



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207534828 U

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201721686680.2

(22)申请日 2017.12.07

(73)专利权人 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 王洪光 潘新安 胡明伟 田勇  
刘爱华 姜勇 景凤仁 凌烈  
孙鹏 宋屹峰 孔繁旭

(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.  
B25J 13/08(2006.01)  
B25J 17/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

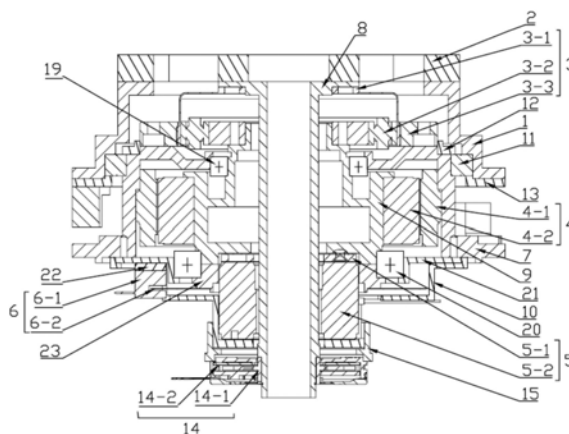
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

具有力感知功能的协作机器人关节

(57)摘要

本实用新型属于机器人技术领域,特别涉及一种具有力感知功能的协作机器人关节。包括输出法兰、力矩传感器、谐波减速器、无框直驱力矩电机、输入法兰及穿线管,其中谐波减速器和无框直驱力矩电机容置于由输出法兰和输入法兰形成的腔体内,输出法兰和输入法兰可相对转动,谐波减速器和无框直驱力矩电机均套设于穿线管上,无框直驱力矩电机的输出端通过谐波减速器与穿线管连接,穿线管通过力矩传感器与输出法兰连接。本实用新型具有力感知功能,由其组成的协作机器人能够在半结构环境下与人协同作业,该协作机器人关节具有高精度力感知功能、结构紧凑、刚度高、可扩展性好的优点。



1. 一种具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,包括输出法兰(1)、力矩传感器(2)、谐波减速器(3)、无框直驱力矩电机(4)、输入法兰(7)及穿线管(8),其中谐波减速器(3)和无框直驱力矩电机(4)容置于由输出法兰(1)和输入法兰(7)形成的腔体内,所述输出法兰(1)和所述输入法兰(7)可相对转动,所述谐波减速器(3)和无框直驱力矩电机(4)均套设于穿线管(8)上,所述无框直驱力矩电机(4)的输出端通过谐波减速器(3)与所述穿线管(8)连接,所述穿线管(8)通过力矩传感器(2)与所述输出法兰(1)连接。

2. 根据权利要求1所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述无框直驱力矩电机(4)包括无框直驱力矩电机定子(4-1)、无框直驱力矩电机转子(4-2)及转子安装轴(9),其中无框直驱力矩电机定子(4-1)与所述输入法兰(7)固定连接,所述无框直驱力矩电机转子(4-2)套装在所述转子安装轴(9)上,所述转子安装轴(9)的输出端与所述谐波减速器(3)连接。

3. 根据权利要求2所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述谐波减速器(3)包括谐波减速器柔轮(3-1)、谐波减速器波发生器(3-2)及谐波减速器钢轮(3-3),其中谐波减速器波发生器(3-2)与所述转子安装轴(9)连接,所述谐波减速器钢轮(3-3)与输入法兰(7)连接,所述谐波减速器柔轮(3-1)与所述穿线管(8)连接。

4. 根据权利要求2所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述转子安装轴(9)的输入端设有制动器(5),所述制动器(5)包括制动器安装座(10)、制动器摩擦片(5-1)及制动器衔铁(5-2),其中制动器安装座(10)与所述输入法兰(7)连接,所述制动器衔铁(5-2)安装在制动器安装座(10)上,所述制动器摩擦片(5-1)与所述转子安装轴(9)连接。

5. 根据权利要求4所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述转子安装轴(9)的输入端还设有绝对值编码器(14)和增量式编码器(6)。

6. 根据权利要求5所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述绝对值编码器(14)包括绝对值编码器安装座(15)、绝对值编码器转子(14-1)和绝对值编码器定子(14-2),其中绝对值编码器转子(14-1)安装于所述穿线管(8)上,所述绝对值编码器定子(14-2)通过绝对值编码器安装座(15)安装于所述制动器安装座(10)上。

7. 根据权利要求5所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述增量式编码器(6)包括增量式编码器读头(6-1)、增量式编码器码盘(6-2)、读头安装座(22)及码盘安装座(23),其中增量式编码器码盘(6-2)通过码盘安装座(23)安装于所述转子安装轴(9)上,所述转子安装轴(9)的两端通过深沟球轴承安装于所述输入法兰(7)上,且输入端设有轴承压盖(21),所述轴承压盖(21)上安装有读头安装座(22),增量式编码器读头(6-1)通过读头安装座(22)安装于轴承压盖(21)上。

8. 根据权利要求1所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述输出法兰(1)通过十字交叉滚珠轴承(11)支撑,所述十字交叉滚珠轴承(11)的内圈安装于所述输入法兰(7)上,且由安装于输入法兰(7)上的固定压环(12)进行固定,所述十字交叉滚珠轴承(11)的外圈由所述输出法兰(1)和轴环压环(13)固定。

9. 根据权利要求8所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,所述输入法兰(7)上安装有第一限位块(16)和第二限位块(17),所述固定压环(12)上设有位于所述第一限位块(16)和第二限位块(17)之间的第三限位块(18)。

10. 根据权利要求1所述的具有力感知功能的协作机器人关节,其特征在於,还包括设

置于所述输入法兰(7)上的驱动器(24),所述的驱动器(24)上安装有驱动器扩展板(25),所述驱动器扩展板(25)用于向所述力矩传感器(2)和无框直驱力矩电机(4)提供稳压直流电源。

## 具有力感知功能的协作机器人关节

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于机器人技术领域,特别涉及一种具有力感知功能的协作机器人关节。

### 背景技术

[0002] 传统的工业机器人适应结构化生产环境、大批量的制造模式,已经在汽车、电子电气、橡胶及塑料等行业得到了广泛的应用。近年来,随着市场需求向用户定制、多品种、中小批量生产的转变,对机器人的应用需求也发生了变化,要求机器人能够适用柔性的作业任务、半结构化的工作环境等。

[0003] 近年来,协作机器人日益受到人们的重视,已经有多家机器人制造商开发出这种可以与人协同工作,更加安全且灵活的新型机器人,这种机器人已应用于精密装配、包装、打磨、检测及机床上下料等生产制造领域。协作机器人具有轻质、大负载自重比、灵活易用、安全性高、能够与人协同作业等特点。此项技术不仅有益于提高大型企业的生产效率,也为中小型企业提高自动化作业水平提供了技术支撑。

[0004] 目前,协作机器人关节实现力感知功能的方法主要分为两种,基于电机电流强度检测的力感知以及基于传感器的力感知。前者存在检测精度差、不精确的缺点,后者由于引入了力矩传感器、编码器等元器件对机器人刚度性能的提高造成了困难。

[0005] 所以如何在引入传感器的同时保证机器人关节甚至是机器人的刚度,提高结构紧凑性,是本技术领域人员亟待解决的问题。

### 实用新型内容

[0006] 针对上述问题,本实用新型的目的在于提供一种具有力感知功能的协作机器人关节,该装置具有力感知功能,由其组成的协作机器人能够在半结构环境下与人协同作业,该协作机器人关节具有高精度力感知功能、结构紧凑、刚度高、可扩展性的优点。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型采用以下技术方案:

[0008] 一种具有力感知功能的协作机器人关节,包括输出法兰、力矩传感器、谐波减速器、无框直驱力矩电机、输入法兰及穿线管,其中谐波减速器和无框直驱力矩电机容置于由输出法兰和输入法兰形成的腔体内,所述输出法兰和所述输入法兰可相对转动,所述谐波减速器和无框直驱力矩电机均套设于穿线管上,所述无框直驱力矩电机的输出端通过谐波减速器与所述穿线管连接,所述穿线管通过力矩传感器与所述输出法兰连接。

[0009] 所述无框直驱力矩电机包括无框直驱力矩电机定子、无框直驱力矩电机转子及转子安装轴,其中无框直驱力矩电机定子与所述输入法兰固定连接,所述无框直驱力矩电机转子套装在所述转子安装轴上,所述转子安装轴的输出端与所述谐波减速器连接。

[0010] 所述谐波减速器包括谐波减速器柔轮、谐波减速器波发生器及谐波减速器钢轮,其中谐波减速器波发生器与所述转子安装轴连接,所述谐波减速器钢轮与输入法兰连接,所述谐波减速器柔轮与所述穿线管连接。

[0011] 所述转子安装轴的输入端设有制动器,所述制动器包括制动器安装座、制动器摩擦片及制动器衔铁,其中制动器安装座与所述输入法兰连接,所述制动器衔铁安装在制动器安装座上,所述制动器摩擦片与所述转子安装轴连接。

[0012] 所述转子安装轴的输入端还设有绝对值编码器和增量式编码器。

[0013] 所述绝对值编码器包括绝对值编码器安装座、绝对值编码器转子和绝对值编码器定子,其中绝对值编码器转子安装于所述穿线管上,所述绝对值编码器定子通过绝对值编码器安装座安装于所述制动器安装座上。

[0014] 所述增量式编码器包括增量式编码器读头、增量式编码器码盘、读头安装座及码盘安装座,其中增量式编码器码盘通过码盘安装座安装于所述转子安装轴上,所述转子安装轴的两端通过深沟球轴承安装于所述输入法兰上,且输入端设有轴承压盖,所述轴承压盖上安装有读头安装座,增量式编码器读头通过读头安装座安装于轴承压盖上。

[0015] 所述输出法兰通过十字交叉滚珠轴承支撑,所述十字交叉滚珠轴承的内圈安装于所述输入法兰上,且由安装于输入法兰上的固定压环进行固定,所述十字交叉滚珠轴承的外圈由所述输出法兰和轴环压环固定。

[0016] 所述输入法兰上安装有第一限位块和第二限位块,所述固定压环上设有位于所述第一限位块和第二限位块之间的第三限位块。

[0017] 所述的具有力感知功能的协作机器人关节,还包括设置于所述输入法兰上的驱动器,所述的驱动器上安装有驱动器扩展板,所述驱动器扩展板用于向所述力矩传感器和无框直驱力矩电机提供稳压直流电源。

[0018] 本实用新型的优点与积极效果为:

[0019] 1.本实用新型在关节中嵌入了力矩传感器,能够精确感知关节所受扭矩,精度高;

[0020] 2.本实用新型采用十字交叉滚珠轴承支撑、绝对值编码器后置的结构,缩短了力传递的路线,提高了关节刚度;

[0021] 3.本实用新型采用模块化、一体化的设计思想,模块的结构简单,对各种复杂环境 and 应用要求都有较强的适应性和扩展性;

[0022] 4.本实用新型设有机械限位,同时采用制动器实现掉电时刻的制动保护,增加了模块使用过程中的安全性;

[0023] 5.本实用新型采用中空走线,方便内部布线,增加了关节的运动范围,结构简单;

[0024] 6.本实用新型整体结构设计紧凑,全铝合金的外壳,质量和体积都比较小。

## 附图说明

[0025] 图1为本实用新型的总体结构示意图;

[0026] 图2为本实用新型的总体外观示意图;

[0027] 图3为本实用新型无框直驱力矩电机的结构示意图;

[0028] 图4为本实用新型增量式编码器的结构示意图;

[0029] 图5为本实用新型绝对值编码器的结构示意图。

[0030] 图中:1为输出法兰,2为力矩传感器,3为谐波减速器,3-1为谐波减速器柔轮,3-2为谐波减速器波发生器,3-3为谐波减速器钢轮,4为无框直驱力矩电机,4-1为无框直驱力矩电机定子,4-2为无框直驱力矩电机转子,5为制动器,5-1为制动器摩擦片,5-2为制动器

衔铁,6为增量式编码器,6-1为增量式编码器读头,6-2为增量式编码器码盘,7为输入法兰,8为穿线管,9为转子安装轴,10为制动器安装座,11为十字交叉滚珠轴承,12为固定压环,13为轴环压环,14为绝对值编码器,14-1为绝对值编码器转子,14-2为绝对值编码器定子,15为绝对值编码器安装座,16为第一限位块,17为第二限位块,18为第三限位块,19为第一深沟球轴承,20为第二深沟球轴承,21为轴承压盖,22为读头安装座,23为码盘安装座,24为驱动器,25为驱动器扩展板。

### 具体实施方式

[0031] 为了使本实用新型的目的、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实用新型进行详细描述。

[0032] 如图1-2所示,本实用新型提供了一种具有力感知功能的协作机器人关节,包括输出法兰1、力矩传感器2、谐波减速器3、无框直驱力矩电机4、输入法兰7及穿线管8,其中谐波减速器3和无框直驱力矩电机4容置于由输出法兰1和输入法兰7形成的腔体内,输出法兰1和输入法兰7可相对转动,谐波减速器3和无框直驱力矩电机4均套设于穿线管8上,无框直驱力矩电机4的输出端通过谐波减速器3与穿线管8连接,穿线管8通过力矩传感器2与输出法兰1连接。

[0033] 进一步地,输出法兰1为帽式输出法兰,输出法兰1通过十字交叉滚珠轴承11支撑进行旋转运动,保证谐波减速器3和扭力传感器2不受倾覆力。十字交叉滚珠轴承11的内圈安装于输入法兰7上,且由安装于输入法兰7上的固定压环12进行固定,十字交叉滚珠轴承11的外圈由输出法兰1和轴环压环13固定。十字交叉滚珠轴承11能够提供高刚度、低阻尼的旋转运动,进一步降低了关节质量和体积。

[0034] 进一步地,输入法兰7上安装有第一限位块16和第二限位块17,固定压环12上设有位于第一限位块16和第二限位块17之间的第三限位块18,第一限位块16和第二限位块17与第三限位块18组成机械限位。

[0035] 如图1、图3所示,无框直驱力矩电机4包括无框直驱力矩电机定子4-1、无框直驱力矩电机转子4-2及转子安装轴9,其中无框直驱力矩电机定子4-1通过粘合剂与输入法兰7固定连接,无框直驱力矩电机转子4-2套装在转子安装轴9上、且通过粘合剂与转子安装轴9固定连接,转子安装轴9的输出端与谐波减速器3连接。无刷直驱力矩电机4具有体积小、重量轻、功率密度的特点。

[0036] 输入法兰7和转子安装轴9上具有定位凸台用于定子和转子的定位,如图3。转子安装轴9的支撑通过第一、第二深沟球轴承19、20实现,两深沟球轴承分别位于转子安装轴9的输出端和输入端,轴承的定位依靠输入法兰7和转子安装轴9上的定位凸台以及轴承压盖21,码盘安装座23,深沟球轴承的预压依靠公差配合实现。这种结构形式进一步提高了协作机器人关节的结构紧凑性,提高了功率密度和负载自重比。

[0037] 如图1所示,谐波减速器3包括谐波减速器柔轮3-1、谐波减速器波发生器3-2及谐波减速器钢轮3-3,其中谐波减速器波发生器3-2通过螺钉与转子安装轴9连接,谐波减速器钢轮3-3通过螺钉与输入法兰7连接,谐波减速器柔轮3-1与穿线管8连接。谐波减速器3具有体积小,减速比大、功率密度大的优点。

[0038] 进一步地,转子安装轴9的输入端设有制动器5,制动器5包括制动器安装座10、制

制动器摩擦片5-1及制动器衔铁5-2,其中制动器安装座10通过螺钉与输入法兰7连接,制动器衔铁5-2通过螺钉安装在制动器安装座10上,制动器摩擦片5-1与转子安装轴9连接。

[0039] 制动器5是掉电制动类型。正常工作时,制动器衔铁5-2通电,制动器摩擦片5-1和制动器衔铁5-2分开。但在掉电时,制动器衔铁5-2与制动器摩擦片5-1吸合在一起,实现制动。

[0040] 制动器5是为了保证机器人使用过程中的安全,制动器5能够在机器人掉电、飞车、失控的情况下紧急制动,增加了机器人使用的安全性;更进一步地,关节设有机械限位,用于防止运动角度过大产生的自干涉等。

[0041] 进一步地,转子安装轴9的输入端还设有绝对值编码器14和增量式编码器6。

[0042] 如图1、图5所示,绝对值编码器14包括绝对值编码器安装座15、绝对值编码器转子14-1和绝对值编码器定子14-2,其中绝对值编码器转子14-1安装于穿线管8上,随着谐波减速器柔轮3-1的运动而运动。绝对值编码器定子14-2通过绝对值编码器安装座15安装于制动器安装座10上,绝对值编码器14能够获得实际的机器人运动角度,提高关节或者机器人的定位精度。

[0043] 如图1、图4所示,增量式编码器6包括增量式编码器读头6-1、增量式编码器码盘6-2、读头安装座22及码盘安装座23,其中增量式编码器码盘6-2通过码盘安装座23安装于转子安装轴9上,随电机转子4-2一起运动。转子安装轴9的两端通过深沟球轴承安装于输入法兰7上,且输入端设有轴承压盖21,轴承压盖21上安装有读头安装座22,增量式编码器读头6-1通过读头安装座22安装于轴承压盖21上,通过垫片调解读头与码盘的距离,获得电机运动数据。

[0044] 所述具有力感知功能的协作机器人关节,还包括设置于输入法兰7上的驱动器24,的驱动器24上安装有驱动器扩展板25,驱动器扩展板25用于向力矩传感器2和无框直驱力矩电机4提供稳压直流电源。

[0045] 驱动器24用于控制关节的运动、速度等参数,具有体积小、功率密度大的特点,驱动器24通过驱动器扩展板25与扭力传感器2、无框直驱力矩电机4、增量式编码器6以及绝对值编码器14相连接,为传感器和电机提供稳压电源,获取关节运动、受力状态,控制关节运动。

[0046] 输出法兰1通过螺钉与机械臂连杆相连接,传递扭矩等;扭力传感器2能够获得关节所受的扭矩情况,使关节或机器人具有感知能力。扭力传感器2通过螺钉和销钉与输出法兰1、谐波减速器柔轮3-1以及穿线管8相连接,其电源线和数据线通过穿线管8连接于驱动器扩展板25,如图5所示。

[0047] 为实现全动态反馈、自标定以及无需回零等功能,本实用新型实施例提供的协作机器人关节还包括绝对值编码器14,本实施案例采用编码器后置方案,使关节结构更加紧凑,力传递路线更短,提高了协作机器人关节的刚度。

[0048] 本实用新型的工作原理为:

[0049] 无框直驱力矩电机4、增量式编码器6、绝对值编码器14以及力矩传感器2的控制端分别于驱动器24通过驱动器扩展板25相连接,驱动器24是有力感知功能的协作机器人关节控制核心,负责程序存储、实时计算、伺服控制、信号处理和通讯等功能,驱动器24对无框直驱力矩电机4进行驱动控制,无框直驱力矩电机4工作,其无框直驱力矩电机转子4-2通过

转子安装轴9与谐波减速器波发生器3-2连接,谐波减速器3将电机的旋转运动减速传递至扭力传感器2和帽式输出法兰1,提供关节的运动;力矩传感器2能够获得关节所受的力矩,通过信号线将数据传输至驱动器24,驱动器24做出相应的反应,控制无框直驱力矩电机4运动,实现柔顺控制,能够保证关节或者机器人工作在非结构环境中,使关节具有力感知能力;驱动器扩展板25能够向电机和传感器提供48V、24V以及5V的稳压直流电源。

[0050] 本实用新型具有力感知功能,由其组成的协作机器人能够在半结构环境下与人协同作业,该协作机器人关节具有高精度力感知功能、结构紧凑、刚度高、可扩展性的优点。

[0051] 以上所述仅为本实用新型的实施方式,并非用于限定本实用新型的保护范围。凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进、扩展等,均包含在本实用新型的保护范围内。



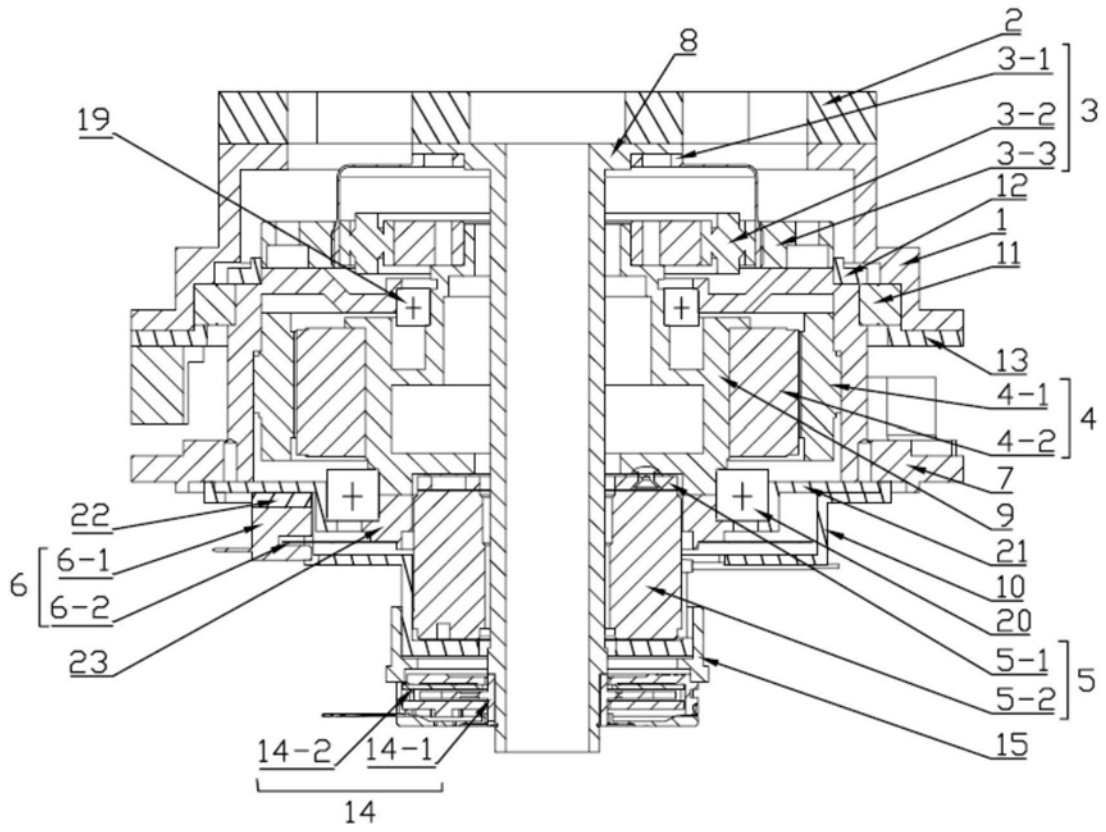


图1

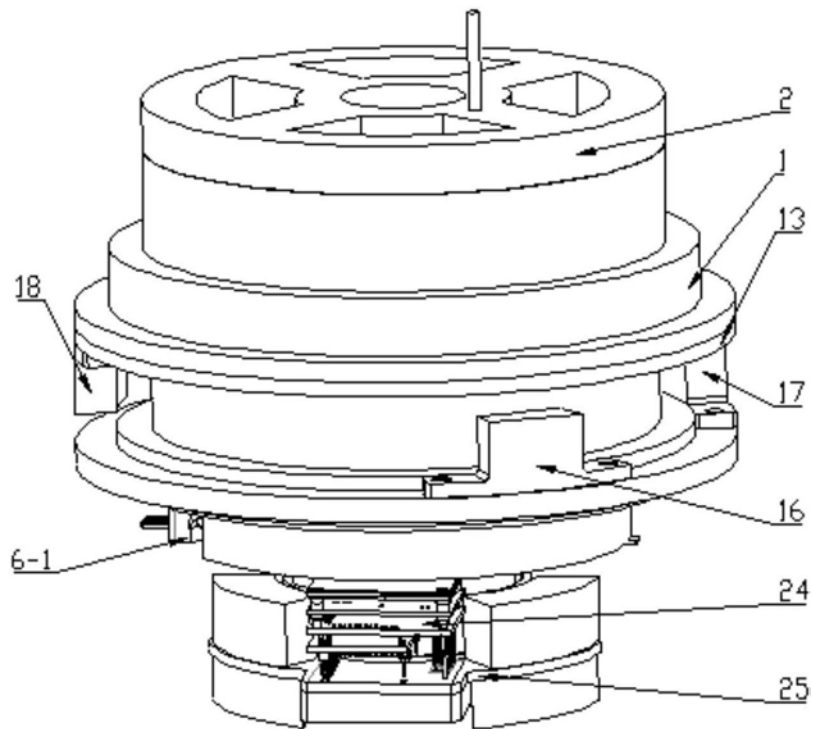


图2

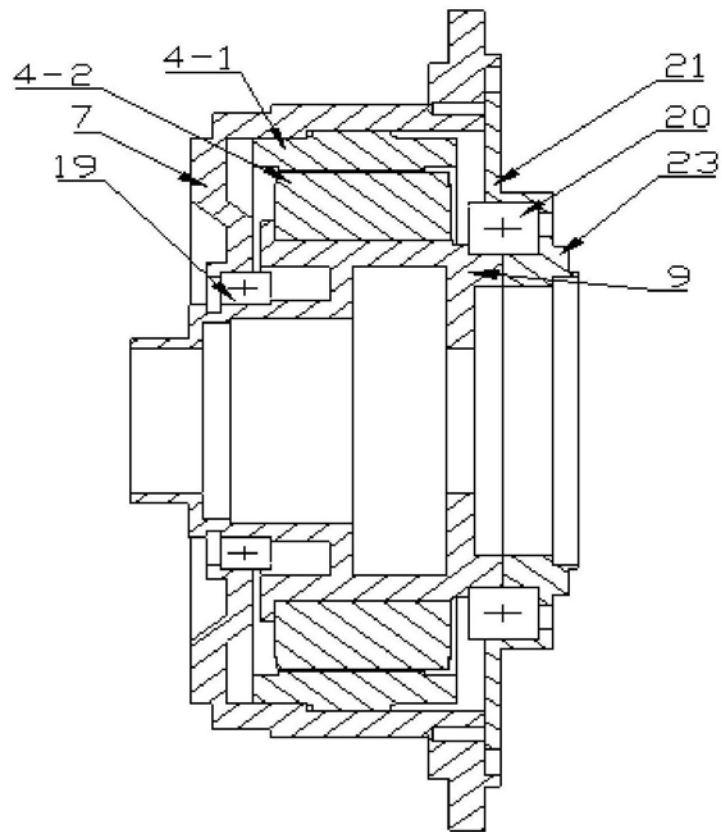


图3

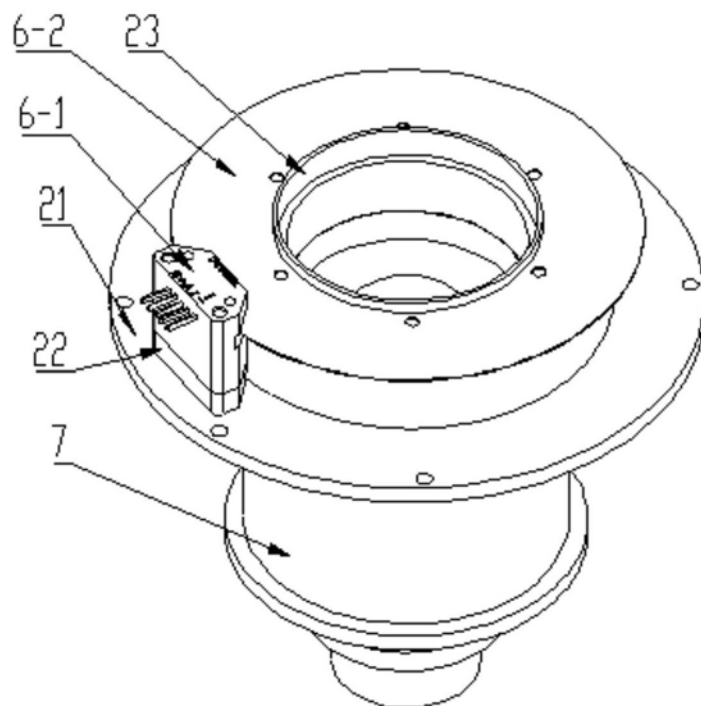


图4

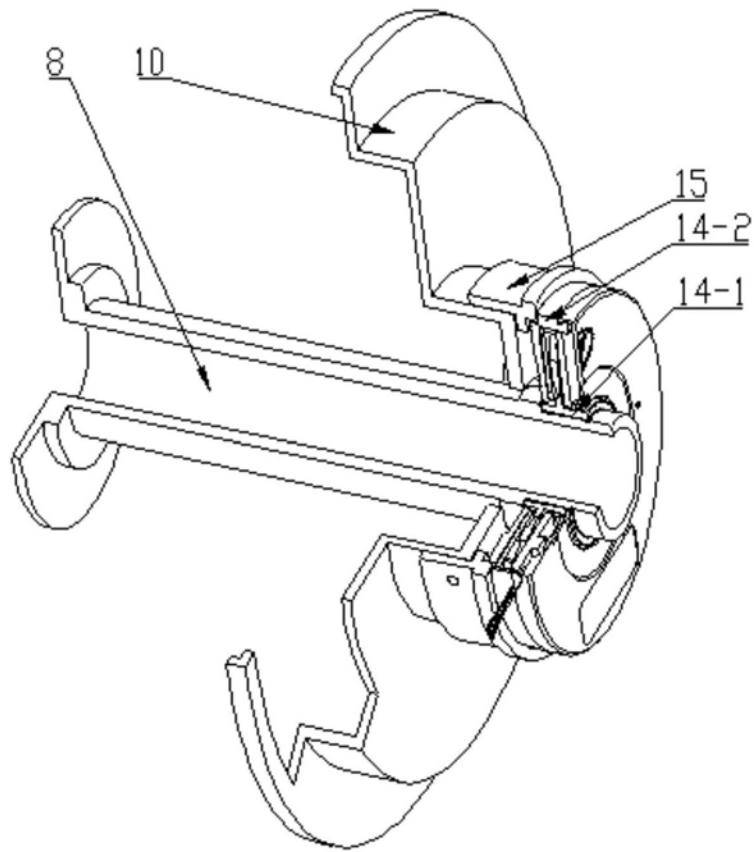


图5