



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109702765 B

(45) 授权公告日 2021.05.18

(21) 申请号 201711013885.9

B25J 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2017.10.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102649271 A, 2012.08.29

申请公布号 CN 109702765 A

审查员 廖江梅

(43) 申请公布日 2019.05.03

(73) 专利权人 深圳市肯紫科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街  
道留仙大道南山云谷创新产业园山水  
楼A座1楼A1

(72) 发明人 不公告发明人

(74) 专利代理机构 深圳市精英专利事务所

44242

代理人 冯筠

(51) Int. Cl.

B25J 17/00 (2006.01)

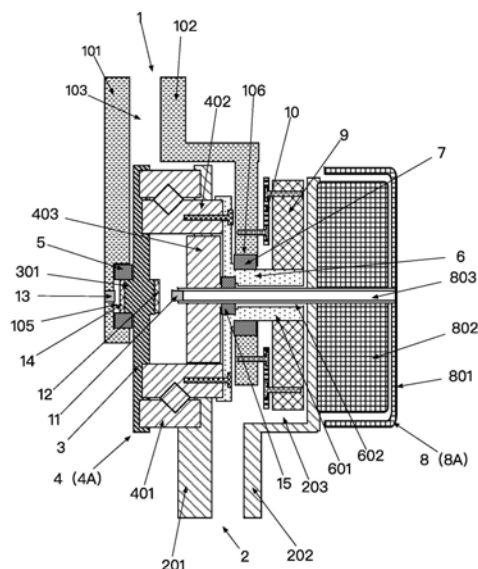
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

一种动力关节装置和下肢助力设备

(57) 摘要

本发明公开了一种动力关节装置和下肢助力设备。一种动力关节装置,包括关节主体及设于关节主体的动力装置,关节主体包括上臂,及与上臂具有相对运动的下臂;动力装置包括动力件,及固定于动力件动力输出端的减速机构;动力件固定于下臂,且减速机构的动力输出端与上臂联接,以使动力件驱动上臂相对于下臂运动;或动力件固定于上臂,且减速机构的动力输出端与下臂联接,以使下臂与上臂具有相对运动。并通过设置的力矩测量机构、第一角度测量机构、第二角度测量机构等数据与控制系统交换,以控制电机的转动,从而实现电机对上臂和下臂相互转动的可控制性。还有减速机构利用谐波减速机,减速级数高,体积小,结构简单,生产成本低。



1. 一种动力关节装置,包括关节主体及设于关节主体的动力装置,其特征在于,所述关节主体包括上臂,及与上臂具有相对运动的下臂;所述动力装置包括动力件,及固定于动力件动力输出端的减速机构;所述动力件固定于下臂,且所述减速机构的动力输出端与上臂联接,以使动力件驱动上臂相对于下臂运动;或所述动力件固定于上臂,且所述减速机构的动力输出端与下臂联接,以使下臂与上臂具有相对运动;所述上臂包括第一上臂板,及第二上臂板;所述第一上臂板与第二上臂板形成有上安装腔;所述减速机构安装于上安装腔,且所述减速机构的动力输出端与上臂传动联接;所述减速机构固定端通过设有的固定板与第一上臂板旋转联接,动力输出端通过设有的安装板与第二上臂板传动联接;所述减速机构为谐波减速机;所述谐波减速机包括外壳,与外壳旋转联接的旋转轮,及与旋转轮传动联接的减速发生器;所述减速发生器与动力件的动力输出端传动联接;所述外壳与固定板固定联接;所述旋转轮与安装板固定联接;所述固定板近于第一上臂板一侧设有第一转轴;所述第一转轴与第一上臂板设有的第一固定腔旋转联接;所述安装板近于第二上臂板一侧设有第二转轴;所述第二转轴与第二上臂板设有的安装孔旋转联接,且第二转轴动力输出端与第二上臂板传动联接;所述下臂包括第一下臂板及第二下臂板;所述第一下臂板位于上安装腔内,其上端与所述谐波减速机外壳传动联接;所述第二下臂板位于第二上臂板一侧,且第二上臂板与第二下臂板之间形成有下安装腔;所述第一下臂板与所述固定板为一体结构。

2. 如权利要求1所述一种动力关节装置,其特征在于,所述动力件设置于第二下臂板且近于下安装腔的外侧;所述动力件为电机,且电机包括定子、转子及电机转轴;所述定子固定于第二下臂板外侧;所述转子旋转于定子的外侧,且电机转轴与转子固定联接;所述电机转轴与减速发生器的动力输入端联接。

3. 如权利要求2所述一种动力关节装置,其特征在于,所述第二转轴中心设有通孔;所述电机转轴动力输出端朝减速机构一侧延伸,并贯穿通孔与减速发生器固定联接。

4. 如权利要求2所述一种动力关节装置,其特征在于,还包括第一角度测量机构;所述第一角度测量机构包括第一磁体和第一磁场感应电路;所述第一磁体固定于电机转轴近于减速发生器一端;所述第一磁场感应电路固定于固定板近于减速发生器的内侧,且靠近于第一磁体。

5. 如权利要求4所述一种动力关节装置,其特征在于,还包括第二角度测量机构;所述第二角度测量机构包括第二磁体和第二磁场感应电路;所述第二磁体固定于第一上臂板的第一固定腔内壁;所述第二磁场感应电路设置于固定板的第一转轴,且靠近于第二磁体。

6. 如权利要求5所述一种动力关节装置,其特征在于,还包括力矩测量机构;所述力矩测量机构包括扭矩传感器;所述扭矩传感器输入端与第二转轴延伸至下安装腔的一端固定联接;所述扭矩传感器输出端与第二上臂板固定联接。

7. 如权利要求6所述的一种动力关节装置,其特征在于,所述力矩测量机构还包括弹性联轴器,所述弹性联轴器的动力输入端与扭矩传感器固定联接,动力输出端与所述第二上臂板固定联接。

8. 如权利要求6所述一种动力关节装置,其特征在于,所述扭矩传感器包括与第二转轴固定联接的中心台,与弹性联轴器传动联接的外环,及联接于中心台与外环之间的应变梁;所述应变梁设有若干个应变片。

9. 如权利要求7所述一种动力关节装置,其特征在于,所述上臂和下臂于一个平面内相对转动,且上臂与下臂之间形成转动夹角;所述上臂与下臂转动夹角两侧分别设有限位块。

10. 一种下肢助力外骨骼设备,包括助力支架,其特征在于,所述助力支架包括由权利要求7-9任一项所述的动力关节装置,还包括腰部结构、大腿杆、小腿杆以及足部结构;所述腰部结构和大腿杆之间、所述大腿杆和小腿杆之间均通过动力关节装置连接;所述腰部结构与大腿杆之间、大腿杆与小腿杆之间的相对伸展或弯曲均通过动力关节装置的设有电机控制。

11. 如权利要求10所述一种下肢助力外骨骼设备,其特征在于,所述动力关节装置的下臂与大腿杆之间、动力关节装置的下臂与小腿杆之间均设有用于适应不同人体的长度调节锁紧结构;所述小腿杆的下端与足部结构通过踝关节轴联接;所述动力关节装置上端通过髋关节外展轴与腰部结构联接;所述大腿杆、小腿杆的下端均向人体弯曲以贴近人体。

12. 如权利要求11所述一种下肢助力外骨骼设备,其特征在于,还包括助力支架、电源系统、控制系统以及人机连接结构,所述电源系统均与动力关节装置的电机、控制系统电性连接,为两者提供能源;所述控制系统与电机电性连接,以控制电机的转动;所述力矩测量机构、第一角度测量机构及第二角度测量机构均与控制系统电性连接;所述人机连接结构包括护腰、腰部绑带、大腿和/或小腿绑带以及足部绑带;所述人机连接结构与人体对应部位固定联接;所述人机连接与助力支架之间还包括力传感器,所述力传感器包括以下一种或多种:护腰与腰部结构之间的背部力传感器、腰部绑带与腰部结构之间的髋部力传感器、大腿绑带与大腿杆之间的大腿力传感器、小腿绑带与小腿杆之间的小腿力传感器;所述力传感器均与控制系统电性连接。

## 一种动力关节装置和下肢助力设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及穿戴设备技术领域,更具体地说是指一种动力关节装置和下肢助力设备。

### 背景技术

[0002] 机器人领域广泛地需要应用动力关节,用于人体可穿戴的外骨骼机器人一般带有多个动力关节,这些动力关节一方面需要承载人体穿戴使用时施加的多个方向的压力及扭力,另一方面还需要集成力传感器、角度传感器以及电机旋转编码器;与此同时,还需要动力关节体积小、重量轻,成本低。

[0003] 现有技术中,一般电机选用扁平的盘式电机,减速机采用谐波减速机,这样可以使得动力关节轴向尺寸较小。上臂和下臂的连接结构方面,一些方案为了简化设计,把上臂及下臂分别与谐波减速机的柔轮及钢轮固定在一起,如哈尔滨工业大学2011年硕士论文《外骨骼下肢助力机器人技术研究》中披露这种方案,该方法会导致上下臂不在一个平面上,关节承力时会产生很大的倾覆扭矩,容易损坏关节;论文《Mechanical Design of the Hanyang Exoskeleton Assistive Robot (HEXAR)》ICCAS2014中也披露类似方案;为减少上述方案中倾覆扭矩的影响,可以采用交叉滚子轴承,该方案成本代价较高,但结构刚性仍然不好。

[0004] 现有技术中,控制电机需要采用旋转编码器,现有方案均采用光电式旋转编码器,体积大、成本高,造成动力关节设计复杂;论文《Mechanical Design of the Hanyang Exoskeleton Assistive Robot (HEXAR)》ICCAS2014、论文《Design of an electrically actuated lower extremity exoskeleton》(Advanced Robotics, Vol.20, No.9, pp.967-988 (2006)) 以及中国专利201620267410.7中均披露相同的方案。

[0005] 现有技术中,测量电机的输出扭矩有些采用扭矩传感器,如论文《Mechanical Design of the Hanyang Exoskeleton Assistive Robot (HEXAR)》ICCAS2014披露了此类方案,此方案对于安装精度有严格要求,实际环境中难以保证,上述论文没有披露如何解决安装精度的问题;有些采用压力传感器来测量电机输出扭矩,论文《Design of an electrically actuated lower extremity exoskeleton》(Advanced Robotics, Vol.20, No.9, pp.967-988 (2006)) 中披露了此类方案,此方案结构较为复杂、对于安装精度要求很严格,且成本比较高,该方案同样未能披露如何确保安装精度。

[0006] 现有技术中,动力关节中不包含专门测量上臂和下臂相对角度的方案,一般用电机编码器来估算上下臂的相对角度,此方案的问题是每次上电需要校准,精度难以保证;论文《Mechanical Design of the Hanyang Exoskeleton Assistive Robot (HEXAR)》ICCAS2014以及论文《Design of an electrically actuated lower extremity exoskeleton》(Advanced Robotics, Vol.20, No.9, pp.967-988 (2006)) 均未披露专门测量上下臂相对角度的方案。

[0007] 现有技术中,专利201611189733.X提到一种用于外骨骼的动力关节装置,所述装

置带有扭矩传感器、电机编码器以及角度传感器,该方案扭矩传感器相关结构存在间隙、体积较大,不美观,上下臂与谐波减速机连接部分采用单板结构,同等体积重量情况下刚性难以做到很好。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,提供一种动力关节装置和下肢助力设备。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0010] 一种动力关节装置,包括关节主体及设于关节主体的动力装置,所述关节主体包括上臂,及与上臂具有相对运动的下臂;所述动力装置包括动力件,及固定于动力件动力输出端的减速机构;所述动力件固定于下臂,且所述减速机构的动力输出端与上臂联接,以使动力件驱动上臂相对于下臂运动;或所述动力件固定于上臂,且所述减速机构的动力输出端与下臂联接,以使下臂与上臂具有相对运动。

[0011] 其进一步技术方案为:所述上臂包括第一上臂板,及第二上臂板;所述第一上臂板与第二上臂板形成有上安装腔;所述减速机构安装于上安装腔,且所述减速机构的动力输出端与上臂传动联接;所述减速机构固定端通过设有的固定板与第一上臂板旋转联接,动力输出端通过设有的安装板与第二上臂板传动联接。

[0012] 其进一步技术方案为:所述减速机构为谐波减速机;所述谐波减速机包括外壳,与外壳旋转联接的旋转轮,及与旋转轮传动联接的减速发生器;所述减速发生器与动力件的动力输出端传动联接;所述外壳与固定板固定联接;所述旋转轮与安装板固定联接;所述固定板近于第一上臂板一侧设有第一转轴;所述第一转轴与第一上臂板设有的第一固定腔旋转联接;所述安装板近于第二上臂板一侧设有第二转轴;所述第二转轴与第二上臂板设有的安装孔旋转联接,且第二转轴动力输出端与第二上臂板传动联接。

[0013] 其进一步技术方案为:所述下臂包括第一下臂板及第二下臂板;所述第一下臂板位于上安装腔下方;所述第二下臂板位于第二上臂板一侧,且第二上臂板与第二下臂板之间形成有下安装腔。

[0014] 其进一步技术方案为:所述动力件设置于第二下臂板且近于下安装腔的外侧;所述动力件为电机,且电机包括定子、转子及电机转轴;所述定子固定于第二下臂板外侧;所述转子旋转于定子的外侧,且电机转轴与转子固定联接;所述电机转轴与减速发生器的动力输入端联接。

[0015] 其进一步技术方案为:所述第二转轴中心设有通孔;所述电机转轴动力输出端朝减速机构一侧延伸,并贯穿通孔与减速发生器固定联接。

[0016] 其进一步技术方案为:还包括第一角度测量机构;所述第一角度测量机构包括第一磁体和第一磁场感应电路;所述第一磁体固定于电机转轴近于减速发生器一端;所述第一磁场感应电路固定于固定板近于减速发生器的内侧,且靠近于第一磁体。

[0017] 其进一步技术方案为:还包括第二角度测量机构;所述第二角度测量机构包括第二磁体和第二磁场感应电路;所述第二磁体固定于第一上臂板的第一固定腔内壁;所述第二磁场感应电路设置于固定板的第一转轴,且靠近于第二磁体。

[0018] 其进一步技术方案为:还包括力矩测量机构;所述力矩测量机构包括扭矩传感器,

及弹性联轴器;所述扭矩传感器与第二转轴延伸至下安装腔的一端固定联接;所述弹性联轴器的动力输入端与扭矩传感器固定联接,动力输出端与第二上臂板固定联接。

[0019] 其进一步技术方案为:所述扭矩传感器包括与第二转轴固定联接的中心台,与弹性联轴器传动联接的外环,及联接于中心台与外环之间的应变梁;所述应变梁设有若干个应变片。

[0020] 其进一步技术方案为:所述上臂和下臂于一个平面内相对转动,且上臂与下臂之间形成转动夹角,其角度为 $0-180^{\circ}$ ;所述上臂与下臂转动夹角两侧分别设有限位块。

[0021] 一种下肢助力外骨骼设备,包括助力支架,所述助力支架包括上述的动力关节装置,还包括腰部结构、大腿杆、小腿杆以及足部结构;所述腰部结构和大腿杆之间、所述大腿杆和小腿杆之间均通过动力关节装置连接;所述腰部结构与大腿杆之间、大腿杆和小腿杆之间的相对伸展或弯曲均通过动力关节装置的电机控制

[0022] 其进一步技术方案为:所述动力关节装置的下臂与大腿杆之间、动力关节装置的下臂与小腿杆之间均设有用于适应不同人体的长度调节锁紧结构;所述小腿杆的下端与足部结构通过踝关节轴联接;所述动力关节装置上端通过髋关节外展轴与腰部结构联接;所述大腿杆、小腿杆的下端均向人体弯曲以贴近人体。

[0023] 其进一步技术方案为:还包括助力支架、电源系统、控制系统以及人机连接结构,所述电源系统均与动力关节装置的电机、控制系统电性连接,为两者提供能源;所述控制系统与电机电性连接,以控制电机的转动;所述力矩测量机构、第一角度测量机构及第二角度测量机构均与控制系统电性连接;所述人机连接结构包括护腰、腰部绑带、大腿和/或小腿绑带以及足部绑带;所述人机连接结构与人体对应部位固定联接;所述人机连接与助力支架之间还包括力传感器,所述力传感器包括以下一种或多种:护腰与腰部结构之间的背部力传感器、腰部绑带与腰部结构之间的髋部力传感器、大腿绑带与大腿杆之间的大腿力传感器、小腿绑带与小腿杆之间的小腿力传感器;所述力传感器均与控制系统电性连接。

[0024] 本发明与现有技术相比的有益效果是:本发明一种动力关节装置,动力装置通过设置在下臂外侧的动力件及设置在动力件动力输出端的减速机构来驱动上臂运动,从而使上臂与下臂具有相对转动。并通过设置的力矩测量机构、第一角度测量机构、第一角度测量机构等数据与控制系统交换,以控制电机的转动,从而实现电机对上臂和下臂相互转动的可控制性。还有减速机构利用谐波减速机,减速级数高,体积小,结构简单,生产成本低。

[0025] 第一角度测量机构、扭矩传感器和第二角度测量机构,能够同时对电机转动角度、上下臂相对转动角度和上臂受力情况进行测量,有助于外骨骼控制形态性能的提升,且成本低、可靠性高。

[0026] 第一承力轴承和第二承力轴承分别位于所述下臂的空腔两侧,可以承载的侧向扭矩大,结构强度高。减速机构位于所述下臂的封闭腔外,选型适应性范围宽。第一磁体和第一磁场感应电路、第二磁体和第二磁场感应电路均采用非接触耦合方式实现了电机转动角度的测量,简单、轻薄、成本低,比现有集成式编码器方案,大大简化了机械结构设计复杂度;磁体和磁场感应电路之间没有接触,不会有磨擦,不会造成机械磨损,耐用性好;磁体产生的磁场是静态磁场,不易受环境干扰影响,可靠性高。

[0027] 本发明还通过扭矩传感器可以测量两者相互作用力,进而可以计算出相互作用扭矩;本发明的关节机构对于力传感器要求不高,不需采用昂贵而大质量的扭矩传感器,采用

普通轻便的应变梁传感器即可,成本重量代价均低;安装方式更加灵活、方便。

[0028] 所述上臂和所述下臂分布在一个平面上,所述关节装置在承受负载时不会产生侧向扭矩和剪切力,同等重量情况下承载强度更高;采用耐磨限位块可以缓冲上臂和下臂触碰时的冲击力,防止触碰时磨损上臂和下臂,也可以保护力传感器免于因过量程冲击而损坏。

[0029] 本发明一种下肢助力外骨骼设备,通过将动力关节装置设置于腰部结构和大腿杆之间以及大腿杆和小腿杆之间,以使腰部结构与大腿杆之间、大腿杆与小腿杆之间的相对伸展或弯曲均通过动力关节装置来实现。本发明结构简单、集成度高,采用本发明动力关节装置的下肢助力外骨骼,可以测量的信息增多,包括关节扭力、腰部结构与大腿杆之间的角度、大腿杆与小腿杆之间的角度以及动力装置中电机的转动角度,其控制系统可以实施更为精确灵活的控制。

## 附图说明

[0030] 图1为本发明一种动力关节装置具体实施例的剖面示意图;

[0031] 图2为本发明一种动力关节装置具体实施例的固定板与第一下臂板一体式结构的剖面示意图;

[0032] 图3为本发明一种动力关节装置具体实施例的转子旋转于定子内侧的剖面示意图;

[0033] 图4为本发明一种动力关节装置具体实施例的正视示意图;

[0034] 图5为本发明一种动力关节装置具体实施例的联轴器结构示意图;

[0035] 图6为本发明一种动力关节装置具体实施例的扭矩传感器结构示意图;

[0036] 图7为本发明一种下肢助力设备具体实施例的结构示意图;

[0037] 图8为本发明一种下肢助力设备具体实施例的电路方框图。

[0038] 附图标记

[0039] 1—上臂;101—第一上臂板;102—第二上臂板;103—上安装腔;105—第一固定腔;106—安装孔;2—下臂;201—第一下臂板;202—第二下臂板;203—下安装腔;3—固定板;301—第一转轴;4—谐波减速机;4A—减速机构;401—外壳;402—旋转轮;403—减速发生器;5—第一承力轴承;6—安装板;601—第二转轴;602—通孔;7—第二承力轴承;8—电机;8A—动力件;801—转子;802—定子;803—电机转轴;9—扭矩传感器;901—外环;902—中心台;903—应变梁;904—应变片;10—弹性联轴器;11—第一磁体;12—第一磁场感应电路;13—第二磁体;14—第二磁场感应电路;15—转轴轴承;16—限位块;100—助力支架;1000—动力关节装置;1000A—髋动力关节装置;1000B—膝动力关节装置;1001—关节主体;1003—腰部结构;1004—小腿杆;1005—足部结构;1006—踝关节轴;1007—大腿长度调节锁定螺栓;1008—小腿长度调节锁定螺栓;1009—大腿杆;200—人机连接结构;2001—护腰;2002—腰部绑带;2003—大腿绑带;2004—足部绑带;3001—背部力传感器;3002—大腿力传感器;40—控制系统;4000—电池。

## 具体实施方式

[0040] 为了更充分理解本发明的技术内容,下面结合具体实施例对本发明的技术方案进

一步介绍和说明,但不局限于此。

[0041] 如图1—图8所示,为本发明一种轻便式动力关节装置实施例的具体结构视图。

[0042] 一种动力关节装置,如图1—图3所示,包括关节主体1001及设于关节主体1001的动力装置,所述关节主体1001包括上臂1,及与上臂1具有相对运动的下臂2。动力装置包括动力件8A,及固定于动力件8A动力输出端的减速机构4A。动力件8A固定于下臂2,且所述减速机构4A的动力输出端与上臂1联接,以使动力件8A驱动上臂1相对于下臂2运动;或所述动力件8A固定于上臂1,且所述减速机构4A的动力输出端与下臂2联接,以使下臂2与上臂1具有相对运动。

[0043] 上臂1包括第一上臂板101,及第二上臂板102。第一上臂板101与第二上臂板102形成有上安装腔103。减速机构4A安装于上安装腔103,且所述减速机构4A的动力输出端与上臂1传动联接。减速机构4A固定端通过设有的固定板3与第一上臂板101旋转联接,动力输出端通过设有的安装板6与第二上臂板102传动联接。

[0044] 减速机构4A容纳于第一上臂板101和第二上臂板102之间形成的上安装腔 103,以使本装置承载负重时受力均衡,稳定性好;所述第一承力轴承5和第二承力轴承7分别位于谐波减速机4两侧,跨度尺寸大,可以承载的倾覆扭矩大,结构强度高、刚性好;所述电机8位于所述上下臂围成的腔体外侧,便于安装,且电机的选型适应性范围宽。

[0045] 减速机构4A为谐波减速机4。谐波减速机4包括外壳401,与外壳401旋转联接的旋转轮402,及与旋转轮402传动联接的减速发生器403。减速发生器 403与动力件8A的动力输出端传动联接。外壳401与固定板3固定联接。旋转轮402与安装板6固定联接,驱使安装板6与旋转轮402具有相同角速度转动。固定板3近于第一上臂板101一侧设有第一转轴301。第一转轴301与第一上臂板101设有的第一固定腔105旋转联接。安装板6近于第二上臂板102一侧设有第二转轴601。第二转轴601与第二上臂板102设有的安装孔106旋转联接,且第二转轴601动力输出端与第二上臂板102传动联接。

[0046] 具体的,谐波减速机4的输入速度与输出速度的速度比可达到1:50~200。所以本装置的减速机构能大大的降低电机传送至上臂1的转速,且体积小,方便安装。

[0047] 具体的,固定板3通过设有的第一承力轴承5与第一上臂板101旋转联接。固定板3的第一转轴301固定第一承力轴承5的内圈。第一上臂板101与第一转轴301相对应的位置设有第一固定腔105,且第一承力轴承5外圈与第一固定腔105固定联接。安装板6的第二转轴601通过设有的第二承力轴承7与第一上臂板102旋转联接。第二转轴601与第二承力轴承7的内圈固定联接,安装孔106与第二承力轴承7的外圈固定联接。

[0048] 下臂2包括第一下臂板201及第二下臂板202。第一下臂板201位于上安装腔103内或下方,其上端与谐波减速机外壳401联接。如图1所示,所述第一下臂板201上端带有通孔,与谐波减速机外壳401靠近第二上臂板102侧联接;其另一实施例如图2所示,所述第一下臂板201与所述固定板3为一体结构,与谐波减速机外壳401在靠近第一上臂板101侧联接。固定板3为第一下臂板 201朝上安装腔103延伸的一部分。在加工成型时,直接在第一上臂板101延伸的部分加工出固定板3的形状。

[0049] 第二下臂板202位于第二上臂板102一侧,且第二上臂板102与第二下臂板202之间形成有下安装腔203。

[0050] 优选的,上臂1和下臂2均为一体式成型。第一下臂板201及第二下臂板 202为两侧



板、第一上臂板101和第二上臂板102为两侧板。

[0051] 动力件8A设置于第二下臂板202且近于下安装腔203的外侧。动力件8A 为电机8，且电机8包括定子802、转子801及电机转轴803。定子802固定于第二下臂板202外侧。图1、图2所示实施例中，转子801旋转于定子802的外侧，图3所示实施例中，转子801旋转于定子802的内侧，电机转轴803与转子801固定联接。电机转轴803与减速发生器403的动力输入端联接。

[0052] 第二转轴601中心设有通孔602。电机转轴803动力输出端朝减速机构4A 一侧延伸，并贯穿通孔602与减速发生器403固定联接。具体的，电机转轴803 一端与转子801固定联接，另一端穿过定子802内部的通孔和下安装腔203，且与第二转轴601的通孔602旋转联接，并延伸至谐波减速机4内与减速发生器 403固定联接。电机转轴803通过转轴轴承15与通孔602旋转联接，且转轴轴承15固定于通孔近于减速发生器403的一侧。转子801驱动电机转轴803转动，从而带动谐波减速机4运动。

[0053] 其中，本装置还包括第一角度测量机构，且第一角度测量机构包括第一磁体11和第一磁场感应电路12。第一磁体11固定于电机转轴803近于减速发生器403一端。其中，谐波减速机4内部设有空腔，即此空腔为减速发生器403 与固定板3之间形成。电机转轴803延伸至空腔内，且第一磁体11固定在电机转轴803延伸至空腔内的端部。第一磁场感应电路12固定于固定板3近于减速发生器403内侧，且靠近于第一磁体11。

[0054] 由于第一磁体11固定在电机转轴803上，且位于谐波减速机4空腔内，第一磁场感应电路12设置于固定板3且靠近谐波减速机4空腔内侧，并且靠近第一磁体11，还有因为固定板3与下臂2固定联接，所以与电机转轴803的第一磁体11相对于第一磁场感应电路12具有相对运动。电机转子801转动带动电机转轴803旋转，电机转轴803带动第一磁体11旋转，进而第一磁场感应电路 12通过感应第一磁体11的转动角度从而测量电机转子801相对电机定子803的旋转角度。

[0055] 第一磁体11和第一磁场感应电路12采用非接触耦合方式实现了电机转动角度的测量，简单、轻薄、成本低，比现有集成式编码器方案，大大简化了机械结构设计复杂度；磁体和磁场感应电路之间没有接触，不会有磨擦，不会造成机械磨损，耐用性好；磁体产生的磁场是静态磁场，不易受环境干扰影响，可靠性高。第一磁体11和第一磁场感应电路12均设置于谐波减速机4空腔内侧，结构紧凑，空间利用率高，不易受到破坏。

[0056] 其中，本装置还包括第二角度测量机构，且第二角度测量机构包括第二磁体13和第二磁场感应电路14。第二磁体13固定于第一上臂板101的第一固定腔105内壁。第二磁场感应电路14设置于固定板3的第一转轴301，且靠近于第二磁体13。由于固定板3与第一下臂板201固定联接，第二磁场感应电路14 与第一上臂板101固定联接，又第一下臂板201为下臂2的一部分，第一上臂板101为上臂1的一部分，而且上臂1与下臂2具有相对转动，所以第二磁场感应电路14与第二磁体13具有相对转动，从而可以测量上臂1相对下臂2的转动角度。

[0057] 采用第二磁体13和第二磁场感应电路14非接触耦合方式实现了上臂1和下臂2之间相对角度的测量，简单、轻薄、低成本、无磨损、可靠性高。在固定板3两侧同时安装第一磁场感应电路12和第二磁场感应电路14，而不互相影响，结构紧凑、集成度高、设计简单。

[0058] 优选的，第一角度测量装置中的第一磁体11、第二角度测量装置中的第二磁体12

均为圆柱或圆环结构,带有一对或多对磁极。磁体带有多个磁极对可以提升角度检测的精度,采用磁环形式可以支持更多磁极对。

[0059] 其中,本装置还包括力矩测量机构,且力矩测量机构包括扭矩传感器9,及弹性联轴器10。扭矩传感器9动力输入端与第二转轴601延伸至下安装腔203 的一端固定联接。弹性联轴器10的动力输入端与扭矩传感器9的动力输出端固定联接,且其动力输出端与第二上臂板102固定联接。

[0060] 电机8带动第二转轴601转动,第二转轴601带动扭矩传感器9相对下臂2 相对运动,从而扭矩传感器9通过弹性联轴器10传动联接,进而带动上臂1相对于下臂相对转动。其中,扭矩传感器9起到传递扭矩作用,从而可以测量出上臂1和下臂2之间的相互作用力矩。通过在谐波减速机4和上臂1之间安装扭矩传感器9可以测量两者相互作用力矩。扭矩传感器9设置在下安装腔203,安装方便,结构紧凑,使用灵活方便。

[0061] 弹性联轴器10结构如图5所示,其由环状多片金属弹性薄片固定在一起组成,其环状结构上均匀分布多个安装孔,其在扭转方向刚性很大,在垂直于扭转方向上有挠性,扭矩传感器9和第二上臂板102通过螺栓交替与其环状结构上安装孔连接,这样可以吸收所述扭矩传感器9和第二上臂板102之间的安装公差,消除安装应力对于扭矩测量造成的干扰,保证测量精度。

[0062] 具体的,弹性联轴器10为环状结构,且环状结构设有连接孔,且连接孔均间隔布置,相邻的两个连接孔分别通过螺栓与扭矩传感器9和第二上臂板102 固定联接。

[0063] 扭矩传感器9输出端通过弹性联轴器10与第二上臂板102固定联接,且扭矩传感器9输入端与安装板6的第二转轴601固定联接,所以能准确测量上臂1 与下臂2的扭矩。由于弹性联轴器10在扭转方向的刚性很高,而在其他方向有很好的挠性,所以弹性联轴器10可以为金属膜片、橡胶弹性体、聚氨酯弹性体、包裹弹性体的螺栓、波纹管以及其组合。在扭矩传感器9输入和/或输出端增加弹性联轴器10可以大大减小加工公差以及安装应力造成的测量干扰,大幅度提升扭矩传感器9在各种情况下测量的稳定性、精度和可靠性。联轴器结构形式简单,安装方便,成本低。

[0064] 具体的,如图6所示,扭矩传感器9包括与第二转轴601固定联接的中心台902,与弹性联轴器10传动联接的外环901,及联接于中心台902与外环901 之间的应变梁903。应变梁903设有若干个应变片904。应变梁903环形均布设置,每个应变梁903均设有相应的应变片904。

[0065] 中心台902为力矩输入端、外环901为力矩输出端,应变梁903为测力结构,且位于力矩输入端与力矩输出端之间。应变梁903带有通孔用来集中应力,应变片904贴附于应变梁903通孔对应表面上,且应变梁903等间距分布。扭矩传感器9采用环状结构传递力矩稳定,应变梁903等间距分布可以提高测量准确性。

[0066] 本发明动力关节装置中,所述上臂1和下臂2在一个平面内相对转动,分别在伸展和收缩方向的两端的形成限位块16,上臂和下臂接触限位块16处设置有由缓冲耐磨材料形成的耐磨缓冲块。优选的,所述两个限位块16形成的夹角为 $0-180^{\circ}$ ,即是上臂1与下臂2的相互转动的角度为 $0-180^{\circ}$ 。上臂1和下臂2分布在一个平面上,且上臂1、下臂2相对转动时可以提高电机驱动效率,提高角度测量精确性;采用耐磨限位块16可以缓冲上臂1和下臂2触碰时的冲击力,防止触碰时磨损上臂1和下臂2,也可以保护扭矩传感器9免于因超过量程

冲击而损坏。

[0067] 本装置的具体工作过程:固定在下臂的电机8通电后,电机转子801带动电机转轴803转动;电机转轴803与减速发生器403固定联接,以使减速发生器403转动;减速发生器403与旋转轮402传动联接,并且形成速度衰减;谐波减速机4将速度衰减后,从与旋转轮402固定联接的安装板6输出,且安装板6生设有的第二转轴601作为减速机构4A的减速输出端;第二转轴601延伸至下安装腔203的一端固定联接有扭矩传感器9,并且扭矩传感器9随着第二转轴601转动;扭矩传感器9动力输出端通过弹性联轴器10与上臂1传动联接,从而使下臂2与上臂1具有相对的转动。

[0068] 于其他实施例中,本装置还设有陀螺仪和/或加速度计,用来测量所述动力关节运动角速度和/或加速度。陀螺仪和/或加速度计设于下臂2的外侧。

[0069] 一种下肢助力外骨骼设备,如图7—图8所示,包括助力支架100、电源系统30、控制系统40和人机连接结构200,助力支架100包括上述的动力关节装置1000、腰部结构1003、小腿杆1004、大腿杆1009以及足部结构1005;其中所述大腿杆1009为动力关节装置上臂延伸部分。动力关节装置1000设置于腰部结构1003和大腿杆1009之间以及大腿杆1009和小腿杆1004之间。腰部结构1003与大腿杆1009之间、大腿杆1009与小腿杆1004之间的相对伸展或弯曲均通过动力关节装置1000的电机8控制。

[0070] 为了适用人体两条腿均能穿戴,此设备对称设置。

[0071] 其中,动力关节装置1000包括髋关节装置1000A和膝关节装置1000B。

[0072] 具体的,所述腰部结构1003的下端与髋关节主体1001的上臂1相连,所述大腿杆1009的下端和膝关节主体1001的上臂1相连,大腿杆1009和小腿杆1004的上端分别连接关节主体1001的下臂2。

[0073] 所述关节主体1001的下端带有滑槽,所述大腿杆1009和小腿杆1004的上端伸入所述滑槽且可以上下滑动,并且在所述关节主体1001上设有锁紧螺栓,以形成长度调节锁紧结构。所述关节主体1001通过长度调节锁紧结构与所述大腿杆1009、所述小腿杆1004调节长度后锁紧。所述小腿杆1004的下端与足部结构1005通过踝关节轴1006连接。

[0074] 具体的,大腿杆1009插入髋关节装置1000A下端的滑槽内,调节插入深度,并通过设有大腿长度调节锁定螺栓1007将大腿杆1009与滑槽固定联接。同样,小腿杆1004插入膝关节装置1000B下端的滑槽内,调节插入深度,并通过设有小腿长度调节锁定螺栓1008将小腿杆1004与滑槽固定联接。

[0075] 所述控制系统40均与动力关节装置1000中的第一角度测量机构、第二角度测量机构、力矩测量机构、陀螺仪/加速度计以及电机8电性连接。所述控制系统40通过第一角度测量机构、第二角度测量机构、陀螺仪/加速度计及力矩测量机构的测量结果来控制电机8的转动,进而电机8驱动所述腰部结构1003与大腿杆1009、大腿杆1009与小腿杆1004之间伸展或弯曲。所述电源系统30为电池组,与电机8和控制系统40电性连接,为两者提供电能。

[0076] 所述人机连接结构200包括包括护腰2001、腰部绑带2002、大腿绑带2003以及足部绑带2004。人机连接结构200与人体对应部位固定联接,以使助力支架100与人体下肢联接牢固。

[0077] 所述人机连接结构200与助力支架100之间还包括有力传感器,所述力传感器包括设于护腰2001与腰部结构1003之间的背部力传感器3001、设于大腿绑带2003与大腿杆1009

之间的大腿力传感器3002。力传感器均与控制系统40电性连接。优选的,小腿杆1004设有小腿绑带,小腿绑带小腿杆之1004间的小腿力传感器。

[0078] 优选的,控制系统40设有提供电源的电池4000,其中电池设置在人机连接结构200上。

[0079] 为提高人体穿戴的舒适度,本实施例的下肢助力外骨骼装置结构中的大腿杆1009、小腿杆1004下端均向内弯曲以更好贴合穿戴者腿部,还有所述腰部结构1003向内收缩以更好贴合穿戴者腰部。采用符合人体工学曲线的护背2001连接穿戴者腰部与外骨骼装置的腰部结构1003,使固定更加牢固,穿戴更加舒服。

[0080] 本实施例的下肢助力外骨骼装置结构紧凑贴身、集成度高,采用本发明的动力关节装置1000作为下肢助力外骨骼的关节装置,可以测量的信息多,包括关节扭矩、腰部结构1003与大腿之间的角度、角速度、加速度,大腿与小腿之间的角度、角速度、加速度以及电机8的转动角度,其控制系统可以实施更为精确灵活的控制。

[0081] 一种下肢助力外骨骼设备的控制方法,其过程如下:动力关节装置1000上设置的第一角度测量机构测量电机8与下臂2的旋转角度,第二角度测量机构测量上臂1与下臂2之间的旋转角度,力矩测量机构计算减速机构4A与上臂的力矩,也即上臂1与下臂2的力矩,陀螺仪/加速度计测量关节主体1001的速度与加速度,然后将测量的数据传输至控制系统40,经过控制系统40对数据对比运算后,输出相应的信号以控制电机8的转速,从而控制上臂1与下臂2二者之间的相对旋转运动;并且,腰部的动力关节装置1000A的上臂1与腰部结构1003固定联接、下臂2与大腿杆1009固定联接,膝部的动力关节装置1000B的上臂11与大腿杆1009固定联接、下臂12与小腿杆1004固定联接,从而动力关节装置1000控制腰部结构1003与大腿杆1009、大腿杆1009与小腿杆1004之间的伸展与弯曲;再者,护腰2001与腰部结构1003之间的背部力传感器3001、设于大腿绑带203与大腿杆1009之间的大腿力传感器3002均与控制系统40电性连接,各个力传感器检测到的数据通过控制系统40的分析运算后,以控制腰部的动力关节装置1000A与膝部的动力关节装置1000B之间的转动,以控制腰部结构1003、大腿杆1009、小腿杆1004之间的协调运动。

[0082] 综上所述,本发明一种动力关节装置,动力装置通过设置在下臂外侧的动力件及设置在动力件动力输出端的减速机构来驱动上臂运动,从而使上臂与下臂具有相对转动。并通过设有的力矩测量机构、第一角度测量机构、第一角度测量机构等数据与控制系统交换,以控制电机的转动,从而实现电机对上臂和下臂相互转动的可控制性。还有减速机构利用谐波减速机,减速级数高,体积小,结构简单,生产成本低。

[0083] 第一角度测量机构、扭矩传感器和第二角度测量机构,能够同时对电机转动角度、上下臂相对转动角度和上臂受力情况进行测量,有助于外骨骼控制形态性能的提升,且成本低、可靠性高。

[0084] 第一承力轴承和第二承力轴承分别位于所述下臂的空腔两侧,可以承载的侧向扭矩大,结构强度高。动力件位于所述下臂的封闭腔外,选型适应性范围宽。第一磁体和第一磁场感应电路、第二磁体和第二磁场感应电路均采用非接触耦合方式实现了电机转动角度的测量,简单、轻薄、成本低,比现有集成式编码器方案,大大简化了机械结构设计复杂度;磁体和磁场感应电路之间没有接触,不会有磨擦,不会造成机械磨损,耐用性好;磁体产生的磁场是静态磁场,不易受环境干扰影响,可靠性高。

[0085] 本发明还通过扭矩传感器可以测量两者相互作用力,进而可以计算出相互作用扭矩;本发明的关节机构采用的环状扭矩传感器传动无背隙、稳定性好、精度高,对于提高系统的控制灵活性发挥重要作用。

[0086] 所述上臂和所述下臂分布在一个平面上,所述关节装置在承受负载时不会产生侧向扭矩和剪切力,同等重量情况下承载强度更高;采用耐磨限位块可以缓冲上臂和下臂触碰时的冲击力,防止触碰时磨损上臂和下臂,也可以保护力传感器免于因过量程冲击而损坏。

[0087] 本发明一种下肢助力外骨骼设备,通过将动力关节装置设置于腰部结构和大腿杆之间以及大腿杆和小腿杆之间,以使腰部结构与大腿杆之间、大腿杆与小腿杆之间的相对伸展或弯曲均通过动力关节装置来实现。本发明结构简单、集成度高,采用本发明动力关节装置的下肢助力外骨骼,可以测量的信息增多,包括关节扭力、腰部结构与大腿杆之间的角度、大腿杆与小腿杆之间的角度以及动力装置中电机的转动角度,其控制系统可以实施更为精确灵活的控制。

[0088] 上述仅以实施例来进一步说明本发明的技术内容,以便于读者更容易理解,但不代表本发明的实施方式仅限于此,任何依本发明所做的技术延伸或再创造,均受本发明的保护。本发明的保护范围以权利要求书为准。

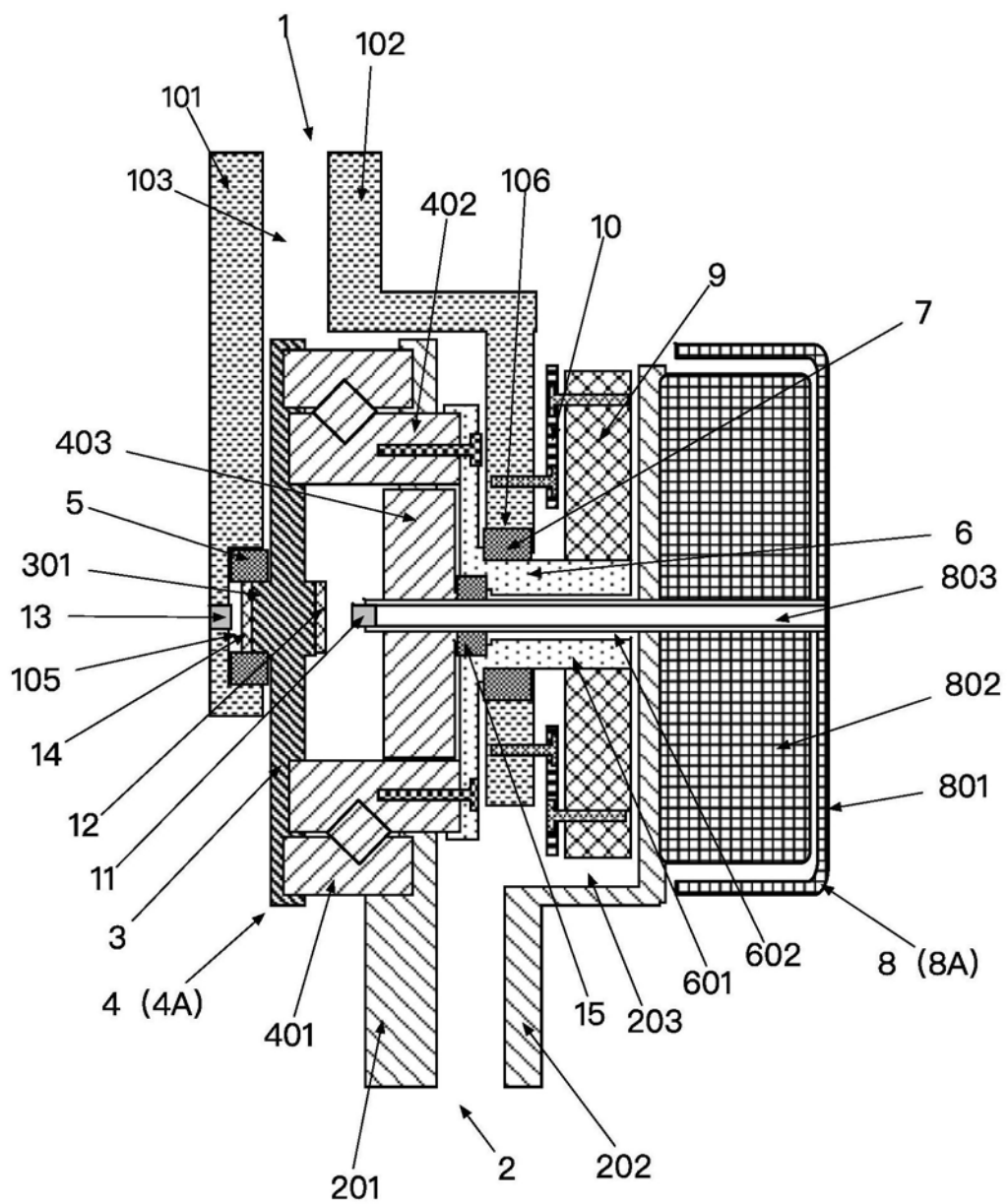


图1

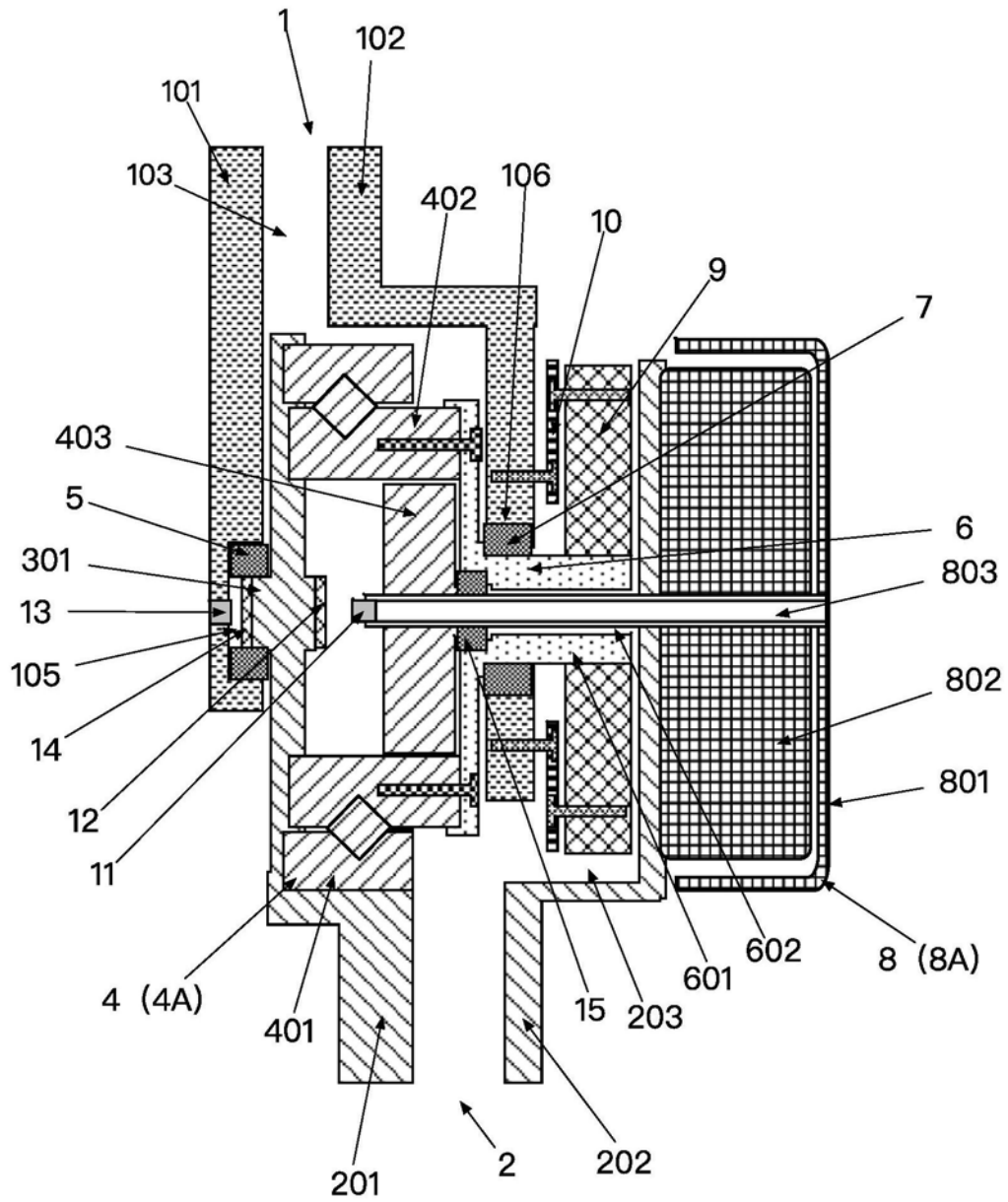


图2





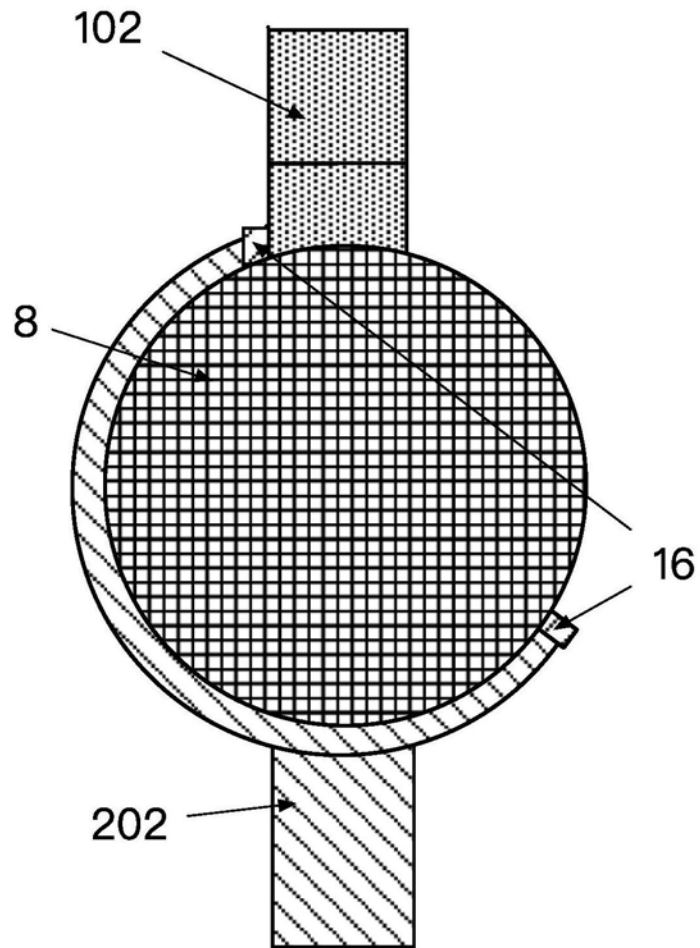


图4

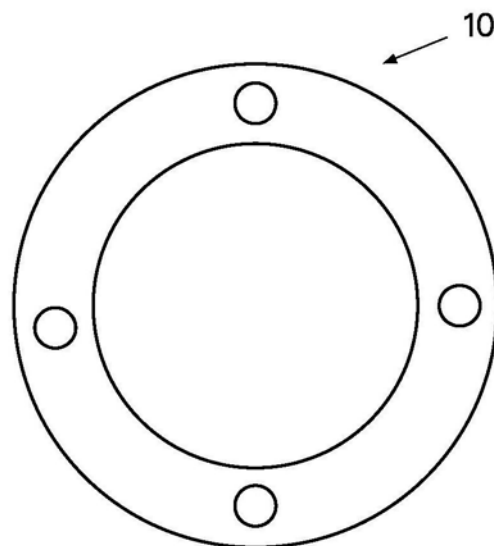


图5

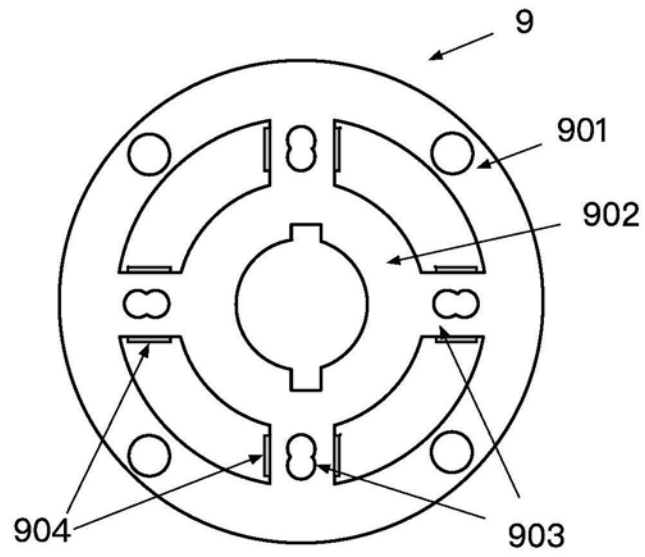


图6

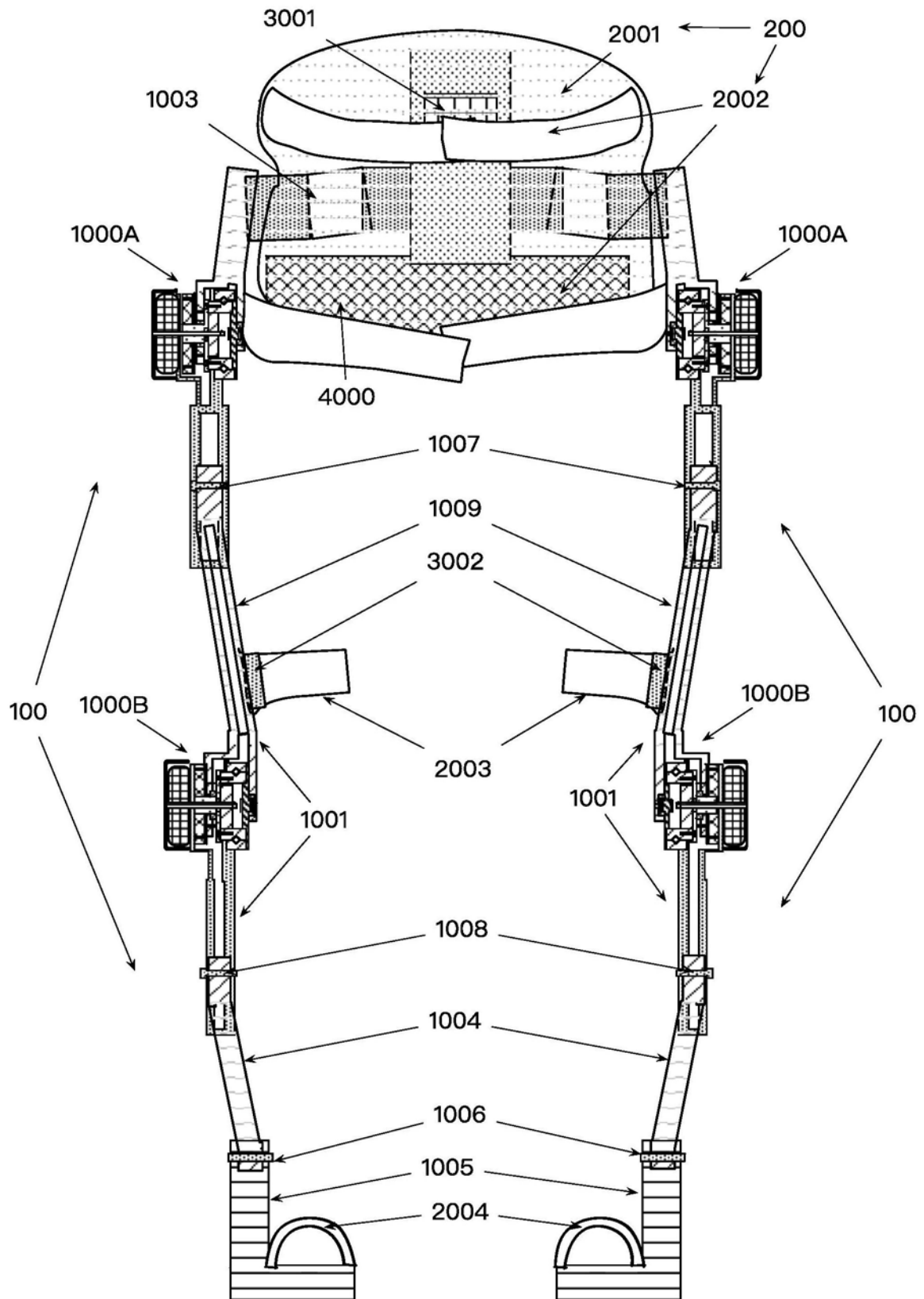


图7

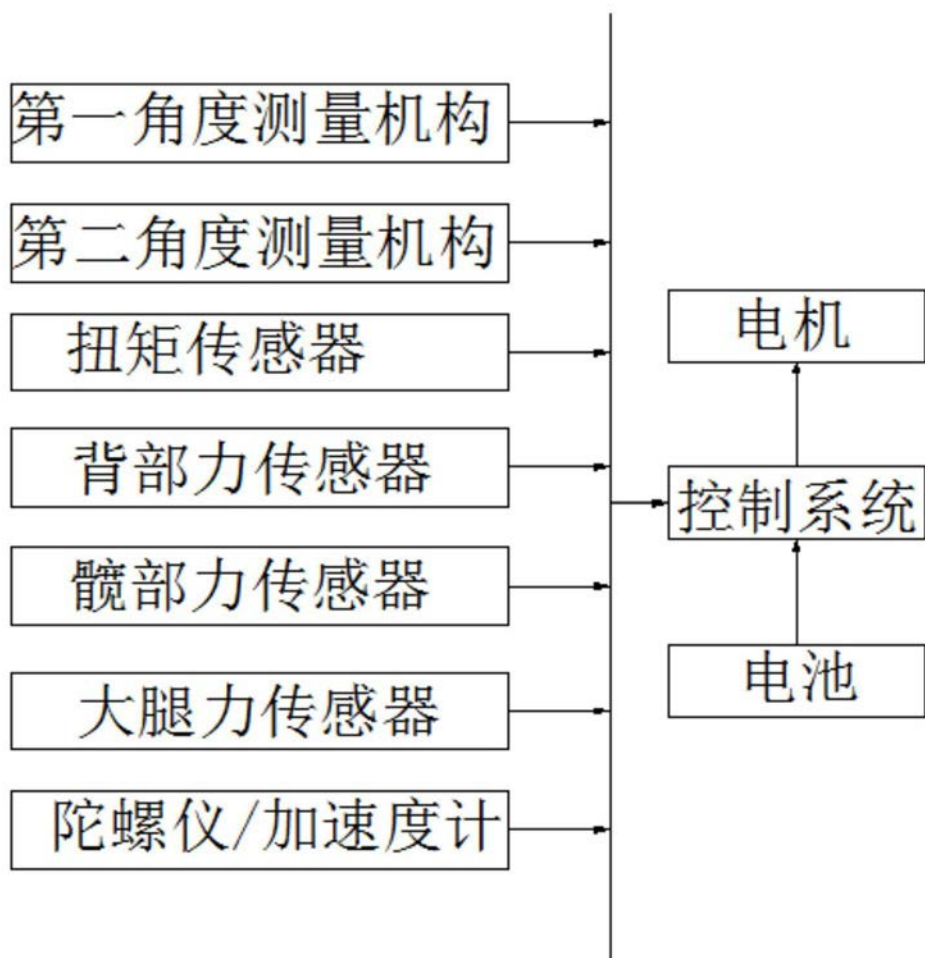


图8