(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117017492 A
(43)申请公布日 2023.11.10

(21)申请号 202311024408.8

(22)申请日 2018.09.27

(30)优先权数据
62/564,076 2017.09.27 US

(62)分案原申请数据
201880076461.3 2018.09.27

(71)申请人 虚拟切割有限公司
地址 美国内布拉斯加

(72)发明人 S·法里托尔 D·奥利尼科夫
N·伍德 J·邓普尔特
M·赖兴巴赫 L·邱布里奇

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 王永建

(51)Int.Cl.
A61B 34/20(2016.01)
A61B 34/30(2016.01)
A61B 90/00(2016.01)
A61B 34/00(2016.01)

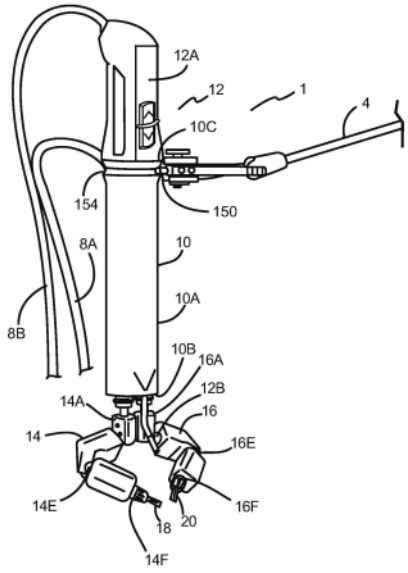
权利要求书2页 说明书17页 附图19页

(54)发明名称

具有跟踪相机技术的机器人手术设备及相关系统和方法

(57)摘要

各种发明涉及机器人手术设备、用于操作这种手术设备的控制台、可在其中使用各种设备的手术室、用于插入和使用手术设备的插入系统以及相关方法。可定位式相机被布置在其中，并且该系统被构造成执行跟踪和定位算法，以重新定位和重新定向相机端头。



CN 117017492 A

1.一种机器人手术系统,包括:

a)设备本体,所述设备本体被构造和布置成用于通过切口至少部分地定位在患者的体腔内,所述设备本体包括:

i)能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第一机器人手术臂;

ii)能够操作地联接到所述设备本体并且包括第二末端执行器的第二机器人手术臂;以及

iii)被限定在所述设备本体中的相机管腔;

b)可定位式相机,所述可定位式相机被构造和布置成用于提供所述第一末端执行器和所述第二末端执行器的视像;以及

c)手术控制台,所述手术控制台包括处理器,所述处理器被构造和布置成用于执行算法以定位所述可定位式相机,

其中,所述处理器被配置成用于针对所述第一末端执行器限定位置P_L以及针对所述第二末端执行器限定位置P_R,并且用于经由所述位置P_L和所述位置P_R建立所述第一末端执行器与所述第二末端执行器之间的中点P_LP_R,以及

其中,所述算法在被执行时对所述可定位式相机进行定位,以使得所述可定位式相机与所述中点P_LP_R对准。

2.根据权利要求1所述的机器人手术系统,其特征在于,所述算法被配置成用于建立相机参考系和机器人参考系,所述相机参考系具有原点,并且所述算法在被执行时对所述可定位式相机进行定位,以使得所述相机参考系的所述原点与所述中点P_LP_R对准。

3.根据权利要求2所述的机器人手术系统,其特征在于,所述处理器被配置成用于将所述相机参考系与所述机器人参考系对准,并且重新定位所述可定位式相机。

4.根据权利要求2所述的机器人手术系统,其特征在于,所述机器人参考系是相对于所述设备本体建立的,并且由正交单位矢量x_R、y_R和z_R限定。

5.根据权利要求2所述的机器人手术系统,其特征在于,所述相机参考系由正交单位矢量x_C、y_C和z_C限定。

6.根据权利要求1所述的机器人手术系统,其特征在于,将所述可定位式相机定位成与所述中点P_LP_R对准包括受到阻尼的运动。

7.根据权利要求6所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机的所述受到阻尼的运动包括以与所述可定位式相机的端头的速度成比例的项减小所述端头的速度。

8.根据权利要求1所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机包括端头,所述端头被构造成从所述相机管腔的远端延伸。

9.根据权利要求8所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机的所述端头被构造和布置成能够俯仰和摇摆。

10.根据权利要求1所述的机器人手术系统,其特征在于,所述处理器还被配置成用于执行用以对所述第一机器人手术臂和所述第二机器人手术臂进行定位的控制算法。

11.一种机器人手术系统,包括:

a)机器人手术设备,所述机器人手术设备包括:

i)能够操作地联接到设备本体并且包括第一末端执行器的第一机器人手术臂;

ii)能够操作地联接到所述设备本体并且包括第二末端执行器的第二机器人手术臂;

以及

iii)被限定在所述设备本体中的相机管腔;

b)可定位式相机,所述可定位式相机被构造和布置成用于提供所述第一末端执行器和所述第二末端执行器的视像;以及

c)手术控制台,所述手术控制台包括处理器,所述处理器被构造和布置成用于执行第一算法以定位所述第一机器人手术臂和所述第二机器人手术臂,以及执行第二算法以:

i)建立具有原点的相机参考系,

ii)建立机器人参考系,以及

iii)定位所述可定位式相机,

其中,所述处理器被配置成用于针对所述第一末端执行器限定位置P_L以及针对所述第二末端执行器限定位置P_R,并且用于经由所述位置P_L和所述位置P_R建立所述第一末端执行器与所述第二末端执行器之间的中点P_LP_R,以及

其中,所述第二算法对所述可定位式相机进行定位以将所述相机参考系的所述原点与所述中点P_LP_R对准。

12.根据权利要求11所述的机器人手术系统,其特征在于,所述处理器被配置成用于将所述相机参考系与所述机器人参考系对准,并且重新定位所述可定位式相机。

13.根据权利要求11所述的机器人手术系统,其特征在于,对所述可定位式相机进行定位以将所述相机参考系的所述原点与所述中点P_LP_R对准包括受到阻尼的运动。

14.根据权利要求13所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机的所述受到阻尼的运动包括以与所述可定位式相机的端头的速度成比例的项减小所述端头的速度。

15.根据权利要求11所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机包括端头,并且所述可定位式相机被构造和布置成被插入所述机器人手术设备中,使得所述端头被配置成从所述相机管腔延伸以观察所述第一末端执行器和所述第二末端执行器。

16.根据权利要求15所述的机器人手术系统,其特征在于,所述可定位式相机的所述端头包括铰接运动式端头,所述铰接运动式端头被构造和布置成能够俯仰和摇摆。

17.根据权利要求16所述的机器人手术系统,其特征在于,所述铰接运动式端头包括光源。

18.根据权利要求11所述的机器人手术系统,其特征在于,所述机器人手术系统还包括机器人夹具,所述机器人夹具被构造和布置成用于将所述机器人手术设备能够旋转地联接到支撑臂。

具有跟踪相机技术的机器人手术设备及相关系统和方法

[0001] 本申请是于2018年9月27日提交的中国发明专利申请第201880076461.3号的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请根据35U.S.C.§119(e)要求于2017年9月27日提交、名称为“Robotic Surgical Devices with Camera Tracking and Related Systems and Methods(具有相机跟踪的机器人手术设备及相关系统和方法)”的美国临时申请62/564,076的权益,其全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0004] 本文公开的实现方式涉及各种医疗设备及相关的部件,包括机器人和/或体内医疗设备及相关的部件。某些实现方式包括各种机器人医疗设备,包括布置在体腔内并使用通过体腔中的孔口或开口布置的支撑部件定位的机器人设备,并且还包括通过该支撑部件定位并且能够操作以手动或自动地跟踪机器人设备的手臂或末端执行器的相机。进一步的实现方式包括用于操作上述设备的方法和装置。

背景技术

[0005] 有创外科手术对于解决各种医学状况是必不可少的。如果可能,首选微创手术,例如腹腔镜检查。

[0006] 但是,已知的微创技术(例如,腹腔镜检查)在范围和复杂性上受到限制,部分原因是:1)由使用通过进入端口插入的刚性工具而导致的移动性限制;以及2)受限的视觉反馈。已知的机器人系统,例如da *Vinci*®手术系统(能够从位于Sunnyvale,CA的Surgical,Inc.获得),也受到进入端口的限制,并且还有其它缺点:体积非常庞大,价格极其昂贵,无法在大多数医院使用,并且感测和移动能力有限。

[0007] 在本领域中存在对改进的手术方法、系统及设备的需要。

发明内容

[0008] 本文讨论了各种机器人手术系统,包括具有被构造和布置成接收各种相机系统的相机管腔的某些系统,所述各种相机系统包括跟踪相机系统。进一步的实现方式涉及手术插入设备,其被构造和布置成用于将各种手术设备插入患者的腔中,同时保持腔的吹入。

[0009] 在各种示例中,可以将一个或多个计算机的系统配置成通过安装在系统上的软件、固件、硬件或其组合来执行特定的操作或动作,这些软件、固件、硬件或其组合在运行时导致系统执行动作。一个或多个计算机程序可以被配置成通过包括指令来执行特定的操作或动作,所述指令在由数据处理装置执行时使该装置执行动作。

[0010] 在示例1中,一种机器人手术系统,包括:设备本体,所述设备本体被构造和布置成用于通过切口至少部分地定位在患者的体腔内,所述设备本体包括:能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第一机器人手术臂;能够操作地联接到所述设备本

体并且包括第一末端执行器的第二机器人手术臂;被限定在所述设备本体中的相机管腔;可定位式相机,所述可定位式相机被构造和布置成用于提供所述第一末端执行器和所述第二末端执行器的视像;以及手术控制台,所述手术控制台包括处理器,所述处理器被构造和布置成用于执行算法以定位所述可定位式相机。

[0011] 在根据示例1所述的示例2中,所述可定位式相机包括端头,所述端头被构造和布置成能够俯仰和摇摆。

[0012] 在根据示例1所述的示例3中,所述处理器被构造和布置成用于执行用于定位所述第一机器人手术臂和所述第二机器人手术臂的控制算法。

[0013] 在根据示例3所述的示例4中,所述控制算法被构造和布置成用于建立相机参考系和机器人参考系。

[0014] 在根据示例4所述的示例5中,所述处理器被配置成用于将所述相机参考系与所述机器人参考系对准,并且重新定位所述可定位式相机。

[0015] 在根据示例4所述的示例6中,所述机器人坐标系是相对于所述设备本体建立的,并且由正交单位矢量xR、yR和zR限定。

[0016] 在根据示例4所述的示例7中,所述相机坐标系由正交单位矢量xC、yC和zC限定。

[0017] 在根据示例4所述的示例8中,所述处理器被配置成用于分别针对所述第一末端执行器和所述第二末端执行器限定位置PL和PR。

[0018] 在根据示例8所述的示例9,所述处理器被配置成用于经由PL和PR建立所述第一末端执行器和所述第二末端执行器之间的中点PLPR。

[0019] 在根据示例9所述的示例10中,所述相机参考系具有原点,并且所述处理器被配置成用于使所述中点PLPR对准并重新定位所述可定位式相机。

[0020] 在示例11中,一种机器人手术系统,包括:机器人手术设备,所述机器人手术设备包括:能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第一机器人手术臂;能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第二机器人手术臂;以及被限定在所述设备本体中的相机管腔;可定位式相机,所述可定位式相机包括铰接运动式端头并且被构造和布置成用于插入所述机器人手术设备中,使得所述端头被定向成用于观察所述第一末端执行器和所述第二末端执行器;以及手术控制台,所述手术控制台包括处理器,所述处理器被构造和布置成用于执行算法以定位所述可定位式相机,其中,所述控制算法被构造和布置成用于:建立相机参考系,建立机器人参考系,以及相对于所述相机参考系或所述机器人参考系定位所述相机端头。

[0021] 在根据示例11所述的示例12中,所述机器人坐标系是相对于所述设备本体建立的,并且由正交单位矢量xR、yR和zR限定。

[0022] 在根据示例11所述的示例13中,所述相机坐标系由正交单位矢量xC、yC和zC限定。

[0023] 在根据示例11所述的示例14中,所述处理器被配置成用于分别针对所述第一末端执行器和所述第二末端执行器限定位置PL和PR。

[0024] 在根据示例14所述的示例15中,所述处理器被配置成用于经由PL和PR建立所述第一末端执行器和所述第二末端执行器之间的中点PLPR,并且其中,所述相机参考系具有原点,并且所述处理器被配置成用于使所述中点PLPR对准并重新定位所述可定位式相机。

[0025] 在示例16中,一种机器人手术系统,包括:机器人手术设备,所述机器人手术设备

包括:能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第一机器人手术臂;能够操作地联接到所述设备本体并且包括第一末端执行器的第二机器人手术臂;可定位式相机,所述可定位式相机包括铰接运动式端头并且被构造和布置成用于插入所述机器人手术设备中,使得所述端头被定向成用于观察所述第一末端执行器和所述第二末端执行器;以及处理器,所述处理器被构造和布置成用于执行算法,以定位所述可定位式相机,其中,所述控制算法被构造和布置成用于:建立由正交单位矢量xC、yC和zC限定的相机参考系,建立机器人参考系,所述机器人参考系是相对于所述设备本体建立的,并且由正交单位矢量xR、yR和zR限定,以及相对于所述相机参考系或所述机器人参考系定位所述相机端头。

[0026] 在根据示例16所述的示例17中,所述机器人手术系统还包括机器人夹具,所述机器人夹具被构造和布置成用于将所述机器人手术设备能够旋转地联接到支撑臂。

[0027] 在根据示例16所述的示例18中,所述机器人夹具还包括释放按钮和衣夹型构件。

[0028] 在根据示例16所述的示例19中,所述机器人手术系统还包括接口盒。

[0029] 在根据示例16所述的示例20中,所述机器人手术系统还包括指示灯。

[0030] 这些示例的其它实施例包括记录在一个或多个计算机存储设备上的相应的计算机系统、装置和计算机程序,每个计算机存储设备被配置为执行所述方法的动作。

[0031] 虽然公开了多种实现方式,但是根据以下详细描述,本发明的其它实现方式对于本领域技术人员而言将变得显而易见,所述详细描述示出并描述了本发明的说明性实现方式。将会认识到,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,本发明能够在各种明显的方面进行修改。因此,附图和详细描述本质上应被认为是说明性的,而不是限制性的。

附图说明

[0032] 图1A是根据一个实施例的机器人手术系统的侧视示意图。

[0033] 图1B是根据一个实施例的机器人手术系统的前视图,其示出了具有接合的可定位式相机的机器人设备。

[0034] 图2A是根据一个实施例的具有接合的可定位式相机的机器人设备的四分之三前视图。

[0035] 图2B是图2的实现方式的机器人的四分之三透视图,而未示出相机。

[0036] 图2C是图2的实现方式的相机的四分之三透视图,而未示出机器人。

[0037] 图3A是根据一个实施例的具有接合的可定位式相机的机器人设备的四分之三特写前视图。

[0038] 图3B是根据一个实施例的具有接合的可定位式相机的机器人设备的四分之三特写前视图,其示出了臂的自由度。

[0039] 图4A是根据一个实施例的手术设备的透视图,其示出了一个臂的各种工作空间。

[0040] 图4B是图4A的手术设备的另一透视图,其示出另一个臂的工作空间。

[0041] 图5是根据一个实施例的手术设备的透视图,其示出了臂的各种工作空间。

[0042] 图6是图5的手术装置的另一透视图,其示出了一个臂的工作空间。

[0043] 图7是根据一个实施例的相机操作系统的放大图,其示出了相机手柄上的部件。

[0044] 图8A是根据一种实现方式的手术机器人设备和可定位式相机的四分之三透视图,其示出了相机的视场。

[0045] 图8B是根据一个实施例的包括可定位式相机的机器人手术设备的剖视侧视图，其示出了第一自由度。

[0046] 图8C是根据一个实施例的包括可定位式相机的机器人手术设备的剖视侧视图，其示出了第二自由度。

[0047] 图8D是根据一个实施例的包括可定位式相机的机器人手术设备的四分之三透视侧视图，其示出了坐标参考系。

[0048] 图8E是根据一个实施例的从插设到机器人手术设备中的可定位式相机的视角的视图，其示出了位于该视场内的末端执行器。

[0049] 图8F是根据一个实施例的从插设到机器人手术设备中的可定位式相机的视角的视图，其示出了末端执行器在该视场内的定位和产生原点。

[0050] 图8G是根据一个实施例的包括可定位式相机的机器人手术设备的四分之三透视侧视图，其示出了坐标参考系以及中点计算的产生。

[0051] 图8H是根据一个实施例的从插设到机器人手术设备中的可定位式相机的视角的视图，其示出了位于该视场内的末端执行器以及中点。

[0052] 图8I是根据一个实施例的从插设到机器人手术设备中的可定位式相机的视角的视图，其示出了相机的重新定位。

[0053] 图9是根据一个实施例的机器人手术系统的前视图，其示出了具有接合的可定位式相机的机器人设备。

[0054] 图10A是根据一种实现方式的手术控制台的透视图。

[0055] 图10B是根据另一种实现方式的手术控制台的透视图。

[0056] 图11A是根据一种实现方式的机器人、盒和控制台的示意图，其示出了各部件之间的示意性连接图。

[0057] 图11B是根据一种实现方式的位于支撑推车上的接口盒的透视弹出图。

[0058] 图12是根据某些实施例的几种手术工具的俯视图。

[0059] 图13是示出根据一种实现方式的将手术工具安装到臂中的俯视透视图。

[0060] 图14是示出根据一种实现方式的手术机器人设备的俯视透视图，其示出了套筒。

[0061] 图15是根据一种实现方式的通过附接到支撑臂的夹具固定的机器人手术系统的前视图。

[0062] 图16是根据一种实现方式的机器人夹具的特写透视图。

具体实施方式

[0063] 本文公开的各种系统和设备涉及用于医疗程序和系统的设备。具体而言，各种实现方式涉及各种医疗设备，包括具有跟踪相机系统的机器人设备以及相关的方法和系统，在一些实现方式中，包括控制控制台和其它设备以提供完整的系统。

[0064] 应理解到，本文公开的机器人设备以及相关方法和系统的各种实现方式可以被结合到任何其它已知的医疗设备、系统和方法中或与其一起使用。例如，本文公开的各种实现可以被结合到在以下专利文献中公开的任何医疗设备和系统或与其一起使用：美国专利7,492,116(于2007年10月31日提交，名称为“Robot for SurgicalApplications(用于手术应用的机器人)”)，7,772,796(于2007年4月3日提交，名称为“Robot for Surgical

Applications(用于手术应用的机器人)”),8,179,073(于2011年5月15日获得授权,名称为“Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods(具有药剂输送部件的机器人设备及相关方法)”),8,343,171(于2013年1月1日获得授权,名称为“Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices(机器人设备中的致动方法和系统)”),8,679,096(于2014年3月25日获得授权,名称为“Multifunctional Operational Component for Robotic Devices(机器人设备的多功能操作部件)”),8,834,488(于2014年9月16日获得授权,名称为“Magnetically Coupleable Surgical Robotic Devices and Related Methods(磁耦合手术机器人设备及相关方法)”),8,894,633(于2014年11月25日获得授权,名称为“Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods(模块化和协作医疗设备及相关系统和方法)”),8,968,267(于2015年3月3日获得授权,名称为“Methods and Systems for Handling or Delivering Materials for Natural Orifice Surgery(用于自然孔口外科手术的材料的处理方法和系统)”,8,968,332(于2015年3月3日获得授权,名称为“Magnetically Coupleable Robotic Devices and RelatedMethods(磁耦合机器人设备及相关方法)”),8,974,440(于2015年3月10日获得授权,名称为“Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods(模块化和协作医疗设备及相关系统和方法)”),9,010,214(2015年4月21日,名称为“Local Control Robotic Surgical Devices and Related Methods(局部控制机器人手术设备及相关方法)”),9,060,781(于2015年6月23日获得授权,名称为“Methods,Systems,and Devices Relating to Surgical End Effectors(与手术末端执行器有关的方法、系统和设备)”),9,089,353(于2015年7月28日获得授权,名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”),9,498,292(于2016年11月22日获得授权,名称为“Single Site Robotic Devices and Related Systems and Methods(单站点机器人设备及相关系统和方法)”),9,579,088(于2017年2月28日获得授权,名称为“Methods,Systems,and Devices for Surgical Visualization and Device Manipulation(用于手术可视化和设备操纵的方法、系统和设备)”),9,743,987(2017年8月29日,名称为“Methods,Systems,and Devices Relating to Robotic Surgical Devices,End Effectors,and Controllers(与机器人手术设备、末端执行器和控制器有关的方法、系统和设备)”),9,770,305(于2017年9月26日获得授权,名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”)以及9,888,966(于2018年2月13日提交,名称为“Methods,Systems,and Devices Relating to Force Control Surgical Systems(与力控制外科系统有关的方法、系统和设备)”),所有这些专利文献的全部内容通过引用并入本文。

[0065] 此外,本文公开的各种实现方式可以结合到以下共同待审的美国公开申请中公开的任何医疗设备和系统或与其一起使用:2014/0046340(于2013年3月15日提交,名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”),2014/0058205(于2013年1月10日提交,名称为“Methods,Systems,and Devices for Surgical Access and Insertion(外科手术和插入的方法、系统和设备)”),2014/0303434(于2014年3月14日提交,名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”),2015/0051446(于2014年7月17日

提交，名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”)，2016/0074120(于2015年9月14日提交，名称为“Quick-Release End Effectors and Related Systems and Methods(快速释放末端执行器及相关系统和方法)”)，2016/0135898(于2015年11月11日提交，名称为“Robotic Device with Compact Joint Design and Related Systems and Methods(具有紧凑型关节设计的机器人设备及相关系统和方法)”)，2016/0157709(于2016年2月8日提交，名称为“Medical Inflation, Attachment,and Delivery Devices and Related Methods(医疗充气、附接和输送装置及相关方法)”)，2017/0035526(于2016年8月3日提交，名称为“Robotic Surgical Devices, Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”)，2017/0354470(于2017年5月18日提交，名称为“Robotic Surgical Devices,Systems,and Related Methods(机器人手术设备、系统和相关方法)”)，2018/0055584(于2017年8月30日提交，名称为“Robotic Device with Compact Joint Design and an Additional Degree of Freedom and Related Systems and Methods(具有紧凑的关节设计和附加自由度的机器人设备及相关系统和方法)”)，2018/0056527(于2017年8月25日提交，名称为“Quick-Release End Effector Tool Interface(快速释放末端执行器工具界面)”)，2018/0140377(于2017年11月22日提交，名称为“Gross Positioning Device and Related Systems and Methods(粗定位装置及相关系统和方法)”)，2018/0147019(于2017年11月29日提交，名称为“User Controller with User Presence Detection and Related Systems and Methods(具有用户在场检测的用户控制器及相关系统和方法)”)和2018/0161122(于2017年12月14日提交，名称为“Releasable Attachment Device for Coupling to Medical Devices and Related Systems and Methods(用于联接至医疗设备的可释放附接设备以及相关系统和方法)”)，所有这些专利文献的全部内容通过引用并入本文。另外，本文公开的各种实现方式可以结合到共同待审的美国申请62/614,127(于2018年1月5日提交)中公开的任何医疗设备和系统中或者与其一起使用，该专利文献的全部内容通过引用并入本文。

[0066] 上面列出的专利和/或申请中公开的某些设备和系统实现方式可以与与本文公开的那些类似的支撑部件组合地定位在患者的体腔内。如在本文中使用的，“体内设备”是指在被定位于患者的体腔内时能够被使用者至少部分地定位、操作或控制的任何设备，包括联接到支撑部件的任何设备，例如作为通过体腔的开口或孔口设置的杆或其它此类部件，还包括基本上紧靠或邻近患者体腔壁设置的任何设备，还包括内部致动的任何此类设备(没有外部动力源)，并且还包括在手术过程中可以以腹腔镜或内窥镜的方式使用的任何设备。如在本文中使用的，术语“机器人”和“机器人设备”应指代能够自动地或响应于命令执行任务的任何设备。

[0067] 某些实现方式提供了将本发明插入腔体中，同时保持腔体充分吹入的功能。进一步的实现方式使插入过程中外科医生或外科使用者与本发明的物理接触最小化。其它实现方式增强了患者和本发明的插入过程的安全性。例如，一些实现方式提供了本发明在本发明被插入患者的腔中时的可视化，以确保在系统/设备与患者之间不发生有害的接触。另外，某些实现方式允许切口尺寸/长度的最小化。进一步的实现方式降低了访问/插入过程和/或该过程所需的步骤的复杂性。其它实现方式涉及具有最小轮廓、最小尺寸或通常在功能和外观上最小的设备，以增强操作和使用的便利性。

[0068] 如在手动腹腔镜手术中的，已知的吹入系统可用于将无菌的二氧化碳(或其它气体)泵入患者的腹腔中。这样可以从器官抬起腹壁，并给机器人创造空间。在某些实现方式中，系统与吹入系统没有直接接口。可选择地，该系统可以具有与吹入系统的直接接口。

[0069] 在某些实现方式中，插入端口是经腹部放置以密封和保护腹部切口的已知的可商购柔性膜。这种现成的部件与手动腹腔镜手术(HALS)的使用方式相同。唯一的区别是，机器人的工作臂是通过插入端口插入腹腔，而不是外科医生的手。机械人本体抵靠插入端口密封，从而维持吹入压力。该端口是一次性的并且是用完即弃的。可选择地，可以使用任何已知的端口。

[0070] 本文公开的某些实现方式涉及能够以各种构型组装的“组合”或“模块化”医疗设备。为了本申请的目的，“组合设备”和“模块化设备”均表示具有模块化或可互换部件的任何医疗设备以及相关系统，这些医疗设备能够以各种不同的构型进行布置。本文公开的模块化部件和组合装置还包括分段的三角形或四边形组合装置。这些设备由连接以创建三角形或四边形构型的模块化部件(在本文中也被称为“部段”)组成，可以在使用过程中提供杠杆作用和/或稳定性，同时还可以在设备内提供大量有效负载空间，所述负载空间可用于更大的部件或更多的操作部件。如同上面公开和讨论的各种组合设备一样，根据一种实现方式，这些三角形或四边形设备能够以与上面讨论和公开的那些设备相同的方式定位在患者的体腔内。

[0071] 本文所描述的各种系统实现方式用于执行机器人手术。此外，本文公开的各种实现方式能够以微创方式用于通常由已知技术“打开”执行的各种手术，其具有改善临床结果和医疗保健成本的潜力，包括例如普通外科手术在腹腔中的应用，例如结肠切除术和其它已知手术。此外，本文公开的各种实现方式可以代替从患者外部伸入体内的已知大型机状腹腔镜手术机器人来使用。也就是说，根据本文公开的实现方式的侵入性较小的机器人系统、方法和设备的特征在于，小型、独立的手术设备通过患者腹部的单个切口整体插入。被设计成利用外科医生熟悉的现有工具和技术，本文公开的设备将不需要专用的手术室或专门的基础设施，并且由于其尺寸小得多，因此预期其成本将比用于腹腔镜手术的现有机器人可选方案便宜得多。由于这些技术进步，本文的各种实现方式可以实现对以当今开放式手术执行的手术的最小侵入方法。在某些实现方式中，本文描述的各种系统基于和/或利用在手动腹腔镜手术中使用的技术，包括腹腔吹气和使用端口将工具插入腹腔。

[0072] 如下面将更详细描述的，本文公开或考虑的各种系统实现方式的部件包括控制台和具有跟踪相机系统的机器人。机器人实现方式被构造和布置成被插入处于吹气的腹腔中。跟踪相机系统可以是捕获手术目标的视像的集成相机系统，并且可以被手动或自动控制以跟踪和捕获机器人设备的臂和/或末端执行器的实施视像。随后，外科医生可以在显示器上使用该视像来帮助控制机器人的运动。在某些实现方式中，相机被设计成使得其可以被拆卸，以便将其清洁并用于其它应用。

[0073] 在将于本文中进一步详细讨论的其它实现方式中，系统可包括被定位在机器人设备上或附接到机器人设备的一次性或永久套筒、电外科烧灼发电器、插入端口、支撑臂/结构、相机、远程手术显示器、末端执行器(工具)、接口盒、光源和各种其它系统部件。

[0074] 在附图中进一步详细地公开了各种实现方式，所述附图可以包括一些书面描述。

[0075] 根据一种实现方式，机器人辅助手术设备(RASD)系统1具有多个部件。在一个这种

实现方式中，如图1A和图1B所示，提供了手术机器人设备10，其具有布置在其中的机器人关节式相机12以及外部的医生控制台100。在图1A的实现方式中，根据一个实现方式的机器人设备10和相机12被示出为利用机器人支撑臂4安装到手术台2。在某些实现方式中，系统1可以由外科医生和一个外科助手操作。

[0076] 图1B和图2A描绘了具有本体10A(或躯干)的机器人设备10的示例性实现方式，该本体10A具有远端10B和近端10C，相机12被布置在该本体10A中，如先前所描述的。简而言之，机器人设备10具有可操作地联接到其的两个机器人臂14、16以及布置在这两个臂14、16之间并且可定位在该机器人设备中的相机部件或“相机”12。也就是说，设备10具有第一(或“右”)臂14和第二(或“左”)臂16，这两个臂均可操作地联接到设备10，如下面进一步详细讨论的。如图所示的设备10具有壳体(也被称为“盖体”或“外壳”)11。设备10也被称为“设备本体”10A，并且具有两个可旋转的圆柱形部件(也被称为“肩部”或“转台”)：第一(或“右”)肩部14A和第二(或“左”)肩部16A。每个臂14、16还具有上臂(在本文中也被称为“内臂”、“内臂组件”、“内链节”、“内链节组件”、“上臂组件”、“第一链节”或“第一链节组件”)14B和16B以及前臂(在本文中也被称为“外臂”、“外臂组件”、“外链节”、“外链节组件”、“前臂组件”“第二链节”或“第二链节组件”)14C和16C。右上臂14B在右肩关节14D处可操作地联接到本体10A的右肩14A，并且左上臂16B在左肩关节16D处可操作地联接到本体10的左肩16A。此外，对于每个臂14和16，前臂14C和16C在肘关节14E和16E处可旋转地联接到上臂14B和16B。

[0077] 在各种实现方式中，设备10和臂14、16的链节中的每个容纳各种致动器或马达。在一个实施例中，本文讨论和描绘的任何马达可以是有刷或无刷马达。此外，马达可以是例如直径为6mm、8mm或10mm的马达。可选择地，可以使用能够集成到医疗设备中的任何已知尺寸。在另一可选方案中，致动器可以是在医疗设备中使用以用于致动部件的运动或动作的任何已知致动器。能够用于在本文中描述的马达的马达示例包括EC 10BLDC+GP10A行星减速机、EC 8BLDC+GP8A行星减速机或EC 6BLDC+GP6A行星减速机，所有这些马达可从位于Fall River,MA的Maxon Motors商购。有许多种方式来致动这些运动，例如使用直流马达、交流马达、永磁直流马达、无刷马达、气动装置、通往远程马达的线缆、液压装置等。

[0078] 在这些实现方式中，机器人设备10和相机12都使用电缆连接到医生控制台：机器人电缆8A和相机电缆8B。可选择地，可以使用任何连接构型。在某些实现方式中，系统还可以在使用过程中与其它设备进行交互，例如电外科发电器、插入端口和辅助监视器。

[0079] 如图1B所示，相机12包括相机闩锁32、插入34和缩回36控制器或按钮。机器人设备10由支撑臂4支撑，该支撑臂4被夹持到手术台(在图1A以2示出)。在这些实现方式中，机器人夹具150被用于将支撑臂4连接到机器人手柄或本体10A上的接收环11。

[0080] 根据图1B和图2A的实现方式，臂14和16各自具有主动自由度以及用于致动末端执行器或工具18和20的额外主动关节14F和16F。应理解到，可以包括更多或更少的自由度。在该实现方式中，设备具有连接线8(也被称为“尾纤”)(部分示出)，该连接线8包括电力、电灼和信息/通信信号。在某些实现方式中，设备具有分布式控制电子器件和软件以帮助控制设备10。可以包括一些按钮以支持将设备插入腹腔和从腹腔中抽出。在该实现方式中，集成相机12还被示出为插入设备本体10A中。当被插入本体10A中时，相机12具有从本体近端10C向近侧延伸的手柄或本体12A以及从本体远端10B延伸的柔性相机成像器12B。

[0081] 图2B和图2C描绘了根据一种实现方式的机器人设备10，其中相机组件12被移除。

在这些实现方式中，如图2和图3至图4所示，相机成像器12B被设计成定位在两个臂14和16之间，并且捕获在这两个臂14和16之间的视像。在这些实现方式中，相机12延伸穿过机器人本体10A，使得相机成像器12B在本体与机器人臂之间的关节(“肩”关节14A和16A)附近伸出。相机12具有柔性、可操纵的端头12C，以允许使用者调节观察方向。臂14和16的远端上的末端执行器18和20可以包括各种工具18和20(剪刀、抓握器、针驱动器等)。在某些实现方式中，工具18和20被设计成能够通过工具旋钮的小扭转来拆卸，其中所述工具旋钮将末端执行器联接到臂14和16。

[0082] 如图2B和图2C所示，相机组件12具有手柄12A和长轴12D，相机成像器12B位于远侧端头12C处。在各种实现方式中，可以在柔性部段12E(轴上的黑色部段)处相对于轴12D在两个独立的方向上操纵或以其它方式移动柔性端头12C，并因此在两个独立的方向上操纵或以其它方式移动相机成像器12B，以便改变观察方向。在某些实现方式中，相机12具有如图所示的一些控制按钮12F。在一些实现方式中，如图2C所示，相机组件12可以独立于机器人设备10使用。

[0083] 可选择地，组件可以通过如图所示的被限定为穿过机器人设备10的本体10A的管腔10D来插设到机器人设备10中。在某些实现方式中，管腔10D包括密封件/端口10E以确保患者的内腔保持吹入(如关于图1B所示)。根据一种实现方式，机器人设备10可以具有传感器，以确定相机是否位于设备10的相机管腔10D中。

[0084] 在使用中，机器人设备10的远端部分被插入患者体内。此后，外科医生能够通过位于无菌区外的医生控制台来控制机器人和相机。医生控制台具有允许外科医生控制机器人的运动的使用者输入设备(即操纵杆)，如下面详细描述的。如图11A和图11B所示，在某些实现方式中还存在踏板输入和触摸屏，以控制设备10功能。控制台可以具有主显示器，该主显示器通过机器人相机提供手术环境的图像。

[0085] 应理解到，在所描述的实现方式中，机器人设备10具有附接到中央本体或手柄10A的一对小型化类人手臂14和16，如图1B、图2A、图2B、图3A和图3B所示。可选择地，任何体内机器人都可以与本文公开或预期的系统实现方式一起使用。

[0086] 在图1B至图3B的实现方式中的机器人手柄10A具有管腔10D(在图2B中示出)和对接特征，其允许将相机12插入本体10A和从本体10A移除，同时保持腹部吹气。当被插入时(如图1B和图2A所示)，相机12具有铰接运动式端头12B，该铰接运动式端头12B可包括光源并允许外科医生观察手术工具14、16、18、20和手术环境。

[0087] 在这些实现方式中，相机12可以被锁定就位，并且可以使用相机手柄12A或其它位置上的闩锁按钮32来拆卸。在这些实现方式中，手术机器人设备由被夹持到手术台2的支撑臂4支撑。如关于图15和图16所描述的，机器人夹具被用于将支撑臂连接到机器人手柄上的接收环。可选择地，机器人设备10可以经由任何已知的支撑部件来支撑。

[0088] 如图3A和图3B所示，在使用中，在相机12被插入机器人本体10A中之后，相机12的远侧端头穿过机器人中的管腔并且延伸到手术环境中。随后，相机12的远侧端头12B可以被致动，以提供手术工具和手术目标的视像。应理解到，相机12可以与任何类似的机器人设备一起使用，其中该机器人设备具有被限定成经由其穿过的相机管腔。

[0089] 在该实现方式中，每个机器人臂14、16具有六个自由度，包括工具的打开/关闭功能，如图3B所示。机器人的肩部大约是类似于人肩膀的球形关节。肩部可以摇摆(yaw)(J1)、

俯仰(pitch)(J2)和绕着上臂部分滚转(roll)(J3)。这些前三个旋转轴线在肩关节处大致相交。机器人肘部(J4)允许前臂相对于上臂旋转。最后,工具可以绕着工具的长轴线滚转(J5),并且某些工具具有打开/关闭致动功能。相反,应理解到,钩烙工具不会打开/关闭。

[0090] 在该实现方式中,外科手术机器人具有显著的灵活性。如图4A和图4B所示,上文描述的六个自由度允许机器人的手臂14、16进入腹腔的狭窄空间。

[0091] 图4A、图4B和图5示意性地描绘了根据某些实现方式的整个工作空间30以及机器人设备10的臂14和16中的每个的单独可到达的工作空间30A和30B。在这些实现方式中,“工作空间”30是指机器人设备10周围臂和/或末端执行器18、20能够在其中移动、接近并执行其功能的空间30。

[0092] 图5示出了能够由左臂和右臂到达的区域。具体而言,图5描绘了设备本体10A的透视图,并且进一步示意性地示出了整个工作空间30以及第一臂14和第二臂16的单独工作空间30A和30B。注意,每个臂14和16具有一定范围的运动和相应的工作空间30A和30B,工作空间30A和30B从设备的前部22延伸到设备10的后部24。因此,第一臂14相对于前部22和后部24平等地运动,通过相对于设备本体10A用于每个壁14和16的轴线的约180°的空间。这种工作空间30使机器人设备能够在前部22和后部24同样好地进行作业,而不必重新定位本体10A。这些体积的交叠表示能够由左臂和右臂达到并被定义为双手机器人工作空间的区域。当以这种双手区域工作时,外科医生将具有充分的机器人灵活性。

[0093] 最佳如图6所示,在这些实现方式中,各个臂的运动范围的交叠也使得能够实现相交或双手的工作空间30C(也如图5所示)。应理解到,在这些实现方式中,相交的工作空间30C包括在任何单独设备10位置的能够由臂14、16和末端执行器18、20达到的工作空间30C。再次,在这些实现方式中,相交的工作空间30C包括相对于设备本体10A的轴线大约180°的空间范围。

[0094] 双手工作空间30C近似为椭圆,该椭圆绕着肩部俯仰关节(图3B中的J2)旋转了180度并且被在图6中示出。对于一种设计,椭圆在长轴上约为4.5英寸(11.5厘米),并且在短轴上约为3.25英寸(8.25厘米)。双手工作空间30从机器人设备10的前面延伸到机器人的下方,并且还延伸到机器人后部的后面。机器人臂14、16的这种灵活性允许外科医生操作臂14、16,以在该双手工作空间30C内的任何位置工作得同样地好。

[0095] 另外,根据该实现方式,手术机器人设备10可以到达腹腔的任何区域,因为该手术机器人设备可以在手术期间通过“粗定位”来容易地重新定位。也就是说,通过调节外部支撑臂4和机器人夹具150,可以在几秒钟内快速移动设备10。机器人设备10的粗定位和机器人臂14、16的灵活性的组合允许外科医生设置设备10以使其可以在腹腔中的任何位置工作,使得臂14、16的三角关系很好以用于给定的手术,如下文所描述的。

[0096] 转到插入设备10和相机12的具体细节,图7描绘了根据某些实现方式的手柄12A的详细视图。在图7中,相机12具有相机闩锁32、插入34和缩回36控制器或按钮。机器人设备10由支撑臂4支撑,该支撑臂4被夹持到手术台(在图1A以2示出)。在这些实现方式中,机器人夹具150被用于将支撑臂4连接到机器人手柄或本体10A上的接收环154。

[0097] 在系统1的各种实现方式中,通过执行一系列配置和/或臂位置,设备10被插入患者的腹部。在某些实现方式中,如将理解到的,插入34和缩回件36控制器或按钮允许医师或使用者通过插入和/或缩回来执行相应的插入和缩回步骤/位置。此外,在某些实现方式中,

如将理解到的，相机闩锁32将设备10和/或相机12的内部部件切换到“锁定”或“解锁”位置，从而将相机12固定在设备10内或者允许将相机12自由地从相机管腔拆卸。

[0098] 根据这些实现方式的手术机器人设备10的各种实现方式具有一个或多个指示灯38，其被布置在设备10的近端10C处并且被构造和布置成指示设备的任何状态的，并且可以是任何颜色或任何亮度或变化的亮度。如本领域技术人员将理解到的，在某些实现方式中，可以使用LED灯或类似的照明部件。

[0099] 在各种实现方式中，机器人铰接运动式相机12是系统1的一部分，以从相机12的角度给外科医生提供视觉反馈。在一个特定的实现方式中，相机提供1080p 60Hz的数字视频。可选择地，相机可以提供任何已知的视频质量。

[0100] 如在图8A的实现方式中所示的，相机12被构造和布置成插入如图1所示的机器人基部链节中的管腔中，使得相机12的端头12B总是位于两个机器人臂14、16之间，并且使得相机12具有视场(在图8A中以参考字母C示出)。

[0101] 同样应理解到的是，当机器人设备10在手术期间被重新定位时，相机12和机器人设备10能够以这种构型一起或以协调的方式移动。这导致对于设备10的任何构型、定位和使用，机器人和工具18、20之间的三角关系是协调的。

[0102] 根据某些实现方式，相机12被设计成可视化机器人工具18、20的所有可能位置。因此，相机端头12B可以是机器人铰接运动式的，以重新定位视场(C)。应理解到，在某些实现方式中，外科医生经由医生控制台100控制该运动(关于图11A和图11B详细描述)。

[0103] 如在图8B和图8C的实现方式中所示的，相机12能够分别以俯仰(屏幕中的上/下)和/或摇摆(屏幕中的左/右)移动，这也可以分别称为倾斜和平移。在某些实现方式中，系统使用了如前所述的铰接运动式相机12。简而言之，在这些实现方式中，相机12铰接运动，以确保外科医生能够观察机器人臂14、16的所有可能位置以及手术室的期望区域。

[0104] 如上所述，在图8A的实现方式中示出了针对相机的给定位置的近似相机视场(C)。在该实现方式中，相机视场(C)为约100度，如沿着矩形横截面的对角线所形成的角度θ1所限定的。可以使用任何其它已知的视场角度。应理解到，许多其它角度也是可能的。在这些实现方式中，应理解导，外科医生/使用者能够在较宽的工作距离范围内观察两个机器人末端执行器18、20。

[0105] 此外，当机器人设备10使用其臂14和16进行大运动(类似于图5和6中所描述的那些)时，可以使用主动关节来与臂大运动配合地移动机器人相机12B，以便观察整个机器人工作区。在某些实现方式中，使用马达和传感器以及在处理器上实现的控制算法来主动地控制相机的关节。

[0106] 根据某些实现方式的系统1具有被构造和布置成执行这种控制算法的处理器。如本领域技术人员将理解到的，可以在处理器上的计算机可读介质上提供控制算法，该处理器可选地具有操作系统、存储器、输入/输出接口等。如本领域技术人员将理解到的，各种实现方式中的处理器可以设置在相机手柄12A、设备本体10A、手术控制台100中或其它位置。出于所讨论的实现方式的目的，如将容易理解到的，处理器位于手术控制台100内。

[0107] 在这些实现方式中，控制算法允许相机12绕着图8B和图8C所示的俯仰(α)和/或摇摆(β)的旋转而相对于机器人设备10自动和/或半自动定位和重新定位。这种两个自由度(DOF)的系统也可以被构造和布置成在机器人设备10进行关节运动时平移相机端头12B。应

理解到，可选设计是也可能的。

[0108] 在图8B和图8C的实现方式中，系统1执行控制算法，例如如上所述的算法。根据这些实现方式，相机12能够相对于机器人本体10A旋转，以在各种方向上引导或“指向”相机12，从而调整视场。在该实现方式中，机器人坐标系{R}固定在机器人本体10A上，并由正交单位矢量x_R、y_R和z_R定义。相机坐标系{C}被相对于相机的成像端头12B的位置定义。在该实现方式中，{C}坐标系由正交单位矢量x_C、y_C和z_C定义，如图8B至图8D所示。

[0109] 在该实现方式中，x_C轴线被定位成从成像端头12B作为相机12的纵向轴线的延伸而向外延伸，并因此直接指向相机12的视场(如在图8A以C示出)。y_C轴线直接指向相机图像的左侧，并且z_C轴线是在被相机成像器观察时的竖向。在图8E中从相机的角度示出了{C}坐标系。

[0110] 在该实现方式中，定义了两个角度以描述相机坐标系{C}相对于机器人坐标系{R}的两个DOF旋转；第一角度α和第二角度β。可以使用许多角度，但是在该代表性实现方式中，使用固定角度并通过绕组x_R和y_R坐标系的旋转来描述。

[0111] 第一角度α被定义为相机端头12B(x_C轴线)相对于x_R轴线绕着y_R轴线的旋转，如图8B所示。第二角度β被定义为相机端头12B(x_C轴线)相对于y_R轴线绕着x_R轴线的旋转，如图8C所示。

[0112] 在这些实现方式中，系统可以生成从相机坐标系{C}和/或机器人坐标系{R}中的一个到另一个或者任何其它坐标系的坐标转换。

[0113] 如在图8D至图8I的实现方式中所示的，根据某些实现方式的系统1可以被构造和布置成执行控制算法并使相机12和臂14、16响应于定义的相机坐标系{C}和/或机器人坐标系{R}移动。也就是说，应理解到，在某些实现方式中，外科医生或使用者基于由相机12返回的图像来命令机器人设备10运动，并且系统1被构造和布置成如本文所描述地调整各种参考坐标系和部件的位置。

[0114] 根据这些实现方式中的某些，相机坐标系{C}被固定到相机端头12B，使得其不会相对于由外科医生提供的视像移动。

[0115] 如图8E所示，根据这些实现方式的系统1在xc-yc-轴线和zc-轴线的交点处建立相机坐标系{C}的原点(以X示出)。同样，机器人坐标系{R}相对于设备部件的位置建立参考点或原点，以便在坐标系{C}和{R}之间进行协调平移，如将理解到的。

[0116] 继续图8E的实现方式，末端执行器18、20的位置$\underline{P}_L$和$\underline{P}_R$随后可以位于相机坐标系{C}内。末端执行器18、20的位置在机器人坐标系{R}中是已知的，因为这是被控制以操作机器人的位置。随后，在{R}坐标系和{C}坐标系之间建立坐标变换，以在相机坐标系中定位末端执行器18、20的位置。

[0117] 应理解到，可以使用多种方法来控制和/或计划根据这些实现方式的相机12的定位。一种方法是允许使用者经由可操作地联接到控制台100的输入设备并且如关于图11A和图11B所详细描述地来控制相机12的位置。输入设备的一些非限制性示例包括例如手或脚控制的操纵杆。进一步的实现方式具有独立的类似操纵杆的装置，该装置控制相机的各种运动，例如俯仰α和摇摆β运动。另一种方法包括切换机器人手控制器和/或踏板中的一个的功能，随后临时使用手控制器来命令相机12的运动。

[0118] 在进一步的可选实现方式中，与相机12和其它部件(例如臂14、16)的位置有关的

附加数据可用于建立参考系{R}和{C},以选择相机的方向12。如本领域技术人员将理解到的,这些实现方式可以包括末端执行器18、20位置和速度以及与工具的运动相关联的许多因素。

[0119] 根据某些实现方式的另一种方法是控制相机12的运动,以固定在末端执行器18和20上。当根据这些实现方式从相机视角C观察时,末端执行器18和20的位置被定义为$\underline{P}_L$和$\underline{P}_R$,其中$\underline{P}_L$和$\underline{P}_R$是包含各个点位置的x、y和z坐标的向量。这些可以通过相机12检测,并且其位置可以建立在相机坐标系中,如图8D、图8E和图8F所示。

[0120] 因此,在这些实现方式的各种实现方式中,可以计算图8G的相机坐标系中的末端执行器之间的中点Midpoint$\underline{P}_L\underline{P}_R$。在这些实现方式中,如图8G所示,在左末端执行器16位置$\underline{P}_L$和右末端执行器18位置$\underline{P}_R$之间创建了一条线。随后,可以将该线$^C\underline{P}$的中点定位在相机坐标系中,或者使用已知的坐标变换矩阵定位在任何其它坐标系中,其中:

[0121] $$^C\underline{P} = Midpoint\underline{P_R P_L} = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix}$$

[0122] 使用这些参考系,可以通过坐标变换将初始相机视场C_1重新定位到第二相机视场C_2,以确保相机12保持在工具18、20的中间。例如,如图8H所示,当从初始相机视场C1观察时,可以相对于相机坐标系{C}观察到{R}中点$\underline{P}_L\underline{P}_R$。应理解到,{C}参考坐标系原点$X_C$与通过{R}参考坐标系建立的中点$\underline{P}_L\underline{P}_R$未对准。

[0123] 随后,相机12可以被重新定位,以通过坐标变换来将相机的原点X_C归零到两个工具18和20的中点$\underline{P}_L\underline{P}_R$,如在图8I以$X_{C1}\rightarrow X_{C2}$示出的。这种运动也可以被阻尼。在这些实现方式中,如将理解到的,系统1通过以与端头的速度成比例的项减小端头的运动来延迟相机端头12B的运动。

[0124] 涉及相机12的控制的进一步实现方式利用了右末端执行器18和左末端执行器20的移动平均位置来计算。在这些实现方式中,针对每个臂14、16计算平均位置与实际位置之间的差。如果该差大于阈值,则认为该臂正在移动。在这些实现方式中,与目标位置相比,经由相机的运动学来计算相机致动输出。当只有一个臂移动时,目标位置就是仅移动的臂的位置。如将理解到的,如果两个臂都在移动,则将两个末端执行器位置之间的中点用作目标位置。

[0125] 在诸如这些移动平均运动学控制的实现方式中,执行伪代码,诸如:algorithm kinematics is(算法运动学是)

[0126] input:point atwhich to aim camera,pos(输入:要将相机瞄准的点,pos)

[0127] output:camera angles to point camera atpos,theta1,theta2,…(输出:用于将相机指向pos的相机角度,theta1,theta2,…)

[0128] set theta1,theta2,…based on camerakinematics andpos(基于相机运动学和pos设定theta1,theta2,…)

[0129] return theta1,theta2,…(返回theta1,theta2,…)

[0130] algorithm cameraTracking is(算法相机追踪是)

[0131] input:left and right end effectorpositions,posL&posR(输入:左末端执行器和右末端执行器的位置,posL&posR)

[0132] output:camera actuation angles,theta1,theta2,…(输出:相机致动角度,theta1,theta2,…)

[0133] enqueue posL into FIFO array offixed size,arrayL(将posL入队到固定尺寸的FIFO阵列,arrayL)

[0134] set avgL to average ofarrayL(设定avgL来对arrayL取平均)

[0135] set diffL to difference ofavgL&posL(设定diffL来对avgL&posL作差)

[0136] enqueue posR into FIFO array offixed size,arrayR(将posR入队到固定尺寸的FIFO阵列,arrayR)

[0137] set avgR to average ofarrayR(设定avgR来对arrayR取平均)

[0138] set diffR to difference ofavgR&posR(设定diffR来对avgR&posR作差)

[0139] ifdiffL is greater than movementThreshold(如果diffL大于运动阈值)

[0140] set movingL to true(则设定movingL为真)

[0141] else(否则)

[0142] set movingL to false(则设定movingL为假)

[0143] ifdiffR is greater than movementThreshold(如果diffR大于运动阈值)

[0144] set movingR to true(则设定movingR为真)

[0145] else(否则)

[0146] set movingR to false(则设定movingR为假)

[0147] ifmovingR is true andmovingL is false(如果movingR为真且则movingL为假)

[0148] return kinematics(posR)(则返回运动学(posR))

[0149] else ifmovingL is true andmovingR is false(否则如果movingL为真且movingR为假)

[0150] return kinematics(posL)(则返回运动学(posL))

[0151] else ifmovingL is true andmovingR is true(否则如果movingL为真且movingR为真)

[0152] set midPos to average ofposR&posL(则设定midPos为posR&posL的平均)

[0153] return kinematics(midPos)(返回运动学(midPos))

[0154] 可选择地,可以使用其它临床和机器人因素来确定相机位置。例如,可以在命令的相机位置中考虑速度/位置和/或速度/位置历史。在构造和布置系统时,应理解到,快速、经常或不断移动的工具或其它因素会将相机“拉”向该工具,并且更固定的端头可能无法将相机保持近距离。

[0155] 此外,应认识到,可以使用各种机器学习技术或其它算法来确定相机12的取向。这可以包括神经网络、遗传算法或本领域已知和理解的许多其它机器学习算法。

[0156] 可选择地,外科医生还可以选择从机器人设备10拆卸相机12,并将其用于另一个已知的腹腔镜端口8中,如图9所示的标准手动腹腔镜。应理解到,该角度对于可视化机器人设备10以确保经由主端口6的安全插入和抽出是有用的。根据这些实现方式的相机12还可以从机器人设备10拆卸,使得能对光学器件进行清洗。

[0157] 在某些实现方式中,如图10A所示,从医生控制台100操纵该机器人设备。医生控制台100的该示例性实现方式包含执行机器人控制功能和系统监视的主计算机102。在这些实

现方式中，外科医生使用在高清实时显示器104上显示的机器人关节式相机的输出来观察手术环境。控制台和机器人的若干功能通过触摸屏界面106控制。触摸屏106还用于显示有关机器人状态的一些信息。可选择地，任何已知的控制台可以与本文公开或预期的系统的各种实现方式一起使用。

[0158] 在该实现方式中，设备10和相机12的运动通过带有左右手输入设备108的医生控制台100来控制。输入设备108与外科医生的手交互，并且监视外科医生的运动。如前所述，输入设备108具有外科医生感应传感器，以指示外科医生的手已正确接合。该设备还可以通过推压外科医生的手来提供触觉反馈，以指示诸如工作空间边界等的事物并且防止机器人臂之间的碰撞，这在并入的参考文献中也有描述。这些输入设备108还控制机器人手术工具的打开/关闭功能。

[0159] 根据这些实现方式的医生控制台100还可以具有脚踏板110，其用于控制各种机器人功能，包括离合、相机运动和各种电灼功能。可选择地，可以使用控制台上的其它输入设备来控制这些各种功能。

[0160] 根据这些实现方式的医生控制台100被构造和布置成以坐姿(类似于Intuitive公司的daVinci)或站姿(类似于手动腹腔镜检查)使用。控制台100被设计成可以使用脚轮和运输手柄112来在手术室之间轻松运输。

[0161] 图10B中示出了医生控制台100的另一实现方式。在这些实现方式中，提供了额外的可选支撑设备，在此是远程显示器120和伴随推车122。应理解到，手术期间患者周围的空间很宝贵，并且某些有线连接或以其它方式连接的部件范围有限。

[0162] 根据这些实现方式的远程显示器120可操作地联接到其它部件，并且可以是无线或有线的。这种显示器120可以用于示出来自机器人相机或任何其它视频的视像。

[0163] 在图10B的实现方式中，还提供了伴随推车122。推车122可用于保持机器人接口盒124或电外科手术发电器或其它设备。

[0164] 在某些实现方式中，脚踏板110中的一个110A或另一输入设备可以用作将手输入设备的协调运动与机器人的运动分开的离合器。在某些实现方式中，脚踏板110可以被构造成允许使用者将手输入设备108移动到他们自己的工作空间中的更理想位置。随后可以重新进行协调运动。可选择地，在其它实现方式中，离合器功能可以将手输入设备的协调运动与机器人的运动分开，并且随后手输入设备可以自动移动到期望的部位。随后可以重新进行协调运动。

[0165] 在某些系统实现中，各种电缆126用于连接机器人、相机、电外科发电器和医生控制台，如图11A所示。

[0166] 根据一种实现方式，去往和来自各种系统1部件的电缆126的所有连接都是通过连接盒124实现，如图10B、图11A和图11B所示。电缆和连接器在图11A中示意性地示出。

[0167] 在这些实现方式中，盒124通过大约20英尺(6米)的电缆126永久地连接到医生控制台100，从而在医生控制台在手术室内的设置方面具有灵活性。其它长度当然也是可能的。应理解到，在使用中，盒124和电缆126可以悬挂于控制台100的后部，以进行运输。当使用时，盒124可以设置在电外科手术发电器附近和/或手术台附近。

[0168] 在各种实现方式中，机器人设备10和相机12都具有尾纤126A和126B，其被永久地附接到机器人和相机，并且在盒处具有连接器。机器人尾纤126A承载电力和控制信号以及

烧灼能量。相机尾纤126B承载电力和控制信号以及用于视频信号的光纤电缆。

[0169] 根据这些实现方式的盒124也可以被构造和布置成与电外科发电器(ESG)128对接。在手术控制台100处来自使用者的开/关控制信号直接连接到ESG 128控制输入。单极返回板130首先连接到盒124,随后烧灼能量被通过盒124从ESG 128路由到合适的手术工具。在各种实现方式中,每个连接均包含允许医生控制台确定连接是否正确的传感器。该系统1被设计成确保安全性和安装简便性。

[0170] 在图11B中示出了接口盒124的一种设计。在该实现方式中,伴随推车122用于容纳接口盒124和ESG 128。接口盒连接到医生控制台和电外科手术单元。随后,接口盒124具有用于机器人设备10和相机12的连接器。

[0171] 在各种实现方式中,根据一种实现方式,已知的可商购ESG 128可以与系统对接。例如,在一种特定的实现方式中,医生控制台可以具有两个(IPX7)脚踏板110,其打开和关闭用于启用和停用ESG 128的电路。踏板110直接连接到ESG 128。因此,医生控制台100可以将踏板与ESG 128断开连接,但不能启用ESG 128。启用ESG 128需要外科医生也踩下踏板110。单极烧灼能量被传递到机器人的右臂,并且双极能量被传递到左臂。电灼能量通过专门设计的手术工具(例如双极抓握器和剪刀以及单极能量罩)传递到手术目标。已经针对爬电、间隙、阻抗等执行了验证测试,以确保电外科发电器与系统之间的正常互操作性功能。

[0172] 可选择地,ESG 128可以通过除脚踏板以外的其它输入设备与系统1交互。可选择地,该系统没有盒124。除了这些专用子系统之外,该系统的某些实现方式可以利用使用者通常能够获得并提供的许多标准普通外科和腹腔镜系统和技术中的一个或多个,如下文所描述的。

[0173] 本文描述了系统1的进一步方面。

[0174] 图12描绘了各种外科手术工具(在上文中也被称为末端执行器18、20)的视图,外科手术工具是系统的“手”,并且总体上以130示出。图12中示出了四个工具,包括能够进行双极电灼的带窗孔的抓具132、传递单极电灼的剪刀134、传递单极电灼的钩子136以及左/右针驱动器组138。可选择地,其它末端执行器也可以与本文公开或预期的实现方式一起使用。

[0175] 在某些实现方式中,这些外科手术器械130被设计为机器人系统1的一次性使用的用完即弃附件。可以基于特定外科手术任务的临床需要来选择外科手术器械。

[0176] 工具130被插入机器人前臂14、16的远端,并且随后使用如末端执行器18、20的1/4圈卡口式连接来锁定就位,如图13所示。通过逆转前述过程来拆卸工具130。当工具130被插入时,其与前臂内部的连接相互作用,以将灼烧能量传递至工具端头。可选择地,可以使用任何联接机构来将任何末端执行器与机器人设备联接。

[0177] 根据某些实现方式,手术机器人设备10旨在被清洁和消毒以便再次使用。机器人设备10具有模制的硅保护套筒(未示出),其覆盖机器人基部链节和前臂之间的区域。这使机器人能够在消毒期间得以清洁并完全暴露。

[0178] 在某些实现方式中,提供了保护性和装配性的套筒,其被定制以覆盖机器人臂14、16。如图14示出了在安装到机器人臂14、16上之前的套筒140。套筒140是柔性的,因此其不会限制机器人臂14、16的运动,并且在正常的机器人操作期间耐撕裂和刺穿。套筒140用作阻止流体进入机器人的屏障。其由生物相容性材料制成,并且与系统中的所有其它组织接

触材料一样，均符合ISO 10993。机器人套筒140可以在工厂安装，并且在设备10的整个使用寿命中都停留在机器人上。

[0179] 机器人套筒140还使得该设备易于在手术后清洁，并且确保在灭菌过程中所有患者接触表面均被正确地暴露。可选择地，可以使用任何已知的套筒或保护性部件。

[0180] 在某些实现方式中，提供了机器人夹具150，以在手术期间支撑设备10。在这些实现方式中，已知的可商购支撑臂4可用于将设备10锚固到手术台2，如图15所示。应理解到，支撑臂4具有多个调节特征，使得其可以提供稳定性，同时允许机器人的大量重新定位。在某些示例中，使用一个调节旋钮142控制支撑臂调节特征。

[0181] 在图16中描绘了夹具150的一种实现方式。根据这些实现方式的设备10通过如图16所示的机器人夹具150与支撑臂4对接。夹具150具有安全释放按钮152，在夹持或松开设备10之前必须按下安全释放按钮152。机器人本体10A具有被限定在壳体11中的机器人夹具对接环154，以在夹具150和夹具11之间提供对接部。在按下释放按钮152之后，可以使用释放杆156将机器人设备10插入夹具150或从夹具150中移出。

[0182] 在诸如此类的实现方式中，夹具150具有衣夹型构件158，其可选地V形开槽。衣夹型构件158允许设备10的平稳且受控的旋转。在这些实现方式中，扣紧构件160与衣夹型构件158相对地布置，其被向内推动以将设备固定在对接环154处，这是可以理解到的。

[0183] 虽然已经描述了各种优选的实现方式，但是本领域技术人员将认识到，可以在形式和细节上进行改变而不背离本发明的精神和范围。

[0184] 虽然已经参照优选的实现方式描述了本发明，但是本领域技术人员将认识到，可以在形式和细节上进行改变而不背离本发明的精神和范围。

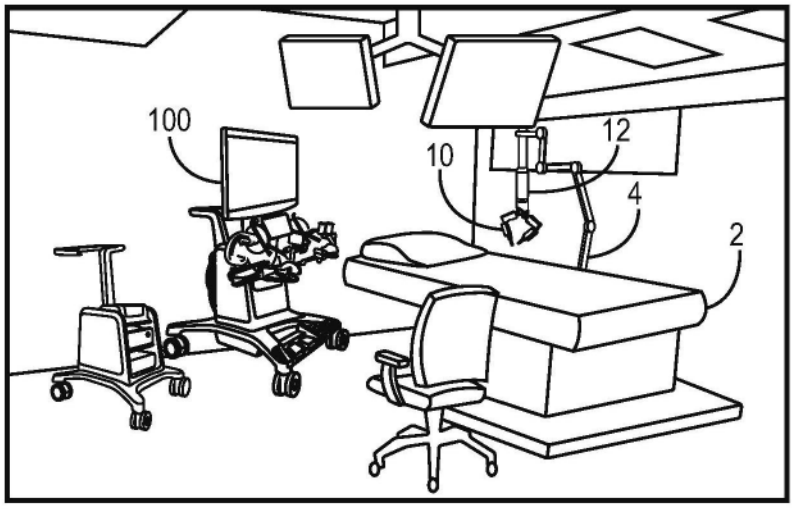

100
10
12
4
2
1

图1A

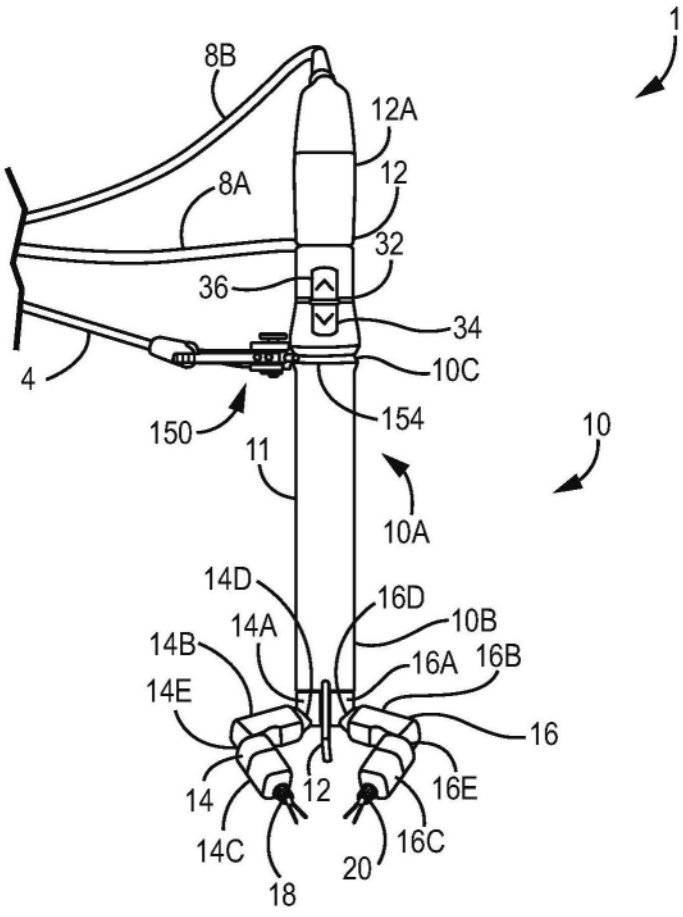

1
8B
12A
8A
12
32
36
34
4
10C
150
154
10
11
10A
14D
16D
14A
10B
14B
16A
16B
14E
16
14
12
16E
14C
16C
20
18

图1B

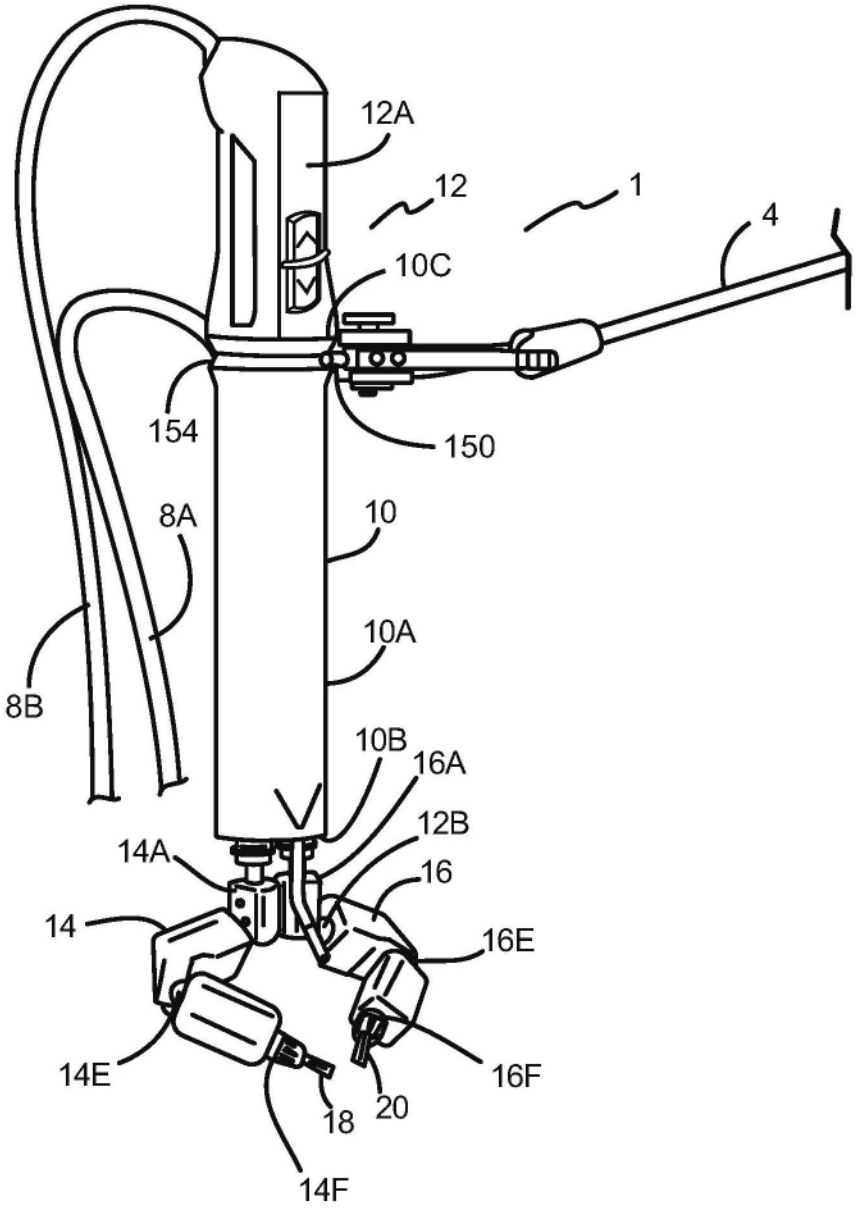

12A
12
1
4
10C
154
150
8A
10
10A
8B
10B
16A
12B
14A
16
14
16E
14E
16F
18
20
14F

图2A

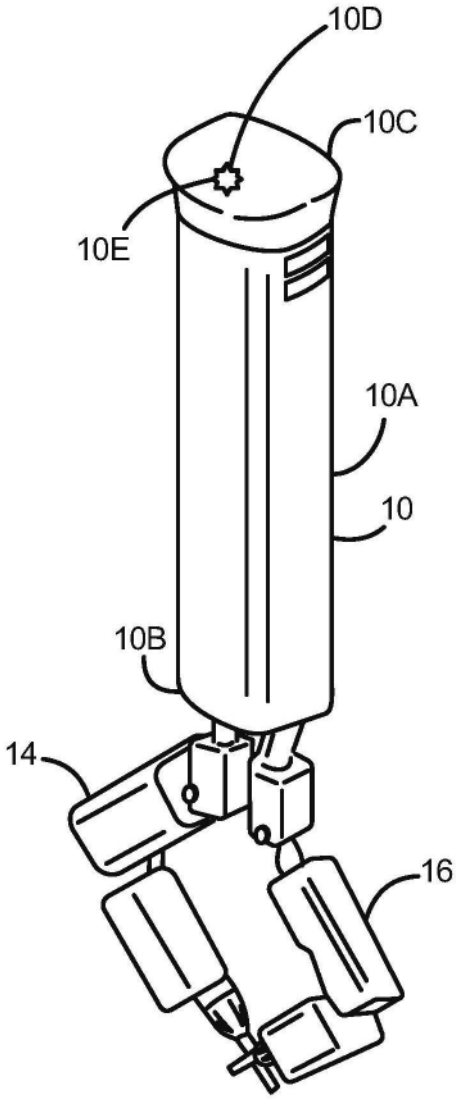


图2B

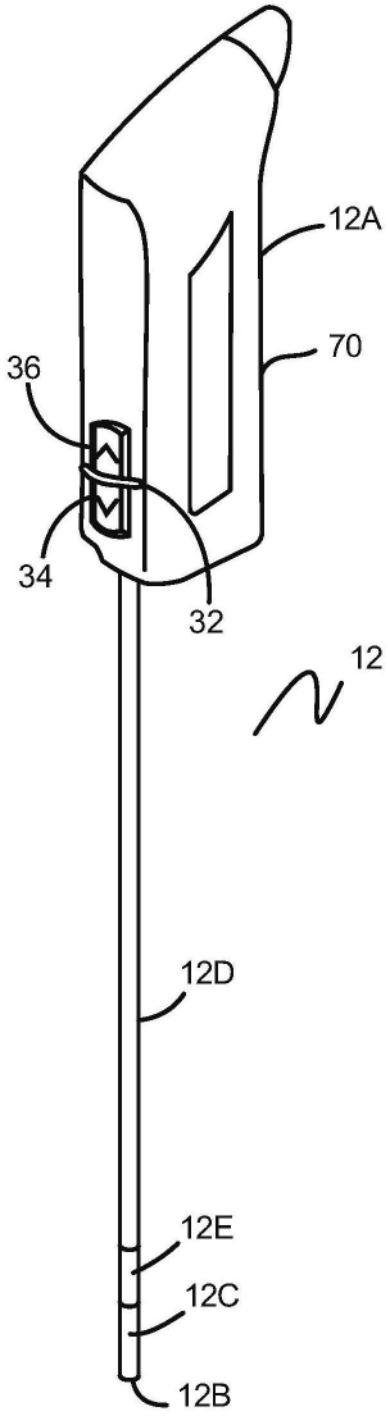


图2C

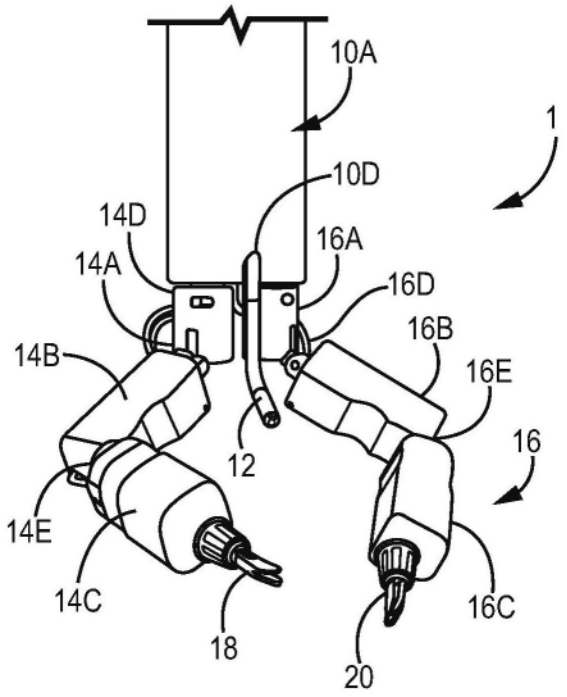

10A
1
10D
14D
16A
14A
16D
16B
14B
16E
12
16
14E
14C
16C
18
20

图3A

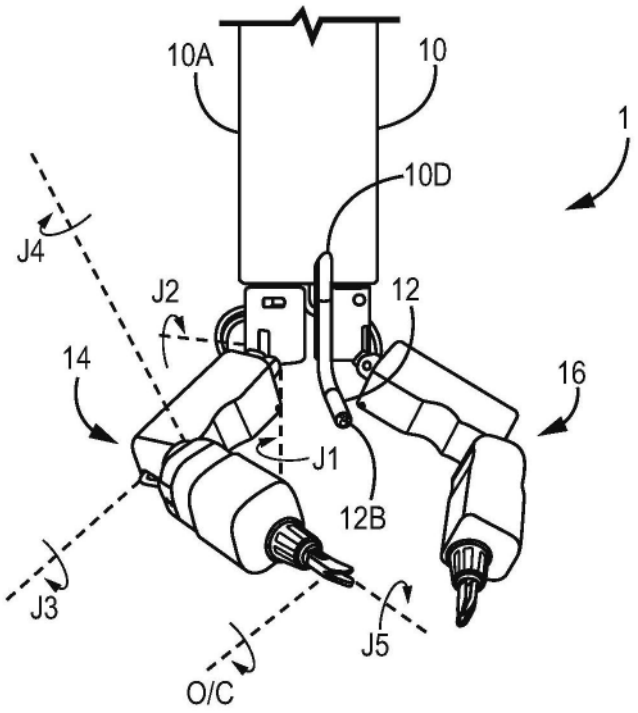

10A
10
1
10D
J4
J2
12
14
16
J1
12B
J3
J5
O/C

图3B

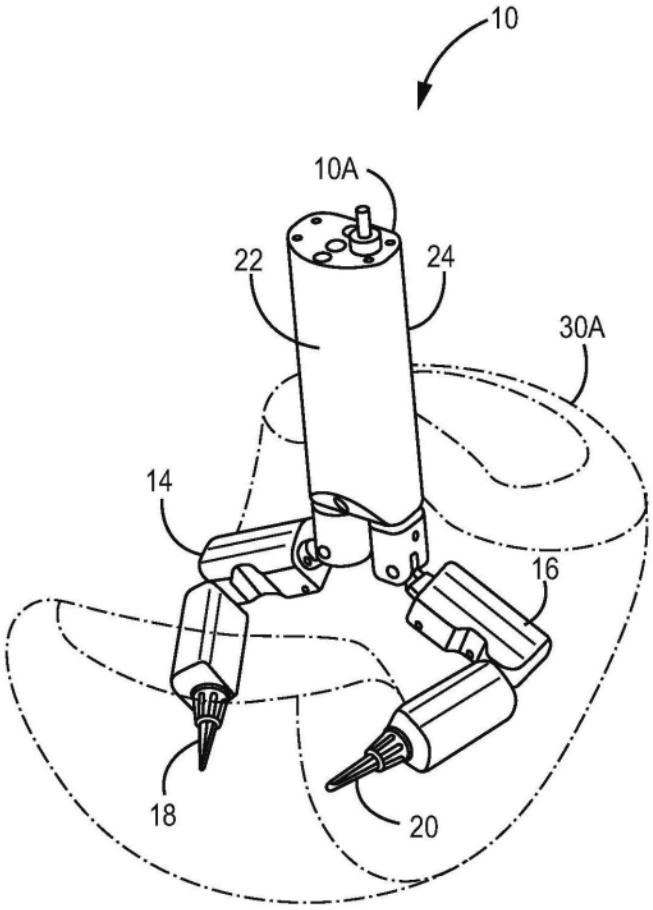


图4A

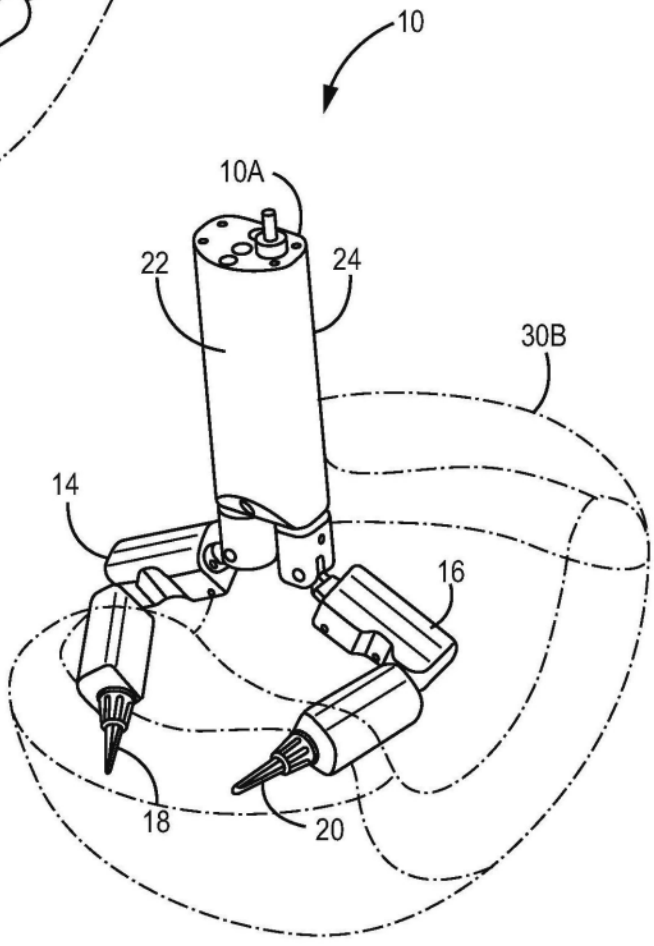


图4B

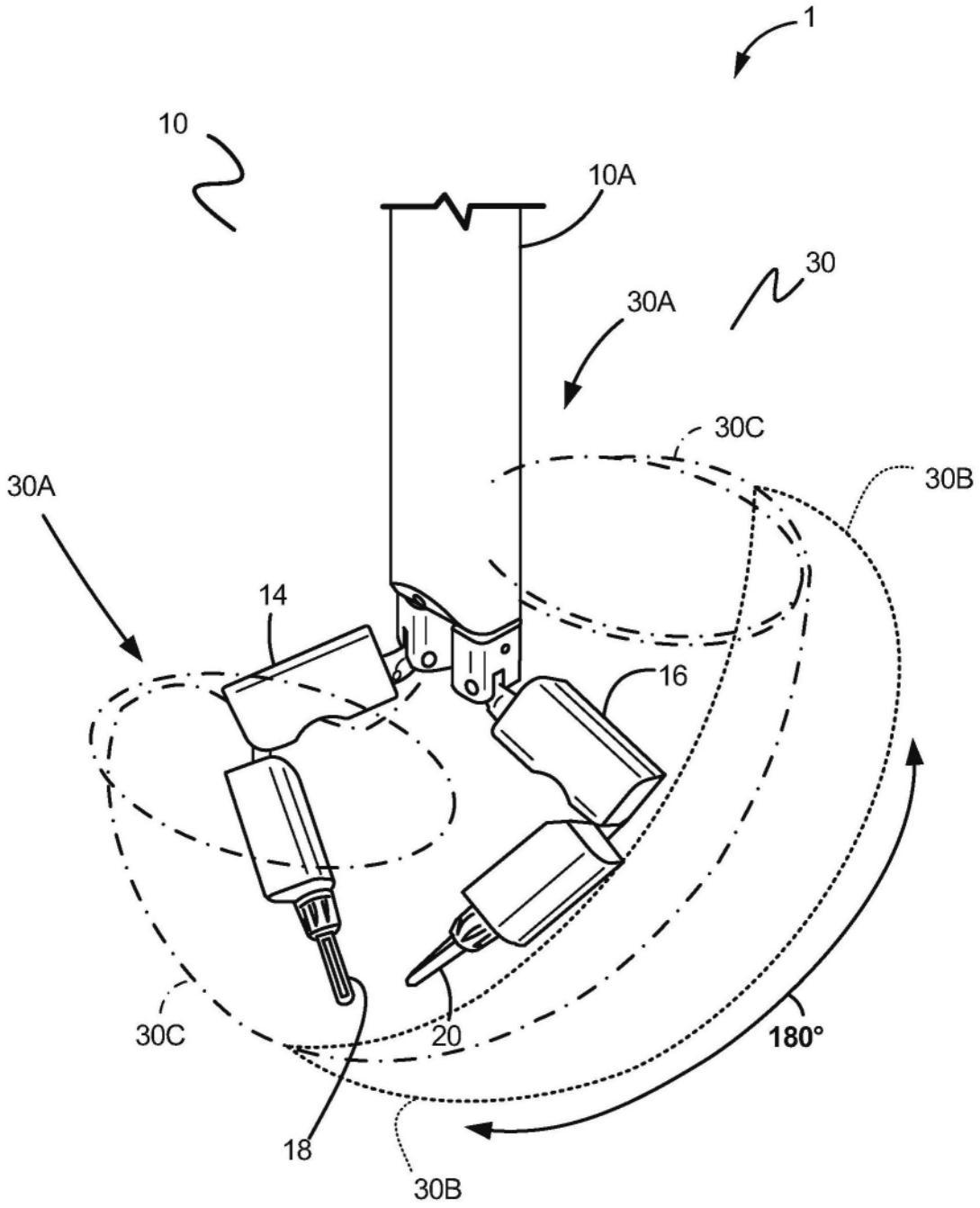


图5

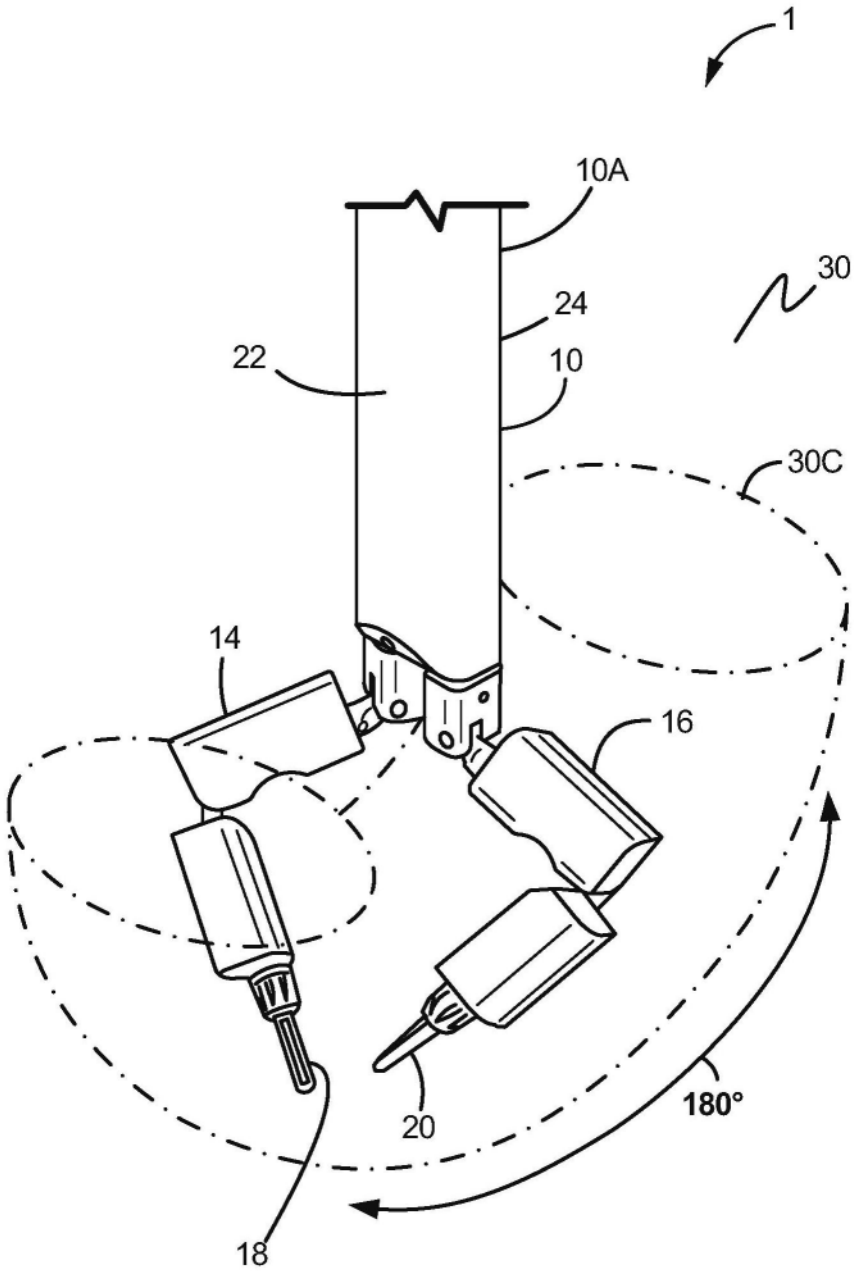


图6

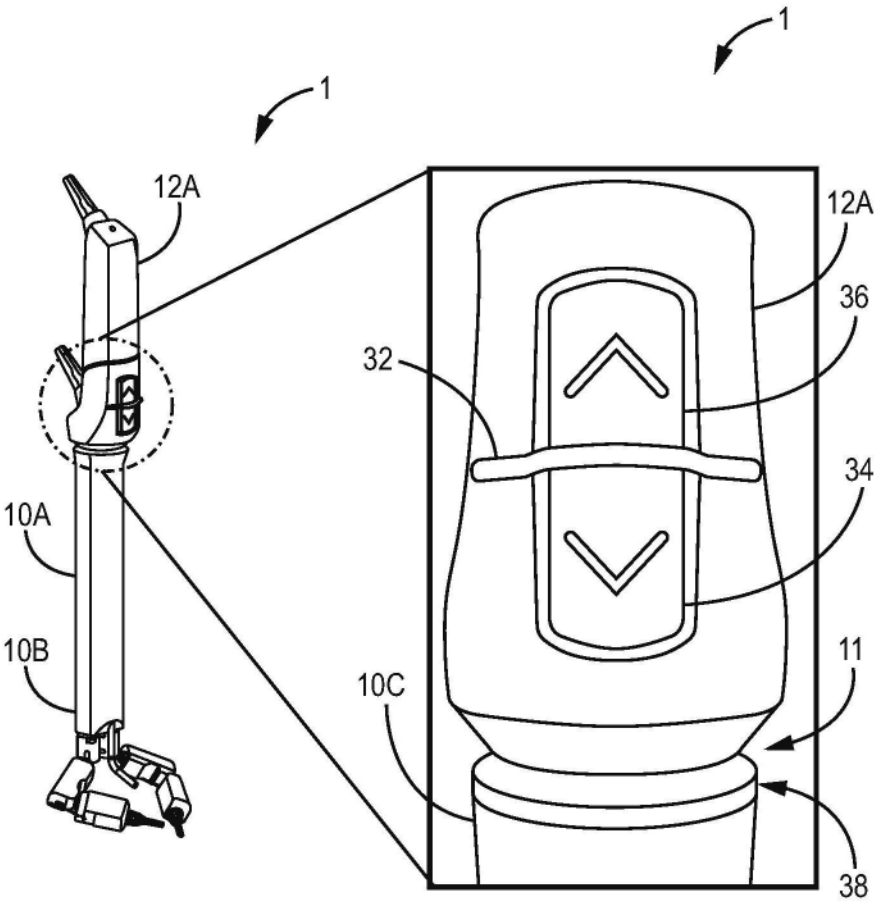


图7

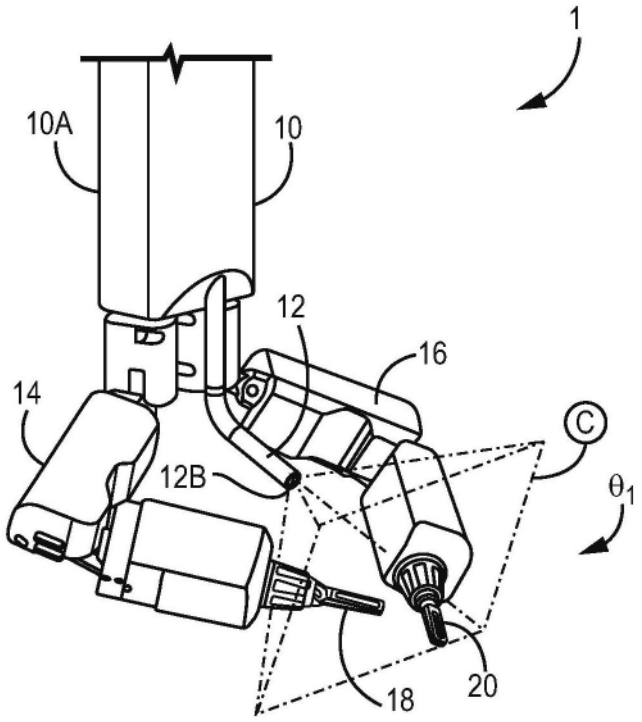


图8A

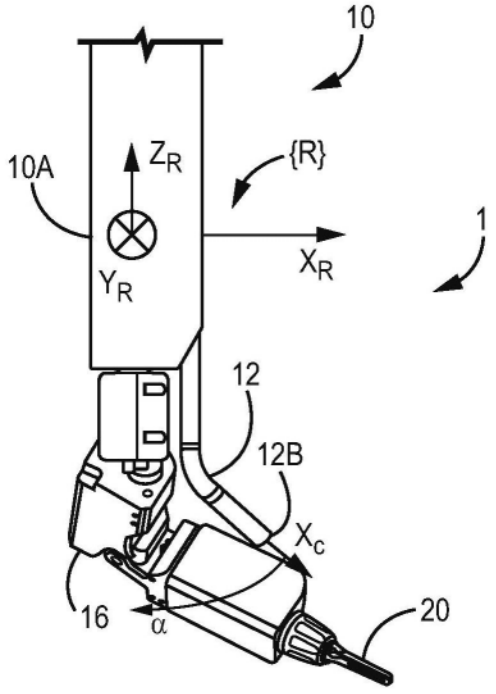


图8B

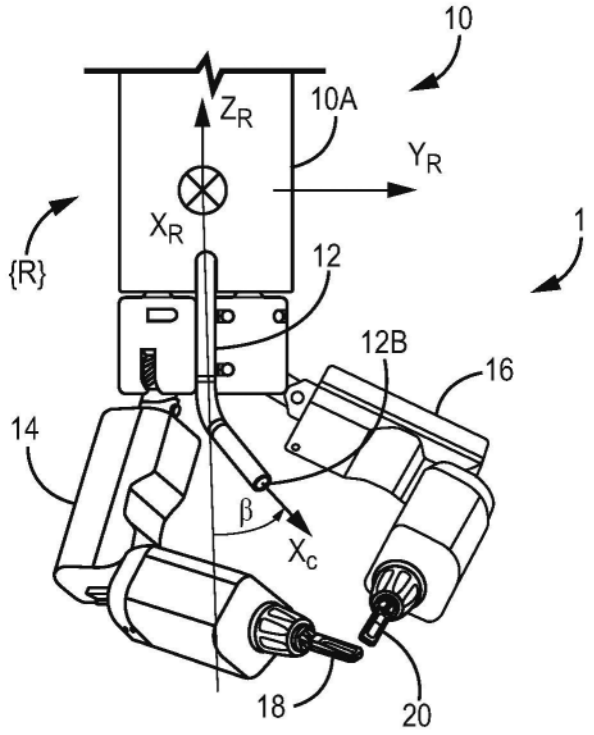

10
Z_R
10A
Y_R
X_R
{R}
1
12
12B
16
14
β
X_c
18
20

图8C

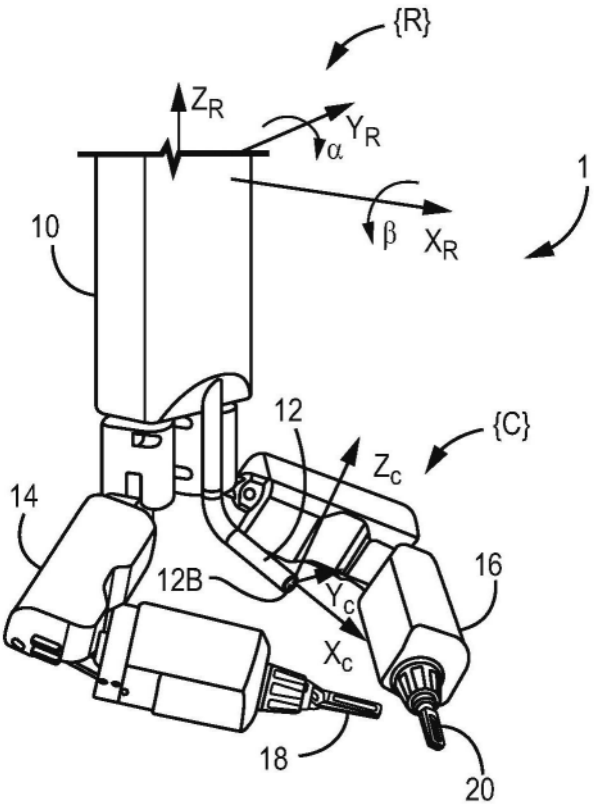

{R}
Z_R
Y_R
α
1
β
X_R
10
12
{C}
Z_c
14
16
12B
Y_c
X_c
18
20

图8D

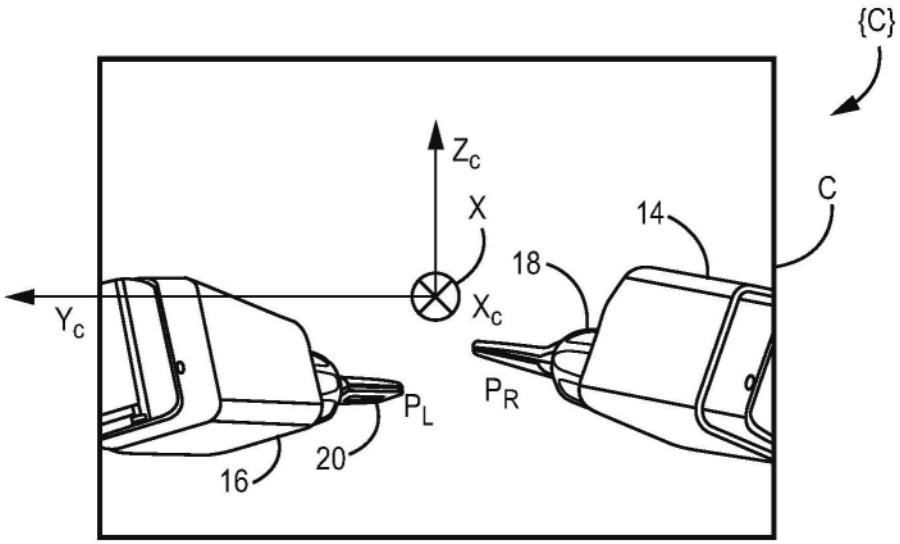


图8E

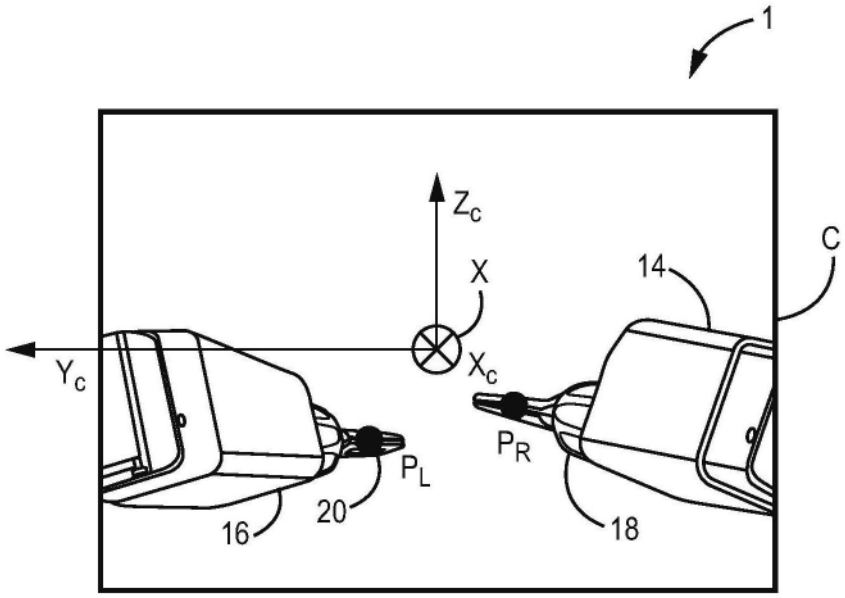


图8F

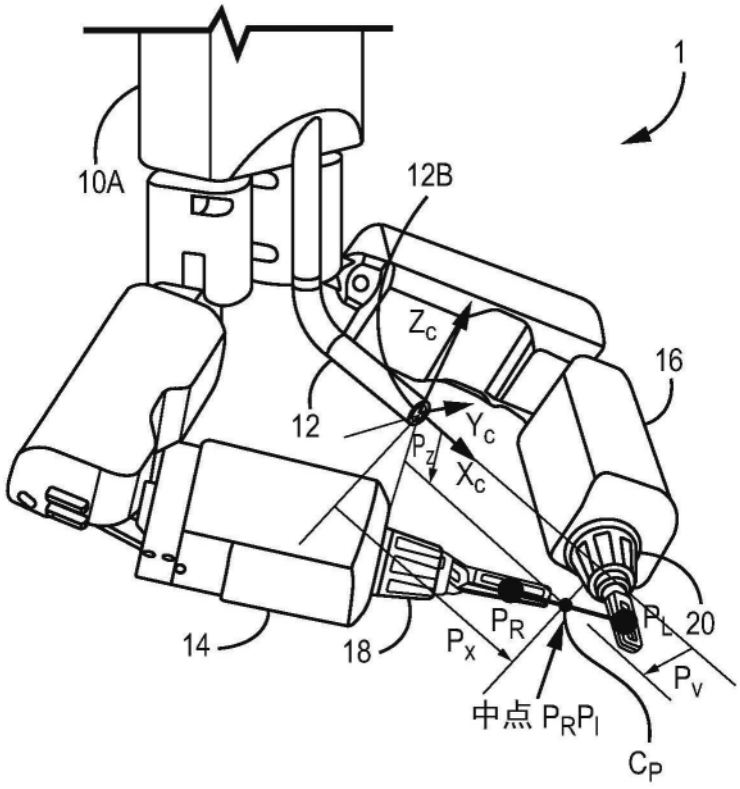

1
10A
12B
Zc
16
12
Yc
Pz
Xc
PR
PL
20
14
18
Px
Pv
中点 PRPl
CP

图8G

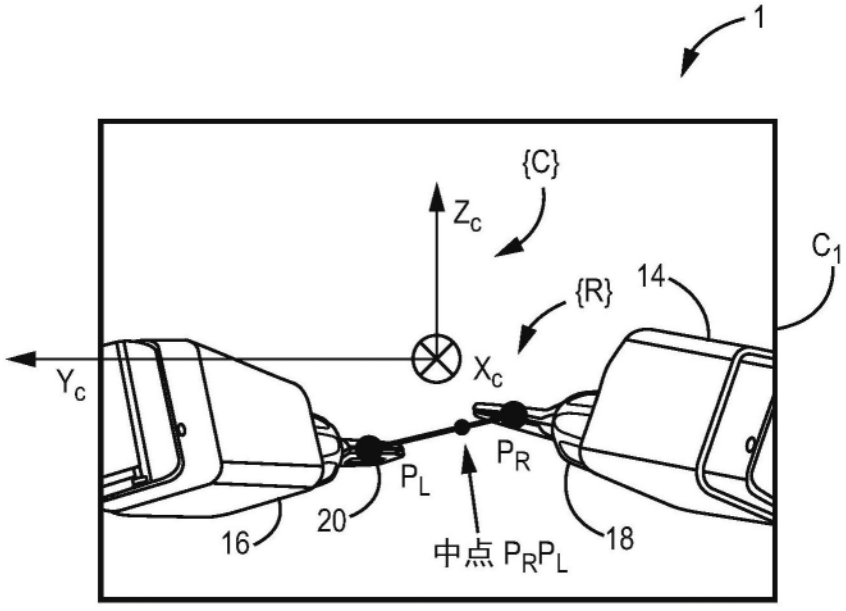

1
{C}
Zc
C1
{R}
14
Xc
Yc
PR
PL
20
16
18
中点 PRPL

图8H

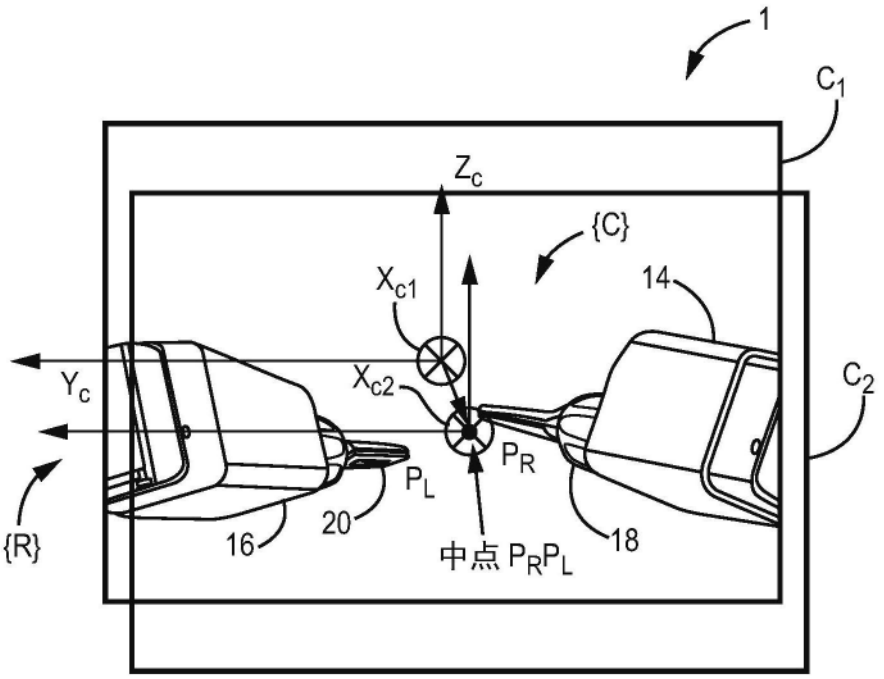


图8I

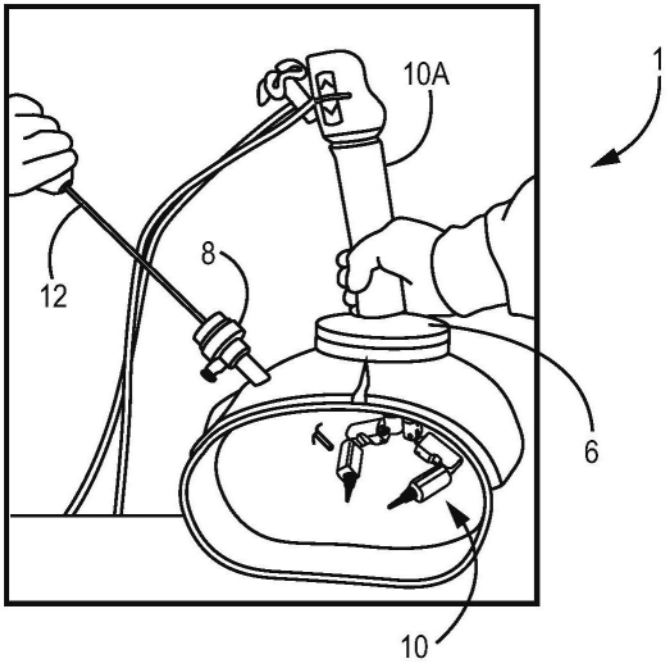


图9

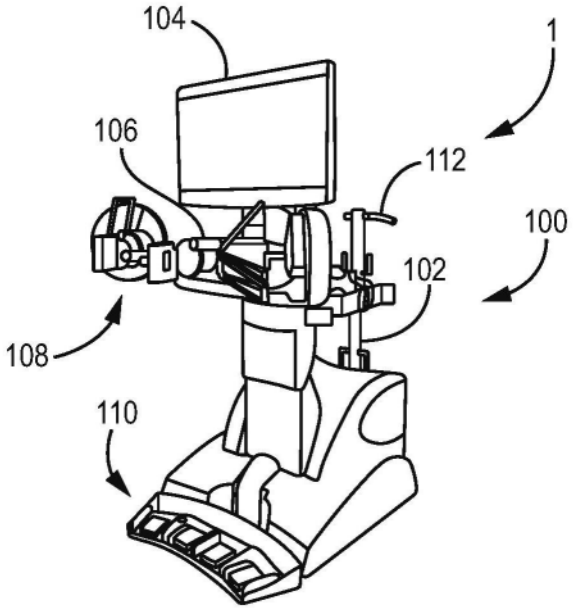


图10A

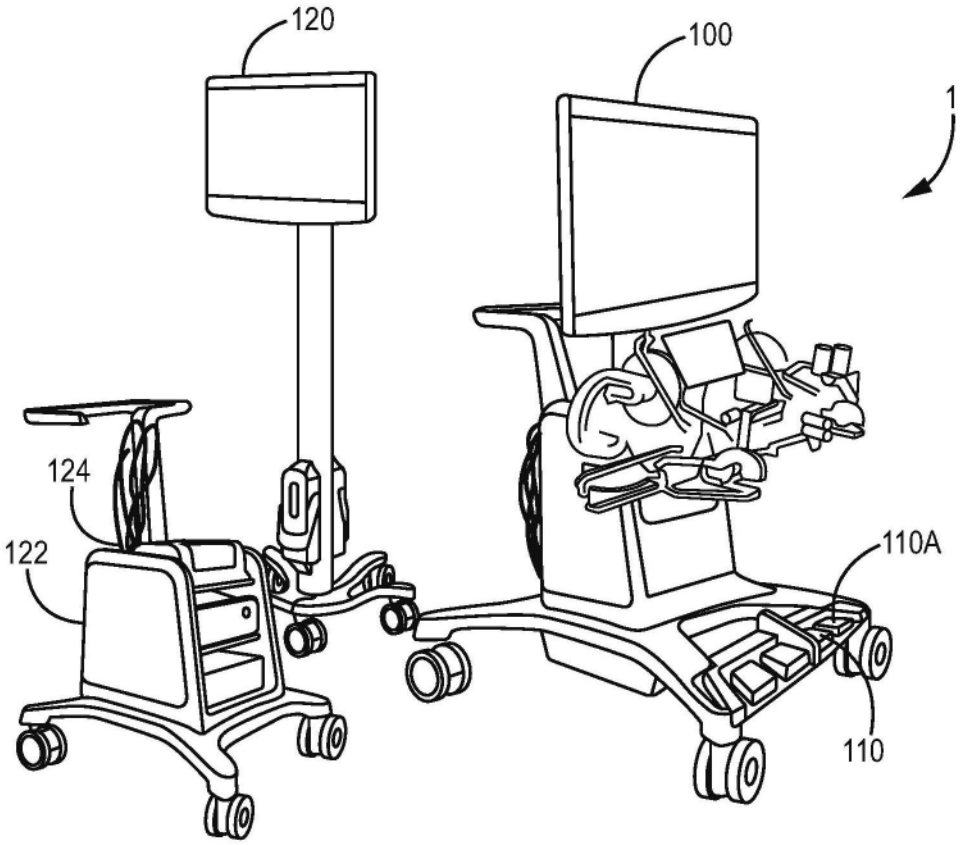


图10B

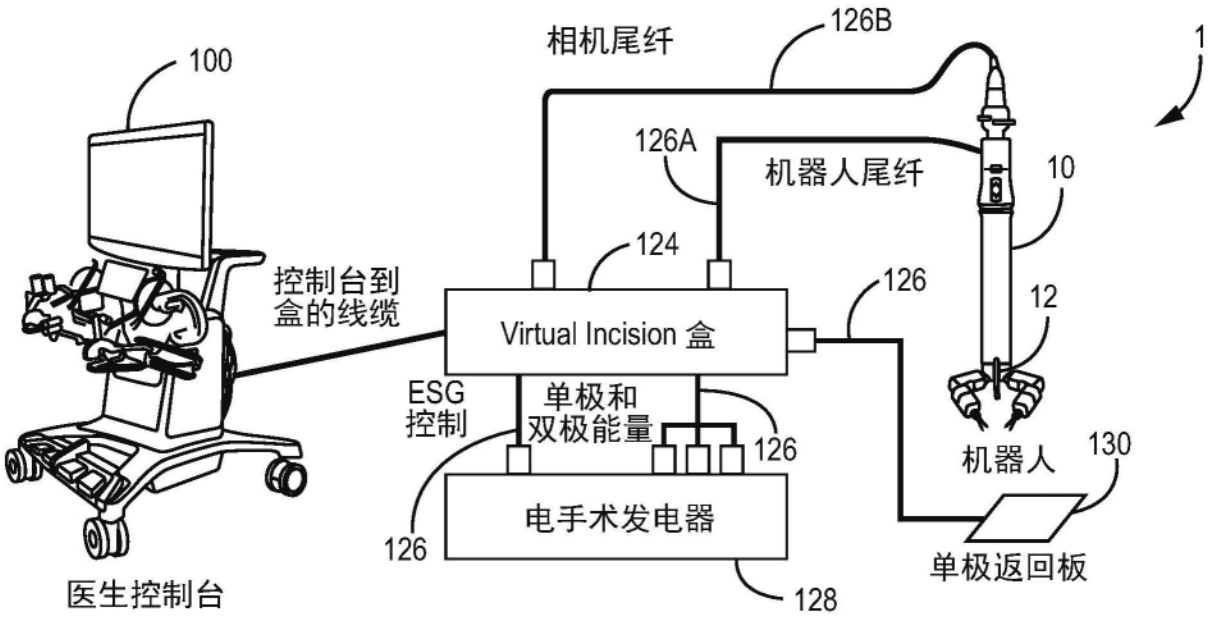

100
相机尾纤
126B
1
126A
机器人尾纤
10
124
126
12
控制台到
盒的线缆
Virtual Incision 盒
ESG
控制
单极和
双极能量
126
机器人
130
126
电手术发电器
单极返回板
医生控制台
128

图11A

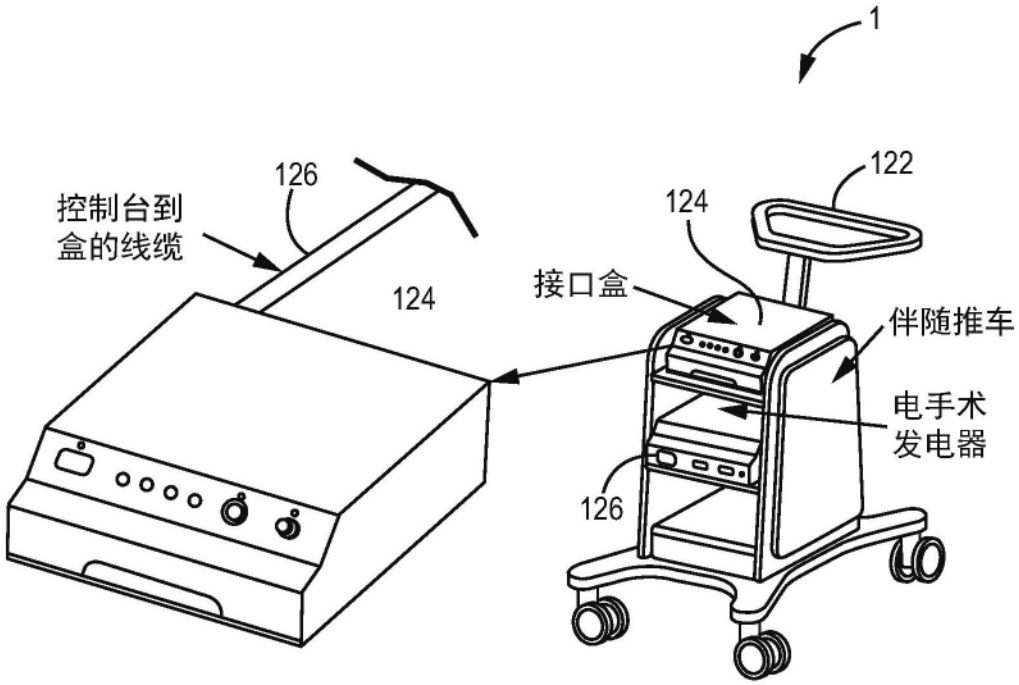

1
126
122
控制台到
盒的线缆
124
124
接口盒
伴随推车
电手术
发电器
126

图11B

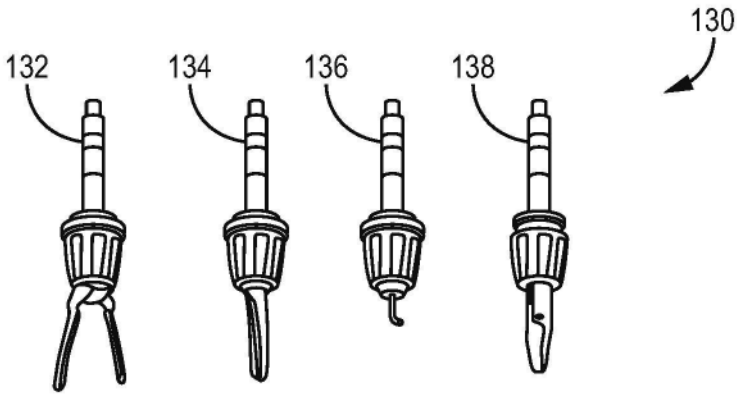


图12

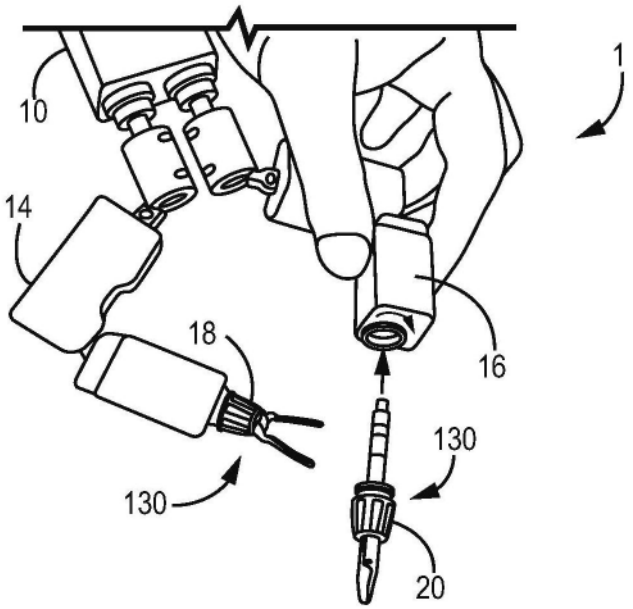


图13

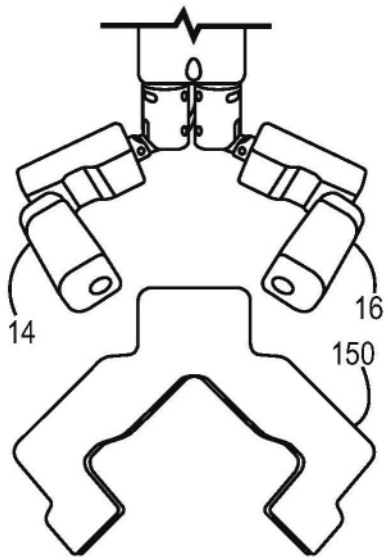


图14

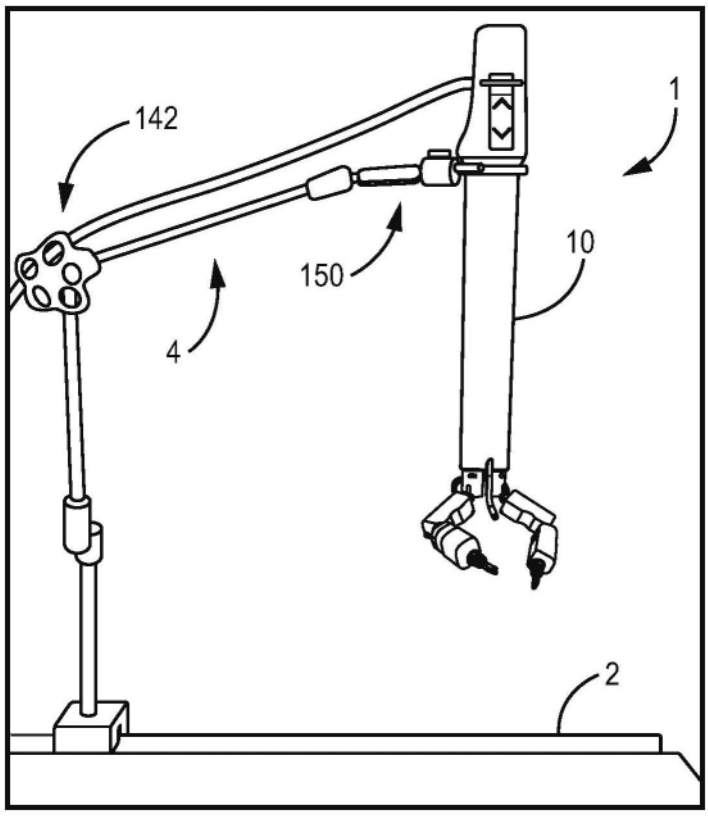


图15

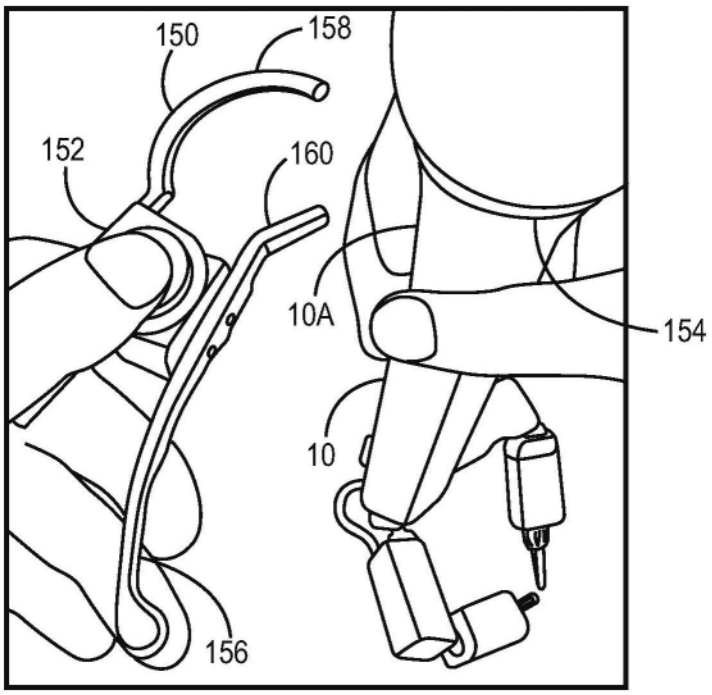


图16