



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109662869 A

(43)申请公布日 2019.04.23

(21)申请号 201910052447.6

(22)申请日 2019.01.21

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街  
114号

(72)发明人 赵新刚 朱少波 赵明 谈晓伟  
张弼

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 何丽英

(51)Int.Cl.

A61H 3/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

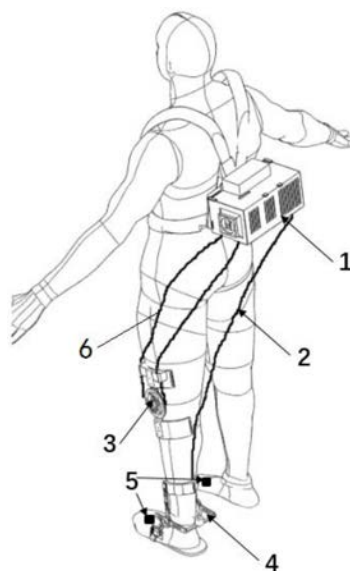
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种穿戴式柔性下肢助力机器人

(57)摘要

本发明涉及医用康复训练设备技术领域,特别涉及一种穿戴式柔性下肢助力机器人。驱动部分、鲍登线I、鲍登线II、膝关节部分、踝关节部分及惯性传感器,其中驱动部分通过鲍登线I和鲍登线II分别与膝关节部分和踝关节部分连接,驱动部分、膝关节部分及踝关节部分分别固定于穿戴者的背部、膝关节及踝关节处,驱动部分将动力通过鲍登线I和鲍登线II分别传递至膝关节部分和踝关节部分,带动穿戴者的膝关节和踝关节运动,惯性传感器设置于穿戴者的足部,用于采集穿戴者步态信息。本发明结构相对紧凑,体积小,与人体贴合性好,重量轻,对人体的步行干扰小,各部分相对独立,能满足不同使用者的需求。



1. 一种穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,包括驱动部分(1)、鲍登线I(2)、鲍登线II(6)、膝关节部分(3)、踝关节部分(4)及惯性传感器(5),其中驱动部分(1)通过鲍登线I(2)和鲍登线II(6)分别与膝关节部分(3)和踝关节部分(4)连接,所述驱动部分(1)、膝关节部分(3)及踝关节部分(4)分别固定于穿戴者的背部、膝关节及踝关节处,所述驱动部分(1)将动力通过鲍登线I(2)和鲍登线II(6)分别传递至膝关节部分(3)和踝关节部分(4),带动穿戴者的膝关节和踝关节运动,所述惯性传感器(5)设置于穿戴者的足部,用于采集穿戴者步态信息。

2. 根据权利要求1所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述驱动部分(1)包括驱动壳体(20)及容置于所述驱动壳体(20)内的膝关节驱动机构、踝关节驱动机构、驱动板(12)及控制单元,其中膝关节驱动机构、踝关节驱动机构及控制单元均设置于驱动板(12)上,所述膝关节驱动机构与鲍登线I(2)连接,所述踝关节驱动机构与鲍登线II(6)连接,所述控制单元用于控制所述膝关节驱动机构和踝关节驱动机构。

3. 根据权利要求2所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述膝关节驱动机构和踝关节驱动机构均包括电机、束线框(13)、电机支座(14)、线轮(15)及束线法兰(17),其中电机通过电机支座(14)安装在驱动板(12)上、且输出端设有线轮(15),所述束线框(13)设置于电机支座(14)上、且下端设有束线法兰(17),所述鲍登线I(2)和鲍登线II(6)的外线一端固定在束线法兰(17)上,内线的一端与线轮(15)连接。

4. 根据权利要求2所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述控制单元包括控制器板(16)、控制器(18)及驱动器(19),其中控制器板(16)设置于驱动板(12)上,所述控制器(18)和驱动器(19)设置于控制器板(16)上。

5. 根据权利要求2所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述驱动部分(1)还包括设置于所述驱动壳体(20)上的电池(22),所述电池(22)用于为所述膝关节驱动机构、踝关节驱动机构和所述控制单元供电,所述驱动壳体(20)上设有散热栅格及设置于两侧的散热风扇。

6. 根据权利要求1所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述膝关节部分(3)包括小腿固定板(30)、膝部心轴(31)、大腿固定板(32)、膝轮(33)、轴承(34)、电位计I(35)、电位计长外壳(36)、长轴端盖(37)、小腿固定座(38)及大腿固定座(39),其中膝部心轴(31)连接于大腿固定板(32)上,轴承(34)内圈连接于膝部心轴(31),外圈连接于膝轮(33),长轴端盖(37)固定于大腿固定板(32)上,防止膝部心轴(31)脱出,电位计I(35)及电位计长外壳(36)固定于膝部心轴(31)末端,小腿固定板(30)与膝轮(33)相连,小腿固定座(38)与小腿固定板(30)相连,大腿固定座(39)与大腿固定板(32)相连。

7. 根据权利要求6所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述鲍登线I(2)的外线固定在所述大腿固定座(39)上,内线与膝轮(33)连接。

8. 根据权利要求6所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述膝轮(33)带有机械限位槽,可以限定膝轮(33)的转动角度。

9. 根据权利要求1所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述踝关节部分(4)包括腿固定座(50)、拉力传感器(51)、踝直杆(52)、踝侧杆(53)、鞋底(54)、地梁(55)、踝部心轴(56)、电位计短外壳(59)、电位计II(60)及后梁(61),其中腿固定座(50)的两端分别连接一踝直杆(52),各所述踝直杆(52)的下端通过踝部心轴(56)与一踝侧杆(53)铰接,所

述踝部心轴(56)的末端设有电位计Ⅱ(60),所述电位计Ⅱ(60)的外侧设有电位计短外壳(59),两个踝侧杆(53)的下端与地梁(55)连接,所述地梁(55)上设有鞋底(54),两个踝侧杆(53)的上端后侧与后梁(61)连接,所述后梁(61)上连接有拉力传感器(51),所述鲍登线Ⅱ(6)的外线与腿固定座(50)连接,内线与拉力传感器(51)连接。

10.根据权利要求9所述的穿戴式柔性下肢助力机器人,其特征在于,所述踝侧杆(53)上设有机械限位槽,可以限定踝侧杆(53)的转动角度。

## 一种穿戴式柔性下肢助力机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医用康复训练设备,特别涉及一种穿戴式柔性下肢助力机器人。

### 背景技术

[0002] 针对下肢活动障碍的病人以及在某些环境下需要步态康复或步行助力的情况,利用下肢助力机器人可以对人体下肢的各关节进行相关康复训练及助行辅助。其中,下肢病患需要进行下肢康复,以恢复下肢力量和活动能力;老年人群或其他需助行人群需要对下肢关节助力,以满足行走、负重等基本步行要求。

[0003] 对于下肢康复训练来说,现有的康复手段仍以康复治疗师的人工训练为主,而下肢康复机器人可以长时间进行重复性的运动,利用其辅助患者进行训练,可大幅度降低康复治疗师的工作强度,减少人工成本,极大提高康复效率。

[0004] 对于老年人群或其他需助行人群,对下肢运动进行助力,可以提高步行速度、负载及灵活性,提高其基本运动能力。

[0005] 现有的下肢助力设备体积、质量较大,功能单一且动力系统复杂,无法满足使用需求。且下肢助力设备多由刚性结构件组成,柔顺性不好,导致穿戴性不佳,人机交互性较差,运行时对使用者会产生较大干扰。

### 发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明的目的在于提出一种穿戴式柔性下肢助力机器人,可为下肢活动障碍病人以及需步行助力人群提供下肢运动助力,以满足不同使用者在不同环境下的使用需要。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种穿戴式柔性下肢助力机器人,包括驱动部分、鲍登线I、鲍登线II、膝关节部分、踝关节部分及惯性传感器,其中驱动部分通过鲍登线I和鲍登线II分别与膝关节部分和踝关节部分连接,所述驱动部分、膝关节部分及踝关节部分分别固定于穿戴者的背部、膝关节及踝关节处,所述驱动部分将动力通过鲍登线I和鲍登线II分别传递至膝关节部分和踝关节部分,带动穿戴者的膝关节和踝关节运动,所述惯性传感器设置于穿戴者的足部,用于采集穿戴者步态信息。

[0009] 所述驱动部分包括驱动壳体及容置于所述驱动壳体内的膝关节驱动机构、踝关节驱动机构、驱动板及控制单元,其中膝关节驱动机构、踝关节驱动机构及控制单元均设置于驱动板上,所述膝关节驱动机构与鲍登线I连接,所述踝关节驱动机构与鲍登线II连接,所述控制单元用于控制所述膝关节驱动机构和踝关节驱动机构。

[0010] 所述膝关节驱动机构和踝关节驱动机构均包括电机、束线框、电机支座、线轮及束线法兰,其中电机通过电机支座安装在驱动板上、且输出端设有线轮,所述束线框设置于电机支座上、且下端设有束线法兰,所述鲍登线I和鲍登线II的外线一端固定在束线法兰上,内线的一端与线轮连接。

[0011] 所述控制单元包括控制器板、控制器及驱动器,其中控制器板设置于驱动板上,所述控制器和驱动器设置于控制器板上。

[0012] 所述驱动部分还包括设置于所述驱动壳体上的电池,所述电池用于为所述膝关节驱动机构、踝关节驱动机构和所述控制单元供电,所述驱动壳体上设有散热栅格及设置于两侧的散热风扇。

[0013] 所述膝关节部分包括小腿固定板、膝部心轴、大腿固定板、膝轮、轴承、电位计I、电位计长外壳、长轴端盖、小腿固定座及大腿固定座,其中膝部心轴连接于大腿固定板上,轴承内圈连接于膝部心轴,外圈连接于膝轮,长轴端盖固定于大腿固定板上,防止膝部心轴脱出,电位计I及电位计长外壳固定于膝部心轴末端,小腿固定板与膝轮相连,小腿固定座与小腿固定板相连,大腿固定座与大腿固定板相连。

[0014] 所述鲍登线I的外线固定在所述大腿固定座上,内线与膝轮连接。

[0015] 所述膝轮带有机械限位槽,可以限定膝轮的转动角度。

[0016] 所述踝关节部分包括腿固定座、拉力传感器、踝直杆、踝侧杆、鞋底、地梁、踝部心轴、电位计短外壳、电位计II及后梁,其中腿固定座的两端分别连接一踝直杆,各所述踝直杆的下端通过踝部心轴与一踝侧杆铰接,所述踝部心轴的末端设有电位计II,所述电位计II的外侧设有电位计短外壳,两个踝侧杆的下端与地梁连接,所述地梁上设有鞋底,两个踝侧杆的上端后侧与后梁连接,所述后梁上连接有拉力传感器,所述鲍登线II的外线与腿固定座连接,内线与拉力传感器连接。

[0017] 所述踝侧杆上设有机械限位槽,可以限定踝侧杆的转动角度。

[0018] 本发明的优点与积极效果为:

[0019] 1. 本发明的电机驱动部分布置于穿戴者躯干重心附近,重量较轻,对人体的附加力矩较小。位于肢体末端的膝关节部分和踝关节部分质量极小,不会对人运动产生阻碍作用。

[0020] 2. 本发明的拉力传感器、惯性传感器和电位计可测量实时运动过程中的力、关节角度、步态周期等生理、运动学信息,并利用其实现双关节的多种助力模式。

[0021] 3. 本发明与人体接触部分采用柔性织物和弱刚性3D打印材料制成,与人体贴合紧密、轻便,对穿戴者的影响很小。

[0022] 4. 本发明采用鲍登线传动,可以将动力传递到肢体末端,其重量可以忽略,具有本质柔顺性,不会对肢体末端附加额外的惯量。

[0023] 5. 本发明可对下肢膝关节和踝关节进行康复及助力,且既可针对单关节使用,也可对双关节进行协同助力,以及根据不同的使用者需求,提供多样化的康复助力策略。

## 附图说明

[0024] 图1是本发明的结构示意图;

[0025] 图2是本发明的驱动部分的结构示意图;

[0026] 图3是本发明的驱动部分去掉外壳后的结构示意图;

[0027] 图4是本发明的驱动部分的爆炸图;

[0028] 图5是本发明的膝关节部分的结构示意图;

[0029] 图6是本发明的膝关节部分的爆炸图;

[0030] 图7是本发明的踝关节部分的结构示意图；

[0031] 图8是本发明的踝关节部分的爆炸图。

[0032] 图中：1为驱动部分，2为鲍登线I，3为膝关节部分，4为踝关节部分，5为惯性传感器，6为鲍登线II，11为背带，12为驱动板，13为束线框，14为电机支座，15为线轮，16为控制器板，17为束线法兰，18为控制器，19为驱动器，20为驱动壳体，21为电机I，22为电池，23为电机II，30为小腿固定板，31为膝部心轴，32为大腿固定板，33为膝轮，34为轴承，35为电位计I，36为电位计长外壳，37为长轴端盖，38为小腿固定座，39为大腿固定座，50为腿固定座，51为拉力传感器，52为踝直杆，53为踝侧杆，54为鞋底，55为地梁，56为踝部心轴，57为轴套，58为轴端盖，59为电位计短外壳，60为电位计II，61为后梁。

### 具体实施方式

[0033] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述。

[0034] 如图1所示，本发明提供了一种穿戴式柔性下肢助力机器人，包括驱动部分1、鲍登线I2、鲍登线II6、膝关节部分3、踝关节部分4及惯性传感器5，其中驱动部分1通过鲍登线I2和鲍登线II6分别与膝关节部分3和踝关节部分4连接，驱动部分1、膝关节部分3及踝关节部分4分别固定于穿戴者的背部、膝关节及踝关节处，驱动部分1将动力通过鲍登线I2和鲍登线II6分别传递至膝关节部分3和踝关节部分4，带动穿戴者的膝关节和踝关节运动，惯性传感器5设置于穿戴者的足部，用于采集穿戴者步态信息。

[0035] 如图2-4所示，驱动部分1包括驱动壳体20及容置于驱动壳体20内的膝关节驱动机构、踝关节驱动机构、驱动板12及控制单元，其中膝关节驱动机构、踝关节驱动机构及控制单元均设置于驱动板12上，膝关节驱动机构与鲍登线I2连接，踝关节驱动机构与鲍登线II6连接，控制单元用于控制膝关节驱动机构和踝关节驱动机构。

[0036] 膝关节驱动机构和踝关节驱动机构均包括电机、束线框13、电机支座14、线轮15及束线法兰17，其中电机通过电机支座14安装在驱动板12上、且输出端设有线轮15，束线框13设置于电机支座14上、且下端设有束线法兰17，鲍登线I2和鲍登线II6的外线一端固定在束线法兰17上，内线的一端与线轮15连接。

[0037] 控制单元包括控制器板16、控制器18及驱动器19，其中控制器板16设置于驱动板12上，控制器18和驱动器19设置于控制器板16上。

[0038] 驱动部分1还包括设置于驱动壳体20上的电池22，电池22固定在驱动壳体20上方，用于为控制单元及膝关节驱动机构和踝关节驱动机构中的电机I21和电机II23供电。驱动壳体20上设有散热栅格及设置于两侧的散热风扇。

[0039] 电机I21和电机II23分别带动与其连接的线轮15旋转，从而带动鲍登线I2和鲍登线II6的内线。其中固定在驱动板12上的束线法兰17和束线框13保证鲍登线I2和鲍登线II6的运动轨迹及动力的传动方向，驱动板12与背带11相连。

[0040] 如图5-6所示，膝关节部分3包括小腿固定板30、膝部心轴31、大腿固定板32、膝轮33、轴承34、电位计I35、电位计长外壳36、长轴端盖37、小腿固定座38及大腿固定座39，其中膝部心轴31连接于大腿固定板32上，轴承34内圈连接于膝部心轴31，外圈连接于膝轮33，长轴端盖37通过长螺栓固定于大腿固定板32上，防止膝部心轴31脱出。电位计I35及电位计长

外壳36固定于膝部心轴31末端,小腿固定板30与膝轮33相连,小腿固定座38与小腿固定板30相连,大腿固定座39与大腿固定板32相连。

[0041] 鲍登线I2的外线固定在大腿固定座39上,内线与膝轮33连接,膝轮33带有机械限位槽,可以限定膝轮33的转动角度。当驱动部分1的电机I21转动时,膝关节部分3的膝轮33在鲍登线I2内线的带动下转动,从而带动穿戴者的膝关节伸屈。

[0042] 如图7-8所示,踝关节部分4包括腿固定座50、拉力传感器51、踝直杆52、踝侧杆53、鞋底54、地梁55、踝部心轴56、电位计短外壳59、电位计II 60及后梁61,其中腿固定座50的两端分别连接一踝直杆52,各踝直杆52的下端通过踝部心轴56与一踝侧杆53铰接,踝部心轴56的末端设有电位计II 60,电位计II 60的外侧设有电位计短外壳59,两个踝侧杆53的下端与地梁55连接,地梁55上设有鞋底54,两个踝侧杆53的上端后侧与后梁61连接,后梁61上连接有拉力传感器51,鲍登线II 6的外线与腿固定座50连接,内线与拉力传感器51连接。

[0043] 踝侧杆53上设有机械限位槽,可以限定踝侧杆53转动角度。

[0044] 踝关节4的踝直杆52固定在腿固定座50上,可进一步固定在穿戴者的踝部。踝部心轴56与踝直杆52连接,轴套57、踝侧杆53、轴端盖58、电位计II 60和电位计短外壳59一次安装在踝部心轴56上。踝直杆52、踝侧杆53、踝部心轴56、轴套57、轴端盖58均有两个,分别安装在两侧。中间由地梁55和后梁61连接。地梁55上有魔术贴固定槽和鞋底54,可以将穿戴者的脚固定住。

[0045] 腿固定座50上有固定鲍登线II 6外线的空槽,鲍登线II 6的内线与拉力传感器51相连。电机II 23转动时,踝关节部分4的拉力传感器51、后梁61相对踝部心轴56转动,带动踝侧杆53绕踝直杆52转动,从而带动穿戴者的踝关节跖屈。

[0046] 膝关节部分3的膝轮33和踝关节部分4的踝侧杆53上加工有机械限位槽,可以限定膝轮33和踝侧杆53的转动角度。允许膝关节伸展的最大角度为 $5^{\circ}$ ,屈曲的最大角度为 $90^{\circ}$ ;允许踝关节跖屈 $25^{\circ}$ ,背曲 $30^{\circ}$ 。在保证膝关节和踝关节最大活动范围的同时,避免对穿戴者造成伤害。

[0047] 在膝关节部分3的小腿固定座38、大腿固定座39,踝关节部分4的腿固定座50、踝直杆52、踝侧杆53、地梁55上都加工有固定槽,用魔术贴与穿戴者固定,以避免相对移动。

[0048] 本发明通过惯性传感器5、拉力传感器51、电位计I35及电位计II 60采集穿戴者的步态信息,通过控制器18分析处理数据,驱动器19控制电机I21和电机II 23对膝关节和踝关节进行助力。鲍登线I2和鲍登线II 6均由内线和外线构成,内线可以在外线的腔体内移动,传动方式为电机转动以收紧鲍登线的内线,带动膝关节和踝关节同步运动,以达到助力效果。

[0049] 其中,驱动部分1靠背带11背负在穿戴者的背上,将驱动部分1固定于腰部,以尽可能的靠近人体重心,减少设备对步行过程的负面影响。膝关节部分3依靠小腿固定座38和大腿固定座39分别将小腿固定板30和大腿固定板32固定在穿戴者的小腿和大腿上。小腿固定座38和大腿固定座39均由弱刚性3D打印材料制成,贴合人体皮肤,设备更加轻便、穿戴更加舒适。踝关节部分4的腿固定座50也是由3D打印而成,将踝关节部分4固定在穿戴者的踝关节处。

[0050] 本发明的柔性机器人通过惯性传感器5、拉力传感器51、电位计I35及电位计II 60采集人的步态特征,以判断穿戴者的生理状态和运动意图。经由上位机控制器18进行步态

分析,同时进行在线算法优化,制定助力策略,将指令发送给电机执行。包括膝关节部分单向(伸展或屈曲)助力、膝关节部分双向(伸展和屈曲)助力、踝关节跖屈助力、双关节协同助力等模式。

[0051] 本发明适用于有步行障碍或需要步行助力的人群,包括下肢病人、老年人及特殊需求人员。其结构相对紧凑,体积小,与人体贴合性好,重量轻,便于穿戴,对人体的步行干扰小,各部分相对独立,兼具康复训练功能以及步行助力功能,并能够根据具体需求,调节其助力模式。本发明能满足不同使用者的需求。

[0052] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进、扩展等,均包含在本发明的保护范围内。



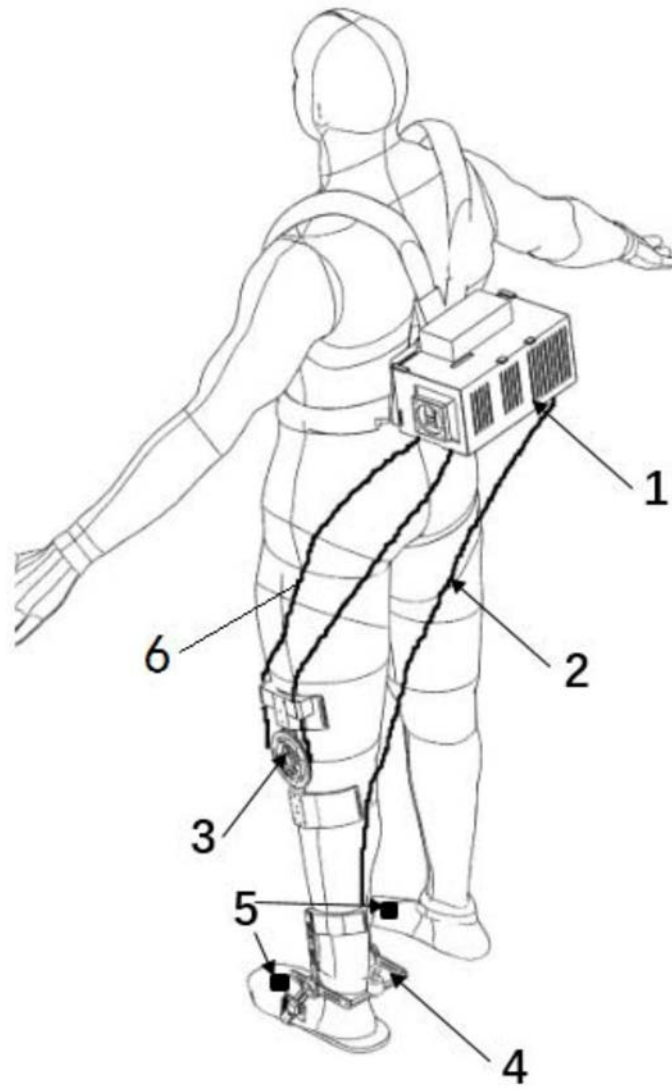


图1

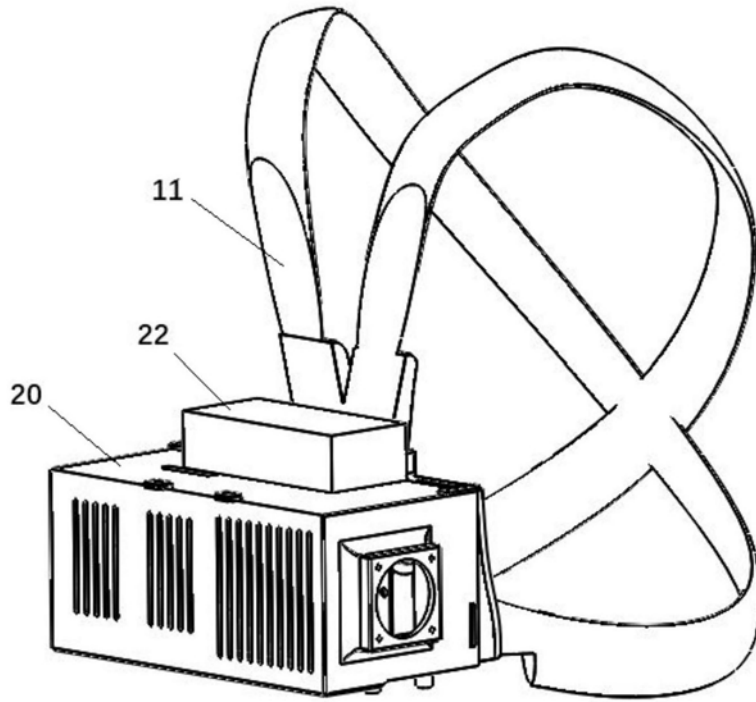


图2

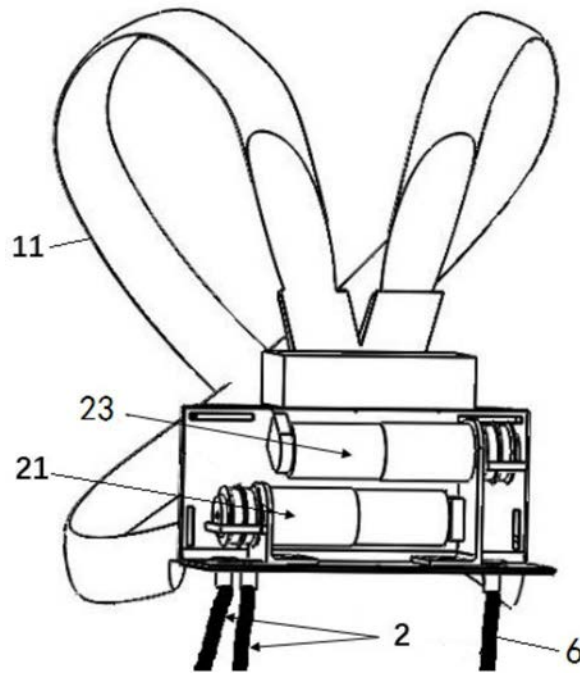


图3

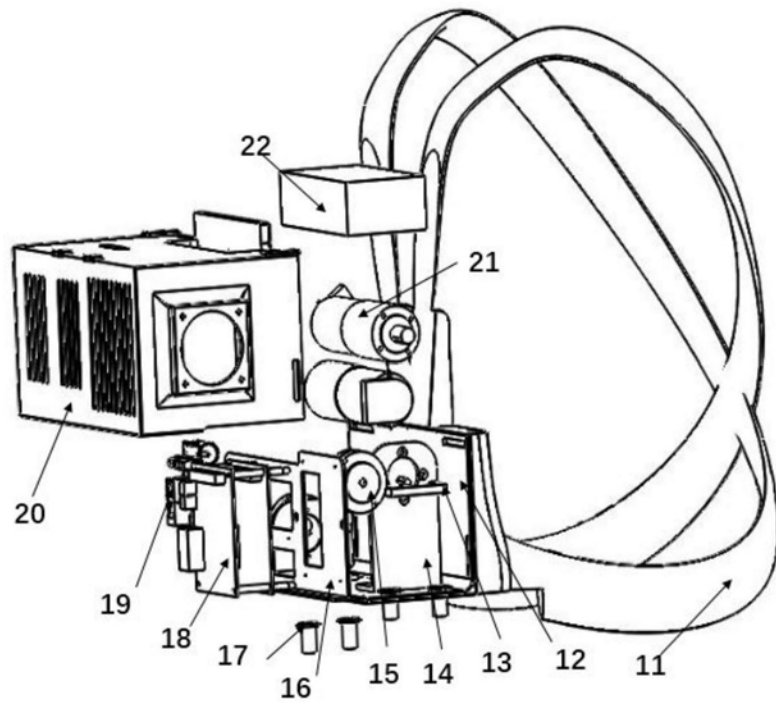


图4

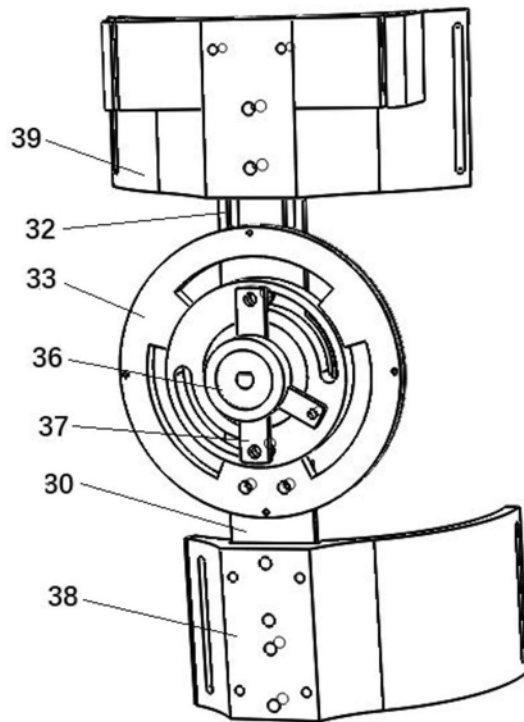


图5

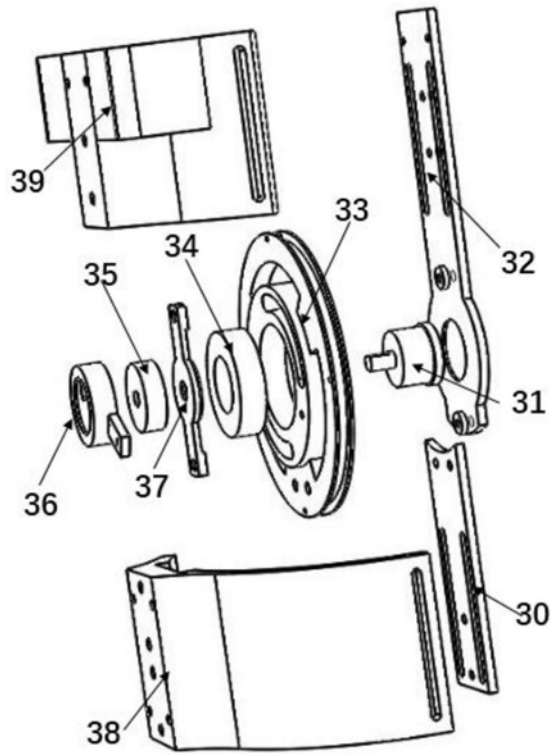


图6

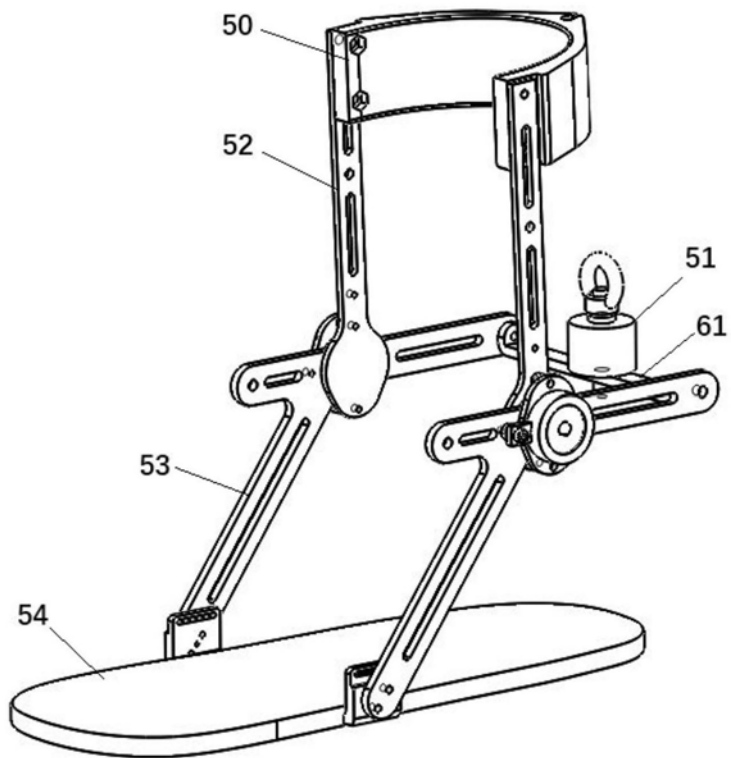


图7

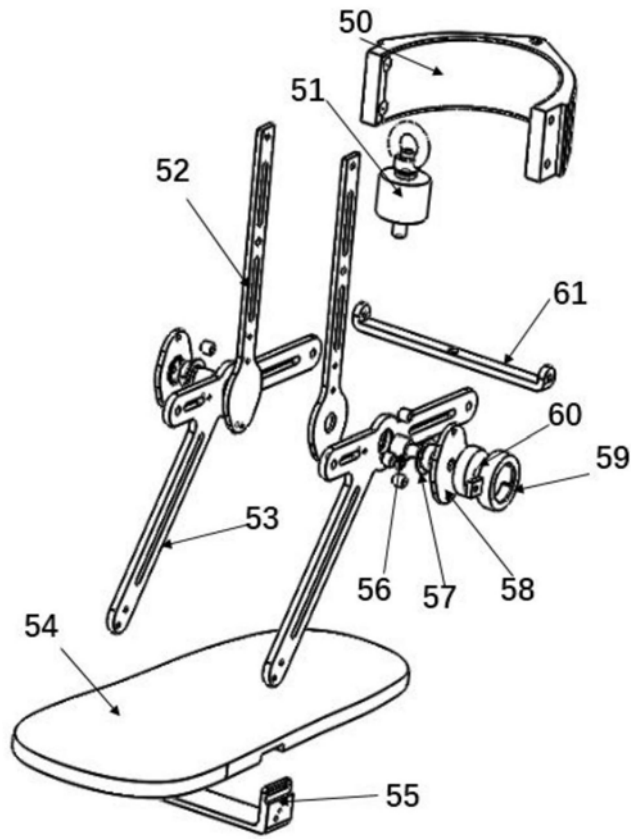


图8