



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107212922 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(21)申请号 201710382598.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.05.31

A61B 34/30(2016.01)

(30)优先权数据

A61B 34/37(2016.01)

61/654,414 2012.06.01 US

A61B 17/00(2006.01)

(62)分案原申请数据

201380028879.4 2013.05.31

(71)申请人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 B·M·斯赫纳 R·L·迪万根佐

G·C·埃廷格 E·F·杜瓦尔

N·迪奥莱提 D·H·戈麦斯

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 赵蓉民

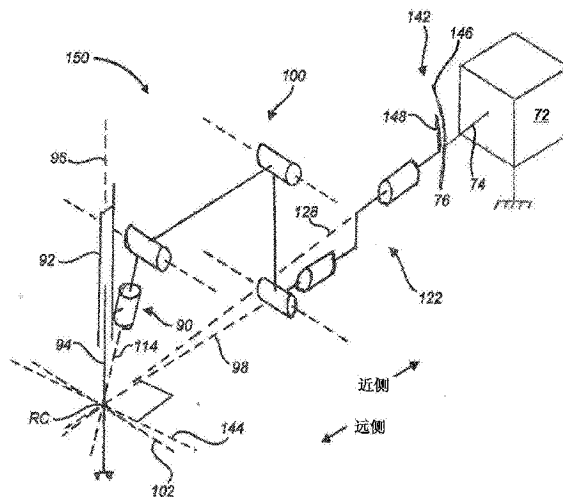
权利要求书1页 说明书18页 附图19页

(54)发明名称

硬件受限的远程中心机器人操纵器的冗余轴线和自由度

(57)摘要

一种用在微创机器人手术中的远程中心操纵器,其包括相对于患者保持静止的基座连杆、器械夹持器,以及将器械夹持器联结到基座连杆的连杆机构。连杆机构的第一和第二连杆被联接以限制第二连杆围绕与远程操纵中心交叉的第一轴线转动的运动。该连杆机构的平行四边形连杆结构部分使器械夹持器围绕与该远程操纵中心交叉的第二轴线俯仰。第二轴线不与第一轴线重合。该连杆机构的第三和第四连杆被联接以限制第四连杆围绕与远程操纵中心交叉的第三轴线转动的运动。第三轴线不与第一和第二轴线中的任何一个重合。公开了具有冗余机械自由度的机器人操纵器的硬件受限远程运动中心的各种组合。



1. 一种用于在手术期间铰接手术工具的操纵器,所述手术工具包括细长轴,所述轴具有远侧作业端,所述远侧作业端被配置为通过远程操纵中心插入患者的体腔内,所述操纵器包括:

安装基座,所述安装基座被配置为相对于所述患者被支撑在固定位置和取向中;

第一连杆,所述第一连杆与所述安装基座联接,以将所述第一连杆相对于所述安装基座的运动限制成围绕与所述远程操纵中心交叉的第一轴线转动;

第二连杆,所述第二连杆与所述第一连杆联接,以将所述第二连杆相对于所述第一连杆的运动限制成围绕与所述远程操纵中心交叉的第二轴线转动,所述第二轴线与所述第一轴线不重合;

第三连杆,所述第三连杆与所述第二连杆联接,以将所述第三连杆相对于所述第二连杆的运动限制成围绕与所述远程操纵中心交叉的第三轴线转动;和

器械夹持器,所述器械夹持器与所述第三连杆联接并且被配置为与所述手术工具联接。

2. 根据权利要求1所述的操纵器,其中所述第一连杆相对于所述安装基座的转动来围绕所述第一轴线转动所述第二轴线。

3. 根据权利要求2所述的操纵器,其中在所述第一轴线与所述第二轴线之间的角度在10度与30度之间。

4. 根据权利要求3所述的操纵器,其中在所述第一轴线与所述第二轴线之间的角度是15度。

5. 根据权利要求2所述的操纵器,其中所述第二轴线与所述第三轴线是垂直的。

6. 根据权利要求1所述的操纵器,其中所述第一轴线与所述第三轴线是平行的。

7. 根据权利要求6所述的操纵器,其中所述第一轴线与所述第二轴线是垂直的。

8. 根据权利要求1所述的操纵器,其中所述器械夹持器与所述第三连杆联接以使得所述器械夹持器能够相对于所述第三连杆围绕与所述远程操纵中心交叉的第四轴线转动。

9. 根据权利要求1所述的操纵器,其中所述器械夹持器可操作以通过所述远程操纵中心将所述手术工具插入到所述患者中并且通过所述远程操纵中心从所述患者撤回所述手术工具。

10. 一种用于在手术期间铰接手术工具的操纵器,所述手术工具包括细长轴,所述轴具有远侧作业端,所述远侧作业端被配置为通过远程操纵中心插入患者的体腔内,所述操纵器包括:

安装基座,所述安装基座被配置为相对于所述患者被支撑在固定位置和取向中;

第一连杆,所述第一连杆与所述安装基座联接,以将所述第一连杆相对于所述安装基座的运动限制成围绕与所述远程操纵中心交叉的第一轴线转动;

第二连杆,所述第二连杆与所述第一连杆联接,以将所述第二连杆相对于所述第一连杆的运动限制成围绕与所述远程操纵中心交叉的第二轴线转动,所述第二轴线与所述第一轴线不重合;和

器械夹持器,所述器械夹持器与所述第二连杆联接,以使所述器械夹持器能够相对于所述第二连杆围绕与所述远程操纵中心交叉的第三轴线转动。

## 硬件受限的远程中心机器人操纵器的冗余轴线和自由度

[0001] 本申请为申请日为2013年5月31日、发明名称为“硬件受限的远程中心机器人操纵器的冗余轴线和自由度”的中国专利申请201380028879.4 (PCT/US2013/043594)的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求(2012年6月1日)提交的美国专利申请No.61/654414的优先权,该申请的全部内容通过引用合并于此。

### 背景技术

[0004] 微创医疗技术的目的是在诊断或手术过程期间减少受损伤外部组织的量,从而减少患者的恢复时间、不适和有害的副作用。微创外科手术的一种效果例如是减少手术后的住院恢复时间。由于标准开放手术的平均住院时间通常比类似微创手术的平均逗留时间明显更长,增加微创技术的使用可以每年节省数百万美元的住院成本。虽然在美国每年进行的许多手术可能通过微创的方式进行,但由于微创手术器械和掌握微创手术涉及的额外手术培训,目前只有一部分手术使用这些先进技术。

[0005] 微创机器人手术或远程手术系统已被开发以增加外科医生的灵巧并避免传统微创技术的某些局限。在远程手术中,外科医生使用某种形式的远程控制(例如,伺服机构等)操纵手术器械运动,而不是通过手直接握住器械并移动器械。在远程手术系统中,可以在手术工作站向外科医生提供手术部位的图像。当外科医生可以在显示器上观看手术部位的二维或三维图像时,通过操纵主控制装置,其进而控制伺服机构操作从器械的运动,执行患者的手术过程。

[0006] 用于远程手术的伺服机构往往接收两个主控制器的输入(其中每个对应外科医生的每只手)并且可以包括两个或更多个机器人臂,手术器械被安装在所述两个或更多个机器人臂中的每个上。主控制器与关联机器人臂以及器械组件之间的操作通信通常通过控制系统实现。控制系统通常包括至少一个处理器,其将来自主控制器的输入命令中继到关联的机器人臂和器械组件并在例如力反馈等的情况下,从器械和臂组件中返回到关联主控制器。机器人手术系统的一个示例可以通过加利福尼亚州桑尼维尔的Intuitive Surgical公司商购获得的DA VINCI®系统。

[0007] 各种结构布置被用于在机器人手术期间支撑手术部位的手术器械。从动连杆机构(linkage)或“从动装置”往往被称为机器人手术操纵器,并且在微创机器人手术期间用作机器人手术操纵器的示例性连杆机构布置在美国专利No.7594912(2004年9月30日提交)、6758843(2002年4月26日提交)、6246200(1999年8月3日提交)以及5800423(1995年7月20日提交)中描述,上述全部公开通过引用被合并于此。这些连杆机构往往操纵器械夹持器,具有轴的器械被安装在该器械夹持器上。这类操纵器结构可以包括产生器械夹持器运动的平行四边形连杆机构部分,所述平行四边形连杆机构部分被限制成围绕与沿器械轴的长度设置的远程操纵中心交叉的俯仰轴线转动。这类操纵器结构还可以包括产生器械夹持器运动的偏转关节/接头,所述偏转接头被限制成围绕与俯仰轴线垂直的偏转轴线转动并且该偏

转轴线也与远程操纵中心交叉。通过使远程操纵中心与内部手术现场的切口点(例如,与在腹腔镜手术期间在腹壁的套管针或插管)对准,通过使用操纵器连杆机构来移动轴的近端,手术器械的端部执行器/受动器可以被安全定位,而没有对腹壁强加潜在危害的力。替代操纵器结构例如在美国专利No.6702805(2000年11月9日提交)、6676669(2002年1月16日提交)、5855583(1996年11月22日提交)、5808665(1996年9月9日提交)、5445166(1994年4月6日提交)以及5184601(1991年8月5日提交)中被描述,上述全部公开通过引用被合并于此。

[0008] 虽然新的远程手术系统和装置已被证明是高效且有利的,但仍需进一步的改进。一般来说,提供改进的用于执行微创机器人手术的结构和系统将是可取的。更为具体地,提高这些系统的效率和易用性将是有益的。例如,改进通过机器人手术操纵器提供的运动范围而不对腹壁强加潜在危害的力,这一点将是特别有利的。

## 发明内容

[0009] 为提供对本发明的基本理解,下面给出本发明的一些实施例的简要概述。本概述不是本发明的广泛综述。本概述并不旨在识别本发明的关键/重要元素或描绘本发明的范围。其唯一目的是作为后面陈述的具体实施方式的前奏,以简化方式陈述本发明的某些实施例。

[0010] 公开了改进的远程中心操纵器,在微创机器人手术期间,该远程中心操纵器支撑手术器械并在器械的期望位置处提供远离任何轴承或机械支撑件的操纵中心。该远程中心操纵器限制器械在远程操纵中心附近移动,优选地,该远程操纵中心与患者的进入切口例如患者的腹壁重合。在许多实施例中,操纵器连杆机构包括(1)可转动联接接头,其产生用于围绕经过远程操纵中心的第一轴线俯仰手术器械的平行四边形运动,(2)可转动联接连杆,其产生用于围绕经过远程操纵中心的第二轴线滚动手术器械的运动,以及(3)至少一对附加连杆,其被联接围绕经过远程操纵中心的关联附加轴线转动。除了经过远程操纵中心以外,关联附加轴线不与第一轴线或第二轴线中的任一个重合,从而允许围绕一个或更多个附加轴线的转动被用于改进由机器人手术操纵器提供的运动范围,而不对腹壁强加潜在危害的力。

[0011] 因此,在一个方面,公开了在微创机器人手术期间用于限制手术器械的位置的远程中心操纵器。手术器械包括细长轴。该轴具有远侧作业端构造,其经配置通过远程操纵中心沿插入轴线被插入到患者体腔中。该远程中心操纵器包括基座连杆,其经配置被保持在相对于患者的固定位置;器械夹持器,其经配置与手术器械联接;以及连杆机构,其将器械夹持器联接到基座连杆。该连杆机构的第一和第二连杆被联接以限制第二连杆相对于第一连杆围绕与远程操纵中心交叉的第一轴线转动的运动。该连杆机构进一步包括三个可转动联接转动接头,其经配置产生连杆机构的受限制平行四边形运动,所述器械夹持器藉此被限制围绕与远程操纵中心交叉的第二轴线转动。第二轴线不与第一轴线重合。该连杆机构的第三和第四连杆被联接以限制第四连杆相对于第三连杆围绕与远程操纵中心交叉的第三轴线转动的运动。第三轴线不与第一和第二轴线中的任一个重合。

[0012] 在许多实施例中,第三与第四连杆之间的联接被布置在基座连杆与第一和第二连杆之间的联接之间。在这类实施例中,第四连杆的运动用于重新定位连杆机构的主要部分,而不相对于患者移动远程操纵中心。例如,第三连杆可以是基座连杆或相对于基座连杆至

少是固定的。第四连杆可以是第一连杆或相对于第一连杆至少是固定的。在许多实施例中，第一轴线与第三轴线之间的角度在10度与30度之间。例如，第一轴线与第三轴线之间的角度是大约15度。在许多实施例中，第一轴线与第三轴线是垂直或大致（即，在可接受公差内）垂直的。

[0013] 在许多实施例中，第一轴线与第二轴线是垂直或大致垂直的。这类构造对器械夹持器的移动提供了很好的调节控制。

[0014] 在许多实施例中，连杆机构包括中间锥形摆动接头。例如，在许多实施例中，连杆机构的连杆形成连杆的串联连接组件。第三连杆可以被设置在连杆的串联连接组件中的第二连杆与器械夹持器之间。并且第四连杆可以相对于器械夹持器是固定的或是器械夹持器中的至少一者。在许多实施例中，连杆机构可操作相对于第三连杆定向第四连杆，以便手术器械细长轴位于由第一轴线和第三轴线限定的平面中。

[0015] 在许多实施例中，远程中心操纵器包括正弦/余弦连杆，其可驱动联接三个可转动联接转动接头中的至少一对，其中所述三个可转动联接转动接头经配置产生连杆机构的受限平行四边形运动。以及在许多实施例中，带有定向挠曲的正弦/余弦连杆可驱动地联接三个可转动联接转动接头中的至少一对，其中所述三个可转动联接转动接头经配置产生连杆机构的受限平行四边形运动。

[0016] 在另一方面，公开了在微创机器人手术期间用于限制手术器械的位置的远程中心操纵器。手术器械包括细长轴。该轴具有远侧作业端，其经配置通过远程操纵中心插入到患者体腔中。远程中心操纵器包括安装基座、锥形摆动连杆和第一到第四连杆。锥形摆动连杆具有锥形摆动连杆近端和锥形摆动连杆远端。锥形摆动连杆近端被联接到安装基座，用于围绕与远程操纵中心交叉的第一轴线转动。第一连杆具有第一连杆近端和第一连杆远端。第一连杆近端与锥形摆动连杆远端联接，用于围绕与远程操纵中心交叉的第二轴线转动。第二轴线不与第一轴线重合。第二连杆具有第二连杆近端和第二连杆远端。第二连杆近端在第一平行四边形连杆机构接头处被可转动地联接到第一连杆远端。第三连杆具有第三连杆近端和第三连杆远端。第三连杆近端在第二平行四边形连杆机构接头处被可转动地联接到第二连杆远端。第四连杆经配置支撑手术器械。第四连杆通过第三平行四边形连杆机构接头被可转动地联接到第三连杆远端。第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头被可转动地联接，使得第一平行四边形接头的转动产生第四连杆受限于围绕与远程操纵中心交叉的第三轴线转动的运动。第三轴线不与第一轴线或第三轴线中的任一个重合。

[0017] 在许多实施例中，第一轴线与第二轴线之间的角度在10度与30度之间。例如，第一轴线与第二轴线之间的角度可以是大约15度。

[0018] 在许多实施例中，锥形摆动连杆经配置相对于扭转和弯曲载荷是刚性的而没有过度重量。例如，在许多实施例中，锥形摆动连杆具有将锥形摆动连杆一端连接到锥形摆动连杆第二端的锥形摆动连杆体区段。在许多实施例中，锥形摆动连杆体区段具有盒状横截面构造或管状构造。

[0019] 在许多实施例中，该操纵器进一步包括锥形摆动接头，其将第四连杆可转动地联接到第三连杆远端，用于围绕与远程操纵中心交叉的第四轴线转动。第四轴线不与第一轴线、第二轴线或第三轴线中的任一个重合。在许多实施例中，锥形摆动接头可操作相对于第三连杆定向第四连杆，以便手术器械细长轴位于由第二轴线和第四轴线限定的平面中。

[0020] 在许多实施例中,操纵器包括正弦/余弦连杆,其可驱动联接第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头中的至少一对。以及在许多实施例中,带有定向挠曲的正弦/余弦连杆可驱动地联接第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头中的至少一对。

[0021] 在另一方面,公开了在微创机器人手术期间用于限制手术器械的位置的远程中心操纵器。手术器械包括细长轴。该轴具有远侧作业端,其经配置通过远程操纵中心插入到患者体腔中。远程中心操纵器包括安装基座和第一到第五连杆。第一连杆与安装基座联接,以便相对于安装基座是可选择性重新定位的。第一连杆相对于第二连杆的运动被限制成围绕与远程操纵中心交叉的第一轴线的转动。第二连杆具有第二连杆近端和第二连杆远端。第二连杆近端被联接第一连杆,用于围绕与远程操纵中心交叉的第二轴线转动。第二轴线不与第一轴线重合。第三连杆具有第三连杆近端和第三连杆远端。第三连杆近端在第一平行四边形连杆机构接头处被可转动地联接第二连杆远端。第四连杆具有第四连杆近端和第四连杆远端。第四连杆近端在第二平行四边形连杆机构接头处被可转动地联接第二连杆远端。第五连杆经配置支撑手术器械。第五连杆在第三平行四边形连杆机构接头处被可转动地联接第四连杆远端。第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头被可转动地联接,使得第一平行四边形接头的转动产生第五连杆受限于围绕与远程操纵中心交叉的第三轴线转动的运动。第三轴线不与第一轴线或第二轴线中的任一个重合。

[0022] 在许多实施例中,安装基座包括弯曲特征,第一连杆被连接到该弯曲特征,使得第一连杆被限制成沿该弯曲特征移动。该弯曲特征具有相对于远程操纵中心的恒定曲率半径。

[0023] 在许多实施例中,安装基座包括闭环弯曲特征,其中第一连杆被连接到该闭环弯曲特征。第一连杆被限制成沿该闭环弯曲特征移动。

[0024] 在许多实施例中,操纵器包括正弦/余弦连杆,其可驱动地联接第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头中的至少一对。以及在许多实施例中,带有定向挠曲的正弦/余弦连杆可驱动地联接第一、第二和第三平行四边形连杆机构接头中的至少一对。

[0025] 为了更全面理解本发明的本质和优点,应确保参照具体实施方式和附图。本发明的其他方面、目标和优点根据下面的附图和具体实施方式将变得显而易见。

## 附图说明

[0026] 图1是根据许多实施例的用于进行手术的微创机器人手术系统的平面图。

[0027] 图2是根据许多实施例的用于机器人手术系统的外科医生的控制台的透视图。

[0028] 图3是根据许多实施例的机器人手术系统电子推车的透视图。

[0029] 图4概略示出根据许多实施例的机器人手术系统。

[0030] 图5A是根据许多实施例的机器人手术系统的患者侧推车(手术机器人)的主视图/前视图。

[0031] 图5B是根据许多实施例的机器人手术工具的主视图。

[0032] 图6是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,所述远程中心操纵器包括可操作再定向器械夹持器而不移动远程操纵中心的锥形摆动接头。

[0033] 图7是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,所述远程中心操纵器包括可操作再定向操纵器的外侧部分而不移动远程操纵中心的锥形摆动连杆。

[0034] 图8是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,所述远程中心操纵器包括图6的锥形摆动接头和图7的锥形摆动连杆。

[0035] 图9是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,所述远程中心操纵器包括可操作再定向操纵器的外侧部分而不移动远程操纵中心的俯仰连杆机构。

[0036] 图10是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,所述远程中心操纵器包括图6的锥形摆动接头、图7的锥形摆动连杆和图9的俯仰连杆机构。

[0037] 图11示出根据许多实施例的远程中心操纵器,所述远程中心操纵器包括可操作再定向操纵器的连杆机构组件而不移动远程操纵中心的锥形摆动连杆。

[0038] 图12示出根据许多实施例的远程中心操纵器,所述远程中心操纵器包括可操作再定向器械夹持器而不移动远程操纵中心的锥形摆动接头。

[0039] 图13A、图13B和图13C示出器械夹持器在不同取向的情况下图8的远程中心操纵器。

[0040] 图14A示出根据许多实施例的可以被用于可转动地联接图8中的远程中心操纵器中的两个平行四边形接头的正弦/余弦连杆。

[0041] 图14B示出根据许多实施例的用于减轻连杆中角力引起载荷的定向挠曲,所述连杆用于可转动地联接到远程中心操纵器中的两个平行四边形接头。

[0042] 图15示出根据许多实施例的远程中心操纵器,所述远程中心操纵器包括弯曲特征,该弯曲特征具有相对于远程操纵中心的固定曲率半径,并且外侧连杆机构的基座连杆可以沿着该弯曲特征被重新定位。

[0043] 图16示出根据许多实施例的远程中心操纵器,所述远程中心操纵器包括闭环曲线特征,外侧连杆机构的基座连杆被连接到该闭环曲线特征,使得该基座连杆被限制成沿着该闭环曲线特征移动。

[0044] 图17是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,在该远程中心操纵器中的器械夹持器围绕通过远程中心的偏转轴线转动并围绕通过远程中心的俯仰轴线转动,所述偏转轴线不与所述俯仰轴线垂直。

[0045] 图18是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,其中在图17中的远程中心操纵器进一步包括图9的俯仰连杆机构。

[0046] 图19是根据许多实施例的远程中心操纵器的透视示意图,其中在图18中的远程中心操纵器进一步包括图6的锥形摆动接头。

[0047] 图20是根据许多实施例的远程中心操纵器的侧视图。

[0048] 图21是图20的远程中心操纵器的俯视图。

[0049] 图22图示说明通过歪斜俯仰轴线实现图20的远程中心操纵器的操作空间包络的减少。

[0050] 图23是根据许多实施例的图20的远程中心操纵器在器械夹持器相对于远程操纵中心实现最大俯仰返回构造中的侧视图。

### 具体实施方式

[0051] 在以下描述中,将描述本发明的各个实施例。出于解释的目的,具体构造和细节被阐述以便提供对所述实施例的透彻理解。不过,本发明可以在没有这些具体细节的情况下

被实践,这对于本领域的技术人员来说是显而易见的。而且,众所周知的特征可以被省略或简化,以免模糊所描述的实施例。

#### [0052] 微创机器人手术

[0053] 现参照附图,其中贯穿若干附图,相同参考编号表示相同部件,图1是微创机器人手术(MIRS)系统10的平面视图说明,所述MIRS系统10通常用于对躺在操作台14上的患者12进行微创诊断或手术。该系统可包括在手术过程期间供外科医生18使用的外科医生的控制台16。一个或更多个助理20也可以参与该手术过程。MIRS系统10可以进一步包括患者侧推车22(手术机器人)和电子推车24。患者侧推车22可以操纵至少一个可拆卸联接的工具组合件26(在下文中,被简称为“工具”),通过患者12体内的微创切口,同时外科医生18通过控制台16观察手术部位的图像。手术部位的图像可通过内窥镜28(例如立体内窥镜)获得,所述手术部位图像可以通过患者侧推车22操纵以定位和定向内窥镜28。电子推车24可以被用于处理手术部位的图像,用于随后通过外科医生的控制台16向外科医生18显示。一次使用手术工具26的数量通常取决于诊断或手术过程以及手术室内的空间限制以及其他因素。如果在手术过程期间有必要改变正在使用的一个或更多个工具26,助理20可以从患者侧推车22移走工具26并用手术室中来自托盘30的另一个工具26将其替换。

[0054] 图2示出外科医生的控制台16的透视图。外科医生的控制台16包括左眼显示器32和右眼显示器34,其用于向外科医生18呈现能够具有深度感知的手术部位的协同立体视图。控制台16进一步包括一个或更多个输入控制装置36,其进而促使患者侧推车22(在图1中示出)操纵一个或更多个工具。输入控制装置36可以提供与其关联的工具26(在图1中示出)相同的自由度,以向外科医生提供输入控制装置36与工具26一体化的远程呈现或感知,以便外科医生具有直接控制工具26的强烈知觉。为此,位置、力和触觉反馈传感器(未示出)可以通过输入控制装置36将位置、力和触觉感觉从工具26传输向外科医生的手。每个单独输入控制装置36作为控制相应从手术工具以实现远程操作的人为控制主控器。当这种远程操作与以三维感知的手术部位的显示组合并且外科医生的手在主控器上被定位在与手术部位处观察的工具图像对应的位置处时,能够实现远程呈现的感觉。

[0055] 外科医生的控制台16通常被设置在与患者相同的房间中,以便外科医生可以直接监测手术过程,如果必要可以实际存在并直接与助理说话而不是通过电话或其他通信介质。不过,外科医生可以位于不同房间、完全不同的建筑物或远离患者的其他位置,以允许远程手术过程。

[0056] 图3示出电子推车24的透视图。电子推车24可以与内窥镜28联接并且可以包括处理捕捉图像供随后在外科医生的控制台或位于本地和/或远程的其他合适的显示器上向外科医生显示的处理器。例如,在使用立体内窥镜时,电子推车24可以处理捕捉图像,向外科医生呈现手术部位的协同立体图像。这类协同可以包括相对图像之间的对齐并且可以包括调整立体内窥镜的立体工作距离。作为另一个示例,图像处理可以包括使用先前确定的摄像头校准参数补偿图像捕捉装置的成像误差,例如光学像差。

[0057] 图4概略示出机器人手术系统50(例如图1的MIRS系统10)。如上所述,外科医生的控制台52(例如图1中的外科医生的控制台16)可以在微创手术过程期间被外科医生用于控制患者侧推车(手术机器人)54(例如图1中的患者侧推车22)。患者侧推车54可以使用诸如立体内窥镜的成像装置捕捉手术部位的图像并向电子推车56(例如图1中的电子推车24)输



出捕捉的图像。如上所述,电子推车56可以在任何随后显示之前以各种方式处理捕捉的图像。例如,电子推车56可以在经由外科医生的控制台52向外科医生显示组合图像之前用虚拟控制界面覆盖捕捉的图像。患者侧推车54可以输出供在电子推车56外部处理的捕捉的图像。例如,患者侧推车54可以向处理器58输出捕捉的图像,处理器58可以被用于处理捕捉的图像。图像还可以通过电子推车56和处理器58的组合进行处理,电子推车56和处理器58可以被联接在一起共同、依次和/或组合处理捕捉的图像。一个或更多个单独的显示器60也可以与处理器58和/或电子推车56联接在一起,用于图像(例如,手术部位的图像或其他相关图像)的本地和/或远程显示。

[0058] 图5A和5B分别示出患者侧推车22和手术工具62。手术工具62是手术工具26的示例。所示出的患者侧推车22提供三个手术工具26和成像装置28的操纵,该成像装置例如用于手术部位的图像捕捉的立体内窥镜。操纵通过具有若干机器人接头的机器人机构提供。成像装置28和手术工具26可以通过患者内部的切口安置和操纵,以便运动的远程中心被保持在切口处,以将切口尺寸最小化。手术部位的图像可以包括当手术工具26被安置在成像装置28的视场内时,手术工具26的远端的图像。诊断或治疗的端部执行器63通常在手术器械的长轴的远端处。

[0059] 硬件受限的远程中心操纵器

[0060] 图6示出根据许多实施例的远程中心操纵器70的透视示意图。远程中心操纵器70由安装基座72支撑。远程中心操纵器70包括由安装基座72支撑的基座连杆74、偏转接头76、延伸连杆78、基座平行四边形接头80、第一平行四边形连杆82、第一平行四边形接头84、第二平行四边形连杆86、第二平行四边形接头88、锥形摆动机构90和器械夹持器92。器械夹持器92经配置支撑并沿插入轴线96平移手术器械94(即,器械夹持器92包括移入和移出患者体壁处切口的或在沿插入轴线96的患者自然体孔处的手术器械94的至少一个棱柱接头)。手术端部执行器95在手术器械94的远端处。端部执行器可以用于任何手术功能,其包括治疗、诊断或成像手术装置。端部执行器可以以各种已知的方式完成滚动。例如,器械夹持器92或器械94自身可以包括允许器械轴围绕插入轴线96滚动的器械轴滚动能力。作为替代示例,轴可以保持静止滚动,并且端部执行器在器械轴的端部处滚动。

[0061] 安装基座72允许远程中心操纵器70通过推车底座的设定臂/接头、顶板底座、地板/柱脚底座或其他底座表面进行安装和支撑,以便基座在地面参考系(如通过地面符号所表示的)中保持有效静止。远程中心操纵器70经配置成使得在手术器械94被操纵时,远程操纵中心(RC)相对于安装基座72不移动。通过在相对于患者的固定位置和取向上支撑安装基座72,远程操纵中心(RC)相对于患者保持固定,从而为手术器械94提供切入点。在远程操纵中心(RC)相对于患者被固定的情况下,可以实现手术器械94的操纵,而没有在手术器械94的切入位置处对患者细胞组织强加潜在危害力的危险。在手术器械轴通过插管的实施例中,远程操纵中心通常被定义在沿插管中心线的点,虽然在某些实施例中,插管可以是可选的。

[0062] 偏转接头76将延伸连杆78的近端可转动地联接到基座连杆74的远端。偏转接头76可操作产生延伸连杆78围绕延伸通过远程操纵中心(RC)的偏转轴线98的受控转动(滚动)。因为器械夹持器92经由远程中心操纵器70的介入连杆机构部件被联接到延伸连杆78,延伸连杆78围绕偏转轴线98的转动(滚动)产生器械夹持器92围绕偏转轴线98的相应转动,从而

对于偏转接头76的所有角度取向保持远程操纵中心 (RC) 相对于安装基座72的位置和取向。术语“偏转”是任意的,并且可以看出在该术语的情况下,远程操纵中心 (RC) 静止、围绕偏转轴线98的转动将促使手术器械94的远端以如偏转所限定的方式移动。

[0063] 远程中心操纵器70的平行四边形连杆机构部分100经配置产生受限于围绕俯仰轴线102的转动的器械夹持器92的运动,其中俯仰轴线102与远程操纵中心 (RC) 交叉。通过将器械夹持器92的相应运动限制围绕俯仰轴线102的转动(俯仰),插入轴线96继续与远程操纵中心 (RC) 交叉,并且器械夹持器92与远程操纵中心 (RC) 之间的距离得以维持。术语“俯仰”是任意的,并且可以看出在该术语的情况下,远程操纵中心 (RC) 静止、围绕俯仰轴线102的转动将促使手术器械94的远端以如俯仰所限定的方式移动。

[0064] 平行四边形连杆机构部分100包括平行四边形基座接头80、第一平行四边形连杆82、第一平行四边形接头84、第二平行四边形连杆86、第二平行四边形接头88、锥形摆动机构90和器械夹持器92。基座平行四边形接头80将第一平行四边形连杆82可转动地联接到延伸连杆78的远端。基座平行四边形接头80可操作产生第一平行四边形连杆82围绕平行于俯仰轴线102的基座接头轴线104的受控转动。基座接头轴线104的位置和取向相对于延伸连杆78是固定的。第一平行四边形接头84将第二平行四边形连杆86的近端可转动地联接到第一平行四边形连杆82的远端,用于第二平行四边形连杆86围绕平行于俯仰轴线102的第一接头轴线106转动。第一接头轴线106的位置和取向相对于第一平行四边形连杆82是固定的。第二平行四边形接头88将锥形摆动机构90的近端可转动地联接到第二平行四边形连杆86的远端,用于锥形摆动机构90围绕平行于俯仰轴线102的第二接头轴线108转动。第二接头轴线108的位置和取向相对于第二平行四边形连杆86是固定的。因为器械夹持器92被联接到锥形摆动机构90的远端,器械夹持器92被限制成围绕第二接头轴线108转动。

[0065] 第一和第二平行四边形接头84、88被可转动地联接到基座平行四边形接头80,以便基座平行四边形接头80的致动致动平行四边形连杆机构部分100,从而产生器械夹持器92被限制成围绕俯仰轴线102转动的相应运动。任何合适的方案可以被用于可转动地联接基座平行四边形接头80、第一平行四边形接头84和第二平行四边形接头88。例如,基座平行四边形接头80可以包括基座滑轮,其被可转动地固定到延伸连杆78并被安装以围绕基座接头轴线104相对于第一平行四边形连杆82转动。第一平行四边形接头84可以包括第一滑轮,其被可转动地固定到第二平行四边形连杆86并被安装以围绕第一接头轴线106相对于第一平行四边形连杆82转动。通过将第一滑轮的转动连接到第二滑轮的转动,例如通过一个或更多个驱动带或一个或更多个连杆,第二平行四边形连杆86相对于第一平行四边形连杆82的转动可以通过第一平行四边形连杆82相对于延伸连杆78的转动而被驱动,使得第二平行四边形连杆86与延伸连杆78之间同一的相对取向在针对第一平行四边形连杆82相对于延伸连杆78的所有角度取向被保持。以同样的方式,第一平行四边形接头84可以包括第三滑轮,其被可转动地固定到第一平行四边形连杆82并被安装以围绕第一接头轴线106相对于第二平行四边形连杆86转动。第二平行四边形接头88可以包括第四滑轮,其被可转动地固定到锥形摆动机构90的近端并被安装以围绕第二接头轴线108相对于第二平行四边形连杆86转动。通过将第三滑轮的转动连接到第四滑轮的转动,例如通过一个或更多个驱动带或一个或更多个连杆,锥形摆动机构90相对于第二平行四边形连杆86的转动可以通过第二平行四边形连杆86相对于第一平行四边形连杆82的转动而被驱动,使得插入轴线96与第一平

行四边形连杆82之间同一的相对取向在针对第二平行四边形连杆86相对于第一平行四边形连杆82的所有角度取向被保持。

[0066] 锥形摆动机构90包括近侧锥形摆动连杆110和锥形摆动接头112。锥形摆动接头112将器械夹持器92可转动地联接到近侧锥形摆动连杆110,使得锥形摆动接头112的致动围绕与远程操纵中心(RC)交叉的锥形摆动轴线114相对于近侧锥形摆动连杆110重新定向器械夹持器92。锥形摆动接头112的转动促使手术器械94的轴沿中心在锥形摆动轴线114上并且在远程操纵中心(RC)处具有顶点的圆锥的表面摆动。器械夹持器92围绕锥形摆动轴线114的重新定向可以被用于任何合适目的,例如避免与毗邻手术操纵器和/或患者的碰撞,或用于在体壁处提供增加的空间以允许手术人员访问器械进入身体的无菌手术区域。器械夹持器92围绕锥形摆动轴线114的重新定向还可以被用于延伸器械夹持器92相对于患者的可用运动范围。锥形摆动轴线114提供一个冗余轴线,器械夹持器92可以围绕所述一个冗余轴线在远程操纵中心(RC)附近转动。锥形摆动轴线114不与偏转轴线98、俯仰轴线102或插入轴线96中的任一个对齐。不过,在手术中,锥形摆动轴线114与偏转轴线98之间的角度可以随远程中心操纵器70被铰接而改变。锥形摆动机构90是可选的,并且可以如本文所述被包括在各个操纵器实施例中或不被包括在各个操纵器实施例中。出于本说明书的目的,锥形摆动机构90可以被认为是与更接近地处于操纵器中的其他锥形摆动机构区分的远侧锥形摆动机构(例如,参见图8,其示出另一个“近侧”锥形摆动机构)。

[0067] 图7是根据许多实施例的远程中心操纵器120的透视示意图。远程中心操纵器120包括一些与图6的远程中心操纵器70相同的部件。共享部件包括安装基座72、基座连杆74、偏转接头76、延伸连杆78、基座平行四边形接头80、第一平行四边形连杆82、第一平行四边形接头84、第二平行四边形连杆86、第二平行四边形接头88和器械夹持器92。远程中心操纵器120不包括锥形摆动机构90。相反,第二平行四边形接头88将器械夹持器92可转动地联接到第二平行四边形连杆86,用于器械夹持器92围绕第二接头轴线108相对于第二平行四边形连杆86转动。

[0068] 远程中心操纵器120进一步包括锥形摆动机构122。锥形摆动机构122包括锥形摆动接头124和通过锥形摆动接头124被可转动地联接到基座连杆74的锥形摆动连杆126。锥形摆动接头124可操作围绕与远程操纵中心(RC)交叉的锥形摆动轴线128选择性转动锥形摆动连杆126。锥形摆动连杆126的远端支撑偏转接头76。锥形摆动连杆126经配置定位和定向偏转接头76,使得针对锥形摆动连杆126围绕锥形摆动轴线128的所有取向,偏转轴线98与远程操纵中心(RC)交叉。锥形摆动机构122可操作相对于安装基座72重新定向远程中心操纵器120的外侧连杆机构,同时保持远程操纵中心(RC)相对于安装基座72的位置。锥形摆动接头124的转动促使手术器械94的轴沿中心在锥形摆动轴线128上并且在远程操纵中心(RC)处具有顶点的圆锥的表面摆动。锥形摆动机构122可以以任何合适的方式使用,例如被用于在手术过程之前定位/定向远程中心操纵器120的外侧部分且/或在手术过程期间用于主动地定位/定向远程中心操纵器120的外侧部分的设定接头。锥形摆动轴线128提供冗余自由度轴线,器械夹持器92可以围绕所述冗余自由度轴线在远程操纵中心(RC)附近转动。锥形摆动轴线128不与偏转轴线92、俯仰轴线102或插入轴线96中的任一个对齐。锥形摆动轴线128可以距偏转轴线98偏移任何合适角度(例如,在一个实施例中是15度)。再次参照图6,锥形摆动机构122是可选的,并且可以如本文所述被包括在各个操纵器实施例中或不被

包括在各个操纵器实施例中。出于本说明书的目的,锥形摆动机构122可以被认为是与更远离处在操纵器中的其他锥形摆动机构区分的近侧锥形摆动机构(例如,参见图8,其示出另一个“远侧”锥形摆动机构)。

[0069] 与锥形摆动机构122关联的接头可以被驱动或不被驱动,并且如果被驱动,则该接头可以作为在外科医生的主动控制下的远程操作功能的一部分或被手术室中的另一个人被动控制。如果非外科医生的人被动控制,锥形摆动机构可以作为设定结构的一部分以在手术过程之前和/或手术过程期间针对手术正确地定位远程中心操纵器。在一些实施例中,开关(按钮,摇杆等)控制锥形摆动机构122的运动,将操纵器的更远侧部分移动到期望的位置。并且,锥形摆动机构122可转动满360度或更大,或其转动可以被限制小于360度。例如,在一个实施例中,转动被限制在大约180度、在直线上升(12点)位置到直线下降(6点)位置之间的范围内。如果两个或更多个类似配置的远程中心操纵器被定位彼此相邻,那么每个锥形摆动机构122可以被限制转动相同弧度,以帮助消除碰撞/冲突。例如,每个锥形摆动机构122可以被限制转动到在从12点通过3点到6点的圆弧上的任何位置。在其他实施例中,锥形摆动机构122被设置有重心平衡补偿特征(例如,通过使用电流根据机械负载位置控制马达转矩,通过使用弹簧以平衡机械负载等),这使得在机械载荷有效失重或低重量时手容易定位。在重心平衡补偿实施例中,制动器通常将操纵器保持就位直到一个人将该操纵器移动到期望位置的时间被释放,并接着在新位置处重新施加制动以保持该操纵器。

[0070] 除了用于设定操作以外,锥形摆动机构122还可以被连接到手术器械94的外科医生的主动远程操作控件。因此,锥形摆动机构的运动可以作为外科医生的控制输入的结果或作为例如避免与附近物体例如第二操纵器、患者或其他手术室设备碰撞的结果自动发生。

[0071] 本文公开的远程中心操纵器的各个方面可以以任何合适方式被组合。例如,图8是根据许多实施例的远程中心操纵器130的透视示意图,所述远程中心操纵器包括图6的远程中心操纵器70和图7的远程中心操纵器120两者的方面。具体地,远程中心操纵器130包括锥形摆动机构122、锥形摆动机构90和平行四边形连杆机构部分100。因此,远程中心操纵器130具有两个冗余自由度轴线,具体地,包括锥形摆动轴线114和锥形摆动轴线128,器械夹持器92可以围绕所述两个冗余自由度轴线在远程操纵中心(RC)附近转动。锥形摆动轴线114与锥形摆动轴线128中的每个不与偏转轴线98、俯仰轴线102或插入轴线96中的任一个对齐。

[0072] 由于在图6-图8中示出的远程中心操纵器实施例包括偏转轴线以及一个或更多个锥形摆动机构,其中每个锥形摆动机构与锥形摆动轴线关联,并且这些转动的轴线均与远程操纵中心对齐,由此产生的冗余自由度允许器械轴在空间(即,在与基座72关联的地面参考系中)中保持静止,如同远程中心操纵器被放置在各个不同构造中一样。进一步地,通过如上所述的器械端部执行器滚动,如果端部执行器取向不与插入轴线96对齐,那么该端部执行器取向也可以在空间中保持静止,如同远程中心操纵器被放置在各个不同构造中一样。这类远程中心操纵器维护硬件受限机器人手术操纵器的患者安全利益,其中硬件构造防止远程操纵中心相对患者移动,并且这类操纵器添加允许在不同位置的各个器械的不同构造的益处,避免与毗邻操纵器、患者、其他设备和手术人员碰撞的有用特征,从而在操纵器与患者之间提供增加的空隙,并且提供增加的对器械进入患者的手术区的访问。

[0073] 但是应当很容易地认识到,如果平行四边形连杆机构部分100安置不与轴线98垂直的插入轴线96,那么随着接头76转动,器械94也沿中心在远程操纵中心处具有顶点的轴线96上的圆锥的表面,以在如锥形摆动机构以如上所述转动时类似于器械94运动的方式摆动。因此,这些特征提供所谓任意的冗余“偏转类型”自由度,这是因为转动的轴线与远程操纵中心交叉。但是,根据本发明的方面的硬件受限远程中心操纵器并不局限于偏转类型冗余自由度。

[0074] 图9是根据许多实施例的远程中心操纵器140的透视示意图。远程中心操纵器140包括一些与图6的远程中心操纵器70相同的部件。共享部件包括安装基座72、基座连杆74、偏转接头76、延伸连杆78、基座平行四边形接头80、第一平行四边形连杆82、第一平行四边形接头84、第二平行四边形连杆、第二平行四边形接头88和器械夹持器92。如图所示的远程中心操纵器140不包括锥形摆动机构90。相反,第二平行四边形接头88将器械夹持器92可转动地联接到第二平行四边形连杆86,用于器械夹持器92围绕第二接头轴线108相对于第二平行四边形连杆86转动。远程中心操纵器140进一步包括重新定向机构142,其可操作将远程中心操纵器140的外侧部分围绕与远程操纵中心(RC)交叉的轴线144重新定向。重新定向机构142包括基座146和与基座146联接并可沿相对于远程操纵中心(RC)具有恒定半径的弯曲路径相对于基座146重新定向的可移动连杆148,从而将器械夹持器92的相应运动限制成围绕远程操纵中心(RC)转动。在所示出的实施例中,轴线144与俯仰轴线102重合。因此,如图所示,平行四边形连杆机构部分和重新定向机构142中的每个在远程操纵中心(RC)处单独在重合轴线102、144附近转动器械94,以提供冗余自由度。并且,远程中心操纵器140的硬件设计物理上限制器械94在远程操纵中心(RC)处转动。技术人员应当理解,其他机械结构可以被用于提供为重新定向机构122示意性示出和描述的功能。进一步地,具有与重新定向机构142类似功能的一个或更多个附加重新定向机构可以被插入到在基座72与器械夹持器92之间的链接中,以便远程中心操纵器140具有附加的冗余自由度。

[0075] 重新定向机构142还可以经配置成使得轴线144不与俯仰轴线102对齐(不重合)。例如,重新定向机构142可以经配置成使得轴线144与插入轴线96对齐,并可以经配置成使得轴线144相对于俯仰轴线102和/或插入轴线96处于任何合适的角度。

[0076] 与重新定向机构142关联的接头可以被驱动或不被驱动,并且如果被驱动,其可以在外科医生的主动控制下或被手术室人员被动控制。如果在被动控制下,重新定向机构142可以在手术过程之前被用作设定接头,以针对手术正确地定位远程中心操纵器140,且/或在手术过程期间其可以被用于主动重新定向外侧连杆机构,同时保持相对于安装基座72的远程操纵中心(RC)的位置并从而相对于患者以及器械94进入患者的切口的位置。在一些被动控制实施例中,开关(例如,开/关按钮,弹簧摇杆等)控制重新定向机构142移动,以便人员操作控件将远程中心操纵器移动到期望位置。在其他被动控制实施例中,重新定向机构被配备有重心平衡补偿特征(例如,根据机械负载位置控制马达电流的补偿),以便感觉操纵器有效失重并且该操纵器容易被手移动。例如,制动器可以将重新定向机构142保持就位直到人员可以轻松重定位重新定向机构的点时被释放,并接着再施加制动器将该操纵器保持就位。

[0077] 图10是根据许多实施例的远程中心操纵器150的透视示意图。远程中心操纵器150包括图8的远程中心操纵器130和图9的远程中心操纵器140二者的方面。具体地,远程中心

操纵器150包括重新定向机构142、锥形摆动机构122(其任选地,可以不包括)、锥形摆动机构90(其任选地,可以不包括)和平行四边形连杆机构部分100。因此,远程中心操纵器150具有三个冗余自由度(如果所述锥形摆动机构中的一个被去除,则会更少;如果附加的锥形摆动机构或重新定向机构被添加,则会更多),并且这些自由度来自围绕轴线144(通过重新定向机构142驱动的)、锥形摆动轴线114(通过锥形摆动机构90驱动的)和锥形摆动轴线128(通过锥形摆动机构122驱动的)转动的能力。在轴线144不与远程中心操纵器150中的俯仰轴线102重合时,轴线144可以在替代实施例中与俯仰轴线102重合。

[0078] 重新定向机构142和锥形摆动机构122中的每一个可以在手术过程之前被用作设定接头且/或在手术过程期间被用于主动重新定向外侧连杆机构,同时物理上限制远程操纵中心(RC)相对于安装基座72的位置,并因此保持远程操纵中心(RC)相对于患者的位置。作为设定结构的一部分的重新定向机构142的使用如上被描述,并且锥形摆动机构122可以同样被使用。

[0079] 需要指出,远程中心操纵器的各个实施例中的每个实施例某种程度上是窄的,以便这些操纵器中的两个或更多个可以在手术机器人上彼此相邻定位,并且毗邻操纵器之间的空间可以被减少,以允许每个操纵器控制靠近另一个器械的器械,用于有效的手术器械安置。

[0080] 图11示出根据许多实施例的硬件受限远程中心操纵器160。操纵器160包括基座连杆162、锥形摆动连杆164、平行四边形基座连杆166、平行四边形第一连杆168、平行四边形第二连杆170、经配置支持可拆卸手术器械(未示出;器械轴经过被示出联接在器械夹持器172远端处的插管173)的器械夹持器172和锥形摆动接头174。在许多实施例中,基座连杆162相对于经由远程中心操纵器160在正被手术的患者被保持在固定位置。锥形摆动连杆164具有被安装在基座连杆162的锥形摆动连杆远端176,用于锥形摆动连杆164围绕第一轴线178相对于基座连杆162转动,第一轴线178与远程运动中心(RC)交叉,远程运动中心(RC)由沿器械轴经过的插管的中心线限定。锥形摆动连杆164具有从第一轴线178偏移的锥形摆动连杆远端180,以及将锥形摆动连杆近端176连接到锥形摆动连杆远端180的锥形摆动连杆体区段182。

[0081] 锥形摆动连杆164的操纵器160外侧(远侧)的连杆机构经配置提供器械夹持器172的选择性移动,其被限制成器械夹持器172围绕远程中心(RC)的二维转动(手术器械未示出)。至于器械夹持器172围绕远程中心(RC)转动的第一方向,该第一方向在本文被称为偏转,平行四边形基座连杆166具有被安装在锥形摆动连杆远端180的近端184,其用于围绕也与远程中心(RC)交叉的第二轴线186相对于锥形摆动连杆远端转动。通过相对于锥形摆动连杆远端180选择性转动平行四边形基座连杆166,平行四边形基座连杆166的操纵器160外侧的连杆机构也围绕第二轴线186选择性地转动,从而围绕第二轴线186选择性地转动器械夹持器172。

[0082] 至于器械夹持器172围绕远程中心(RC)转动的第二方向,该第二方向在本文也被称为俯仰,器械夹持器172和平行四边形第一和第二连杆168、170被联接,以便形成提供器械夹持器172的运动的平行四边形连杆机构,所述器械夹持器172被限制成围绕远程中心(RC)在轴线附近转动,所述轴线大致垂直于第二轴线186并且垂直于平行四边形连杆机构的运动平面。平行四边形第一连杆168具有经由第一平行四边形接头192与平行四边形基座

连杆166的远端190可转动地联接的近端188。平行四边形第二连杆170具有经由第二平行四边形接头198与平行四边形第一连杆168的远端196可转动地联接的近端194。器械夹持器172经由第三平行四边形接头202与平行四边形第二连杆170的远端200联接。第二和第三平行四边形接头198、202被第一平行四边形接头192的转动可转动地驱动,以便第一平行四边形连杆168、第二平行四边形连杆170和器械夹持器172形成平行四边形连杆机构。在所示位置中,第一平行四边形连杆168限定在第一与第二平行四边形接头192、198之间延伸的第一平行四边形边204,第二平行四边形连杆170限定在第二与第三平行四边形接头198、202之间延伸的第二平行四边形边206;以及器械夹持器172限定在第三平行四边形接头202与远程中心(RC)之间延伸的第三平行四边形边208。为了说明平行四边形连杆机构的运动,转动的第一平行四边形边204R被示出表示第一平行四边形连杆168相对于平行四边形基座连杆166的相应转动位置,以及重新定位的第二和第三平行四边形边206R、208R被示出分别表示对应于第一平行四边形连杆168的转动位置的第二平行四边形连杆170和器械夹持器172的位置。如图所示,第一平行四边形连杆168相对于平行四边形基座连杆166的转动用于移动器械夹持器172,以便第三平行四边形边208的远端保持与远程操纵中心(RC)重合,从而使器械夹持器172围绕大致垂直于第二轴线186的轴线俯仰。

[0083] 当操纵手术器械的轴沿第二轴线186(偏转轴线)在一条直线上时,锥形摆动连杆164的操纵器160外侧的连杆机构具有固有的奇异性。即使当手术器械轴不沿第二轴线186在一条直线上时,当手术器械轴与第二轴线186之间的角度小(例如,15度或更小)时,运动学调节是很差的。将平行四边形连杆机构延伸到手术器械轴与第二轴线186对齐所需程度的另一个实践限制是由此产生的操纵器160的长度对在手术室环境中的使用可能是不良的长度。

[0084] 为了解决前述问题,平行四边形连杆机构的运动可以被限制,例如使得手术器械轴相对于第二轴线186的角度被限制至少等于合适的角度(例如,大约15度)。不过,在这类角度限制的情况下,对于第二轴线186的任何特定位置和取向,还存在手术器械尖端不能到达的锥形体积。因此,锥形摆动机构122提供重新定位且重新定向第二轴线186的方式,以便将不可接近的锥形体积置于患者上的外科医生不感兴趣作业的地方。锥形摆动机构122还可以作为器械夹持器172在第二轴线186附近替代被用于在第一轴线178附近转动器械夹持器172。

[0085] 冗余轴线和硬件受限远程中心操纵器上的关联冗余自由度允许操纵器使用不止一个接头角度的可能组合中的一个组合在独特位置定位手术器械。因此,冗余轴线(提供冗余自由度的接头的轴线)可以被用于避免与毗邻操纵器、患者解剖结构或设备(例如手术台)的碰撞。当冗余轴线被机械地限制经过远程操纵中心(RC)时,该冗余轴线可以在手术过程期间被重新定向,而没有相对于患者移动远程操纵中心(RC)的风险。

[0086] 锥形摆动接头174将第二平行四边形连杆170的远端200联接到器械夹持器172。锥形摆动接头174可操作选择性改变器械夹持器172围绕与远程中心(RC)交叉的第三轴线210相对于第二平行四边形连杆170的取向。改变器械夹持器172相对于第二平行四边形连杆170的取向的能力可以被用于避免器械夹持器172与毗邻操纵器之间的干扰,避免器械夹持器172与患者之间的干扰,并且增加器械夹持器172的运动范围。在所示出的实施例中,第三轴线210与第三平行四边形边208重合,从而确保第三平行四边形边208响应于器械夹持器

172围绕第三轴线210的转动而不改变长度。

[0087] 图12进一步示出锥形摆动接头174。如图所示,第三轴线210不与由器械夹持器172支撑的手术器械(未示出)的中心线228对齐,手术器械沿着第三轴线被插入和撤回,并且手术器械轴在第三轴线附近滚动。第三轴线210与中心线228之间的角偏移允许锥形摆动接头174的转动相对于远程中心(RC)重新定向手术器械,从而允许手术器械达到患者体内的不同区域。并且如上所述,与平行四边形机构的俯仰运动功能组合,锥形摆动接头174的转动可以保持手术器械相对于运动的远程中心(RC)的位置和取向,允许重新定位器械夹持器172以避免与毗邻器械夹持器/手术器械干扰。

[0088] 图13A、图13B和图13C示出锥形摆动接头174提供的运动范围。在图13A中,锥形摆动接头174处于居中配置中,其中器械夹持器172与第二平行四边形连杆170对齐。在图13B中,锥形摆动接头174被示出在一个方向充分转动,从而在所示出的方向上定向器械夹持器172。以及在图13C中,锥形摆动接头174被示出在相反方向上充分转动,从而在所示出的相反方向上定向器械夹持器172。如图所示,由锥形摆动接头174提供的器械夹持器172的不同可能取向用作提供由器械夹持器172支撑的手术器械(未示出)的对应不同插入方向。同样,锥形摆动接头174提供的冗余自由度允许在每个独特器械位置的操纵器具有一系列接头位置。虽然未示出,可以看出在图11中示出的近侧锥形摆动接头提供类似功能。以及此外,两个锥形摆动接头在一起动作可以将偏转接头和平行四边形机构偏移到一侧或另一侧,而器械保持静止。如上所述,随着操纵器移动,相对于器械主体滚动端部执行器(例如,在轴上滚动端部执行器,或利用附接的端部执行器滚动整个轴)允许端部执行器在空间中保持静止。因此,在远程手术期间,操纵器充分利用冗余自由度的优点的运动对外科医生来说是透明的,外科医生不会感觉到任何相应手术端部执行器的移动。

[0089] 图14A示出可转动地联接一些实施例的操纵器160的第二平行四边形接头198和第三平行四边形接头202的第一正弦/余弦连杆228和第二正弦/余弦连杆230。第一和第二正弦/余弦连杆228、230之所以如此命名,是为了反映连杆228、230被联接到平行四边形接头198、202的方式。如在第二平行四边形接头198处所示,第一和第二正弦/余弦连杆228、230与第二平行四边形接头198之间的连接偏移90度,第一和第二正弦/余弦连杆228、230与第三平行四边形接头202之间的连接同样配置。虽然90度的连接偏移是优选的,也可以使用其他偏移角度。所述连接偏移确保连杆228、230中的至少一个连杆总是从经过第一和第二平行四边形接头192、198两者的中心线232偏移,以便总是具有在第二和第三平行四边形接头198、202之间传递扭矩所需的偏移。通过以相同角度取向和径向距离连接第一和第二正弦/余弦连杆228、230中的每一个连杆的每端,第二与第三平行四边形接头198、202之间的传递或转动运动可以以可靠和平滑方式实现。

[0090] 在许多实施例中,第一和第二正弦/余弦连杆228、230的长度是可调节的,使联接点与第二和第三平行四边形接头198、202的长度更好匹配。因为连杆机构是运动学受限的,机械部件的几何偏差(例如长度、角度或作业半径)会在一些或全部部件中产生高力和/或角力的形成。第一正弦/余弦连杆228包括第一连杆近侧部分234和第一连杆远侧部分236,其在第一连杆接头238处被固定在一起。同样,第二正弦/余弦连杆230包括第二连杆近侧部分240和第二连杆远侧部分242,其在第二连杆接头244处被固定在一起。第一连杆和第二连杆关节238、244经配置成使得第一和第二正弦/余弦连杆228、230中的每一个的长度可以被



改变以匹配它们被安装在其上的第二平行四边形连杆170的指定长度。例如,第一连杆近侧部分234和第一连杆远侧部分236可以首先被分别连接到第二平行四边形接头198和连接到第三平行四边形接头202,并接着经由第一连杆接头238彼此联接,以匹配它们被安装在其中的第二平行四边形连杆170的指定长度。

[0091] 图14B示出可转动地联接操纵器160的第一平行四边形接头192和第二平行四边形接头198的第三正弦/余弦连杆246和第四正弦/余弦连杆248。第三和第四正弦/余弦连杆246、248类似于第一和第二正弦/余弦连杆228、230被配置并连接到平行四边形关节192、198,因此其相同描述将不在这里重复。图14B示出定向挠曲250、252,其经配置降低第三和第四正弦/余弦连杆246、248的作业角力水平(并且可以被用于降低第一和第二正弦/余弦连杆228、230的作业角力水平)。定向挠曲250、252中的每一个被配置为具有刚性取向和依从取向的悬臂梁,在所述刚性取向中的定向挠曲与所附接的正弦/余弦连杆对齐(如在第四正弦/余弦连杆248到第二平行四边形关节198的连接处所示),在所述依从取向中的定向挠曲被定向成垂直于所附接的正弦/余弦连杆(如在第三正弦/余弦连杆246到第一平行四边形关节192的连接所示)。定向挠曲250、252经配置成使得当所附接的正弦/余弦连杆提供扭矩传递的最大机械优势时,所提供的负载路径的刚性达到最大值,当所附接的正弦/余弦连杆提供扭矩传递的最小机械优势时,所提供的负载路径的刚性达到最小值。

[0092] 如同在图14A和图14B中示出的正弦/余弦连杆的使用是可选的,并且如上所述,其他众所周知的方式(例如,齿轮,皮带等)存在以联接平行四边形连杆,以便所述平行四边形机构正确起作用。

[0093] 图15示出用于经过远程操纵中心(RC)的冗余轴线和关联的冗余机械自由度的实施方式的另一种方案。图15示出根据许多实施例的远程中心操纵器260,其包括安装基座262,安装基座262包括相对于远程操纵中心(RC)具有恒定曲率半径的弯曲特征264,并且操纵器260的外侧(近侧)连杆机构的基座连杆266可以沿着该弯曲特征被重新定位。外侧连杆机构被安装到基座连杆266,基座连杆266包括用于围绕与远程操纵中心(RC)交叉的第一轴线268转动的“偏转”接头特征。基座连杆266与弯曲特征264连接,使得基座连杆266被限制沿弯曲特征264选择性地重新定位,从而保持远程操纵中心(RC)相对于安装基座262的位置,安装基座262相对于患者被保持在固定位置。弯曲特征264经配置成使得基座连杆266的运动被限制成围绕与远程操纵中心(RC)交叉的第二轴线270转动。通过改变基座连杆266沿弯曲特征264的位置,操纵器260的外侧连杆机构相对于患者的取向可以被改变,从而提供由远程中心操纵器260操纵的手术器械的增加运动范围。平行四边形机构272提供在轴线274附近的转动。可以看出,随着整个平行四边形机构在轴线268附近转动,轴线270和274可以被重合。从与图9所示的实施例的配置相似的图15中示出的实施例可以进一步看出,平行四边形机构140和272是类似的,并且偏转接头76和266是类似的。

[0094] 图16示出用于冗余轴的实施方式的另一种方案,该冗余轴线经过远程操纵中心(RC)从而提供关联的冗余自由度。图16示出根据许多实施例的远程中心操纵器280,其包括安装基座282,安装基座282包括闭环弯曲特征284,操纵器280的外侧(远侧)连杆机构的基座连杆286可以在该闭环弯曲特征284内侧被重新定位。如图所示,中心安装元件285在闭环弯曲特征284内侧转动。基座连杆286被安装在中心安装元件285上,中心安装元件285某种程度上向内朝向远程操纵中心定向。外侧连杆机构被安装到基座连杆286,用于围绕与远程

操纵中心 (RC) 交叉的第一轴线288转动。闭环弯曲特征284经配置成使得对于在弯曲特征284附近的基座连杆286的所有位置,远程操纵中心 (RC) 的位置相对于安装基座282保持固定,安装基座282相对于患者保持固定。闭环弯曲特征284是圆形的,并且围绕与远程操纵中心 (RC) 交叉的第二轴线290是轴向对称的。通过改变在闭环弯曲特征284附近的基座连杆286的位置,操纵器280的外侧连杆机构相对于患者的取向可以被改变,从而提供增加的运动范围、避免臂与臂或臂与环境的碰撞和/或避免远程中心操纵器280运动学奇异性。“部分圆”特征或安装基座仅横于圆的一部分的整圆特征也可以被使用。可以看出,弯曲特征284及其关联的中心安装特征285起锥形摆动接头的作用。因此,图16所示的实施例与图7中示出的实施例相似,锥形摆动接头122和284是类似的,并且偏转接头76和286是类似的。

[0095] 图17是根据许多实施例的远程中心操纵器300的透视示意图。远程中心操纵器300包括一些与图6的远程中心操纵器70相同的部件。共享部件包括安装基座72、基座连杆74、偏转接头76、基座平行四边形接头80、第一平行四边形连杆82、第一平行四边形接头84、第二平行四边形连杆86、第二平行四边形接头88和器械夹持器92。远程中心操纵器300还可以包括锥形摆动组件90(未示出)。远程中心操纵器300包括偏移延伸连杆302,其使平行四边形连杆机构部分100从偏转轴线98偏移,从而定向不与偏转轴线98垂直的俯仰轴线102。平行四边形连杆机构部分100从偏转轴线98的偏移可以由远程中心操纵器300通过偏转接头76在偏转轴线98附近转动时减少其摆动量,从而增加到患者的间隙且/或增加到毗邻远程中心操纵器(多个操纵器)的间隙。作为非限制性示例,在一些实施例中偏移角是2.7度。虽然通过偏移所提供的附加间隙是很小的,但是在手术期间该间隙是显著的,这是由于若干个这类操纵器通常被接近定位以控制插入到患者中的器械。甚至更显著的,增加的距患者的间隙可以允许增加器械端部执行器在患者内的运动范围,这允许外科医生在必要时进一步达到用于治疗目的的更远组织。

[0096] 图18是根据许多实施例的远程中心操纵器310的透视示意图。远程中心操纵器310包括图17的远程中心操纵器300和图9的远程中心操纵器140二者的方面。具体地,远程中心操纵器310包括重新定向机构142、偏移延伸连杆302和平行四边形连杆机构部分100。因此,远程中心操纵器310具有一个冗余轴线和关联的自由度,具体地,具有轴线144(其可以在该实施例中未与俯仰轴线102对齐),器械夹持器92可以围绕所述冗余轴线在远程操纵中心 (RC) 附近转动。重新定向机构142可以在手术过程之前被用作设定接头且/或在手术过程期间被用于主动重新定向外侧(远侧)连杆机构,同时保持远程操纵中心 (RC) 相对于安装基座72的位置,并因此保持远程操纵中心 (RC) 相对于患者的位置。

[0097] 本文公开的远程中心操纵器方面的任何合适的组合均可以被采用。例如,远程中心操纵器可以包括重新定向机构142、锥形摆动机构122、偏移延伸连杆302和锥形摆动机构90的任何合适的组合。图19示出包括重新定向机构142、偏移延伸连杆302、平行连杆机构部分100和锥形摆动机构90的远程中心操纵器312。

[0098] 图20示出根据许多实施例的远程中心操纵器320。操纵器320包括经配置可在现场更换的五个单元。所述五个现场可更换单元(FRU)包括偏转/俯仰驱动组件332、具有延伸件近端326和延伸件远端328的延伸件324、具有第一连杆近端332和第一连杆远端334的第一平行四边形连杆330、具有第二连杆近端338和第二连杆远端340的第二平行四边形连杆336以及器械夹持器342。

[0099] 偏转/俯仰驱动组件322包括安装基座344和与安装基座344联接的偏转/俯仰外壳346,以在与远程操纵中心(RC)交叉的偏转轴线348附近转动,其中远程操纵中心(RC)具有相对于安装基座344的固定位置。安装基座344允许远程中心操纵器320通过推车底座的设定臂/接头、顶板底座、底板/柱脚底座或其他安装表面安装和支持。通过在相对于患者的固定位置和取向支撑安装基座344,远程操纵中心(RC)相对于患者被保持固定,从而为通过正被操纵的器械夹持器342保持的手术器械提供入口点,而不在手术器械的入口位置处对患者组织施加潜在危害的力。偏转/俯仰驱动组件322可操作相对于安装基座344选择性地转动偏转/俯仰外壳346,从而转动远程中心操纵器320的外侧部分,使得器械夹持器342在偏转轴线348附近转动(偏转)而没有相对于安装基座344移动远程操纵中心(RC)。

[0100] 延伸件324向远程中心操纵器320的平行四边形连杆机构部分的基座接头350提供支撑。延伸件近端326被固定安装到偏转/俯仰外壳346。第一连杆近端332经由基座接头350与延伸件远端328联接,使得第一平行四边形连杆330相对于延伸件324在第一偏移俯仰轴线352附近转动。第一平行四边形连杆330被偏移到延伸件324的一侧,使得第一平行四边形连杆330在与延伸件324偏移的运动平面中移动,并因此可以转动对准和经过延伸件324而没有干扰延伸件324。

[0101] 远程中心操纵器320的平行四边形连杆机构部分包括第一平行四边形连杆330、第二平行四边形连杆336和器械夹持器342。第二连杆近端338经由第一中间接头354与第一连杆远端334联接,使得第二平行四边形连杆336在与第一偏移俯仰轴线352平行的第二偏移俯仰轴线356附近相对于第一平行四边形连杆330转动并相对于第一连杆远端334被固定。第二平行四边形连杆336被偏移到第一平行四边形连杆330的一侧,使得第二平行四边形连杆336在与第一平行四边形连杆330偏移的运动平面中移动,并因此可以转动对准和经过第一平行四边形连杆330而没有干扰第一平行四边形连杆330。器械夹持器342经由第二中间接头358与第二连杆远端340联接,使得器械夹持器342在与第一偏移俯仰轴线352平行的第三偏移俯仰轴线360附近相对于第二平行四边形连杆336转动并相对于第二连杆远端340被固定。第一和第二中间接头354、358中的每一个的转动被连接到基座接头350的转动,使得第一平行四边形连杆330、第二平行四边形连杆336和器械夹持器342被限制随同平行四边形连杆机构移动,从而围绕与远程操纵中心(RC)交叉的俯仰轴线362转动(俯仰)。

[0102] 器械夹持器342包括手术器械被安装在上面的滑座(carriage)组件364。器械夹持器342包括可操作沿插入轴线366平移滑座组件364的插入驱动机构,从而控制手术器械通过远程操纵中心(RC)的插入。手术器械通常经过插管368,插管368通常被安装在器械夹持器342的远端处,以及用于沿与轴线366重合的中心线限定手术器械的远程操纵中心(RC)。

[0103] 图21示出远程中心操纵器320的俯视图。如图所示,偏转轴线348与俯仰轴线366成角度偏移而不是90度的角度。在所示出的实施例中,偏转轴线348与俯仰轴线366成角度偏移87.3度。通过偏转轴线348与俯仰轴线366偏移不是90度的角度,远程中心操纵器320围绕偏转轴线348转动的作业空间包络(摆动量)相对于使用偏转轴线348与俯仰轴线366之间90度的角度偏移是减少的。远程中心操纵器320围绕偏转轴线348转动的摆动量的这种减少在图22中示出。对于所示出的实施例,87.3度的角度偏移产生相对更小的在基座接头350处具有7.95英寸直径的摆动量368。相比之下,当使用与俯仰轴线366具有90度角度偏移的偏转轴线370时,其产生相对更大的在基座接头350处具有8.98英寸直径的摆动量372。因此,使

用87.3度的角度偏移产生大约0.5英寸的额外患者间隙,如上所述,这对于手术性能可以有显著影响。

[0104] 图23是远程中心操纵器320的侧视图,其中,器械夹持器342被俯仰回到最大量。在所示出的构造中,第一平行四边形连杆330已被摆动到与延伸连杆324对齐的位置,并且第二平行四边形连杆336已被摆动到刚与第一平行四边形连杆330对齐的位置,从而将插入轴线366定向为与偏转轴线348从垂直374到75度的角度偏移。虽然远程中心操纵器320能够经配置例如通过增加延伸连杆324的长度使得器械夹持器342不接触到偏转/俯仰外壳346以实现甚至更大的最大俯仰回角,但是在给定远程中心操纵器320的运动学条件下,即当插入轴线366与偏转轴线348之间的角度减少到低于15度,器械夹持器342相对于远程操纵中心(RC)的偏转逐渐变差时,所获得的额外俯仰回角可能是不切实际的值。

[0105] 其他变体在本发明的精神范围内。因此,虽然本发明可以假设各种更改和替代结构,但是其特定实施例已在附图中示出并在上面详细描述。不过应当理解,本发明并不局限于所公开的具体形式或多种形式,恰恰相反,本发明覆盖落入本发明精神和范围内的所有更改、替代和等效结构,如随附权利要求所限定的。

[0106] 在描述本发明的上下文(尤其是在随附权利要求书的上下文中)中,术语“一”和“一个”和“该”以及类似提及的使用应当被解释为覆盖单数和复数形式,除非本文另有指出的或在上下文中明确否认的。术语“包括”、“具有”、“包含”和“含有”应被解释为开放性的术语(即,含义是“包括但不限于”),除非另有指出的。术语“被连接”应当被解释为部分或全部被包含在内、被附接或被接合在一起,即使有某些东西介入中间。本文引用的值范围仅旨在起单独提及落入范围内的每个单独值的速记方法的作用,除非本文另有指出的,并且每个单独值被合并在本说明书中,如同其在本文中被单独引用一样。本文所述的所有方法可以以任何合适的次序执行,除非本文另有指出的或上下文中明确否认的。本文提供的任何和所有示例或示例性语言(例如,“例如”)旨在更好说明本发明的实施例,并不是对本发明的范围提出限制,除非以其他方式提出要求。本说明书中没有语言应当被解释为指示实践本发明所必需的任何未要求保护的元素。

[0107] 本文描述了本发明优选实施例,包括用于执行本发明的发明人己知的最佳模式。在阅读前面的描述后,那些优选实施例的变体对于本领域中的普通技术人员来说是显而易见的。发明人希望技术人员在适当时采用这类变体,并且发明人希望以与本文具体描述不同的其他方式实践本发明。因此,本发明包括适用法规允许的在权利要求中引用主题的所有更改和等同物。而且,上述元素在所有可能变体中的任何组合均包含在本发明范围内,除非本文另有指出的或在上下文中明确否认的。

[0108] 本文引用的所有参考文献(包括出版物、专利申请和专利)以相同程度被合并于此,正如单独和具体指出的每个参考文献被合并于此供参考一样。

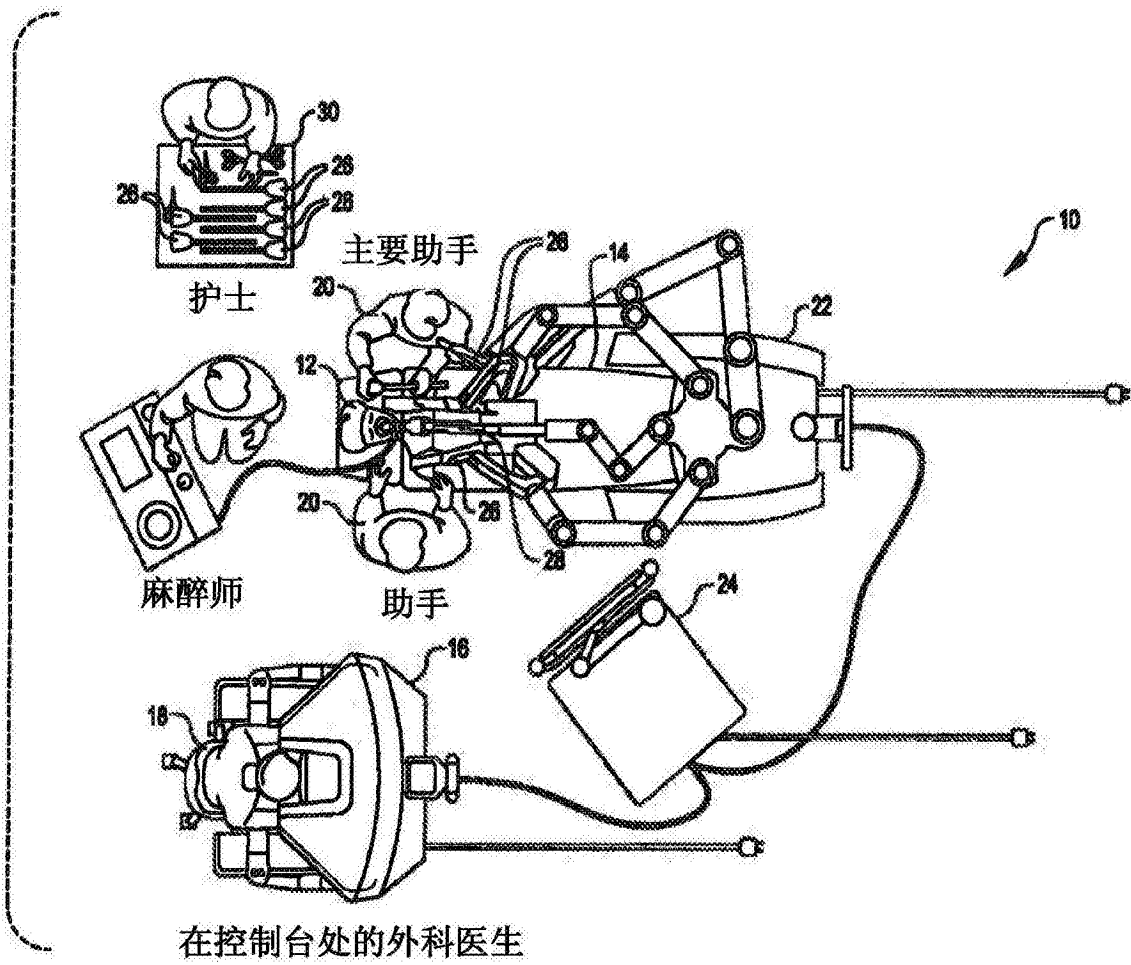


图1

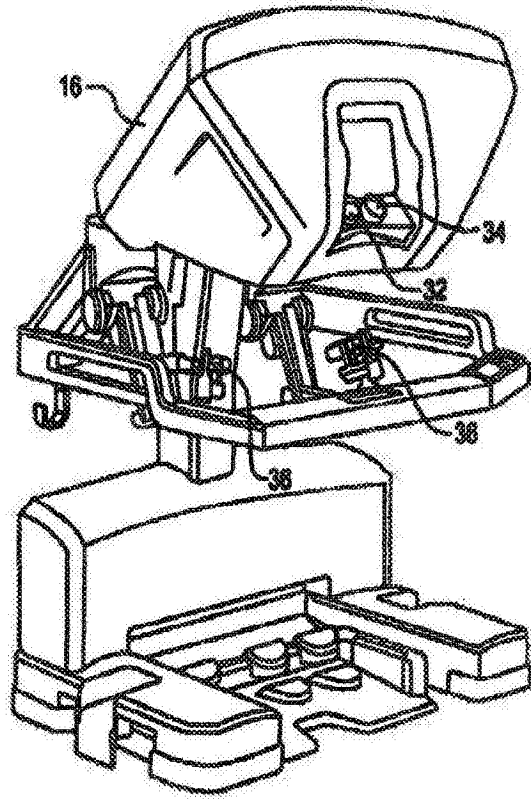


图2

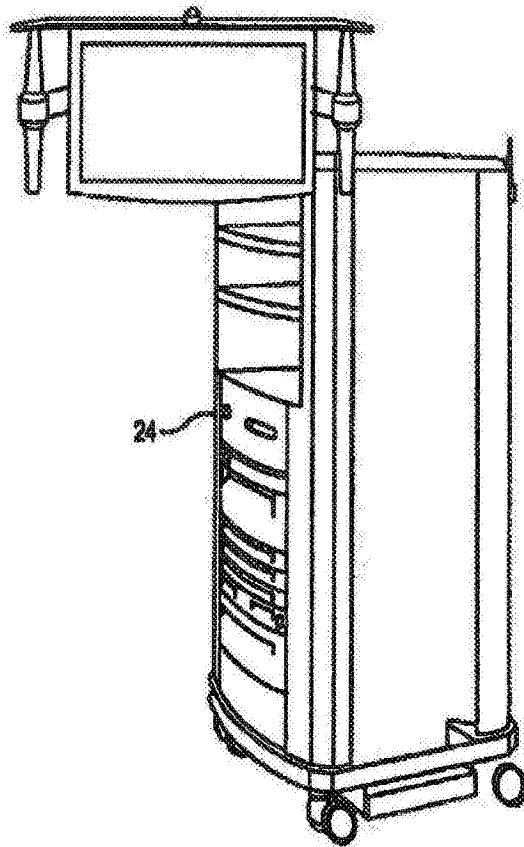


图3

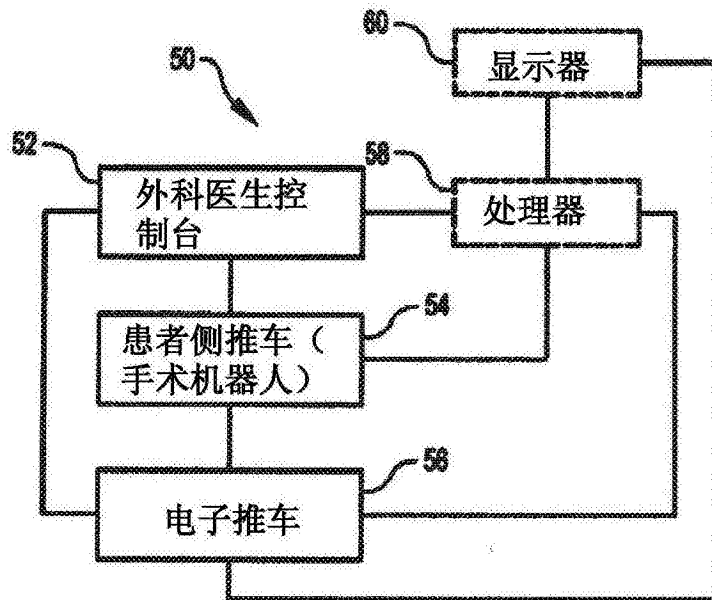


图4

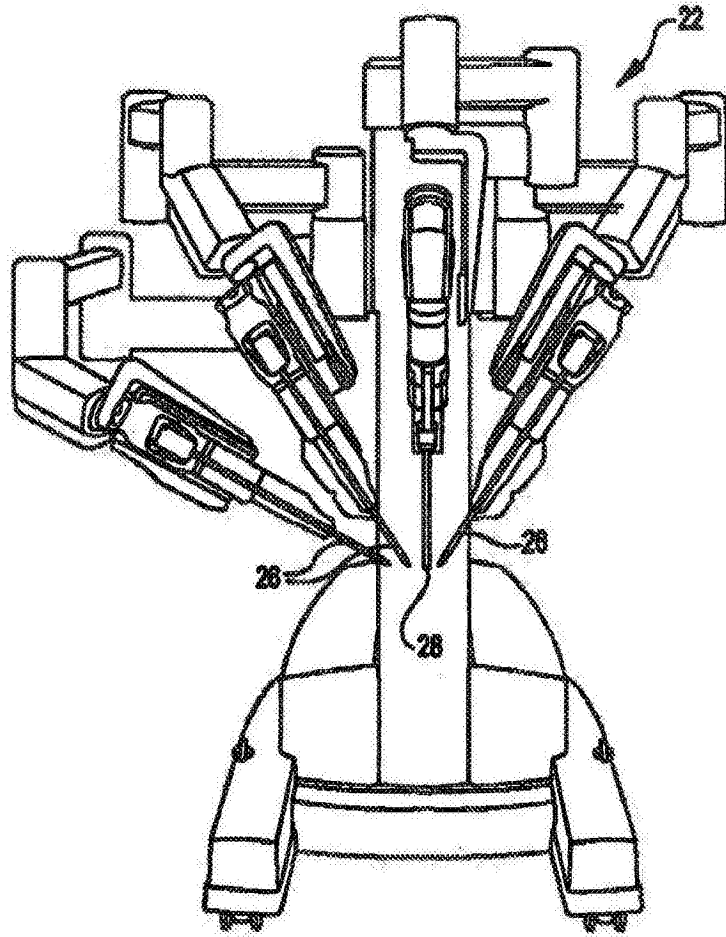


图5A



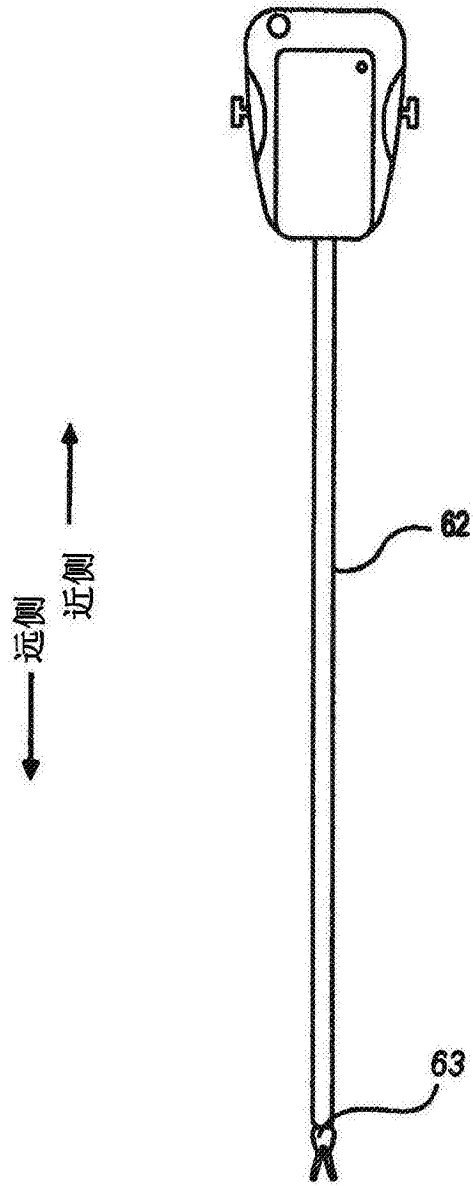


图5B

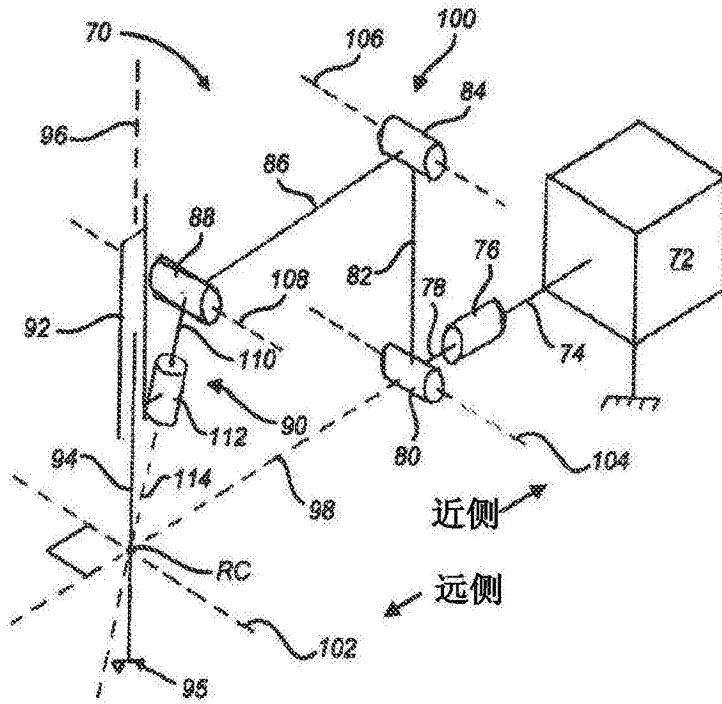


图6

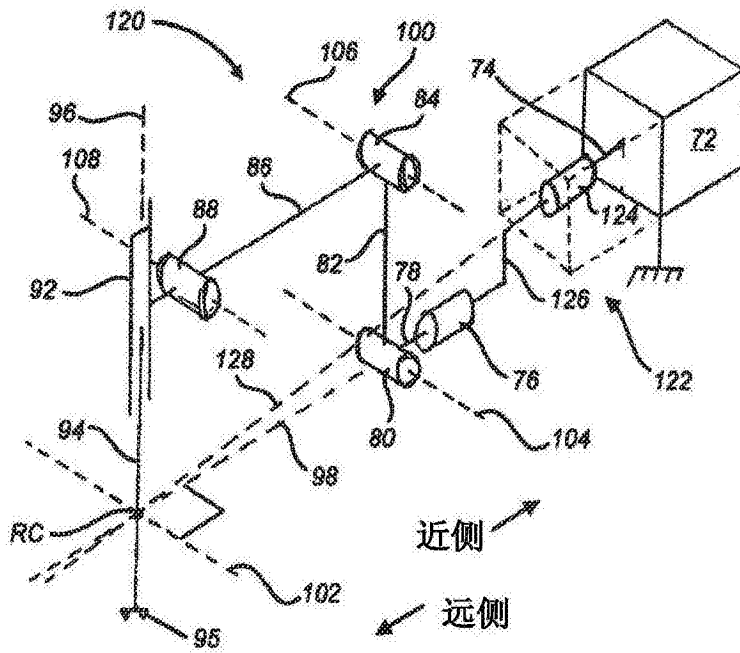


图7

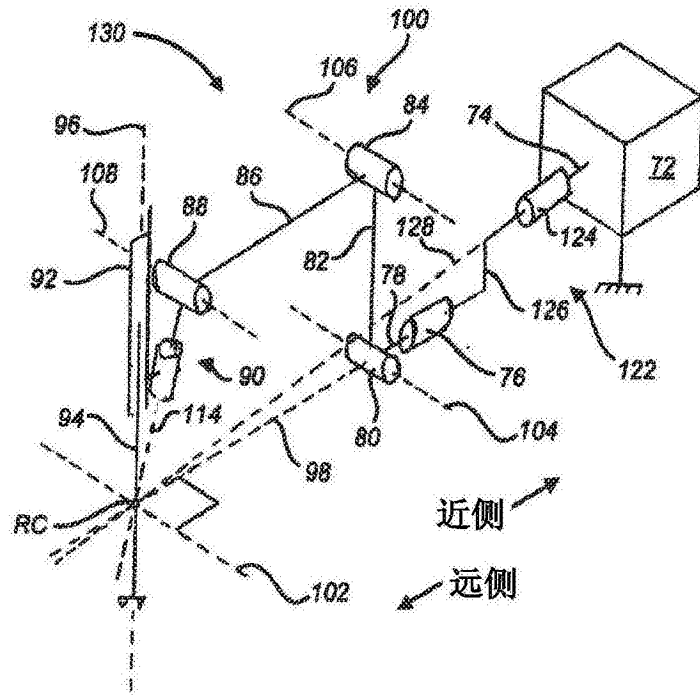


图8

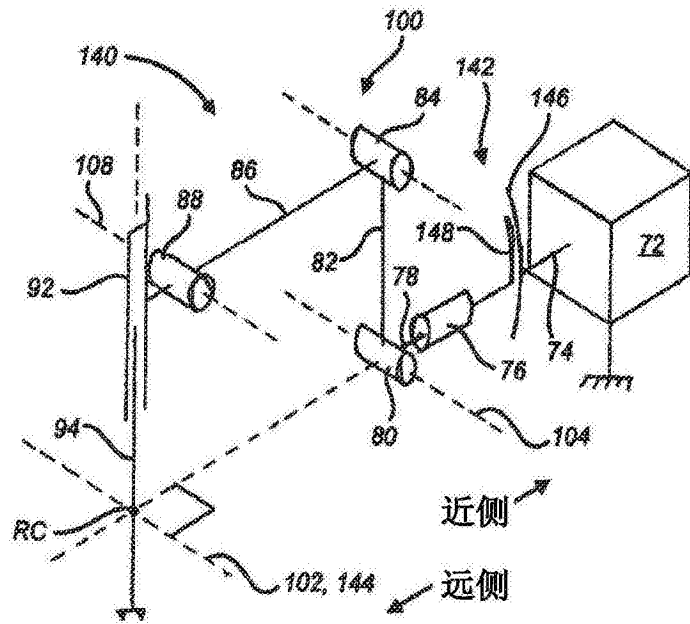


图9

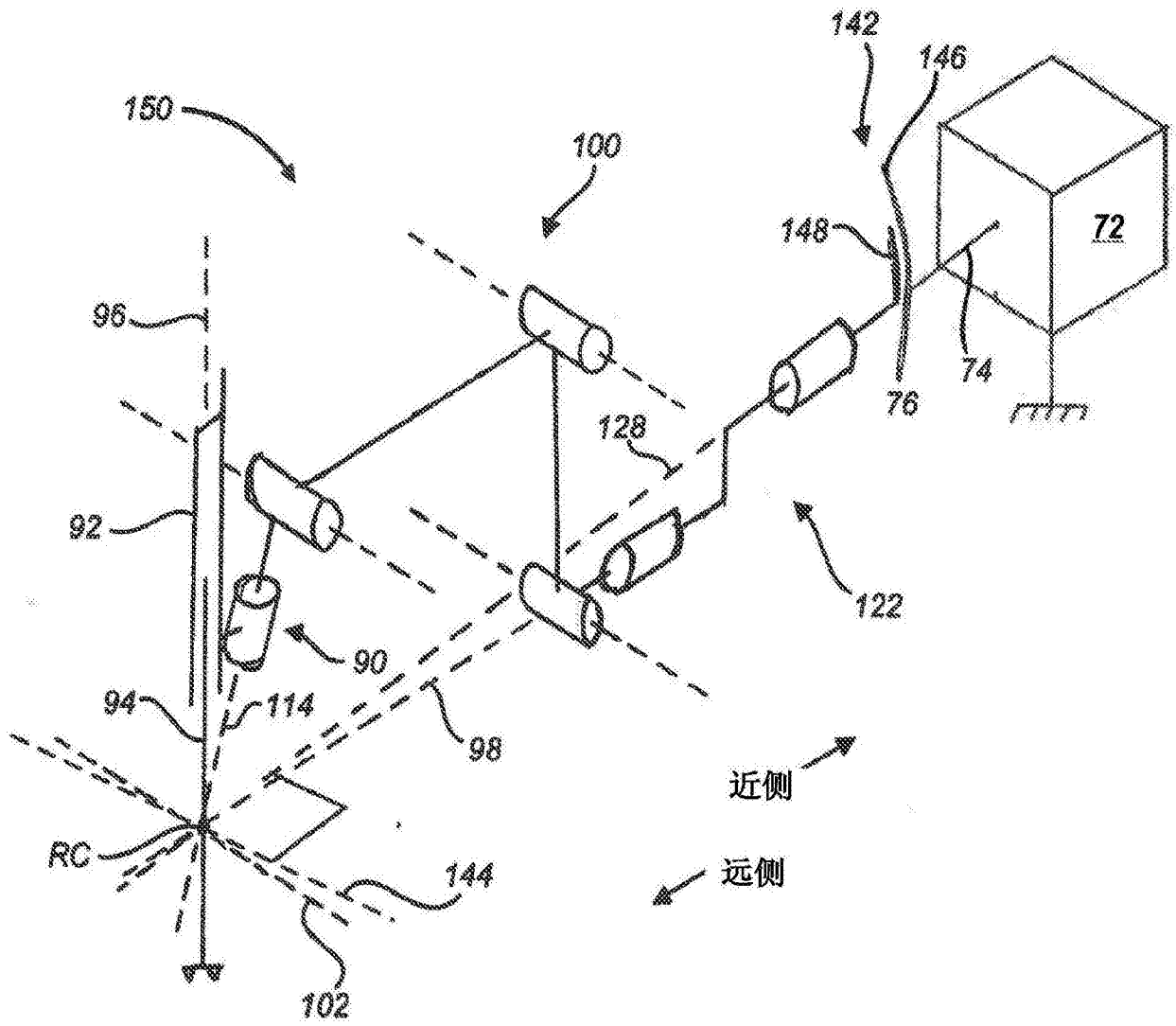


图10

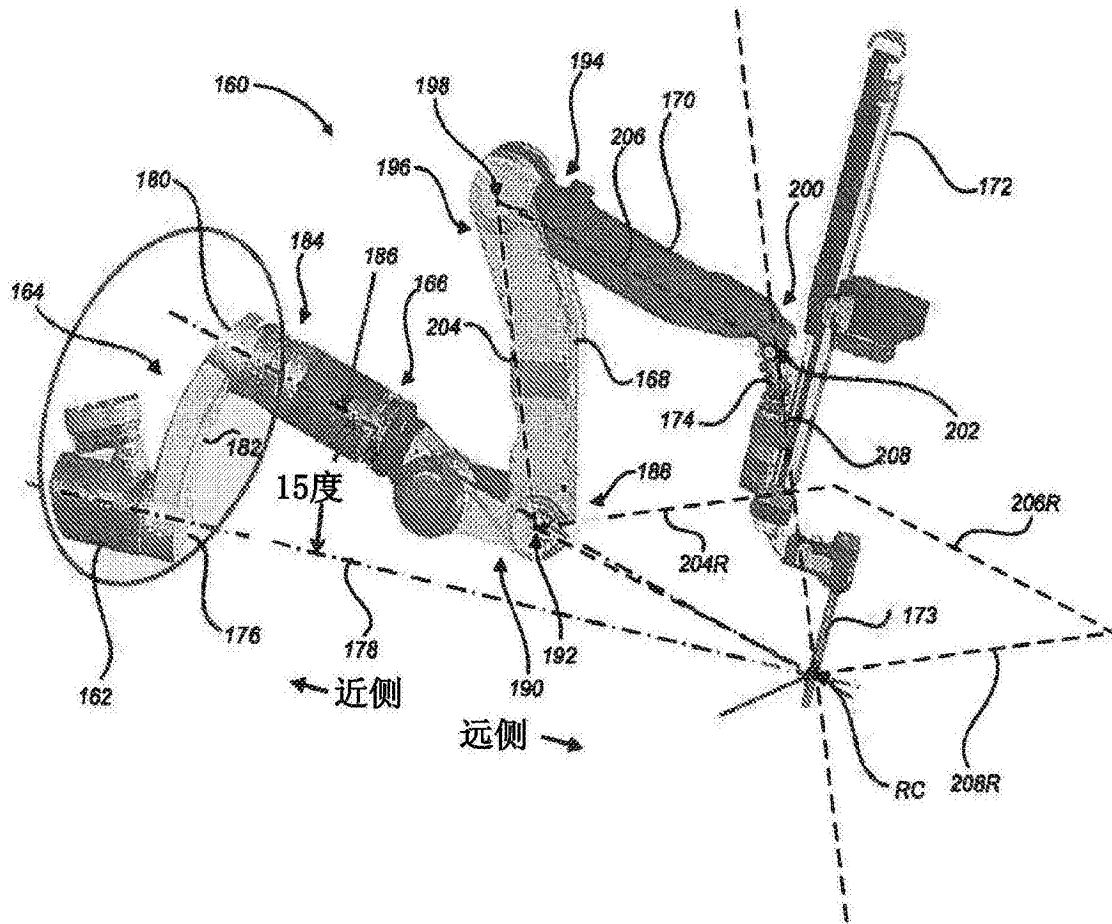


图11

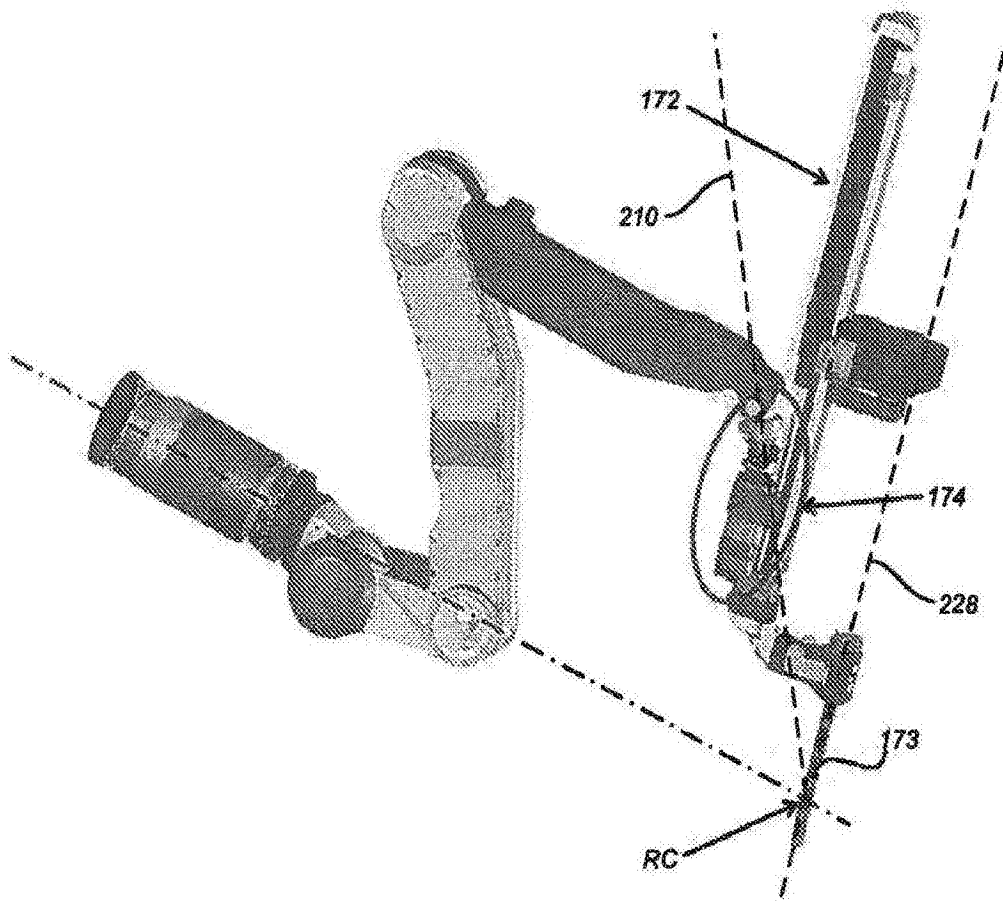


图12

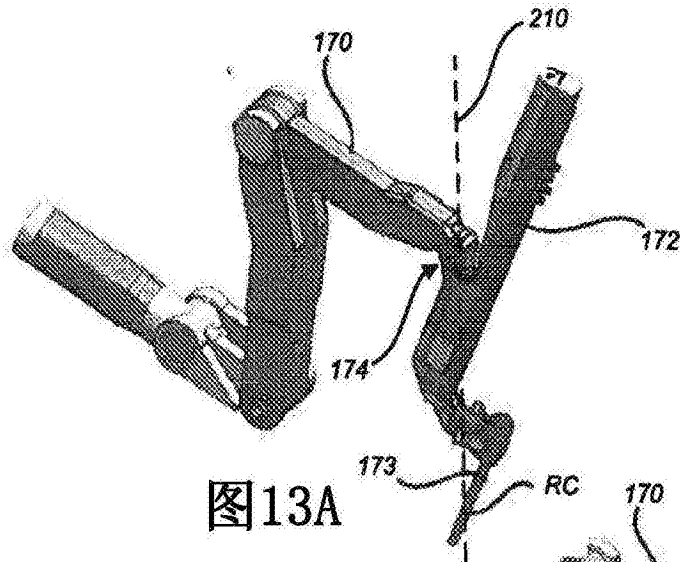


图13A

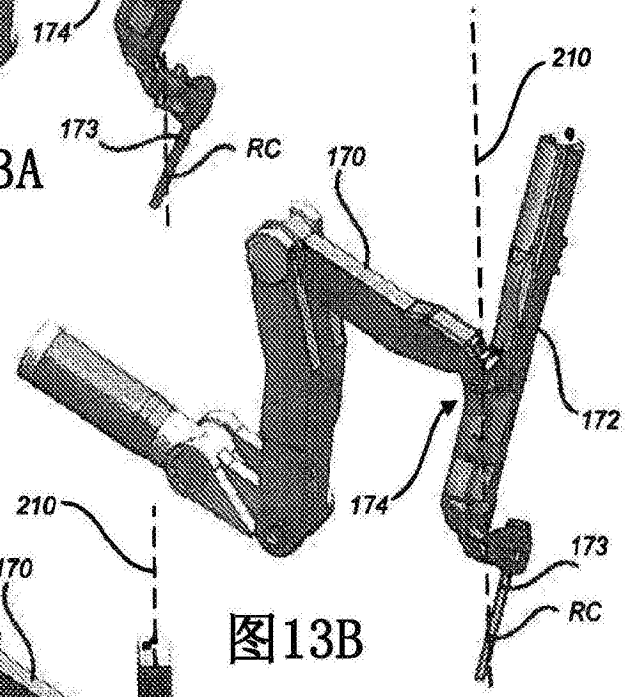


图13B

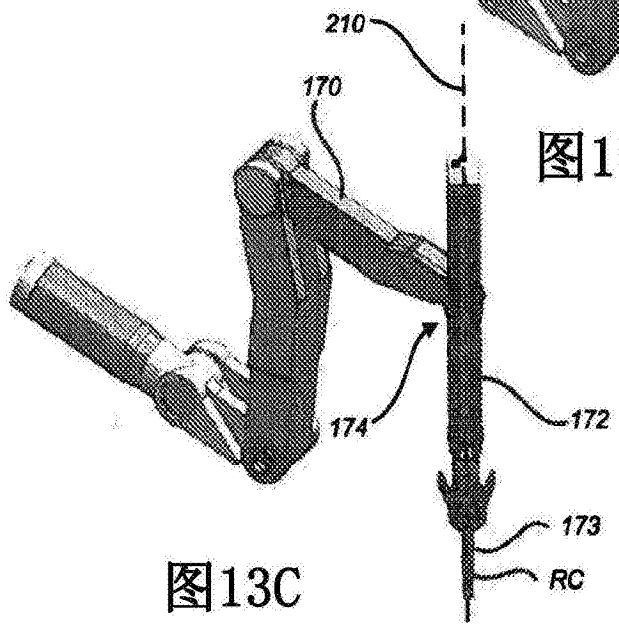


图13C

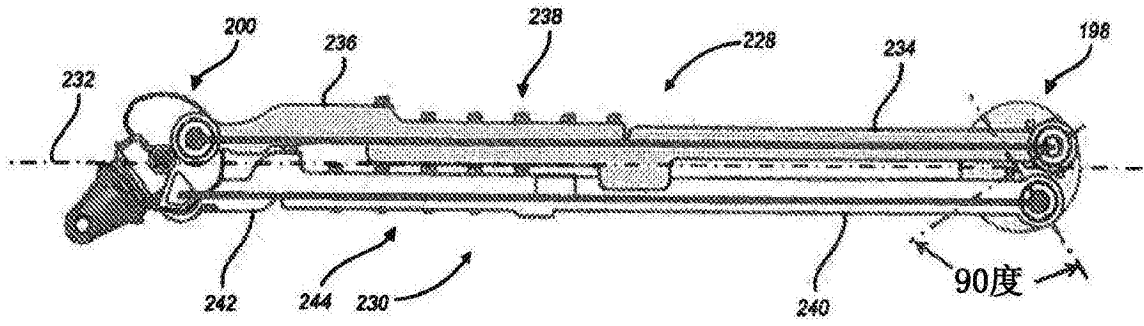


图14A

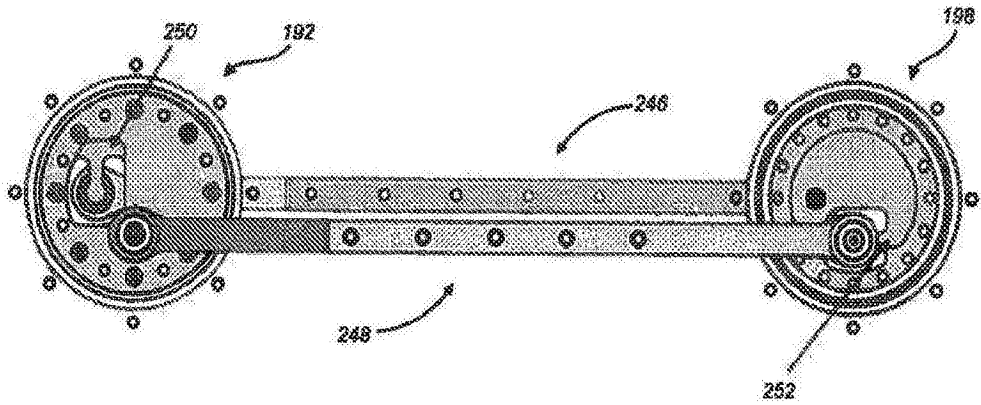


图14B



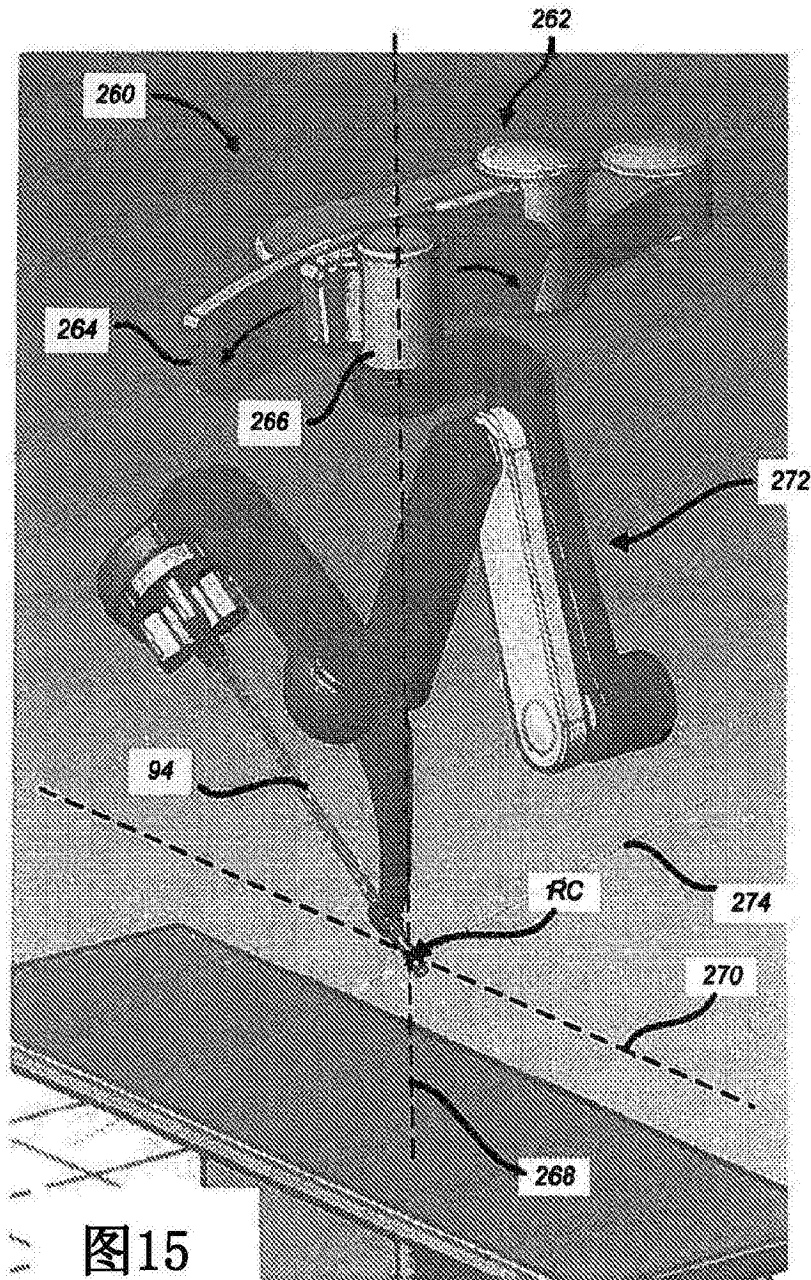


图15

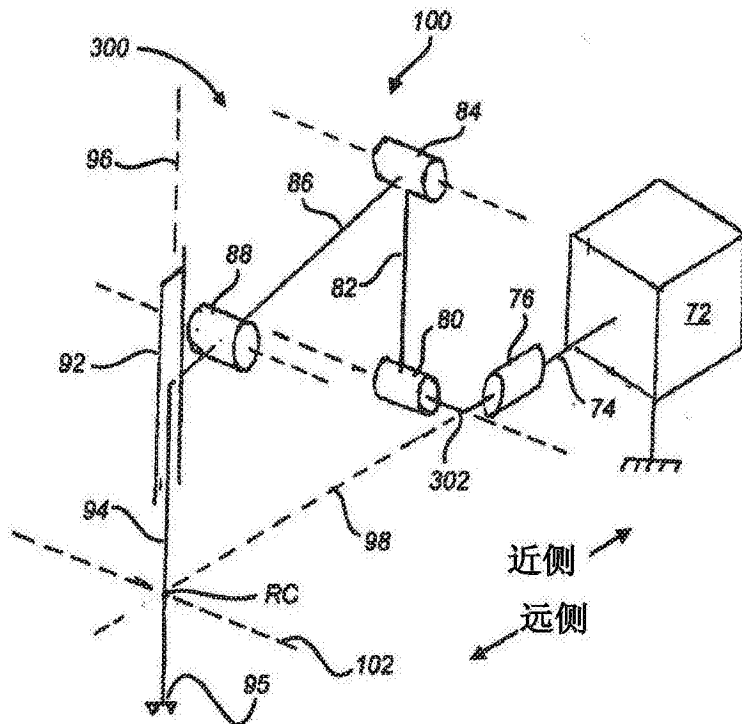
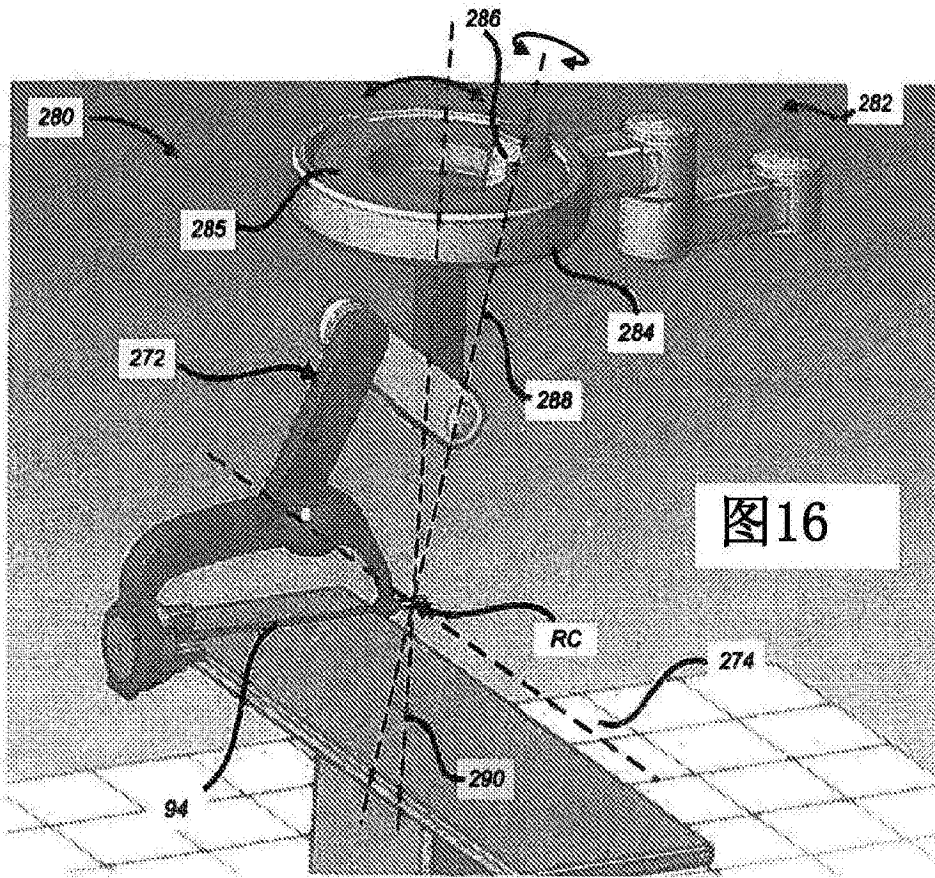


图17

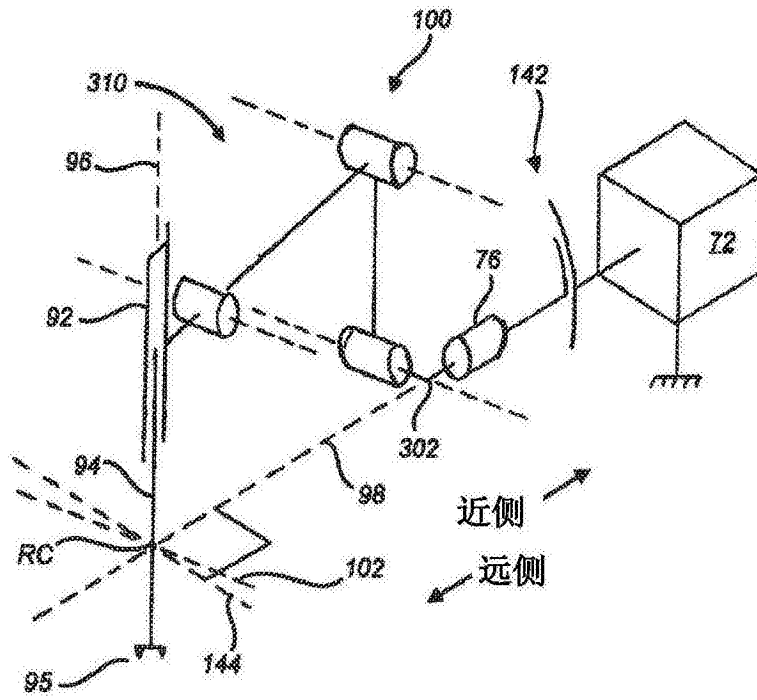


图18

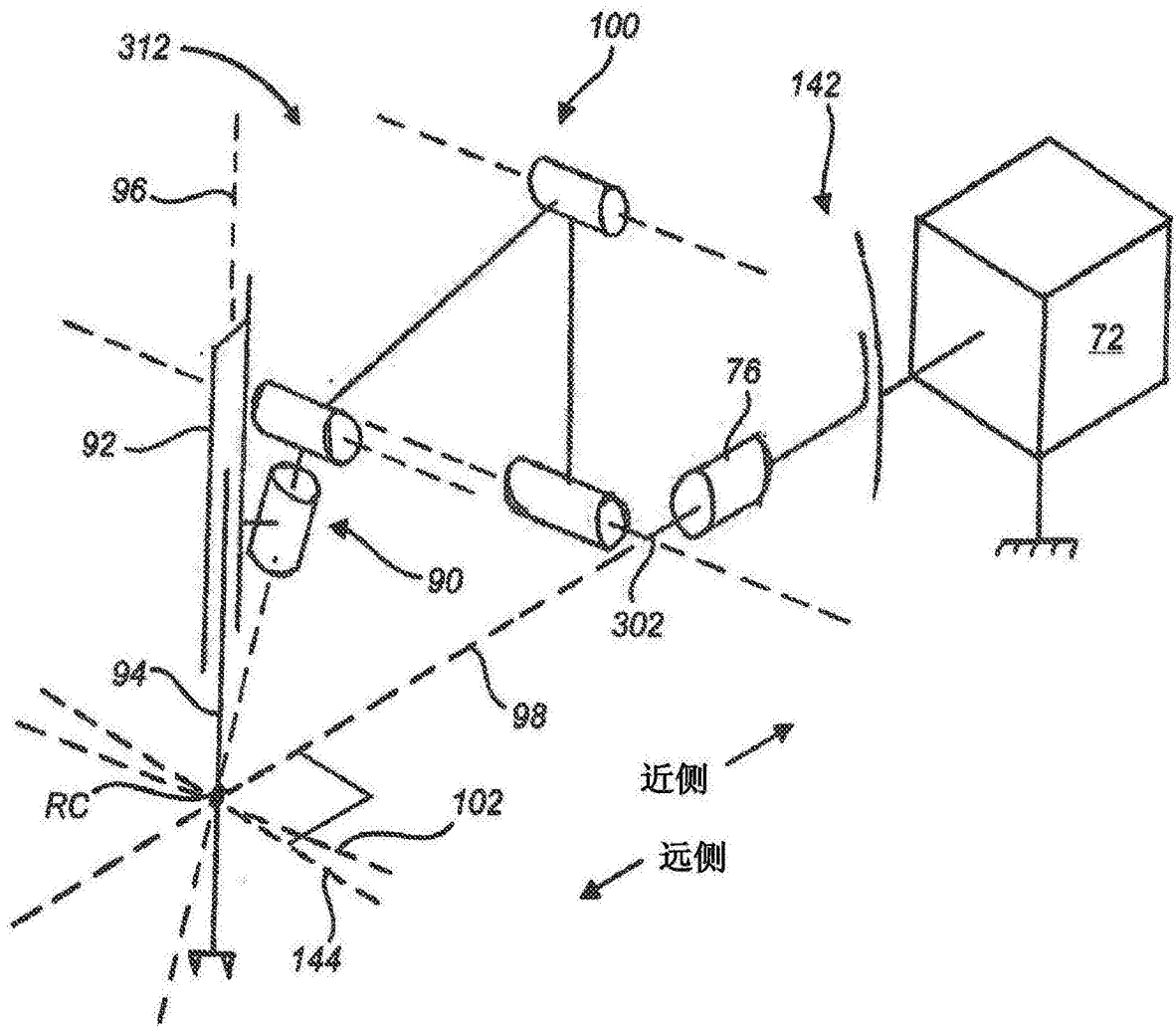


图19

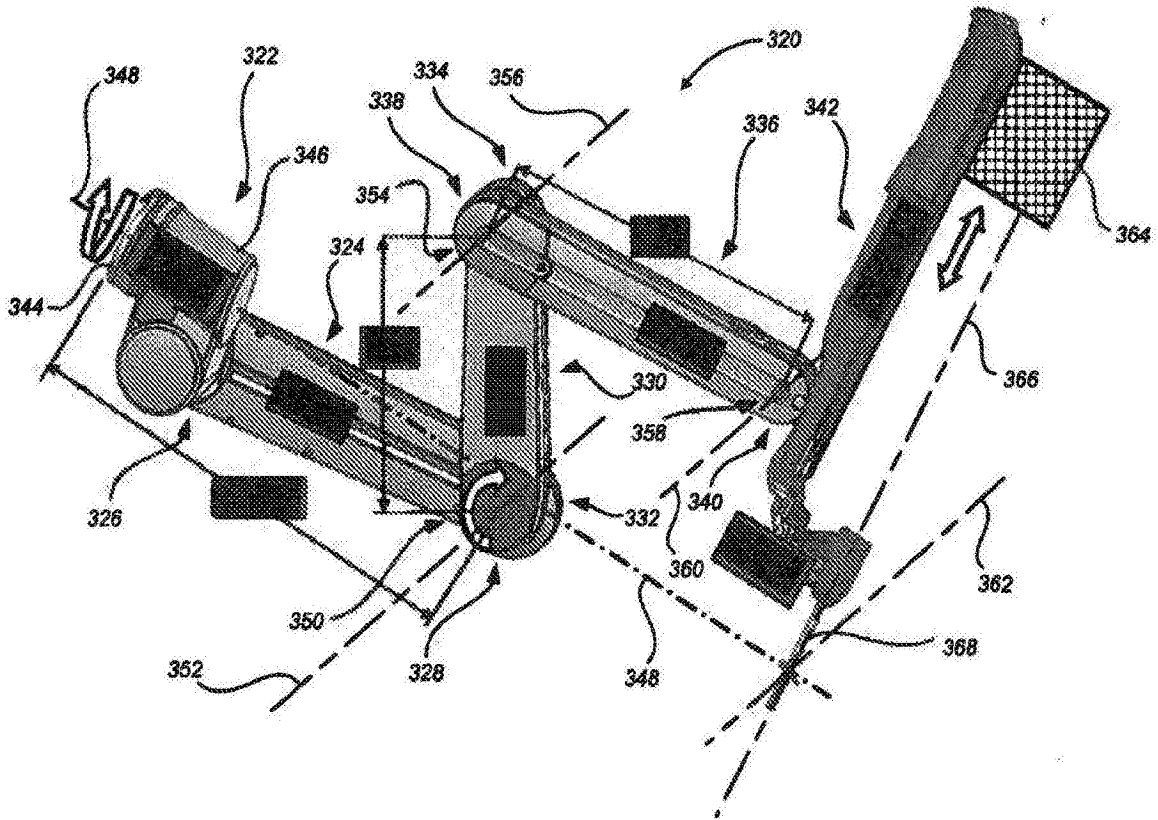


图20

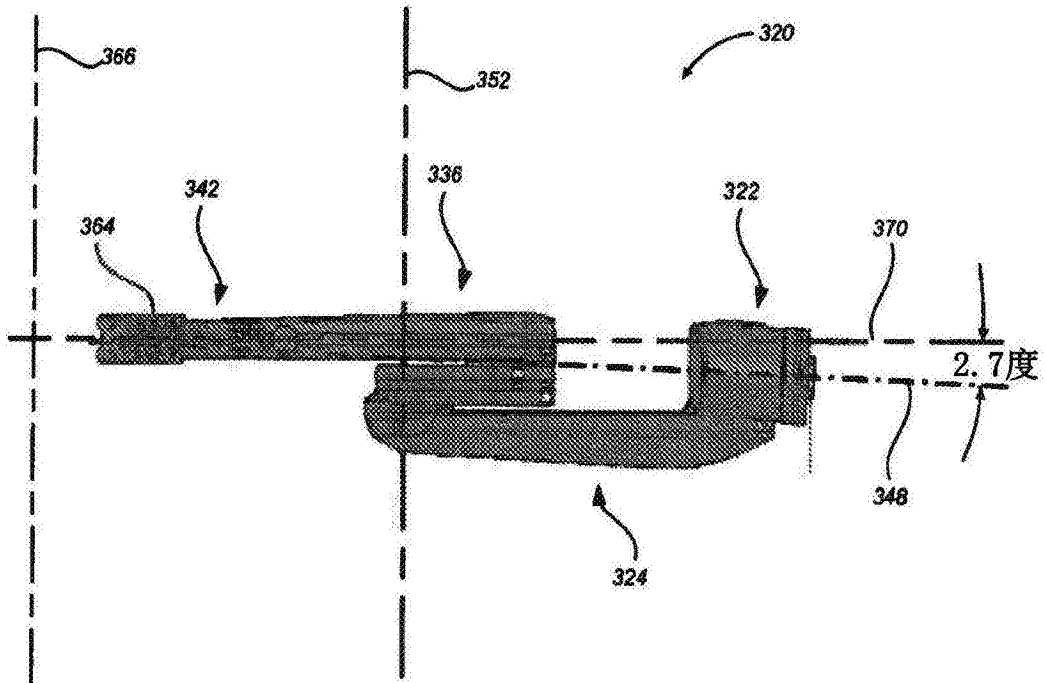


图21

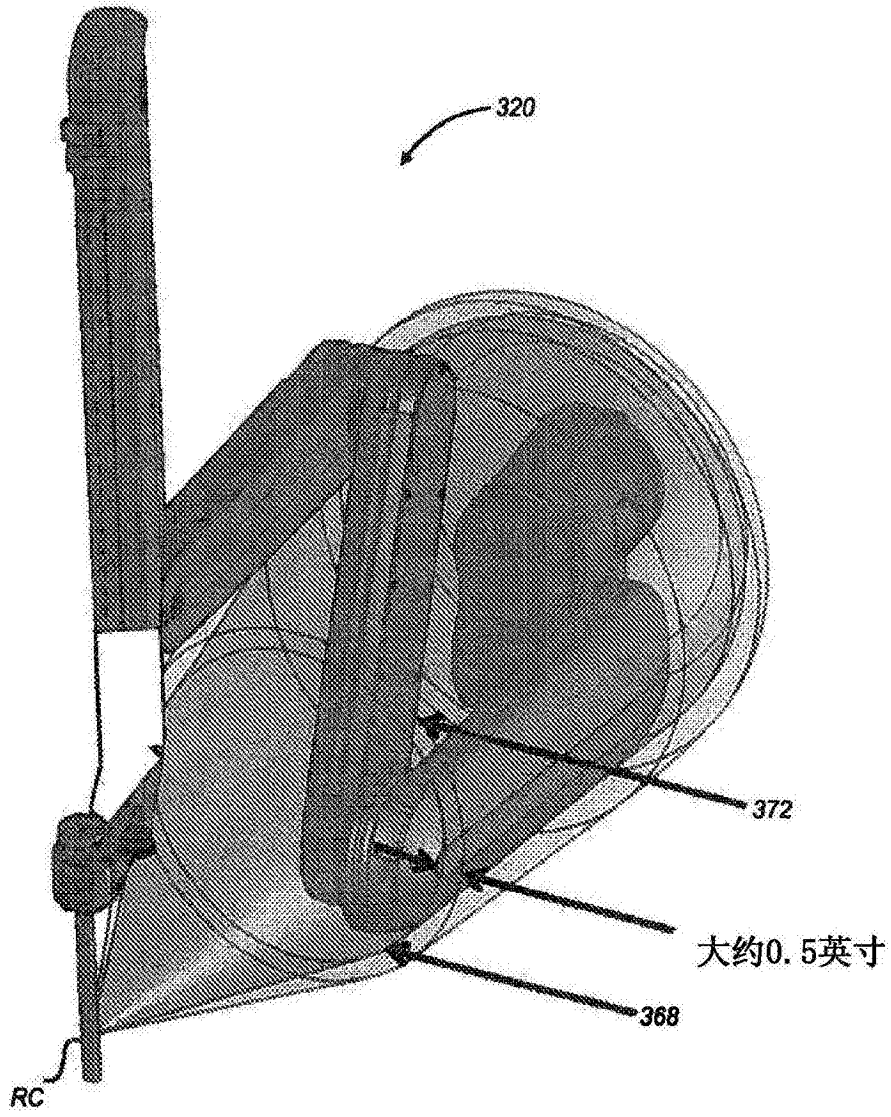


图22

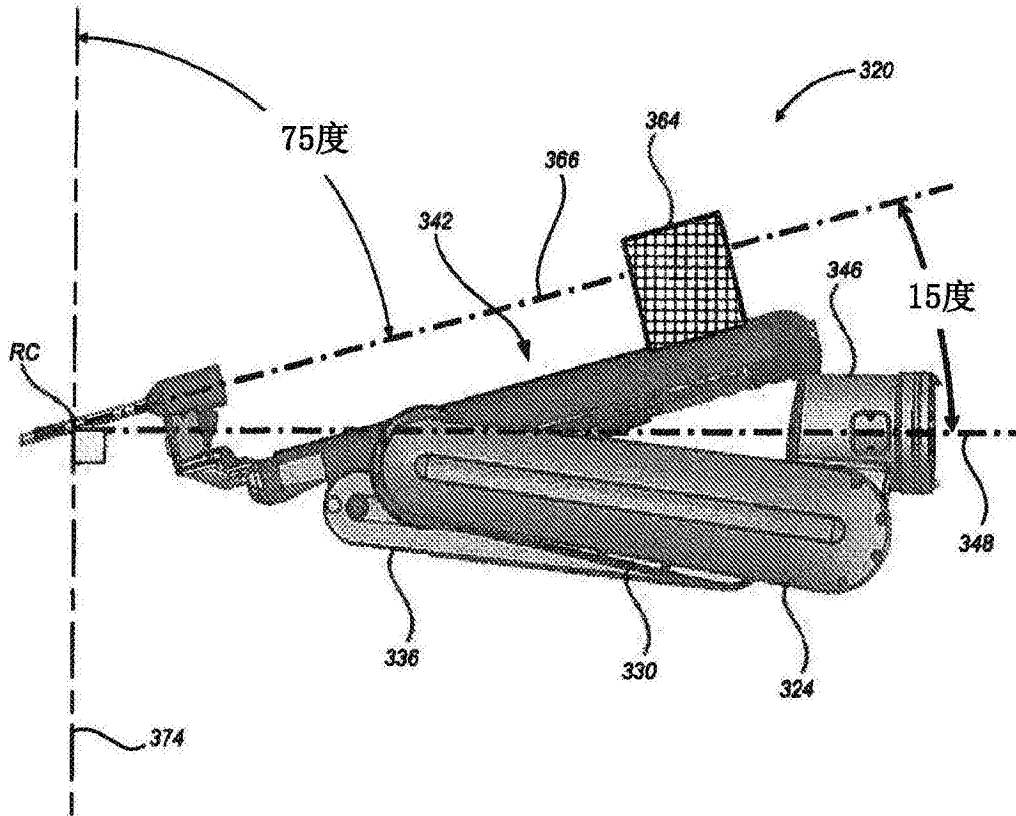


图23