



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104434350 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201410682470.0

(22)申请日 2014.11.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104434350 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 王念峰 劳锬沂 张宪民

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51)Int. Cl.

A61F 2/56(2006.01)

A61F 2/72(2006.01)

(56)对比文件

CN 101073520 A, 2007.11.21, 说明书摘要.

CN 101073520 A, 2007.11.21, 说明书摘要.

CN 204428216 U, 2015.07.01, 权利要求书.

CN 101797749 A, 2010.08.11, 全文.

WO 03/020181 A1, 2003.03.13, 全文.

CN 103565562 A, 2014.02.12, 全文.

US 5080682 A, 1992.01.14, 全文.

CN 102357884 A, 2012.02.22, 全文.

王念峰. 基于四连杆机构的灵巧手结构与运动学分析.《第10届中国机构与机器科学应用国际会议(2013CCAMMS)论文集》.2014,

王念峰. 基于四连杆机构的灵巧手结构与运动学分析.《第10届中国机构与机器科学应用国际会议(2013CCAMMS)论文集》.2014,

审查员 贾祥志

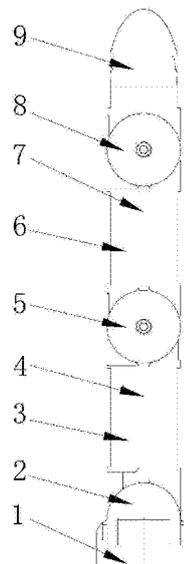
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种仿人型肌电假手的手指机构

(57)摘要

本发明公开了一种仿人型肌电假手的手指机构,由下而上依次包括基座、近指节、中指节和远指节,还包括掌骨关节、近指骨关节、远指骨关节、近驱动腱和远驱动腱,所述基座与近指节通过掌骨关节转动连接,所述近指节与中指节通过近指骨关节转动连接,所述中指节与远指节通过远指骨关节转动连接;所述近驱动腱连接于近指骨关节跟掌骨关节之间,所述远驱动腱连接于远指骨关节跟近指骨关节之间,所述近指骨关节和远指骨关节均采用弹簧式柔性铰链结构。本发明仅需要一个驱动单元便可实现手指的弯曲和伸展,采用腱驱动实现关节之间的耦合运动,通过弹簧式柔顺铰链的应用使得该手指结构简单且安全可靠,运动灵活,具有适当的操作功能。



1. 一种仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,由下而上依次包括基座(1)、近指节(3)、中指节(6)和远指节(9),还包括掌骨关节(2)、近指骨关节(5)、远指骨关节(8)、近驱动腱(4)和远驱动腱(7),所述基座(1)与近指节(3)通过掌骨关节(2)转动连接,所述近指节(3)与中指节(6)通过近指骨关节(5)转动连接,所述中指节(6)与远指节(9)通过远指骨关节(8)转动连接;所述近驱动腱(4)连接于近指骨关节(5)跟掌骨关节(2)之间,实现近指骨关节(5)跟随掌骨关节(2)的耦合运动,所述远驱动腱(7)连接于远指骨关节(8)跟近指骨关节(5)之间,实现远指骨关节(8)跟随近指骨关节(5)的耦合运动,所述近指骨关节(5)和远指骨关节(8)均采用弹簧式柔性铰链结构;

所述基座(1)包括左半基座(21)、右半基座(18)以及通过螺钉将左半基座(21)、右半基座(18)固定连接的掌骨关节侧盖(11),所述右半基座(18)上横向贯穿的设置有机腱通孔(19),同时所述左半基座(21)、右半基座(18)相对面对称地设置有轴承安装凹槽(20),所述掌骨关节侧盖(11)用于限制近驱动腱(4)的位置。

2. 根据权利要求1所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述掌骨关节(2)包括转动轴(15)、齿轮(17)、滚动轴承(16),所述转动轴(15)穿入地设置于近指节圆轴孔(25)和近指节方孔(27)内,包括位于两端的轴颈部以及依次设置于所述轴颈部之间的圆轴部及方轴部(28),所述圆轴部与近指节圆轴孔(25)相配合,所述方轴部(28)与近指节方孔(27)相配合,所述齿轮(17)设置于转动轴(15)的圆轴部,所述滚动轴承(16)内圈安装于转动轴(15)的轴颈处,外圈安装在所述轴承安装凹槽(20)内。

3. 根据权利要求2所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述近指节(3)的两侧沿长度方向设有用于作为近驱动腱(4)通道的近指节肌腱凹槽(24),上端横向贯穿的设置有机腱通孔(23),所述近指骨关节(5)包括对称地设置于近指节(3)上端两侧的两个近指节关节圆盘(22)、两根平行地连接于近指节(3)与中指节(6)之间的密圈拉伸弹簧(13),两个近指节关节圆盘(22)外侧通过螺钉固定有近指骨关节侧盖(12),所述近指节(3)上端位于两个近指节关节圆盘(22)之间的位置还竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧(13)的弹簧圆孔(26),所述近指节(3)下端设置有铰接部,所述铰接部同轴地设有近指节圆轴孔(25)和近指节方孔(27)。

4. 根据权利要求3所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述远指骨关节(8)包括对称地设置于中指节(6)上端两侧的两个中指节关节圆盘(29)、两根平行地连接于中指节(6)和远指节(9)之间的密圈拉伸弹簧(13),两个中指节关节圆盘(29)外侧通过螺钉(14)固定有远指骨关节侧盖(10),所述中指节(6)两侧沿长度方向设有用于作为远驱动腱(7)通道的中指节肌腱凹槽(30),其上端和下端均竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧(13)的弹簧圆孔(26),所述中指节(6)的下端还横向贯穿地设置有机腱通孔(31)。

5. 根据权利要求4所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述远指节(9)上端为指尖部分(32),下端竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧(13)的弹簧圆孔(26),以及,横向贯穿远指节(9)的远指节肌腱通孔(33)。

6. 根据权利要求5所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述近驱动腱(4)中段嵌于近指节肌腱凹槽(24)内,其上段紧贴近指节关节圆盘(22)后穿固于中指节肌腱通孔(31)内,下段紧贴右半基座(18)后穿固于基座肌腱通孔(19)内,所述远驱动腱(7)中段嵌

于中指节肌腱凹槽(30)内,其上段紧贴中指节关节圆盘(29)后穿固于远指节肌腱通孔(33)内,下段紧贴近指节关节圆盘(22)后穿固于近指节肌腱通孔(23)内。

7.根据权利要求1所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述近驱动腱(4)和远驱动腱(7)采用由聚乙烯纤维作材料的柔性绳索。

8.根据权利要求4所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述基座(1)、近指节(3)、中指节(6)、远指节(9)、远指骨关节侧盖(10)、掌骨关节侧盖(11)、近指骨关节侧盖(12)均由铝合金制成,所述转动轴(15)由45钢制成。

9.根据权利要求1至8任一项所述的仿人型肌电假手的手指机构,其特征在于,所述近指节(3)、中指节(6)和远指节(9)的中部均设有用于减轻自重的挖空部。

一种仿人型肌电假手的手指机构

技术领域

[0001] 本发明涉及手部假肢技术领域,特别是涉及基于柔性铰链设计和基于肌电信号原理设计的假手手指机构。

背景技术

[0002] 肌电假手是由人体肌肉电信号进行控制的仿人型假手,其外形美观,功能完善。肌电信号来源于使用者肌肉自主收缩时产生的电信号。这种假手利用安装在残余手臂肌肉表面的电极所采集的电信号来控制电机,从而驱动假手的运动。

[0003] 柔顺机构是利用构件自身的弹性变形来完成运动和力的传递与转换的新型机构。柔顺机构主要是靠机构中柔顺构件的变形来实现机构的主要运动和功能的,它一样可以实现运动、力和能量之间的传递和转换。柔顺机构与只是考虑构件变形影响的柔性(弹性)机构研究不一样,它不是只停留在避免构件变形产生影响的问题上,而是积极地利用构件的变形来改善和提高机构的性能。而正是因为结构上运动副的减少或甚至是取消,柔顺机构的构件数目比传统刚性机构少很多。由此带来的最直观的优点就是机构的重量以及加工、安装的时间和费用大大的减少,同时,机构中的间隙、摩擦、磨损和润滑等复杂的问题大大减少或甚至不存在,从而利用柔顺机构就可以提高机构精度、增加可靠性、减少维护等。柔性铰链有很多种形式,其中典型的有簧片、扭转弹簧和拉伸弹簧等。当手指做弯曲运动的时候,紧密缠绕的螺旋弹簧在一定范围内进行弯曲,能够产生较大的位移,而且不会产生永久的变形和扭转现象。

[0004] 理想的假手应该在功能和外形上与人手一样。假手要能够替代人手的感觉和运动功能,完成一定的手操作任务,而且还需要在外观上与人手相似。但是目前现有的各种商业假手还远远达不到这个理想的要求,在生活中大部分只能是充当装饰型假手的角色。人体的上肢一共有27个自由度,其中手指的部分就有21个自由度。目前的研究水平还做不到具有21个自由度的假手。目前临床使用的假手,大多只有单一的自由度。在实现假手单一自由度的运动中,每个手指都是刚性的,没有能够单独运动的指节,除了手指对手掌的张合运动外,不能实现手指指节之间的相对运动。刚性的手指机构,保证了假手手指机构结构简单、使用可靠,但不能实现多种手势的抓取能力,因此限制了假手的应用范围。

[0005] 目前科研人员对假手作了很多研究,但是实际上大部分的假手仍然是处在实验的阶段,离商业化和实用化还有很大的一段差距。当前性能比较完善的商业化假手仍然只是单自由度、开环控制系统的肌电假手。与国外相比,我国在假手方面的研究还有较大的差距,在这一领域进行研究和开发的大学和研究机构相对较少,相关的产业比较落后。国内假手的生产厂家和康复中心目前的产品以装饰假手和机械牵引假手为主,所以开发和研制肌电假手有着广泛的应用前景和社会效益。

发明内容

[0006] 针对上述存在的技术问题,本发明的目的在于提供一种新型的基于柔顺铰链的仿

人型肌电假手的手指机构,为残疾人提供类似人手外形、体积小、重量轻并且具有适当操作功能的肌电假手的手指机构。

[0007] 为了解决上述的技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种仿人型肌电假手的手指机构,由下而上依次包括基座、近指节、中指节和远指节,还包括掌骨关节、近指骨关节、远指骨关节、近驱动腱和远驱动腱,所述基座与近指节通过掌骨关节转动连接,所述近指节与中指节通过近指骨关节转动连接,所述中指节与远指节通过远指骨关节转动连接;所述近驱动腱连接于近指骨关节跟掌骨关节之间,实现近指骨关节跟随掌骨关节的耦合运动,所述远驱动腱连接于远指骨关节跟近指骨关节之间,实现远指骨关节跟随近指骨关节的耦合运动,所述近指骨关节和远指骨关节均采用弹簧式柔性铰链结构。

[0009] 进一步地,所述基座包括左半基座、右半基座以及通过螺钉将左半基座、右半基座固定连接的掌骨关节侧盖,所述右半基座上横向贯穿的设置有机腱通孔,同时所述左半基座、右半基座相对面对称地设置有轴承安装凹槽,所述掌骨关节侧盖用于限制近驱动腱的位置。

[0010] 进一步地,所述掌骨关节包括转动轴、齿轮、滚动轴承,所述转动轴穿入地设置于近指节圆轴孔和近指节方孔内,包括位于两端的轴颈部以及依次设置于所述轴颈部之间的圆轴部及方轴部,所述圆轴部与近指节圆轴孔相配合,所述方轴部与近指节方孔相配合,所述齿轮设置于转动轴的圆轴部,所述滚动轴承内圈安装于转动轴的轴颈处,外圈安装在所述轴承安装凹槽内。

[0011] 进一步地,所述近指节的两侧沿长度方向设有用于作为近驱动腱通道的近指节肌腱凹槽,上端横向贯穿的设置有机腱通孔,所述近指骨关节包括对称地设置于近指节上端两侧的两个近指节关节圆盘、两根平行地连接于近指节与中指节之间的密圈拉伸弹簧,两个近指节关节圆盘外侧通过螺钉固定有近指骨关节侧盖,所述近指节上端位于两个近指节关节圆盘之间的位置还竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧的弹簧圆孔,所述近指节下端设置有铰接部,所述铰接部同轴地设有近指节圆轴孔和近指节方孔。

[0012] 进一步地,所述远指骨关节包括对称地设置于中指节上端两侧的两个中指节关节圆盘、两根平行地连接于中指节和远指节之间的密圈拉伸弹簧,两个中指节关节圆盘外侧通过螺钉固定有远指骨关节侧盖,所述中指节两侧沿长度方向设有用于作为远驱动腱通道的中指节肌腱凹槽,其上端和下端均竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧的弹簧圆孔,所述中指节的下端还横向贯穿地设置有机腱通孔。

[0013] 进一步地,所述远指节上端为指尖部分,下端竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧的弹簧圆孔,以及,横向贯穿远指节的远指节肌腱通孔。

[0014] 进一步地,所述近驱动腱中段嵌于近指节肌腱凹槽内,其上段紧贴近指节关节圆盘后穿固于中指节肌腱通孔内,下段紧贴右半基座后穿固于基座肌腱通孔内,所述远驱动腱中段嵌于中指节肌腱凹槽内,其上段紧贴中指节关节圆盘后穿固于远指节肌腱通孔内,下段紧贴近指节关节圆盘后穿固于近指节肌腱通孔内。

[0015] 进一步地,所述近驱动腱和远驱动腱采用由聚乙烯纤维作材料的柔性绳索。

[0016] 进一步地,所述基座、近指节、中指节、远指节、远指骨关节侧盖、掌骨关节侧盖、近指骨关节侧盖均由铝合金制成,所述转动轴由钢制成。

[0017] 进一步地,所述近指节、中指节和远指节的中部均设有用于减轻自重的挖空部。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:本发明的仿人型肌电假手的手指机构只有一个自由度,仅需要一个驱动单元便可实现手指的弯曲和伸展,采用腱驱动实现关节之间的耦合运动,通过弹簧式柔顺铰链的应用使得该手指结构简单且安全可靠,运动灵活,具有适当的操作功能。

附图说明

[0019] 图1为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的主视示意图。

[0020] 图2为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的左视示意图。

[0021] 图3为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的爆炸示意图。

[0022] 图4为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的右半基座的主视示意图。

[0023] 图5为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的右半基座的左视示意图。

[0024] 图6为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的左半基座的主视示意图。

[0025] 图7为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的左半基座的右视示意图。

[0026] 图8为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构近指节的主视示意图。

[0027] 图9为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构近指节的俯视示意图。

[0028] 图10为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构近指节的立体示意图。

[0029] 图11为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构的转动轴立体结构示意图。

[0030] 图12为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构中指节的主视示意图。

[0031] 图13为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构中指节的立体示意图。

[0032] 图14为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构中指节的俯视示意图。

[0033] 图15为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构中指节的仰视示意图。

[0034] 图16为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构远指节的主视示意图。

[0035] 图17为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构远指节的立体示意图。

[0036] 图18为本发明所涉及的仿人型肌电假手的手指机构抓握时的结构示意图。

[0037] 图中所示为:1-基座;2-掌骨关节;3-近指节;4-近驱动腱;5-近指骨关节;6-中指节;7-远驱动腱;8-远指骨关节;9-远指节;10-远指骨关节侧盖;11-掌骨关节侧盖;12-近指骨关节侧盖;13-密圈拉伸弹簧;14-螺钉;15-转动轴;16-滚动轴承;17-齿轮;18-右半基座;19-基座肌腱通孔;20-轴承安装凹槽;21-左半基座;22-近指节关节圆盘;23-近指节肌腱通孔;24-近指节肌腱凹槽;25-近指节圆轴孔;26-弹簧圆孔;27-近指节方孔;28-方轴部;29-中指节关节圆盘;30-中指节肌腱凹槽;31-中指节肌腱通孔;32-指尖部分;33-远指节肌腱通孔。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和具体实施例对本发明的发明目的作进一步详细地描述,实施例不能在此一一赘述,但本发明的实施方式并不因此限定于以下实施例。

[0039] 如图1至3所示,一种仿人型肌电假手的手指机构,由下而上依次包括基座1、近指节3、中指节6和远指节9,还包括掌骨关节2、近指骨关节5、远指骨关节8、近驱动腱4和远驱动腱7,所述基座1与近指节3通过掌骨关节2转动连接,所述近指节3与中指节6通过近指骨

关节5转动连接,所述中食指6与远指节9通过远指骨关节8转动连接;所述近驱动腱4连接于近指骨关节5跟掌骨关节2之间,实现近指骨关节5跟随掌骨关节2的耦合运动,所述远驱动腱7连接于远指骨关节8跟近指骨关节5之间,实现远指骨关节8跟随近指骨关节5的耦合运动,所述近指骨关节5和远指骨关节8均采用弹簧式柔性铰链结构。

[0040] 如图4至7所示,所述基座1包括左半基座21、右半基座18以及通过螺钉将左半基座21、右半基座18固定连接的掌骨关节侧盖11,所述右半基座18上横向贯穿的设置有机腱通孔19,同时所述左半基座21、右半基座18相对面对称地设置有轴承安装凹槽20,所述掌骨关节侧盖11用于限制近驱动腱4的位置。

[0041] 如图1至3、图11所示,所述掌骨关节2包括转动轴15、齿轮17、滚动轴承16,所述转动轴15穿入地设置于近指节圆轴孔25和近指节方孔27内,包括位于两端的轴颈部以及依次设置于所述轴颈部之间的圆轴部及方轴部28,所述圆轴部与近指节圆轴孔25相配合,所述方轴部28与近指节方孔27相配合,所述齿轮17设置于转动轴15的圆轴部,所述滚动轴承24内圈安装于转动轴15的轴颈处,外圈安装在所述轴承安装凹槽20内。

[0042] 如图8至10所示,所述近指节3的两侧沿长度方向设有用于作为近驱动腱4通道的近指节肌腱凹槽24,上端横向贯穿的设置有机腱通孔23,所述近指骨关节5包括对称地设置于近指节3上端两侧的两个近指节关节圆盘22、两根平行地连接于近指节3与中食指6之间的密圈拉伸弹簧13,两个近指节关节圆盘22外侧通过螺钉固定有近指骨关节侧盖12,所述近指节3上端位于两个近指节关节圆盘22之间的位置还竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧13的弹簧圆孔26,所述近指节3下端设置有铰接部,所述铰接部同轴地设有近指节圆轴孔25和近指节方孔27。

[0043] 如图12至15所示,所述远指骨关节8包括对称地设置于中食指6上端两侧的两个中食指关节圆盘29、两根平行地连接于中食指6和远指节9之间的密圈拉伸弹簧13,两个中食指关节圆盘29外侧通过螺钉14固定有远指骨关节侧盖10,所述中食指6两侧沿长度方向设有用于作为远驱动腱7通道的中食指肌腱凹槽30,其上端和下端均竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧13的弹簧圆孔26,所述中食指6的下端还横向贯穿地设置有机腱通孔31。

[0044] 如图16、图17所示,所述远指节9上端为指尖部分32,下端竖直设有两个并排的、用于安装密圈拉伸弹簧13的弹簧圆孔26,以及,横向贯穿远指节9的远指节肌腱通孔33。

[0045] 所述近驱动腱4中段嵌于近指节肌腱凹槽24内,其上段紧贴近指节关节圆盘22后穿固于中食指肌腱通孔31内,下段紧贴右半基座18后穿固于基座肌腱通孔19内,所述远驱动腱7中段嵌于中食指肌腱凹槽30内,其上段紧贴中食指关节圆盘29后穿固于远指节肌腱通孔33内,下段紧贴近指节关节圆盘22后穿固于近指节肌腱通孔23内。

[0046] 所述近驱动腱4和远驱动腱7采用由聚乙烯纤维作材料的柔性绳索,价格低廉,结实耐用。

[0047] 所述基座1、近指节3、中食指6、远指节9、远指骨关节侧盖10、掌骨关节侧盖11、近指骨关节侧盖12均由铝合金制成,所述转动轴15由45钢制成,使得手指机构重量轻、耐用且成本低廉。

[0048] 所述近指节3、中食指6和远指节9的中部均设有用于减轻自重的挖空部,既节约了材料,又进一步的减轻手指机构的自重。

[0049] 上述仿人型肌电假手的手指机构使用时,将齿轮17与驱动单元相连接,驱动单元带动齿轮17旋转,通过转动轴15带动近指节3绕掌骨关节2转动,近驱动腱4在基座1上的绳索缠绕长度增加,在近指节关节圆盘22上绳索缠绕长度被动减少,近驱动腱4拉动中指节6绕近指骨关节5转动,实现近指骨关节5跟随掌骨关节2转动的耦合运动,同时,远驱动腱7在近指节关节圆盘22上绳索缠绕长度增加,在中指节关节圆盘29上绳索缠绕长度被动减少,远驱动腱7拉动远指节9绕远指骨关节8转动,实现远指骨关节8跟随近指骨关节5转动的耦合运动,实现手指弯曲(见图18);当驱动单元反向转动时,近指节3绕掌骨关节2返回,近驱动腱4和远驱动腱7松弛,近指骨关节5和远指骨关节8在各个弯曲的各个密圈拉伸弹簧13的作用力下返回到伸直时的位置(见图1)。本实施例的各个关节侧盖用于限制肌腱的位置。

[0050] 近指骨关节5和远指骨关节8采用弹簧式柔性铰链,均包括两个等长的并行排列的密圈拉伸弹簧13;近指骨关节5的密圈拉伸弹簧13两端连接近指节3和中指节6,分别嵌在近指节3和中指节6末端并排设置的弹簧圆孔26内;远指骨关节8的密圈拉伸弹簧13两端连接中指节6和远指节9,分别嵌在中指节6和远指节9末端并排设置的弹簧圆孔26内,弹簧式柔性铰链结构简单,安装方便,由于没有铰链间隙,该结构可靠性高,几乎不存在磨损,能起到一定的缓冲作用,提高机构的平稳性。

[0051] 该仿人型肌电假手的手指机构采用腱驱动实现关节之间的耦合运动,通过弹簧式柔顺铰链的应用使得该手指在满足基本功能的基础上减少了自由度,仅需要一个驱动单元便可实现手指的弯曲和伸展,结构简单且安全可靠,运动灵活,具有适当的操作功能。

[0052] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

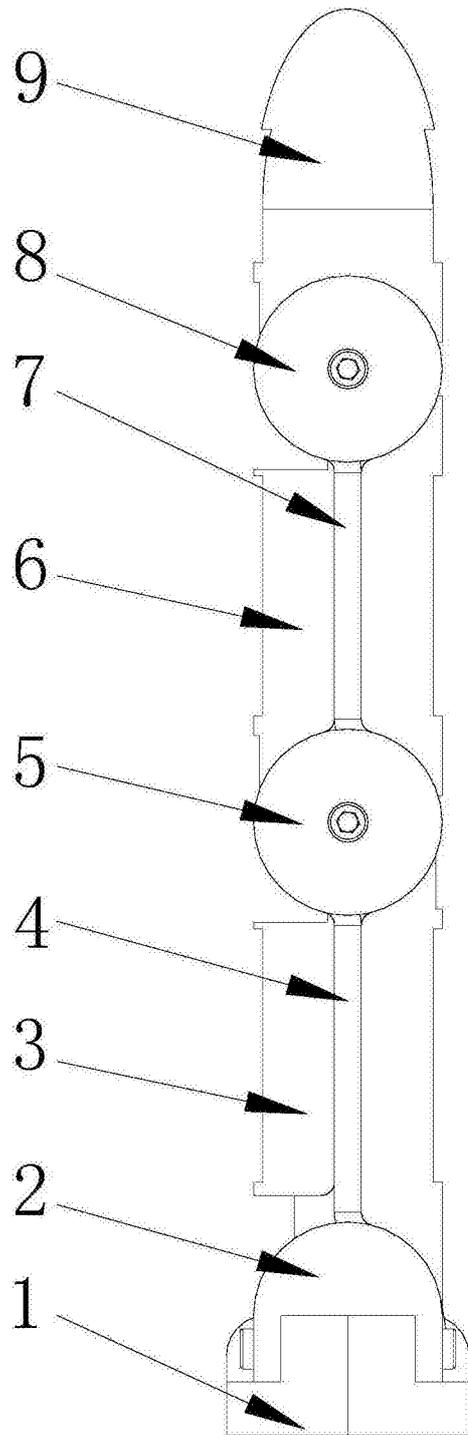


图1

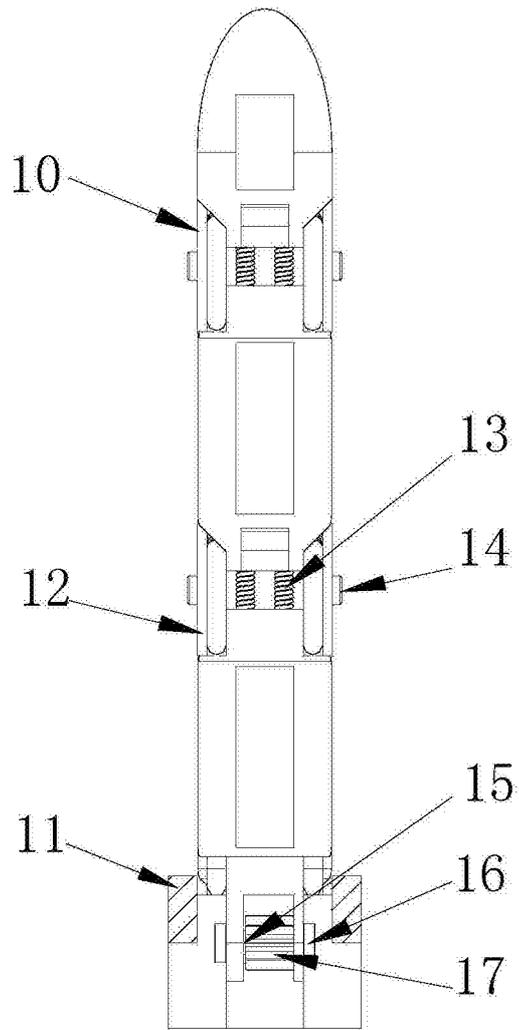


图2

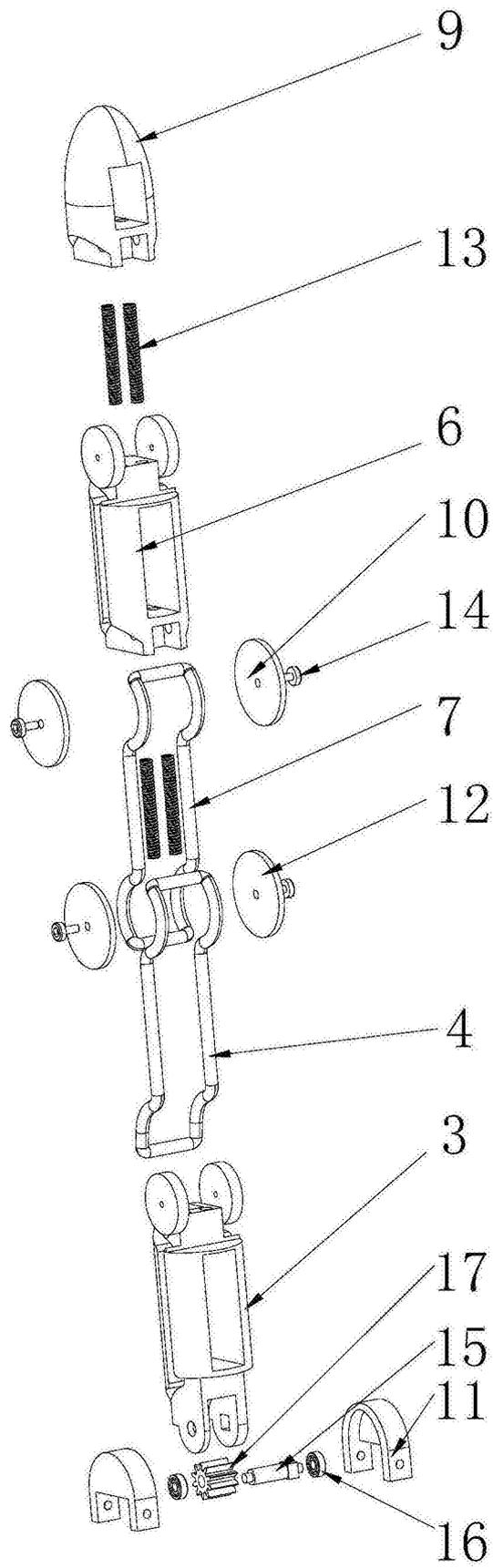


图3

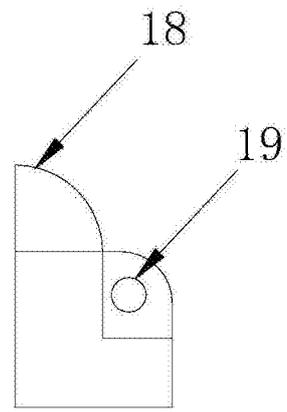


图4

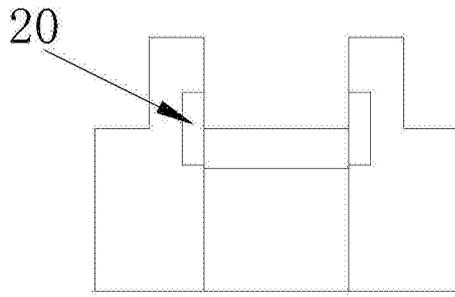


图5

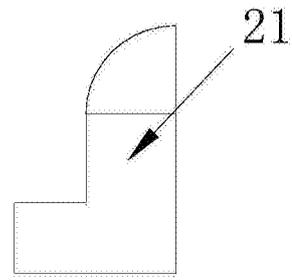


图6

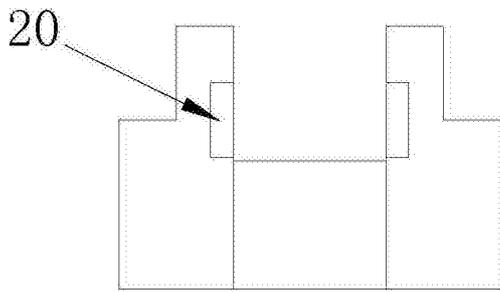


图7

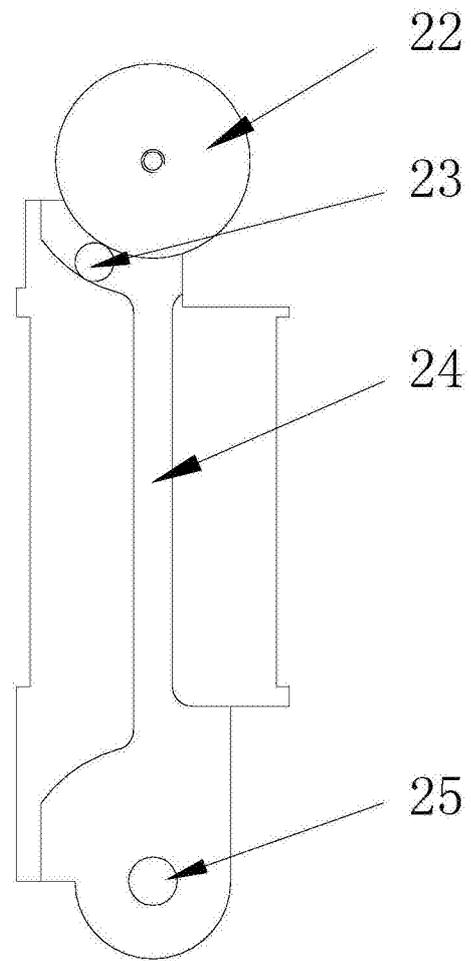


图8

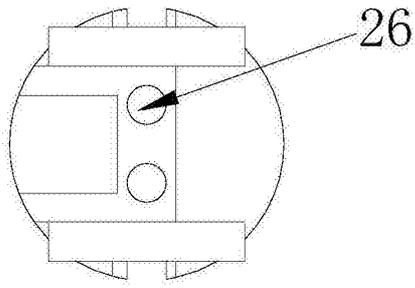


图9

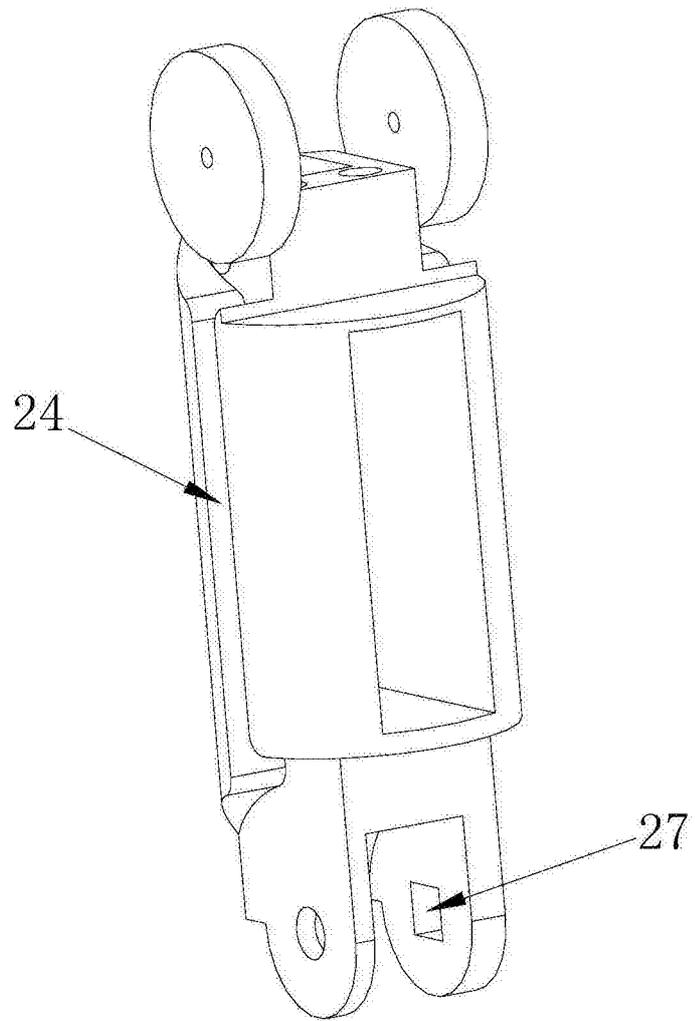


图10

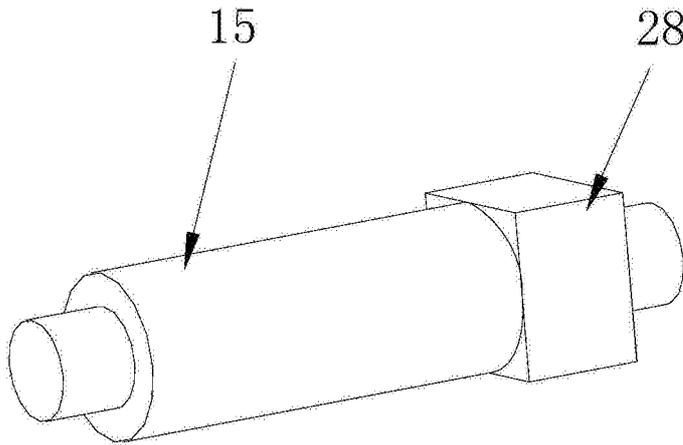


图11

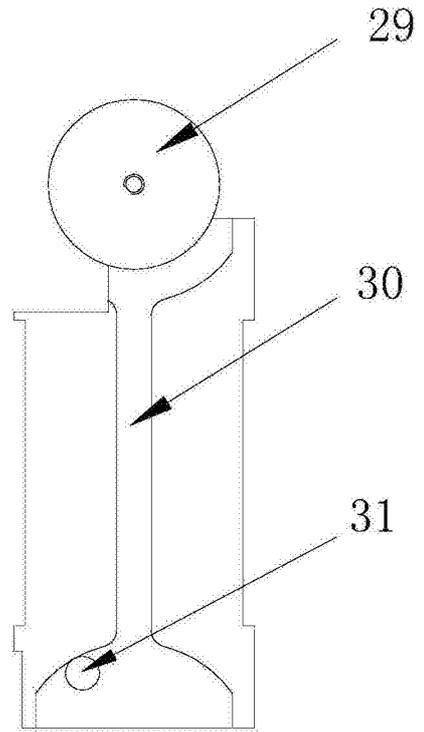


图12

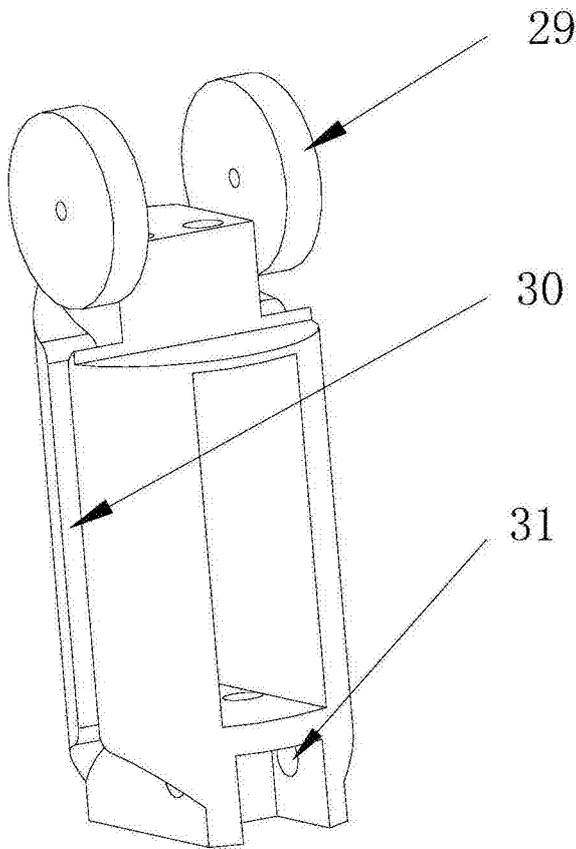


图13

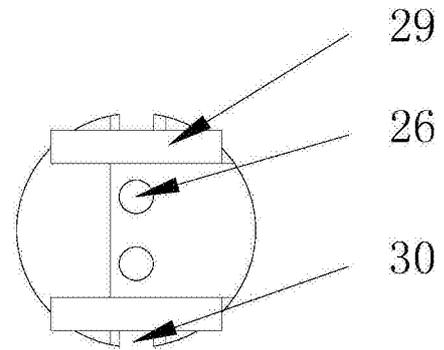


图14

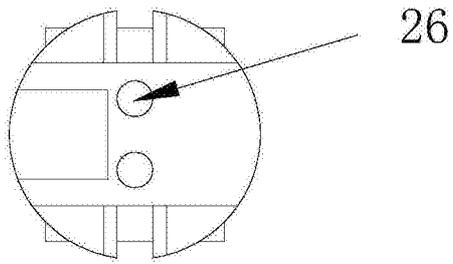


图15

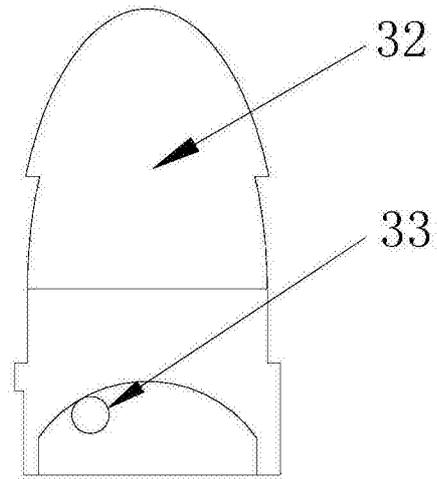


图16

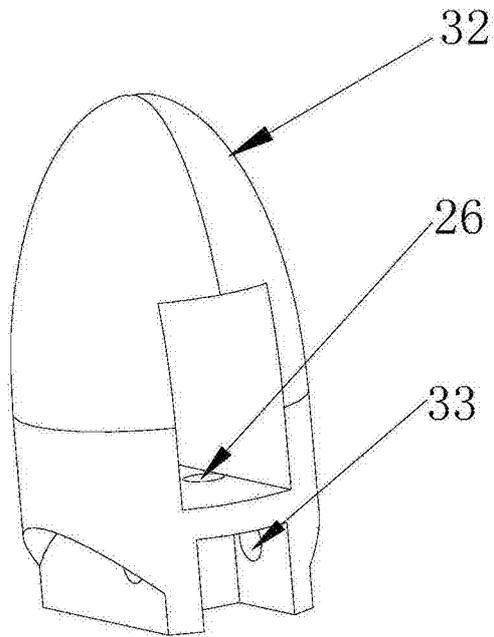


图17

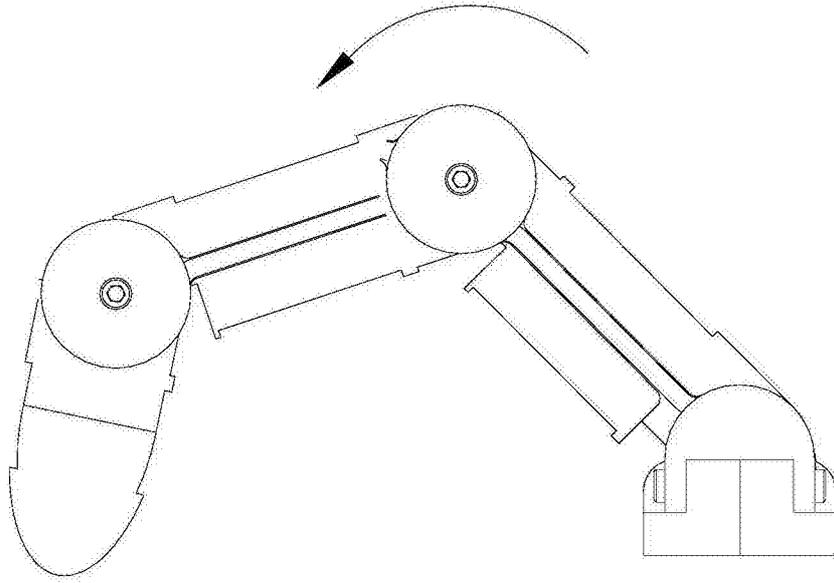


图18