根据权利要求23所述的系统，其中所述远侧部分包括开环形状。

28.根据权利要求27所述的系统，其中所述开环形状包括U形。

29.根据权利要求27所述的系统，其中所述远侧部分是刚性的且不能够进行关节运动的。

30.根据权利要求23至29中任一项所述的系统，其中所述远侧部分包括具有圆形外表面和圆形末端的刚性杆。

31.根据权利要求23至30中任一项所述的系统，其中所述远侧部分被配置成能够进行关节运动。

32.根据权利要求31所述的系统，其中，在关节运动配置中，所述远侧部分包括闭环形状。

33.根据权利要求32所述的系统，其中所述闭环形状包括三角形形状。

34.根据权利要求23至33中任一项所述的系统，还包括：

患者平台，所述患者平台用于在医疗规程期间支撑患者，其中所述机器人臂附接到所述患者平台。

35.根据权利要求23至34中任一项所述的系统，其中所述机器人臂是第一机器人臂，所述系统还包括：

第二机器人臂；和

机器人控制的腹腔镜工具，所述机器人控制的腹腔镜工具附接到所述第二机器人臂。

36.根据权利要求35所述的系统，还包括处理器，所述处理器被配置成：

重新定位所述第一机器人臂的至少一个区段，同时保持所述医疗器械的位置和取向，以避免在医疗规程期间使用的所述第一机器人臂与所述第二机器人臂之间的碰撞。

37.一种医疗器械，包括：

器械柄部，所述器械柄部被配置成附接到机器人臂的远侧端部；

细长轴，所述细长轴从所述器械柄部延伸，所述细长轴具有远侧端部；

第一连接器，所述第一连接器定位在所述细长轴的所述远侧端部处；和

肝脏牵开器，所述肝脏牵开器被配置成在机器人医疗规程期间无创伤地支撑肝脏，所述肝脏牵开器包括第二连接器，所述第二连接器被配置成附接到所述细长轴的所述第一连接器。

38.根据权利要求37所述的医疗器械，其中所述肝脏牵开器包括：

刚性近侧部分，所述刚性近侧部分从所述第二连接器延伸，和

非关节运动远侧部分，所述非关节运动远侧部分被配置成在所述机器人医疗规程期间支撑所述肝脏。

39.根据权利要求38所述的医疗器械，其中所述非关节运动远侧部分包括U形。

40.根据权利要求37至39中任一项所述的医疗器械，其中所述肝脏牵开器包括被配置成在基本上线性配置与弯曲配置之间进行关节运动的可关节运动远侧部分，所述弯曲配置被配置成在机器人医疗规程期间无创伤地支撑所述肝脏。

41.根据权利要求40所述的医疗器械,其中所述弯曲配置包括开环配置。

42.根据权利要求40所述的医疗器械,其中所述弯曲配置包括闭环配置。

43.一种医疗系统,包括:

根据权利要求37至40中任一项所述的医疗器械;

器械驱动器,所述器械驱动器位于所述机器人臂的所述远侧端部处,所述器械驱动器包括至少一个器械驱动输出部,所述至少一个器械驱动输出部被配置成接合所述器械柄部的对应的至少一个器械驱动输出部;

至少一个第一牵拉线区段,所述至少一个第一牵拉线区段在所述器械柄部的所述器械驱动输入部与所述第一连接器之间延伸;和

至少一个第二牵拉线区段,所述至少一个第二牵拉线区段在所述第二连接器与所述肝脏牵开器的所述可关节运动远侧部分之间延伸,其中当所述第一连接器连接到所述第二连接器时,所述至少一个第二牵拉线区段可操作地联接到所述至少一个第一牵拉线区段,使得所述肝脏牵开器的所述可关节运动远侧部分的关节运动能够由所述器械驱动器驱动。

机器人致动的医疗牵开器

[0001] 优先权和相关申请

[0002] 本申请要求2019年9月27日提交的美国临时专利申请62/906,982的优先权,该美国临时专利申请以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本文所公开的系统和方法涉及机器人医疗系统。更具体地,所公开的实施方案涉及被配置成与机器人医疗系统一起使用的机器人致动的医疗牵开器。

背景技术

[0004] 医疗规程诸如腹腔镜手术可涉及出于诊断和/或治疗目的而进入患者的解剖结构的内部并使其可视化。一些腹腔镜式手术需要肝脏回缩,以便获得目标解剖结构的足够暴露。例如,肝脏回缩在胆囊切除术、Nissen胃底折叠术、胃旁路术、袖状胃切除术和其他规程中是常见的。在此类规程期间,肝脏牵开器可由床边助手手动控制和/或附接到手术台导轨。

附图说明

[0005] 下文将结合附图描述所公开的方面,该附图被提供以说明而非限制所公开的方面,其中类似的标号表示类似的元件。

[0006] 图1示出了被布置用于诊断性和/或治疗性支气管镜检查的基于推车的机器人系统的实施方案。

[0007] 图2描绘了图1的机器人系统的另外方面。

[0008] 图3示出了被布置用于输尿管镜检查的图1的机器人系统的实施方案。

[0009] 图4示出了被布置用于血管规程的图1的机器人系统的实施方案。

[0010] 图5示出了被布置用于支气管镜检查规程的基于台的机器人系统的实施方案。

[0011] 图6提供了图5的机器人系统的另选视图。

[0012] 图7示出了被构造成收起机器人臂的示例性系统。

[0013] 图8示出了被配置用于输尿管镜检查规程的基于台的机器人系统的实施方案。

[0014] 图9示出了被构造用于腹腔镜检查规程的基于台的机器人系统的实施方案。

[0015] 图10示出了具有俯仰或倾斜调整的图5至图9的基于台的机器人系统的实施方案。

[0016] 图11提供了图5至图10的基于台的机器人系统的台和柱之间的接口的详细图示。

[0017] 图12示出了基于台的机器人系统的另选实施方案。

[0018] 图13示出了图12的基于台的机器人系统的端视图。

[0019] 图14示出了其上附接有机器人臂的基于台的机器人系统的端视图。

[0020] 图15示出了示例性器械驱动器。

[0021] 图16示出了具有成对器械驱动器的示例性医疗器械。

[0022] 图17示出了器械驱动器和器械的另选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的细

长轴的轴线。

[0023] 图18示出了具有基于器械的插入架构的器械。

[0024] 图19示出了示例性控制器。

[0025] 图20描绘了根据示例性实施方案的示出定位系统的框图，该定位系统估计图1至图10的机器人系统的一个或多个元件的位置，诸如图16至图18的器械的位置。

[0026] 图21示出了在使用期间手动肝脏牵开器的示例。

[0027] 图22A示出了处于无关节运动配置的机器人致动的医疗牵开器的实施方案。

[0028] 图22B示出了处于关节运动配置的图22A的机器人致动的医疗牵开器。

[0029] 图23示出了机器人致动的医疗牵开器的器械基部的实施方案，该器械基部包括用于致动医疗牵开器的多个驱动输入部。

[0030] 图24A至图24C示出了机器人致动的医疗牵开器的可关节运动远侧部分的实施方案。图24A示出了处于非关节运动配置的远侧部分，图24B示出了处于第一关节运动配置的远侧部分，并且图24C示出了处于第二关节运动配置的远侧部分。

[0031] 图25A和图25B示出了机器人致动的医疗牵开器的实施方案，该医疗牵开器包括具有三个独立关节运动节段的可关节运动远侧部分。图25A示出了医疗牵开器的基部的实施方案，并且图25B示出了处于关节运动配置的医疗牵开器的可关节运动远侧部分的实施方案。

[0032] 图26A和图26B示出了包括刚性、固定或非关节运动远侧部分的机器人致动的医疗牵开器的实施方案。图26A示出了大体上直的实施方案，而图26B示出了弯曲的实施方案。

[0033] 图27A示出了在其远侧端部处包括连接器的机器人致动的医疗牵开器的近侧部分的实施方案，其中连接器被配置成选择性地附接到医疗牵开器的远侧部分。

[0034] 图27B示出了医疗牵开器的可关节运动远侧部分的实施方案，该医疗牵开器包括用于连接到医疗牵开器的近侧部分(诸如图27A的医疗牵开器的近侧部分)的连接器。

[0035] 图27C示出了医疗牵开器的刚性、固定或非关节运动远侧部分的实施方案，该医疗牵开器包括用于连接到医疗牵开器的近侧部分(诸如图27A的医疗牵开器的近侧部分)的连接器。

[0036] 图28示出了机器人医疗系统的实施方案，该机器人医疗系统包括机器人臂、包括关节运动区段的器械和医疗牵开器。

[0037] 图29是示出使用机器人致动的医疗牵开器的机器人使能的医疗规程的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 1.概述。

[0039] 本公开的各方面可集成到机器人使能的医疗系统中，该机器人使能的医疗系统能够执行多种医疗规程，包括微创规程诸如腹腔镜检查，以及非侵入规程诸如内窥镜检查两者。在内窥镜检查规程中，系统可能能够执行支气管镜检查、输尿管镜检查、胃镜检查等。

[0040] 除了执行广泛的规程之外，系统可以提供附加的益处，诸如增强的成像和指导以帮助医师。另外，该系统可以为医师提供从人体工程学方位执行规程的能力，而不需要笨拙的臂运动和方位。另外，该系统可以为医师提供以改进的易用性执行规程的能力，使得系统

的器械中的一个或多个器械可由单个用户控制。

[0041] 出于说明的目的，下文将结合附图描述各种实施方案。应当理解，所公开的概念的许多其他具体实施是可能的，并且利用所公开的具体实施可实现各种优点。标题包括在本文中以供参考并且有助于定位各个节段。这些标题并非旨在限制相对于其所述的概念的范围。此类概念可在整个说明书中具有适用性。

[0042] A.机器人系统-推车。

[0043] 机器人使能的医疗系统可以按多种方式配置，这取决于特定规程。图1示出了被布置用于诊断性和/或治疗性支气管镜检查的基于推车的机器人使能的系统10的实施方案。在支气管镜检查期间，系统10可包括推车11，该推车具有一个或多个机器人臂12，以将医疗器械诸如可操纵内窥镜13(其可以是用于支气管镜检查的规程特定的支气管镜)递送至自然孔口进入点(即，在本示例中定位在台上的患者的口)，以递送诊断和/或治疗工具。如图所示，推车11可被定位在患者的上躯干附近，以便提供到进入点的通路。类似地，可以致动机器人臂12以相对于进入点定位支气管镜。当利用胃镜(用于胃肠道(GI)规程的专用内窥镜)执行GI规程时，也可利用图1中的布置。图2更详细地描绘了推车的示例性实施方案。

[0044] 继续参考图1，一旦推车11被正确定位，机器人臂12就可以机器人地、手动地或以其组合将可操纵内窥镜13插入患者体内。如图所示，可操纵内窥镜13可包括至少两个伸缩部分，诸如内引导件部分和外护套部分，每个部分耦合到来自一组器械驱动器28的单独的器械驱动器，每个器械驱动器耦合到单独的机器人臂的远侧端部。有利于将引导件部分与护套部分同轴对准的器械驱动器28的这种线性布置产生“虚拟轨道”29，该“虚拟轨道”可以通过将一个或多个机器人臂12操纵到不同角度和/或方位而在空间中被重新定位。本文所述的虚拟轨道在附图中使用虚线描绘，并且因此虚线未描绘系统的任何物理结构。器械驱动器28沿着虚拟轨道29的平移使内引导件部分相对于外护套部分伸缩，或者使内窥镜13从患者推进或回缩。虚拟轨道29的角度可以基于临床应用或医师偏好来调节、平移和枢转。例如，在支气管镜检查中，如图所示的虚拟轨道29的角度和方位代表了在向医师提供到内窥镜13的通路同时使由内窥镜13弯曲到患者的口中引起的摩擦最小化之间的折衷。

[0045] 在插入之后，内窥镜13可以使用来自机器人系统的精确命令向下导向患者的气管和肺，直到到达目标目的地或手术部位。为了增强通过患者的肺网络的导航和/或到达期望的目标，内窥镜13可被操纵以从外部护套部分伸缩地延伸内引导件部分，以获得增强的关节运动和更大的弯曲半径。使用单独的器械驱动器28还允许引导件部分和护套部分彼此独立地被驱动。

[0046] 例如，内窥镜13可被导向以将活检针递送到目标，诸如患者肺内的病变或结节。针可沿工作通道向下部署，该工作通道延伸内窥镜的长度以获得待由病理学家分析的组织样本。根据病理结果，可沿内窥镜的工作通道向下部署附加工具以用于附加活检。在识别出结节是恶性的之后，内窥镜13可以通过内窥镜递送工具以切除潜在的癌组织。在一些情况下，诊断和治疗处理可在单独的规程中递送。在这些情况下，内窥镜13也可用于递送基准以“标记”目标结节的位置。在其他情况下，诊断和治疗处理可在相同的规程期间递送。

[0047] 系统10还可包括可运动塔30，该可运动塔可经由支撑缆线连接到推车11以向推车11提供控制、电子、流体、光学、传感器和/或电力的支持。将这样的功能放置在塔30中允许可以由操作医师和他/她的工作人员更容易地调节和/或重新定位的更小形状因子的推车

11。另外，在推车/台和支撑塔30之间划分功能减少了手术室混乱并且有利于改善临床工作流程。虽然推车11可被定位成靠近患者，但是塔30可以在远程位置中被收起以在规程过程期间不挡道。

[0048] 为了支持上述机器人系统，塔30可包括基于计算机的控制系统的部件，该基于计算机的控制系统将计算机程序指令存储在例如非暂态计算机可读存储介质诸如永磁存储驱动器、固态驱动器等内。无论执行是发生在塔30中还是发生在推车11中，这些指令的执行都可以控制整个系统或其子系统。例如，当由计算机系统的处理器执行时，指令可致使机器人系统的部件致动相关托架和臂安装件，致动机器人臂，并且控制医疗器械。例如，响应于接收到控制信号，机器人臂的关节中的马达可将臂定位成特定姿势。

[0049] 塔30还可包括泵、流量计、阀控制器和/或流体通路，以便向可通过内窥镜13部署的系统提供受控的冲洗和抽吸能力。这些部件也可使用塔30的计算机系统来控制。在一些实施方案中，冲洗和抽吸能力可通过单独的缆线直接递送到内窥镜13。

[0050] 塔30可包括电压和浪涌保护器，该电压和浪涌保护器被设计成向推车11提供经滤波和保护的电力，从而避免在推车11中放置电力变压器和其他辅助电力部件，从而得到更小、更可运动的推车11。

[0051] 塔30还可包括用于在整个机器人系统10中部署的传感器的支撑设备。例如，塔30可包括用于在整个机器人系统10中检测、接收和处理从光学传感器或相机接收的数据的光电设备。结合控制系统，此类光电设备可用于生成实时图像，以用于在整个系统中部署的任何数量的控制台中显示(包括在塔30中显示)。类似地，塔30还可包括用于接收和处理从部署的电磁(EM)传感器接收的信号的电子子系统。塔30还可用于容纳和定位EM场发生器，以便由医疗器械中或医疗器械上的EM传感器进行检测。

[0052] 除了系统的其余部分中可用的其他控制台(例如，安装在推车顶部上的控制台)之外，塔30还可包括控制台31。控制台31可包括用于医师操作者的用户界面和显示屏，诸如触摸屏。系统10中的控制台通常设计成提供机器人控制以及规程的术前信息和实时信息两者，诸如内窥镜13的导航和定位信息。当控制台31不是医师可用的唯一控制台时，其可由第二操作者(诸如护士)使用以监测患者的健康状况或生命体征和系统10的操作，以及提供规程特定的数据，诸如导航和定位信息。在其他实施方案中，控制台30被容纳在与塔30分开的主体中。

[0053] 塔30可通过一个或多个缆线或连接件(未示出)耦合到推车11和内窥镜13。在一些实施方案中，可通过单根缆线向推车11提供来自塔30的支撑功能，从而简化手术室并消除手术室的混乱。在其他实施方案中，特定功能可耦合在单独的布线和连接中。例如，尽管可以通过单个缆线向推车11提供电力，但也可以通过单独的缆线提供对控件、光学器件、流体和/或导航的支持。

[0054] 图2提供了来自图1所示的基于推车的机器人使能的系统的推车11的实施方案的详细图示。推车11通常包括细长支撑结构14(通常称为“柱”)、推车基部15以及在柱14的顶部处的控制台16。柱14可包括一个或多个托架，诸如用于支持一个或多个机器人臂12(图2中示出三个)的部署的托架17(另选地为“臂支撑件”)。托架17可包括可单独配置的臂安装件，该臂安装件沿垂直轴线旋转以调节机器人臂12的基部，以相对于患者更好地定位。托架17还包括托架接口19，该托架接口允许托架17沿着柱14竖直地平移。

[0055] 托架接口19通过狭槽诸如狭槽20连接到柱14，该狭槽定位在柱14的相对侧上以引导托架17的竖直平移。狭槽20包括竖直平移接口以将托架17相对于推车基部15定位并保持在各种竖直高度处。托架17的竖直平移允许推车11调节机器人臂12的到达范围以满足各种台高度、患者尺寸和医师偏好。类似地，托架17上的可单独配置的臂安装件允许机器人臂12的机器人臂基部21以多种配置成角度。

[0056] 在一些实施方案中，狭槽20可补充有狭槽盖，该狭槽盖与狭槽表面齐平且平行，以防止灰尘和流体在托架17竖直平移时进入柱14的内部腔以及竖直平移接口。狭槽盖可通过定位在狭槽20的竖直顶部和底部附近的成对弹簧卷轴部署。盖在卷轴内盘绕，直到在托架17竖直地上下平移时被部署成从盖的盘绕状态延伸和回缩。当托架17朝向卷轴平移时，卷轴的弹簧加载提供了将盖回缩到卷轴中的力，同时在托架17平移远离卷轴时也保持紧密密封。可使用例如托架接口19中的支架将盖连接到托架17，以确保在托架17平移时盖的适当延伸和回缩。

[0057] 柱14可在内部包括诸如齿轮和马达之类的机构，其被设计成使用竖直对准的导螺杆以响应于响应用户输入(例如，来自控制台16的输入)生成的控制信号来以机械化方式平移托架17。

[0058] 机器人臂12通常可包括由一系列连杆23分开的机器人臂基部21和端部执行器22，该一系列连杆由一系列关节24连接，每个关节包括独立的致动器，每个致动器包括可独立控制的马达。每个可独立控制的关节表示机器人臂12可用的独立自由度。机器人臂12中的每个机器人臂可具有七个关节，并且因此提供七个自由度。多个关节导致多个自由度，从而允许“冗余”的自由度。具有冗余自由度允许机器人臂12使用不同的连接件方位和关节角度将其相应的端部执行器22定位在空间中的特定方位、取向和轨迹处。这允许系统从空间中的期望点定位和导向医疗器械，同时允许医师使臂关节运动到远离患者的临床有利方位，以产生更大的接近，同时避免臂碰撞。

[0059] 推车基部15在地板上平衡柱14、托架17和机器人臂12的重量。因此，推车基部15容纳较重的部件，诸如电子器件、马达、电源以及使得推车11能够运动和/或固定的部件。例如，推车基部15包括允许推车11在规程之前容易地围绕房间运动的可滚动的轮形脚轮25。在到达适当方位之后，脚轮25可以使用轮锁固定，以在规程期间将推车11保持在适当方位。

[0060] 定位在柱14的竖直端部处的控制台16允许用于接收用户输入的用户界面和显示屏(或两用装置，诸如例如触摸屏26)两者向医师用户提供术前和术中数据两者。触摸屏26上的潜在术前数据可以包括从术前计算机化断层摄影(CT)扫描导出的术前计划、导航和标测数据和/或来自术前患者面谈的记录。显示器上的术中数据可以包括从工具、传感器提供的光学信息和来自传感器的坐标信息以及重要的患者统计，诸如呼吸、心率和/或脉搏。控制台16可以被定位和倾斜成允许医师从柱14的与托架17相对的侧面接近控制台16。从该方位，医师可以在从推车11后面操作控制台16的同时观察控制台16、机器人臂12和患者。如图所示，控制台16还包括用以帮助操纵和稳定推车11的柄部27。

[0061] 图3示出了被布置用于输尿管镜检查的机器人使能的系统10的实施方案。在输尿管镜规程中，推车11可被定位成将输尿管镜32(被设计成横穿患者的尿道和输尿管的规程特定的内窥镜)递送到患者的下腹部区域。在输尿管镜检查中，可以期望输尿管镜32直接与患者的尿道对准以减少该区域中的敏感解剖结构上的摩擦和力。如图所示，推车11可以在

台的脚部处对准，以允许机器人臂12定位输尿管镜32，以用于直接线性进入患者的尿道。机器人臂12可从台的脚部沿着虚拟轨道33将输尿管镜32通过尿道直接插入到患者的下腹部中。

[0062] 在插入到尿道中之后，使用与支气管镜检查中类似的控制技术，输尿管镜32可以被导航到膀胱、输尿管和/或肾中以用于诊断和/或治疗应用。例如，可以将输尿管镜32引导到输尿管和肾中以使用沿输尿管镜32的工作通道向下部署的激光或超声碎石装置来打碎积聚的肾结石。在碎石完成之后，可以使用沿输尿管镜32向下部署的篮移除所得的结石碎片。

[0063] 图4示出了类似地布置用于血管规程的机器人使能的系统10的实施方案。在血管规程中，系统10可被配置成使得推车11可将医疗器械34(诸如可操纵导管)递送至患者的腿部的股动脉中的进入点。股动脉呈现用于导航的较大直径以及到患者的心脏的相对较少的迂回且曲折的路径两者，这简化了导航。如在输尿管镜规程中，推车11可以被定位成朝向患者的腿部和下腹部，以允许机器人臂12提供直接线性进入患者的大腿/髋部区域中的股动脉进入点的虚拟轨道35。在插入到动脉中之后，可通过平移器械驱动器28来导向和插入医疗器械34。另选地，推车可以被定位在患者的上腹部周围，以到达另选的血管进入点，诸如肩部和腕部附近的颈动脉和臂动脉。

[0064] B.机器人系统-台。

[0065] 机器人使能的医疗系统的实施方案还可结合患者的台。结合台通过移除推车减少了手术室内的资本设备的量，这允许更多地接近患者。图5示出了被布置用于支气管镜检查规程的这样的机器人使能的系统的实施方案。系统36包括用于将平台38(示出为“台”或“床”)支撑在地板上的支撑结构或柱37。与基于推车的系统非常相似，系统36的机器人臂39的端部执行器包括器械驱动器42，其被设计成通过或沿着由器械驱动器42的线性对准形成的虚拟轨道41来操纵细长医疗器械，诸如图5中的支气管镜40。在实践中，用于提供荧光镜成像的C形臂可以通过将发射器和检测器放置在台38周围而定位在患者的上腹部区域上方。

[0066] 图6提供了用于讨论目的的没有患者和医疗器械的系统36的另选视图。如图所示，柱37可包括在系统36中示出为环形的一个或多个托架43，一个或多个机器人臂39可基于该托架。托架43可以沿着沿柱37的长度延伸的竖直柱接口44平移，以提供不同的有利点，机器人臂39可以从这些有利点被定位以到达患者。托架43可以使用定位在柱37内的机械马达围绕柱37旋转，以允许机器人臂39进入台38的多个侧面，诸如患者的两侧。在具有多个托架的实施方案中，托架可单独地定位在柱上，并且可独立于其他托架平移和/或旋转。虽然托架43不需要环绕柱37或甚至是圆形的，但如图所示的环形形状有利于托架43围绕柱37旋转，同时保持结构平衡。托架43的旋转和平移允许系统36将医疗器械诸如内窥镜和腹腔镜对准到患者上的不同进入点中。在其他实施方案(未示出)中，系统36可包括具有可调式臂支撑件的病人检查台或病床，该可调式臂支撑件呈在病人检查台或病床旁边延伸的杆或导轨的形式。一个或多个机器人臂39(例如，经由具有肘关节的肩部)可附接到可调式臂支撑件，该可调式臂支撑件可被竖直调节。通过提供竖直调节，机器人臂39有利地能够紧凑地存放在病人检查台或病床下方，并且随后在规程期间升高。

[0067] 机器人臂39可通过包括一系列关节的一组臂安装件45安装在托架43上，该关节可

单独地旋转和/或伸缩地延伸以向机器人臂39提供附加的可配置性。另外，臂安装件45可定位在托架43上，使得当托架43适当地旋转时，臂安装件45可定位在台38的同一侧上(如图6所示)、台38的相对侧上(如图9所示)或台38的相邻侧上(未示出)。

[0068] 柱37在结构上为台38提供支撑，并且为托架43的竖直平移提供路径。在内部，柱37可配备有用于引导托架的竖直平移的导螺杆，以及用以机械化基于导螺杆的托架43的平移的马达。柱37还可将功率和控制信号传送到托架43和安装在其上的机器人臂39。

[0069] 台基部46具有与图2所示的推车11中的推车基部15类似的功能，容纳较重的部件以平衡台/床38、柱37、托架43和机器人臂39。台面基部46还可结合刚性脚轮以在规程期间提供稳定性。从台基部46的底部部署的脚轮可以在基部46的两侧沿相反方向延伸，并且当系统36需要运动时回缩。

[0070] 继续参考图6，系统36还可以包括塔(未示出)，该塔使系统36的功能在台与塔之间进行划分以减小台的形状因子和体积。如在先前所公开的实施方案中，塔可以向台提供多种支持功能，诸如处理、计算和控制能力、电力、流体和/或光学以及传感器处理。塔还可以是可运动的，以远离患者定位，从而改善医师的接近并且消除手术室的混乱。另外，将部件放置在塔中允许在台基部46中有更多的储存空间，以用于机器人臂39的潜在收起。塔还可以包括主控制器或控制台，其提供用于用户输入的用户界面(诸如键盘和/或挂件)以及用于术前和术中信息(诸如实时成像、导航和跟踪信息)的显示屏(或触摸屏)两者。在一些实施方案中，塔还可包括用于待用于注气的气罐的夹持器。

[0071] 在一些实施方案中，台基部可以在不使用时收起和储存机器人臂。图7示出了在基于台的系统的实施方案中收起机器人臂的系统47。在系统47中，托架48可以竖直平移到基部49中以使机器人臂50、臂安装件51和托架48收起在基部49内。基部盖52可以平移和回缩打开以围绕柱53部署托架48、臂安装件51和机器人臂50，并且闭合以收起该托架、臂安装件和机器人臂，以便在不使用时保护它们。基部盖52可以利用膜54沿着其开口的边缘密封，以防止在闭合时灰尘和流体进入。

[0072] 图8示出了被配置用于输尿管镜检查规程的机器人使能的基于台的系统的实施方案。在输尿管镜检查中，台38可以包括用于将患者定位成与柱37和台基部46成偏角的旋转部分55。旋转部分55可以围绕枢转点(例如，位于患者的头部下方)旋转或枢转，以便将旋转部分55的底部部分定位成远离柱37。例如，旋转部分55的枢转允许C形臂(未示出)定位在患者的下腹部上方，而不与台38下方的柱(未示出)竞争空间。通过围绕柱37旋转托架35(未示出)，机器人臂39可以沿着虚拟轨道57将输尿管镜56直接插入到患者的腹股沟区域中以到达尿道。在输尿管镜检查中，镫58也可以固定至台38的旋转部分55，以在规程期间支撑患者的腿部的方位，并且允许完全通向患者的腹股沟区域。

[0073] 在腹腔镜检查规程中，通过患者的腹壁中的小切口，可将微创器械插入到患者的解剖结构中。在一些实施方案中，微创器械包括用于进入患者内的解剖结构的细长刚性构件，诸如轴。在患者腹腔充气之后，可以引导器械执行外科或医疗任务，诸如抓握、切割、消融、缝合等。在一些实施方案中，器械可以包括镜，诸如腹腔镜。图9示出了被配置用于腹腔镜检查规程的机器人使能的基于台的系统的实施方案。如图9所示，系统36的托架43可以被旋转并且竖直调整，以将成对的机器人臂39定位在台38的相对侧上，使得可以使用臂安装件45将器械59定位成穿过患者两侧上的最小切口以到达他/她的腹腔。

[0074] 为了适应腹腔镜检查规程，机器人使能的台系统还可将平台倾斜到期望的角度。图10示出了具有俯仰或倾斜调整的机器人使能的医疗系统的实施方案。如图10所示，系统36可以适应台38的倾斜，以将台的一部分定位在比另一部分距底板更远的距离处。另外，臂安装件45可以旋转以匹配倾斜，使得机器人臂39与台38保持相同的平面关系。为了适应更陡的角度，柱37还可以包括伸缩部分60，该伸缩部分允许柱37的竖直延伸以防止台38接触地板或与台基部46碰撞。

[0075] 图11提供了台38与柱37之间的接口的详细图示。俯仰旋转机构61可以被配置成以多个自由度改变台38相对于柱37的俯仰角。俯仰旋转机构61可以通过将正交轴线1、2定位在柱台接口处来实现，每条轴线由单独的马达3、4响应于电俯仰角命令而致动。沿着一个螺钉5的旋转将使得能够在一条轴线1中进行倾斜调整，而沿着另一个螺钉6的旋转将使得能够沿着另一个轴线2进行倾斜调节。在一些实施方案中，可使用球形关节来在多个自由度上改变台38相对于柱37的俯仰角。

[0076] 例如，当试图将台定位在头低脚高位(即，将患者的下腹部定位在比患者的上腹部距地板更高的方位)以用于下腹部手术时，俯仰调节特别有用。头低脚高位致使患者的内部器官通过重力滑向他/她的上腹部，从而清理出腹腔以使微创工具进入并且执行下腹部外科或医疗规程，诸如腹腔镜前列腺切除术。

[0077] 图12和图13示出了基于台的外科机器人系统100的另选实施方案的等轴视图和端视图。外科机器人系统100包括可被构造成相对于台101支撑一个或多个机器人臂(参见例如图14)的一个或多个可调式臂支撑件105。在例示的实施方案中，示出了单个可调式臂支撑件105，但是附加的臂支撑件可设置在台101的相对侧上。可调式臂支撑件105可被构造，使得其可相对于台101运动，以调节和/或改变可调式臂支撑件105和/或安装到该可调式臂支撑件的任何机器人臂相对于台101的方位。例如，可调式臂支撑件105可相对于台101被调节一个或多个自由度。可调式臂支撑件105为系统100提供高灵活性，包括容易地将一个或多个可调式臂支撑件105和附接到其的任何机器人臂收起在台101下方的能力。可调式臂支撑件105可从收起方位升高到台101的上表面下方的方位。在其他实施方案中，可调式臂支撑件105可从收起方位升高到台101的上表面上方的方位。

[0078] 可调式臂支撑件105可提供若干自由度，包括提升、侧向平移、倾斜等。在图12和图13的例示实施方案中，臂支撑件105被构造成具有四个自由度，这些自由度在图12中用箭头示出。第一自由度允许在z方向上(“Z提升”)调节可调式臂支撑件105。例如，可调式臂支撑件105可包括托架109，该托架被配置成沿或相对于支撑台101的柱102向上或向下运动。第二自由度可允许可调式臂支撑件105倾斜。例如，可调式臂支撑件105可包括旋转接头，该旋转接头可允许可调式臂支撑件105在头低脚高位与床对准。第三自由度可允许可调式臂支撑件105“向上枢转”，这可用于调节台101的一侧与可调式臂支撑件105之间的距离。第四自由度可允许可调式臂支撑件105沿台的纵向长度平移。

[0079] 图12和图13中的外科机器人系统100可包括由安装到基部103的柱102支撑的台。基部103和柱102相对于支撑表面支撑台101。地板轴线131和支撑轴线133在图13中示出。

[0080] 可调式臂支撑件105可安装到柱102。在其他实施方案中，臂支撑件105可安装到台101或基部103。可调式臂支撑件105可包括托架109、杆或导轨连接件111以及杆或导轨107。在一些实施方案中，安装到轨道107的一个或多个机器人臂可相对于彼此平移和运动。

[0081] 托架109可通过第一接头113附接到柱102，该第一接头允许托架109相对于柱102运动(例如，诸如沿第一轴线或竖直轴线123上下运动)。第一接头113可向可调式臂支撑件105提供第一自由度(“Z提升”)。可调式臂支撑件105可包括第二接头115，该第二接头为可调式臂支撑件105提供第二自由度(倾斜)。可调式臂支撑件105可包括第三接头117，该第三接头可为可调式臂支撑件105提供第三自由度(“向上枢转”)。可提供附加接头119(在图13中示出)，该附加接头机械地约束第三接头117以在导轨连接件111围绕第三轴线127旋转时保持导轨107的取向。可调式臂支撑件105可包括第四接头121，该第四接头可沿第四轴线129为可调式臂支撑件105提供第四自由度(平移)。

[0082] 图14示出了根据一个实施方案的具有安装在台101的相对侧上的两个可调式臂支撑件105A、105B的外科机器人系统140A的端视图。第一机器人臂142A附接到第一可调式臂支撑件105B的杆或导轨107A。第一机器人臂142A包括附接到导轨107A的基部144A。第一机器人臂142A的远侧端部包括可附接到一个或多个机器人医疗器械或工具的器械驱动机构146A。类似地，第二机器人臂142B包括附接到导轨107B的基部144B。第二机器人臂142B的远侧端部包括器械驱动机构146B。器械驱动机构146B可被构造成附接到一个或多个机器人医疗器械或工具。

[0083] 在一些实施方案中，机器人臂142A、142B中的一者或多者包括具有七个或更多个自由度的臂。在一些实施方案中，机器人臂142A、142B中的一者或多者可包括八个自由度，包括插入轴线(包括插入的1个自由度)、腕部(包括腕部俯仰、偏航和翻滚的3个自由度)、肘部(包括肘部俯仰的1个自由度)、肩部(包括肩部俯仰和偏航的2个自由度)以及基部144A、144B(包括平移的1个自由度)。在一些实施方案中，插入自由度可由机器人臂142A、142B提供，而在其他实施方案中，器械本身经由基于器械的插入架构提供插入。

[0084] C.器械驱动器和接口。

[0085] 系统的机器人臂的端部执行器可包括：(i)器械驱动器(另选地称为“器械驱动机构”或“器械装置操纵器”)，该器械驱动器结合了用于致动医疗器械的机电装置；以及(ii)可移除或可拆卸的医疗器械，该医疗器械可以没有任何机电部件，诸如马达。该二分法可能是由以下所驱动的：对医疗规程中使用的医疗器械进行灭菌的需要；以及由于昂贵的资本设备的复杂机械组件和敏感电子器件而不能对昂贵的资本设备进行充分灭菌。因此，医疗器械可以被设计成从器械驱动器(以及因此从系统)拆卸、移除和互换，以便由医师或医师的工作人员单独灭菌或处置。相比之下，器械驱动器不需要被改变或灭菌，并且可以被覆盖以便保护。

[0086] 图15示出了示例器械驱动器。定位在机器人臂的远侧端部处的器械驱动器62包括一个或多个驱动单元63，该一个或多个驱动单元以平行轴线布置以经由驱动轴64向医疗器械提供受控扭矩。每个驱动单元63包括用于与器械相互作用的单独的驱动轴64，用于将马达轴旋转转换成期望扭矩的齿轮头65，用于生成驱动扭矩的马达66，用以测量马达轴的速度并且向控制电路提供反馈的编码器67，以及用于接收控制信号并且致动驱动单元的控制电路68。每个驱动单元63被独立地控制和机动化，器械驱动器62可向医疗器械提供多个(例如，如图15所示为四个)独立的驱动输出。在操作中，控制电路68将接收控制信号，将马达信号传输至马达66，将由编码器67测量的所得马达速度与期望速度进行比较，并且调制马达信号以生成期望扭矩。

[0087] 对于需要无菌环境的规程，机器人系统可以结合驱动接口，诸如连接至无菌覆盖件的无菌适配器，其位于器械驱动器与医疗器械之间。无菌适配器的主要目的是将角运动从器械驱动器的驱动轴传递到器械的驱动输入部，同时保持驱动轴与驱动输入部之间的物理分离并且因此保持无菌。因此，示例性无菌适配器可以包括旨在与器械驱动器的驱动轴和器械上的驱动输入部配合的一系列旋转输入部和旋转输出部。连接到无菌适配器的由薄的柔性材料(诸如透明或半透明塑料)组成的无菌覆盖件被设计成覆盖资本设备，诸如器械驱动器、机器人臂和推车(在基于推车的系统中)或台(在基于台的系统中)。覆盖件的使用将允许资本设备被定位在患者附近，同时仍然位于不需要灭菌的区域(即，非无菌区)。在无菌覆盖件的另一侧上，医疗器械可以在需要灭菌的区域(即，无菌区)与患者对接。

[0088] D.医疗器械。

[0089] 图16示出了具有成对器械驱动器的示例医疗器械。与被设计成与机器人系统一起使用的其他器械类似，医疗器械70包括细长轴71(或细长主体)和器械基部72。由于其用于由医师进行的手动交互的预期设计而也被称为“器械柄部”的器械基部72通常可以包括可旋转驱动输入部73(例如，插座、滑轮或卷轴)，该驱动输入部被设计成与延伸通过机器人臂76的远侧端部处的器械驱动器75上的驱动接口的驱动输出部74配合。当物理连接、闩锁和/或耦合时，器械基部72的配合的驱动输入部73可以与器械驱动器75中的驱动输出部74共享旋转轴线，以允许扭矩从驱动输出部74传递到驱动输入部73。在一些实施方案中，驱动输出部74可以包括花键，其被设计成与驱动输入部73上的插座配合。

[0090] 细长轴71被设计成通过解剖开口或内腔(例如，如在内窥镜检查中)或通过微创切口(例如，如在腹腔镜检查中)递送。细长轴71可以是柔性的(例如，具有类似于内窥镜的特性)或刚性的(例如，具有类似于腹腔镜的特性)，或者包括柔性部分和刚性部分两者的定制组合。当被设计用于腹腔镜检查时，刚性细长轴的远侧端部可以连接到端部执行器，该端部执行器从由具有至少一个自由度的连接叉形成的关节腕和外科工具或医疗器械(例如，抓握器或剪刀)延伸，当驱动输入部响应于从器械驱动器75的驱动输出部74接收到的扭矩而旋转时，该外科工具可以基于来自腱的力来致动。当设计用于内窥镜检查时，柔性细长轴的远侧端部可包括可操纵或可控制的弯曲节段，该弯曲节段以基于从器械驱动器75的驱动输出74接收到的扭矩而进行关节运动和弯曲。

[0091] 使用沿着细长轴71的腱沿着细长轴71传递来自器械驱动器75的扭矩。这些单独的腱(例如，牵拉线)可以单独地锚定至器械柄部72内的单独的驱动输入部73。从柄部72，沿着细长轴71的一个或多个牵拉腔向下引导腱并且将其锚定在细长轴71的远侧部分处，或者锚定在细长轴的远侧部分处的腕部中。在外科手术诸如腹腔镜、内窥镜或混合手术期间，这些腱可以耦合到远侧安装的端部执行器，诸如腕部、抓握器或剪刀。在这样的布置下，施加在驱动输入部73上的扭矩将张力传递到腱，从而引起端部执行器以某种方式致动。在一些实施方案中，在外科手术期间，腱可以致使关节围绕轴线旋转，从而致使端部执行器沿一个方向或另一个方向运动。另选地，腱可以连接到细长轴71的远侧端部处的抓握器的一个或多个钳口，其中来自腱的张力致使抓握器闭合。

[0092] 在内窥镜检查中，腱可以经由粘合剂、控制环或其他机械固定件耦合到沿着细长轴71定位(例如，在远侧端部处)的弯曲或关节运动节段。当固定地附接到弯曲节段的远侧端部时，施加在驱动输入部73上的扭矩将沿腱向下传递，从而引起较软的弯曲节段(有时称

为可关节运动节段或区域)弯曲或进行关节运动。沿着不弯曲节段,可以有利的是,使单独的牵拉腔螺旋或盘旋,该牵拉腔沿着内窥镜轴的壁(或在内部)导向单独的腱,以平衡由牵拉线中的张力引起的径向力。为了特定目的,可以改变或设计螺旋的角度和/或它们之间的间隔,其中更紧的螺旋在负载力下表现出较小的轴压缩,而较低的螺旋量在负载力下引起更大的轴压缩,但限制弯曲。在另一种情况下,可以平行于细长轴71的纵向轴线来导向牵拉腔以允许在期望的弯曲或可关节运动节段中进行受控关节运动。

[0093] 在内窥镜检查中,细长轴71容纳多个部件以辅助机器人规程。轴71可以在轴71的远侧端部处包括用于部署外科工具(或医疗器械)、对手术区域进行冲洗和/或抽吸的工作通道。轴71还可以适应线和/或光纤以向远侧末端处的光学组件/从远侧末端处的光学组件传递信号,该光学组件可以包括光学相机。轴71也可以适应光纤,以将来自位于近侧的光源(例如,发光二极管)的光载送到轴71的远侧端部。

[0094] 在器械70的远侧端部处,远侧末端还可以包括用于递送用于诊断和/或治疗的工具、对手术部位进行冲洗和抽吸的工作通道的开口。远侧末端还可以包括用于相机(诸如纤维镜或数码相机)的端口,以捕获内部解剖空间的图像。相关地,远侧末端还可以包括用于光源的端口,该光源用于在使用相机时照亮解剖空间。

[0095] 在图16的示例中,驱动轴轴线以及因此驱动输入部轴线与细长轴71的轴线正交。然而,该布置使细长轴71的滚动能力复杂化。在保持驱动输入部73静止的同时沿着其轴线使细长轴71滚动会引起当腱从驱动输入部73延伸出去并且进入到细长轴71内的牵拉腔时,腱的不期望的缠结。所得到的这样的腱的缠结可能破坏旨在在内窥镜规程期间预测柔性细长轴71的运动的任何控制算法。

[0096] 图17示出了器械驱动器和器械的另选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的细长轴的轴线。如图所示,圆形器械驱动器80包括四个驱动单元,其驱动输出81在机器人臂82的端部处平行对准。驱动单元和它们各自的驱动输出81容纳在由组件83内的驱动单元中的一个驱动单元驱动的器械驱动器80的旋转组件83中。响应于由旋转驱动单元提供的扭矩,旋转组件83沿着圆形轴承旋转,该圆形轴承将旋转组件83连接到器械驱动器80的非旋转部分84。可以通过电接触将电力和控制信号从器械驱动器80的非旋转部分84传送至旋转组件83,该电接触可以通过电刷滑环连接(未示出)的旋转来保持。在其他实施方案中,旋转组件83可以响应于集成到不可旋转部分84中的单独的驱动单元,并且因此不平行于其他驱动单元。旋转机构83允许器械驱动器80允许驱动单元及其相应的驱动输出81作为单个单元围绕器械驱动器轴线85旋转。

[0097] 与先前所公开的实施方案类似,器械86可以包括细长轴部分88和器械基部87(出于讨论的目的,示出为具有透明的外部表层),该器械基部包括被配置成接收器械驱动器80中的驱动输出部81的多个驱动输入部89(诸如插座、滑轮和卷轴)。与先前公开的实施方案不同,器械轴88从器械基部87的中心延伸,该器械基部的轴线基本上平行于驱动输入部89的轴线,而不是如图16的设计中那样正交。

[0098] 当耦合到器械驱动器80的旋转组件83时,包括器械基部87和器械轴88的医疗器械86与旋转组件83组合地围绕器械驱动器轴线85旋转。由于器械轴88被定位在器械基部87的中心处,因此当附接时器械轴88与器械驱动器轴线85同轴。因此,旋转组件83的旋转致使器械轴88围绕其自身的纵向轴线旋转。此外,当器械基部87与器械轴88一起旋转时,连接到器

械基部87中的驱动输入部89的任何腱在旋转期间都不缠结。因此，驱动输出部81、驱动输入部89和器械轴88的轴线的平行允许轴在不会使任何控制腱缠结的情况下旋转。

[0099] 图18示出了根据一些实施方案的具有基于器械的插入架构的器械。器械150可耦合到上文所述的器械驱动器中的任一个器械驱动器。器械150包括细长轴152、连接到轴152的端部执行器162和耦合到轴152的柄部170。细长轴152包括管状构件，该管状构件具有近侧部分154和远侧部分156。细长轴152沿着其外表面包括一个或多个通道或凹槽158。凹槽158被配置成接纳通过该凹槽的一根或多根线材或缆线180。因此，一根或多根缆线180沿着细长轴152的外表面延伸。在其他实施方案中，缆线180也可穿过细长轴152。所述一根或多根缆线180的操纵(例如，经由器械驱动器)使得端部执行器162的致动。

[0100] 器械柄部170(也可称为器械基部)通常可包括附接接口172，该附接接口具有一个或多个机械输入件174，例如插孔、滑轮或卷轴，所述一个或多个机械输入件被设计成与器械驱动器的附接表面上的一个或多个扭矩耦合器往复地配合。在一些实施方案中，器械150包括使得细长轴152能够相对于柄部170平移的一系列滑轮或缆线。换句话讲，器械150本身包括基于器械的插入架构，该架构适应器械的插入，从而使对机械臂的依赖最小化以提供器械150的插入。在其他实施方案中，机器人臂可以很大程度上负责器械插入。

[0101] E.控制器。

[0102] 本文所述的机器人系统中的任一个机器人系统可包括用于操纵附接到机器人臂的器械的输入装置或控制器。在一些实施方案中，控制器可与器械(例如，通信地、电子地、电气地、无线地和/或机械地)耦合，使得控制器的操纵例如经由主从控制而致使器械对应操纵。

[0103] 图19是控制器182的实施方案的透视图。在本实施方案中，控制器182包括可具有阻抗和导纳控制两者的混合控制器。在其他实施方案中，控制器182可仅利用阻抗或被动控制。在其他实施方案中，控制器182可仅利用导纳控制。通过作为混合控制器，控制器182有利地在使用时可具有较低的感知惯性。

[0104] 在例示的实施方案中，控制器182被配置成允许操纵两个医疗器械，并且包括两个柄部184。柄部184中的每个柄部连接到万向支架186。每个万向支架186连接到定位平台188。

[0105] 如图19所示，每个定位平台188包括通过棱柱接头196联接到柱194的SCARA臂(选择顺应性装配机械臂)198。棱柱接头196被配置成沿着柱194(例如，沿着导轨197)平移，以允许柄部184中的每个柄部在z方向上平移，从而提供第一自由度。SCARA臂198被构造成允许柄部184在x-y平面中运动，从而提供两个附加自由度。

[0106] 在一些实施方案中，一个或多个负荷传感器定位在控制器中。例如，在一些实施方案中，负荷传感器(未示出)定位在万向支架186中的每个万向支架的主体中。通过提供负荷传感器，控制器182的部分能够在导纳控制下操作，从而在使用时有利地减小控制器的感知惯性。在一些实施方案中，定位平台188被配置用于导纳控制，而万向支架186被配置用于阻抗控制。在其他实施方案中，万向支架186被配置用于导纳控制，而定位平台188被配置用于阻抗控制。因此，对于一些实施方案，定位平台188的平移自由度或方位自由度可依赖于导纳控制，而万向支架186的旋转自由度依赖于阻抗控制。

[0107] F.导航和控制。

[0108] 传统的内窥镜检查可以涉及使用荧光透视(例如,如可以通过C形臂递送的)和其他形式的基于辐射的成像模态,以向操作医师提供腔内指导。相比之下,本公开所设想的机器人系统可以提供基于非辐射的导航和定位装置,以减少医师暴露于辐射并且减少手术室内的设备的量。如本文所用,术语“定位”可以指确定和/或监测对象在参考坐标系中的方位。诸如术前标测、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据的技术可以单独地或组合地使用以实现无辐射操作环境。在仍使用基于辐射的成像模态的其他情况下,可以单独地或组合地使用术前标测、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据,以改进仅通过基于辐射的成像模态获得的信息。

[0109] 图20是示出根据示例实施方案的估计机器人系统的一个或多个元件的位置(诸如器械的位置)的定位系统90的框图。定位系统90可以是被配置成执行一个或多个指令的一组一个或多个计算机装置。计算机装置可以由上文讨论的一个或多个部件中的处理器(或多个处理器)和计算机可读存储器来体现。通过示例而非限制,计算机装置可以位于图1所示的塔30、图1至图4所示的推车11、图5至图14所示的床等中。

[0110] 如图20所示,定位系统90可包括定位模块95,该定位模块处理输入数据91-94以生成用于医疗器械的远侧末端的位置数据96。位置数据96可以是表示器械的远侧端部相对于参考系的位置和/或取向的数据或逻辑。参考系可以是相对于患者解剖结构或已知对象(诸如EM场发生器)的参考系(参见下文对于EM场发生器的讨论)。

[0111] 现在更详细地描述各种输入数据91-94。术前标测可以通过使用低剂量CT扫描的集合来完成。术前CT扫描被重建为三维图像,该三维图像被可视化,例如作为患者的内部解剖结构的剖面图的“切片”。当总体上分析时,可以生成用于患者的解剖结构(诸如患者肺网络)的解剖腔、空间和结构的基于图像的模型。可以从CT图像确定和近似诸如中心线几何形状的技术,以形成患者解剖结构的三维体积,其被称为模型数据91(当仅使用术前CT扫描生成时也称为“术前模型数据”)。中心线几何形状的使用在美国专利申请14/523,760中有所讨论,其内容全文并入本文中。网络拓扑模型也可以从CT图像中导出,并且特别适合于支气管镜检查。

[0112] 在一些实施方案中,器械可以配备有相机以提供视觉数据(或图像数据)92。定位模块95可处理视觉数据92以实现一个或多个基于视觉的(或基于图像的)位置跟踪模块或特征部。例如,术前模型数据91可以与视觉数据92结合使用,以实现对医疗器械(例如,内窥镜或推进通过内窥镜的工作通道的器械)的基于计算机视觉的跟踪。例如,使用术前模型数据91,机器人系统可以基于内窥镜的行进预期路径根据模型生成预期内窥镜图像的库,每个图像连接到模型内的位置。在外科手术进行时,机器人系统可以参考该库,以便将在相机(例如,在内窥镜的远侧端部处的相机)处捕获的实时图像与图像库中的那些图像进行比较,以辅助定位。

[0113] 其他基于计算机视觉的跟踪技术使用特征跟踪来确定相机的运动,并且因此确定内窥镜的运动。定位模块95的一些特征可以识别术前模型数据91中的与解剖腔对应的圆形几何结构并且跟踪那些几何结构的变化以确定选择了哪个解剖腔,以及跟踪相机的相对旋转和/或平移运动。拓扑图的使用可以进一步增强基于视觉的算法或技术。

[0114] 光流(另一种基于计算机视觉的技术)可以分析视觉数据92中的视频序列中的图像像素的位移和平移以推断相机运动。光流技术的示例可以包括运动检测、对象分割计算、

亮度、运动补偿编码、立体视差测量等。通过多次迭代的多帧比较，可以确定相机(以及因此内窥镜)的运动和位置。

[0115] 定位模块95可以使用实时EM跟踪来生成内窥镜在全局坐标系中的实时位置，该全局坐标系可以被配准到由术前模型表示的患者的解剖结构。在EM跟踪中，包括嵌入在医疗器械(例如，内窥镜工具)中的一个或多个位置和取向中的一个或多个传感器线圈的EM传感器(或跟踪器)测量由定位在已知位置处的一个或多个静态EM场发生器产生的EM场的变化。由EM传感器检测的位置信息被存储为EM数据93。EM场发生器(或发射器)可以靠近患者放置，以产生嵌入式传感器可以检测到的低强度磁场。磁场在EM传感器的传感器线圈中感应出小电流，可以对该小电流进行分析以确定EM传感器与EM场发生器之间的距离和角度。这些距离和取向可以在外科手术进行时“配准”到患者解剖结构(例如，术前模型)，以确定将坐标系中的单个位置与患者的解剖结构的术前模型中的方位对准的几何变换。一旦配准，医疗器械的一个或多个方位(例如，内窥镜的远侧末端)中的嵌入式EM跟踪器可以提供医疗器械通过患者的解剖结构的进展的实时指示。

[0116] 机器人命令和运动学数据94也可以由定位模块95使用以提供用于机器人系统的方位数据96。可以在术前校准期间确定从关节运动命令得到的装置俯仰和偏航。在外科手术进行时，这些校准测量可以与已知的插入深度信息结合使用，以估计器械的方位。另选地，这些计算可以结合EM、视觉和/或拓扑建模进行分析，以估计医疗器械在网络内的方位。

[0117] 如图20所示，定位模块95可使用多个其他输入数据。例如，尽管在图20中未示出，但是利用形状感测纤维的器械可以提供形状数据，定位模块95可以使用该形状数据来确定器械的位置和形状。

[0118] 定位模块95可以组合地使用输入数据91-94。在一些情况下，这样的组合可以使用概率方法，其中定位模块95向根据输入数据91-94中的每个输入数据确定的位置分配置信度权重。因此，在EM数据可能不可靠(如可能存在EM干扰的情况)的情况下，由EM数据93确定的位置的置信度可能降低，并且定位模块95可能更重地依赖于视觉数据92和/或机器人命令和运动学数据94。

[0119] 如上所讨论的，本文讨论的机器人系统可以被设计成结合以上技术中的一种或多种技术的组合。位于塔、床和/或推车中的机器人系统的基于计算机的控制系统可以将计算机程序指令存储在例如非暂态计算机可读存储介质(诸如永久性磁存储驱动器、固态驱动器等)内，该计算机程序指令在执行时引起系统接收并且分析传感器数据和用户命令，生成整个系统的控制信号并且显示导航和定位数据，诸如器械在全局坐标系内的方位、解剖图等。

[0120] 2.机器人致动的医疗牵开器

[0121] 上文参考图1至图20描述的机器人医疗系统以及其他机器人医疗系统可用于执行多种医疗规程，包括腹腔镜式手术、内窥镜式手术和开腹手术。在此类规程期间，医疗牵开器可用于支撑或保持可能遮蔽目标治疗区域或位于目标治疗区域附近的器官、组织或其他对象，以便更好地进入目标治疗区域。如本章节中将描述，机器人致动的医疗牵开器可与上述机器人医疗系统(和其他机器人医疗系统)组合使用，以提供优于先前系统和手动医疗牵开器的若干优点。在本章节中，肝脏牵开器将作为主要示例描述，并且理解其他类型的医疗牵开器也可在其他情况下使用。

[0122] 肝脏牵开器通常用于支撑患者的肝脏以允许进入患者的腹腔内的其他目标解剖结构。许多上腹部手术需要肝脏回缩，以便获得目标解剖结构的足够暴露。利用肝脏回缩的微创手术包括例如胆囊切除术(美国大约414,000台手术每年(“PPY”))、Nissen胃底折叠术(美国大约35,000PPY)、胃旁路术(美国大约94,800PPY)和袖状胃切除手术(美国大约92,400PPY)。

[0123] 通常，在此类规程期间，将肝脏牵开器或类似器械手动操纵到适当位置中，然后附接到手术台导轨，如图21所示，该图示出了在使用期间手动肝脏牵开器202的示例。如图21所示，手动肝脏牵开器202已经插入到患者体内(例如，经由腹腔镜端口)并且被操纵使得它可在患者的腹腔内保持、移动或支撑患者的肝脏。在图21中，肝脏牵开器202的远侧部分(例如，支撑肝脏的部分)不可见，因为它位于患者的腹腔内。通常，肝脏牵开器202的远侧部分包括可通过患者腹部中的小切口插入的形状并且还提供大表面积或用于支撑肝脏的其他合适的形状。这种形状的一个示例是如将参考图26A和图26B更详细地描述的开环形状。

[0124] 如图21所示，例如，一旦肝脏牵开器202已经被定位成支撑肝脏，它就通常附接到台安装件204，该台安装件被配置成在规程的其余部分期间将肝脏牵开器202保持在适当位置。台安装件204可附接到支撑患者的手术台或平台208的导轨206，如图21所示，或者台安装架204可附接到操作环境中的另一个对象或支撑架。在例示的实施方案中，台安装件204包括多个可关节运动关节，使得可以调节台安装件204的形状或位姿以有利于肝脏牵开器202的定位。在手动肝脏牵开器202的情况下，台安装件204的可关节运动关节是可手动调节的，并且医师或助手手动操纵台安装件204的关节以使其位于期望的位置。一旦将台安装件204手动操纵到适当位置并且肝脏牵开器202附接到其上，就将台安装件204和肝脏牵开器202设置在适当的位置。如果期望进一步调节，则医师或助手再次手动操纵它们以将它们重新定位到新配置中。在手术期间需要重新定位肝脏或肝脏牵开器202的情况下，该手动重新定位可能是耗时且繁琐的。

[0125] 在机器人医疗规程(诸如可使用上文参考图1至图20所描述的机器人医疗系统执行的那些)的情况下，可能期望机器人控制肝脏牵开器。例如，在机器人医疗规程期间，操作医师可远程控制机器人医疗系统，例如远程控制可附接到一个或多个机器人臂的一个或多个手术工具。肝脏牵开器的机器人控制可允许对回缩调节(例如，调节至肝脏牵开器202的位置)，而不需要操作医师暂停他或她的操作、消毒(擦洗)以从远程位置进入手术部位以及/或者向可能未受过充分训练以安全地进行调节的助手或无菌人员口头传达调节指令。然而，机器人可控制的肝脏牵开器的使用可有利地允许操作者以类似于其他机器人可控制的手术工具的方式远程控制肝脏牵开器。

[0126] 附加地或另选地，肝脏牵开器的机器人控制可增强患者的安全性或机器人系统的感知。例如，机器人系统能够基于所获取的运动数据(例如，使用每个机器人臂的每个关节中的编码器和/或传感器)和系统的结构尺寸(例如，每个机器人臂中的每个连杆的长度)的先验知识来确定每个机器人控制的部件的位置和取向。这种位置感知可用于提供足够的操作自由度，同时避免机器人臂与机器人控制的器械之间的无意碰撞。然而，机器人医疗系统的机器人臂和器械可能易于与机器人系统的控制和感知之外的元件(诸如在肝脏牵开器和/或台安装件纯粹被手动控制的实施方案中，肝脏牵开器202或台安装件204)碰撞。这对于无法检测到与肝脏牵开器202或台安装件204碰撞的力的机器人臂来说尤其成问题。这对

患者可能是危险的，因为碰撞可能无意中移动肝脏牵开器202并引起主要血管穿孔、实质性损伤、缺血所致坏死、隔膜穿孔和胸腔组织伤害或其他有害结果。此外，由于可能未向医生控制台处的医师提供对机器人臂上的外力的反馈，因此视觉提示可能是用户知道他们处于潜在危险情境的唯一方式。

[0127] 本文公开的实施方案提供了机器人控制和致动的肝脏牵开器。虽然在肝脏牵开器的上下文中呈现，但是本文所述的医疗牵开器可被配置用于与其他器官、组织或对象一起使用。如下文将更充分地描述，机器人致动的肝脏牵开器可允许医师在整个规程中主动管理他或她的动态回缩，以便确保目标部位在任何时候的最佳暴露。也就是说，在一些实施方案中，医师能够以类似于医师在规程期间可如何控制其他机器人使能的医疗器械的方式远程控制肝脏牵开器的位置。该机器人控制的解决方案避免、防止或降低与需要医师或无菌助手手动调节牵开器相关联的问题以及与机器人臂和牵开器之间的意外接触相关联的问题的可能性。

[0128] 在一些实施方案中，机器人致动的肝脏牵开器可为固定或不可关节运动的零自由度器械(如下描述的图26A和图26B所示)或可关节运动的单自由度或多自由度关节运动器械(如图22A至图25B所示)。此外，在一些实施方案中，机器人致动的肝脏牵开器可被配置成使得其远侧部分(例如，肝脏牵开器的被配置成插入到患者体内的一部分)是可移除的、可更换的和/或一次性的(如图27A至图27C所示，如下描述)。为了进一步说明机器人致动的肝脏牵开器的功能和特征，现在将参考附图描述若干示例。附图中所示的实施方案以举例的方式提供，并且不应理解为限制性的。

[0129] 图22A和图22B示出了机器人致动的医疗牵开器300的实施方案。在例示的实施方案中，牵开器300被配置为肝脏牵开器。也就是说，在例示的实施方案中，牵开器300被配置成在医疗规程期间支撑肝脏。图22A和图22B所例示的牵开器300是关节运动牵开器，因为如将在下文进一步详细描述的，牵开器300的远侧部分310被配置成进行关节运动(例如，改变形状、改变位姿、弯曲、折叠等)。图22A示出了具有处于非关节运动配置的远侧部分310的牵开器300，并且图22B示出了具有处于关节运动配置的远侧部分310的牵开器300。在一些实施方案中，非关节运动配置(图22A)被配置成有利于将牵开器300的远侧部分310插入到患者体内，并且关节运动配置(图22B)被配置成支撑患者的肝脏。此外，虽然图22B示出了一种关节运动配置，但是其他关节运动配置也是可能的。

[0130] 如图22A和图22B所示，牵开器300包括器械基部302(其也可称为器械柄部)。基部302可被配置成选择性地附接或联接到致动和/或定位装置，诸如机器人臂。因此，基部302可被配置成允许牵开器300与机器人臂选择性地附接或联接。一旦基部302附接到机器人臂，就可操纵机器人臂(例如，致动、移动机器人臂或使机器人臂进行关节运动)以控制牵开器300的位置。这可允许牵开器300在医疗规程期间以手动肝脏牵开器不可能实现的方式被机器人重新定位。在一些实施方案中，基部302与机器人臂不需要直接附接。一个或多个附加部件可定位在基部302与机器人臂之间。例如，在一些实施方案中，基部302附接到无菌适配器，该无菌适配器定位在机器人臂上或附接到机器人臂。在一些实施方案中，无菌适配器首先附接到机器人臂，然后基部302附接到无菌适配器。反之亦然。在一些实施方案中，无菌适配器可附接到基部302，然后基部302和无菌适配器可附接到机器人臂。无菌适配器可在机器人臂与基部302之间提供无菌屏障。

[0131] 基部302可包括被配置成联接或附接到机器人臂的附接表面或面304。附接面304可位于基部302的任何侧面上。在例示的实施方案中，附接面304位于基部302的远侧上(例如，基部302的面向牵开器300的远侧端部301的侧面或基部302的在规程期间面朝患者的侧面)。该配置可有利地允许牵开器300被顶部装载或通过装载到机器人臂的端部上。这可允许通过沿近侧方向远离机器人臂(例如，远离患者的身体)拉动基部302来取下牵开器300，这可提高规程期间患者的安全性。虽然在基部302的远侧上示出，但在其他实施方案中，附接面304可位于基部302的任一侧上，诸如位于例如近侧上。

[0132] 如下文参考图23进一步详细描述的，基部302还可包括一个或多个器械驱动输入部。器械驱动输入部可被致动(例如，旋转或以其他方式操作)以致动或控制牵开器300的各种功能。例如，可致动器械驱动输入部以引起牵开器300的远侧部分310的关节运动。在例示的实施方案中，器械驱动输入部可用于使牵开器的远侧部分310在非关节运动配置(图22A)与关节运动配置(图22B)之间进行关节运动，反之亦然。

[0133] 一个或多个器械驱动输入部可定位在附接面304上。这可允许一个或多个器械驱动输入部与机器人臂的对应一个或多个器械驱动输出部(或牵开器300所附接的其他机器人装置)接合。在一些实施方案中，机器人臂包括如上文参考图15至图16所描述的器械驱动器或器械驱动机构。器械驱动器可包括所述一个或多个器械驱动输出部，这些器械驱动输出部被配置成当基部302联接到机器人臂的器械驱动器时与一个或多个器械驱动输入部接合并致动一个或多个器械驱动输入部。以此方式，可通过移动基部302与机器人臂来调节牵开器300的位置，并且可使用器械驱动器上的机器人驱动输出部来控制牵开器300的远侧部分310的关节运动。

[0134] 如图22A和图22B所示，牵开器300还包括从基部302延伸的轴308。在一些实施方案中，轴308可为细长轴和/或刚性轴。在例示的实施方案中，轴308延伸穿过基部302。这种配置可为有益的，其中基部302被配置成驱动轴308相对于基部302的插入和/或回缩。上文参考图18中所示的实施方案更详细地描述了这种插入/回缩架构的示例。此外，轴308相对于基部302的这种插入和/或回缩可通过将基部302的一个或多个器械驱动输入部与器械驱动器的一个或多个器械驱动输出部接合来驱动。将牵开器300配置成使得轴308可相对于基部302插入和/或回缩可有利地允许将牵开器300重新定位(例如，插入或抽出)而不需要移动机器人臂。例如，在一些实施方案中，可通过将轴308相对于基部302插入或回缩来调节牵开器300的远侧部分310在患者体内的深度，而不需要移动机器人臂。

[0135] 在例示的实施方案中，牵开器300的远侧部分310包括轴308的远侧部分。在例示的实施方案中，远侧部分310被配置成如上所述进行关节运动。例如，轴308的远侧部分310可被配置成在基本上线性配置(例如，如图22A所示)与用于在机器人医疗规程期间无创伤地支撑肝脏的弯曲配置(例如，如图22B所示)之间进行关节运动。基本上线性配置可有利于将远侧部分310插入到患者体内。例如，当处于基本上线性配置时，远侧部分310可通过小手术切口或端口插入。一旦远侧部分310定位在患者体内，该远侧部分就可关节运动到弯曲配置中，该弯曲配置可被配置成无创伤地支撑肝脏。

[0136] 远侧部分310的弯曲配置可采用许多形状。例如，在图22B的例示实施方案中，远侧部分310的弯曲配置包括闭环形状。在例示的实施方案中，闭环形状是大体上三角形形状，但是其他闭环形状(包括正方形、矩形、椭圆形、圆形等)也是可能的。如本文所用，“闭环”形

状是指弯曲或弧形形状，其中弯曲形状的端部或其他部分横跨或连接弯曲形状的开始或其他部分。例如，在图22B中，远侧部分310被配置成使得远侧部分310的远侧端部横跨远侧部分310的近侧端部，以便形成闭环三角形形状。在一些实施方案中，远侧部分310的弯曲配置可包括开环形状，诸如类似于图26A和图26B所示的开环配置的形状。通常，弯曲配置被配置为在医疗规程期间无创伤地支撑肝脏或另一器官、组织或对象的形状。在一些实施方案中，为了有利于无创伤地支撑，牵开器300的远侧部分310可被配置为具有圆形外表面的杆(例如，大体上圆形的横截面或形成具有圆形边缘的外径的其他横截面形状)和圆形末端。

[0137] 在一些实施方案中，为了实现牵开器300的轴308的远侧部分310的关节运动，牵开器300可包括在基部302的器械驱动输入部与轴308的远侧部分310之间延伸的至少一根腱或牵拉线。牵拉线可被配置成使远侧部分310进行关节运动，如下文参考图23至图25B的示例进一步详细描述的。

[0138] 图23示出了机器人致动的牵开器300的基部302的实施方案。在该透视图中，可以看到基部302的附接面304。如图所示，在该示例中，附接面304包括五个器械驱动输入部312。在其他实施方案中，其他数量(例如，一个、两个、三个、四个或更多个)的驱动输入部是可能的。器械驱动输入部312可被配置成接合器械驱动器上的对应驱动输出部，以控制如先前所述的牵开器300的各种功能。

[0139] 在例示的实施方案中，器械驱动输入部312包括插孔，该插孔被配置成接合(例如，接收和/或紧密配合)器械驱动输出部，该器械驱动输出部被配置为花键。在例示的实施方案中，器械驱动输入部312被配置成当由器械驱动输出部的对应旋转驱动时旋转。反之亦然。器械驱动输入部312可被配置为花键，并且器械驱动输出部可被配置为插孔。在其他实施方案中，器械驱动输入部312和器械驱动输出部可包括被配置成在两者间机械地传递运动的其他结构。

[0140] 如先前所述，器械驱动输入部312可被配置成允许控制或致动牵开器300的各种功能。例如，器械驱动输入部312中的一个或多个器械驱动输入部可被配置成控制细长轴308的远侧部分310的关节运动。在一些实施方案中，单个器械驱动输入部312可被配置成控制远侧部分310的关节运动。下文参考图24A至图24C进一步详细地描述其示例。在其他实施方案中，多个器械驱动输入部312可被配置成控制远侧部分310的关节运动。例如，远侧部分310可包括多个可独立关节运动的节段，其中每个节段的致动对应于多个驱动输入部312中的一个驱动输入部。在一些实施方案中，驱动输入部312中的每个驱动输入部可操作以使可关节运动节段中的相应一个可关节运动节段独立地进行关节运动。下文将参考图25A和图25B进一步详细地描述其示例。

[0141] 在一些实施方案中，器械驱动输入部312中的一个或多个器械驱动输入部可被配置成控制轴308相对于基部302的插入和/或回缩。例如，在一些实施方案中，使器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部沿第一方向旋转可驱动轴308的插入，并且使器械驱动输入部312沿第二相反方向旋转可驱动轴308的回缩。在一些实施方案中，器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部可旋转以驱动轴308相对于基部302的插入，并且器械驱动输入部312中的另一个器械驱动输入部可旋转以驱动轴308相对于基部302的回缩(例如，根据上文参考图18描述的基于器械的插入架构)。在此类实施方案中，轴308的插入或回缩可涉及轴相对于器械基部的轴向运动，其中轴沿其纵向轴线相对于器械基部平移。

[0142] 在一些实施方案中，轴308被配置成相对于基部302滚动(例如，绕其纵向轴线旋转)。在此类实施方案中，器械驱动输入部312中的一个或多个器械驱动输入部可被配置成控制轴308相对于基部302的滚动，使得驱动输入部312的操作致使轴308绕其纵向轴线旋转。例如，在一些实施方案中，使器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部沿第一方向旋转可驱动轴308沿第一方向的滚动，并且使器械驱动输入部312沿第二相反方向旋转可驱动轴308沿第二相反方向的滚动。在一些实施方案中，器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部可旋转以沿第一方向驱动轴308相对于基部302的滚动，并且器械驱动输入部312中的另一个器械驱动输入部可旋转以驱动轴308相对于基部302沿第二方向的滚动。

[0143] 附接面304还可包括被配置成向其所附接的机器人医疗系统提供关于牵开器300的信息的特征部。例如，存储器或其他合适的结构或装置可包括在附接面304上或下方，当基部302附接时，该附接面可由机器人臂或器械驱动器上的对应读取器读取。存储器或其他装置可存储关于牵开器300的信息，诸如关于牵开器的类型、型号、校准信息等的信息。在一个示例中，附接接口包括射频识别(RFID)标签，当基部302附接到机器人系统时，该标签可由对应的读取器读取。

[0144] 图24A至图24C示出了机器人致动的牵开器300的可关节运动远侧部分310的实施方案。图24A示出了处于非关节运动配置的远侧部分310，图24B示出了处于第一关节运动配置的远侧部分310，并且图24C示出了处于第二关节运动配置的远侧部分310。在例示的实施方案中，牵开器300包括被配置成致使远侧部分310进行关节运动的牵拉线314。如例示的示例中所示，牵拉线314向下或沿着轴308延伸到远侧端部301(例如，相对于图中所示的取向延伸到左侧)。牵拉线314可在近侧端部处附接到器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部。例如，牵拉线314可缠绕在联接到器械驱动输入部312中的一个器械驱动输入部的滑轮上，使得器械驱动输入部312的旋转导致牵拉线314卷在滑轮上或从滑轮上解绕。

[0145] 在例示的实施方案中，轴308的远侧部分310包括两个关节运动节段316(图24B和图24C)。两个关节运动节段316可各自被配置为可弯曲以允许远侧部分310进行关节运动的节段。例如，在一些实施方案中，关节运动节段316包括一个或多个关节。又如，在一些实施方案中，关节运动节段316可由柔性或可弯曲的材料制成。虽然图24A至图24C示出了具有两个关节运动节段316的示例，但是在其他实施方案中可包括其他数量的关节运动节段316。例如，远侧部分310可被配置成包括一个、两个、三个、四个或更多个关节运动节段316。

[0146] 图24A至图24C示出了示例性关节运动过程中的各个阶段。图24A示出了处于非关节运动配置或大体上线性配置的轴308的远侧部分310。为了引起关节运动，可对牵拉线314施加张力。例如，可致动与牵拉线314相关联的器械驱动输入部312以将牵拉线314缠绕到滑轮上，从而导致张力变化或牵拉线314缩短。随着张力增大(或牵拉线314缩短)，牵拉线314致使关节运动节段316弯曲。图24B示出了关节运动中的第一阶段。随着牵拉线314中的张力增大，轴308的远侧部分310继续进行关节运动。图24C示出了关节运动中的第二阶段。

[0147] 在该示例中，单根牵拉线314被配置成驱动远侧部分310的关节运动。也就是说，单根牵拉线314被配置成致使两个关节运动节段316进行关节运动或弯曲。并非在所有实施方案中都需要如此。例如，如图25A和图25B所示，可包括多根牵拉线314，这些牵拉线被配置成使牵开器的轴308的远侧部分310的不同关节运动节段316独立地进行关节运动。

[0148] 图25A和图25B示出了机器人致动的医疗牵开器300的实施方案，该医疗牵开器包

括具有三个独立关节运动节段316A、316B、316C的可关节运动远侧部分310(图25B)。图25A示出了医疗牵开器300的基部302的实施方案,并且图25B示出了处于关节运动配置的医疗牵开器的可关节运动远侧部分310的实施方案。如图25B所示,牵开器300的远侧部分310可包括第一关节运动节段316A、第二关节运动节段316B和第三关节运动节段316C。在例示的实施方案中,每个关节运动节段316将轴308的两个相邻的刚性节段分开。在一些实施方案中,每个关节运动节段316可独立地进行关节运动。也就是说,例如,关节运动节段316A可独立于关节运动节段316B、316C进行关节运动。配置具有可独立关节运动的节段316的远侧部分310可为医师提供甚至更大的控制,从而允许医师操纵远侧部分310进入多个不同的位置。

[0149] 在一些实施方案中,为了实现关节运动节段316A、316B、316C的独立致动,基部302可包括对应的器械驱动输入部312A、312B、312C。每个器械驱动输入部312A、312B、312C也可为独立地致动的。第一牵拉线可在驱动输入部312A与关节运动节段316A之间延伸,使得驱动输入部312A可致使关节运动节段316A进行关节运动。第二牵拉线可在驱动输入部312B与关节运动节段316B之间延伸,使得驱动输入部312B可致使关节运动节段316B进行关节运动。并且第三牵拉线可在驱动输入部312C与关节运动节段316C之间延伸,使得驱动输入部312C可致使关节运动节段316C进行关节运动。在一些实施方案中,关节运动节段316中的一个关节运动节段可被配置成沿不同于关节运动节段316中的另一个关节运动节段的方向弯曲。例如,如图25B所示,第一关节运动节段316A可被配置成沿第一方向弯曲,而第二关节运动节段316B和第三关节运动节段316C各自被配置成沿与第一方向相反的第二方向弯曲。

[0150] 虽然图25A和图25B示出了具有由三个器械驱动输入部312A、312B、312C独立地致动的三个关节运动节段316A、316B、316C的实施方案,但是其他数量的关节运动节段316和驱动输入部312也是可能的。例如,牵开器300可包括一个、两个、三个、四个、五个或更多个关节运动节段316和对应的驱动输入部312。

[0151] 图26A和图26B示出了机器人致动的医疗牵开器400的实施方案,该医疗牵开器包括非关节运动或刚性远侧部分410(这与先前描述的包括可关节运动远侧部分310的牵开器300形成对比)。首先参考图26A中所示的实施方案,牵开器400包括基部402和细长轴408。细长轴408的远侧部分410配置有固定或刚性形状,这允许远侧部分410插入到患者体内并支撑器官或组织(诸如例如,肝脏)。

[0152] 与基部302类似,基部402可被配置成选择性地附接或联接到定位装置,诸如机器人臂。因此,器械基部402可被配置成允许牵开器400与机器人臂选择性地附接或联接。一旦基部402附接到机器人臂,就可操纵机器人臂(例如,移动机器人臂或使机器人臂进行关节运动)以控制牵开器400的位置。这可允许牵开器400在医疗规程期间以手动肝脏牵开器不可能实现的方式被机器人重新定位。基部402可包括被配置成联接或附接到机器人臂的附接表面或面404,如先前所述。

[0153] 基部402还可包括一个或多个器械驱动输入部。器械驱动输入部可被致动(例如,旋转或以其他方式致动)以致动或控制牵开器400的各种功能。例如,器械驱动输入部可旋转以引起轴408的插入或回缩并且/或者驱动轴408的滚动。如上所述,一个或多个器械驱动输入部可定位在附接面404上。如图26A所示,轴408从基部402延伸。在一些实施方案中,轴408可为细长轴和/或刚性轴。在例示的实施方案中,轴408的近侧端部连接到基部402。然

而，在其他实施方案中，轴408可延伸穿过基部402，使得可驱动轴408相对于基部402的插入或回缩，如先前所述。

[0154] 轴408的远侧部分410可为刚性的或固定的，并且被配置有用于无创伤地支撑患者肝脏的形状。例如，在例示的实施方案中，远侧部分410包括开环形状。如图所示，开环形状包括U形，但是其他开环形状也是可能的。如本文所用，“开环”是指弯曲或弧形结构，其中间隙保持在开环的始端与开环的末端之间。开环形状的示例包括C形弯曲状、U形弯曲状和钩状。在此类形状中，弯曲结构的终端可与弯曲结构的始端间隔开，使得弯曲部分的总角度小于360度。根据一些实施方案，可形成具有在90度与270度之间的弯曲部的开环，使得开环共同形成足够宽的结构，其中开环的相对端可无创伤地支撑肝脏的重量，但是形成足够大的间隙，使得开环可通过患者身上的小开口或切口插入。当远侧部分410是刚性的时，开环形状是有益的，因为其允许远侧部分410插入到患者体内。例如，远侧部分410的远侧末端可首先通过手术切口或端口插入，然后该形状的其余部分可通过切口或端口进入。

[0155] 图26A所例示的牵开器400的实施方案在基部402与远侧部分410之间大体上是线性的。图26B示出了另一个实施方案，该实施方案包括在基部402与远侧部分410之间的弯曲部418。弯曲部418可呈角度α。角度α可为例如约90度，但是更大和更小的其他角度也是可能的。

[0156] 图27A示出了在其远侧端部处包括连接器520的机器人致动的医疗牵开器500的近侧部分511的实施方案。连接器520可被配置成选择性地附接到医疗牵开器500的远侧部分510(如图27B和图27C所示)。该配置可允许各种远侧部分510(例如，包括用于支撑肝脏的不同形状的不同远侧部分)根据需要选择性地附接到近侧部分511。该配置还可允许远侧部分510在使用后或在使用有限次数后被丢弃，而近侧部分511(包括例如机器人致动的基部502)可被配置用于多次使用。

[0157] 图27A示出了牵开器500的近侧部分511的实施方案。如图所示，近侧部分511可包括基部502和细长轴508。基部502可被配置成附接到机器人臂或器械驱动器，如先前所述。在许多方面，轴508类似于先前描述的轴，不同的是轴508在其远侧端部处包括连接器520。连接器520可包括任何可释放的附接或紧固机构，诸如机械闩锁、螺纹附接件、销和狭槽附接件和/或磁附接件。连接器被配置成允许近侧部分511连接到不同的远侧部分510。图27A和图27B中示出了两个示例性远侧部分510。

[0158] 图27B示出了被配置成连接到图27A的医疗牵开器500的近侧部分511的可关节运动远侧部分510A的实施方案。因此，远侧部分510A在其近侧端部处包括连接器522。连接器522可包括与连接器520互补的任何可释放的附接或紧固机构，诸如机械闩锁、螺纹附接件、销和狭槽附接件和/或磁附接件。连接器522被配置成与连接器520接合以将远侧部分510A固定到近侧部分511。在例示的实施方案中，远侧部分510A被配置成以可类似于图25B的远侧部分310的方式进行关节运动。为了有利于远侧部分510A的关节运动，连接器520、522可被配置成在近侧部分511和远侧部分510内连接牵拉线。这可允许远侧部分510A在用于插入的大体上线性配置与用于支撑肝脏的关节运动配置之间进行关节运动。

[0159] 图27C示出了用于医疗牵开器500的非关节运动远侧部分510B的实施方案，该医疗牵开器包括用于连接到图27A的近侧部分511的连接器522。在例示的示例中，非关节运动远侧部分510B包括被配置成允许插入到患者体内并支撑肝脏的形状。在例示的实施方案中，

非关节运动远侧部分510B包括开环或U形。在一些实施方案中，非关节运动远侧部分510B包括也可手动使用的牵开器。例如，远侧部分510B可为：手动牵开器，该手动牵开器也可手动操作并且/或者用所安装的台支撑；或手动牵开器系统，诸如图21中所示的那些。因此，图27A和图27C示出，在一些实施方案中，可商购获得的手动牵开器可附接到机器人可控制的近侧部分511(如图27A所示)，以实现手动牵开器的机器人控制。可另外降低附接到手动牵开器器械的近侧部分511的成本，因为端部执行器和基部已脱离，并且因端部执行器无关节运动而降低了工具复杂性。

[0160] 图28示出了机器人医疗系统600的实施方案，该机器人医疗系统包括机器人臂602、包括关节运动区段的器械604和医疗牵开器606。在该实施方案中，器械604可包括机器人可控制的关节运动区段或关节，使得器械604的形状或位姿可被机器人控制。在一些实施方案中，器械604包括一个、两个、三个、四个、五个或更多个关节运动区段或关节。器械604可被配置成在机器人臂602与牵开器606之间延伸，使得器械604保持定位在主体的外部。然而，因为器械604和机器人臂602是机器人可控制的，因此牵开器606的位置可被机器人调节。器械604可与定制的或可商购获得的牵开器一起使用。在系统600中，器械604与肝脏牵开器在体外交接。这可使用户在使用机器人臂和关节运动节段时能够保持肝脏牵开器在身体中的位置，以避免与其他机器人臂或其他对象碰撞。

[0161] 图29是示出使用机器人致动的医疗牵开器的机器人使能的医疗规程的示例性方法700的流程图。方法700始于框702，在该框处，医疗牵开器的远侧部分插入到患者体内，使得远侧部分支撑患者的解剖结构的一部分。

[0162] 在框704处，将医疗牵开器附接到机器人臂。将牵开器附接到机器人臂可包括将牵开器的基部附接到机器人臂。在一些实施方案中，将牵开器的基部附接到机器人臂上的器械驱动器。基部上的器械驱动输入部可与器械驱动器上的对应器械驱动输出部接合。

[0163] 在一些实施方案中，将牵开器附接到机器人臂发生在将牵开器的远侧部分插入到患者体内之前。例如，在牵开器包括可在大体上线性配置(例如，图22A)与被配置成支撑肝脏的配置(例如，图22B)之间进行关节运动的可关节运动远侧部分的情况下，可能是这样。当牵开器在插入之前附接到机器人臂时，插入可使用机器人臂被机器人执行或由器械驱动器驱动。

[0164] 在一些实施方案中，在将牵开器附接到机器人臂之前，将牵开器插入到患者体内。例如，在牵开器包括非关节运动远侧部分(例如，图26A和图26B)的情况下，可能是这样。在一些情况下，当牵开器包括非关节运动远侧部分时，机器人臂可能不能充分移动以将复杂刚性远侧端部引导到患者体内。在此类情况下，可手动插入牵开器，然后将其附接到机器人臂。附加地或另选地，可使用机器人臂的导纳或阻抗控制来手动操纵牵开器以在牵开器已经附接到臂之后初始插入或定位。然后机器人臂可被机器人操纵以控制牵开器的精细定位。

[0165] 在框706处，使用机器人臂来重新定位患者的解剖结构的部分。可通过机器人系统远程控制重新定位。这可有利地允许医师使用机器人系统来调节回缩，使得调节回缩可与规程的其余部分被机器人无缝地执行。这可缩短总操作时间并改善患者结果。

[0166] 在一些实施方案中，方法700还包括重新定位机器人臂的至少一个区段，同时保持肝脏牵开器的位置和取向，以避免机器人臂与另一对象之间的碰撞。例如，机器人臂可包括

一个或多个冗余自由度，这些冗余自由度允许在不调节牵开器的位置的情况下重新定位机器人臂。这可允许在不移动牵开器的情况下重新定位机器人臂以避免碰撞。在一些实施方案中，此类重新定位可为自动的。例如，系统可自动地重新定位机器人臂的一部分以避免碰撞。在一些实施方案中，医师命令重新定位机器人臂以避免碰撞。

[0167] 在一些实施方案中，肝脏牵开器包括可关节运动远侧部分。在此类实施方案中，方法700还可包括利用机器人臂上的器械驱动器使肝脏牵开器的远侧部分进行机器人关节运动，以调节远侧部分的形状或位姿。

[0168] 在一些实施方案中，方法700包括将肝脏牵开器的远侧部分附接到肝脏牵开器的近侧部分。在牵开器包括单独部件的情况下，可能是这样，例如，诸如图27A至图27C所示。类似地，方法700可包括使肝脏牵开器的远侧部分与肝脏牵开器的近侧部分分离，并且将另一远侧部分附接到近侧部分。在一些实施方案中，方法700可包括处置分离的远侧部分。

[0169] 方法700可包括将附接到另一机器人臂的腹腔镜工具插入到患者体内，并且在肝脏牵开器的远侧部分支撑肝脏的同时用腹腔镜工具执行医疗规程。在一些实施方案中，远程控制机器人肝脏牵开器。

[0170] 3.实施系统和术语。

[0171] 本文所公开的实施方式提供了用于机器人致动的医疗牵开器(诸如机器人致动的肝脏牵开器)的系统、方法和设备。

[0172] 应当指出的是，如本文所用，术语“耦合(couple)”、“耦合(coupling)”、“耦合(coupled)”或词语耦合的其他变型形式可以指示间接连接或直接连接。例如，如果第一部件“耦合”到第二部件，则第一部件可经由另一个部件间接连接到第二部件或直接连接到第二部件。

[0173] 引用本文所述的特定计算机实施的过程和/或功能的短语可作为一个或多个指令存储在处理器可读或计算机可读的介质上。术语“计算机可读介质”是指可由计算机或处理器访问的任何可用介质。通过示例而非限制，这样的介质可包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪存储器、致密盘只读存储器(CD-ROM)或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁存储装置，或可以用于存储呈指令或数据结构的形式的期望的程序代码并且可以由计算机访问的任何其他介质。应当指出的是，计算机可读介质可为有形的和非暂态的。如本文所用，术语“代码”可以指可由计算装置或处理器执行的软件、指令、代码或数据。

[0174] 本文所公开的方法包括用于实现所述方法的一个或多个步骤或动作。在不脱离权利要求的范围的情况下，方法步骤和/或动作可彼此互换。换句话讲，除非正在描述的方法的正确操作需要步骤或动作的特定顺序，否则可以在不脱离权利要求的范围的情况下修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。

[0175] 如本文所用，术语“多个”表示两个或更多个。例如，多个部件指示两个或更多个部件。术语“确定”涵盖多种动作，并且因此，“确定”可包括计算、运算、处理、导出、调查、查找(例如，在表格、数据库或另一种数据结构中查找)、查明等。另外，“确定”可包括接收(例如，接收信息)、访问(例如，访问存储器中的数据)等。另外，“确定”可包括解析、选择、挑选、建立等。

[0176] 除非另有明确指明，否则短语“基于”并不意味着“仅基于”。换句话讲，短语“基于”

描述“仅基于”和“至少基于”两者。

[0177] 提供对所公开的具体实施的前述描述以使得本领域的任何技术人员能够制作或使用本发明。对这些具体实施的各种修改对于本领域的技术人员而言将是显而易见的，并且在不脱离本发明的范围的情况下，本文所定义的一般原理可应用于其他具体实施。例如，应当理解，本领域的普通技术人员将能够采用多个对应的替代和等同的结构细节，诸如紧固、安装、耦合或接合工具部件的等同方式、用于产生特定致动运动的等同机构、以及用于递送电能的等同机构。因此，本发明并非旨在限于本文所示的具体实施，而是被赋予符合本文所公开的原理和新颖特征的最广范围。

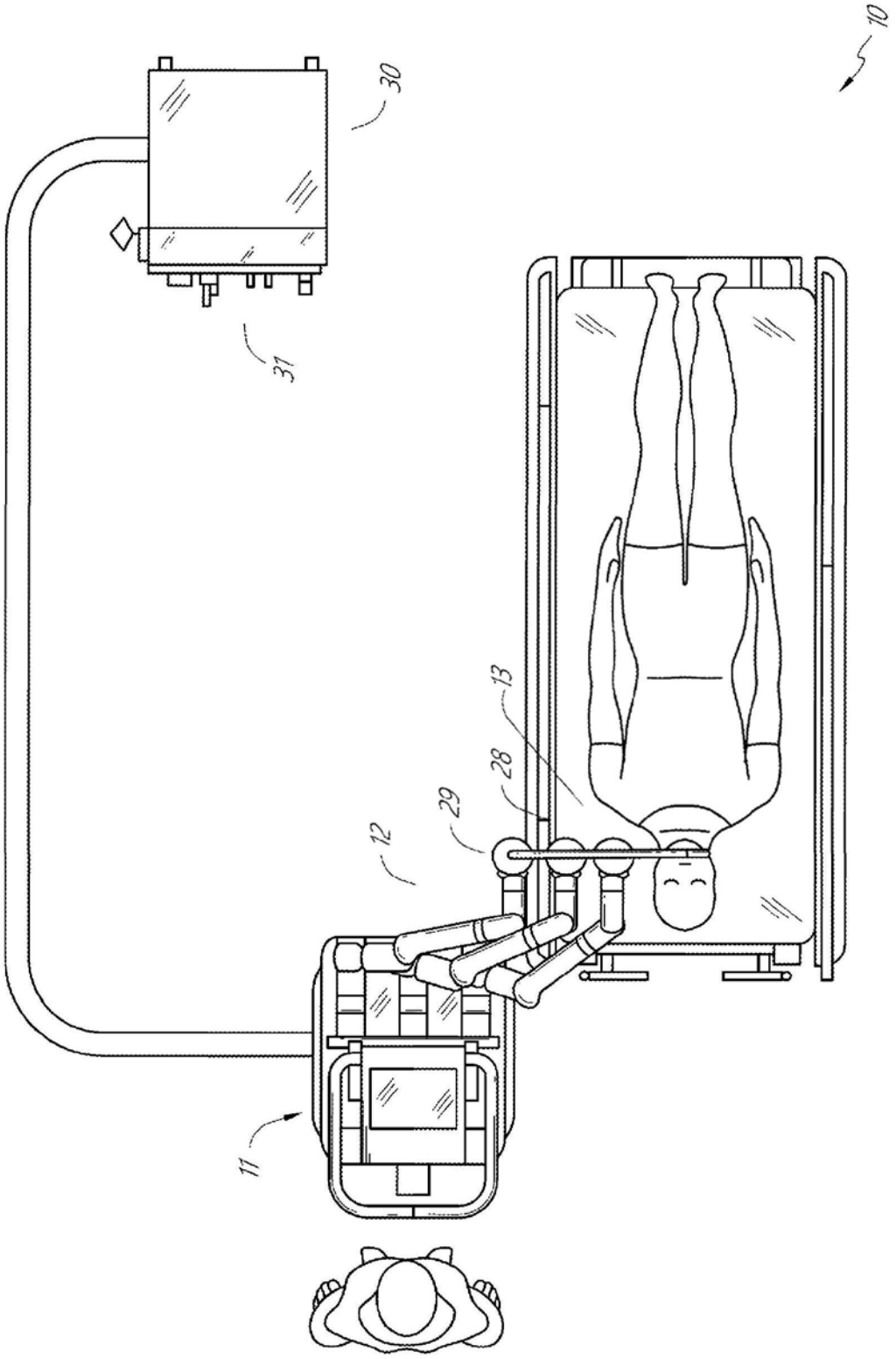


图1

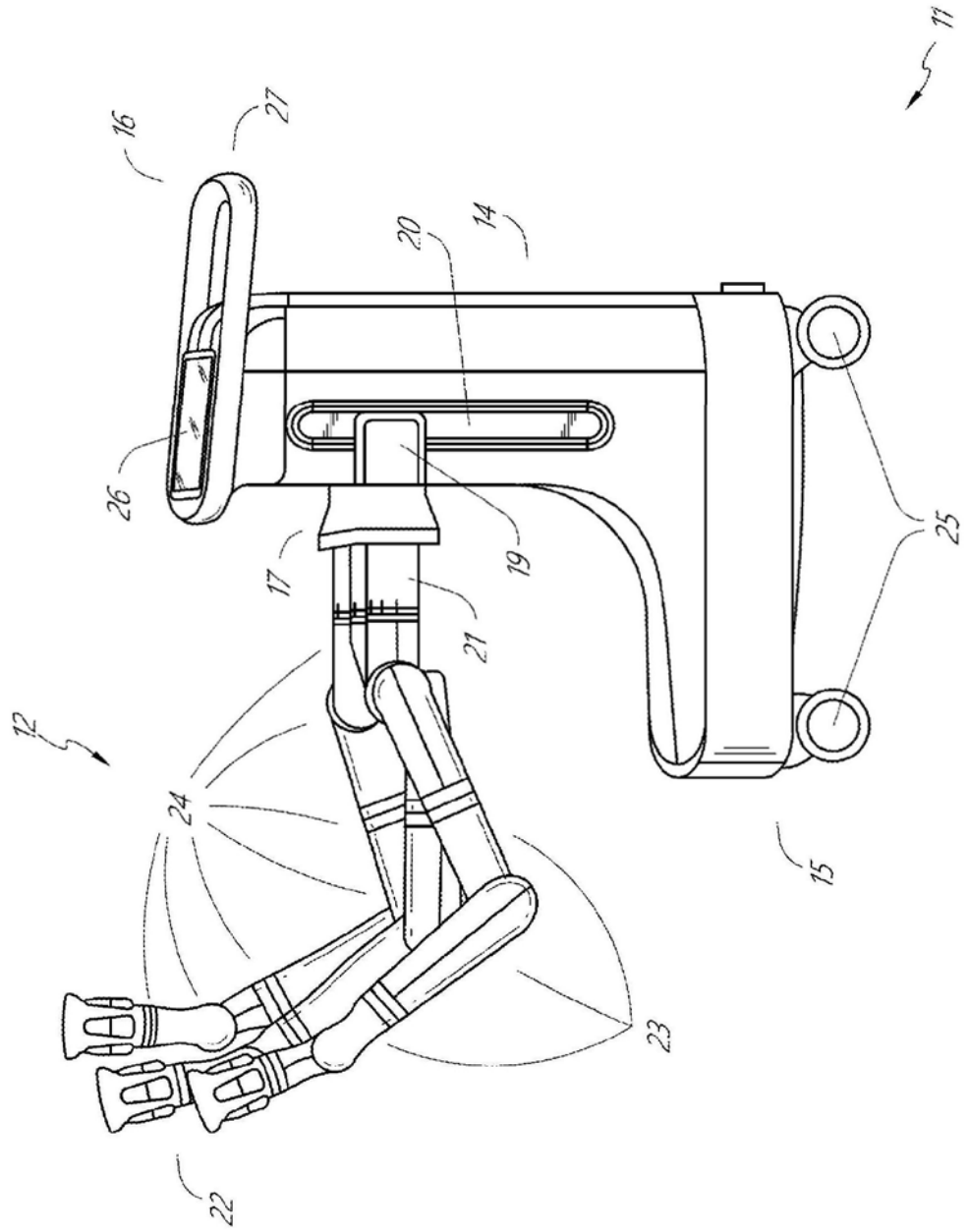


图2

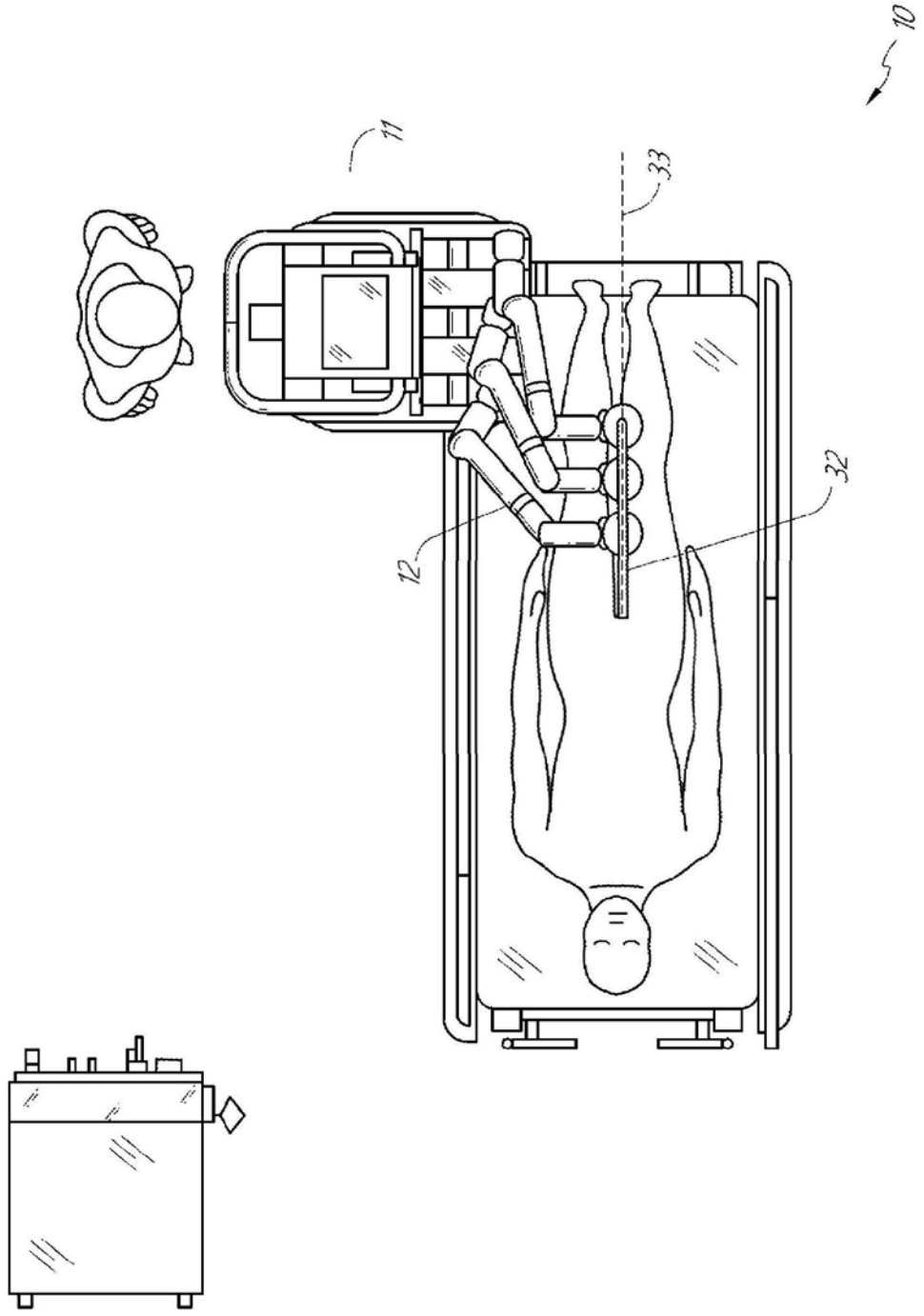


图3

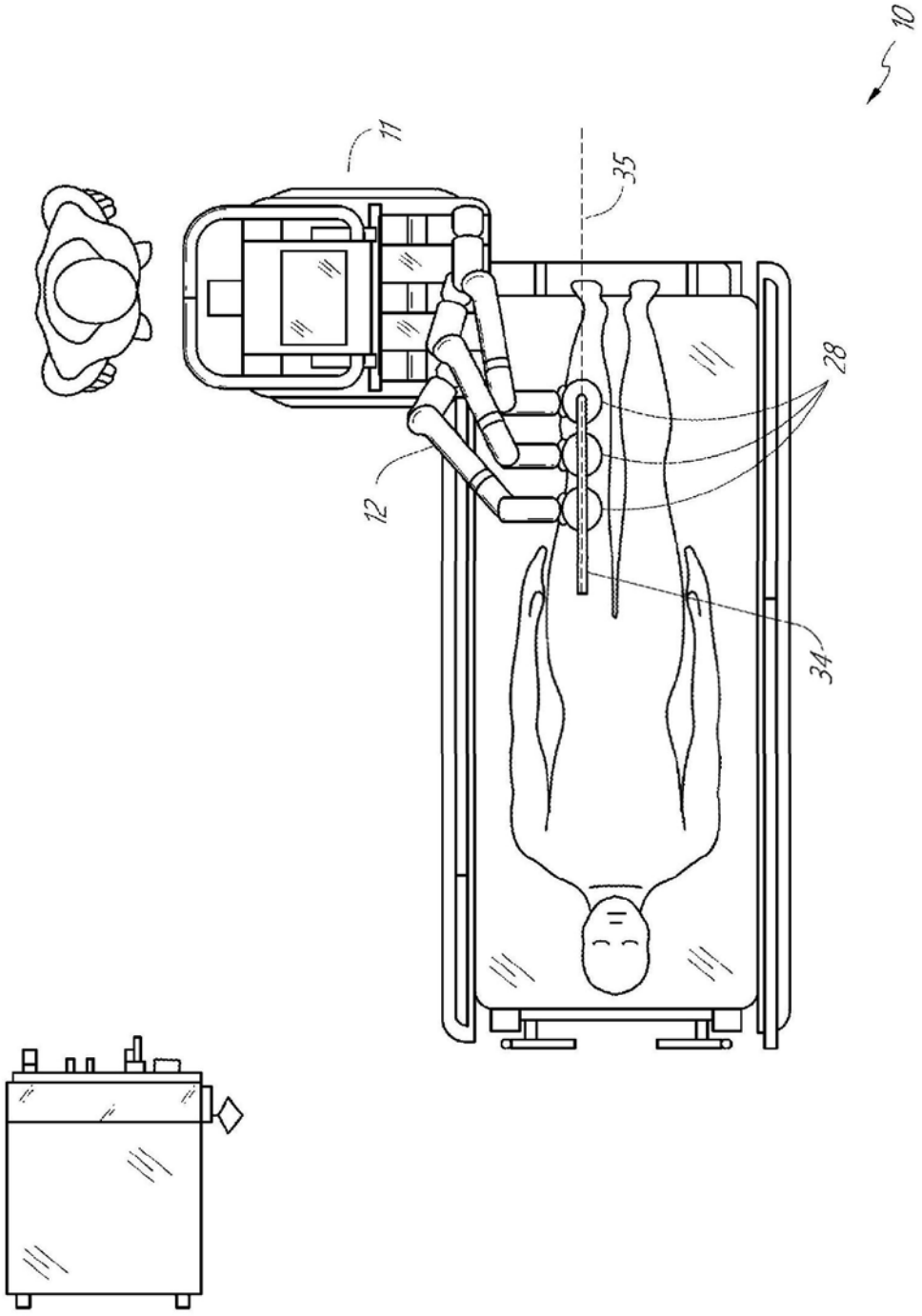


图4

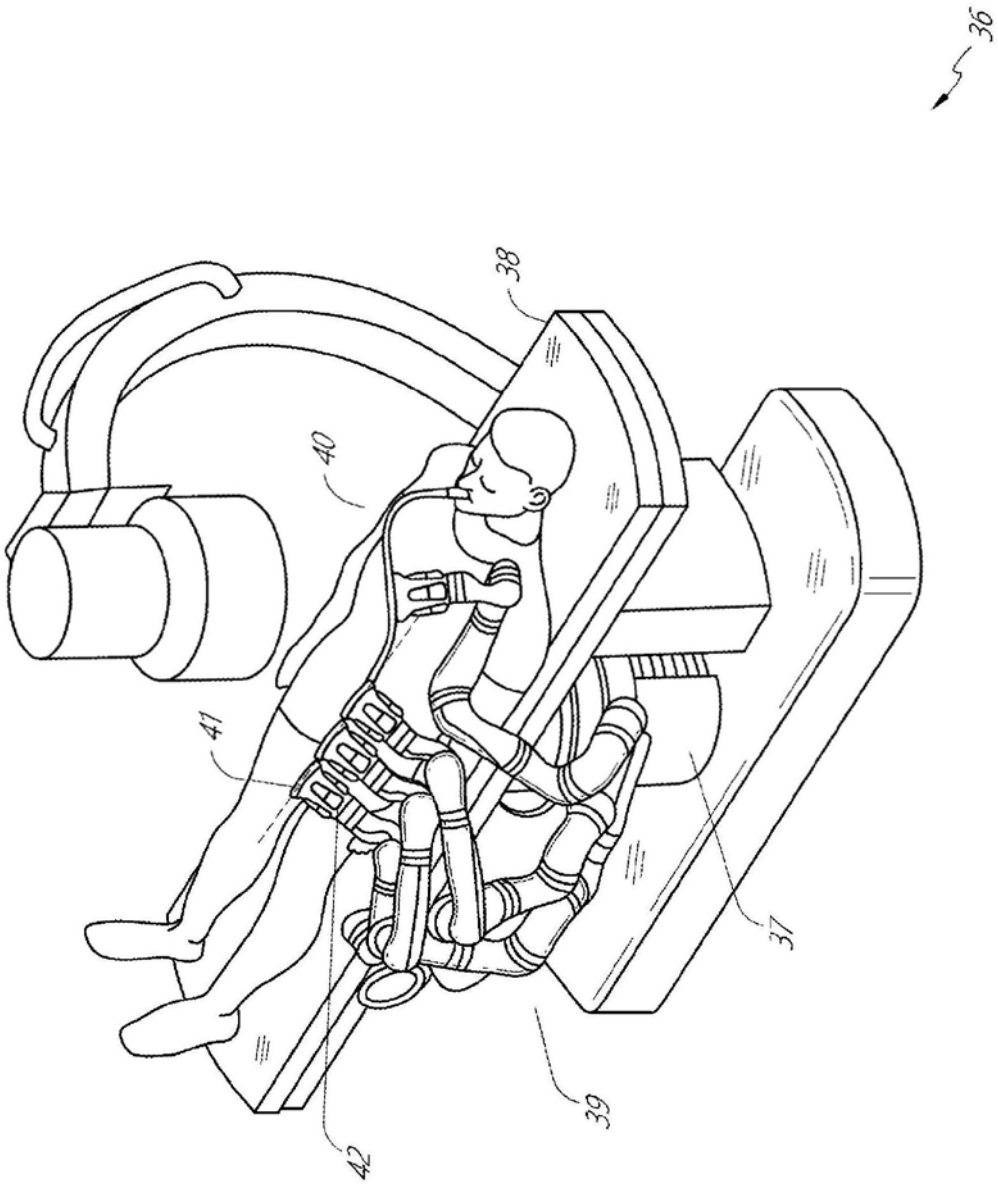


图5

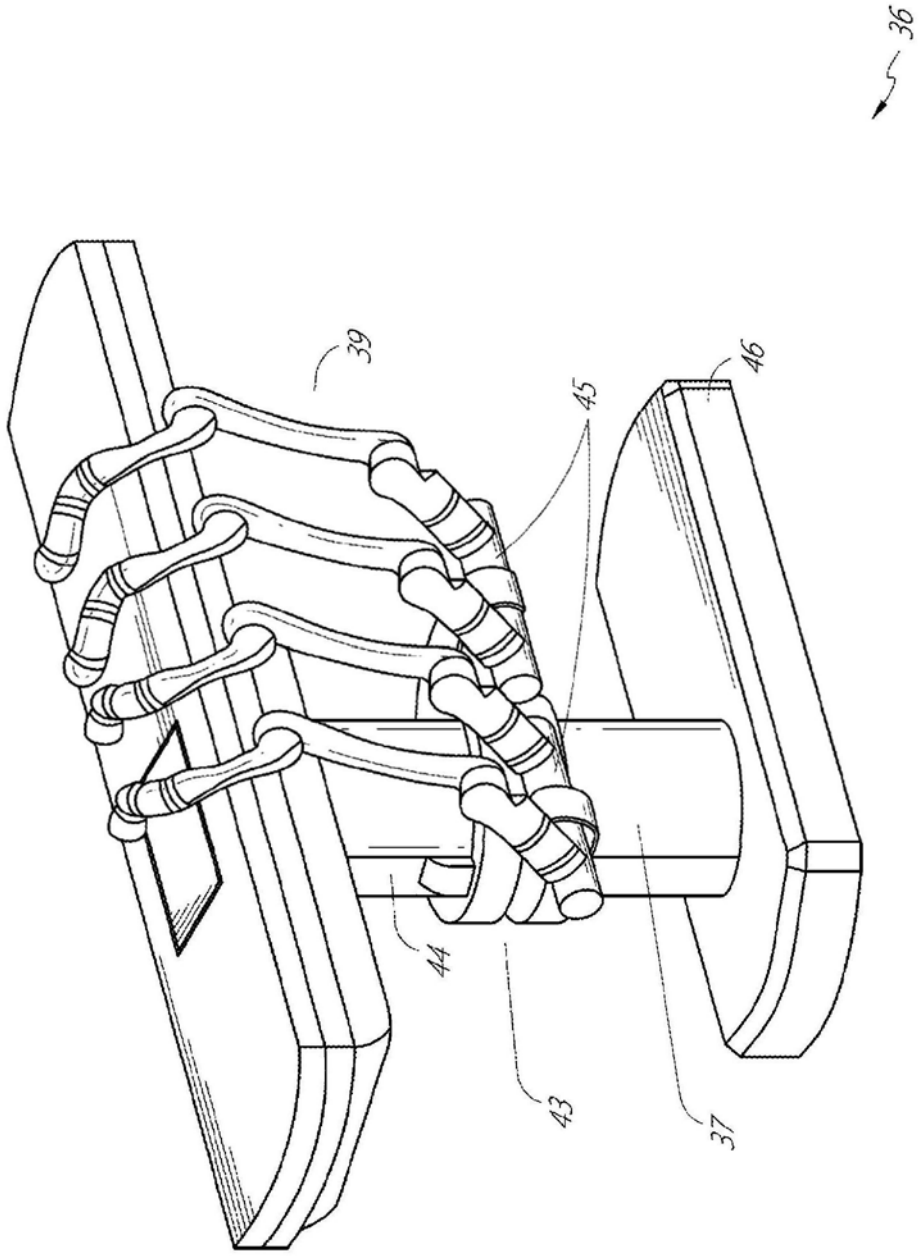


图6

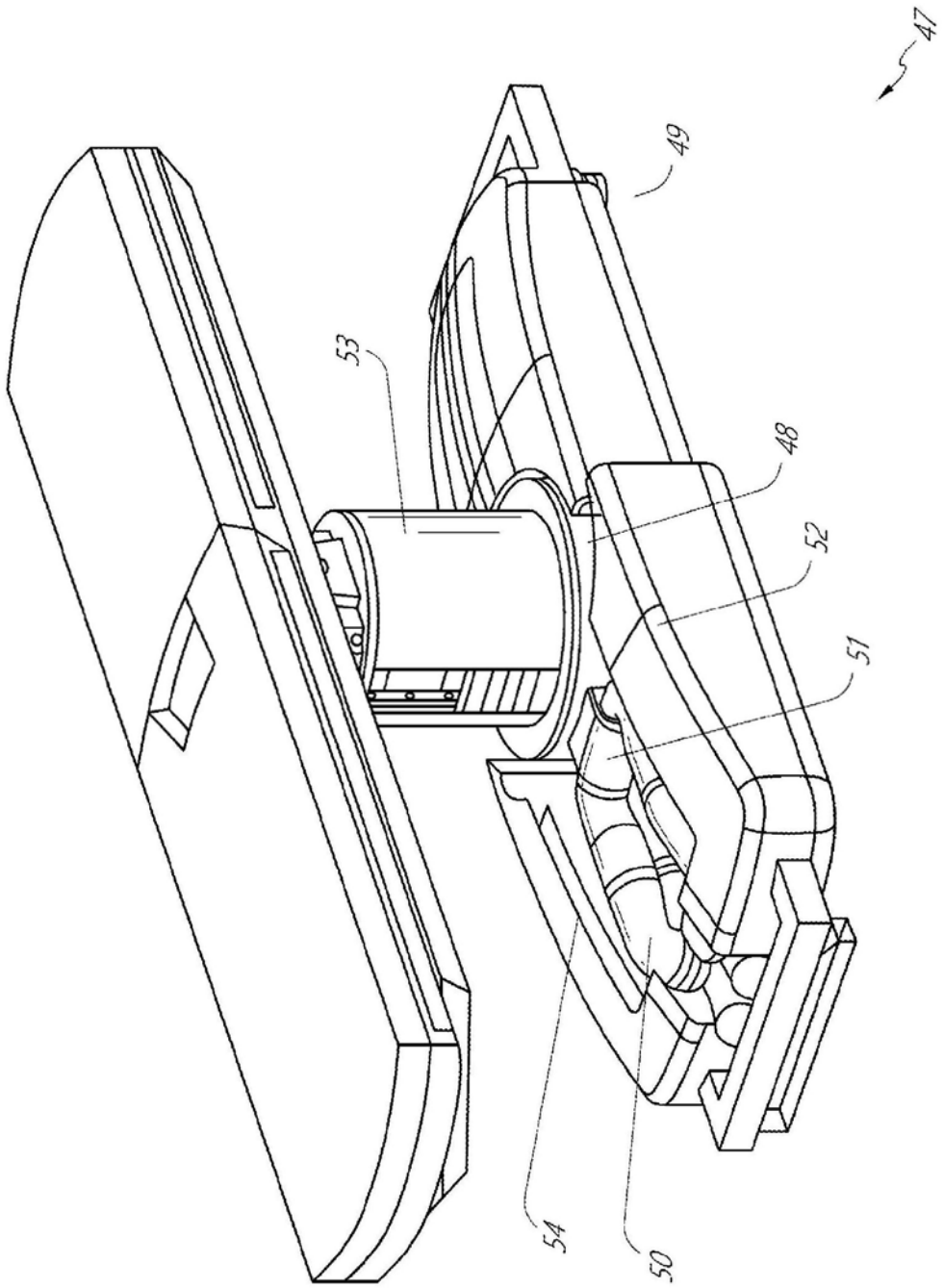


图7

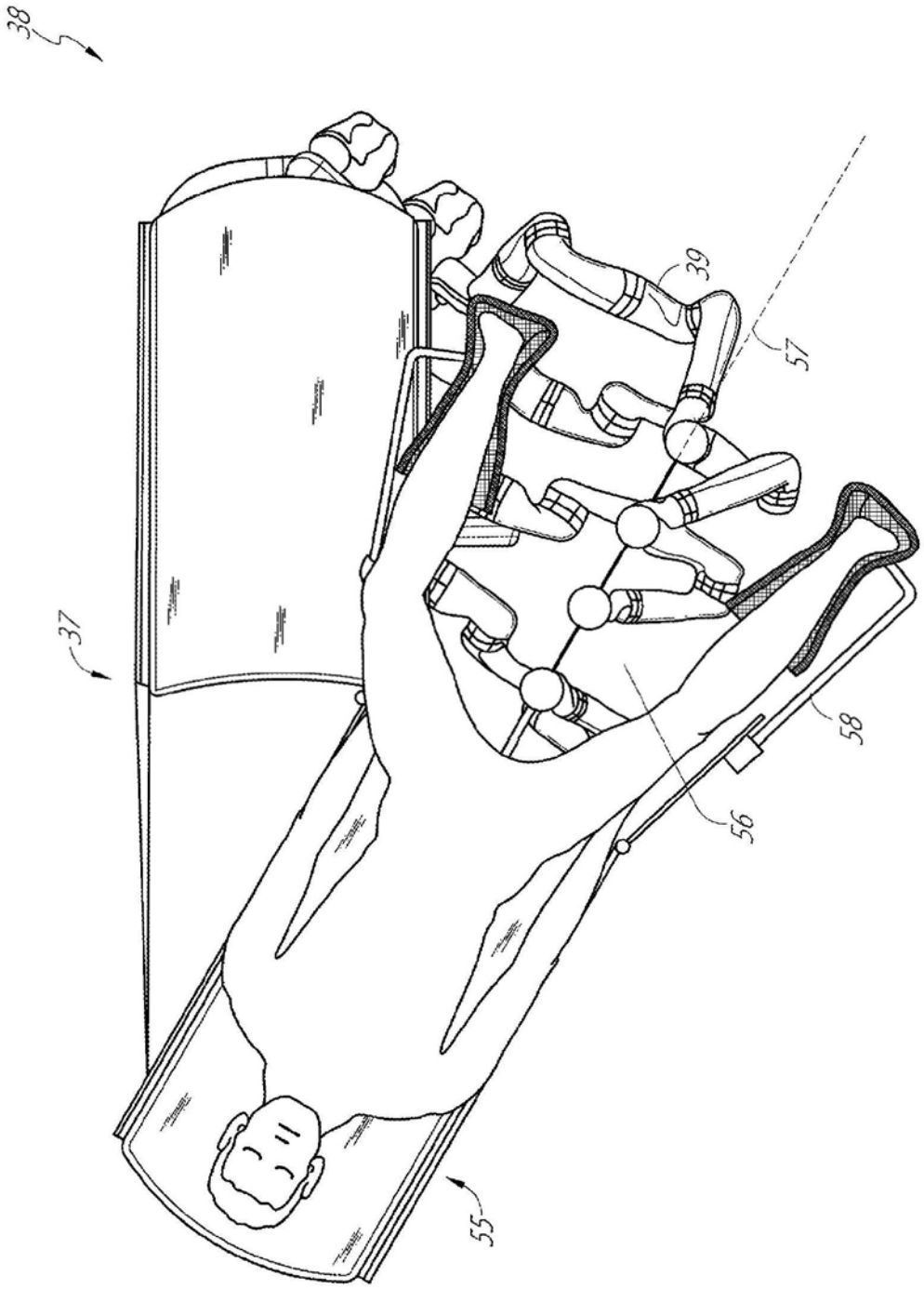


图8

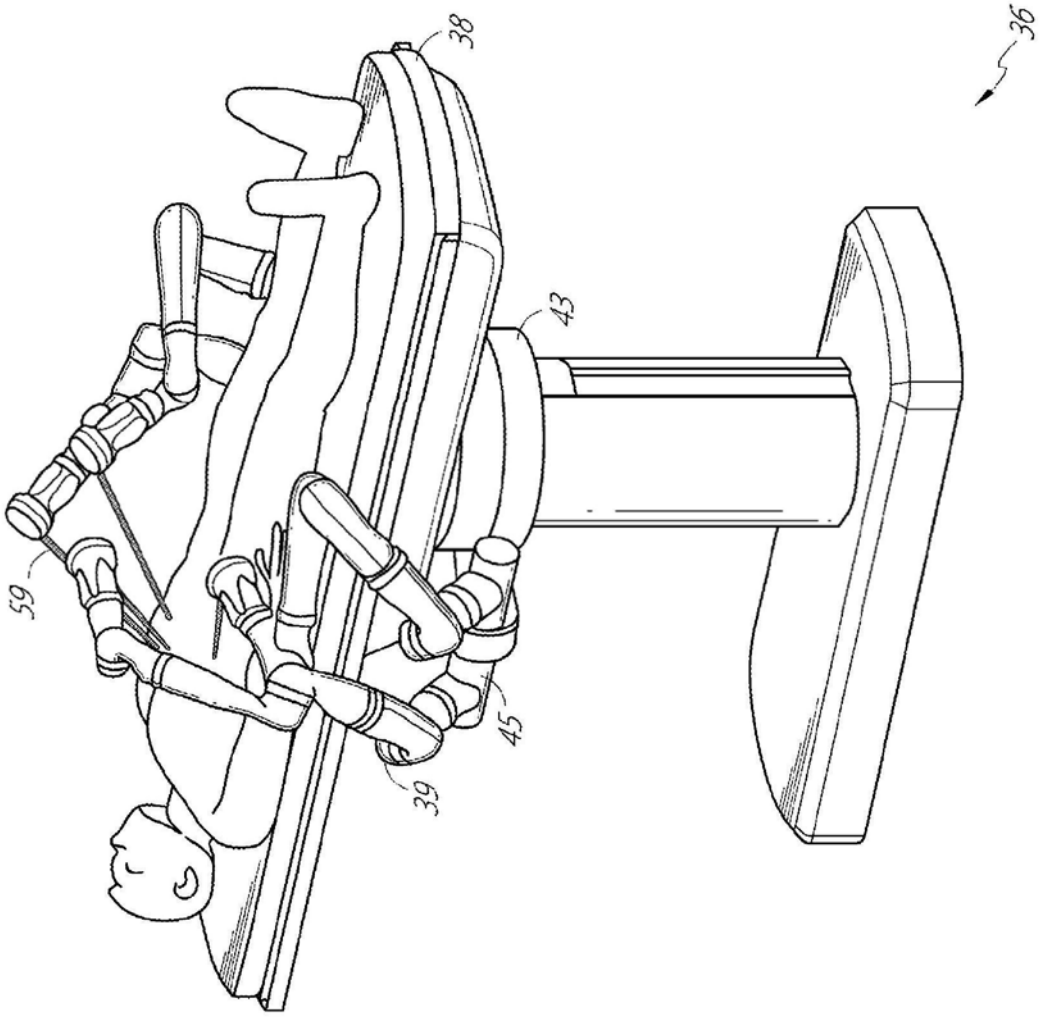


图9

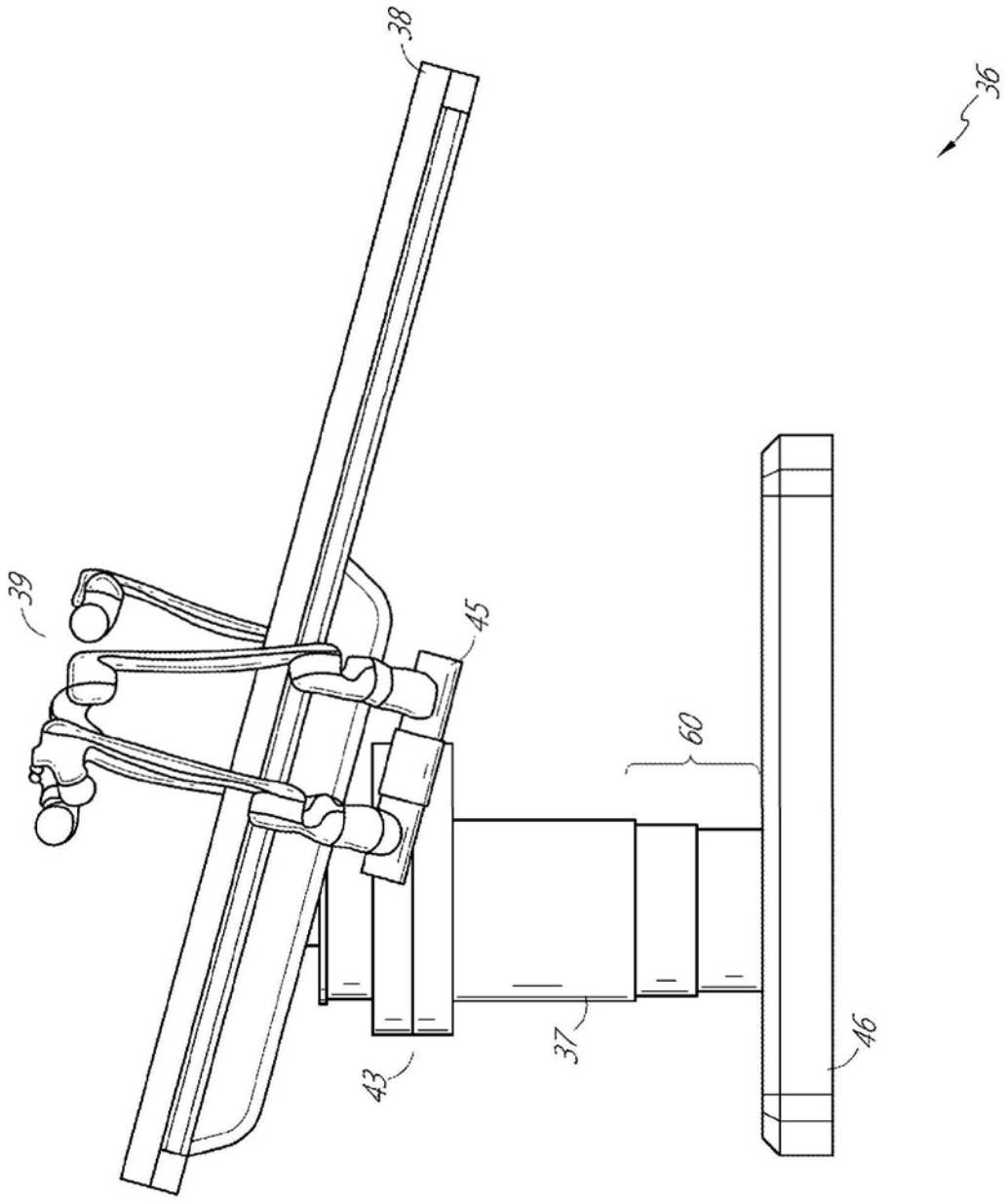


图10

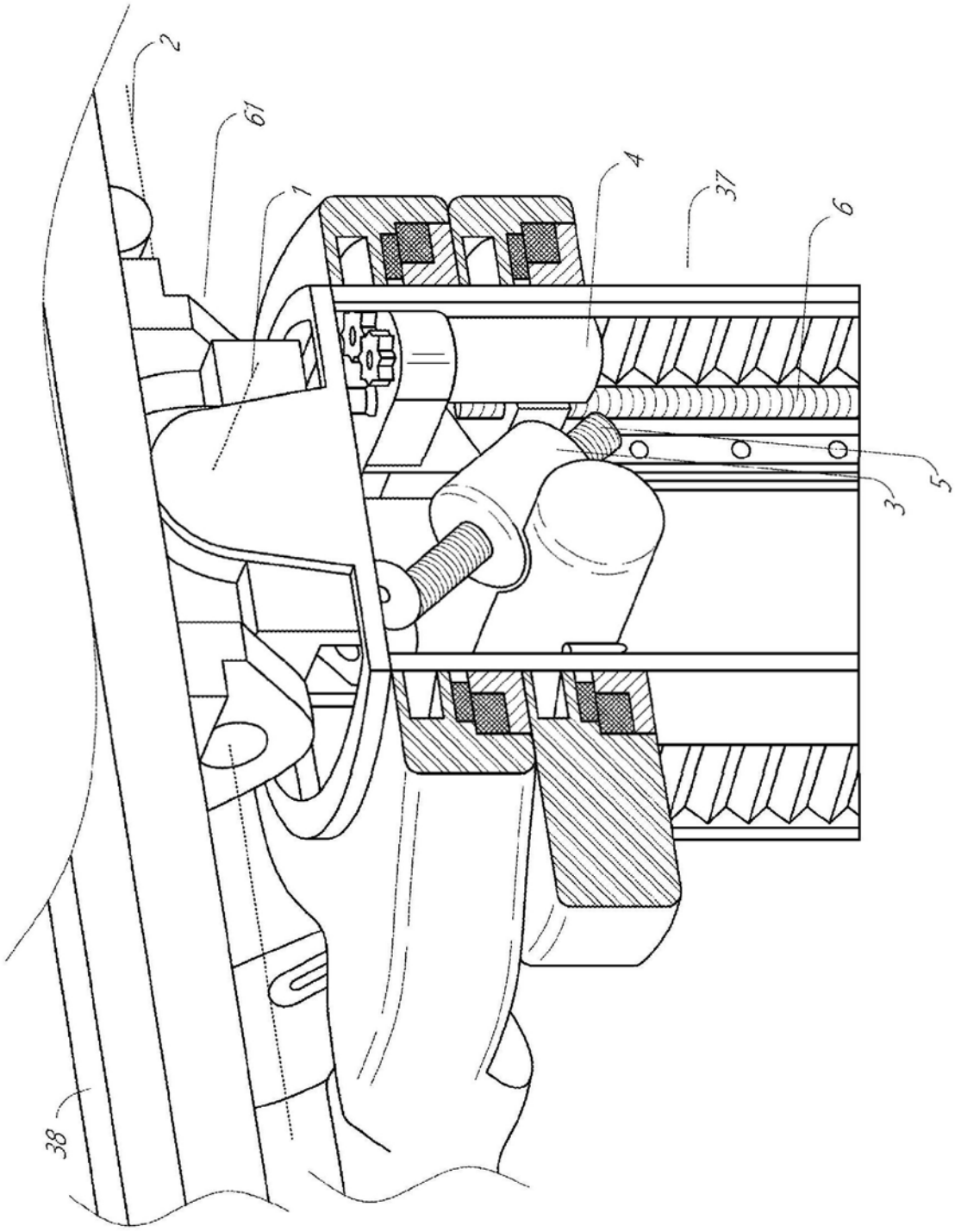


图11

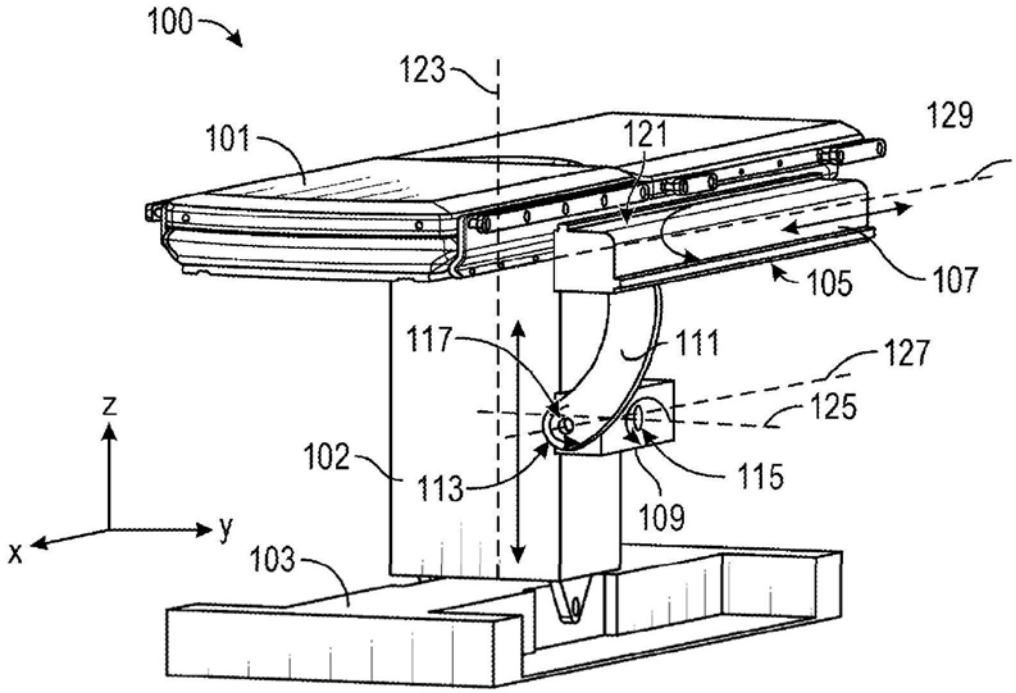

100
123
101
121
129
105
107
117
111
127
125
z
102
113
115
109
y
x
103

图12

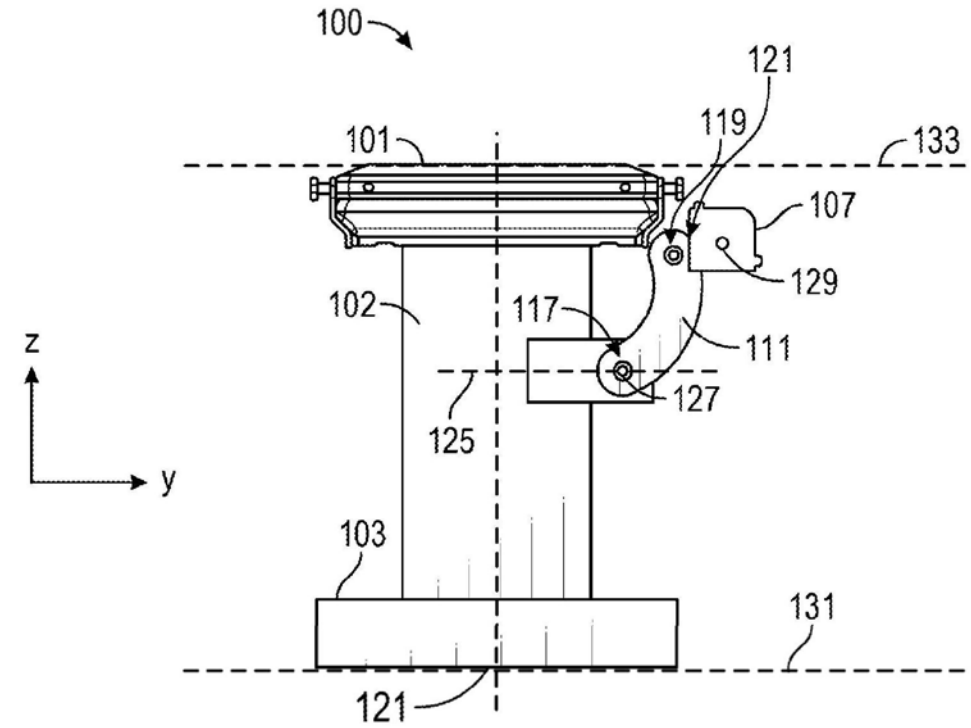

100
121
119
101
133
107
129
102
117
111
z
127
125
y
103
131
121

图13

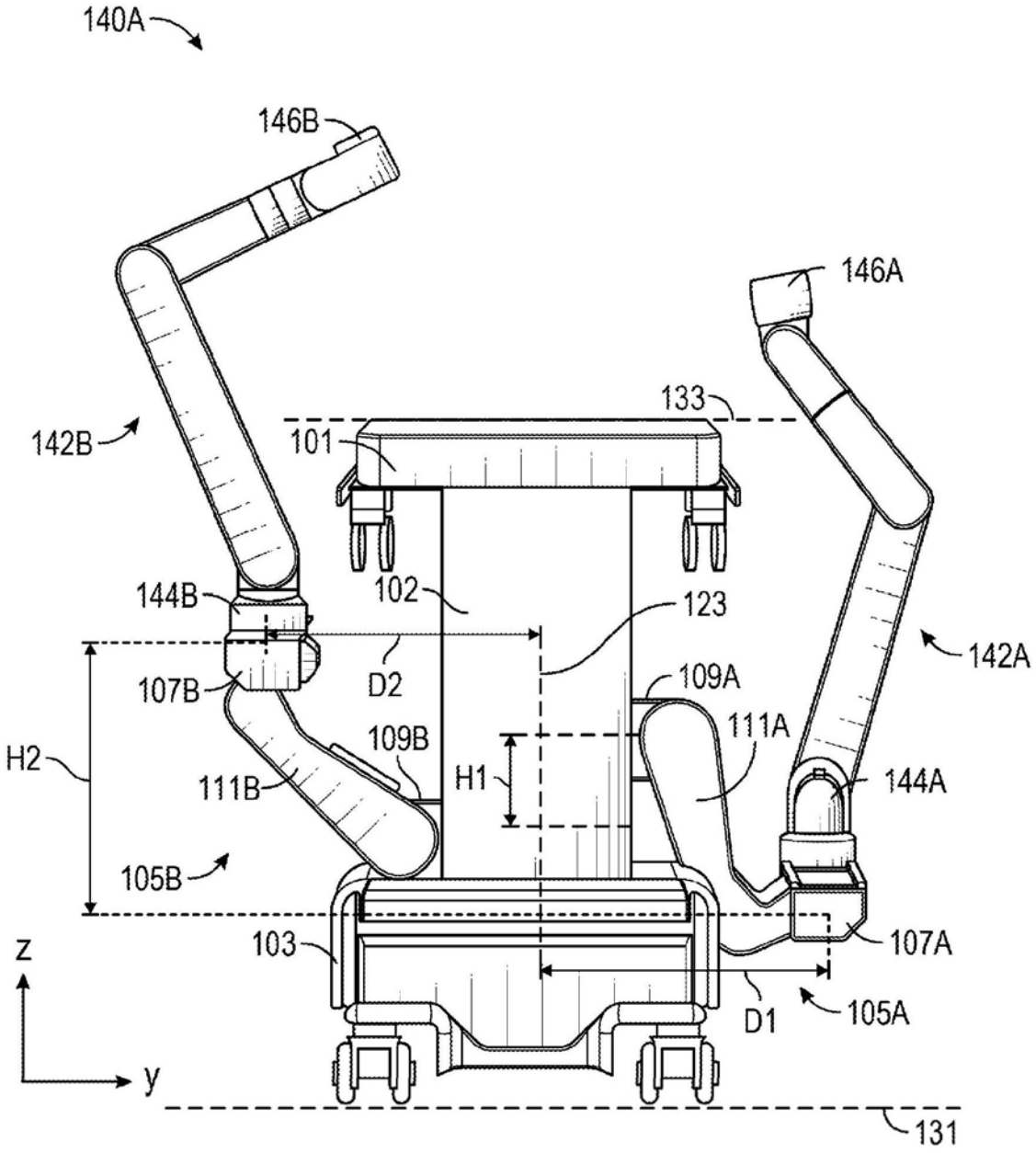

140A
146B
146A
133
142B
101
102
123
144B
142A
D2
107B
109A
111A
109B
H2
H1
144A
111B
105B
103
107A
z
D1
105A
y
131

图14

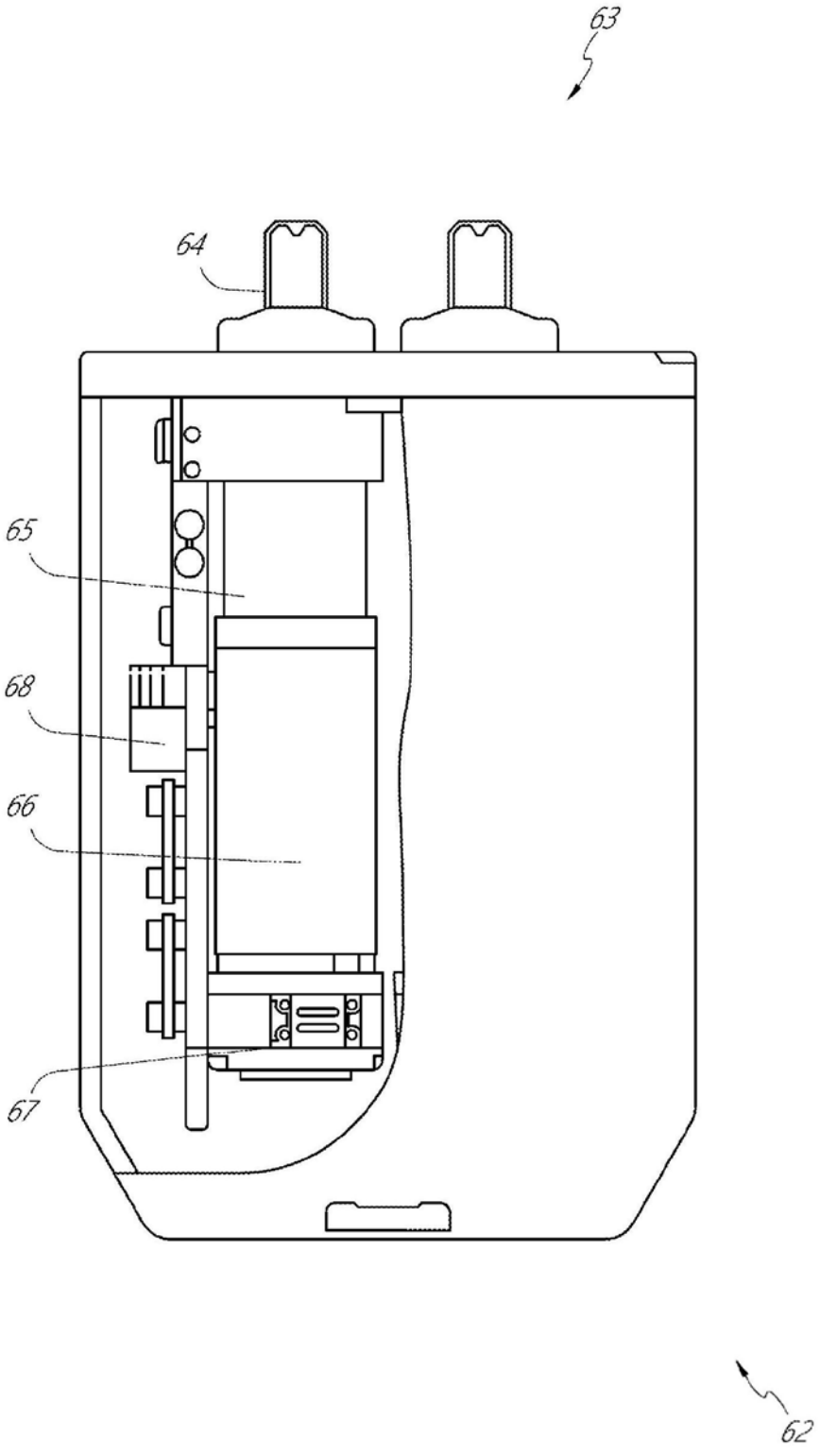


图15

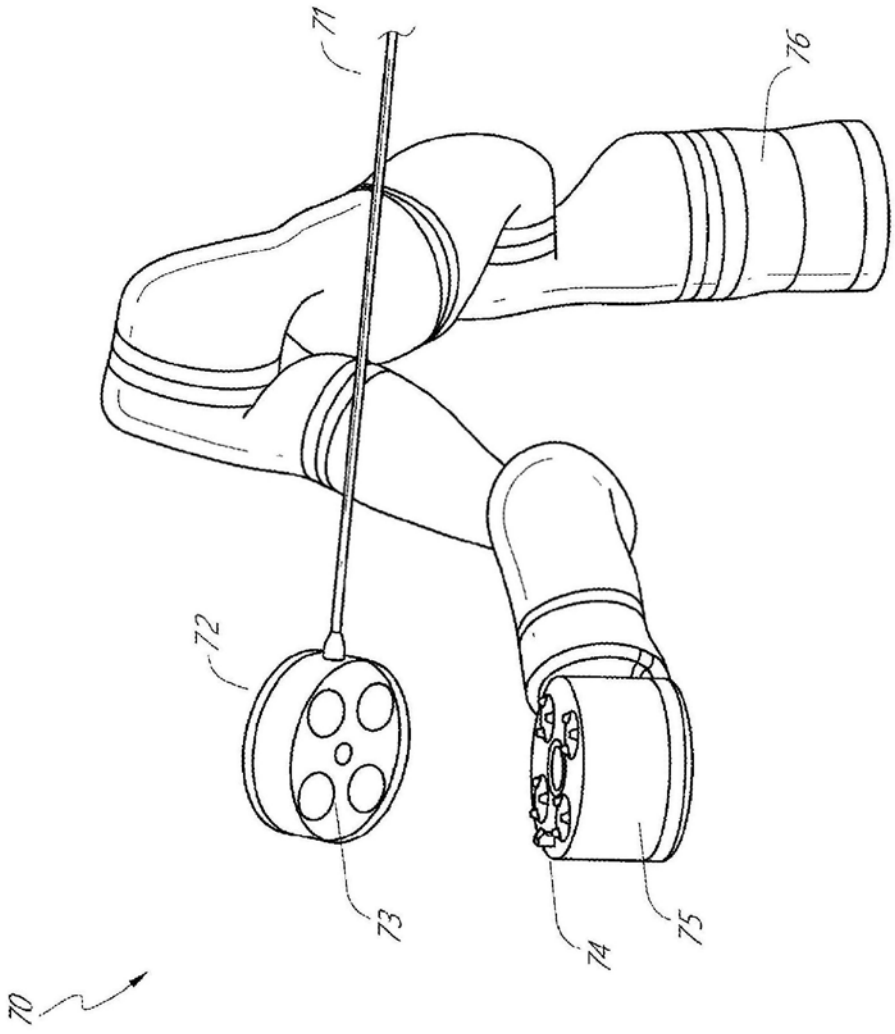


图16

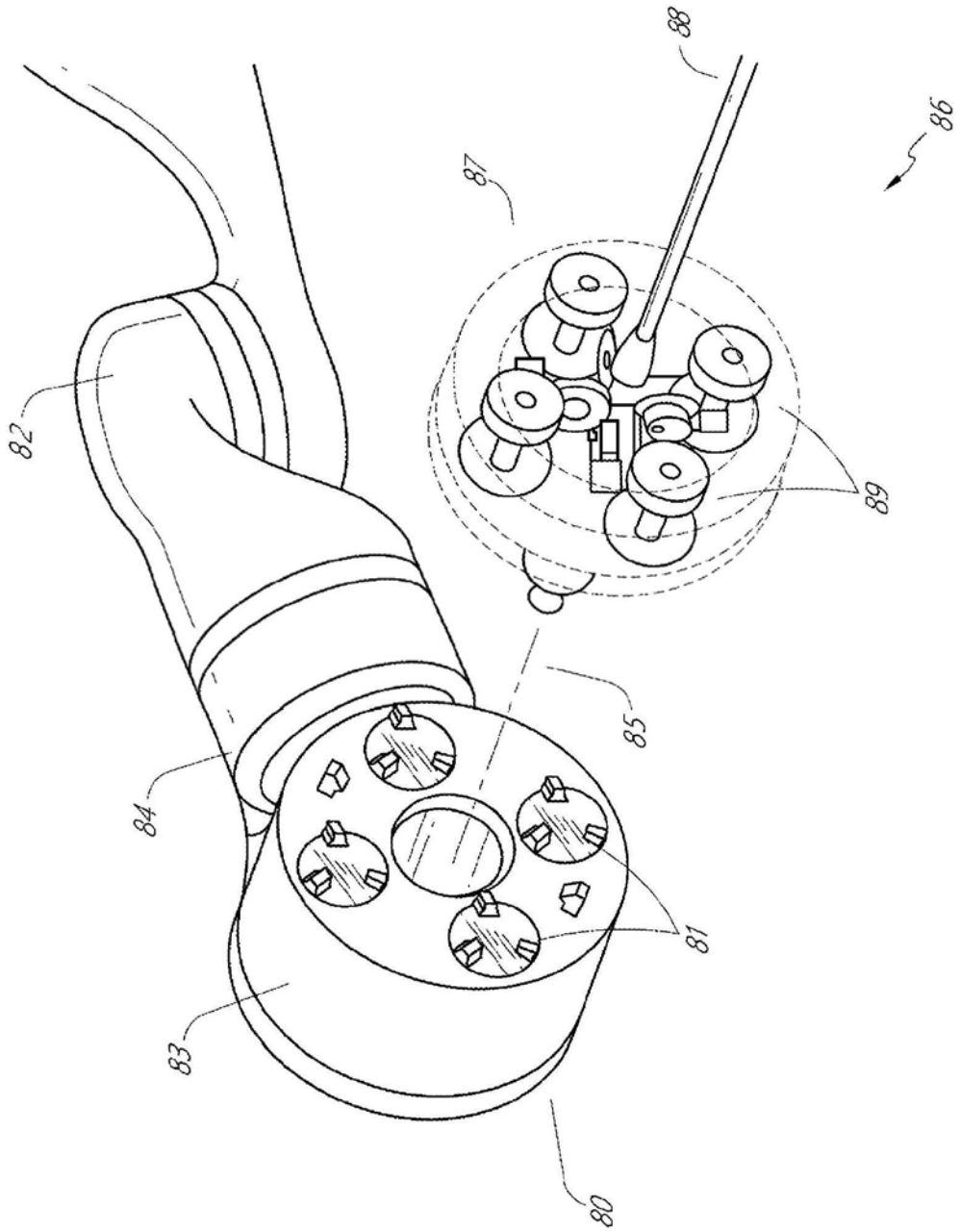


图17

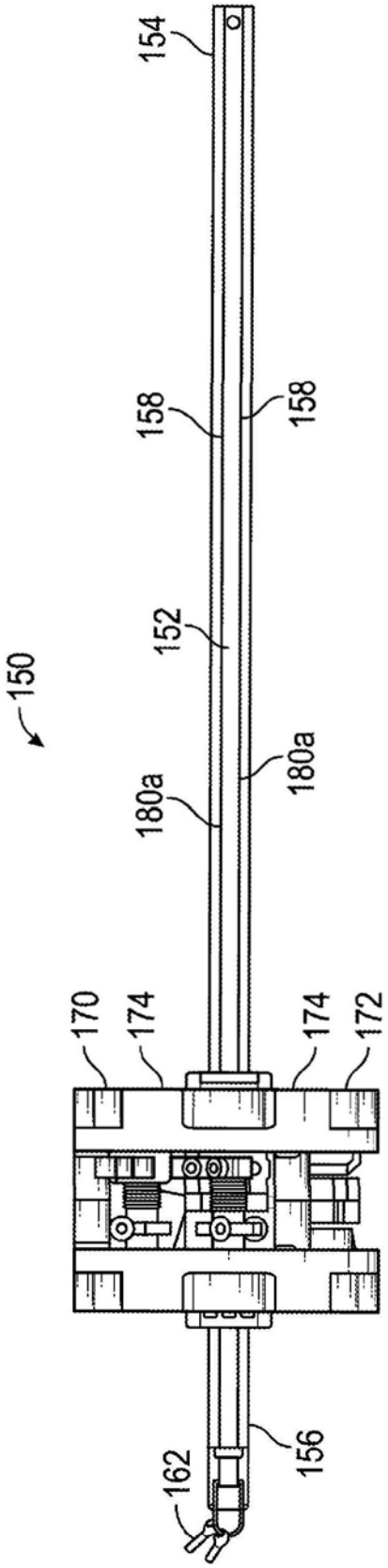


图18

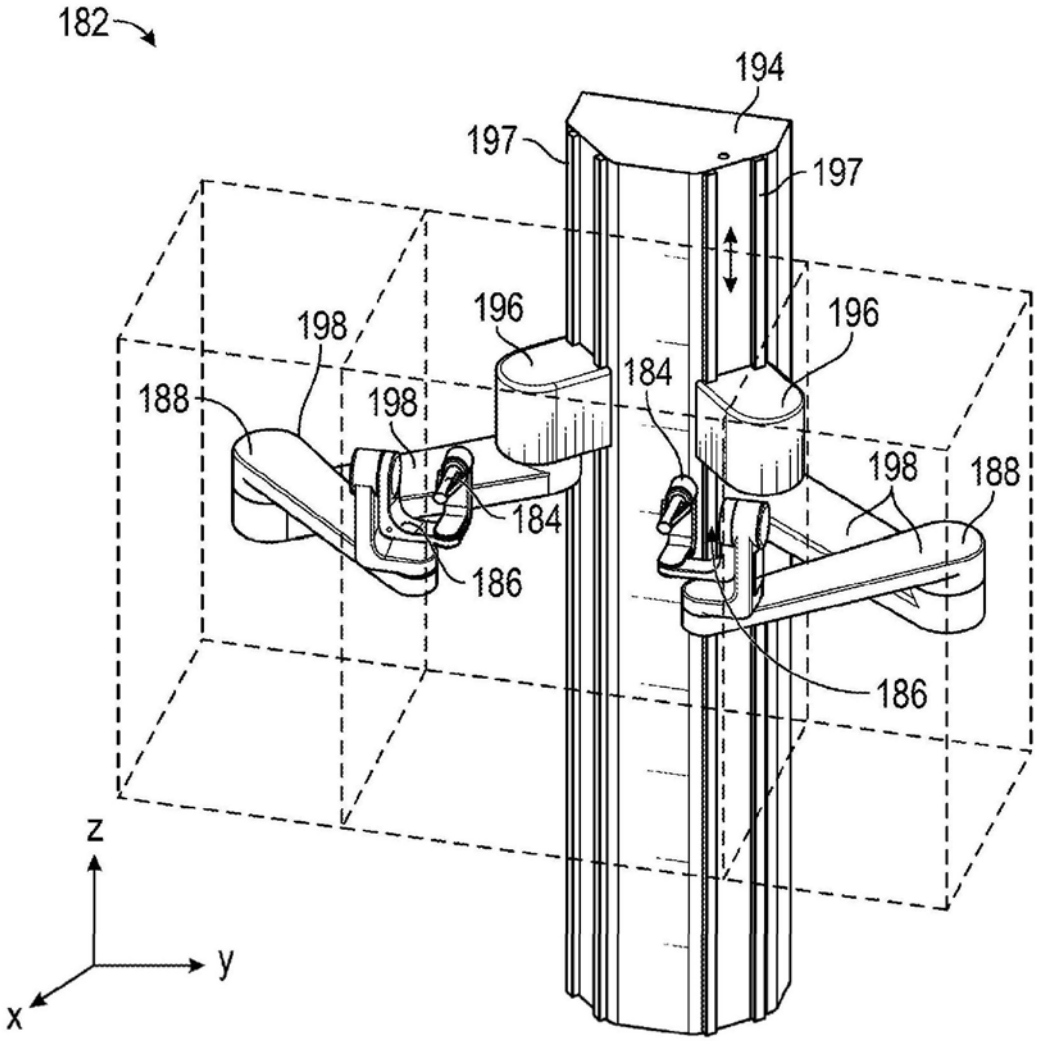


图19

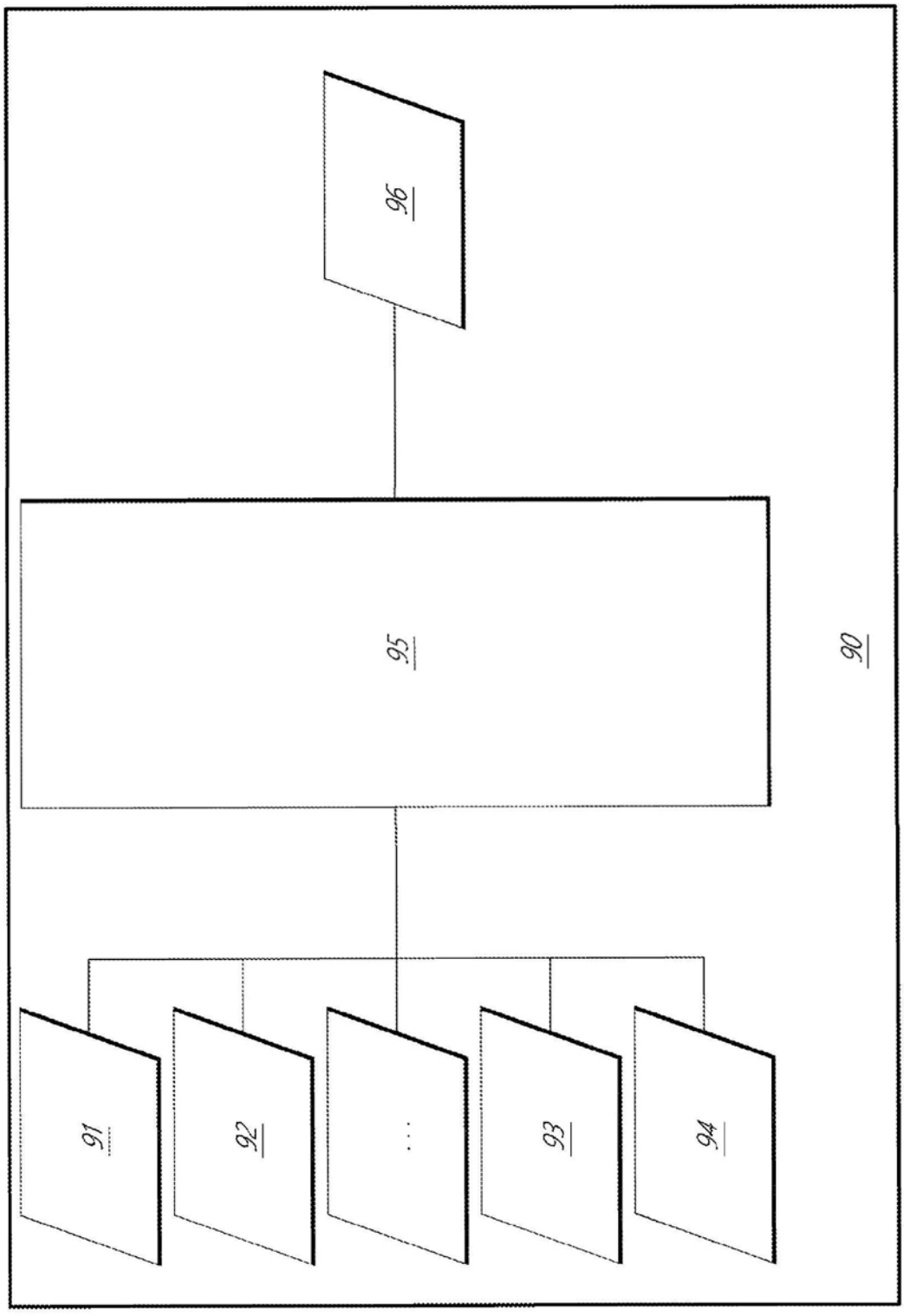


图20

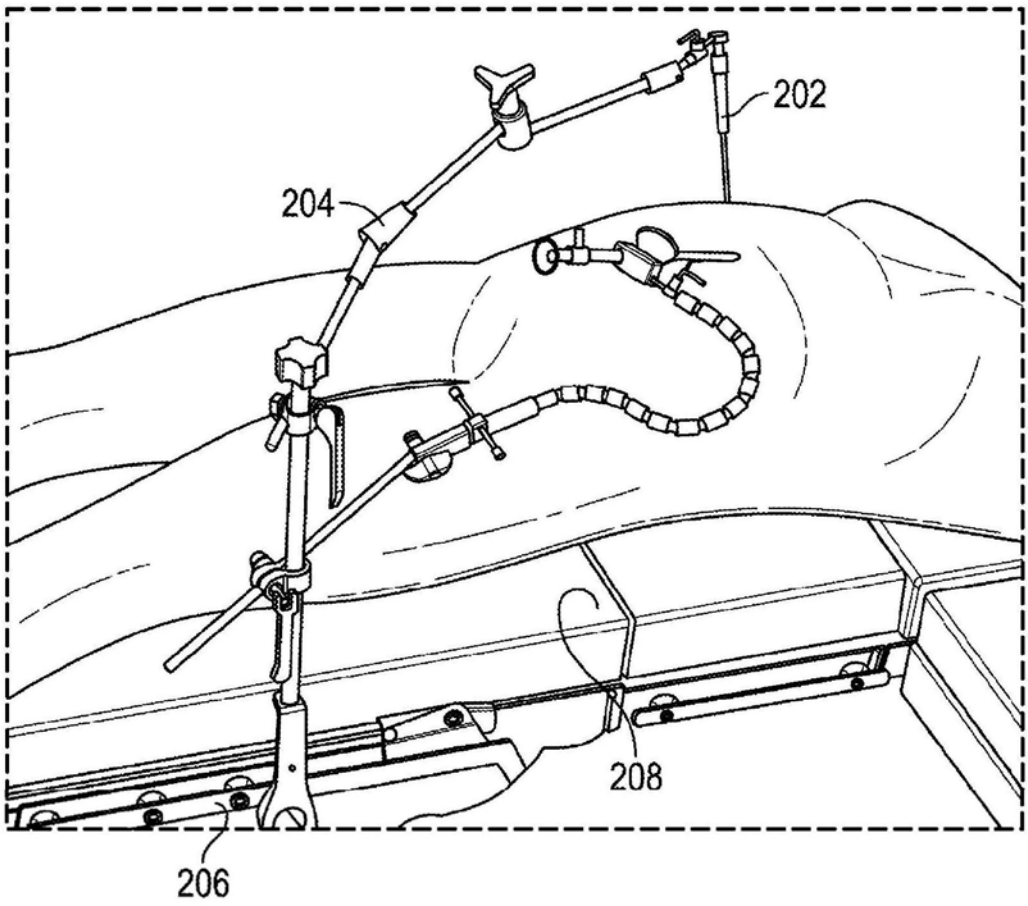


图21

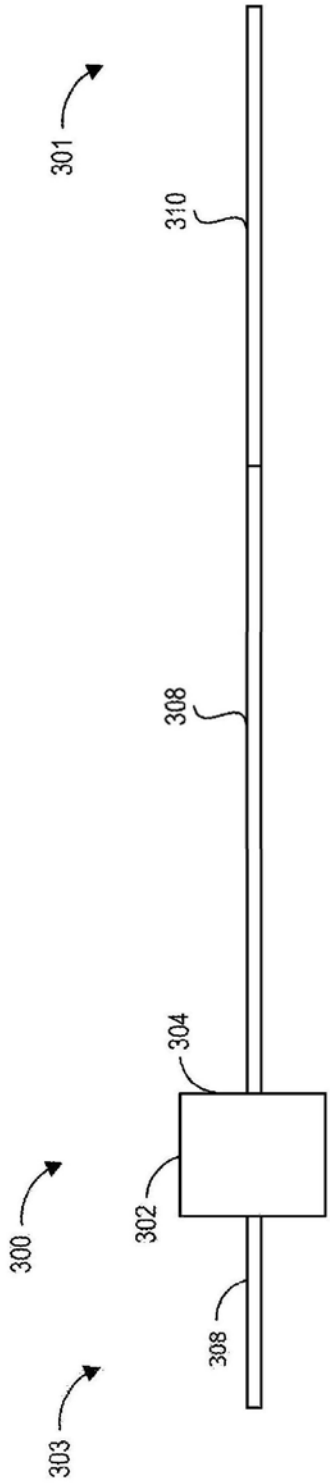


图22A

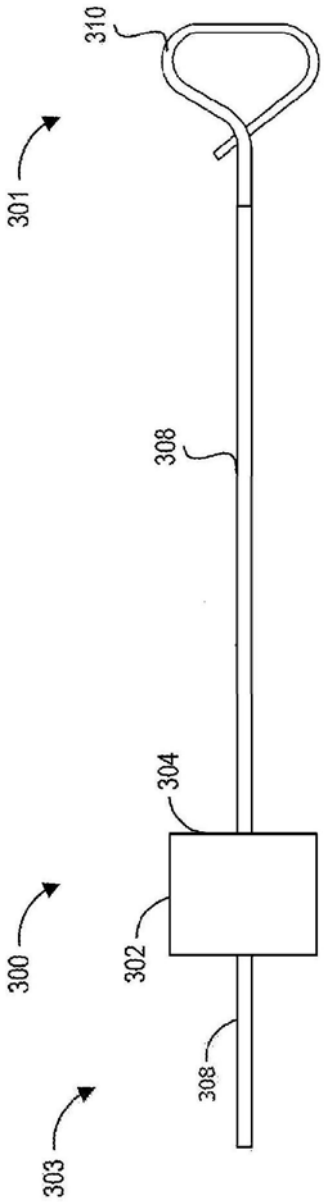


图22B

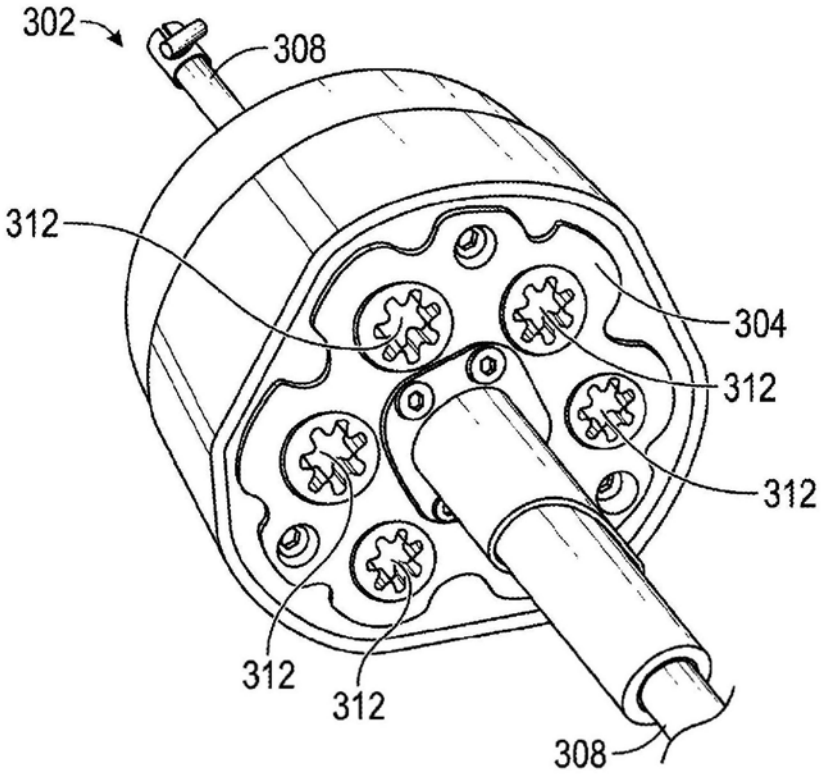


图23

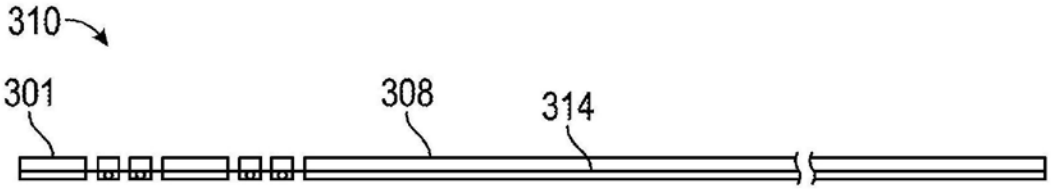


图24A

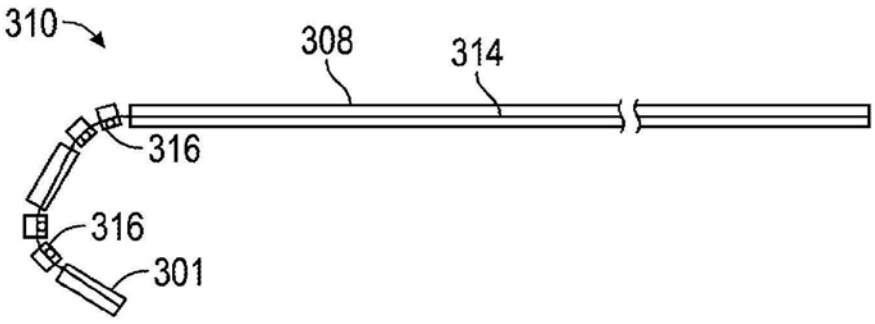


图24B

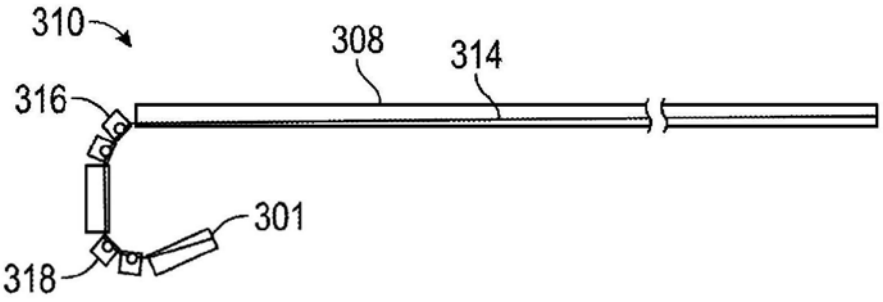


图24C

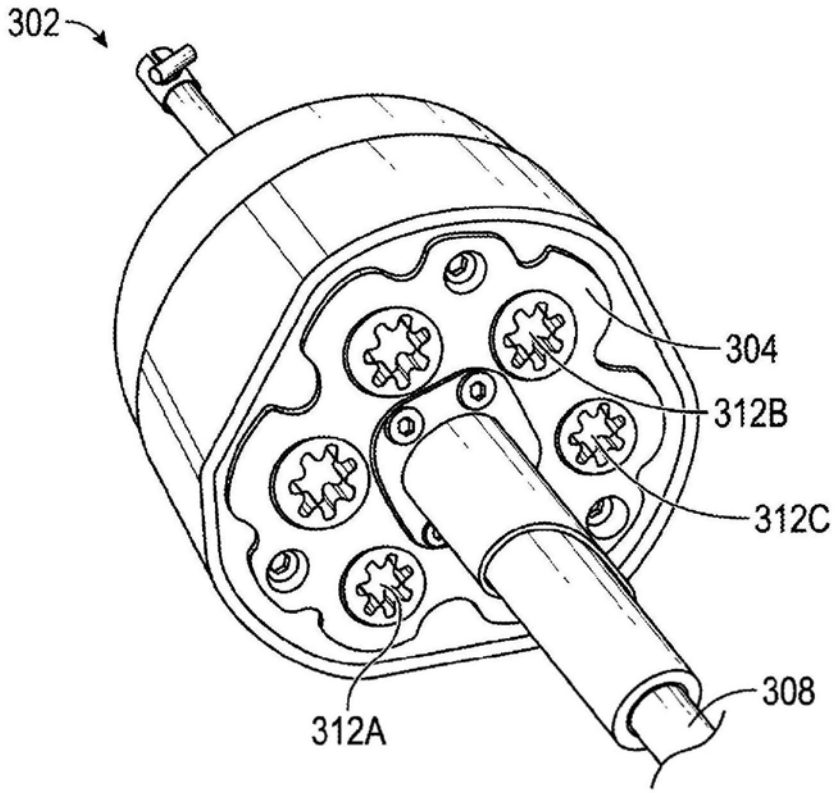


图25A

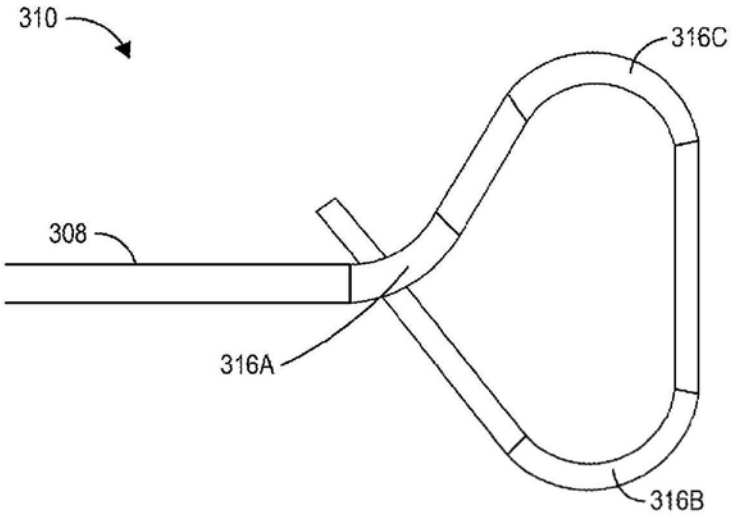


图25B

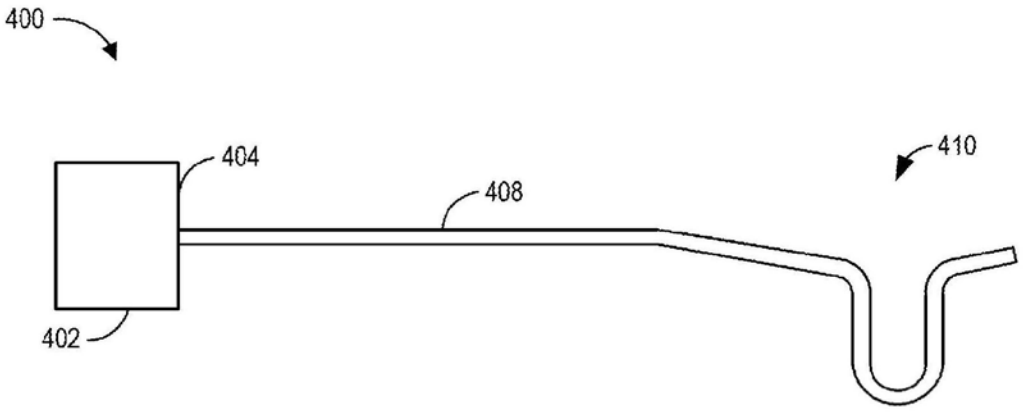


图26A

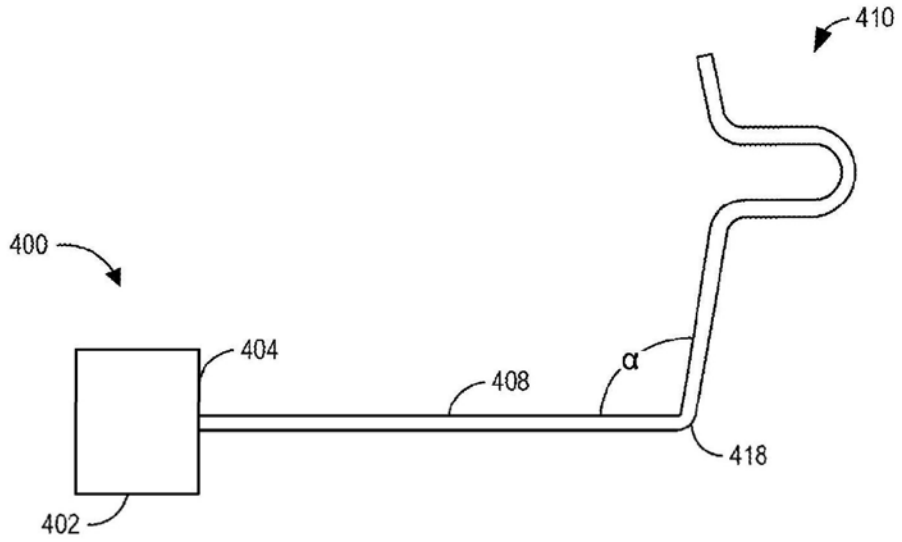


图26B

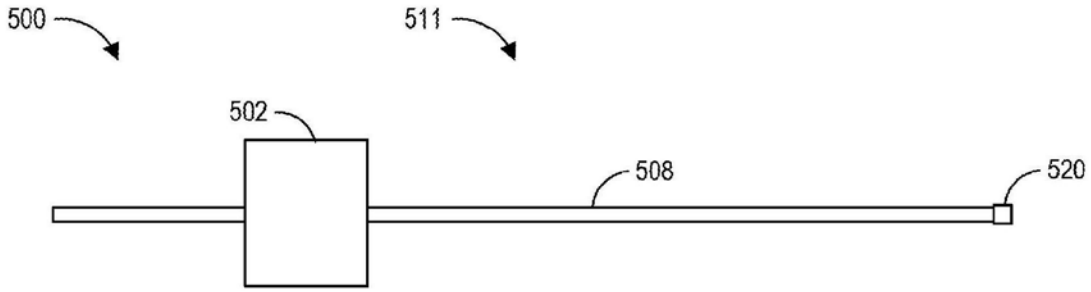


图27A

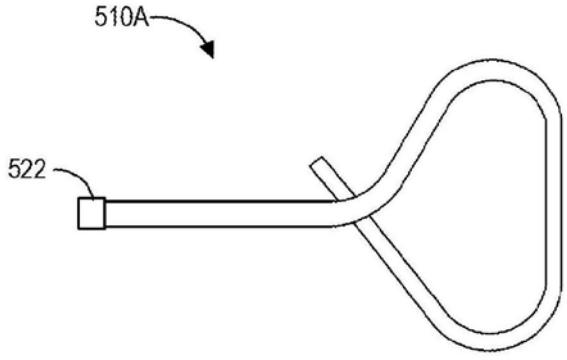


图27B

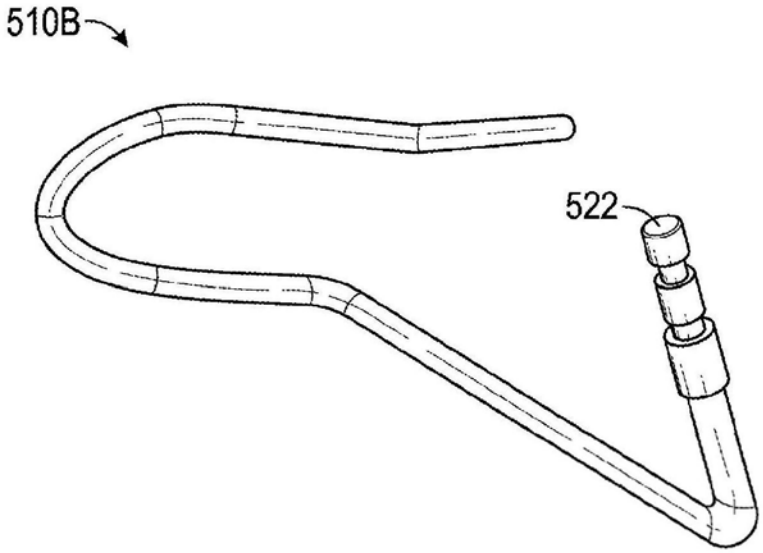


图27C

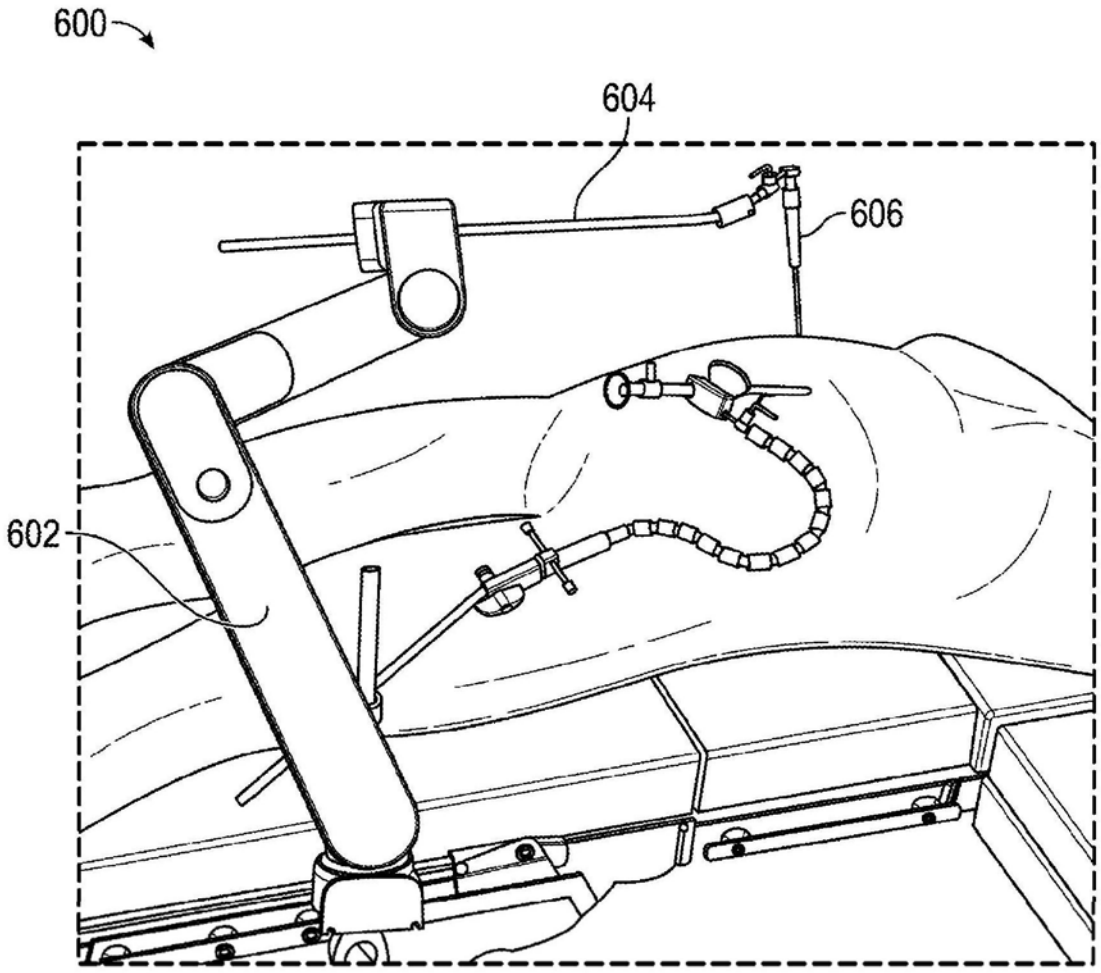


图28

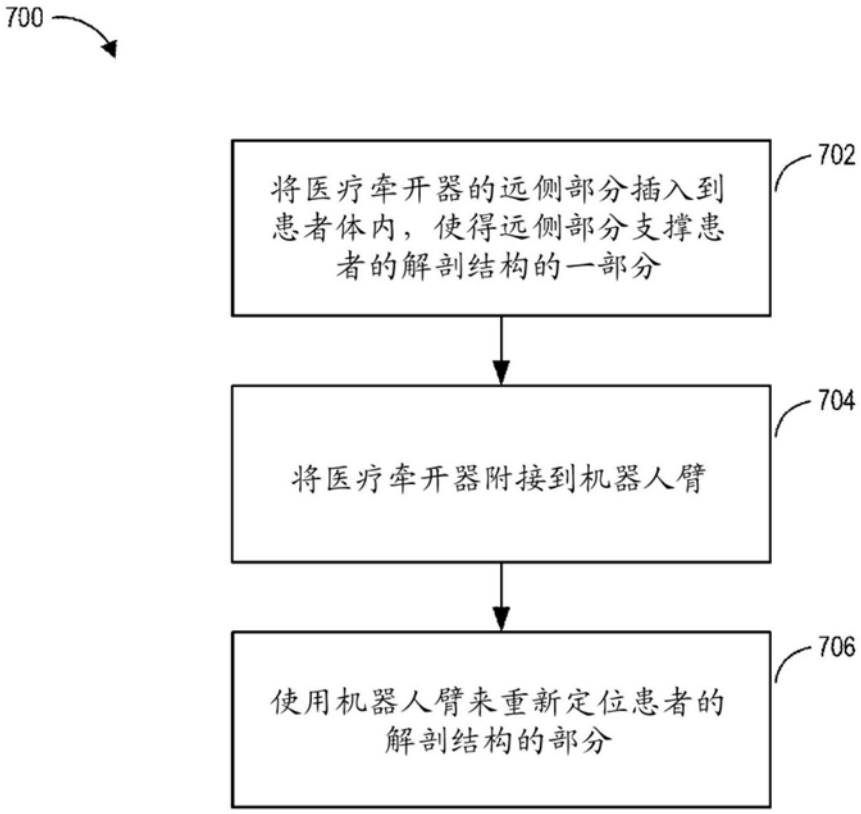

700
将医疗牵开器的远侧部分插入到患者体内，使得远侧部分支撑患者的解剖结构的一部分
702
将医疗牵开器附接到机器人臂
704
使用机器人臂来重新定位患者的解剖结构的部分
706

图29