



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109009443 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810929855.0

(22)申请日 2018.08.15

(71)申请人 苏州大学张家港工业技术研究院
地址 215000 江苏省苏州市张家港市杨舍
镇长泾路10号
申请人 苏州大学

(72)发明人 张峰峰 陈军 吴昊 孙立宁

(74)专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代
理事务所(普通合伙) 32257
代理人 冯瑞 杨慧林

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 17/00(2006.01)

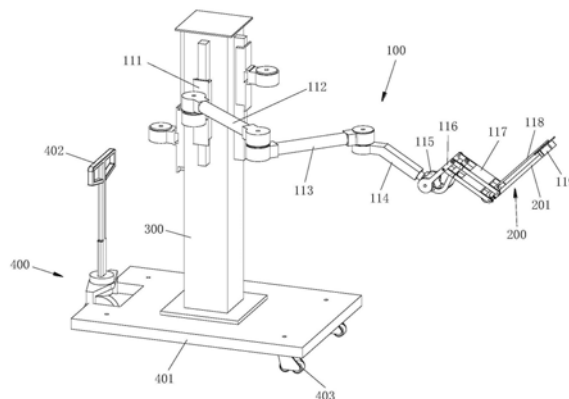
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

腹腔微创外科手术机器人

(57)摘要

本发明公开了一种腹腔微创外科手术机器人,它包括控制装置、机架和连接在机架上的至少三条机械臂、与机械臂连接的至少三个末端执行器夹持装置,机械臂包括位置调整机构和能够通过控制装置进行控制的远心机构,位置调整机构包括第一滑块、转动连接的第一杆件、转动连接的第二杆件、转动连接的第三杆件;位置调整机构枢转连接的枢转件、转动连接的第一连杆、转动连接的第二连杆、转动连接的第三连杆、第二滑块。本腹腔微创外科手术机器人,机械臂的远心机构采用单平行四边形机构,增加了各关节的转角范围,提高了机械臂远心机构的灵活性和避障能力。该结构不仅结构简单、体积小,而且具有很高的可靠性、稳定性和安全性,更具产业上的利用价值。



1. 一种腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:它包括控制装置、机架和连接在所述机架上的至少三条机械臂、与所述机械臂相一一对应连接的至少三个末端执行器夹持装置,所述的机械臂包括位置调整机构和能够通过所述控制装置进行控制的远心机构,

所述的位置调整机构包括通过第一滑动关节上下移动地连接在所述机架上的第一滑块、通过第一旋转关节与所述第一滑块相转动连接的第一杆件、通过第二旋转关节与所述第一杆件相转动连接的第二杆件、通过第三旋转关节与所述第二杆件相转动连接的第三杆件;

所述的远心机构包括通过第四旋转关节与所述第三杆件相枢转连接的枢转件、通过第五旋转关节与所述枢转件相转动连接的第一连杆、通过第六旋转关节与所述第一连杆相转动连接的第二连杆、通过第七旋转关节与所述第二连杆相转动连接的第三连杆、通过第二滑动关节与所述第三连杆相移动连接的第二滑块,所述的末端执行器夹持装置与所述第二滑块相连接,所述的第一连杆、第二连杆、第三连杆构成平行四边形机构。

2. 根据权利要求1所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述枢转件的枢转轴沿着Y轴方向设置,所述第一连杆的转动轴线、第二连杆的转动轴线、第三连杆的转动轴线均沿着X轴方向设置,所述第二滑块的移动方向为沿着Z轴方向,所述的X轴、Y轴、Z轴构成空间直角坐标系。

3. 根据权利要求2所述的腹腔微创外科机器人虚拟手术方法,其特征在于:所述的Y轴为所述枢转件的轴心线。

4. 根据权利要求2所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述枢转件的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $\pm 70^\circ$,所述第一连杆的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $-30^\circ \sim 60^\circ$,所述第二滑块的移动距离范围为250mm。

5. 根据权利要求1所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述第一滑块的移动距离范围为900~1550mm,所述第一杆件的转动范围是 $-120^\circ \sim 20^\circ$,所述第二杆件的转动范围为 $\pm 120^\circ$,所述第三杆件的转动范围为 $\pm 100^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述第一杆件的长度为 $670 \pm 20\text{mm}$,所述第二杆件的长度为 $625 \pm 20\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述的末端执行器夹持装置包括与所述第二滑块相枢转连接的操作杆、一端与所述操作杆相转动连接的腕部、分别转动连接在所述腕部的另一端且能够相对打开和夹紧的夹持钳左指和夹持钳右指。

8. 根据权利要求7所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述腕部的转动轴线同时垂直于操作杆的中心轴线和腕部的中心轴线。

9. 根据权利要求8所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述操作杆的转动范围为 $\pm 180^\circ$,所述腕部的转动范围为以操作杆的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$,所述夹持钳左指和夹持钳右指的转动范围均为以腕部的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$ 。

10. 根据权利要求1所述的腹腔微创外科手术机器人,其特征在于:所述至少三条机械臂中,两条连接的末端执行器夹持装置所夹持的末端执行器为手术微器械,一条连接的末端执行器夹持装置所夹持的末端执行器为内窥镜。

腹腔微创外科手术机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种腹腔微创外科手术机器人,用于腹腔微创手术,属于医疗器械领域。

背景技术

[0002] 目前,微创外科手术机器人已经成为医疗机器人领域的研究热点,它把传统医疗器械与信息技术、机器人技术结合在一起,使外科诊断与治疗达到了微创化、微型化、智能化和数字化。与传统手术相比,微创手术机器人具有显著的优势:微创机器人手术能够改善医生的工作模式,让医生在进行手术时更灵巧、更方便、更精准,甚至能让两个不同领域的外科医生同时进行两个相关的手术;另外,即使长时间的手术操作,微创手术机器人也不会像人手那样因为疲惫而颤抖,大大提高了手术质量,延长了外科医生的职业寿命;微创外科机器人手术创口仅在1厘米左右,大大减少了患者的失血量及术后疼痛,且病人复原快,大肠和胃脏的伤口愈合只需五至七天,皮肤的伤口则一两天就好,胆囊在手术后的愈合速度更快。以上优点使得机器人成为医生最好的助手。

[0003] 在进行腹腔外科微创手术前,需要利用戳卡穿刺器在人体腹部相应位置进行切口,然后利用位置调整机构实现远心点在患者体表切口处定位,再将从手机械臂夹持的腹腔镜和手术器械通过套管深入到腹腔内部进行病灶信息探测和手术操作。为了防止手术过程中手术器械对腹腔壁造成额外的伤害,腹腔镜和微器械只能在套管中滑动或者绕切口处运动。放置套管的腹腔前壁切口处称为远心点,在手术过程中远心点的位置固定不变。由于远心点的限制,手术器械的运动和开放式手术中手术器械的运动不同,与套管相连的手术器械在套管中的自由度只有四个,即俯仰、偏移以及绕自身轴线的回转和平移四个自由度。

[0004] 当前主要有两种方法能够实现远心运动:一种是通过多关节耦合方式实现远心运动,但是这种方法主要是依靠算法来实现远心运动,所以它对算法的可靠性和稳定性的要求比较高,且安全性比较差,因此在这方面的研究工作比较少;另外一种方法主要是通过采用机构约束来实现远心运动,这种方法拥有成本低、安全性高等优点,因此广泛地被应用于微创手术机器人研究中。

[0005] 结构约束主要由四种实现方式:双平行四边形机构、被动关节、弧形机构和球形机构。双平行四边机构是一种应用广泛的机构,许多的医疗机器人机构都采用该机构来实现远心运动,但是该机构有多个连杆和关节,所以容易造成整个机器人的体积大而笨重,这样在实际手术过程中就可能会造成与其它辅助设备或人员干涉。利用被动关节实现的远心运动,远心点可以自适应切口位置的变化,不会对周围的组织造成额外的伤害,安全性较高,但是操作精度容易受到切口组织反作用力的干扰。弧形机构的远心点即为圆弧轨道的圆心,但是这种机构的体积较大,驱动设计比较复杂。球形机构远心点位于球形机构的球心,这种结构比较简单,只有两个关节,其结构形式有两种,一是串联形式,另一种是并联形式,由于并联机构发生碰撞的几率较高,所以一般采用串联形式,虽然这种形式能够使机构体积较小,但是可靠性和稳定性较差。

发明内容

[0006] 为了解决以上技术问题,本发明的目的在于提出一种新型结构的腹腔微创外科手术机器人。

[0007] 为了达到上述目的,本发明提供了一种技术方案:腹腔微创外科手术机器人,它包括控制装置、机架和连接在机架上的至少三条机械臂、与机械臂相一一对应连接的至少三个末端执行器夹持装置,机械臂包括位置调整机构和能够通过控制装置进行控制的远心机构,

[0008] 位置调整机构包括通过第一滑动关节上下移动地连接在机架上的第一滑块、通过第一旋转关节与第一滑块相转动连接的第一杆件、通过第二旋转关节与第一杆件相转动连接的第三杆件、通过第三旋转关节与第二杆件相转动连接的第三杆件;

[0009] 远心机构包括通过第四旋转关节与第三杆件相枢转连接的枢转件、通过第五旋转关节与枢转件相转动连接的第一连杆、通过第六旋转关节与第一连杆相转动连接的第二连杆、通过第七旋转关节与第二连杆相转动连接的第三连杆、通过第二滑动关节与第三连杆相移动连接的第二滑块,末端执行器夹持装置与第二滑块相连接,第一连杆、第二连杆、第三连杆构成平行四边形机构。

[0010] 进一步地,枢转件的枢转轴线沿着Y轴方向设置,第一连杆的转动轴线、第二连杆的转动轴线、第三连杆的转动轴线均沿着X轴方向设置,第二滑块的移动方向为沿着Z轴方向,X轴、Y轴、Z轴构成空间直角坐标系。

[0011] 更进一步地,Y轴为枢转件的轴心线。

[0012] 更进一步地,枢转件的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $\pm 70^\circ$,第一连杆的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $-30^\circ \sim 60^\circ$,第二滑块的移动距离范围为250mm。

[0013] 进一步地,第一滑块的移动距离范围为900~1550mm,第一杆件的转动范围是 $-120^\circ \sim 20^\circ$,第二杆件的转动范围为 $\pm 120^\circ$,第三杆件的转动范围为 $\pm 100^\circ$ 。

[0014] 进一步地,第一杆件的长度为 $670 \pm 20\text{mm}$,第二杆件的长度为 $625 \pm 20\text{mm}$ 。

[0015] 进一步地,末端执行器夹持装置包括与第二滑块相枢转连接的操作杆、一端与操作杆相转动连接的腕部、分别转动连接在腕部的另一端且能够相对打开和夹紧的夹持钳左指和夹持钳右指。

[0016] 更进一步地,腕部的转动轴线同时垂直于操作杆的中心轴线和腕部的中心轴线。

[0017] 更进一步地,操作杆的转动范围为 $\pm 180^\circ$,腕部的转动范围为以操作杆的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$,夹持钳左指和夹持钳右指的转动范围均为以腕部的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$ 。

[0018] 进一步地,至少三条机械臂中,两条连接的末端执行器夹持装置所夹持的末端执行器为手术微器械,一条连接的末端执行器夹持装置所夹持的末端执行器为内窥镜。

[0019] 本发明腹腔微创外科手术机器人在进行腹腔微创外壳手术时,在术前,医生首先拖动无驱动控制的位置调整机构的各个构件和关节到合适的位置和姿态并固定,实现远心点在人体腹腔体表处的定位,其中各关节调整的顺序不分前后,只需要保证远心点位于合适的位置即可;然后再拖动可驱动控制的远心机构的各个构件和关节到合适的位置和姿态并固定,保证手术器械和内窥镜处于合适的位置和姿态,并将手术器械和内窥镜与腹腔切

口处的套管相连接,其中远心机构的各关节的调整顺序也不分前后,只需要保证手术器械和内窥镜处于合适的位置和姿态即可。术中,首先通过力反馈控制装置控制腹腔微创手术机器人第二个机械臂的末端执行器(内窥镜)运动到合适的位置和姿态,获取人体腹腔内部的病灶信息,然后再通过力反馈控制装置控制第一、第三个机械臂的末端执行器(手术微器械)在腹腔内的运动,实现手术微器械对腹腔内软组织的夹持、切割、缝合等手术操作,完成腹腔微创临床手术。在这个过程中,无驱动控制的位置调整机构不参与手术操作。

[0020] 由于采用上述技术方案,本发明腹腔微创外科手术机器人,机械臂的远心机构采用单平行四边形机构,增加了各关节的转角范围,提高了机械臂远心机构的灵活性和避障能力。该结构相较现有技术,不仅结构简单、体积小,而且具有很高的可靠性、稳定性和安全性,更具产业上的利用价值。

[0021] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0022] 附图1为本发明腹腔微创外科手术机器人的第一结构示意图,其中,只画出一条机械臂以进行说明;

[0023] 附图2为本发明腹腔微创外科手术机器人的第二结构示意图,其中,只画出一条机械臂以进行说明;

[0024] 附图3为本发明腹腔微创外科手术机器人中远心机构和末端执行器加持装置的结构示意图;

[0025] 附图4为本发明腹腔微创外科手术机器人中末端执行器加持装置的结构示意图;

[0026] 附图5为本发明腹腔微创外科手术机器人的使用状态示意图。

[0027] 图中标号为:

[0028] 100、机械臂;

[0029] 111、第一滑块;112、第一杆件;113、第二杆件;114、第三杆件;115、枢转件、116、第一连杆;117、第二连杆;118、第三连杆;119、第二滑块;

[0030] 121、第一滑动关节;122、第一旋转关节;123、第二旋转关节;124、第三旋转关节;125、第四旋转关节;126、第五旋转关节;127、第六旋转关节;128、第七旋转关节;129、第二滑动关节;

[0031] 200、末端执行器加持装置;201、操作杆;202、腕部;203、夹持钳左指;204、夹持钳右指;

[0032] 300、机架;

[0033] 400、手推车;401、底座;402、手柄;403、脚轮;

[0034] 500、显示器。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0036] 参照附图1至附图5,本实施例中的腹腔微创外科手术机器人,它包括控制装置、机

架和连接在机架上的至少三条机械臂100、与机械臂100相一一对应连接的至少三个末端执行器夹持装置200。

[0037] 每条机械臂100均包括位置调整机构和能够通过控制装置进行控制的远心机构。每条机械臂100一共有九个关节,九个自由度。

[0038] 位置调整机构由机械臂100的前四个关节组成,主要用来实现远心点在人体腹腔体表处的定位,它只有一种控制模式,即手动拖动,术前,手动移动无驱动控制的关节到合适的位置和姿态并固定,实现远心点在患者体表切口处的定位。如附图1和附图2所示,位置调整机构包括通过第一滑动关节上下移动地连接在机架上的第一滑块111、通过第一旋转关节与第一滑块111相转动连接的第一杆件112、通过第二旋转关节与第一杆件112相转动连接的第二杆件113、通过第三旋转关节与第二杆件113相转动连接的第三杆件114。

[0039] 远心机构由机械臂100的后五个关节组成,主要用来实现手术微器械(腹腔镜)在人体腹腔内的位置和姿态的调整,它有两种工作模式,手动拖动和主从控制。术前,手动拖动可驱动控制关节到合适的位置和姿态并固定,保证手术器械和内窥镜处于合适的位置和姿态,然后将手术器械和内窥镜与套管相连接;术中,医生通过力反馈装置控制远心机构绕患者腹部体表切口处进行远心运动,完成手术操作。如附图1至附图3所示,远心机构包括通过第四旋转关节与第三杆件114相枢转连接的枢转件115、通过第五旋转关节与枢转件115相转动连接的第一连杆116、通过第六旋转关节与第一连杆116相转动连接的第二连杆117、通过第七旋转关节与第二连杆117相转动连接的第三连杆118、通过第二滑动关节与第三连杆118相移动连接的第二滑块119,末端执行器夹持装置200与第二滑块119相连接,第一连杆116、第二连杆117、第三连杆118构成平行四边形机构。该平行四边形机构较其它类型的远心定位机构而言,结构简单、紧凑,且体积较小,关节角范围较大,大大地提高了机械臂远心定位机构的运动灵活性,增大了手术器械的活动范围。

[0040] 具体地,第一连杆116的转动轴线、第二连杆117的转动轴线、第三连杆118的转动轴线均沿着X轴方向设置,第二滑块119的移动方向为沿着Z轴方向,枢转件115的枢转轴线沿着Y轴方向设置,更为具体地,Y轴为枢转件115的轴心线。X轴、Y轴、Z轴构成空间直角坐标系。

[0041] 本实施例中,枢转件115的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $\pm 70^\circ$,第一连杆116的转动范围为以沿着Z轴方向的中心线 $-30^\circ \sim 60^\circ$,第二滑块119的移动距离范围为250mm。

[0042] 本实施例中,第一滑块111的移动距离范围为900~1550mm,第一杆件112的转动范围是 $-120^\circ \sim 20^\circ$,第二杆件113的转动范围为 $\pm 120^\circ$,第三杆件114的转动范围为 $\pm 100^\circ$ 。

[0043] 本实施例中,第一杆件112的长度为 $670 \pm 20\text{mm}$,第二杆件113的长度为 $625 \pm 20\text{mm}$ 。

[0044] 末端执行器夹持装置200具有四个自由度。如附图3和附图4所示,末端执行器夹持装置200包括与第二滑块119相枢转连接的操作杆201、一端与操作杆201相转动连接的腕部202、分别转动连接在腕部202的另一端且能够相对打开和夹紧的夹持钳左指203和夹持钳右指204。

[0045] 具体地,腕部202的转动轴线同时垂直于操作杆201的中心轴线和腕部202的中心轴线。

[0046] 本实施例中,操作杆201的转动范围为 $\pm 180^\circ$,腕部202的转动范围为以操作杆201

的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$ ，夹持钳左指203和夹持钳右指204的转动范围均为以腕部202的中心轴线为中心线 $\pm 90^\circ$ 。

[0047] 在一种更为优选的实施方案中，至少三条机械臂100中，两条连接的末端执行器夹持装置200所夹持的末端执行器为手术微器械，一条连接的末端执行器夹持装置200所夹持的末端执行器为内窥镜。本实施例中的机械臂100有四条，其中第四机械臂作为备用的机械臂，一般不参与手术操作，前三个机械臂中，第一和第三机械臂的末端执行器是手术微器械，直接参与手术操作，第二机械臂的末端执行器是内窥镜，用来反馈手术区域的病灶信息。

[0048] 参考附图5，本发明腹腔微创外科手术机器人在进行腹腔微创外壳手术时，在术前，医生首先拖动无驱动控制的位置调整机构的各个构件和关节到合适的位置和姿态并固定，实现远心点在人体腹腔体表处的定位，其中各关节调整的顺序不分前后，只需要保证远心点位于合适的位置即可；然后再拖动可驱动控制的远心机构的各个构件和关节到合适的位置和姿态并固定，保证手术器械和内窥镜处于合适的位置和姿态，并将手术器械和内窥镜与腹腔切口处的套管相连接，其中远心机构的各关节的调整顺序也不分前后，只需要保证手术器械和内窥镜处于合适的位置和姿态即可。术中，首先通过力反馈控制装置控制腹腔微创手术机器人第二个机械臂100的末端执行器（内窥镜）运动到合适的位置和姿态，获取人体腹腔内部的病灶信息，然后再通过力反馈控制装置控制第一、第三个机械臂100的末端执行器（手术微器械）在腹腔内的运动，实现手术微器械对腹腔内软组织的夹持、切割、缝合等手术操作，完成腹腔微创临床手术。在这个过程中，无驱动控制的位置调整机构不参与手术操作。

[0049] 由于采用上述技术方案，本发明腹腔微创外科手术机器人，机械臂100的远心机构采用单平行四边形机构，增加了各关节的转角范围，提高了机械臂100远心机构的灵活性和避障能力。该结构相较现有技术，不仅结构简单、体积小，而且具有很高的可靠性、稳定性和安全性，更具产业上的利用价值。

[0050] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，并不用于限制本发明，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变型，这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

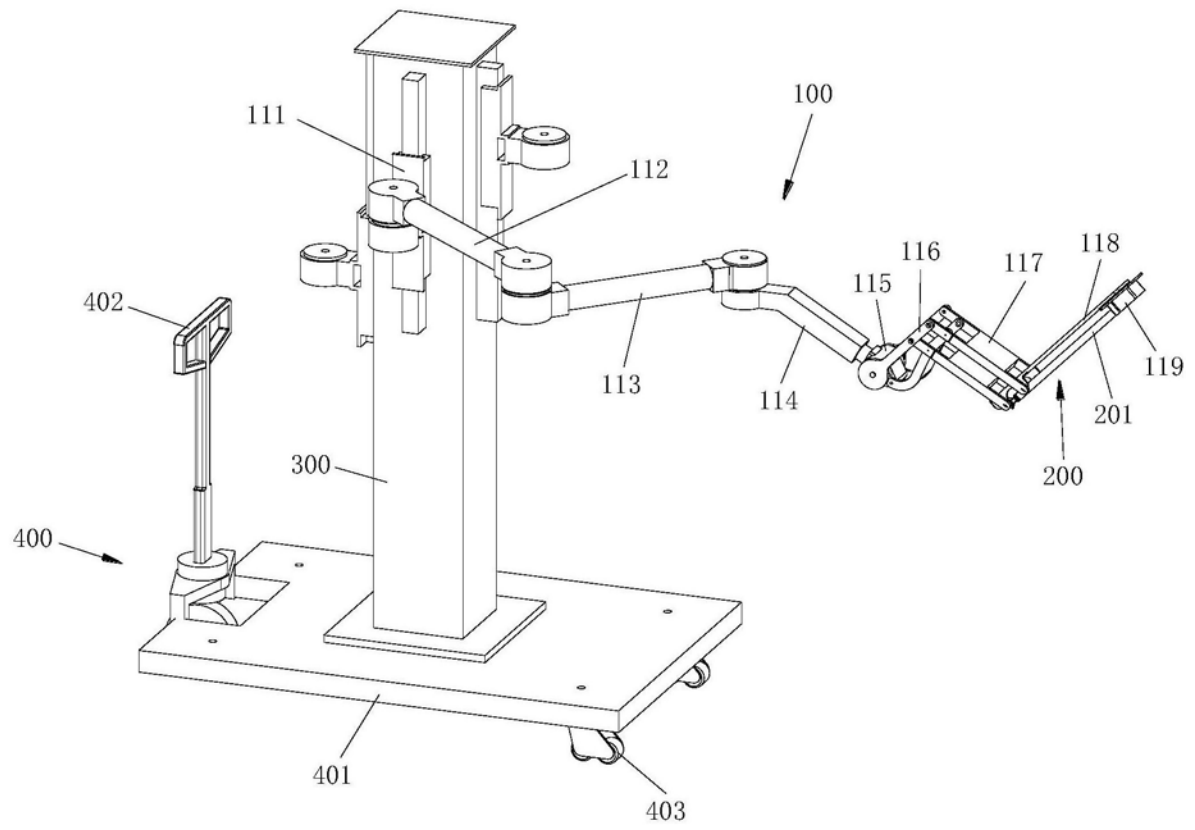


图1

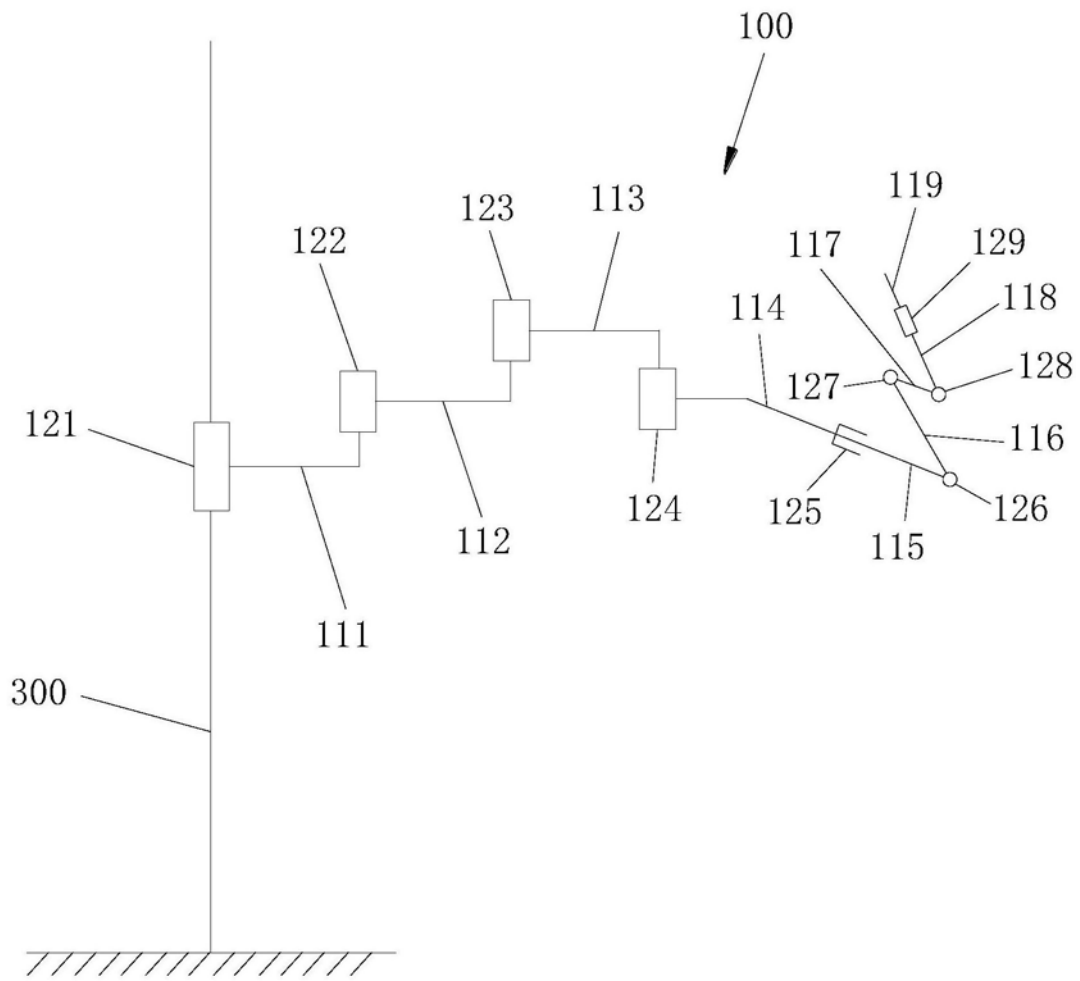


图2

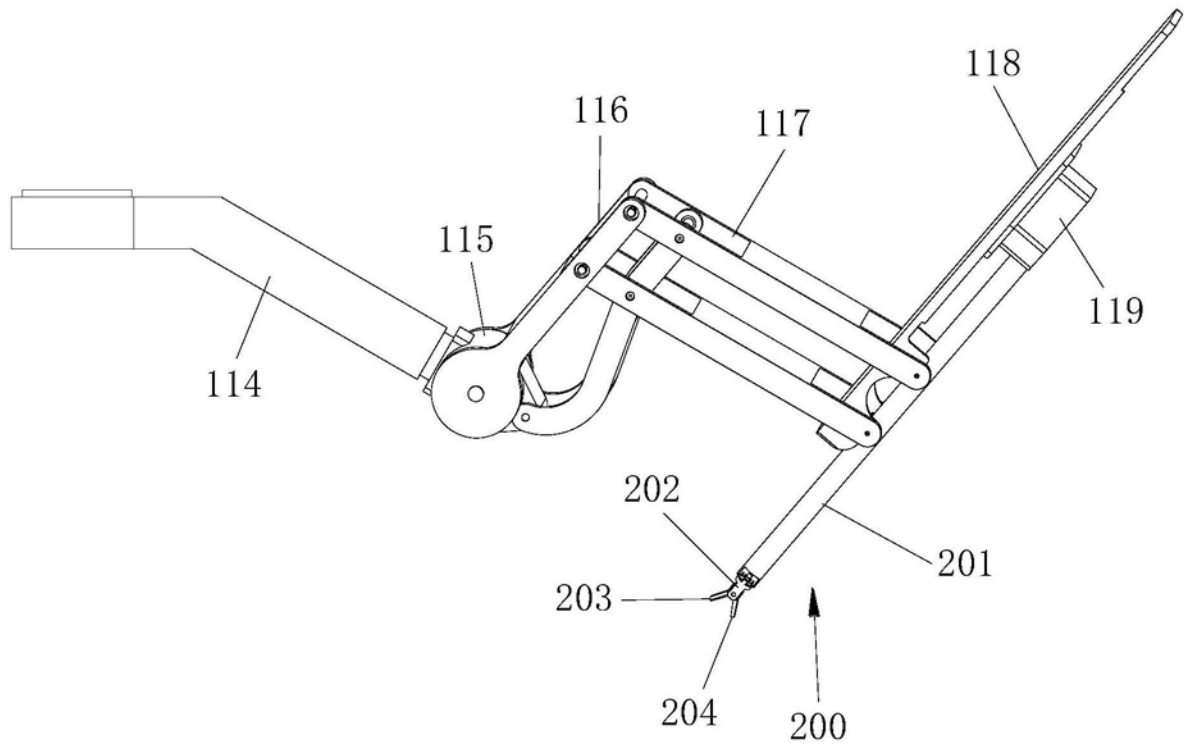


图3

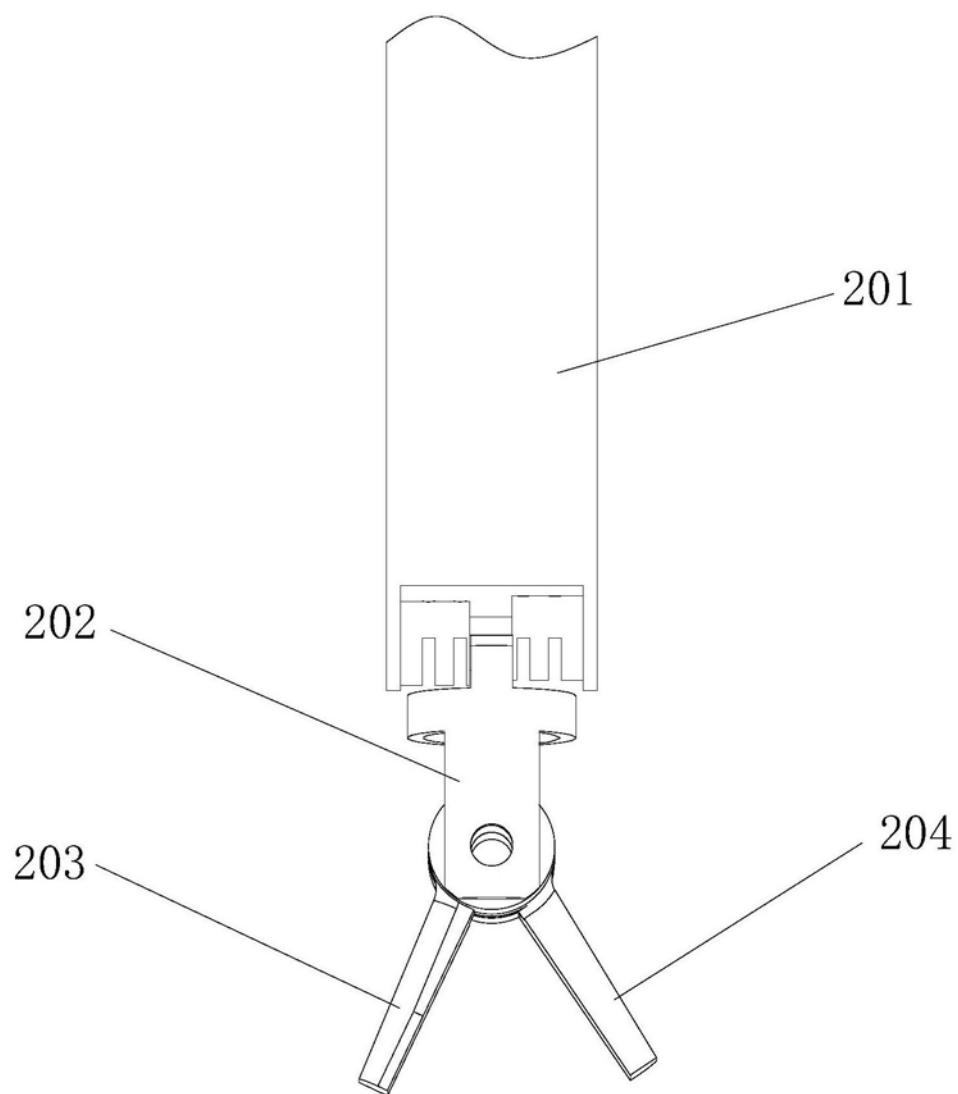


图4

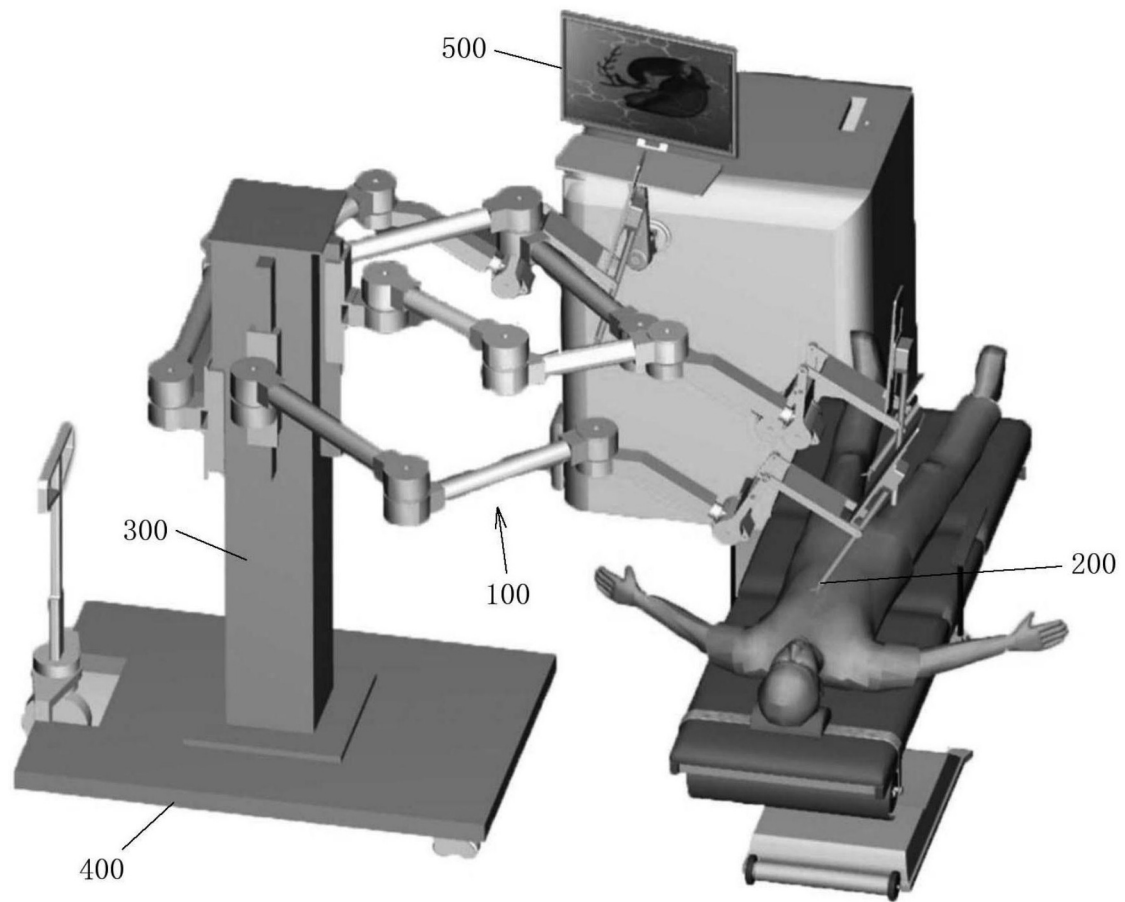


图5

专利名称(译)	腹腔微创外科手术机器人		
公开(公告)号	CN109009443A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810929855.0	申请日	2018-08-15
[标]申请(专利权)人(译)	苏州大学张家港工业技术研究院 苏州大学		
申请(专利权)人(译)	苏州大学张家港工业技术研究院 苏州大学		
当前申请(专利权)人(译)	苏州大学张家港工业技术研究院 苏州大学		
[标]发明人	张峰峰 陈军 吴昊 孙立宁		
发明人	张峰峰 陈军 吴昊 孙立宁		
IPC分类号	A61B34/30 A61B17/00		
CPC分类号	A61B17/00234 A61B34/30 A61B34/70 A61B2034/302 A61B2034/305		
代理人(译)	冯瑞 杨慧林		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种腹腔微创外科手术机器人，它包括控制装置、机架和连接在机架上的至少三条机械臂、与机械臂连接的至少三个末端执行器夹持装置，机械臂包括位置调整机构和能够通过控制装置进行控制的远心机构，位置调整机构包括第一滑块、转动连接的第一杆件、转动连接的第二杆件、转动连接的第三杆件；位置调整机构枢转连接的枢转件、转动连接的第一连杆、转动连接的第二连杆、转动连接的第三连杆、第二滑块。本腹腔微创外科手术机器人，机械臂的远心机构采用单平行四边形机构，增加了各关节的转角范围，提高了机械臂远心机构的灵活性和避障能力。该结构不仅结构简单、体积小，而且具有很高的可靠性、稳定性和安全性，更具产业上的利用价值。

