



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103948435 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201410206379. 1

(22) 申请日 2014. 05. 15

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 徐凯 赵江然 傅敏霄 阳志雄

戴正晨 梅务昆

(74) 专利代理机构 上海一平知识产权代理有限

公司 31266

代理人 蔡继清 翁霞

(51) Int. Cl.

A61B 19/00(2006. 01)

A61B 17/94(2006. 01)

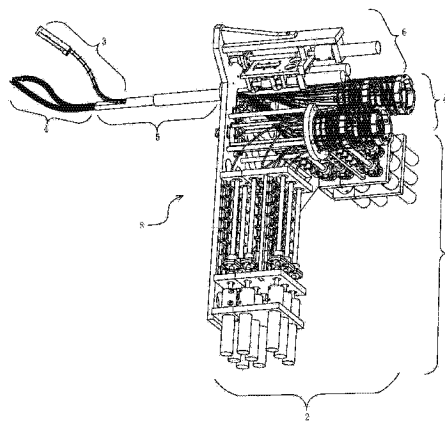
权利要求书2页 说明书8页 附图13页

(54) 发明名称

单孔腹腔镜微创手术机器人系统

(57) 摘要

本发明公开了一种单孔腹腔镜微创手术系统。该系统包括功能端和控制端。功能端包括功能机械臂、摄像照明模块以及套管模块。控制端包括摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块和固定模块。其中,摄像照明模块控制模块可实现摄像照明模块的伸缩和弯转,功能机械臂控制模块可实现功能机械臂的伸缩、弯转和末端执行器的开合,从而使得摄像照明模块与功能机械臂能够在缩入套管模块的姿态下通过单切口进入到腹腔的手术部位,且在到达手术部位后,摄像照明模块以及功能机械臂能够运动到指定空间位置进入工作姿态。本发明的功能端的最大直径仅为 12mm,因而本发明具有体积小、使用方便、安全等优点。



1. 一种单孔腹腔镜微创手术机器人系统,其特征在于,所述系统包括:

功能端,所述功能端包括摄像照明模块、功能机械臂及套管模块,所述摄像照明模块和所述功能机械臂能够在所述套管模块的通道中进行前后进给运动,和

控制端,所述控制端包括摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块及固定模块,所述摄像照明模块控制模块、所述功能机械臂控制模块以及所述套管模块均固定连接在所述固定模块上,其中

所述摄像照明模块控制模块用于驱动摄像照明模块的一个伸缩自由度和两个平面弯转自由度,所述功能机械臂控制模块用于驱动功能机械臂的两个伸缩自由度和四个弯转自由度,所述摄像照明模块与所述功能机械臂能够在缩入所述套管模块的姿态下通过单切口进入到人体腹腔的手术部位,且在到达手术部位后,所述摄像照明模块以及功能机械臂能够从所述套管模块中伸出并运动至指定空间位置而进入工作姿态。

2. 如权利要求 1 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统,其特征在于,所述摄像照明模块包括:

成像端,所述成像端设有 LED 照明装置和用于成像的两个 CCD 摄像头,和

摄像照明机械臂,所述摄像照明机械臂包括第一节摄像照明机械臂和第二节摄像照明机械臂,所述第一节摄像照明机械臂和第二节摄像照明机械臂为柔性连续体机构,其中

所述照明装置和摄像头通过柔性电路板与外界进行供电和通信,在所述摄像照明机械臂上设有供摄像头和照明装置的供电线路及信号线路通过的通道。

3. 如权利要求 2 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统,其特征在于,所述摄像模块照明模块控制模块包括:

上端控制模块,所述上端控制模块包括一个电机和直线滑板,该电机通过联轴器和滚珠丝杠驱动直线滑板相对于所述固定模块滑动,以及

下端控制模块,所述下端控制模块包括两个电机、两个直线导轨和两个锁紧块,所述两个电机分别通过相应的联轴器和滚珠丝杠驱动两个锁紧块前后运动。

4. 如权利要求 3 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统,其特征在于,所述摄像照明机械臂由三根不锈钢控制丝穿过间隔片和锁紧片构成,其中两根不锈钢控制丝的一端固定在所述第一节摄像照明机械臂的前端且另一端固定在所述摄像模块照明模块控制模块的一个锁紧块上,另一根不锈钢控制丝的一端固定于所述第二节摄像照明机械臂的前端且另一端固定在所述摄像模块照明模块控制模块的另一个锁紧块上。

5. 如权利要求 1 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统,其特征在于,所述功能机械臂模块包括功能机械臂、驱动环、末端执行器和末端执行器驱动机构,所述末端执行器位于所述功能机械臂的前端,所述驱动环和所述末端执行器驱动机构固定在所述固定模块上,所述驱动环用于连接功能机械臂控制模块与所述功能机械臂,所述末端执行器驱动机构用于驱动所述末端执行器运动,其中

所述驱动环包括扁线弹簧、固定基座、驱动丝和从动丝,所述扁线弹簧的两端固定于固定基座上,扁线弹簧四周开有豁口,供所述驱动丝通过,所述驱动丝的一端固定于固定基座上且另一端固定于所述功能机械臂控制模块,所述从动丝的一端固定于固定基座上且另一端固定于所述功能机械臂;

所述功能机械臂包括第一节功能机械臂和第二节功能机械臂,两节功能机械臂皆为柔

性连续体结构且能够实现空间中两个自由度的弯转和一个自由度的伸缩；以及

所述末端执行器驱动机构包括压紧板、末端执行器控制丝、直线导轨和基座，所述基座固定于所述固定模块上，所述直线导轨固定于所述基座上，末端执行器控制丝的一端固定在所述压紧板上且另一端固定于所述末端执行器上，所述压紧板能够沿直线导轨滑动。

6. 如权利要求 1 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统，其特征在于，所述套管模块由三根刚性管体构成，分别为固定套管、插入式套管和多腔套管，所述固定套管与所述控制端的固定模块固定相连，所述插入式套管与所述固定套管固定相连，所述插入式套管为连接腹腔与外界的通道，所述多腔套管以及功能端的所有手术用部件在插入式套管中穿过。

7. 如权利要求 5 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统，其特征在于，所述功能机械臂模块控制模块包括驱动环驱动模块和末端执行器驱动机构的驱动模块，其中

所述驱动环驱动模块包括电机、联轴器、滚珠丝杠、螺母副、驱动丝压紧板、直线导轨，所述电机驱动带动所述螺母副连同所述驱动丝压紧板沿着所述直线导轨前后运动，进而实现推拉驱动丝的前后运动；

所述末端执行器驱动机构的驱动模块电机、联轴器、滚珠丝杠、螺母副、直线导轨、驱动杆，驱动杆与末端执行器驱动机构中压紧板的末端连接，通过所述电机驱动所述驱动杆相对于所述直线导轨前后推拉，从而实现末端执行器驱动机构中压紧板的前后运动。

8. 如权利要求 1 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统，其特征在于，所述固定模块包括整体基座，在所述整体基座上设有摄像照明模块控制模块基座、功能机械臂控制模块基座、驱动环基座和末端执行器驱动机构安装基座，分别用于安装固定摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块、驱动环和末端执行器驱动机构。

9. 如权利要求 1 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统，其特征在于，所述功能端的最大直径为 12mm。

10. 如权利要求 5 或 7 所述的单孔腹腔镜微创手术机器人系统，其特征在于，所述驱动环驱动模块和所述末端执行器驱动机构还包括多个间隔板，驱动丝和末端执行器控制丝分别穿过各间隔板，相邻间隔板通过韧性好的连接线相连，从而保证推动驱动丝的过程中，相邻间隔板之间距离不会增加而导致驱动丝和 / 或末端执行器控制丝发生失稳弯曲。

## 单孔腹腔镜微创手术机器人系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医用器械,特别涉及单孔腹腔镜微创手术系统。

### 背景技术

[0002] 现代医疗领域中微创手术成功地降低了病人的术后疼痛、并发症、住院时间并改善了术后的疤痕状况。虽然经人体自然腔道腹腔镜手术(natural orifice trans-luminal endoscopic surgery, NOTES)方法不需要任何切口,但技术难度较高,手术器械需要通过一个狭长复杂的人体腔道之后进行夹持缝合等手术动作,大部分现有 NOTES 手术机构均存在体积过大、操作精度不够等诸多缺陷,很难满足腹腔镜缝合手术的技术要求,导致这一类器械并未在临床上被广泛应用。故由于微创手术独特的优点,更多的病人开始选择微创手术。

[0003] 在微创手术中,腹腔镜手术为一大类。在多数腹腔镜手术过程中,手术器械、腹腔镜及气腹针进入人体往往需要通过两个或两个以上的小切口。但随着人们对微创手术效果的要求越来越高,手术切口的数量进一步被控制,最后有学者提出了单孔腹腔镜手术,其可通过 1.5cm ~ 4cm 的小切口置入多个穿刺器或一个带有多个操作孔道的穿刺器,通过操作孔道置入手术器械完成手术操作。通常取脐部小切口,但不完全限于脐部。单孔腹腔镜手术能将手术所需要的切口减少到一个,因而成为微创手术的一个重要发展方向,故而针对单孔腹腔镜手术机器人的研究具有十分重要的意义。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种结构紧凑、操作灵活,功能端外径为 12mm,通过少数电机驱动冗余机械臂的单孔腹腔镜微创手术机器人系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种单孔腹腔镜微创手术机器人系统,该系统包括:

[0006] 功能端,功能端包括摄像照明模块、功能机械臂及套管模块,套管模块固定连接在固定模块上,摄像照明模块和功能机械臂能够在套管模块的通道中进行前后进给运动;以及

[0007] 控制端,控制端包括摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块及固定模块,摄像照明模块控制模块和功能机械臂控制模块固定连接在固定模块上,其中

[0008] 摄像照明模块控制模块用于驱动摄像照明模块的一个伸缩自由度和两个平面弯转自由度,功能机械臂控制模块用于驱动功能机械臂的两个伸缩自由度和四个弯转自由度,摄像照明模块与功能机械臂能够在缩入套管模块的姿态下通过单切口进入到人体腹腔的手术部位,且在到达手术部位后,摄像照明模块以及功能机械臂能够从套管模块中伸出并运动至指定空间位置而进入工作姿态。

[0009] 在一优选实施例中,摄像照明模块包括成像端和摄像照明机械臂,成像端设有照明装置和用于立体成像的两个摄像头,摄像照明机械臂包括第一节摄像照明机械臂和第二节摄像照明机械臂,第一节摄像照明机械臂和第二节摄像照明机械臂具有柔性连续体机

构,其中照明装置和摄像头通过柔性电路板与外界进行供电和通信,在摄像照明机械臂上设有供摄像头和照明装置的供电线路及信号线路通过的通道。

[0010] 在一优选实施例中,照明装置为 LED 灯,较佳地摄像照明模块的成像端上粘结 10 个 LED 灯。

[0011] 在一优选实施例中,摄像照明模块最大直径为 12mm。

[0012] 在一优选实施例中,摄像模块照明模块控制模块包括:上端控制模块,上端控制模块包括单电机和直线滑板,单电机通过联轴器和滚珠丝杠驱动直线滑板相对于固定模块滑动;以及下端控制模块,下端控制模块包括两个电机、两个直线导轨和两个锁紧块,两个电机分别通过相应的联轴器和滚珠丝杠驱动两个锁紧块前后运动。

[0013] 在一优选实施例中,摄像照明机械臂由三根不锈钢控制丝穿过间隔片和锁紧片构成,其中两根不锈钢控制丝的一端固定在第一节摄像照明机械臂的前端且另一端固定在摄像模块照明模块控制模块的一个锁紧块上,另一根不锈钢控制丝的一端固定于第二节摄像照明机械臂的前端且另一端固定在摄像模块照明模块控制模块的另一个锁紧块上。

[0014] 在一优选实施例中,功能机械臂模块包括功能机械臂、驱动环、末端执行器和末端执行器驱动机构,末端执行器位于功能机械臂的前端,驱动环和末端执行器驱动机构固定在固定模块上,驱动环用于连接功能机械臂控制模块与功能机械臂,末端执行器驱动机构用于驱动末端执行器运动,其中,驱动环包括扁线弹簧、固定基座、驱动丝和从动丝,扁线弹簧的两端固定于固定基座上,扁线弹簧的四周开有豁口供驱动丝通过,驱动丝的一端固定于固定基座上且另一端固定于功能机械臂控制模块,从动丝的一端固定于固定基座上且另一端固定于功能机械臂;功能机械臂包括第一节功能机械臂和第二节功能机械臂,两节功能机械臂皆为柔性连续体结构且能够实现空间中两个自由度的弯转和一个自由度的伸缩;末端执行器驱动机构包括压紧板、末端执行器控制丝、直线导轨和基座,基座固定于固定模块上,直线导轨固定于基座上,末端执行器控制丝的一端固定在压紧板上且另一端固定于末端执行器上,压紧板能够沿直线导轨滑动。

[0015] 在一优选实施例中,驱动环包括两节扁线弹簧、三个固定基座、八根驱动丝和十八根从动丝,每节扁线弹簧中各穿过九根从动丝,穿过一节扁线弹簧的九根从动丝固定于第一节功能机械臂的末端,穿过另一节扁线弹簧的九根从动丝固定于第二节功能机械臂的末端。

[0016] 在一优选实施例中,该末端执行器为手术钳,该手术钳包括滑块、销、主动钳和被动钳。其中,被动钳的始端与功能机械臂固定相连,穿过末端执行器驱动机构中的末端执行器控制丝与滑块固定,不锈钢丝推拉滑块可带动销同时在主动钳滑槽和被动钳滑槽中滑动,当销滑至滑槽的两端时,可实现主动钳的开或闭。

[0017] 在一优选实施例中,驱动丝的直径为 1.2mm,从动丝的直径为 0.4mm。

[0018] 在一优选实施例中,套管模块包括固定套管、插入式套管和多腔套管,固定套管与控制端的固定模块固定相连,插入式套管与固定套管固定相连,插入式套管为连接腹腔与外界的通道,多腔套管以及功能端的所有手术用部件在插入式套管中穿过。

[0019] 在一优选实施例中,插入式套管的直径为 12mm。

[0020] 在一优选实施例中,多腔套管的腔道中可伸入用于抽血、充气以及吸气的细管等。

[0021] 在一优选实施例中,功能机械臂模块控制模块包括驱动环驱动模块和末端执行器

驱动机构的驱动模块,其中,驱动环驱动模块包括电机、联轴器、滚珠丝杠、螺母副、驱动丝压紧板、直线导轨,电机驱动带动螺母副连同驱动丝压紧板沿着直线导轨前后运动,进而实现推拉驱动丝的前后运动;末端执行器驱动机构的驱动模块电机、联轴器、滚珠丝杠、螺母副、直线导轨、驱动杆,驱动杆与末端执行器驱动机构中压紧板的末端连接,通过电机驱动驱动杆相对于直线导轨前后推拉,从而实现末端执行器驱动机构中压紧板的前后运动。

[0022] 在一优选实施例中,每个功能机械臂控制模块具有九个电机,其中八个电机通过滚珠丝杠与直线导轨分别推拉八根驱动丝从而控制驱动环中扁线弹簧的形状,其中四根驱动丝用于控制第一节扁线弹簧,其余四根丝用于控制第二节扁线弹簧,第一节和第二节扁线弹簧的变形则可分别推拉每节中九根从动丝来驱动第一节功能机械臂和第二节功能机械臂的运动;第九个电机用于通过滚珠丝杠与直线导轨推拉用于控制末端执行器的末端执行器控制丝。

[0023] 在一优选实施例中,固定模块包括整体基座,在整体基座上设有摄像照明模块控制模块基座、功能机械臂控制模块基座、驱动环基座和末端执行器驱动机构安装基座,分别用于安装固定摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块、驱动环和末端执行器驱动机构。

[0024] 在一优选实施例中,在整体基座上设有与工业机器人机械连接的接口法兰。

[0025] 在一优选实施例中,功能端的最大直径为 12mm。

[0026] 在一优选实施例中,驱动环驱动模块和末端执行器驱动机构还包括间隔板,驱动丝和末端执行器控制丝分别穿过间隔板,相邻间隔板通过韧性好的连接线相连,从而保证推动驱动丝的过程中,相邻间隔板之间距离不会增加而导致驱动丝和 / 或末端执行器控制丝发生失稳弯曲。

[0027] 在一优选实施例中,功能机械臂模块可实现快换功能,能方便地对机械臂进行更换。

[0028] 本发明的单孔腹腔镜微创手术系统中,功能端中摄像照明模块和功能机械臂的最大外径为 12mm。该系统能以一种闭合的姿态通过直径仅为 12mm 的单切口到达手术部位,之后其功能端可伸展成工作姿态以进行手术操作,同时功能机械臂可方便地进行快换。本发明的功能端可以灵活地伸缩以及朝向各个方向弯转,使得操作者能够方便地使用本系统来进行微创手术。本发明具有体积小、使用方便、安全等优点。

## 附图说明

[0029] 图 1 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的整体结构的立体图;

[0030] 图 2a 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的摄像照明模块的立体图;

[0031] 图 2b 是图 2 中摄像照明模块的成像端的立体图;

[0032] 图 3a 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的单只功能机械臂模块的立体图;

[0033] 图 3b 是图 3a 中单只功能机械臂模块的驱动环的立体图;

[0034] 图 3c 是图 3a 中单只功能机械臂模块的柔性连续体机械臂的立体图;

[0035] 图 3d 是图 3a 中单只功能机械臂模块的末端执行器的立体图;

[0036] 图 3e 是图 3a 中单只功能机械臂模块的末端执行器驱动机构的立体图;

[0037] 图 4 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的套管模块的立体图;

- [0038] 图 5 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的摄像照明模块控制模块的立体图；
- [0039] 图 6a 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的功能机械臂控制模块的立体图；
- [0040] 图 6b 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的驱动环驱动模块的立体图；
- [0041] 图 6c 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的末端执行器驱动机构的驱动模块立体图；以及
- [0042] 图 7a 和 7b 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的固定模块不同视角的立体图。

### 具体实施方式

[0043] 以下将结合附图对本发明的较佳实施例进行详细说明，以便更清楚理解本发明的目的、特点和优点。应理解的是，附图所示的实施例并不是对本发明范围的限制，而只是为了说明本发明技术方案的实质精神。

[0044] 图 1 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的整体结构的立体图。

[0045] 如图 1 所示，本发明的单孔腹腔镜微创手术系统包括功能端 1 和控制端 2 两大部分，其中功能端 1 包括摄像照明模块 3、功能机械臂模块 4 及套管模块 5，控制端 2 包括摄像照明模块控制模块 6、功能机械臂控制模块 7 及固定模块 8。其中，套管模块 5、摄像照明模块控制模块 6 和功能机械臂控制模块 7 均固定连接在固定模块 8 上，摄像照明模块 1 和功能机械臂能够在套管模块 5 的通道中进行前后进给运动。

[0046] 摄像照明模块控制模块 6 用于控制摄像照明模块 1 的伸缩和弯转，功能机械臂控制模块 7 用于实现功能机械臂 4 的伸缩和弯转，摄像照明模块 1 与功能机械臂能够在缩入套管模块 5 的姿态下通过单切口进入到人体腹腔的手术部位，且在到达手术部位后，摄像照明模块 1 以及功能机械臂能够从套管模块 5 中伸出并运动至指定空间位置从而进入工作姿态。

[0047] 图 1 所示的单孔腹腔镜微创手术系统包括两个功能机械臂，然而应理解，根据实际需要，也可包括三个、四个或更多个功能机械臂。

[0048] 图 2a 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的摄像照明模块的立体图。如图 2a 所示，本发明的单孔腹腔镜微创手术系统功能端的摄像照明模块包括成像端 9 和摄像照明机械臂，其中摄像照明机械臂包括皆具有柔性连续体机构的第一节摄像照明机械臂 10 和第二节摄像照明机械臂 11。摄像照明机械臂由结构骨（包括不锈钢丝 12 与镍钛合金板）、间隔片和锁紧片构成。

[0049] 具体地，摄像照明机械臂包括三根不锈钢丝 12，其中两根不锈钢丝用于控制第一节摄像照明机械臂 10 的弯转运动，这两根不锈钢丝的一端固定在第一节摄像照明机械臂 10 的前端 101；另一根不锈钢丝用于控制第二节摄像照明机械臂 11 的弯转运动，这一根不锈钢丝的一端固定在第二节摄像照明机械臂 11 的前端 111。三根不锈钢丝 12 的另一端固定于摄像照明模块控制模块的锁紧块 48 上，下文中将进一步描述。

[0050] 图 2b 是图 2 中摄像照明模块的成像端的立体图。如图 2b 所示，本发明的摄像照明模块成像端 9 包括成像端头部 15 和保护盖板 16，其中，在成像端头部 15 设有用于照明的 LED 照明灯 13 和用于立体成像的两个摄像头 14，保护盖板 16 用于保护摄像头 14，LED 照明灯和摄像头均通过柔性电路板与外界进行供电和通信，且在摄像照明机械臂上设有供摄像头和 LED 灯的供电线路及信号线路通过的通道。该摄像照明机械臂可实现空间中两个自由

度的弯转运动,同时可在套管模块的通道中进行前后进给运动。

[0051] 两个摄像头 14 可实现立体视觉,从而减少摄像照明模块的自由度。

[0052] 较佳地,成像端头部设有十个 LED 灯和两个摄像头。

[0053] 较佳地,摄像照明模块最大直径为 12 毫米。

[0054] 图 3a 本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的单只功能机械臂模块的立体图。如图 3a 所示,本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的单只功能机械臂模块包括功能机械臂 17、驱动环 18、末端执行器 19 和末端执行器驱动机构 20。末端执行器 19 位于功能机械臂 17 的前端,驱动环 18 连接功能机械臂控制模块 7 与功能机械臂 17,驱动环 18 的变形将推拉一端固定于其中的不锈钢丝,不锈钢丝穿过起轨道固定作用的不锈钢管 21 进而驱动柔性连续体机械臂运动。

[0055] 末端执行器驱动机构同样可通过推拉其中固定的一根不锈钢丝来控制手术钳的开闭。

[0056] 不同的功能机械臂可以携带不同种类的末端执行器,本例中优选地采用手术钳。实际手术中,可通过快速更换功能机械臂来进行不同种类的手术操作。

[0057] 图 3b 是图 3a 中单只功能机械臂模块的驱动环的立体图。如图 3b 所示,驱动环 18 包括两节扁线弹簧 22、三个固定基座 23、八根连接功能机械臂控制模块 4 的不锈钢丝 24 以及十八根用于驱动柔性连续体机械臂的不锈钢丝 25。不锈钢丝 24 和不锈钢丝 25 的一端均固定于固定基座 23 上,同时扁线弹簧 22 的两端也固定于固定基座上,由此,通过功能机械臂控制模块 4 推拉不锈钢丝 24 可以控制两节扁线弹簧 22 的弯曲形状,进而推拉穿过两节扁线弹簧 22 中的十八根不锈钢丝 25。每节扁线弹簧 22 中穿过九根不锈钢丝 25,每九根不锈钢丝 25 用于控制功能机械臂中的一节功能机械臂,故驱动环 18 可控制两节功能机械臂,下文中将进一步描述。

[0058] 较佳地,不锈钢丝 24 的直径为 1.2mm,不锈钢丝 25 的直径为 0.4mm。

[0059] 图 3c 是图 3a 中单只功能机械臂模块的功能机械臂的立体图。如图 3c 所示,本发明的功能机械臂 17 包括非圆套管 26、间隔片 27、第一节功能机械臂 28 和第二节功能机械臂 29。其中,间隔片 27 的截面形状从非圆截面向圆截面渐变,第一节功能机械臂 28 和第二节功能机械臂 29 均具有由外圈打孔的波纹管焊接而成的柔性连续体结构且均可实现空间中两个自由度的弯转和伸缩。波纹管结构使得功能机械臂抗扭强度增加,每个机械臂具有两柔性连续体结构,且每节柔性体结构可以改变自身的长短,因而增加了机械臂的灵活度。

[0060] 由驱动环 18 控制的十八根不锈钢丝通过不锈钢管 21 穿过非圆套管 26 和间隔片 27,一节扁线弹簧控制的九根不锈钢丝一端固定于第一节功能机械臂 28 末端,另一节扁线弹簧控制的九根不锈钢丝一端固定于第二节功能机械臂 29 末端,从而实现驱动环 18 对功能机械臂 17 的控制。在该功能机械臂中设有供控制末端执行器的不锈钢丝通过的通道。

[0061] 在单孔腹腔镜微创手术机器人系统处于闭合状态时,功能机械臂可携带末端执行器(即手术工具)完全收回到最大外径为 12mm 的套管模块通道之中。

[0062] 图 3d 是图 3a 中单只功能机械臂模块的末端执行器的立体图。如图 3d 所示,本实施例中,末端执行器 19 为采用连杆滑块机构的手术钳,该手术钳包括滑块 30、销 31、主动钳 32 和被动钳 33。其中,被动钳 33 在被动钳始端 330 与功能机械臂 17 固定相连,末端执行器驱动机构 20 中推拉的一根不锈钢丝 35 穿过被动钳始端 330 与滑块 30 固定,不锈钢丝 35

推拉滑块可带动销 31 同时在主动钳滑槽 310 和被动钳滑槽 311 中滑动,当销 31 滑至滑槽的两端时,可实现主动钳 32 的开或闭。

[0063] 图 3e 是图 3a 中单只功能机械臂模块的末端执行器驱动机构的立体图。如图 33 所示,末端执行器驱动机构 20 包括不锈钢丝压紧板 34、不锈钢丝 35、间隔板 36、直线导轨 37 和基座 38。通过功能机械臂控制模块 7 中电机的驱动,推拉不锈钢丝压紧板 34 沿导轨 37 前后滑动,进而推拉穿过间隔板的不锈钢丝从而实现对末端执行器的控制。其中间隔板 36 亦可沿导轨 37 滑动,每两块相邻间隔板 36 通过韧性极好的钓鱼线相连,保证了推动镍钛丝 35 的过程中,相邻间隔板之间距离不会增加而导致镍钛丝 35 发生失稳弯曲。基座 38 可通过背面的凸台孔 380 以销连接的方式固定于控制端固定模块 8 上,这种连接保证了功能机械臂整体相对于单孔腹腔镜微创手术系统的快拆性。

[0064] 图 4 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的套管模块 5 的立体图。如图 4 所示,本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的套管模块 5 包括皆为刚性管体的固定套管 39、插入式套管 40 和多腔套管 41。其中,固定套管 39 与控制端固定模块 8 固定相连,并用于固定插入式套管 40。手术时,插入式套管 40 为连接腹腔与外界的唯一通道,多腔套管 41 以及功能端 1 的所有手术用部件会从插入式套管 40 中穿过。较佳地,插入式套管 40 的最大外径仅为 12mm。多腔套管 41 中的腔道中可伸入用于抽血、充气以及吸气的细管等。

[0065] 上文描述了单孔腹腔镜微创手术系统功能端 1 的各个部件的结构,下文将对单孔腹腔镜微创手术系统的控制端 2 的各个部件进行详细描述。

[0066] 控制端 2 的各个部件均位于病人体外。控制端 2 可化分为摄像照明模块控制模块 6、功能机械臂控制模块 7 和固定模块 8,各个控制模块中均有相应的驱动电机与传动系统。摄像照明模块控制模块 6 位于控制端 2 的上端,两套功能机械臂控制模块 7 相互垂直地对称布置于控制端 2 的下端,这三个控制模块共同固定于固定模块 8 上,固定模块 8 具有与工业机器人相连的接口,在未来应用中,工业机器人可带动单孔腹腔镜微创手术系统整体运动并到达病人腹腔切口处。

[0067] 图 5 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的摄像照明模块控制模块 6 的立体图。如图 5 所示,本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的摄像照明模块控制模块 6 固定连接于固定模块 8 的摄像照明模块控制模块基座 65 上,摄像照明模块控制模块 6 包括上端控制模块和下端控制模块。上端控制模块包括单电机 42、联轴器 43、滚珠丝杠 44、直线导轨 45、螺母副 46 和直线滑板,单电机 42 通过联轴器和滚珠丝杠驱动直线滑板相对于直线导轨 45 滑动。下端控制模块包括左右对称布置的两个电机 42'、两个联轴器 43'、两个滚珠丝杠 44'、两个直线导轨 45'、两个螺母副 46' 以及锁紧块 48a、48b,两个直线导轨 45' 固定安装在直线导轨 45 上,锁紧块 48a、48b 可沿相应的直线导轨 45' 滑动。这两个电机 42' 可分别通过联轴器 43' 和滚珠丝杠 44' 驱动锁紧块 48a、48b 前后运动,由于摄像照明模块 3 中驱动两节摄像照明机械臂 10、11 的三根镍钛丝 12 的一端固定于锁紧块 48a、48b 上,故两个锁紧块 48a、48b 的前后运动可推拉其中的不锈钢丝进而实现两节柔性连续体结构的弯转运动。其中,用于控制第一节摄像照明机械臂的两根不锈钢丝的一端固定在锁紧块 48a 上,用于控制第二节摄像照明机械臂的另一根不锈钢丝的一端固定在锁紧块 48b 上。

[0068] 由此可以看出,上端电机 42a 连同滚珠丝杠与直线导轨控制下端控制模块的整体前后进给,进而控制摄像照明模块的整体前后进给;下端两个电机 42b 连同滚珠丝杠与直

线导轨分别推拉用于控制摄像照明模块 3 的两节柔性连续体结构机械臂的不锈钢丝 12, 进而控制成像端的空间位置。

[0069] 图 6a 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的单只功能机械臂模块控制模块的立体图。如图 6a 所示, 本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的单只功能机械臂模块控制模块由八组驱动环驱动模块 49 和一组末端执行器驱动机构的驱动模块 50 组成, 八组驱动环驱动模块 49 可分别推拉八根通过不锈钢套管的直径为 1.2mm 的不锈钢丝 24 进而控制驱动环 18, 一组末端执行器驱动机构的驱动模块 50 用于直接推拉末端执行器驱动机构中的不锈钢丝 35。整体功能机械臂控制模块与固定模块相连接固定。

[0070] 单孔腹腔镜微创手术系统的两个功能机械臂控制模块共具有十八个电机, 每个控制模块具有九个电机, 其中八个电机通过滚珠丝杠与直线导轨分别推拉八根直径 1.2mm 的不锈钢丝 24, 通过推拉这八根合金丝控制驱动环 18 中扁线弹簧 22 的形状, 其中四根丝控制第一节扁线弹簧, 其余四根丝控制第二节扁线弹簧, 第一节与第二节扁线弹簧的变形则可分别推拉每节中九根直径 0.4mm 的不锈钢丝来驱动第一节功能机械臂和第二节功能机械臂的运动。单只功能机械臂模块控制模块的第九个电机可通过滚珠丝杠与直线导轨推拉用于控制末端执行器的不锈钢丝 35。

[0071] 图 6b 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的驱动环驱动模块的立体图。如图 6b 所示, 本发明的驱动环驱动模块 49 结构与末端执行器驱动机构 20 类似, 驱动环驱动模块 49 包括电机 51、联轴器 52、滚珠丝杠 53、螺母副 54、镍钛丝压紧板 55、直线导轨 56 和间隔板 57。通过电机驱动带动螺母副 54 连同固定在其上的不锈钢丝压紧板 55 沿着直线导轨 56 前后运动, 进而实现推拉不锈钢丝的前后运动。各个间隔板 57 亦可沿直线导轨 56 滑动, 每两块相邻间隔板 57 以韧性极好的钓鱼线相连, 从而保证推动末端不锈钢丝的过程中, 相邻间隔板之间距离不会增加而导致不锈钢丝发生失稳弯曲。

[0072] 图 6c 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的末端执行器驱动机构的驱动模块立体图。如图 6c 所示, 末端执行器驱动机构的驱动模块 50 包括电机 58、联轴器 59、滚珠丝杠 60、螺母副 61、直线导轨 62、驱动杆 63, 驱动杆 63 的端部与末端执行器驱动机构 20 中压紧板 34 的末端 630 通过销连接。该模块的驱动原理与驱动环驱动模块的驱动原理类似, 可实现驱动杆 63 的前后推拉, 进而可实现末端执行器驱动机构中不锈钢丝压紧板 34 的前后运动。

[0073] 图 7a 和 7b 是本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的固定模块立体图。固定模块用于提供手术系统各部件的支撑固定并作为与工业机器人机械连接的接口法兰。如图 7 所示, 本发明的单孔腹腔镜微创手术系统的固定模块 8 包括整体基座 64、摄像照明模块控制模块基座 65、两套功能机械臂控制模块基座 66、两套驱动环基座 67 和两套末端执行器驱动机构基座 68。其中, 末端执行器驱动机构中的基座 38 通过上下两组销连接固定于末端执行器驱动机构基座 68 上。整体基座 64 中心的圆盘可作为与工业机器人机械连接的接口法兰。

[0074] 本发明的单孔腹腔镜微创手术系统结构紧凑, 功能端中摄像照明模块和功能机械臂的最大外径为 12mm, 这大大小于现有的腹腔镜系统的直径 (一般超过 15mm)。该系统能以一种闭合的姿态通过直径仅为 12mm 的单切口到达手术部位, 之后其功能端可伸展成工作姿态以进行手术操作, 同时功能机械臂可方便地实现快拆快换。此外, 本发明的功能端可以

灵活地伸缩以及朝向各个方向弯转,使得操作者能够方便地使用本系统来进行微创手术。

[0075] 以上已详细描述了本发明的较佳实施例,但应理解到,在阅读了本发明的上述讲授内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改。这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

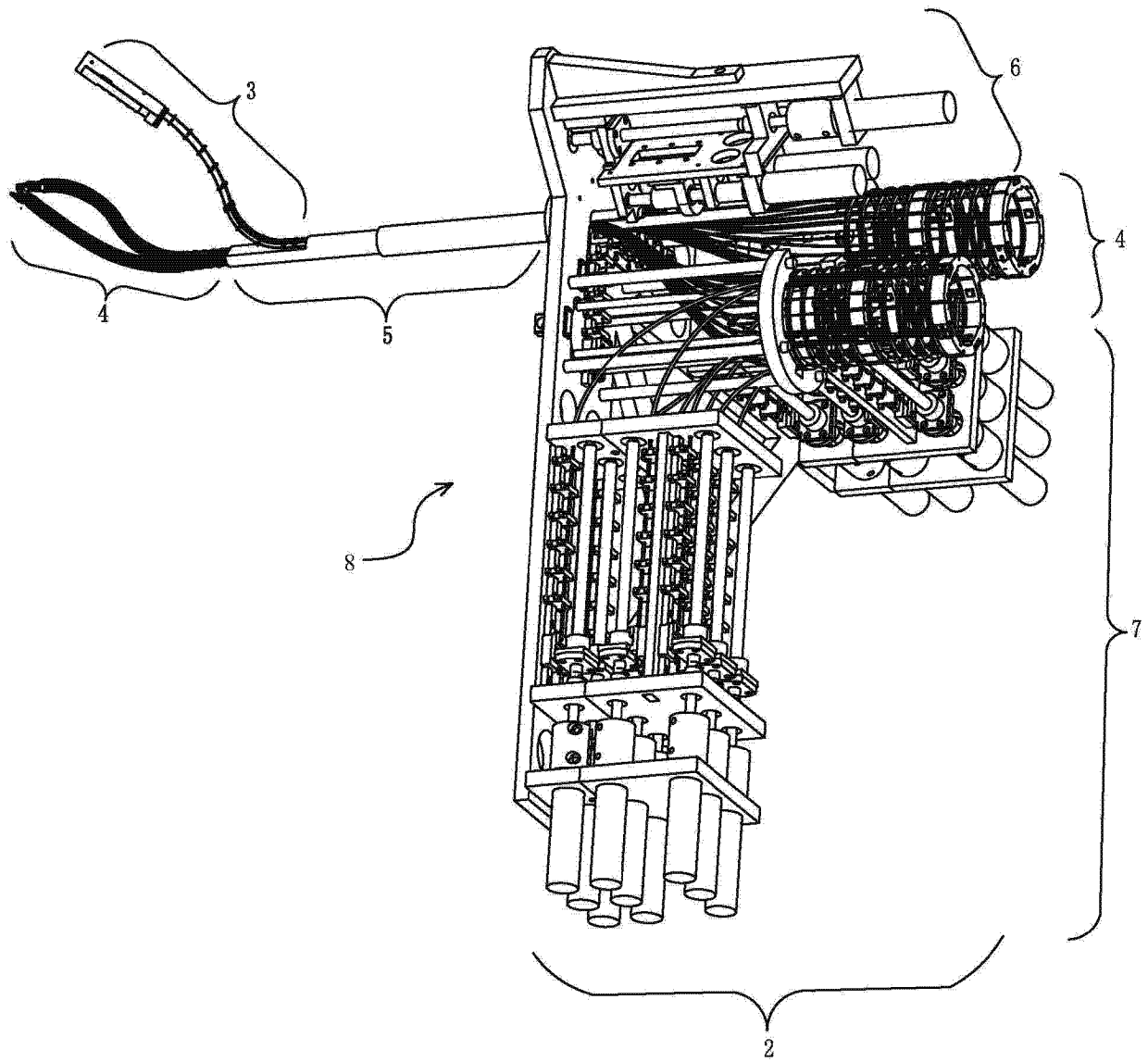


图 1

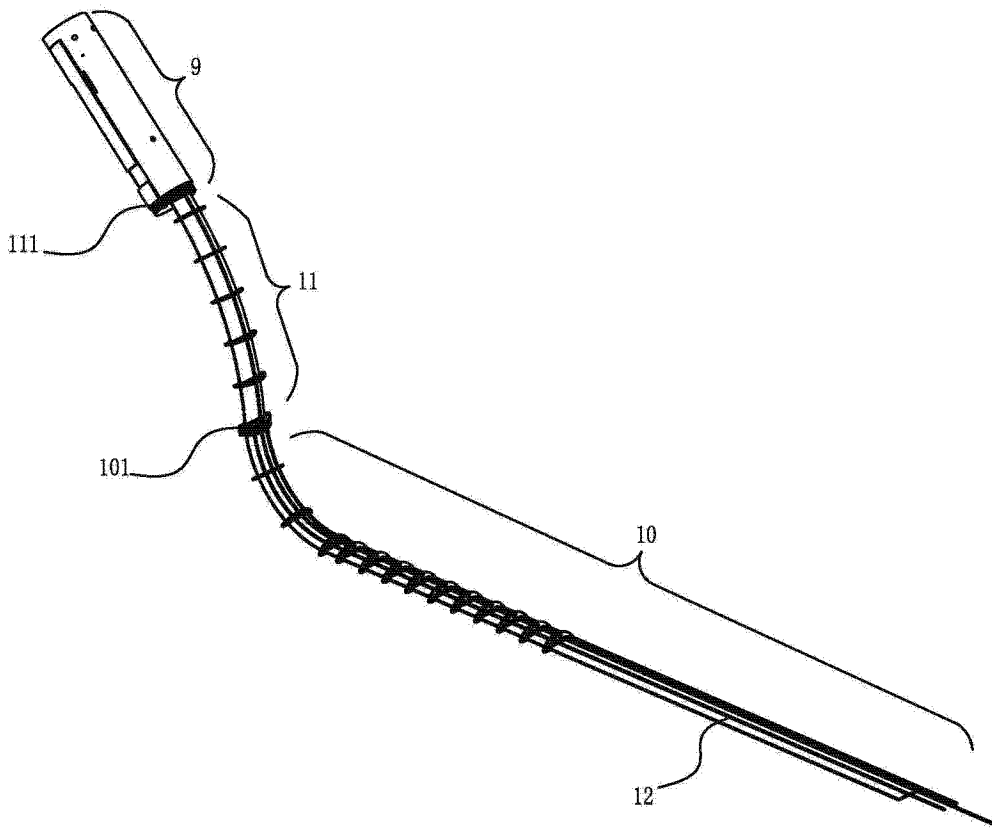


图 2a

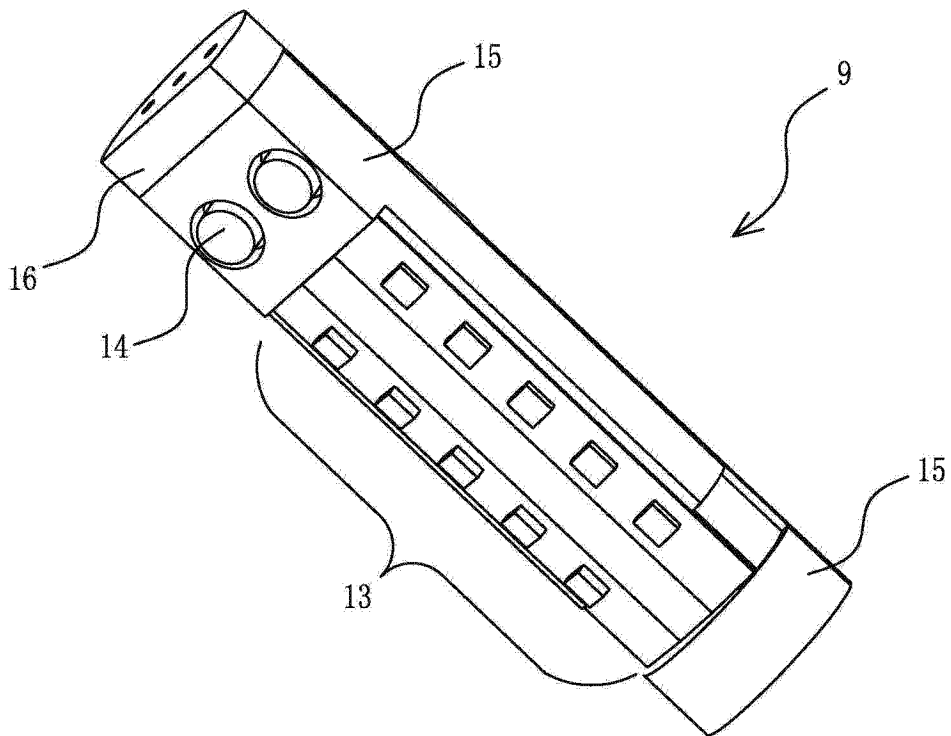


图 2b

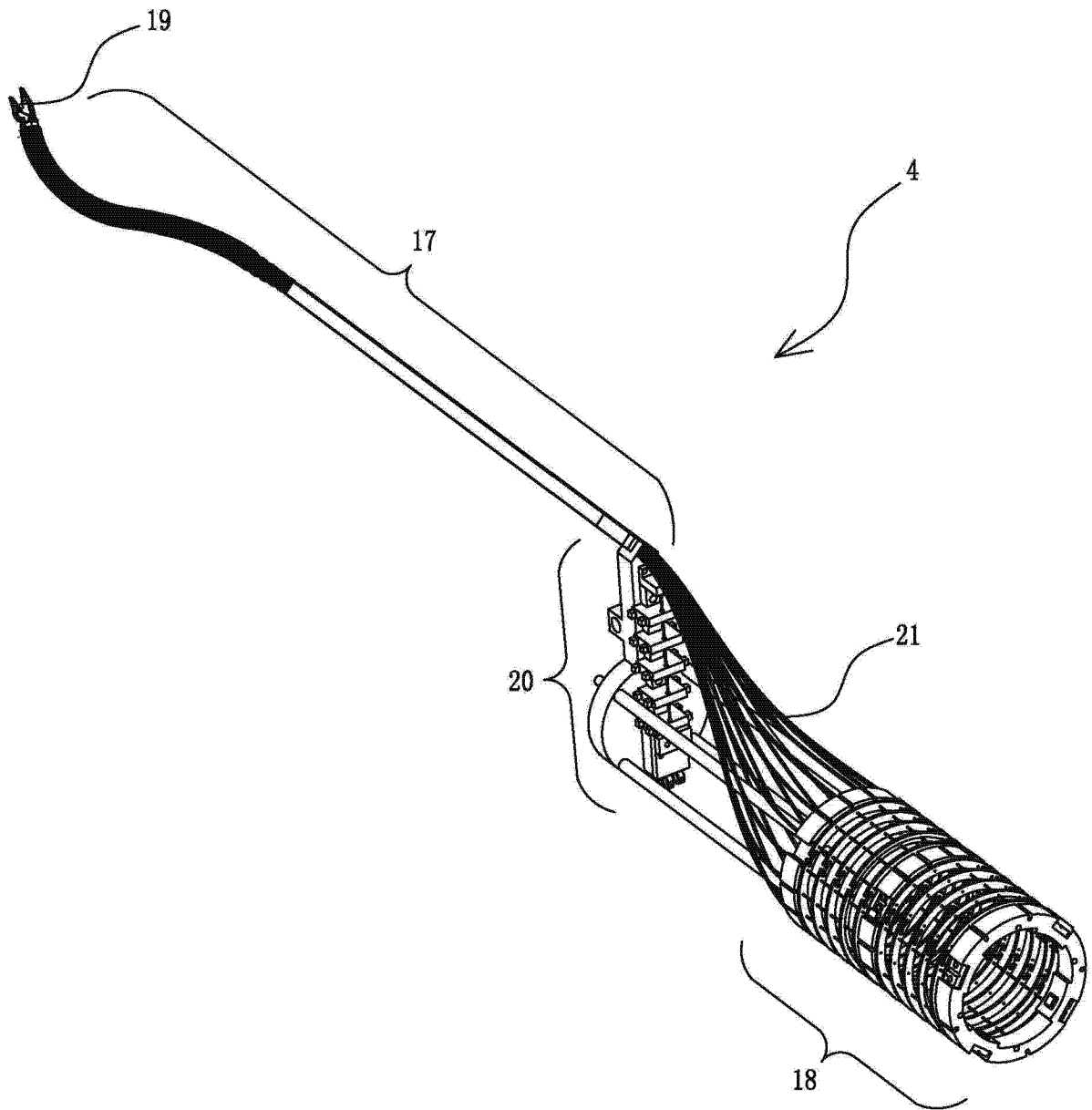


图 3a

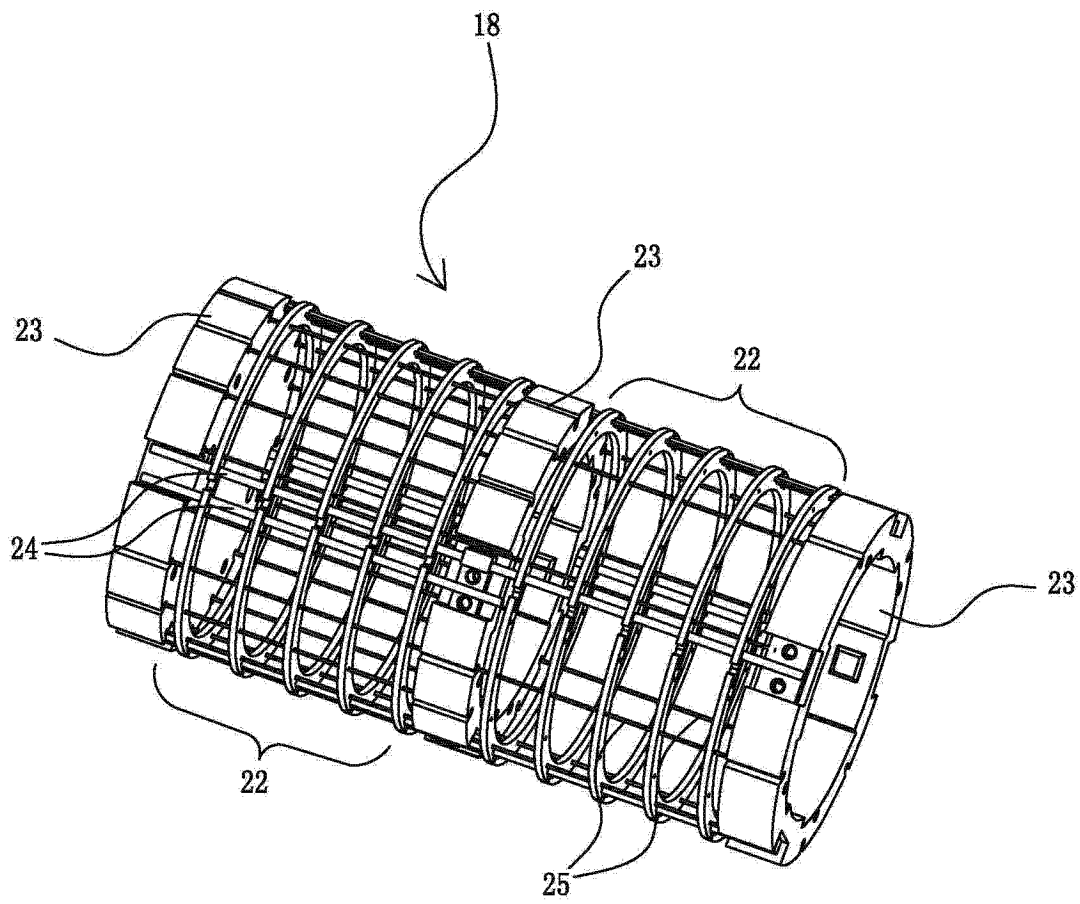


图 3b

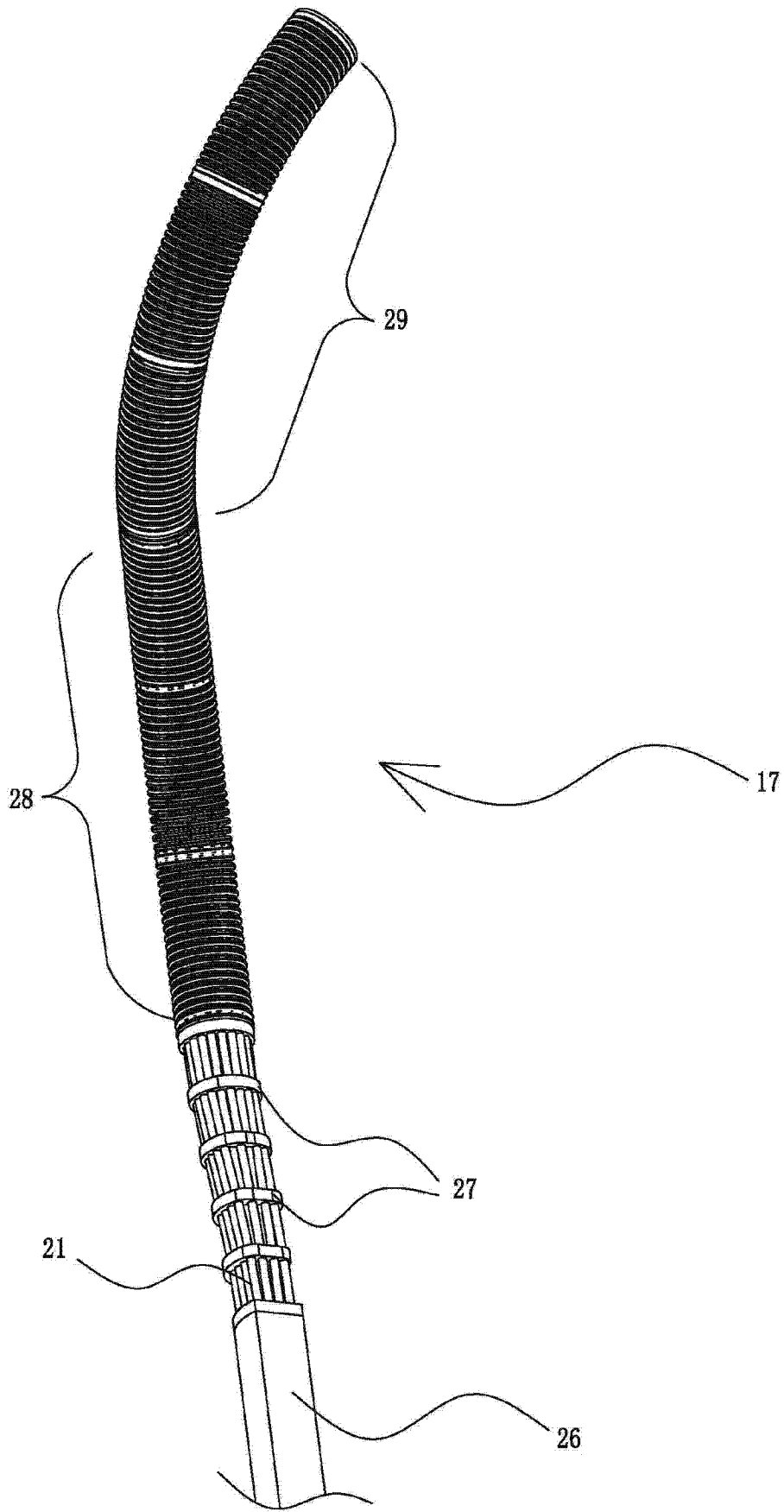


图 3c

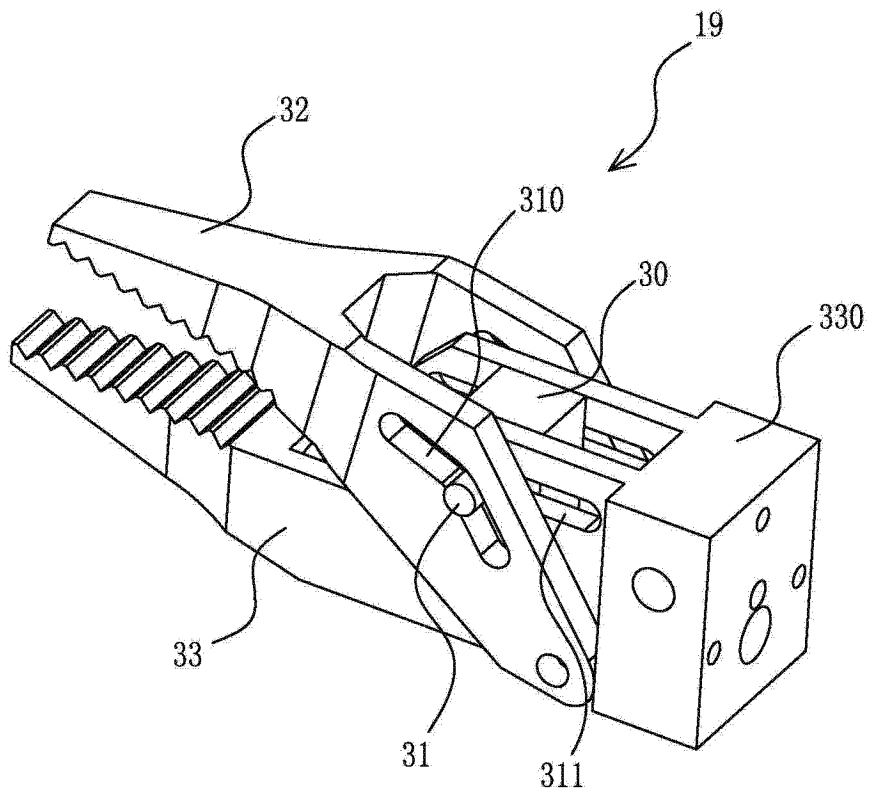


图 3d

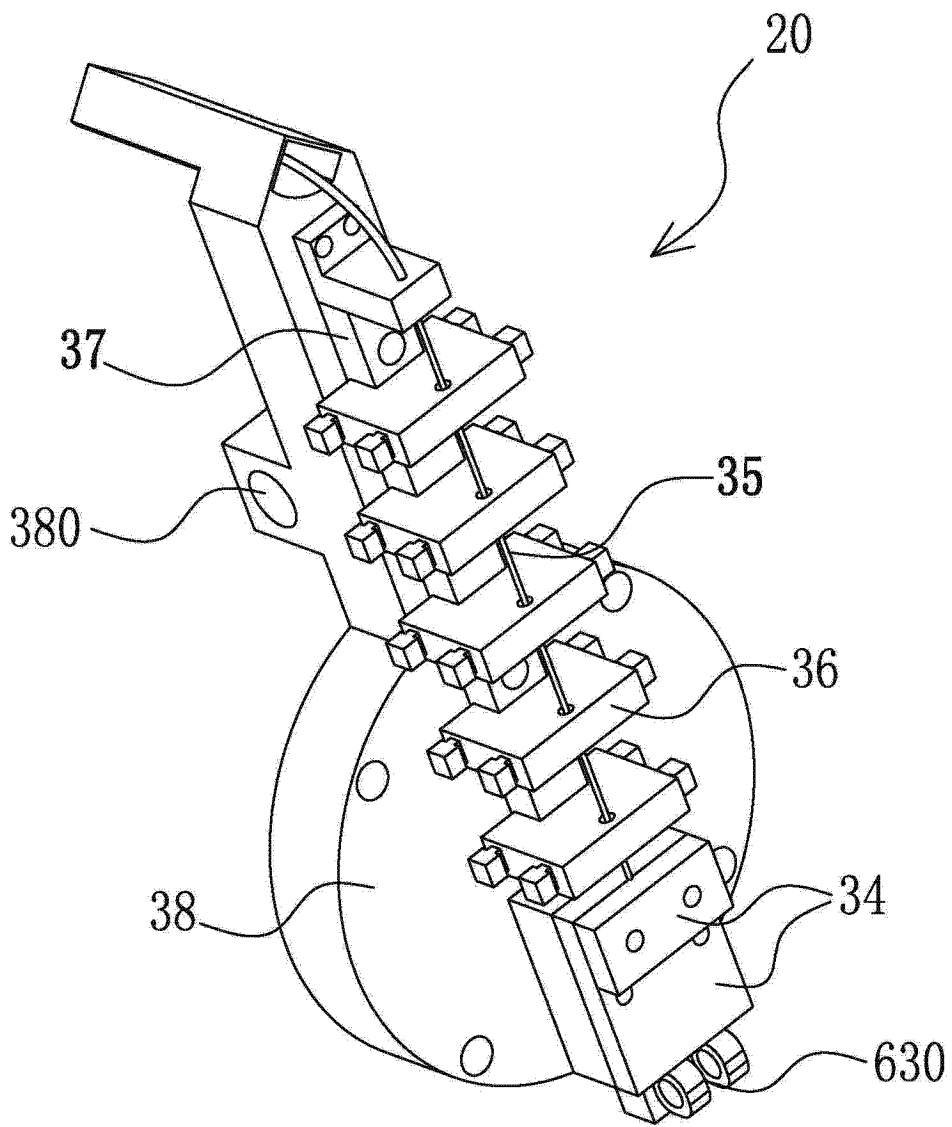


图 3e

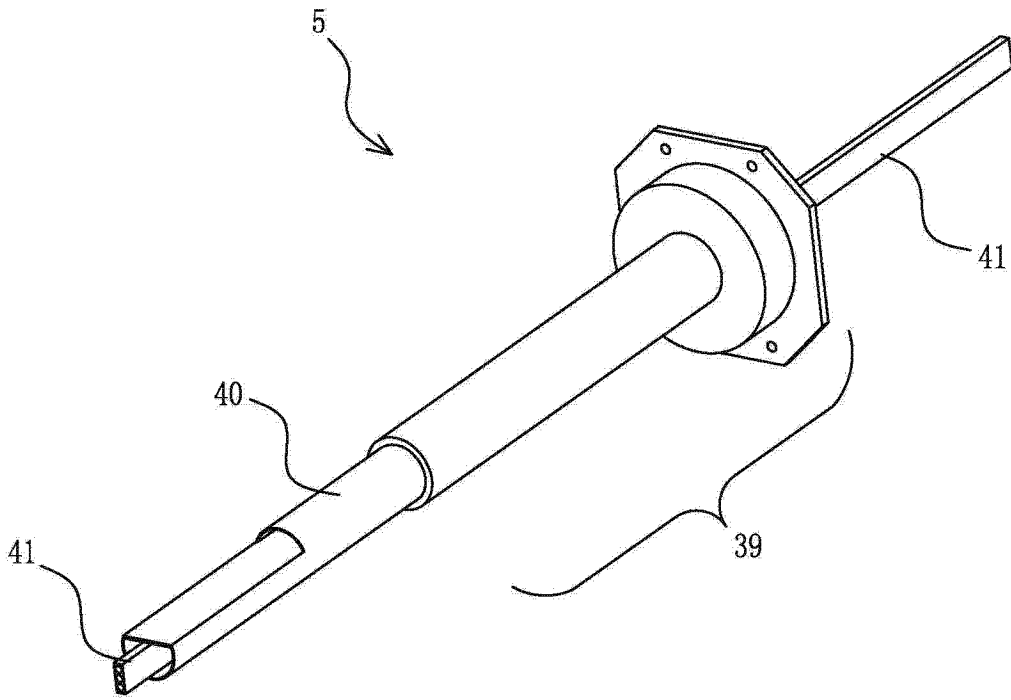


图 4

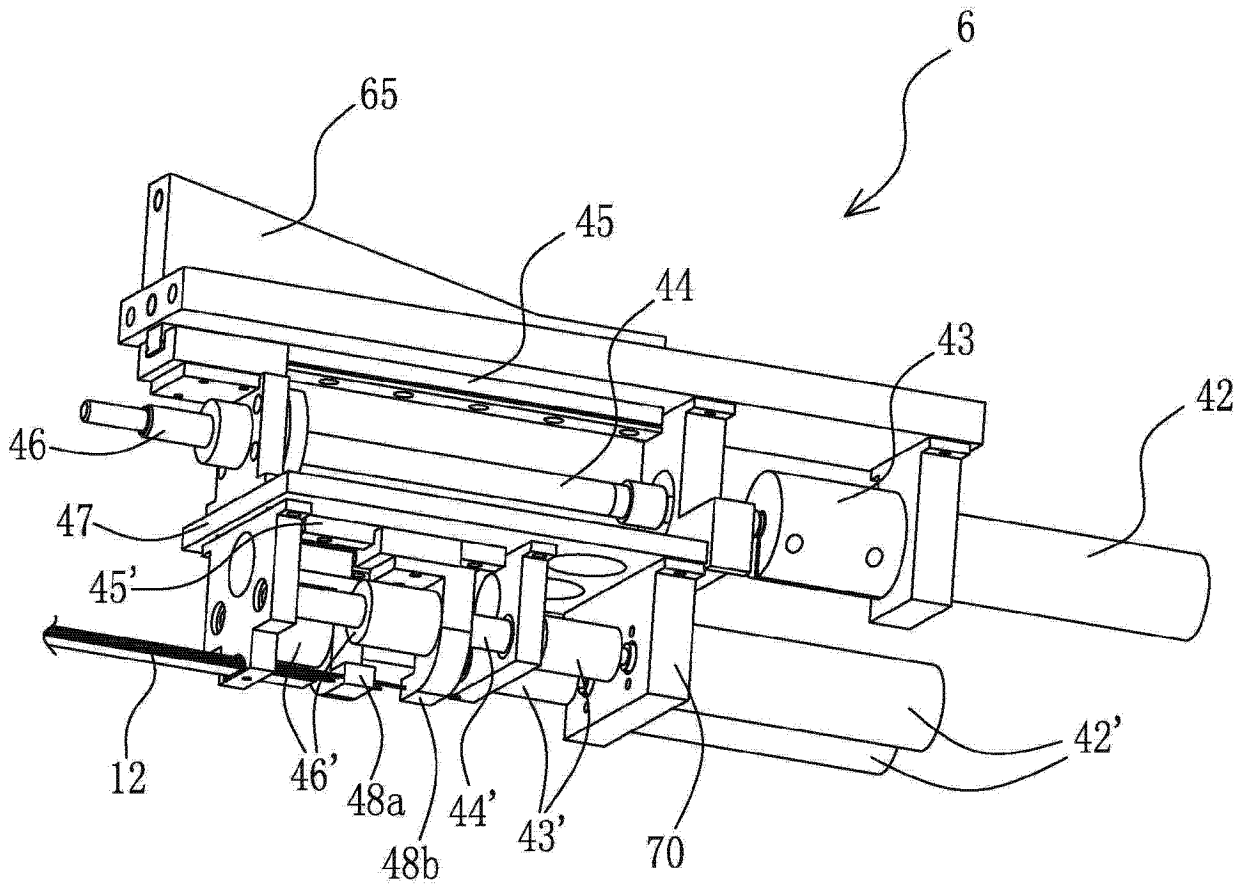


图 5

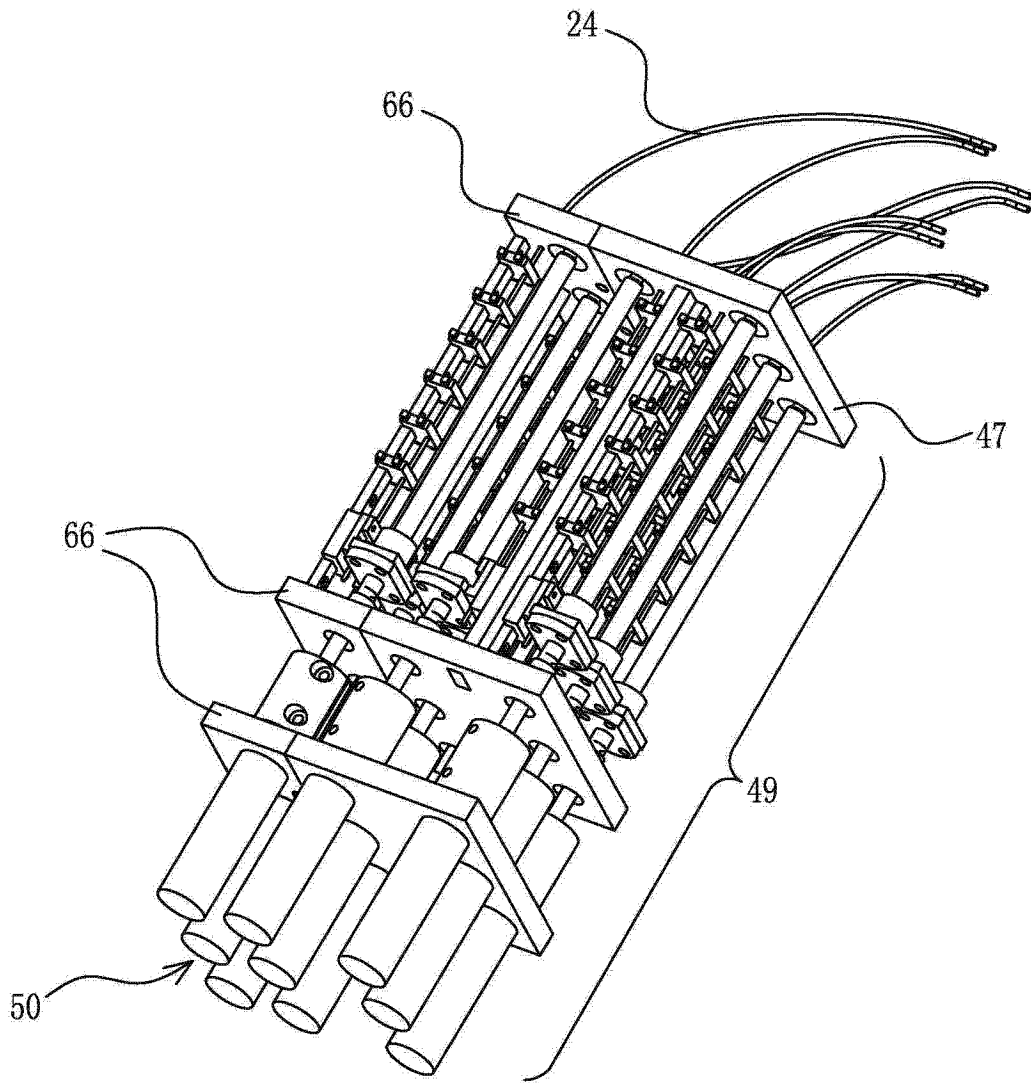


图 6a

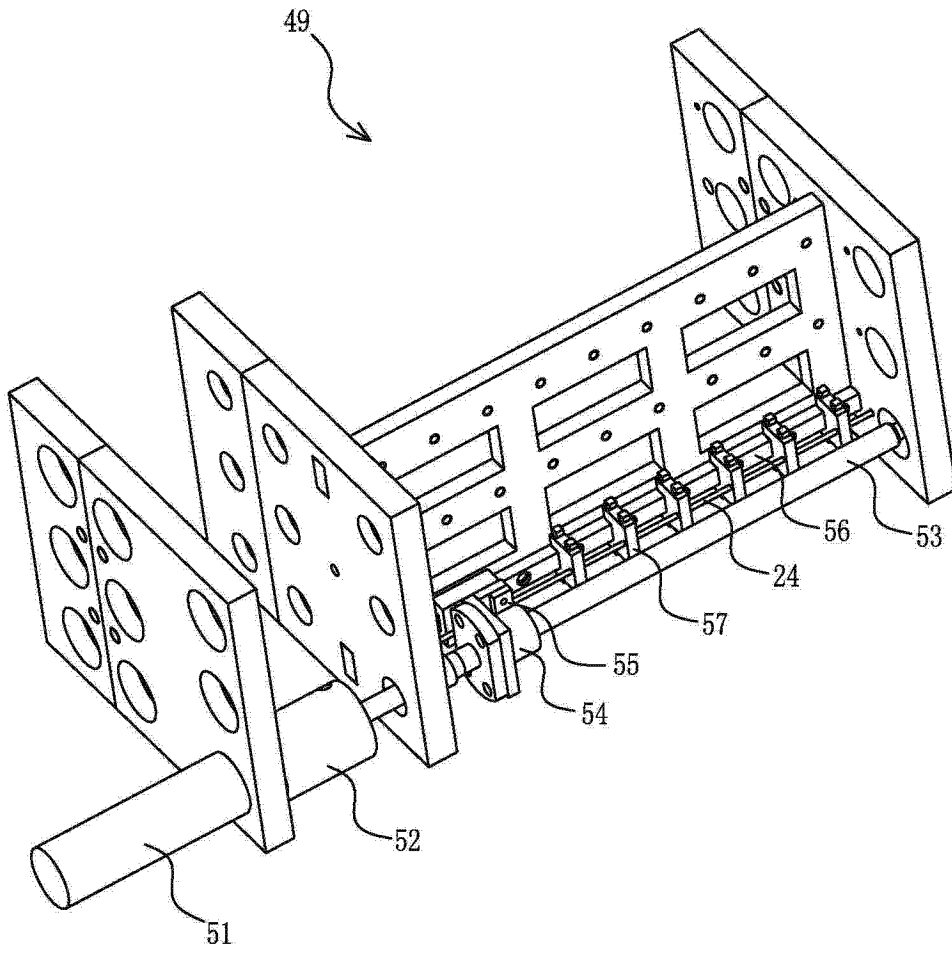


图 6b

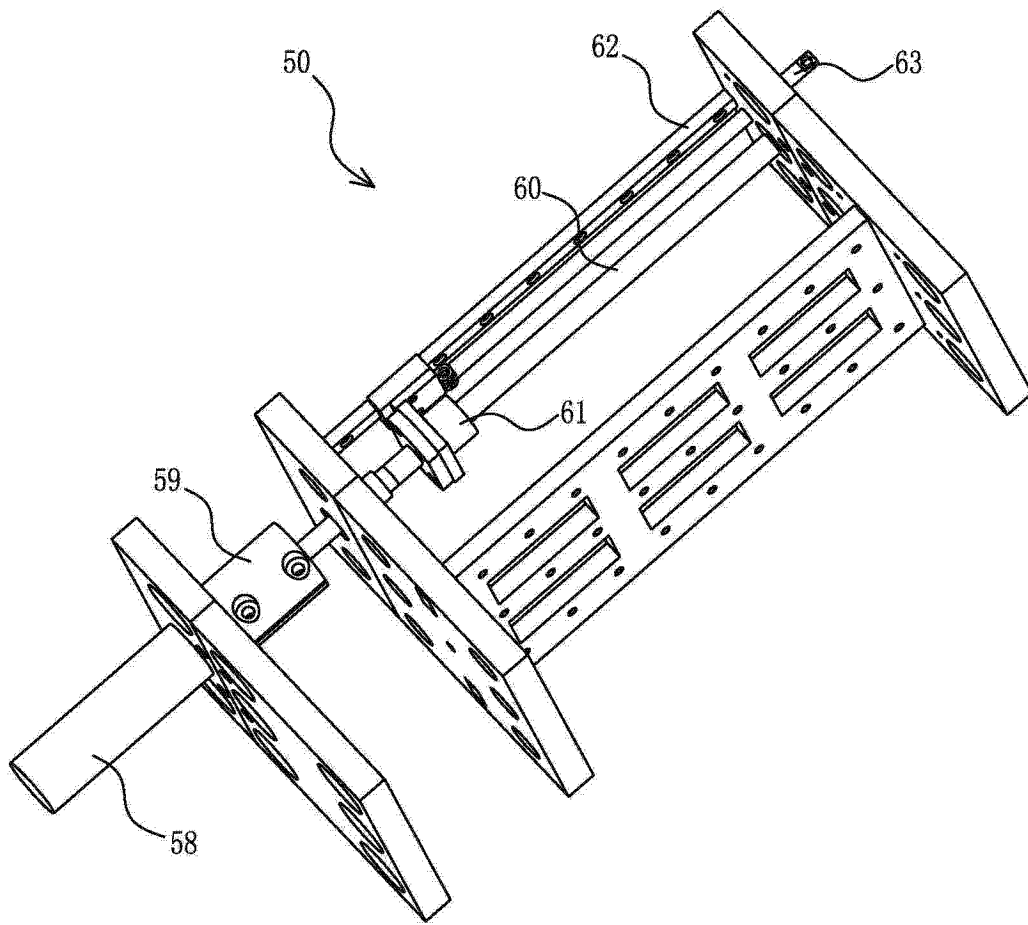


图 6c

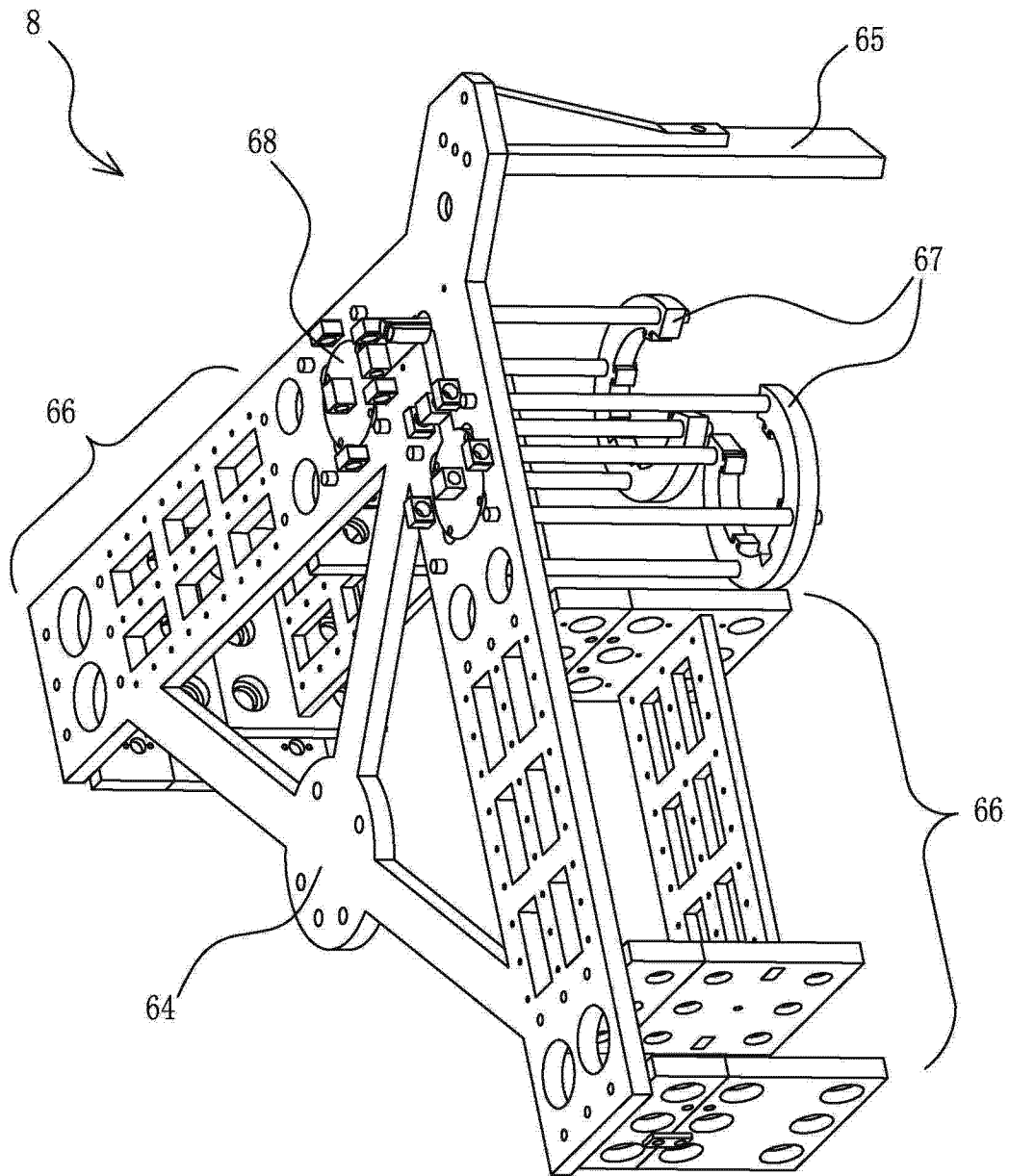


图 7a

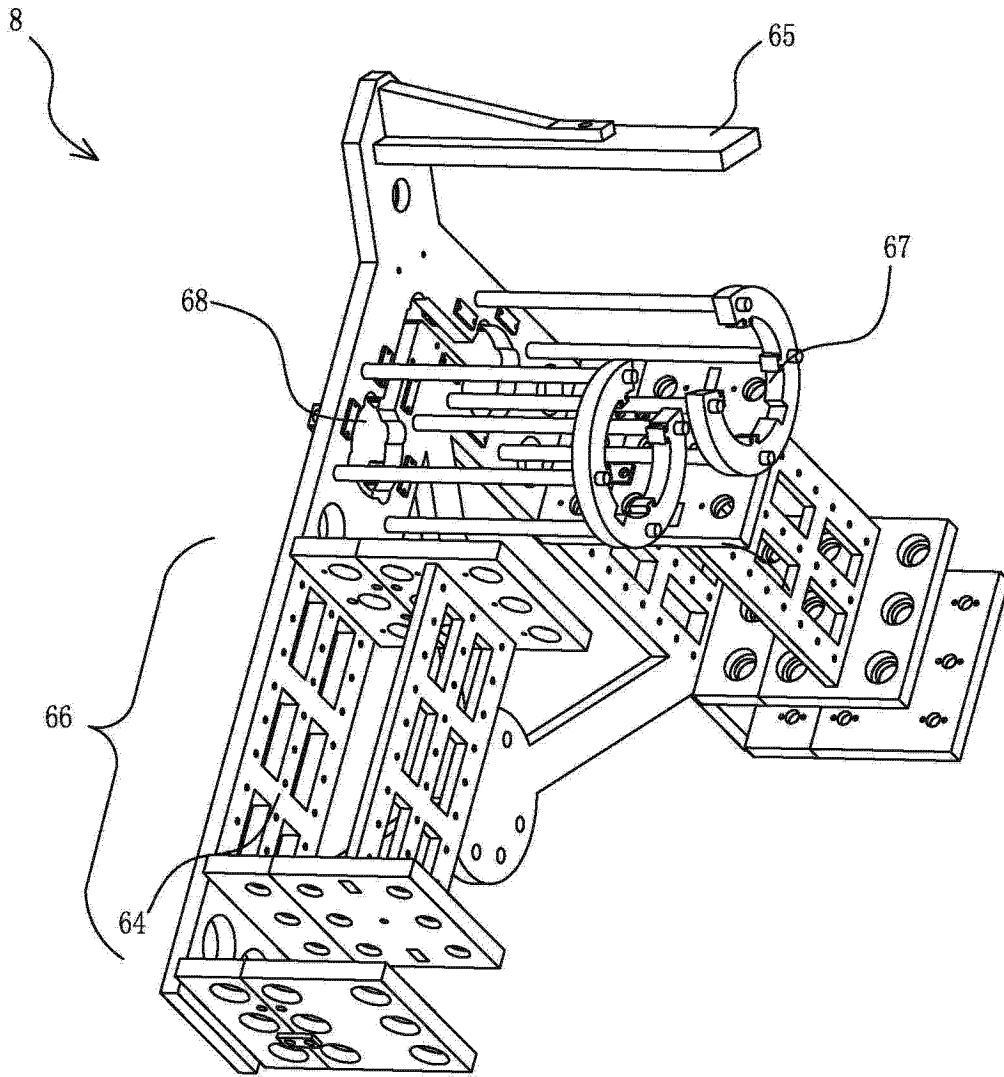


图 7b

专利名称(译)	单孔腹腔镜微创手术机器人系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN103948435A</a>	公开(公告)日	2014-07-30
申请号	CN201410206379.1	申请日	2014-05-15
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京术锐技术有限公司		
[标]发明人	徐凯 赵江然 傅敏霄 阳志雄 戴正晨 梅务昆		
发明人	徐凯 赵江然 傅敏霄 阳志雄 戴正晨 梅务昆		
IPC分类号	A61B19/00 A61B17/94		
其他公开文献	CN103948435B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种单孔腹腔镜微创手术系统。该系统包括功能端和控制端。功能端包括功能机械臂、摄像照明模块以及套管模块。控制端包括摄像照明模块控制模块、功能机械臂控制模块和固定模块。其中，摄像照明模块控制模块可实现摄像照明模块的伸缩和弯转，功能机械臂控制模块可实现功能机械臂的伸缩、弯转和末端执行器的开合，从而使得摄像照明模块与功能机械臂能够在缩入套管模块的姿态下通过单切口进入到腹腔的手术部位，且在到达手术部位后，摄像照明模块以及功能机械臂能够运动到指定空间位置进入工作姿态。本发明的功能端的最大直径仅为12mm，因而本发明具有体积小、使用方便、安全等优点。

