(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206561438 U
(45)授权公告日 2017.10.17

(21)申请号 201621397282.4

(22)申请日 2016.12.19

(73)专利权人 华南理工大学
地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道南路25号华工大广州产研院
专利权人 电子科技大学中山学院

(72)发明人 彭芳 李智军 石潮

(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.
B25J 17/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

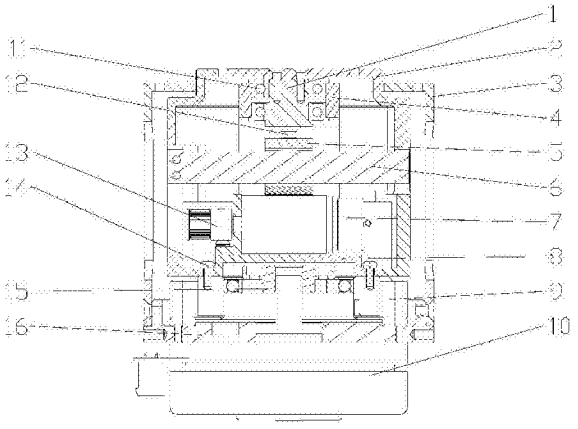
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节

(57)摘要

本实用新型提供一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，包括驱动端、刚度调节机构以及输出法兰，所述驱动端用于提供关节主动力，所述刚度调节机构连接至所述驱动端，用于将驱动端的主动力传输至所述输出法兰，所述刚度调节机构通过改变弹簧片的有效工作长度，实现对所述关节的刚度调节。本实用新型结构紧凑、通用性好、刚度连续可调、有效减缓外部冲击力，在提高机器人的安全性与对环境的友好度的同时，无论精度高低，都能满足振动噪音小以及制造和安装要求低的要求，成本低廉，应用广泛，具有广阔的市场应用前景。



CN 206561438 U

1.一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：包括驱动端、刚度调节机构以及输出法兰(2)，所述驱动端用于提供关节主动力，所述刚度调节机构连接至所述驱动端，用于将驱动端的主动力传输至所述输出法兰(2)，所述刚度调节机构通过改变弹簧片的有效工作长度，实现对所述关节的刚度调节；所述刚度调节机构包括关节底座(8)、同步带轮传动组(13)、弹簧卡座(5)、弹簧卡座固定座(20)、弹簧片(6)、丝杆螺母(18)、丝杠(22)、刚度调节电机(7)、导轨滑块(19)、一对轴承(17)、一对轴套螺丝(12)，所述关节底座(8)通过多个螺丝固定至谐波减速器(9)输出端，所述关节底座(8)上设置有多快挡板，并在挡板上设置有若干螺丝孔和通孔，可用于将所述刚度调节电机(7)安装在关节底座(8)上，所述同步带轮传动组(13)也安装在所述关节底座(8)的挡板上，同步带轮传动组(13)的输入端与所述刚度调节电机(7)固连，输出端连接丝杠(22)，所述丝杠(22)上装配丝杆螺母(18)，所述弹簧卡座(5)中间设置有2个通孔，所述轴承(17)通过所述轴套螺丝(12)对称固定在弹簧卡座(5)下方，弹簧卡座(5)两端通过多个螺丝固定在所述弹簧卡座固定座(20)上，弹簧卡座固定座(20)一端通过螺丝与丝杆螺母(18)固连，另外一端设置有一个与所述的导轨滑块(19)进行滑动连接滑轨槽；所述关节底座(8)上加工用于安装导轨滑块(19)的挡块，所述挡块上设置有多个用于固定导轨滑块(19)的螺纹孔，所述输出法兰(2)的一侧内壁上设置有所述弹簧片(6)的安放槽，关节底座(8)的一侧挡板外则设置有两个用于固定弹簧片(6)的螺纹孔，所述弹簧片(6)一端通过螺丝紧固在关节底座(8)上，另一端穿过一对轴承(17)安放在输出法兰(2)的内壁安放槽中。

2.如权利要求1所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于，所述驱动端包括驱动电机(10)、减速器固定座(16)、谐波减速器(9)，所述谐波减速器(9)的壳体通过螺钉固定在减速器固定座(16)上，所述驱动电机(10)的输出轴与谐波减速器(9)的输入端驱动连接，所述谐波减速器(9)的输出端连接所述刚度调节机构。

3.如权利要求1所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：所述的刚度调节电机(7)为双向电机。

4.如权利要求2所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：还包括中空的关节外壳(3)，所述关节外壳(3)的后端连接所述减速器固定座(16)，前端居中设置有供输出法兰(2)伸出的通孔。

5.如权利要求4所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：所述减速器固定座(16)边缘沿周向设置有若干弧形凸台，每个所述凸台上设置有螺纹孔，所述关节外壳(3)后端开设有对应的若干螺纹孔，通过螺丝将关节外壳(3)固定至减速器固定座(16)的凸台上。

6.如权利要求4所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：所述的关节外壳(3)上设置有用于减轻自重及散热的镂空部。

7.如权利要求1所述的基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，其特征在于：还包括输出轴(1)、输出轴固定座(4)、输出轴承(11)，所述输出轴(1)通过所述输出轴承(11)安装在所述输出轴固定座(4)上，所述输出轴固定座(4)通过紧固螺丝(14)与关节底座(8)固连，所述输出轴(1)前端设置有4个螺纹孔，所述输出法兰(2)前端通过螺丝与输出轴(1)固连。

一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种机器人仿生关节，具体为一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，该装置可以适用于各种关节型机器人。

背景技术

[0002] 长期以来，传统的机器人关节设计理论认为，对于动力驱动装置与关节铰链之间的机械连接方式应优先考虑刚度较大的传动机构。因此，在工业机器手臂、仿生多足机器人以及康复医疗假肢等关节机器人的研究中，机器人关节设计普遍采用电机输出轴与关节机构进行刚性连接的驱动方式，这种方式虽然结构简单紧凑、定位精度高、能即时响应，但由于缺乏柔顺性使得机器人更容易受到外部冲击的影响而损坏，同时在与人协作时也容易存在安全隐患。

[0003] 人们从生物肌腱中得到启发，从上世纪80年代开始，国外的学者开始提出串联弹性驱动器的概念，它是在驱动机构和负载端之间串联弹性元件，将负载输出与电机惯量隔离，实现精确力控制，具有低阻抗、能量密度高、输出稳定等特点，可以有效地增加系统的稳定性、降低干扰影响以及在外部冲击下起保护作用。目前，这种具有模拟人类肌肉伸缩功的柔顺性弹性驱动关节已成为国际上的研究热点，柔性驱动关节能够根据所受外部冲击力的大小改变关节刚度，关节自调整接触实现自我缓冲，从而避免了机器人机构的损坏，提高了与人协作时的安全性。

[0004] 国内对可变刚度弹性关节的研究较少，经对现有技术文献的检索发现，从现有公开的串联弹性驱动关节看，普遍存在集成度较低、体积较为庞大、结构复杂、通用性较差等问题。如中国实用新型专利公布第104985608号揭露了一种刚度可调的柔性关节驱动器机构，该机构利用滚轮在上下两个斜曲面盘上滚动引起上下两个斜曲面盘的轴向距离的改变而压缩弹簧得到缓冲，通过调整上下两个斜曲面盘的错开角度来调节刚度，要求调节电机的输出力矩较大，并需要足够强度的自锁功能，该机构平衡位置的输出力矩始终为零，这就导致了低负载时的定位精度较差的问题。该结构留给弹簧安装的位置较为狭小，整个结构虽然紧凑，但外形极不规则，通用性较差。而中国实用新型专利授权公告第104647397号则揭露了一种基于多级齿轮传动的可变刚度柔性关节，该关节采用两级齿轮实现变速，再利用第三级齿轮连接实现串联扭簧的预压缩量调节，从而使输出刚度发生变化。该装置虽然整体结构比较紧凑，但是由于全部采用齿轮传动，精度低时，振动和噪声较大，精度高时，制造和安装精度则要求较高，成本较高，且该装置主要用于足式机器人关节，也降低了其通用性。

实用新型内容

[0005] 本实用新型所要解决的技术问题在于，提供一种可调刚度的机器人柔性关节，该柔性关节能够有效减缓外部冲击力，提高机器人的安全性与对环境的友好度。

[0006] 为解决上述技术问题，本实用新型采用如下技术方案实现：

[0007] 一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，包括驱动端、刚度调节机构以及输出法兰，所述驱动端用于提供关节主动力，所述刚度调节机构连接至所述驱动端，用于将驱动端的主动力传输至所述输出法兰，所述刚度调节机构通过改变弹簧片的有效工作长度，实现对所述关节的刚度调节。

[0008] 进一步地，所述驱动端包括驱动电机、减速器固定座、谐波减速器，所述谐波减速器的壳体通过螺钉固定在减速器固定座上，所述驱动电机的输出轴与谐波减速器的输入端驱动连接，所述谐波减速器的输出端连接所述刚度调节机构。

[0009] 进一步地，所述刚度调节机构包括关节底座、同步带轮传动组、弹簧卡座、弹簧卡座固定座、弹簧片、丝杆螺母、丝杠、刚度调节电机、导轨滑块、一对轴承、一对轴套螺丝，所述关节底座通过多个螺丝固定至谐波减速器输出端，所述关节底座上设置有多快挡板，并在挡板上设置有若干螺丝孔和通孔，可用于将所述刚度调节电机安装在关节底座上，所述同步带轮传动组也安装在所述关节底座的挡板上，同步带轮传动组的输入端与所述刚度调节电机固连，输出端连接丝杠，所述丝杠上装配丝杆螺母，所述弹簧卡座中间设置有个通孔，所述轴承通过所述轴套螺丝对称固定在弹簧卡座下方，弹簧卡座两端通过多个螺丝固定在所述弹簧卡座固定座上，弹簧卡座固定座一端通过螺丝与丝杆螺母固连，另外一端设置有一个与所述的导轨滑块进行滑动连接滑轨槽；所述关节底座上加工用于安装导轨滑块的挡块，所述挡块上设置有多个用于固定导轨滑块的螺纹孔，所述输出法兰的一侧内壁上设置有所述弹簧片的安放槽，关节底座的一侧挡板外则设置有两个用于固定弹簧片的螺纹孔，所述弹簧片一端通过螺丝紧固在关节底座上，另一端穿过一对轴承安放在输出法兰的内壁安放槽中。

[0010] 进一步地，所述的刚度调节电机为双向电机。

[0011] 进一步地，还包括中空的关节外壳，所述关节外壳的后端连接所述减速器固定座，前端居中设置有供输出法兰伸出的通孔。

[0012] 进一步地，所述减速器固定座边缘沿周向设置有若干弧形凸台，每个所述凸台上设置有螺纹孔，所述关节外壳后端开设有对应的若干螺纹孔，通过螺丝将关节外壳固定至减速器固定座的凸台上。

[0013] 进一步地，所述的关节外壳上设置有用于减轻自重及散热的镂空部。

[0014] 进一步地，还包括输出轴、输出轴固定座、输出轴承，所述输出轴通过所述输出轴承安装在所述输出轴固定座上，所述输出轴固定座通过紧固螺丝与关节底座固连，所述输出轴前端设置有4个螺纹孔，所述输出法兰前端通过螺丝与输出轴固连。

[0015] 相比现有技术，采用上述技术方案后，本实用新型至少具有如下有益效果：结构紧凑、通用性好、刚度连续可调、有效减缓外部冲击力，在提高机器人的安全性与对环境的友好度的同时，无论精度高低，都能满足振动噪音小以及制造和安装要求低的要求，成本低廉，应用广泛，具有广阔的市场应用前景。

附图说明

[0016] 图1是本实用新型实施例刚度连续可调的机器人柔性关节的外观立体示意图。

[0017] 图2是本实用新型实施例刚度连续可调的机器人柔性关节的剖视示意图；

[0018] 图3是本实用新型实施例刚度连续可调的机器人柔性关节的立体分解示意图。

[0019] 图中：1-输出轴；2-输出法兰；3-关节外壳；4-输出轴固定座；5-弹簧卡座；6-弹簧片；7-刚度调节电机；8-关节底座；9-谐波减速器；10-驱动电机；11-输出轴承；12-轴套螺丝；13-同步带轮传动组；14-紧固螺丝；15驱动电机输出法兰；16-减速器固定座；17-轴承；18-丝杆螺母；19-导轨滑块；20-弹簧卡座固定座；21-固定螺丝；22-丝杆。

具体实施方式

[0020] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互结合，下面结合附图和具体实施例对本申请作进一步详细说明。

[0021] 如图1和2所示，一种基于弹簧片的刚度连续可调的机器人柔性关节，包括驱动端、刚度调节机构、弹簧片6、输出法兰2、输出轴1以及关节外壳3。

[0022] 所述驱动端包括驱动电机10、减速器固定座16、谐波减速器9，所述谐波减速器9的壳体通过螺钉固定在减速器固定座16上，所述驱动电机10的输出轴与谐波减速器9的输入端驱动连接，所述谐波减速器9的输出端连接所述刚度调节机构。所述驱动电机1以及谐波减速器9用来为所述柔性关节提供主动力。所述减速器固定座16边缘沿周向设置有6个弧形凸台，每个所述凸台上设置有螺纹孔，所述关节外壳3后端开设有对应的6个螺纹孔，通过螺丝将关节外壳3固定至减速器固定座16的凸台上。

[0023] 如图2和图3所示，所述刚度调节机构固定连接在驱动端，将所述驱动端的动力传输至所述输出法兰2，包括关节底座8、同步带轮传动组13、弹簧卡座5、弹簧卡座固定座20、弹簧片6、丝杆螺母18、丝杠22、刚度调节电机7、导轨滑块19、一对轴承17、一对轴套螺丝12，所述关节底座8通过多个螺丝固定至谐波减速器9的输出端，所述关节底座8上设置有多快挡板，并在挡板上开设有多个螺丝孔和通孔，可用于将所述刚度调节电机7安装在关节底座上，所述同步带轮传动组13也安装在所述关节底座8的挡板上，同步带轮传动组13的输入端与所述刚度调节电机7固连，输出端连接丝杠22。所述丝杠22上装配有丝杆螺母18，具体地，所述调节电机7转动，将带动同步带轮传动组13转动，而同步带轮传动组13转动则丝杠22转动，丝杠22转动将使得丝杆螺母18作横向移动。所述弹簧卡座5中间设置有2个通孔，所述轴承17通过所述轴套螺丝12对称固定在弹簧卡座5下方，所述弹簧卡座5两端再通过多个螺丝固定在所述弹簧卡座固定座20上，弹簧卡座固定座20一端通过螺丝与丝杆螺母18固连，另外一端设置有一个滑轨槽，该滑轨槽与所述的导轨滑块19进行滑动连接。所述关节底座8上加工用于安装导轨滑块19的挡块，挡块上设置有多个螺纹孔，用于固定导轨滑块19，这样，导轨滑块19与丝杠22平行安装在关节底座8两侧挡板之间，丝杆螺母18作横向移动时，将带动弹簧卡座固定座20沿着导轨滑块19一起作横向移动，弹簧卡座固定座20的移动进一步带动安装在其上的弹簧卡座5作横向移动。所述输出法兰2的一侧内壁上设置有所述弹簧片6的安放槽，关节底座8的一侧挡板外则设置有两个螺纹孔用于固定弹簧片6，弹簧片6通过螺丝一端紧固在关节底座8，另一端穿过轴承17安放在输出法兰2的内壁安放槽中。所述弹簧卡座5的横向移动使得轴承17与弹簧片6的接触位置发生变化，从弹簧片6与轴承17的接触位置到输出法兰2上安放槽中弹簧片6与输出法兰2的接触位置的距离，即为弹簧片的有效工作长度。

[0024] 工作时，所述调节电机7转动，通过所述同步带轮传动组13将动力传送至丝杠22转动，从而使得丝杆螺母18作横向移动，进一步，丝杆螺母18的横向移动将带动弹簧卡座固定

座20沿着导轨滑块19一起作横向移动，此时安装在弹簧卡座固定座20的弹簧卡座5也跟着作横向移动，从而使得弹簧片6与轴承17的接触位置发生变化，继而弹簧片6的有效工作长度将连续发生变化，达到刚度连续调节的目的。

[0025] 如图2和图3所示，所述输出轴1通过所述输出轴承11安装在所述输出轴固定座4上，输出轴固定座4再通过紧固螺丝14与关节底座8固连。所述输出轴1前端设置有4个螺纹孔，所述输出法兰2前端通过螺丝与输出轴1固连，从而保证输出法兰2转动时与关节输入轴同心。

[0026] 本实施例的具体工作过程包括关节的主运动和关节刚度调整运动。

[0027] 所述关节的主运动包括：驱动电机10提供关节主驱动转矩，经过谐波减速器9，驱动电机10的动力传递给与谐波减速器9固连的关节底座8，接着再传递给安装在关节底座8上的刚度调节机构的弹簧卡座5，所述弹簧卡座5再将主驱动力矩通过与其接触的弹簧片6传输至输出法兰2。

[0028] 所述关节刚度调整运动包括：当所述调节电机7转动时，通过所述同步带轮传动组13将动力传送至丝杠22转动，从而使得丝杆螺母18作横向移动，进一步，丝杆螺母18的横向移动将带动弹簧卡座固定座20沿着导轨滑块19一起作横向移动，此时安装在弹簧卡座固定座20的弹簧卡座5也跟着作横向移动，从而使得弹簧片6与轴承17的接触位置发生变化，继而弹簧片6的有效工作长度将连续发生变化，从而实现了关节的刚度调节。

[0029] 本实用新型的机器人关节可实现从全刚度到全柔性的线性连续调节，提高机器人的安全性与对环境的友好度。

[0030] 尽管已经示出和描述了本实用新型的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本实用新型的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本实用新型的范围由所附权利要求及其等同范围限定。

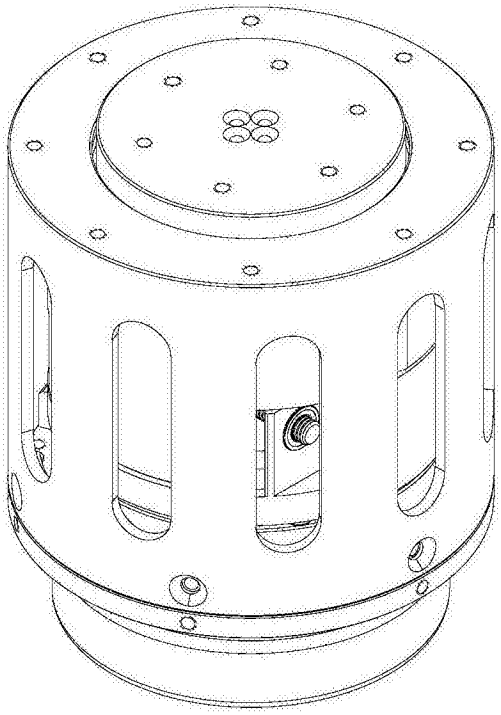


图1

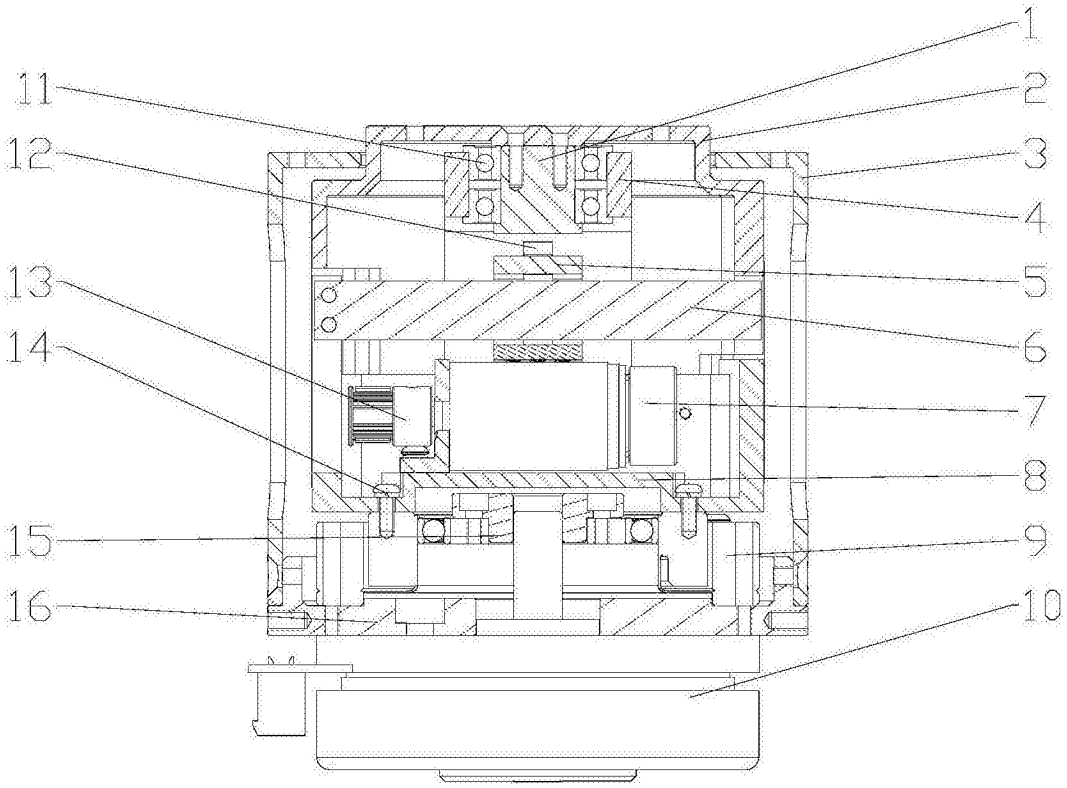


图2

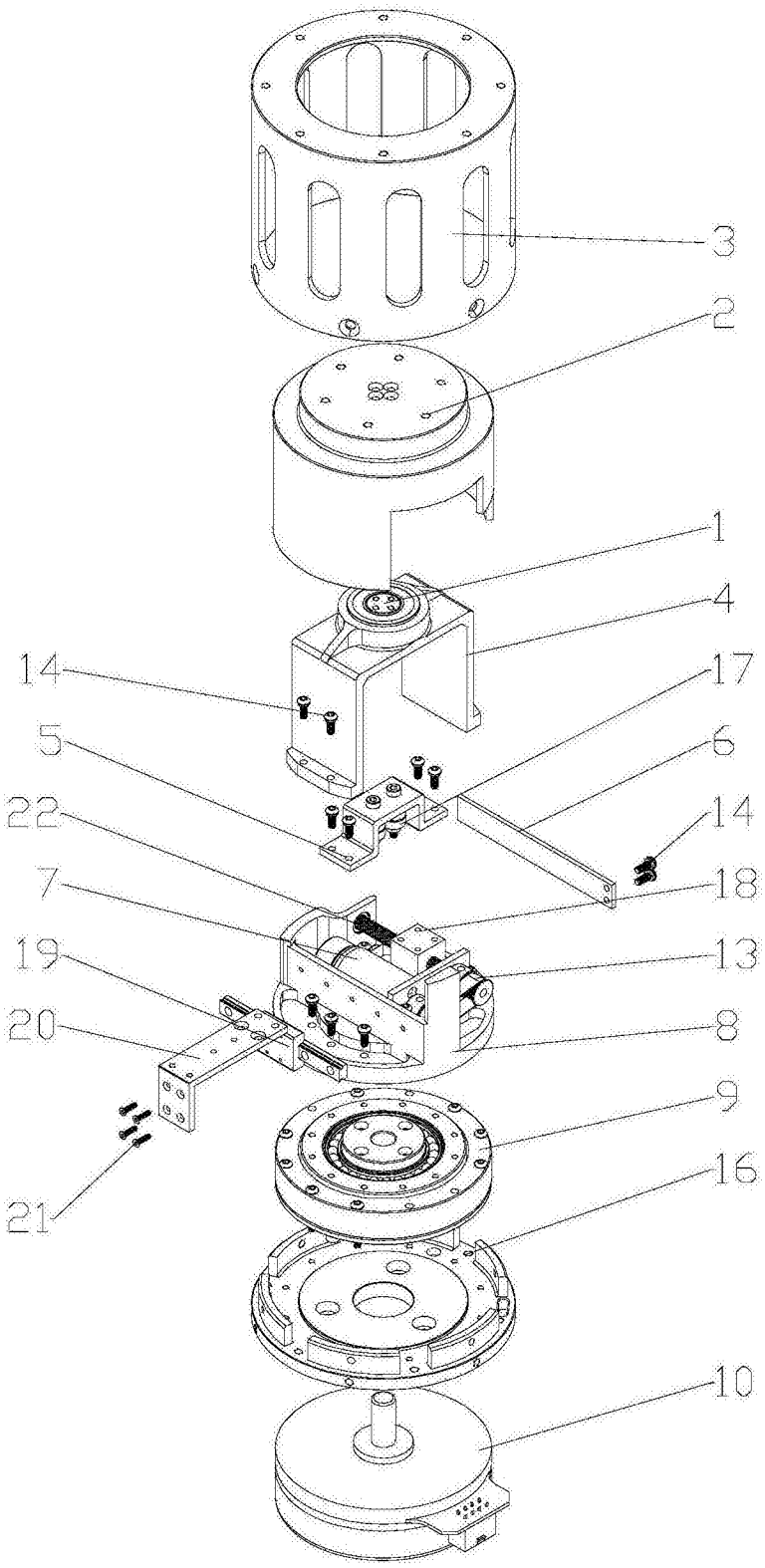


图3