



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104224325 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201410535759.X

(22)申请日 2014.10.11

(73)专利权人 天津工业大学

地址 300387 天津市西青区宾水西道399号

(72)发明人 桑宏强 杨铨浩 陈发 刘芬

贞今天 张克 许丽萍

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

审查员 姚媛

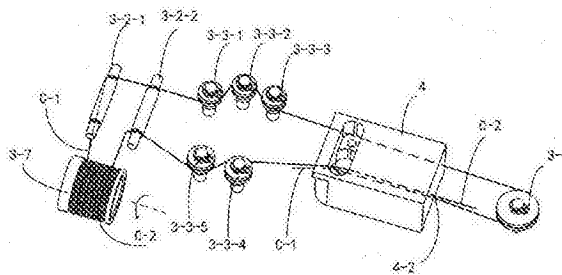
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构

(57)摘要

本发明公开了一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,主要包括驱动系统,钢丝绳传动系统和末端执行机构三部分。驱动系统由后置的伺服电机、减速器及联轴器组成,减速器输出轴通过联轴器与滚珠花键轴连接,将运动传递至钢丝绳传动系统。钢丝绳传动系统由钢丝绳、滚珠花键、花键丝筒以及导向轴、导向轮组成,可实现钢丝绳的圆周运动和直线运动之间相互转化及钢丝绳自身直线运动方向改变。末端执行机构固定于装有直线导轨的伸缩支撑杆上,通过固丝装置与钢丝绳连接,将钢丝绳的直线运动传递至末端执行机构。钢丝绳以闭合回路形式存在。本发明的直线伸缩机构具有占用空间小、结构简单、控制精密无回程误差、传动效率高等优点。



1.一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,其特征在于:它包括驱动系统,钢丝绳传动系统和末端执行机构三部分:所述驱动系统主要由后置的伺服电机、减速器及联轴器组成,减速器输出轴通过联轴器与滚珠花键轴连接;钢丝绳传动系统由钢丝绳、滚珠花键、花键丝筒以及导向轴和导向轮组成;末端执行机构固定于装有直线导轨的伸缩支撑杆上,并通过固丝装置与钢丝绳连接。

2.按照权利要求1所述的一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,其特征在于:所述钢丝绳传动系统中包括一滚珠花键以及通过键连接的花键丝筒,其特点是花键丝筒传递电机扭矩的同时,可以在花键轴上进行无阻尼的线性移动,保证钢丝绳的出入位置不因钢丝绳的螺旋而改变。

3.按照权利要求1所述的一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,其特征在于:所述钢丝绳传动系统包括将钢丝绳的螺旋运动与钢丝绳的直线运动相互转换的导向轴以及用于改变钢丝绳直线传动方向的导向轮。

4.按照权利要求1所述的一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,其特征在于:所述直线伸缩机构能够将驱动系统中旋转运动转换为平行于减速器输出轴的直线运动。

## 一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种直线伸缩机构,特别涉及一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构。

### 背景技术

[0002] 微创外科手术是指医生通过患者表皮微小切口,将细长的内窥镜和手术器械深入至病灶进行操作的手术技术。与传统的外科手术相比,具有创伤小、出血量少、术后恢复时间短等诸多优点。由于操作空间小、手术难度大,对医生的水平要求高,限制了微创手术技术在精密手术中的运用。随着机器人技术和信息化技术的发展,微创外科手术机器人应运而生,它稳定性强、灵敏度高、便于医生操作,将医疗技术提高到了一个新的层面。同时,根据微创外科手术特点和要求,通常需要微创手术机器人存在一个可做直线伸缩运动的移动自由度。

[0003] 现存的直线往复运动机构有多种,大致分为如曲柄滑块结构、正弦结构等机构变换和利用锥齿轮、齿轮齿条、线性模组等改变传动方式两大类。前者不仅机构庞大而且运动行程较短,难以达到手术机器人的需要。后者对解决运动行程和机构体积方面虽有所改善,但是仍难以达到微创手术机器人的体积要求。此外由于齿轮配合存在间隙,不可避免的将回程误差引入到系统中。

[0004] 钢丝绳传动技术与传统机械传动技术相比,其优越性体现如下三方面:其一,适于长距离传递运动和动力,能够将动力源布局在远离关节位置处,简化结构设计;其二,在长距离传动过程中易于改变方向,传动结构简单、小巧紧凑,非常适用于有限空间内多自由度布局;其三,合适预紧力下无回差,可以吸收震动,使末端执行器运动更平稳。钢丝绳传动不仅广泛应用于工业中,如电梯的升降、航空中缆绳牵引人造卫星等,也广泛应用于灵巧手、医疗机器人或手术器械等的设计中,用于取代杆来进行运动和动力的传递。

[0005] 目前一些微创手术机器人伸缩关节机构将钢丝绳传动的的设计引入系统中,由安装在机械臂前端的伺服电机产生驱动力,精简了机构的体积,提高了行程和精度。但是,由于微创手术的特殊性,前置的电机可能会在机械臂运动过程中对手术操作产生影响或导致机械臂间发生运动干涉,导致手术操作过程不能顺利进行,因此机构和钢丝绳传动方式还存在很大的提升空间。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种可有效减小伸缩关节机构外形尺寸,使传动稳定、精确同时成本较低,符合手术现场条件的用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构。

[0007] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0008] 一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构包括驱动系统,钢丝绳传动系统和末端执行机构三部分。

[0009] 所述驱动系统主要由一安装在伸缩支撑杆上端的伺服电机、减速器及联轴器组成。减速器输出轴通过联轴器与滚珠花键轴连接,将伺服电机驱动力传送至钢丝绳传动系统。电机轴及减速器轴与伸缩支撑杆伸缩方向保持平行,减速器轴线贯穿伸缩支撑杆截面几何中心。

[0010] 所述钢丝绳传动系统包括一滚珠花键以及通过键连接的花键丝筒,滚珠花键的特点在于传递扭矩的同时,花键套可在花键轴上轴向移动。将钢丝绳左旋缠绕于花键丝筒上,钢丝绳一端从花键丝筒的一端伸出,经过垂直于花键轴的一个导向轴改变钢丝绳的传动方向,其后经过三个导向轮改变钢丝绳的传动方向和水平位置。钢丝绳另一端从花键丝筒另一端伸出,同样经垂直于花键轴的另一个导向轴,改变一次传动方向,经过导向轮,改变钢丝绳传动方向和水平位置。伸缩支撑杆的下端存在一个独立导向轮,用于改变钢丝绳的水平传动方向和位置。钢丝绳两端通过固丝装置与末端执行机构张紧固定,从而将钢丝绳的运动传送至末端执行机构,使钢丝绳构成一个闭合回路。

[0011] 所述末端执行机构,通过螺纹连接与一直线导轨滑块相连,直线导轨固定于直线伸缩支撑杆上。末端执行机构含有一个固定钢丝绳用固丝装置,该装置具有一个贯穿的细长孔,将钢丝绳穿过该细长孔后,在孔的上方开一个微小的凹形槽,凹形槽底端与孔保持平齐,钢丝绳穿过孔后,用一个与凹形槽尺寸配合的凸形压块用螺纹连接压紧,这样压紧的钢丝绳的运动及动力就能传送至末端执行机构。

[0012] 本发明具有如下优点:

[0013] 1. 本发明传动系统中所述钢丝绳具有柔性,通过导向轮与导向轴的组合,机构实现圆周运动与直线运动间互变及直线运动自身方向互变。

[0014] 2. 本发明驱动电机后置对称安装,有效的解决了电机重力对机械臂产生的不平衡力矩,使机器人运动更加平稳流畅。后置的驱动电机亦可减小靠近手术器械末端体积,避免微创手术机器人机械臂间的干涉。

[0015] 3. 本发明采用单个滚珠花键作为钢丝绳传动的核心部件,充分发挥了滚珠花键既可以传递扭矩又可以轴向线性移动的特性,大大精简了机构体积。

[0016] 4. 本发明所述末端执行机构具有固丝装置,从花键丝筒两端伸出的钢丝绳均穿过末端机构的小孔张紧后,由固丝装置将两段钢丝绳压紧,提高了传动精度。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明运用于微创手术机器人中示意图;

[0018] 图2为本发明平面结构及位置示意图;

[0019] 图3为本发明驱动系统及钢丝绳传动系统主要组成及安装示意图;

[0020] 图4为本发明钢丝绳传动系统主要结构剖视图;

[0021] 图5为本发明钢丝绳传动原理示意图;

[0022] 图6为本发明末端执行机构示意图;

[0023] 图7为本发明末端执行机构固丝原理示意图。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合具体实施例对本发明进行详细描述。

[0025] 本发明的一种用于微创手术机器人的钢丝绳传动直线伸缩机构,用于解决狭小空间下,精密传动的微创手术机器人手术器械直线驱动问题。

[0026] 如图1所示为本发明运用于微创手术机器人中示意图,微创手术由其客观特殊性要求其具有细长的手术器械5。微创手术机器人本体已具有关节1-1及关节1-2可分别提供R1及R2两个自由度。将手术器械5安装于带有快换功能的末端执行机构4上,钢丝绳传动系统中钢丝绳3-1在固丝装置的作用下与末端执行机构4连接,驱动系统2产生驱动力,经过钢丝绳传动改变运动状态,手术器械5可做直线伸缩运动T。

[0027] 如图2所示为本发明平面结构及位置示意图,驱动系统2可为机构提供驱动力,钢丝绳通过导向轴单元3-2,可将电机的圆周运动改变为直线运动,同理导向轴单元3-2也可用于将钢丝绳的直线运动转化为圆周运动。导向轮单元3-3包括钢丝绳出入两端导向轮,它可以在水平方向改变钢丝绳的位置,从而可以与末端执行机构4上的穿丝孔4-1位置对应,使传动过程钢丝绳不受剪切力,增加钢丝绳的耐久度。导向轮3-4位于伸缩支撑杆的下端,它可以反转钢丝绳的传动方向。整个机构的钢丝绳是一条闭合的回路。

[0028] 如图3所示为本发明驱动系统及钢丝绳传动系统主要组成及安装示意图,驱动单元2-1由伺服电机及减速器组成的,减速器输出轴2-1-1通过联轴器2-2与钢丝绳传动系统中滚珠花键轴3-5连接。滚珠花键由花键轴3-5及花键套3-6组成,花键轴3-5上安装有与其配合的轴承3-9。其特点在于花键套3-6在传递花键轴3-5给其的扭矩同时,花键套3-6亦可在花键轴3-5上进行无阻尼的轴向移动。花键丝筒3-7通过键连接与花键套3-6形成一体。滚珠花键保证了钢丝绳传动过程中,花键丝筒3-7为钢丝绳传递旋转动力的同时,钢丝绳的出入位置不会因为钢丝绳的螺旋而改变,因此保证钢丝绳的位置相对于导向轴3-2-1、导向轴3-2-2静止。导向轴3-2-1和导向轴3-2-2安装于安装座3-8-1和安装座3-8-2中,安装座中两孔间中心位置距离即为钢丝绳在花键丝筒3-7上出入两端垂直距离。导向轮单元3-3保证了钢丝绳在出入导向轴3-2-1及导向轴3-2-2时与其两端钢丝绳槽相切。

[0029] 如图4所示为本发明钢丝绳传动系统主要结构剖视图。花键轴3-5两端分别安装有与其配合的轴承3-9及轴承3-10,保证花键轴可以顺畅的旋转。花键丝筒3-7与花键套3-6通过键3-11连接,因此花键丝筒3-7可为钢丝绳传递动力的同时,沿着自身花键轴3-5轴向线性移动。

[0030] 如图5所示为本发明钢丝绳传动原理示意图,花键丝筒3-7上紧密的缠着左旋的钢丝绳,丝筒的左侧上方伸出一端钢丝绳C-1,钢丝绳通过导向轴3-2-1第一次将圆周运动转变为直线运动,沿着同侧的导向轴3-2-2钢丝绳C-1经由导向轮3-3-1内侧、导向轮3-3-2外侧和导向轮3-3-3内侧,其目的是通过导向轮的组合使用在水平位置上改变钢丝绳C-1的位置。C-1端钢丝绳经导向轮3-3-3后,通过末端执行机构4的侧面,在导向轮3-4的作用下,C-1端钢丝绳改变水平位置及传动方向,返回至末端执行机构4,穿过钢丝绳孔4-2。此外,从丝筒右下端伸出的钢丝绳C-2将经过导向轴3-3-2改变其传动方向,同时C-2端钢丝绳经由导向轮3-3-5内侧、导向轮3-3-4外侧,穿过末端执行机构4的钢丝绳孔4-2。两段钢丝绳在钢丝绳孔4-2内相交,张紧后由固丝装置4-3将两段钢丝绳同时固定于末端执行机构4上。整个钢丝绳的传动以一个闭合回路的形式存在,对于控制上具有极强的连续性和稳定性。当驱动单元以图示方向旋转时,花键丝筒3-7同步转动,C-1端钢丝绳放出,C-2端钢丝绳收回,花键丝筒3-7将向图中沿轴线左侧运动,然而钢丝绳的相对位置并不改变,此时末端执行机构4

将向图中左侧运动,即伸缩支撑杆上端移动。

[0031] 如图6所示为本发明末端执行机构结构位置示意图,末端执行机构4通过螺纹连接于带有滑块4-6的直线导轨4-5上,保证末端执行机构4尽可能小阻尼的做直线伸缩运动。

[0032] 如图7所示为本发明末端执行机构结构原理示意图,4-2为用于穿钢丝绳的穿丝孔,该孔贯穿于整个末端执行机构4,钢丝绳C-1及钢丝绳C-2分别从穿钢丝绳孔4-2的两侧进入末端执行机构4。在其水平上方开一凹形固钢丝绳用孔4-1,4-3为与其配合的凸形固钢丝绳压块。钢丝绳C-1与钢丝绳C-2张紧后由螺钉4-4使固钢丝绳压块4-3将其与末端执行机构4连接,从而使钢丝绳C-1及钢丝绳C-2均固定于末端执行机构4并使整个钢丝绳形成一条闭合回路,最终将电机的旋转运动变为直线运动,从而实现手术器械5的移动自由度T。

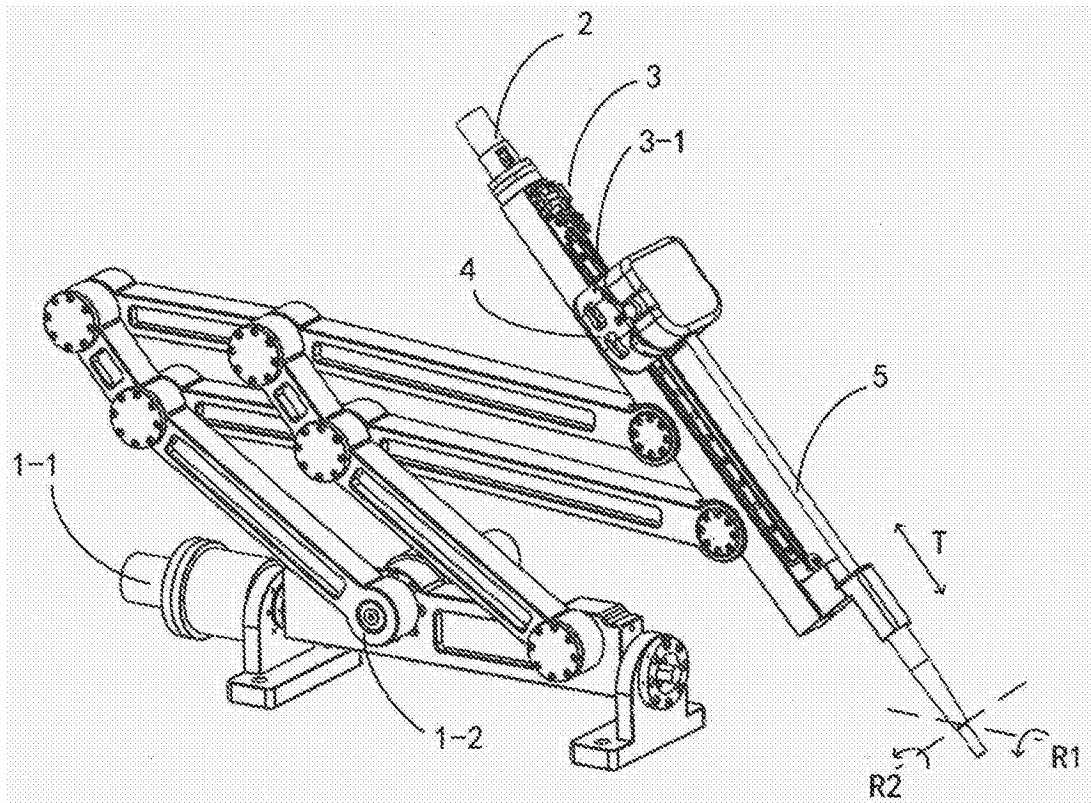


图1

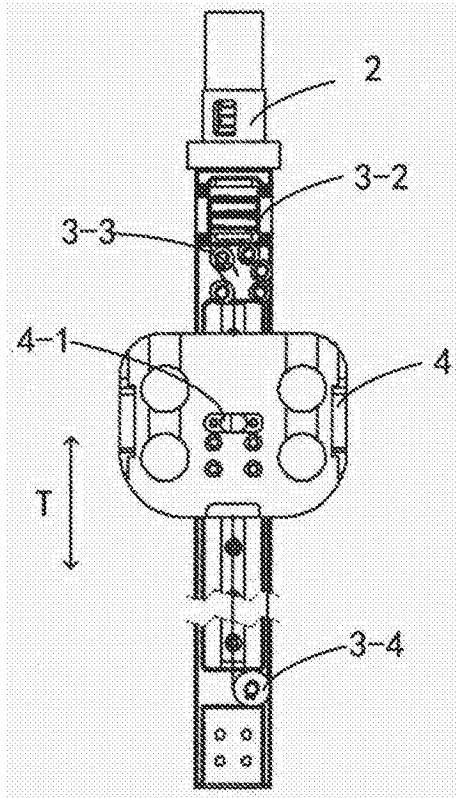


图2

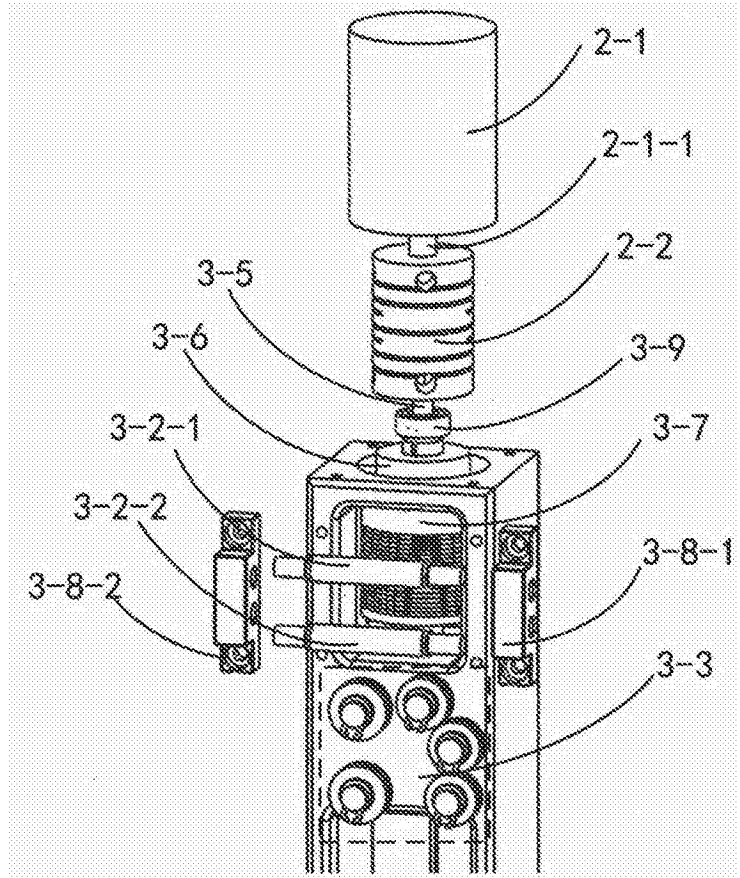


图3



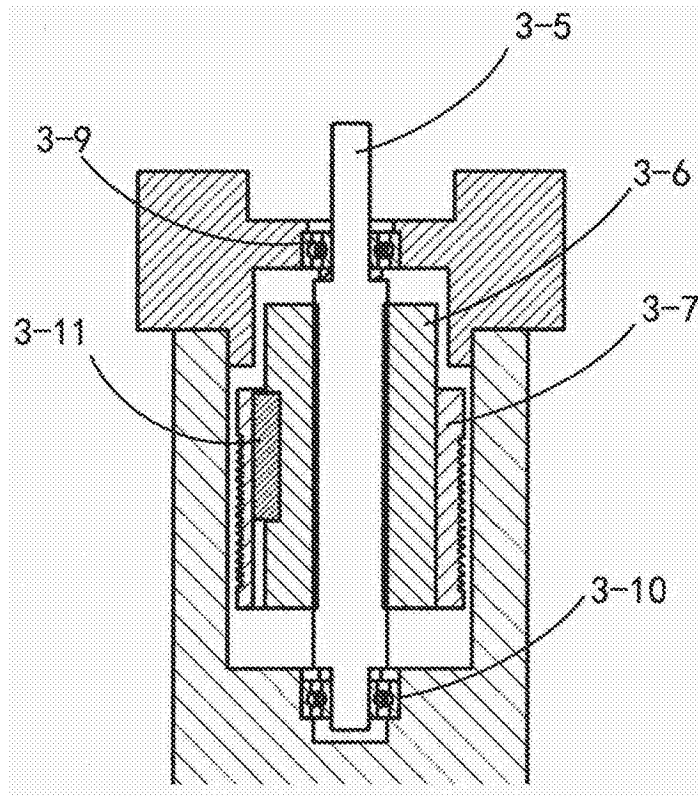


图4

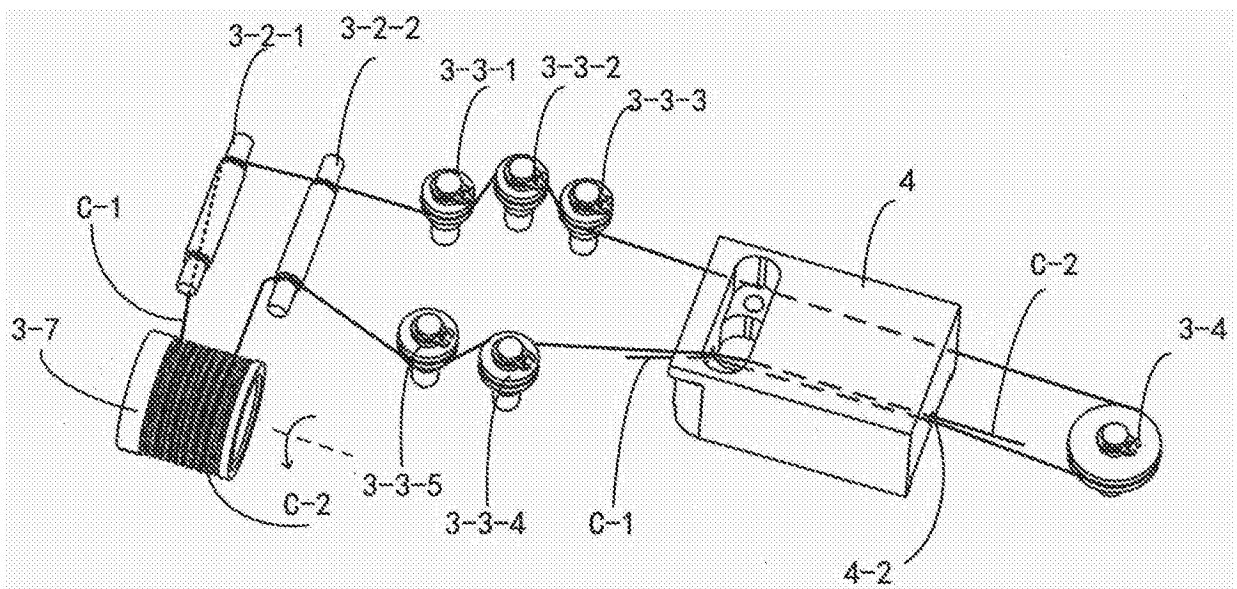


图5

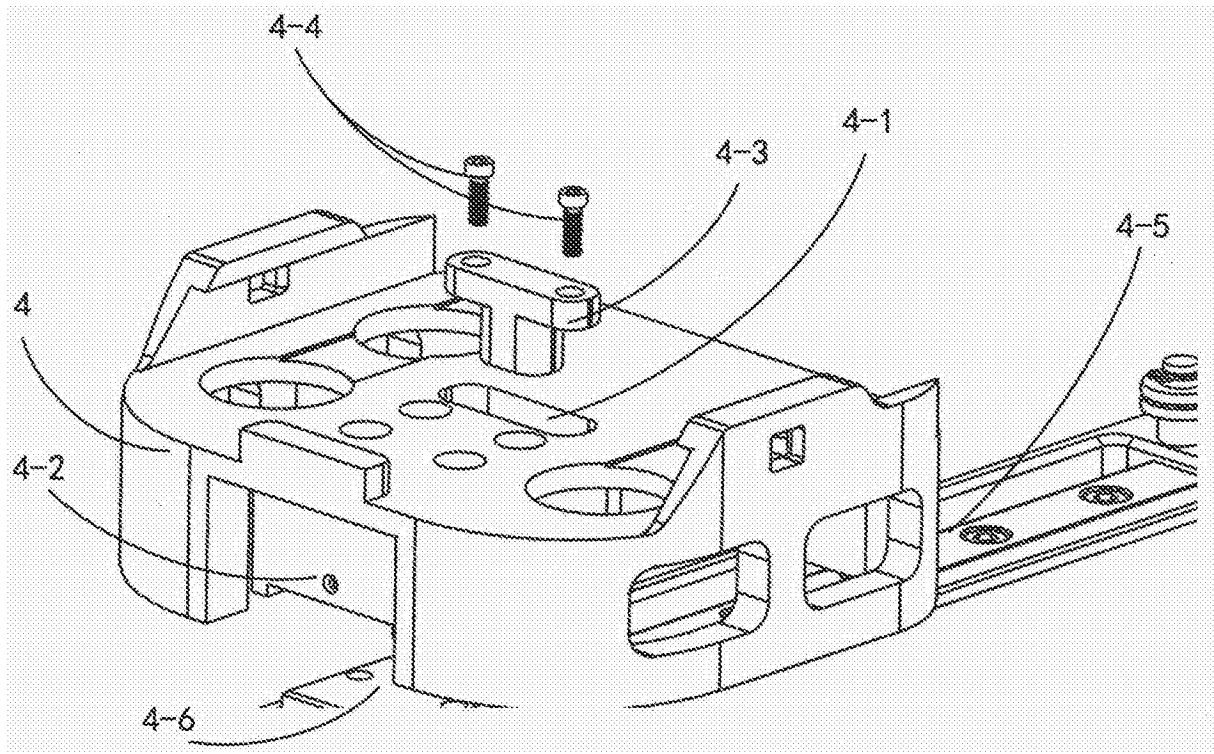


图6

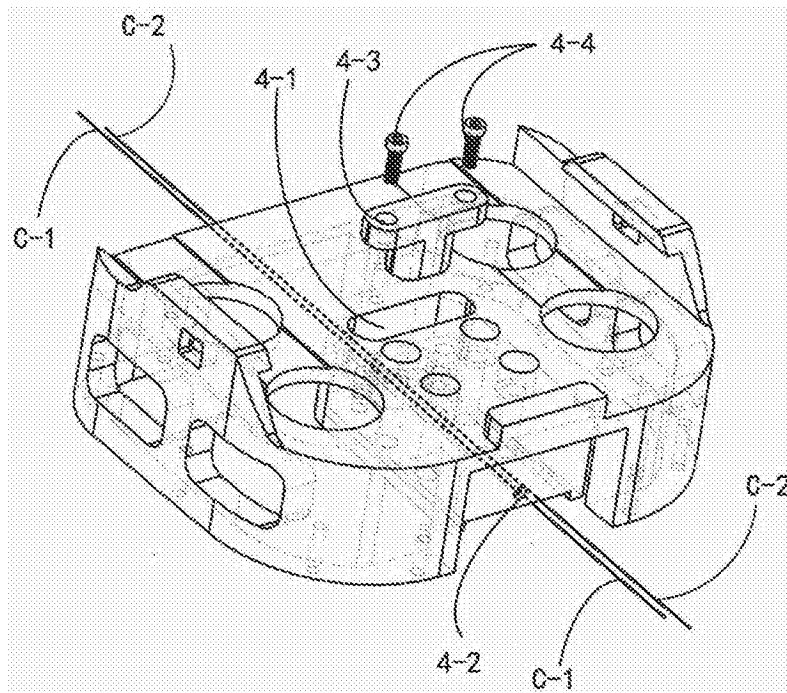


图7