



(21) 申请号 202010486722.8

(22) 申请日 2020.06.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111496830 A

(43) 申请公布日 2020.08.07

(73) 专利权人 达奇仿生科技(山东)有限公司

地址 264200 山东省威海市南海新区现代
路27号

(72) 发明人 任雷 杨皓森 魏国武 钱志辉

(74) 专利代理机构 长春市四环专利事务所(普
通合伙) 22103

专利代理师 张建成

(51) Int.Cl.

B25J 15/00 (2006.01)

B25J 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103128744 A, 2013.06.05

CN 107225588 A, 2017.10.03

CN 106695853 A, 2017.05.24

CN 107693175 A, 2018.02.16

US 7031502 B1, 2006.04.18

US 6244644 B1, 2001.06.12

DE 10346271 A1, 2004.04.22

审查员 田兴

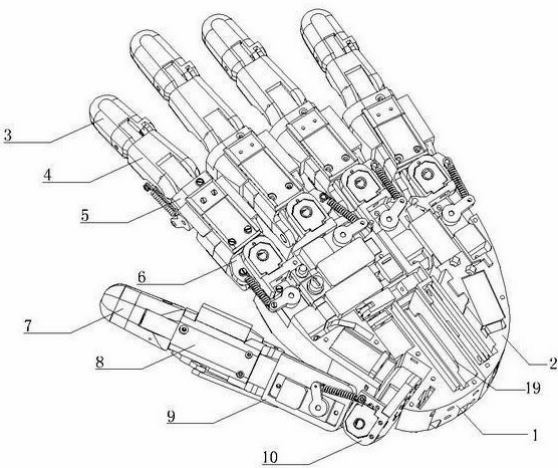
权利要求书3页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

一种具有机械柔性的多自由度仿人灵巧机械手

(57) 摘要

一种具有机械柔性的多自由度仿人灵巧机械手,包括左右手掌、四指和拇指。左右手掌铰接,电机驱动压缩/拉伸的连杆使手掌能成一定角度弯曲。四指和拇指的近、中、远指节各关节之间分别铰接。食指与中指的近指节与左手掌通过万向球铰接,无名指和小指的近指节与右手掌通过万向球铰接。手指的中、远指节关节耦合,手指近指节利用手掌内电机,使用线驱动其弯曲,由弹性绳驱动其伸展。手指通过手掌内电机使用连杆驱动实现外展/内收。拇指的中、远指节关节耦合,通过安装在中指节内的电机采用连杆驱动其弯曲/伸展。拇指通过连杆驱动实现外展/内收,通过直接驱动拇指基座实现拇指旋转。本发明实现了21个自由度,16个驱动自由度。



1. 一种具有机械柔性的多自由度仿人机械手, 其特征在于: 包括手掌、四指和拇指, 手掌包括左半手掌(1)和右半手掌(2), 四指包括食指、中指、无名指和小指; 四指中的每根手指包括远指节(3)、中指节(4)和近指节(5); 每根手指的结构完全一致; 每根手指通过万向球(6)与手掌相连接, 其中食指和中指连接在左半手掌(1)上, 无名指和小指连接在右半手掌(2)上; 拇指包括拇指远指节(7)、拇指中指节(8)和拇指近指节(9); 四指中的每根手指的各个指节之间分别铰接, 拇指的各个指节之间分别铰接; 拇指通过拇指基座(10)与左半手掌(1)相连接;

左半手掌(1)和右半手掌(2)均通过第一铰链结构(11a)、第二铰链结构(11b)和第三铰链结构(11c)利用钢丝轴铰接;

第二铰链结构(11b)和第三铰链结构(11c)铰链之间, 有第一角度传感器(13a)设置在左半手掌(1)内, 第一角度传感器(13a)通过短销(12)穿过固定在左半手掌(1)内;

左半手掌(1)内安装有第一电机(14a), 第一电机(14a)驱动分裂手掌的弯曲/伸展;

第一电机(14a)的输出轴连接第一舵盘(15a), 通过传动连杆驱动右半手掌(2)转动; 传动连杆由左半连杆(16a)和右半连杆(16b)通过第一螺钉(17a)和第一螺母(17b)连接, 左半连杆(16a)内部设有第一压力弹簧(18a), 左半连杆(16a)和右半连杆(16b)中间设有第二压力弹簧(18b); 传动连杆能将轴向压缩力和拉力分别施加在第一压力弹簧(18a)和第二压力弹簧(18b)上;

在左半手掌(1)和右半手掌(2)之间各有开口(19), 开口(19)用于穿设电线;

近指节(5)和手掌之间通过万向球(6)连接, 上竖轴(24a)和下竖轴(24b)将万向球(6)固定在手掌上实现手指的外展/内收, 左横轴(25a)和右横轴(25b)将近指节(5)固定在万向球(6)上实现近指节弯曲/伸展;

上竖轴(24a)穿过固定在手掌上的第二角度传感器(13b)、手掌万向球固定孔和万向球(6); 下竖轴(24b)穿过手掌万向球固定孔和万向球(6), 将万向球(6)固定在手掌上;

左横轴(25a)穿过近指节铰接孔、内置在万向球(6)内轴承和万向球(6); 右横轴(25b)穿过内置在万向球(6)内的第三角度传感器(13c)、轴承和万向球(6); 左横轴(25a)和右横轴(25b)协同将近指节(5)和万向球(6)铰接;

手指的外展/内收:

手指的外展/内收通过第二电机(14b)驱动第二舵盘(15b), 进而拉动/推动第一拉力弹簧(26a), 转动万向球(6)来实现; 第一拉力弹簧(26a)远端由第二螺钉(54a)和第二螺母(54b)固定在万向球(6)上; 当手指外展被外力限制, 拉力弹簧(26a)将被拉长;

近指节弯曲/伸展: 近指节(5)的弯曲由安装在手掌内的第三电机(14c)驱动第一绕线盘(27a)转动, 拉动传动线实现; 传动线穿过手掌内部和万向球(6)外部, 并穿过近指节(5)下方的圆孔, 连接在近指节(5)内部的第四螺母(28b)上; 第四螺钉(28a)放置在近指节(5)的圆形导轨内, 并套有压力弹簧(18), 压力弹簧(18)一端被限制; 当近指节(5)的弯曲受到外力限制时, 第四螺钉(28a)的沉头将会压缩压力弹簧(18), 在圆形导轨中滑动;

近指节(5)的伸展由两端分别固定在近指节盖(29)和万向球(6)的弹性绳实现, 弹性绳两端分别用两对螺钉螺母固定; 近指节盖(29)由三对螺钉螺母固定在近指节(5)上;

中指节弯曲/伸展: 中指节(4)和近指节(5)由第一轴(30)铰接, 第一轴(30)穿过内置在近指节内部的轴承和第四角度传感器(13d); 中指节(4)的弯曲/伸展由安装在近指节(5)内

部的第四电机(14d)驱动;第四电机(14d)驱动第三舵盘(15c),拉动/推动第二拉力弹簧(26b),驱动中指节关节转动;第二拉力弹簧(26b)两端由螺钉螺母固定在中指节(4)下端和第三舵盘(15c)上;当中指节(4)弯曲受到外力限制时,第二拉力弹簧(26b)将会被拉长;

远指节弯曲/伸展:远指节(3)和中指节(4)由第二轴(31)穿过远指节(3)关节孔和两个轴承与中指节(4)铰接;在近指节(5)远端和远指节(3)近端,具有一根耦合传动杆(32),使得当中指节(4)关节转动时,耦合传动杆(32)将同时带动远指节(3)关节转动;耦合传动杆(32)的两端分别由螺钉螺母和钢丝铰接在远指节(3)和近指节(5)上;

拇指的结构:拇指包括拇指远指节(7)、拇指中指节(8)、拇指近指节(9)和拇指基座(36);

拇指的旋转:拇指旋转通过安装在左半手掌(1)内的第五电机(14e)驱动拇指基座(36),从而带动拇指转动实现;拇指基座(36)由输入端(37)、输出端(38)和安装在输入端(37)与输出端(38)之间的扭矩弹簧(39)组成,第三轴(40)穿过左半手掌(1)、安装在左半手掌(1)中的第五角度传感器(13e)、轴承和输出端(38)将拇指基座(36)铰接在左半手掌(1)上;在输出端(38)的平台面上嵌有十一颗轴承滚珠(41),用于将拇指基座(36)和左半手掌(1)之间的滑动摩擦转变为滚动摩擦,减小摩擦阻力;第五电机(14e)直接驱动输入端(37),扭矩弹簧(39)的一端固定在输入端(37),输入端(37)转动带动扭矩弹簧(39)转动,扭矩弹簧(39)的另一端驱动输出端(38)转动;当拇指旋转受到外力限制时,扭矩弹簧(39)将会被迫转动,输入端(37)和输出端(38)之间将会出现角度差;

拇指近指节(9)的外展/内收:拇指近指节(9)和拇指基座(36)通过第四轴(42)铰接;第四轴(42)穿过拇指基座(36)、轴承、拇指近指节(9)关节孔和固定在拇指基座(36)内的第六角度传感器(13f);拇指近指节(9)的外展/内收由安装在拇指近指节(9)内的第六电机(14f)驱动第四舵盘(15d),拉动/推动第三拉力弹簧(26c),从而驱动拇指近指节(9)外展/内收关节转动;第三拉力弹簧(26c)的两端分别通过螺钉螺母铰接在第四舵盘(15d)和拇指基座(36)的输出端(38)上;

拇指中指节(8)弯曲/伸展:拇指中指节(8)和拇指近指节(9)通过轴铰接;拇指中指节(8)的弯曲/伸展通过第七电机(14g)驱动双向舵盘(15e),双向舵盘(15e)的一端拉动/推动传动杆(43),从而驱动拇指中指节(8)关节实现弯曲/伸展;传动杆(43)两端由螺钉螺母铰接在双向舵盘(15e)和拇指近指节(9)远端;第七电机(14g)安装在拇指中指节(8)内部,拇指指节盖(44)利用三对螺钉螺母将第七电机(14g)固定在拇指中指节(8)上;拇指近指节(9)内部预留有电线空间,第七电机(14g)的电机线穿过拇指近指节(9)内部继而到达手掌内;

拇指远指节(7)的弯曲/伸展:拇指远指节(7)和拇指中指节(8)通过第五轴(45)铰接;第五轴(45)穿过拇指远指节(7)关节孔、第八角度传感器(13h),轴承和拇指中指节(8)远端关节孔;拇指远指节(7)的弯曲/伸展也由安装在拇指中指节(8)内部的第七电机(14g)驱动;第七电机(14g)驱动双向舵盘(15e),双向舵盘(15e)一端拉动/推动第四拉力弹簧(26d),驱动拇指远指节(7)关节转动;第四拉力弹簧(26d)两端由两对螺钉螺母分别铰接在拇指远指节(7)下端和双向舵盘(15e)上;当拇指远指节(7)弯曲受到外力限制时,第四拉力弹簧(26d)将会被拉长;

电机的分布:食指的外展/内收由第二电机(14b)驱动,食指的近指节的弯曲由第三电

机(14c)驱动,食指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第四电机(14d)驱动;

中指的外展/内收由第十四电机(14n)驱动,中指的近指节弯曲由第八电机(14h)驱动,中指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十一电机(14k)驱动;

无名指的外展/内收由第十五电机(14o)驱动,无名指的近指节弯曲由第九电机(14i)驱动,无名指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十二电机(14l)驱动;

小指的外展/内收由第十六电机(14p)驱动,小指的近指节的弯曲由第十电机(14j)驱动,小指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十三电机(14m)驱动;

拇指的旋转由第五电机(14e)驱动,拇指近指节9的外展/内收由第六电机(14f)驱动,拇指中指节8和拇指远指节7的弯曲/伸展由第七电机(14g)驱动;

右半手掌(2)的弯曲/伸展由第一电机(14a)驱动;

手指近指节弯曲传动线分布:食指的近指节的弯曲由第一绕线盘(27a)转动,拉动穿过手掌内部的第一传动绳(46a)实现,第一传动绳(46a)穿过手掌内的导孔;中指的近指节的弯曲由第二绕线盘(27b)转动,拉动穿过手掌内部的第二传动绳(46b)实现,第二传动绳(46b)穿过手掌内的导孔;无名指的近指节的弯曲由第三绕线盘(27c)转动,拉动穿过手掌内部的第三传动绳(46c)实现,第三传动绳(46c)穿过手掌内的导孔;

小指的近指节弯曲由第四绕线盘(27d)转动,拉动穿过手掌内部的第四传动绳(46d)实现,第四传动绳(46d)穿过手掌内的导孔;

传感器的设置:在每个手指和拇指远指节内,安装有压力传感器(47),在压力传感器(47)表面贴有橡胶材料的凸起(48),用于增大摩擦和压力传感器(47)接触面积;压力传感器(47)的导线通过远指节内部导孔(52)、中指节内部导孔(49)、近指节内部导孔(51)和万向球内部导轨(50)传递到手掌内,通过手掌内导轨连接到第一控制板(53a)上;

在每个手指和拇指中,每个主动驱动关节内都安装有角度传感器,用于读取关节实时角度;远指节关节内角度传感器电线也通过同样的路径连接到第二控制板(53b)上;其它关节的角度传感器也连接到第二控制板(53b)上。

一种具有机械柔性的多自由度仿人灵巧机械手

技术领域

[0001] 本发明涉及仿人机器人技术领域,尤其涉及一种具有机械柔性的多自由度仿人灵巧机械手。

背景技术

[0002] 在社会中有许多因意外导致的手部受伤和病变导致截肢的患者,失去人体功能性最强的手部给他们的生活和工作带来了极大的不便,这些患者对于人手功能再造有着迫切的需求和渴望。但是以人类目前的技术水平,很难从生物学角度来实现手部的再生,所以仿人机械手一直以来都是截肢患者恢复手部部分功能的一种重要手段。

[0003] 自工业革命之后,催生了许多相对危险的工作环境,对于一些生成过程,人类需要借助机械手来完成。对于某一个工位或者操作动作,可能需要运用到单独的特定夹具。而人手的灵巧性,能够完成所有的操作动作,所以仿人机械手的多灵巧性(比如实现手指的外展/内收,和手掌的变形)一直以来是机器人领域的难点。

[0004] 近几十年来,为了模拟人手的功能,国内外许多研究机构在仿人机械手的设计,分析和控制等方面都做出了卓有成效的研究。但是很少有机手不采用将驱动器安装在额外手臂的方式,能够在一只成人手的尺寸实现接近人手的灵巧性。

[0005] 在诸多的灵巧机械手设计中,力矩控制相对较少被关注,有的机械手采用电流-算法控制来实现力矩控制,这种方案由于需要采用额外的电流传感器导致机械手体积进一步增大,同时缺乏顺应性,即抵抗未知外力的能力。

发明内容

[0006] 为了解决以上问题,本发明提出了一种肌腱传动和连杆传动结合的可控关节扭矩的多自由度仿人灵巧机械手。

[0007] 一种具有机械柔性的多自由度仿人机械手,包括手掌、四指和拇指,手掌包括左半手掌和右半手掌,四指包括食指、中指、无名指和小指;四指中的每根手指包括远指节、中指节和近指节;每根手指的结构完全一致,只有长度尺寸存在差异。每根手指通过万向球与手掌相连接,其中食指和中指连接在左半手掌上,无名指和小指连接在右半手掌上。拇指包括拇指远指节、拇指中指节和拇指近指节;四指中的每根手指的各个指节之间分别铰接,拇指的各个指节之间分别铰接。拇指通过拇指基座与左半手掌相连接。

[0008] 左半手掌和右半手掌均通过第一铰链结构、第二铰链结构和第三铰链结构利用钢丝轴铰接。

[0009] 第二铰链结构和第三铰链结构铰链之间,有第一角度传感器设置在左半手掌内,第一角度传感器通过短销穿过固定在左半手掌内。

[0010] 左半手掌内安装有第一电机,第一电机驱动分裂手掌的弯曲/伸展。

[0011] 第一电机的输出轴连接第一舵盘,通过传动连杆驱动右半手掌转动;传动连杆由左半连杆和右半连杆通过第一螺钉和第一螺母连接,左半螺杆内部设有第一压力弹簧,左

半连杆和右半连杆中间设有第二压力弹簧;传动连杆能将轴向压缩力和拉力分别施加在第一压力弹簧和第二压力簧上。

[0012] 在左半手掌和右半手掌之间各有开口,开口用于穿设电线。

[0013] 近指节和手掌之间通过万向球连接,上竖轴和下竖轴将万向球固定在手掌上实现手指的外展/内收,左横轴和右横轴将近指节固定在万向球上实现近指节弯曲/伸展。

[0014] 上竖轴穿过固定在手掌上的第二角度传感器、手掌万向球固定孔和万向球;下竖轴穿过手掌万向球固定孔和万向球,将万向球固定在手掌上。

[0015] 左横轴穿过近指节铰接孔、内置在万向球内轴承和万向球;右横轴穿过内置在万向球内的第三角度传感器、轴承和万向球。左横轴和右横轴协同将近指节和万向球铰接。

[0016] 1、手指的结构:

[0017] 手指包括手指远指节、手指中指节、手指近指节和万向球;

[0018] (1)、手指的外展/内收:

[0019] 手指的外展/内收通过第二电机驱动第二舵盘,进而拉动/推动第一拉力弹簧,转动万向球来实现。第一拉力弹簧远端由第二螺钉和第二螺母固定在万向球上。当手指外展被外力限制,拉力弹簧将被拉长。

[0020] (2)、手指近指节的弯曲/伸展

[0021] 近指节的弯曲由安装在手掌内的第三电机驱动第一绕线盘转动,拉动传动线实现。传动线穿过手掌内部和万向球外部,并穿过近指节下方的圆孔,连接在近指节内部的第四螺母上。第四螺钉放置在近指节的圆形导轨内,并套有压力弹簧,压力弹簧一端被限制。当近指节的弯曲受到外力限制时,第四螺钉的沉头将会压缩压力弹簧,在圆形导轨中滑动。

[0022] 近指节的伸展由两端分别固定在近指节盖和万向球的弹性绳实现,弹性绳两端分别用两对螺钉螺母固定;近指节盖由三对螺钉螺母固定在近指节上。

[0023] (3)、中指节弯曲/伸展:

[0024] 中指节和近指节由第一轴铰接,第一轴穿过内置在近指节内部的轴承和第四角度传感器。

[0025] 中指节的弯曲/伸展由安装在近指节内部的第四电机驱动。第四电机驱动第三舵盘,拉动/推动第二拉力弹簧,驱动中指节关节转动。第二拉力弹簧两端由螺钉螺母固定在中指节下端和第三舵盘上。当中指节弯曲受到外力限制时,第二拉力弹簧将会被拉长。

[0026] (4)、远指节弯曲/伸展:

[0027] 远指节和中指节由第二轴穿过远指节关节孔和两个轴承与中指节铰接。在近指节远端和远指节近端,具有一根耦合传动杆,使得当中指节关节转动时,耦合传动杆将同时带动远指节关节转动。耦合传动杆的两端分别由螺钉螺母和钢丝铰接在远指节和近指节上。

[0028] 2、拇指的结构:

[0029] 拇指包括拇指远指节、拇指中指节、拇指近指节和拇指基座;

[0030] (1)、拇指的旋转:

[0031] 拇指旋转通过安装在左半手掌内的第五电机驱动拇指基座,从而带动拇指转动实现。拇指基座由输入端、输出端和安装在输入端与输出端之间的扭矩弹簧组成;

[0032] 第三轴穿过左半手掌、安装在左半手掌中的第五角度传感器、轴承和输出端将拇指基座铰接在左半手掌上。在输出端的平台面上嵌有十一颗轴承滚珠,用于将拇指基座和

左半手掌之间的滑动摩擦转变为滚动摩擦,减小摩擦阻力。

[0033] 第五电机直接驱动输入端,扭矩弹簧的一端固定在输入端,输入端转动带动扭矩弹簧转动,扭矩弹簧的另一端驱动输出端转动。当拇指旋转受到外力限制时,扭矩弹簧将会被迫转动,输入端和输出端之间将会出现角度差。

[0034] (2)、拇指近指节的外展/内收:

[0035] 拇指近指节和拇指基座通过第四轴铰接。第四轴穿过拇指基座、轴承、拇指近指节关节孔和固定在拇指基座内的第六角度传感器。拇指近指节的外展/内收由安装在拇指近指节内的第六电机驱动第四舵盘,拉动/推动第三拉力弹簧,从而驱动拇指近指节外展/内收关节转动。第三拉力弹簧的两端分别通过螺钉螺母铰接在第四舵盘和拇指基座的输出端上。

[0036] (3)、拇指中指节弯曲/伸展:

[0037] 拇指中指节和拇指近指节通过轴铰接。拇指中指节的弯曲/伸展通过第七电机驱动双向舵盘,双向舵盘的一端拉动/推动传动杆,从而驱动拇指中指节关节实现。传动杆两端由螺钉螺母铰接在双向舵盘一端和拇指近指节远端。第七电机安装在拇指中指节内部,拇指指节盖利用三对螺钉螺母将第七电机固定在拇指中指节上。拇指近指节内部预留有电线空间,第七电机的电机线穿过拇指近指节内部继而到达手掌内。

[0038] (4)、拇指远指节的弯曲/伸展:

[0039] 拇指远指节和拇指中指节通过第五轴铰接。第五轴穿过拇指远指节关节孔、第八角度传感器,轴承和拇指中指节远端关节孔。

[0040] 拇指远指节的弯曲/伸展也由安装在拇指中指节内部的第七电机驱动。第七电机驱动双向舵盘,双向舵盘一端拉动/推动第四拉力弹簧,驱动拇指远指节关节转动。第四拉力弹簧两端由两对螺钉螺母分别铰接在拇指远指节下端和双向舵盘上。当拇指远指节弯曲受到外力限制时,第四拉力弹簧将会被拉长。

[0041] 3、电机的分布:

[0042] 食指的外展/内收由第二电机驱动,食指的近指节的弯曲由第三电机驱动,食指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第四电机驱动;中指的外展/内收由第十四电机驱动,中指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十一电机驱动;

[0043] 无名指的外展/内收由第十五电机驱动,无名指的近指节弯曲由第九电机驱动,无名指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十二电机驱动;

[0044] 小指的外展/内收由第十六电机驱动,小指的近指节的弯曲由第十电机驱动,小指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十三电机驱动;

[0045] 拇指的旋转由第五电机驱动,拇指近指节的外展/内收由第六电机驱动,拇指中指节和拇指远指节的弯曲/伸展由第七电机驱动;

[0046] 右半手掌的弯曲/伸展由第一电机驱动。

[0047] 4、手指近指节弯曲传动线分布:

[0048] 食指的近指节的弯曲由第一绕线盘转动,拉动穿过手掌内部的第一传动绳实现,第一传动绳穿过手掌内的导孔。

[0049] 中指的中指节的弯曲由第二绕线盘转动,拉动穿过手掌内部的第二传动绳实现,第二传动绳穿过手掌内的导孔。

[0050] 无名指的近指节的弯曲由第三绕线盘转动,拉动穿过手掌内部的第三传动绳实现,第三传动绳穿过手掌内的导孔。

[0051] 小指的近指节弯曲由第四绕线盘转动,拉动穿过手掌内部的第四传动绳实现,第四传动绳穿过手掌内的导孔。

[0052] 5.传感器的设置:

[0053] 在每个手指和拇指远指节内,安装有压力传感器,在压力传感器表面贴有橡胶材料的凸起,用于增大摩擦和压力传感器接触面积。压力传感器的导线通过远指节内部导孔、中指节内部导孔、近指节内部导孔和万向球内部导轨传递到手掌内,通过手掌内导轨连接到第一控制板上。

[0054] 在每个手指和拇指中,每个主动驱动关节内都安装有角度传感器,用于读取关节实时角度。远指节关节内角度传感器电线也通过同样的路径连接到第二控制板上。其它关节的角度传感器也连接到第二控制板上。

[0055] 本发明的工作过程:

[0056] 1、当机械手收到手指外展指令时,第二电机逆时针转动,第十四电机、第十五电机和第十六电机分别顺时针转动,各个电机连接的各自的舵盘转动拉动各自的拉力弹簧,驱动万向球转动,各个手指独立完成外展运动。机械手每个手指可以独立实现外展运动,电机相反地转动,实现内收运动。

[0057] 2、当机械手收到四指的近指节弯曲指令时,各自的电机转动驱动各自的绕线盘转动,分别拉动穿过手掌内部导轨的各自的传动线和独立驱动各个手指的近指节弯曲。机械手每个手指的近指节可以独立实现弯曲,每个手指的近指节伸展由弹性绳拉动关节回正。

[0058] 3、当机械手收到四指的中指节和远指节的弯曲指令时,各自的电机转动,驱动舵盘转动,拉动第二拉力弹簧,从而驱动中指节弯曲,中指节与远指节内的耦合传动杆驱动远指节同时弯曲,机械手每个手指的中指节和远指节可以独立实现弯曲,电机相反地转动,实现伸展运动。

[0059] 4、当机械手收到右半手掌相对左半手掌弯曲/伸展指令时,第一电机转动,推动/拉动连杆,驱动右半手掌转动。使得左半手掌和右半手掌可以形成一定角度,模拟人手掌的变形。

[0060] 本发明的有益效果:

[0061] 1.在该机械手的设计中,结合了线传动和连杆传动的传动方式。在手指的中/远指节弯曲/伸展中,使用了连杆传动的方式,驱动连杆的电机安装在手指的近指节内部,中指节与远指节之间有耦合传动连杆,中指节的弯曲/伸展会同时带动远指节的弯曲/伸展。在手指的外展/内收中,也使用了连杆传动的方式,驱动连杆的电机安装在手掌内部。在手指的近指节弯曲中,使用了线传动的方式,驱动传动线的电机安装在手掌内部。在手指的近指节伸展中,使用弹性绳将关节恢复伸展。驱动拇指中/远指节弯曲和外展/内收均使用了连杆传动,驱动连杆的电机安装在拇指中指节和近指节内部。驱动拇指旋转采用了电机直连的方式,驱动拇指旋转的电机安装在手掌内部。在手掌弯曲/伸展中,使用了连杆传动的方式,其电机安装在手掌内部。

[0062] 这种结合了线传动和连杆传动的传动方式具有以下几种益处:

[0063] (1) 该机械手的设计中,手指近指节弯曲是线传动,电机安装在手掌中。中指节和

远指节弯曲/伸展是利用安装在手指节里的电机驱动,这种结合了线传动和连杆传动的方式,可以将手指近指节的空间利用起来,从而在机械手里安装下更多的电机,实现更多的自由度。本发明共实现了21个自由度,16个驱动自由度。

[0064] (2) 由于近指节关节和中/远指节的驱动方式各自独立,能够消除互相影响带来的问题。在全肌腱传动的机械手上,驱动器安装在手臂里,由于驱动中/远指节关节的肌腱也会穿过近指节关节,因此当近指节关节弯曲时,将会导致驱动中/远指节关节的肌腱变松。而将驱动中/远指节关节的驱动和近指节关节的驱动完全隔离开,可以避免这个问题。

[0065] (3) 由于中/远指节关节的驱动方式没有穿过机械手的手掌,独立存在机械手指上,这个特性实现模块化,即机械手指损坏可以直接单独更换该手指,不需要拆开手掌来进行维修,这样可以减少维修成本和难度。

[0066] 2. 在该机械手的设计中,采用了线传动和连杆传动结合的方式,而在所有的连杆传动结构了,刚性传动杆被拉力弹簧所替代,当所驱动关节转动受外力阻碍时,电机依然可以转动到预设位置,拉力弹簧将被拉长。在线传动方式中,传动线的一端固定在压力弹簧一端,当所驱动关节收到外力阻碍时,电机依然可以转动到预设位置,压力弹簧被压缩。在手掌弯曲/伸展中,使用了连杆传动的方式,该连杆加入了两根压力弹簧,使得该连杆能够被拉长和压缩,能够吸收双向受力。在拇指旋转中,采用了电机直连的方式,在电机和拇指旋转基座之间,加入了扭矩弹簧,当拇指旋转收到了外力阻碍时,扭矩弹簧被压缩旋转。

[0067] 这种加入压力,拉力,扭力弹簧的方式,具有以下几种益处:

[0068] (1) 在中/远指节关节的弯曲/伸展和近指节关节弯曲中,采用了传动的四杆机构来驱动关节,利用传统的四杆机构公式,可以得到电机角度和关节角度的对应函数,从而实现精准的关节角度控制。我们将四杆机构中的传动杆替换为拉力弹簧。于是,在关节转动受到一个扭矩限制的时候,电机将继续转动到预设位置,导致弹簧被拉长,而这个拉长量和受到的扭矩有确定的对应关系,因此可以实现不同的关节扭矩。

[0069] 在近指节关节中,本发明也引入了弹簧,由于近指节关节是肌腱传动关节,本发明将一个压弹簧一段限制在指节中,将肌腱与压弹簧另一端固定。在关节收到扭矩被限制时,肌腱可以继续拉动,从而压动压弹簧,产生扭矩。关节扭矩和弹簧的压缩量存在对应关系,而弹簧压缩量与电机在实现关节角度之后继续转动的角度也有对应关系。因此,近指节关节可以实现不同的关节扭矩。

[0070] (2) 由于在机械设计的时候就考虑了可变关节扭矩,在关节扭矩和电机转动角度之间,存在特定的关系式。这使得关节扭矩控制更加容易和准确。这个关系式中的变量有:关节角度,电机转动角度,关节扭矩。常量有弹簧的弹性系数和四杆机构中除弹簧之外的三杆的长度。在这个关系式中,知道其中两个变量,即可以得到第三个变量的值,比如已知所需要的关节角度和关节扭矩,就可以得到所需要提供的电机转动角度。关节角度由每个关节中安装的角度传感器测量,于是关节扭矩和电机转动角度就存在确定的表达式。这个关系可以直接应用在编程中,来实现关节扭矩的控制,相比其它方案,可以节约编程难度和减少传感器的使用。

[0071] (3) 弹簧的加入也提高了安全性。一些机械手采用传感器探测未知外力的方式来保护机械手,这种方法不可避免需要使用到算法,同时对响应速度要求极高,延长即会带来灾难性后果。而在结构中直接加入缓存弹簧的方式,未知外力可以直接被弹簧吸收,从而实

现安全性。

[0072] (4) 弹簧也引入了顺应性。本发明可以采用一组抓取动作来抓取不同形状的物体，比如手指和拇指关节完全弯曲。不同形状会导致抓取时手指关节角度不同，驱动有的关节的电机的转动角度将会被弹簧的拉伸和压缩吸收，防止卡死损坏电机。

[0073] 而有的机械手为了引入顺应性，采用了欠驱动的方式，即三个关节采用一根肌腱驱动，最后手指可以根据物体的形状自我调节。但是这种方式，在非抓取任务时，无法实现关节角度精确控制。

[0074] 3. 在该机械手的设计中，手掌被分裂为两个部分，两个部分通过轴铰接。手掌两个部分可以实现相对弯曲/伸展，这个特性极大地增大了小指和无名指的运动空间（小指/无名指和食指/中指/拇指分别连接在不同部分手掌上），进而增大了机械手对于球状物体的抓取能力。同时，由于自由度的增多，可以实现更加复制的操作动作。

[0075] 4. 在该机械手的设计中，每根手指都能够实现如同人手指的外展/内收。

[0076] 5. 在该机械手的设计中，所有电源线，信号线均隐藏在机械手的内部。

附图说明

[0077] 图1是本发明的轴测图。

[0078] 图2是本发明的正视图。

[0079] 图3是本发明的后视图。

[0080] 图4是图3中的A-A截面图，手掌自由度处于伸展状态。

[0081] 图5是本发明的手指轴测图。

[0082] 图6是本发明的手指爆炸图。

[0083] 图7是本发明的手指近指节侧视图。

[0084] 图8是图7中的B-B截面图，显示手指近指节压弹簧结构。

[0085] 图9是本发明的手指万向节爆炸图。

[0086] 图10是本发明的手指万向节立体图。

[0087] 图11是本发明的拇指立体图。

[0088] 图12是本发明的拇指爆炸图。

[0089] 图13是本发明的拇指近指节基座扭矩弹簧爆炸图。

[0090] 图14是本发明的手指远指节主视图。

[0091] 图15是图14中的C-C剖视图。

[0092] 图16是本发明的手指拇指自然状态图，保留手掌盖。

[0093] 图17是本发明的手指拇指近指节和中指节弯曲状态图。

[0094] 图18是本发明的手指拇指外展状态图。

具体实施方式

[0095] 如图1所示，一种具有机械柔性的多自由度仿人机械手，包括手掌、四指和拇指，手掌包括左半手掌1和右半手掌2，四指包括食指、中指、无名指和小指；四指中的每根手指包括远指节3、中指节4和近指节5；每根手指的结构完全一致，只有长度尺寸存在差异。每根手指通过万向球6与手掌相连接，其中食指和中指连接在左半手掌1上，无名指和小指连接在

右半手掌2上。拇指包括拇指远指节7、拇指中指节8和拇指近指节9；四指中的每根手指的各个指节之间分别铰接，拇指的各个指节之间分别铰接。拇指通过拇指基座10与左半手掌1相连接。

[0096] 如图2所示，左半手掌1和右半手掌2均通过第一铰链结构11a、第二铰链结构11b和第三铰链结构11c利用钢丝轴铰接。

[0097] 如图2和图4所示，第二铰链结构11b和第三铰链结构11c铰链之间，有第一角度传感器13a设置在左半手掌1内，第一角度传感器13a通过短销12穿过固定在左半手掌1内。

[0098] 如图3所示，左半手掌1内安装有第一电机14a，第一电机14a驱动分裂手掌的弯曲/伸展。

[0099] 如图4所示，第一电机14a的输出轴连接第一舵盘15a，通过传动连杆驱动右半手掌2转动；传动连杆由左半连杆16a和右半连杆16b通过第一螺钉17a和第一螺母17b连接，左半螺杆16a内部设有第一压力弹簧18a，左半连杆16a和右半连杆16b中间设有第二压力弹簧18b；传动连杆能将轴向压缩力和拉力分别施加在第一压力弹簧18a和第二压力弹簧18b上。

[0100] 如图1所示，在左半手掌1和右半手掌2之间各有开口19，开口19用于穿设电线。

[0101] 如图6、图9和图10所示，近指节5和手掌之间通过万向球6连接，上竖轴24a和下竖轴24b将万向球6固定在手掌上实现手指的外展/内收，左横轴25a和右横轴25b将近指节5固定在万向球6上实现近指节弯曲/伸展。

[0102] 上竖轴24a穿过固定在手掌上的第二角度传感器13b、手掌万向球固定孔和万向球6；下竖轴24b穿过手掌万向球固定孔和万向球6，将万向球6固定在手掌上。

[0103] 左横轴25a穿过近指节铰接孔、内置在万向球6内轴承和万向球6；右横轴25b穿过内置在万向球6内的第三角度传感器13c、轴承和万向球6。左横轴25a和右横轴25b协同将近指节5和万向球6铰接。

[0104] 1、手指的结构：

[0105] 如图5所示，手指包括手指远指节3、手指中指节4、手指近指节5和万向球6；

[0106] (1)、手指的外展/内收：

[0107] 如图6所示，手指的外展/内收通过第二电机14b驱动第二舵盘15b，进而拉动/推动第一拉力弹簧26a，转动万向球6来实现。第一拉力弹簧26a远端由第二螺钉54a和第二螺母54b固定在万向球6上。当手指外展被外力限制，拉力弹簧26a将被拉长。

[0108] (2)、手指近指节5的弯曲/伸展：

[0109] 如图6所示，近指节5的弯曲由安装在手掌内的第三电机14c驱动第一绕线盘27a转动，拉动传动线实现。传动线穿过手掌内部和万向球6外部，并穿过近指节5下方的圆孔，如图7和图8所示，连接在近指节5内部的第四螺母28b上。如图8所示，第四螺钉28a放置在近指节5的圆形导轨内，并套有压力弹簧18，压力弹簧18一端被限制。当近指节5的弯曲受到外力限制时，第四螺钉28a的沉头将会压缩压力弹簧18，在圆形导轨中滑动。

[0110] 如图6所示，近指节5的伸展由两端分别固定在近指节盖29和万向球6的弹性绳实现弹性绳未画出，弹性绳两端分别用两对螺钉螺母固定；近指节盖29由三对螺钉螺母固定在近指节5上。

[0111] (3)、手指中指节4弯曲/伸展：

[0112] 如图6所示，中指节4和近指节5由第一轴30铰接，第一轴30穿过内置在近指节内部

的轴承和第四角度传感器13d。

[0113] 如图6所示,中指节4的弯曲/伸展由安装在近指节5内部的第四电机14d驱动。第四电机14d驱动第三舵盘15c,拉动/推动第二拉力弹簧26b,驱动中指节关节转动。第二拉力弹簧26b两端由螺钉螺母固定在中指节4下端和第三舵盘15c上。当中指节4弯曲受到外力限制时,第二拉力弹簧26b将会被拉长。

[0114] (4)、手指远指节3弯曲/伸展:

[0115] 如图6所示,远指节3和中指节4由第二轴31穿过远指节3关节孔和两个轴承与中指节4铰接。

[0116] 如图6所示,在近指节5远端和远指节3近端,具有一根耦合传动杆32,使得当中指节4关节转动时,耦合传动杆32将同时带动远指节3关节转动。耦合传动杆32的两端分别由螺钉螺母和钢丝铰接在远指节3和近指节5上。

[0117] 2、拇指的结构:

[0118] 如图11所示,拇指包括拇指远指节7、拇指中指节8、拇指近指节9和拇指基座36;

[0119] (1) 拇指的旋转:

[0120] 如图11、图12和图13所示,拇指旋转通过安装在左半手掌1内的第五电机14e驱动拇指基座36,从而带动拇指转动实现。拇指基座36由输入端37、输出端38和安装在输入端37与输出端38之间的扭矩弹簧39组成;

[0121] 第三轴40穿过左半手掌1、安装在左半手掌1中的第五角度传感器13e、轴承和输出端38将拇指基座36铰接在左半手掌1上。在输出端38的平台面上嵌有十一颗轴承滚珠41,用于将拇指基座36和左半手掌1之间的滑动摩擦转变为滚动摩擦,减小摩擦阻力。

[0122] 如图13所示,第五电机14e直接驱动输入端37,扭矩弹簧39的一端固定在输入端37,输入端37转动带动扭矩弹簧39转动,扭矩弹簧39的另一端驱动输出端38转动。当拇指旋转受到外力限制时,扭矩弹簧39将会被迫转动,输入端37和输出端38之间将会出现角度差。

[0123] (2) 拇指近指节9的外展/内收:

[0124] 如图11和图12所示,拇指近指节9和拇指基座36通过第四轴42铰接。第四轴42穿过拇指基座36、轴承、拇指近指节9关节孔和固定在拇指基座36内的第六角度传感器13f。

[0125] 如图12所示,拇指近指节9的外展/内收由安装在拇指近指节9内的第六电机14f驱动第四舵盘15d,拉动/推动第三拉力弹簧26c,从而驱动拇指近指节9外展/内收关节转动。第三拉力弹簧26c的两端分别通过螺钉螺母(图中未画出)铰接在第四舵盘15d和拇指基座36的输出端38上。

[0126] (3) 拇指中指节8弯曲/伸展:

[0127] 如图12所示,拇指中指节8和拇指近指节9通过轴爆炸视图12中未画出铰接。

[0128] 拇指中指节8的弯曲/伸展通过第七电机14g驱动双向舵盘15e,双向舵盘15e的一端拉动/推动传动杆43,从而驱动拇指中指节8关节实现。传动杆43两端由螺钉螺母(图中未画出)铰接在耦合传动杆32和拇指近指节9远端。

[0129] 如图12所示,第七电机14g安装在拇指中指节8内部,拇指指节盖44利用三对螺钉螺母(图中未画出)将第七电机14g固定在拇指中指节8上。拇指近指节9内部预留有电线空间,第七电机14g的电机线穿过拇指近指节9内部继而到达手掌内。

[0130] (4) 拇指远指节7的弯曲/伸展:

[0131] 如图12所示,拇指远指节7和拇指中指节8通过第五轴45铰接。第五轴45穿过拇指远指节7关节孔、第八角度传感器13h,轴承和拇指中指节8远端关节孔。

[0132] 如图12所示,拇指远指节7的弯曲/伸展也由安装在拇指中指节8内部的第七电机14g驱动。第七电机14g驱动双向舵盘15e,双向舵盘15e一端拉动/推动第四拉力弹簧26d,驱动拇指远指节7关节转动。第四拉力弹簧26d两端由两对螺钉螺母(图中未画出)分别铰接在拇指远指节7下端和双向舵盘15e上。当拇指远指节7弯曲受到外力限制时,第四拉力弹簧26d将会被拉长。

[0133] 3、电机的分布:

[0134] 如图3所示,食指的外展/内收由第二电机14b驱动,食指的近指节的弯曲由第三电机14c驱动,食指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第四电机14d驱动;

[0135] 如图3所示,中指的外展/内收由第十四电机14n驱动,中指的近指节弯曲由第八电机14h驱动,中指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十一电机14k驱动;

[0136] 如图3所示,无名指的外展/内收由第十五电机14o驱动,无名指的近指节弯曲由第九电机14i驱动,无名指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十二电机14l驱动;

[0137] 如图3所示,小指的外展/内收由第十六电机14p驱动,小指的近指节的弯曲由第十电机14j驱动,小指的中指节及远指节的弯曲/伸展由第十三电机14m驱动;

[0138] 如图3所示,拇指的旋转由第五电机14e驱动,拇指近指节9的外展/内收由第六电机14f驱动,拇指中指节8和拇指远指节7的弯曲/伸展由第七电机14g驱动;

[0139] 如图3所示,右半手掌2的弯曲/伸展由第一电机14a驱动。

[0140] 4、手指近指节弯曲传动线分布:

[0141] 如图2所示,食指的近指节的弯曲由第一绕线盘27a转动,拉动穿过手掌内部的第一传动绳46a实现,第一传动绳46a穿过手掌内的导孔。

[0142] 如图2所示,中指的近指节的弯曲由第二绕线盘27b转动,拉动穿过手掌内部的第二传动绳46b实现,第二传动绳46b穿过手掌内的导孔。

[0143] 如图2所示,无名指的近指节的弯曲由第三绕线盘27c转动,拉动穿过手掌内部的第三传动绳46c实现,第三传动绳46c穿过手掌内的导孔。

[0144] 如图2所示,小指的近指节弯曲由第四绕线盘27d转动,拉动穿过手掌内部的第四传动绳46d实现,第四传动绳46d穿过手掌内的导孔。

[0145] 5、传感器的设置:

[0146] 如图14、图15和图18所示,在每个手指和拇指远指节内,安装有压力传感器47,在压力传感器47表面贴有橡胶材料的凸起48,用于增大摩擦和压力传感器47接触面积。压力传感器47的导线通过远指节内部导孔52、中指节内部导孔49、近指节内部导孔51和万向球内部导轨50传递到手掌内,通过手掌内导轨连接到第一控制板53a上。中指节内部导孔49如图2所示,近指节内部导孔51如图6所示,万向球内部导轨50如图10所示,第一控制板53a如图3所示。

[0147] 在每个手指和拇指中,每个主动驱动关节内都安装有角度传感器,用于读取关节实时角度。如图3所示,远指节关节内角度传感器电线也通过同样的路径连接到第二控制板53b上。其它关节的角度传感器也连接到第二控制板53b上。

[0148] 本实施例的工作过程:

[0149] 1、当机械手收到手指外展指令时，第二电机14b逆时针转动(后视图方向)，第十四电机14n、第十五电机14o和第十六电机14p分别顺时针转动(后视图方向)，各个电机连接的各自的舵盘转动拉动各自的拉力弹簧，驱动万向球6转动，各个手指独立完成外展运动。机械手每个手指可以独立实现外展运动，电机相反地转动，实现内收运动。手指和拇指仅外展状态实例如图18所示，内收状态实例如图17所示。

[0150] 2、当机械手收到四指的近指节5弯曲指令时，各自的电机(14c, 14h, 14i和14j)转动，驱动各自的绕线盘(27a, 27b, 27c, 和27d)转动，分别拉动穿过手掌内部导轨的各自的传动线(46a, 46b, 46c, 和46d)独立驱动各个手指的近指节5弯曲。机械手每个手指的近指节可以独立实现弯曲，每个手指的近指节伸展由弹性绳拉动关节回正。

[0151] 3、当机械手收到四指的中指节4和远指节3的弯曲指令时，各自的电机(14d, 14k, 14l, 和14m)转动，驱动舵盘15c转动，拉动第二拉力弹簧26b, 从而驱动中指节4弯曲，中指节4与远指节3内的耦合传动杆32驱动远指节3同时弯曲，机械手每个手指的中指节和远指节可以独立实现弯曲，电机相反地转动，实现伸展运动。

[0152] 手指、拇指近指节和中指节弯曲一定角度的实例如图17所示。

[0153] 4、当机械手收到右半手掌2相对左半手掌1弯曲/伸展指令时，第一电机14a转动，推动/拉动连杆，驱动右半手掌2转动。使得左半手掌1和右半手掌2可以形成一定角度，模拟人手掌的变形。

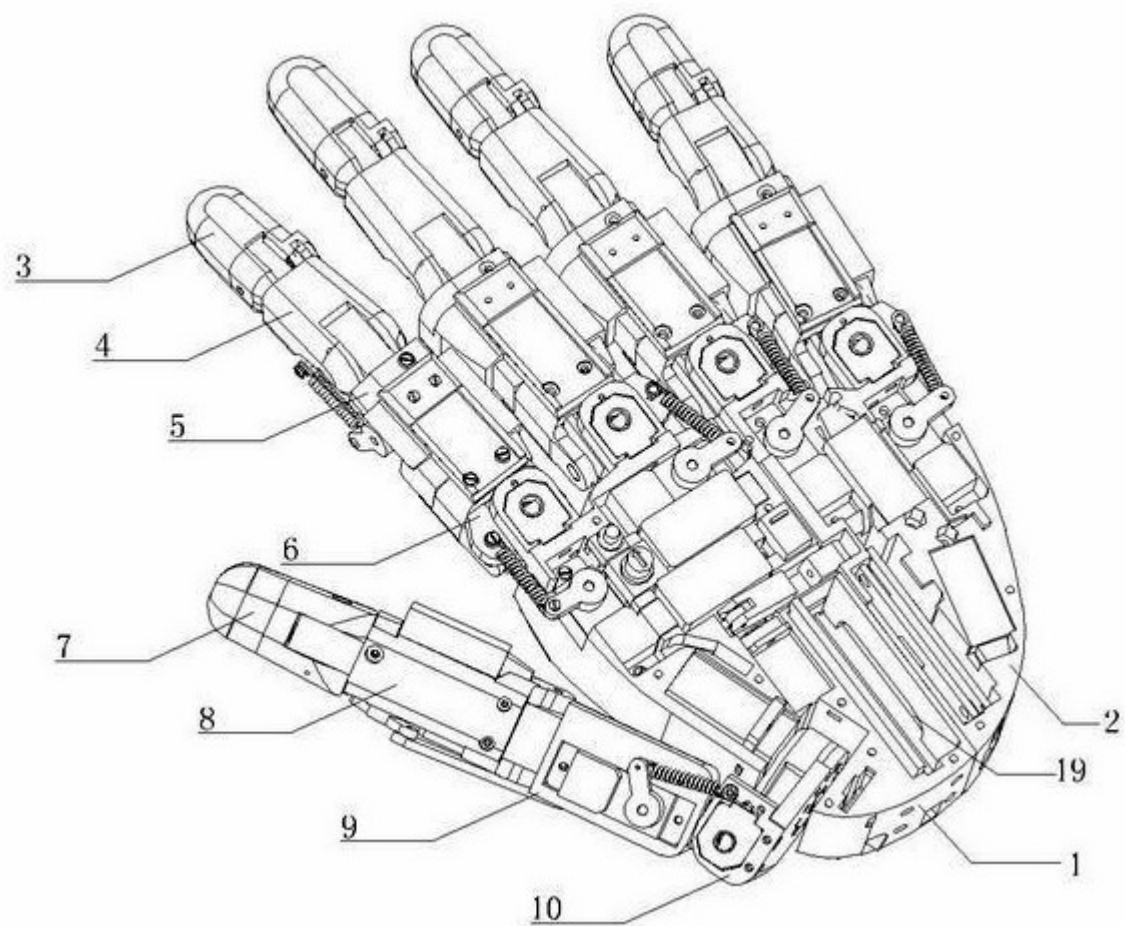


图1

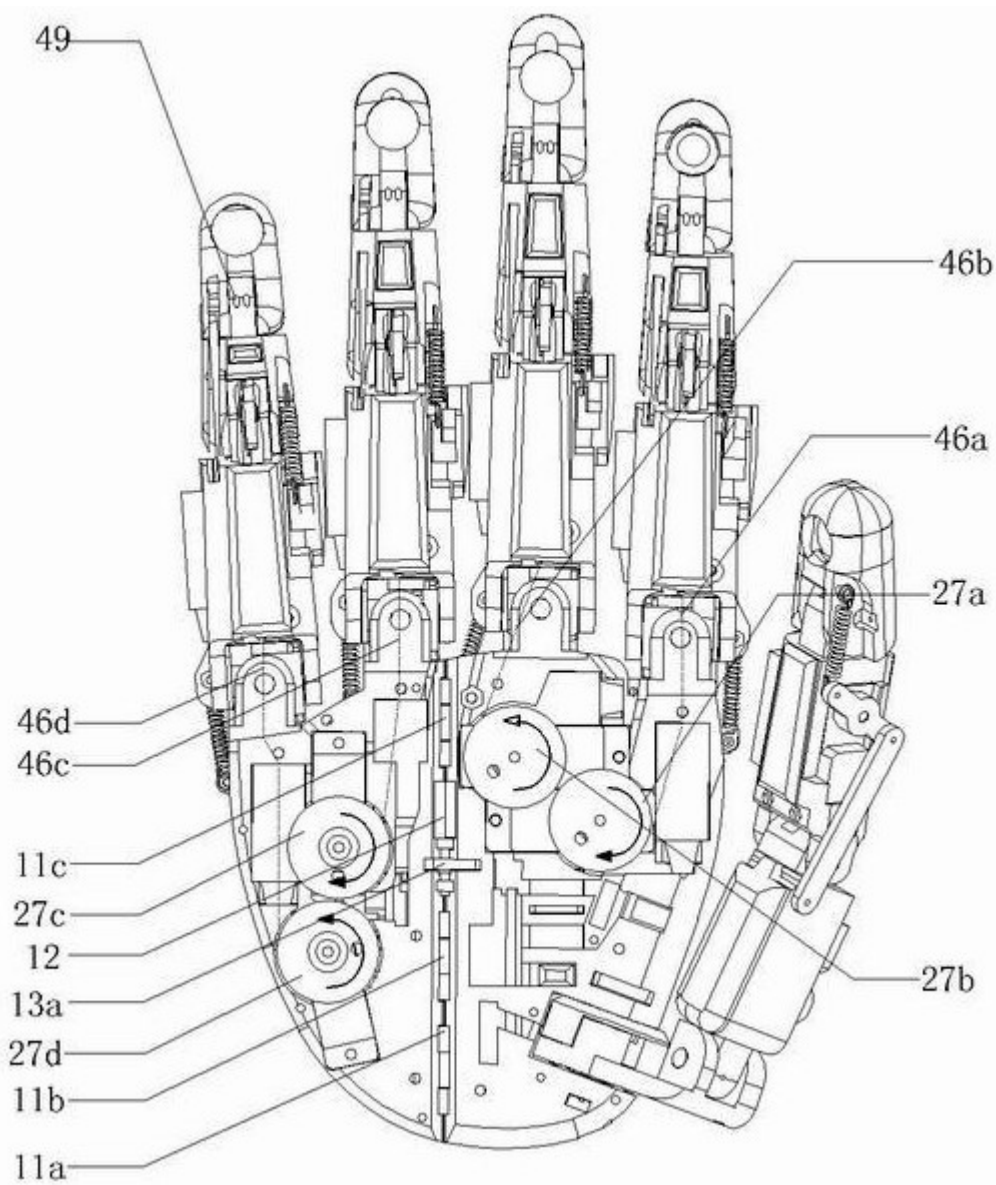


图2

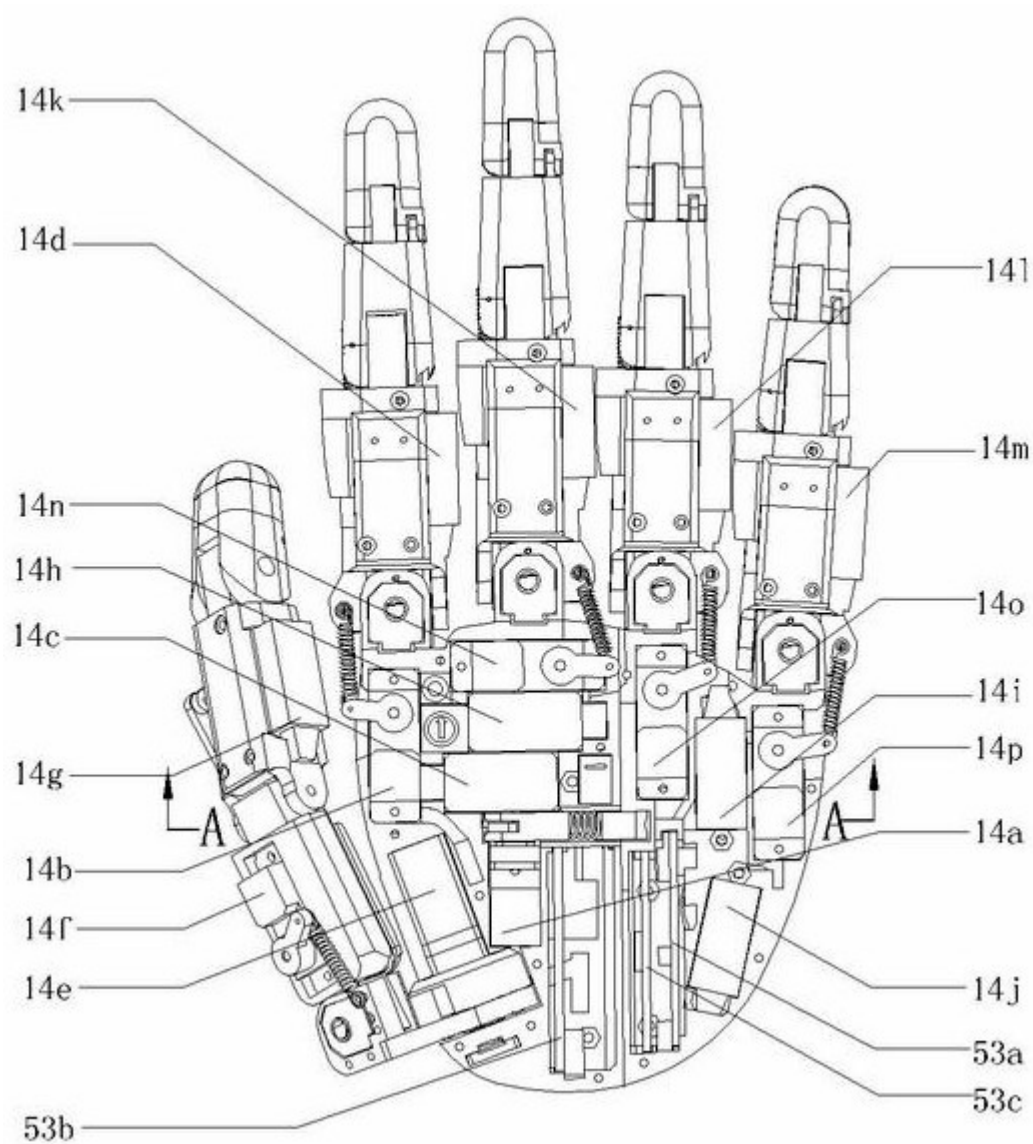


图3

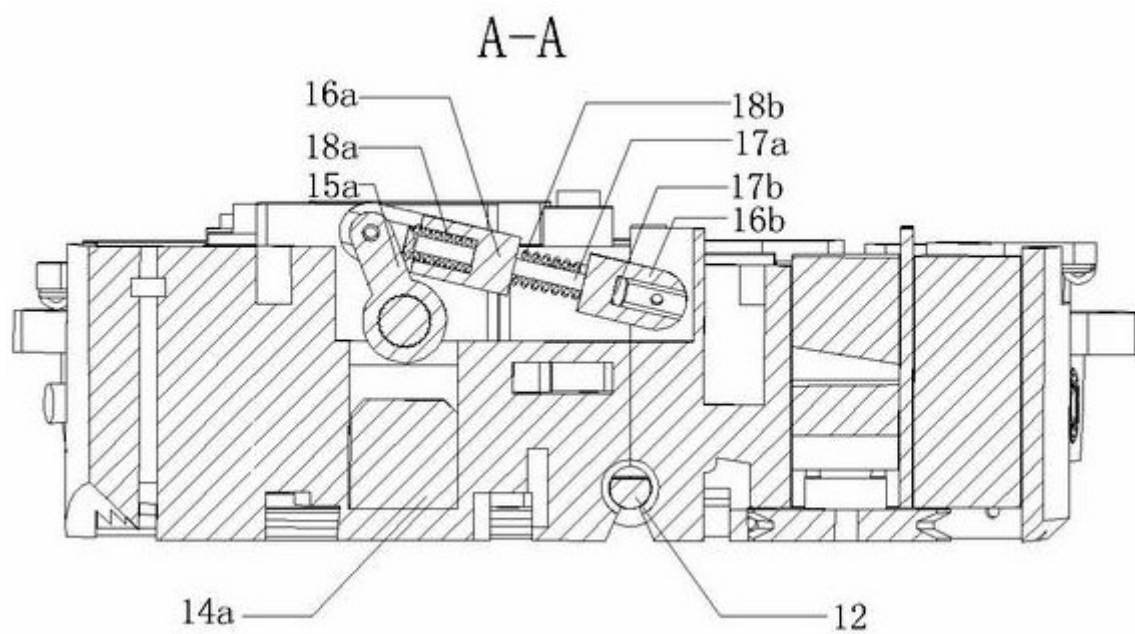


图4

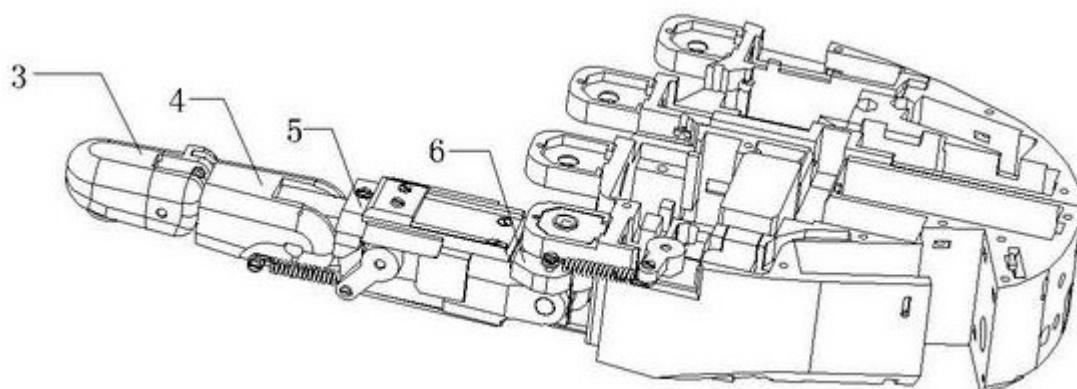


图5

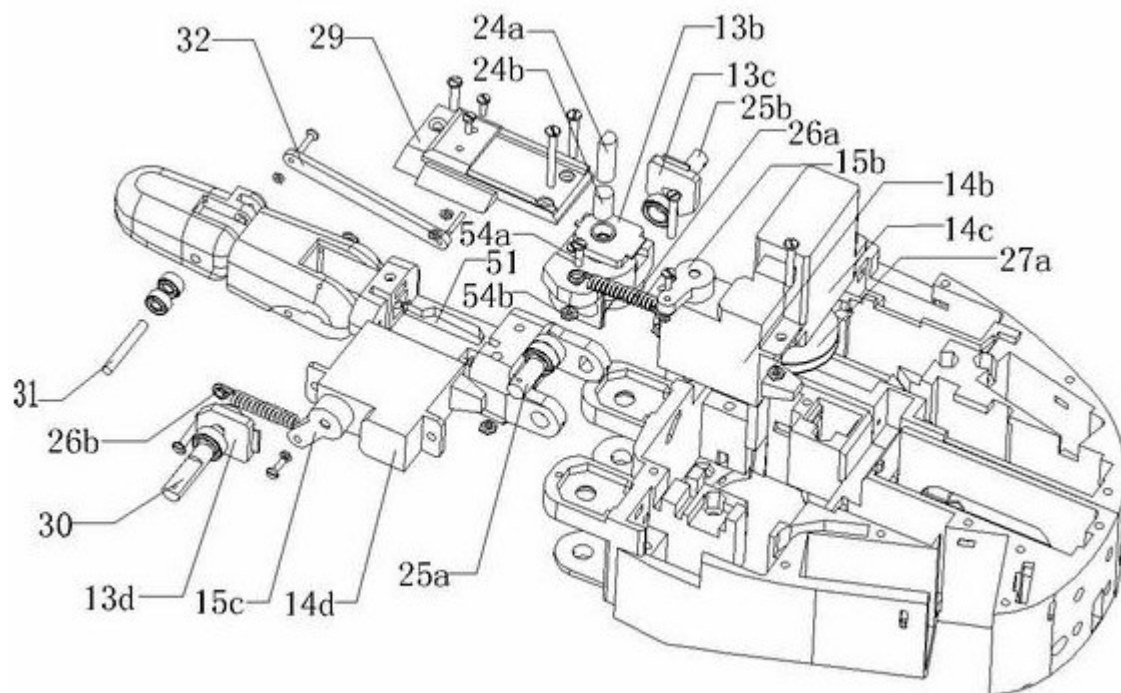


图6

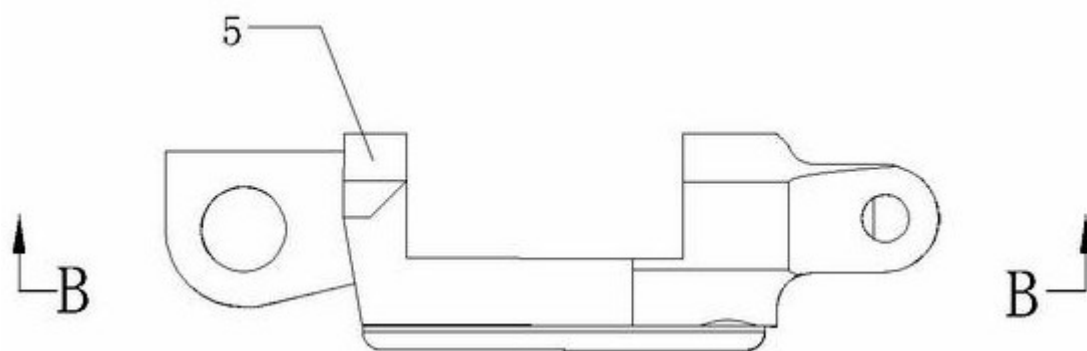


图7

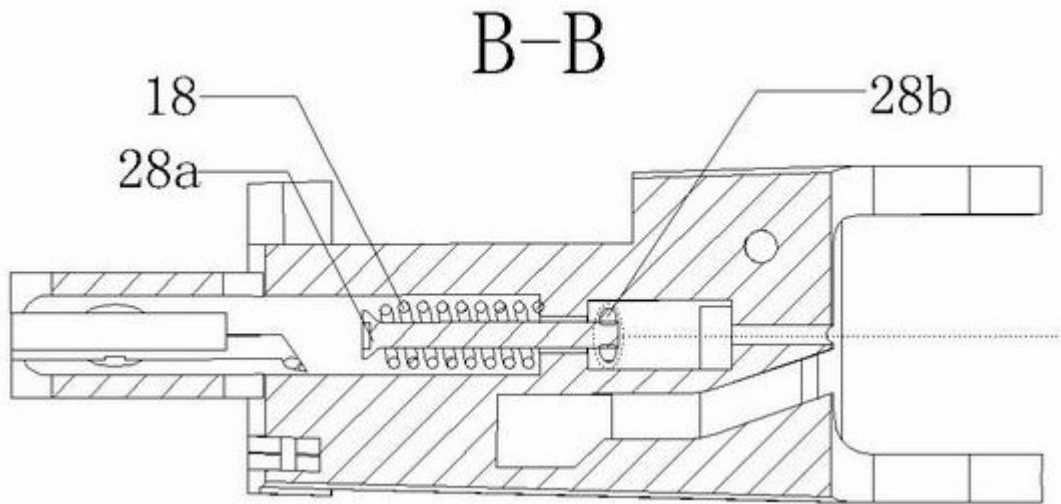


图8

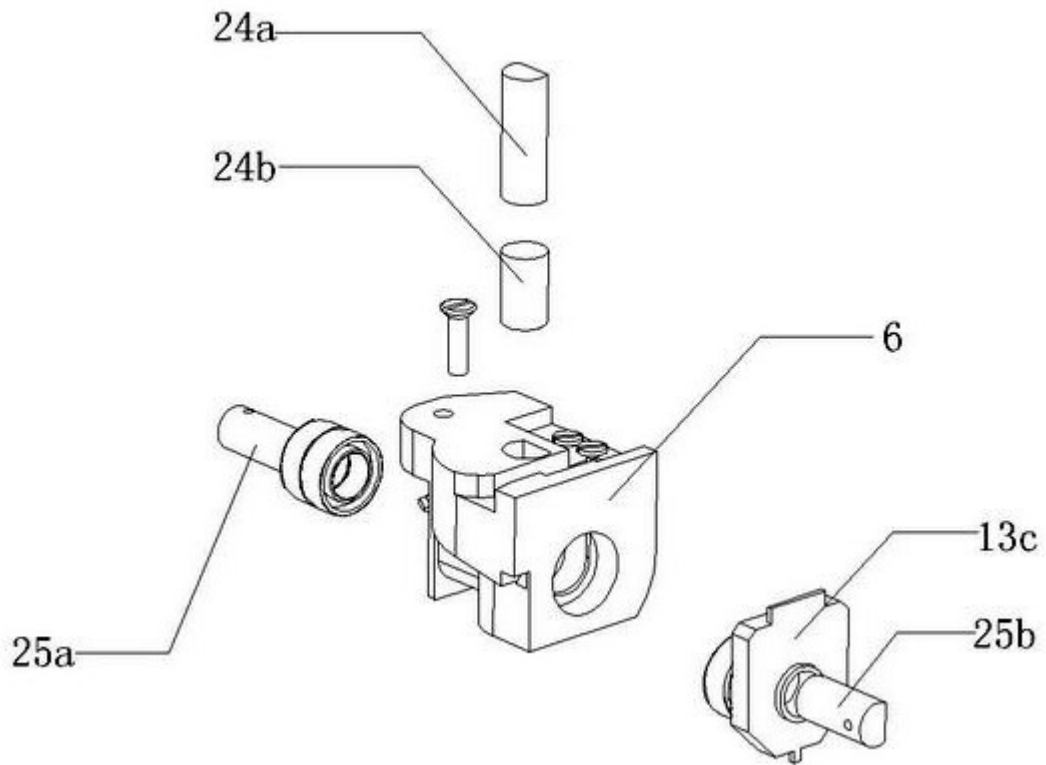


图9

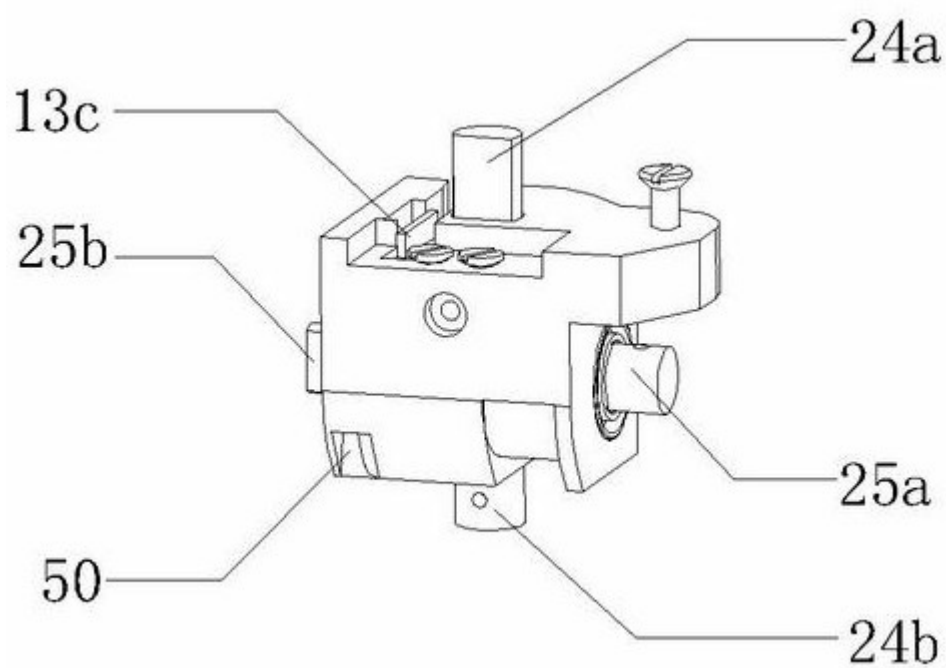


图10

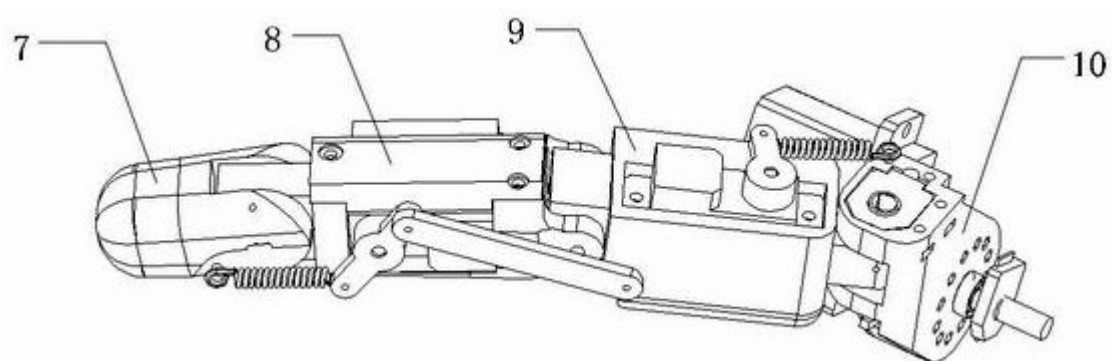


图11

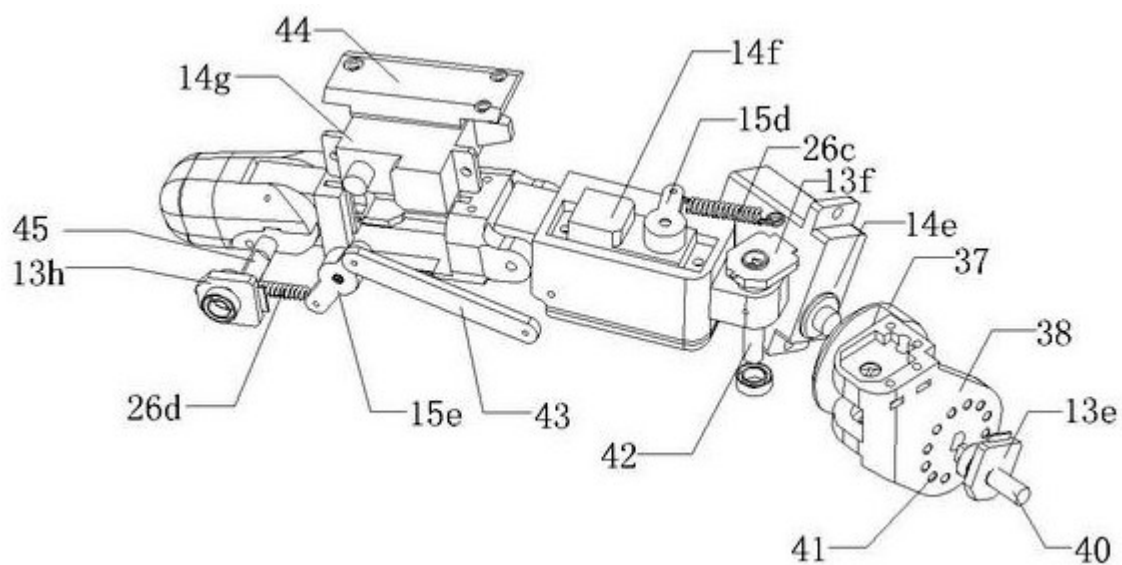


图12

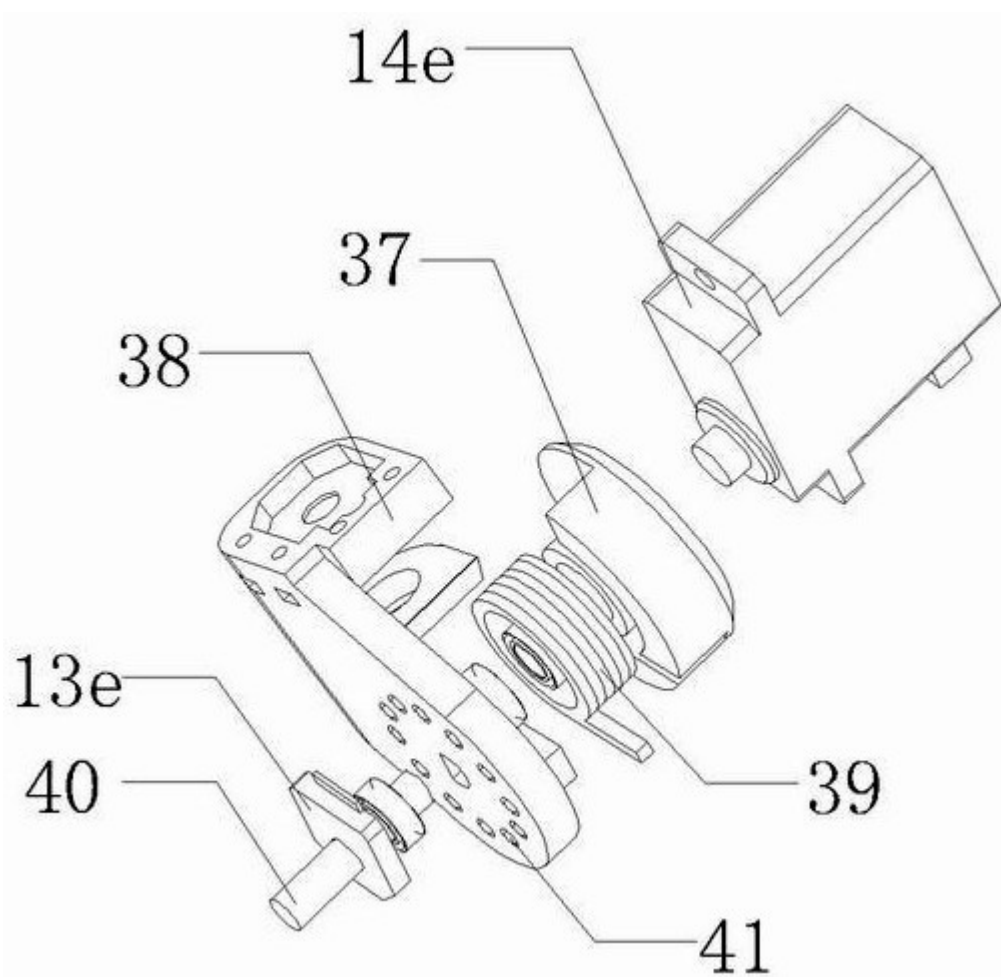


图13

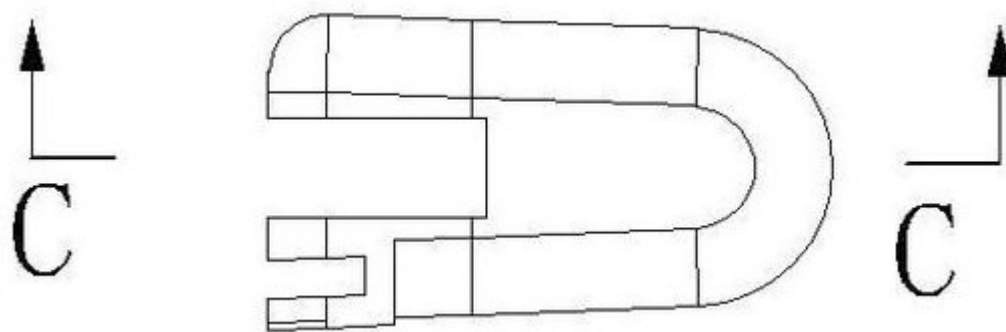


图14

C—C

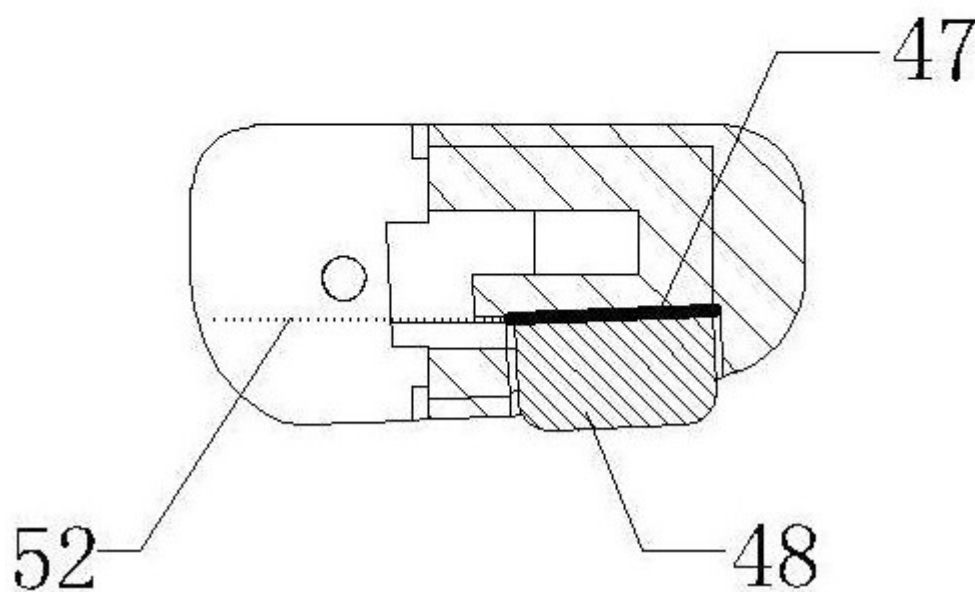


图15

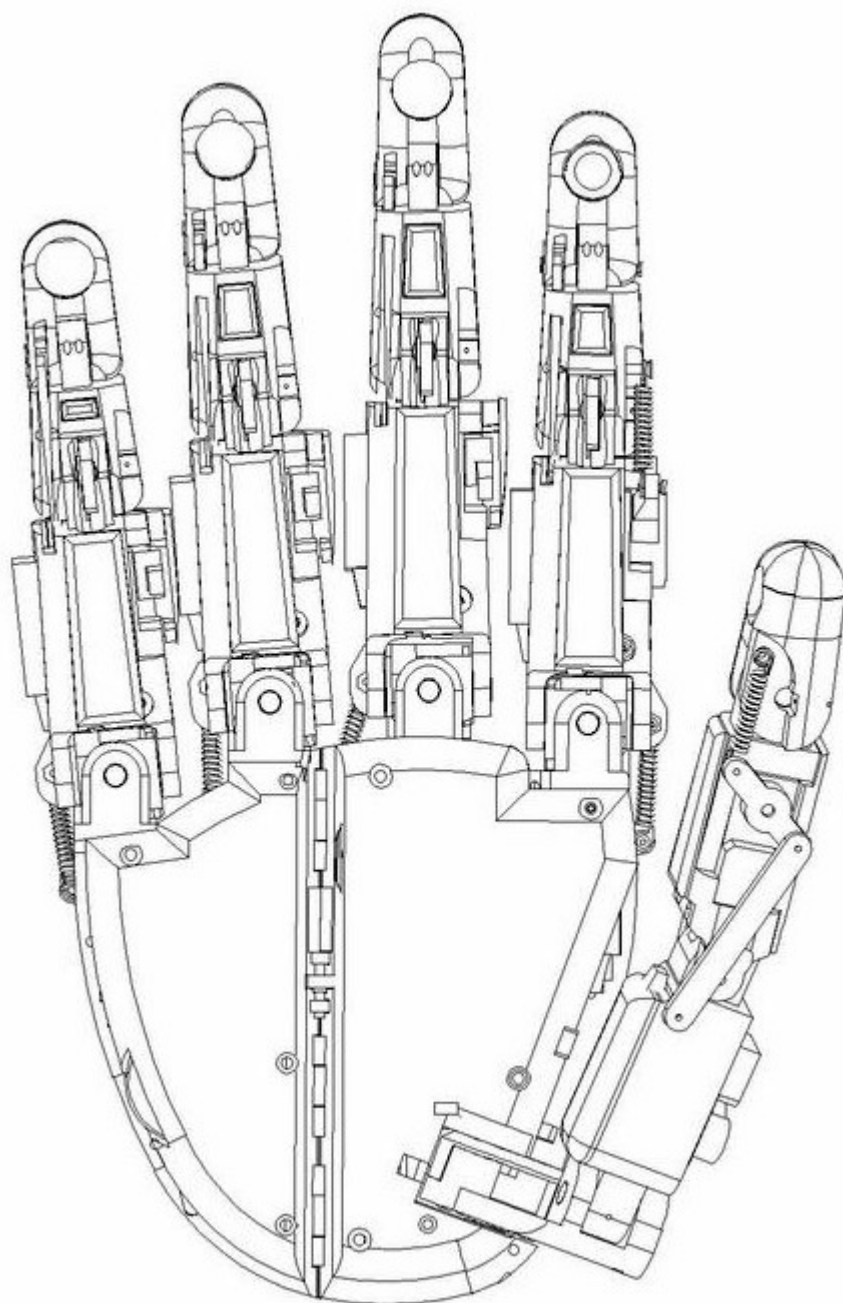


图16

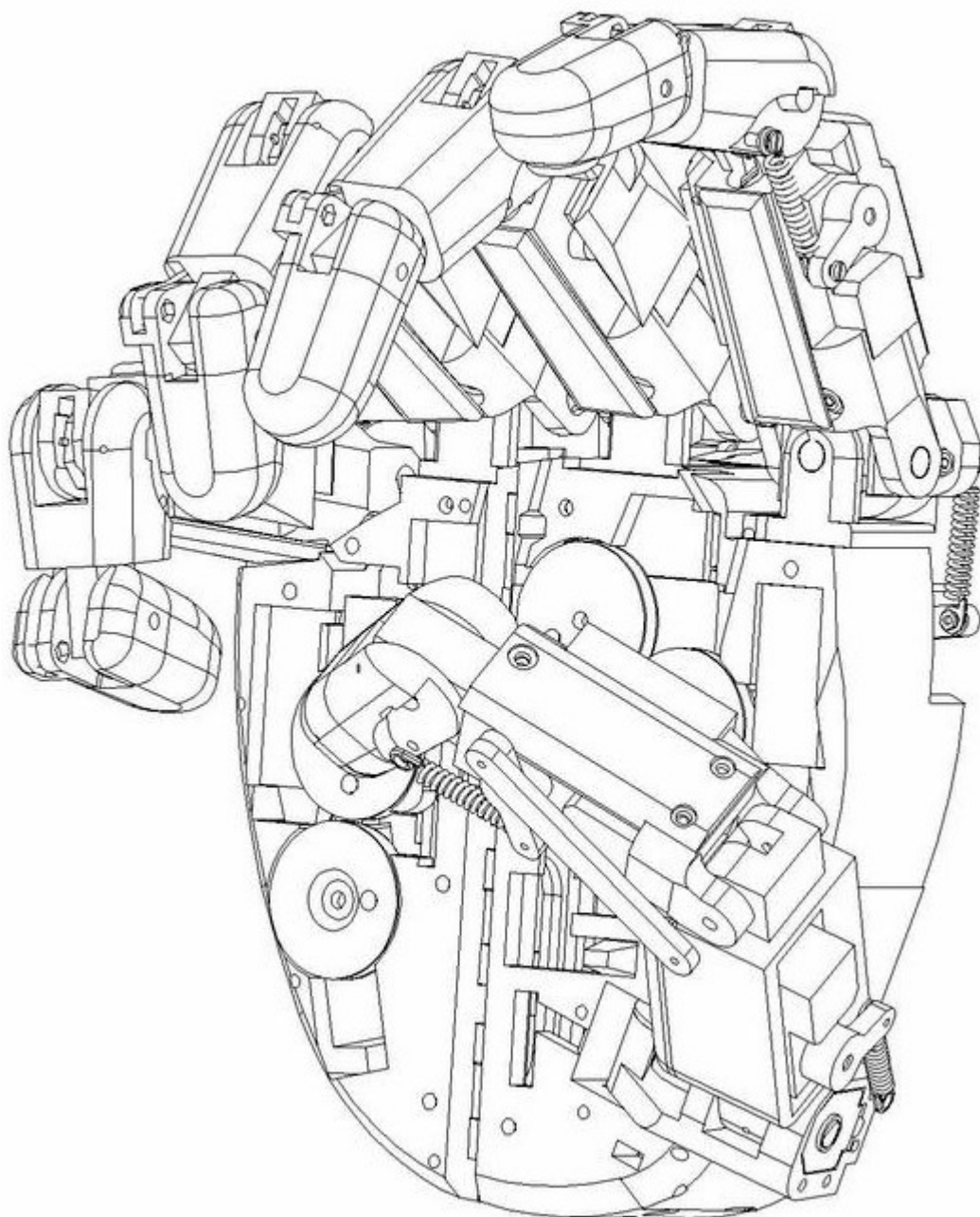


图17

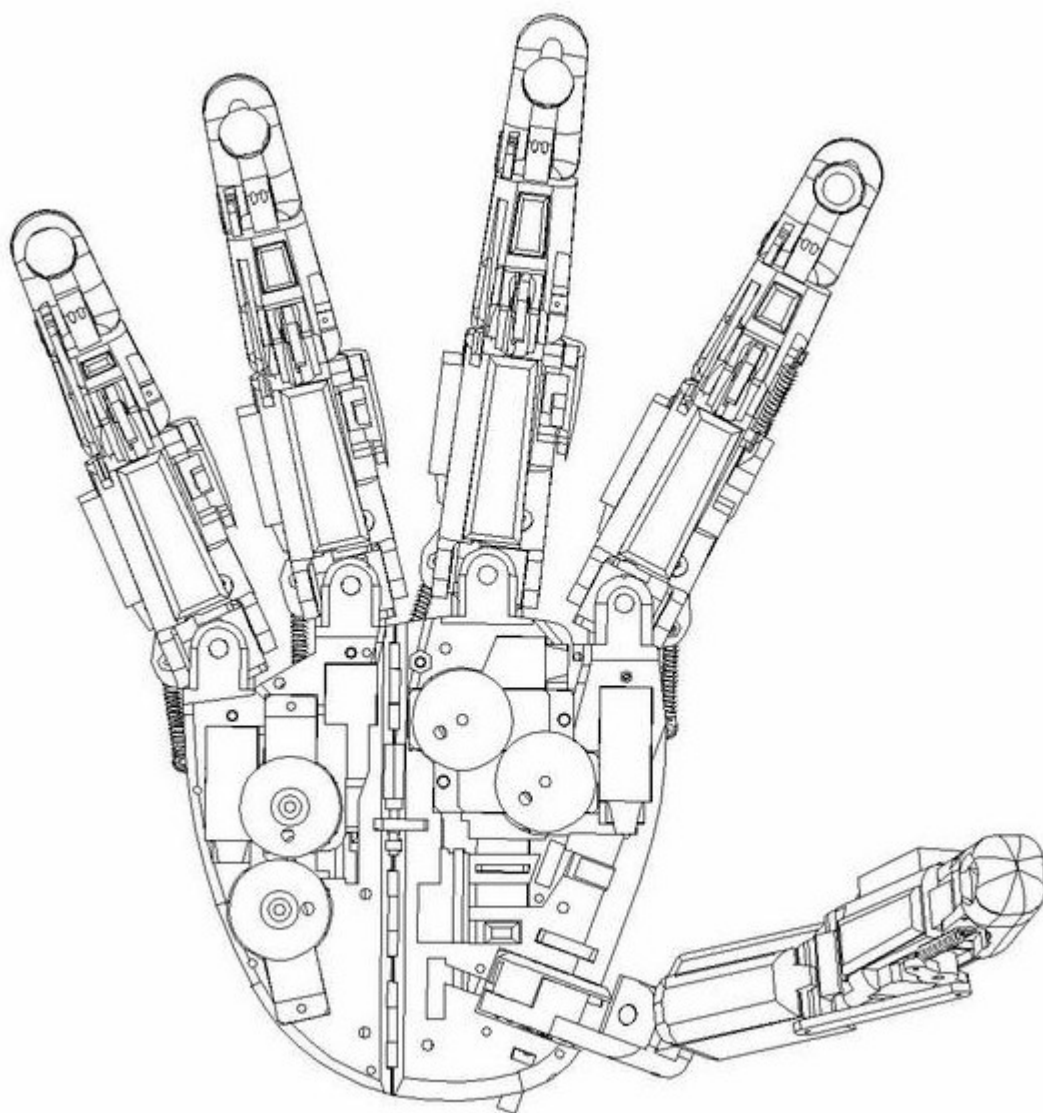


图18