



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109591045 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201811561682.8

(22)申请日 2018.12.20

(71)申请人 杭州宇树科技有限公司

地址 310053 浙江省杭州市滨江区浦沿街  
道现代印象广场2幢1单元1706室

(72)发明人 王兴兴 杨知雨

(74)专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通  
合伙) 33206

代理人 许守金

(51)Int.Cl.

B25J 17/02(2006.01)

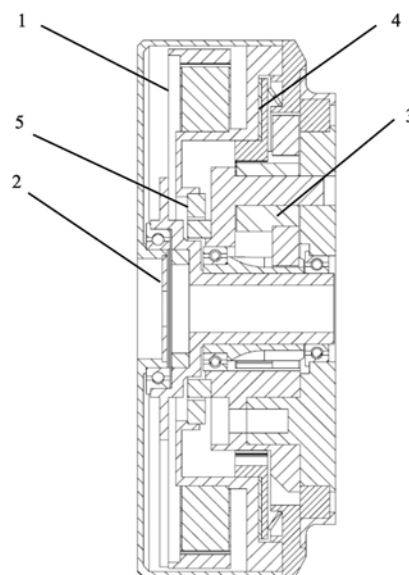
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

### (54)发明名称

一种高集成度高性能机器人关节单元

### (57)摘要

本发明公开了一种高集成度高性能机器人关节单元,属于机器人设备技术领域。现有机器人关节的减速器当处于超负荷工作状态时,将导致减速器齿轮等关节零部件损坏,并且减速器各齿的啮合齿面会出现较为严重的磨损不均匀现象。本发明当电机转子或减速器总成的输出端传递到齿圈的扭矩大于齿圈与电机基座之间的摩擦扭矩时,减速器总成的齿圈将在电机转子或减速器总成的输出端带动下,克服摩擦力生成器作用下产生的摩擦扭矩,使得齿圈与电机基座相对转动,实现减速器总成和电机基座的摩擦打滑,对减速器总成所承受的力矩进行限制,从而防止减速器本身因为承受来自电机端或关节单元输出端的较大力矩,而导致减速器的损坏。



1. 一种高集成度高性能机器人关节单元,包括带动关节运动的电机总成(1)以及减速器总成(3),其特征在于,电机总成(1)包括用于输出力矩的电机转子(12)以及电机基座(13);

所述减速器总成(3)设有一齿圈(33),所述齿圈(33)在摩擦力生成器(42)的作用下和电机基座(13)抵触连接;

当电机转子(12)或减速器总成(3)的输出端传递到齿圈(33)的扭矩小于齿圈(33)与电机基座(13)之间的摩擦扭矩时,减速器总成(3)的齿圈(33)在摩擦力生成器(42)作用下产生的摩擦扭矩的作用下固定在电机基座(13)上,电机转子(12)带动减速器总成(3)的输出端转动;

当电机转子(12)或减速器总成(3)的输出端传递到齿圈(33)的扭矩大于齿圈(33)与电机基座(13)之间的摩擦扭矩时,减速器总成(3)的齿圈(33)将在电机转子(12)或减速器总成(3)的输出端带动下,克服摩擦力生成器(42)作用下产生的摩擦扭矩,使得齿圈(33)与电机基座(13)相对转动。

2. 如权利要求1所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述电机转子(12)穿接在电机基座(13)的内腔中,所述电机基座(13)外侧罩设一前端盖(43),所述摩擦力生成器(42)装配在电机基座(13)与前端盖(43)形成的容纳腔中。

3. 如权利要求2所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述前端盖(43)与电机基座(13)固接,挤压装配在其内腔的摩擦力生成器(42),摩擦力生成器(42)推动齿圈(33)使得齿圈(33)与电机基座(13)挤压摩擦配合在一起;所述齿圈(33)具有环状摩擦面。

4. 如权利要求3所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述齿圈(33)设置一环状的摩擦盘(41),所述摩擦盘(41)与电机基座(13)或齿圈(33)摩擦连接;所述摩擦盘(41)采用耐磨材料制造而成。

5. 如权利要求4所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,行星齿轮架(34)与电机基座(13)之间装配具有中空结构的输出编码器(39);所述电机转子(12)与电机基座(13)之间装配有电机编码器(2);所述电机编码器(2)和输出编码器(39)包括但不限于磁编码器、电感编码器、电容编码器、旋转变压器、光电编码器;所述输出编码器(39)主要用于在所述齿圈(33)摩擦滑动时,依旧能够实现对所述减速器总成(3)的输出端的实时角度检测。

6. 如权利要求5所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述摩擦力生成器(42)是无源的弹性元件,包括但不限于碟簧、波形弹簧、螺旋弹簧。

7. 如权利要求1-6任一所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述摩擦力生成器(42)是有源控制单元,其可以产生挤压力,使得齿圈(33)、电机基座(13)能够紧密的挤压摩擦配合在一起;所述有源控制单元包括但不限于电磁铁、电致伸缩材料;

采用有源控制单元后,所述摩擦力生成器(42)能够根据实际需要,实时动态调整所述齿圈(33)与所述电机基座(13)之间的最大摩擦力矩。

8. 如权利要求6所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,

所述电机总成(1)还包括电机定子及绕组(11)、电机后端盖(14);

所述减速器总成(3)还包括太阳齿轮(31)、行星齿轮(32)、齿圈(33)、行星齿轮架(34)、

输出法兰(35)和输出轴承端盖(37)；

所述摩擦盘(41)、摩擦力生成器(42)和前端盖(43)构成为力矩限制总成(4)；

所述电机基座(13)、摩擦盘(41)、齿圈(33)、摩擦力生成器(42)和前端盖(43)共同构成摩擦力矩限制机构。

9.如权利要求8所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述电机转子(12)的轴具有中空结构;所述电机转子(12)的轴是与电机转子(12)一体设置或者是分体但固定连接的结构;所述电机编码器(2)具有中空结构;所述太阳齿轮(31)也具有中空结构,并且所述太阳齿轮(31)与电机转子(12)固定连接。

10.如权利要求9所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,

所述行星齿轮(32)齿轮采用双联齿轮,相比采用常规的行星齿轮(32)可以在仅仅稍微增加减速器重量和体积的前提下实现较高的减速比;

所述行星齿轮架(34)和输出法兰(35)固定连接,所述此两者零件都具有轴肩,相互固定连接的同时夹紧了所述输出法兰(35)上的输出轴承(36)。

11.如权利要求10所述的一种高集成度高性能机器人关节单元,其特征在于,所述输出轴承(36)采用交叉滚子轴承;电机后端盖轴承(15)、电机基座轴承(16)和中心轴承(38)此3处的轴承至少设置2处;所述电机总成(1)是外转子永磁电机。

## 一种高集成度高性能机器人关节单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高集成度高性能机器人关节单元,属于机器人设备技术领域。

### 背景技术

[0002] 高性能机器人关节动力单元是机器人的核心的部件,其性能直接影响到机器人的运动性能。对于理想中的机器人关节动力其需要具有输出扭矩/重量密度大、结构简洁紧凑、生产制造成本低等特点。

[0003] 对于应用于像高性能足式机器人、机械臂或外骨骼等这样场合的关节动力单元,由于地面的地形复杂多变或来自外界的冲击干扰力,当机器人关节电机的驱动力矩大于关节减速器能够承受的最大力矩或者来自外界的通过减速器输出轴传递到减速器的最大力矩大于关节减速器能够承受的最大力矩时,机器人关节的减速器将处于超负荷工作状态,将导致减速器齿轮等关节零部件损坏。

[0004] 并且,由于这些工况下机器人关节长时间工作于往复模式,并且需要承担来自地面或外部环境的冲击载荷。故其减速器各齿的啮合齿面会出现较为严重的磨损不均匀现象。

[0005] 进一步,为满足输出扭矩/重量密度大、结构简洁紧凑、生产制造成本低等需求,常见的机器人关节动力单元往往牺牲了以下特征:关节单元不设中心轴孔,进而无法实现中空走线,线缆直接外挂在机器人关节外面,影响机器人结构安全以及美观。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种能够摩擦打滑,实现力矩限制的,适用于多种复杂工况的,关节承受冲击载荷时不会导致关节零部件损坏的高集成度高性能机器人关节单元。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种关节单元开设轴孔,能够实现中空走线或穿接别的零部件的,结构美观、紧凑的高集成度高性能机器人关节单元。

[0008] 为实现上述目的,本发明的技术方案为:

一种高集成度高性能机器人关节单元,包括带动关节运动的电机总成以及减速器总成,电机总成包括用于输出力矩的电机转子以及电机基座;

所述减速器总成设有一齿圈,所述齿圈在摩擦力生成器的作用下和电机基座抵触连接;

当电机转子或减速器总成的输出端传递到齿圈的扭矩小于齿圈与电机基座之间的摩擦扭矩时,减速器总成的齿圈在摩擦力生成器作用下产生的摩擦扭矩的作用下固定在电机基座上,电机转子带动减速器总成的输出端转动;

本发明当电机转子或减速器总成的输出端传递到齿圈的扭矩大于齿圈与电机基座之间的摩擦扭矩时,减速器总成的齿圈将在电机转子或减速器总成的输出端带动下,克服摩擦力生成器作用下产生的摩擦扭矩,使得齿圈与电机基座相对转动,实现减速器总成和电

机基座的摩擦打滑,对减速器总成所承受的力矩进行限制,从而防止减速器本身因为承受来自电机端或关节单元输出端的较大力矩,而导致减速器的损坏,使得本发明能够适用于各种复杂工况,关节承受冲击载荷时不会导致关节零部件损坏。

[0009] 作为优选技术措施,所述电机转子穿接在电机基座的内腔中,所述电机基座外侧罩设一前端盖,所述摩擦力生成器装配在电机基座与前端盖形成的容纳腔中,结构紧凑可靠,便于生产制造。

[0010] 作为优选技术措施,所述前端盖与电机基座固接,挤压装配在其内腔的摩擦力生成器,摩擦力生成器推动齿圈使得齿圈与电机基座挤压摩擦配合在一起;所述齿圈具有环状摩擦面。所述环状摩擦面增大了齿圈与摩擦力生成器或电机基座之间的摩擦面积,减少了磨损以及增加了散热性能。

[0011] 作为优选技术措施,所述齿圈设置一环状的摩擦盘,所述摩擦盘与电机基座或齿圈摩擦连接;所述摩擦盘采用耐磨材料制造而成;采用独立的所述摩擦盘,有利于日后的维护替换。

[0012] 作为优选技术措施,行星齿轮架与电机基座之间装配具有中空结构的输出编码器;所述电机转子与电机基座之间装配有电机编码器;所述电机编码器和输出编码器包括但不限于磁编码器、电感编码器、电容编码器、旋转变压器、光电编码器;所述输出编码器主要用于在所述齿圈摩擦滑动时,依旧能够实现对所述减速器总成的输出端的实时角度检测。

[0013] 本发明在行星齿轮架和电机基座之间,增加了编码器,在确保本发明结构紧凑的情况下,使得本发明具有输出轴端的角度检测能力;相比于只在电机端具有编码器的关节单元,大大提升了被控性能。

[0014] 作为优选技术措施,所述摩擦力生成器是无源的弹性元件,包括但不限于碟簧、波形弹簧、螺旋弹簧,结构简单可靠,制造成本低。

[0015] 作为优选技术措施,所述摩擦力生成器是有源控制单元,其可以产生挤压力,使得齿圈、电机基座能够紧密的挤压摩擦配合在一起;所述有源控制单元包括但不限于电磁铁、电致伸缩材料。采用有源控制单元后,所述摩擦力生成器能够根据实际需要,实时动态调整所述齿圈与所述电机基座之间的最大摩擦力矩,方便关节单元适应于各种工况。

[0016] 作为优选技术措施,

所述电机总成还包括电机定子及绕组、电机后端盖;

所述减速器总成还包括太阳齿轮、行星齿轮、齿圈、行星齿轮架、输出法兰和输出轴承端盖;

所述摩擦盘、摩擦力生成器和前端盖构力矩限制总成;

所述电机基座、摩擦盘、齿圈、摩擦力生成器和前端盖共同构成摩擦力矩限制机构。

[0017] 本发明具有力矩限制能力,实现了电机到输出法兰的力矩限制和输出法兰到电机端的力矩限制。大大提升了机器人关节单元的可靠性。并且偶尔的力矩限制引发的减速器齿圈相对于电机基座的打滑,有利于平衡整个减速器的磨损,大大增加了关节单元的寿命。

[0018] 作为优选技术措施,所述电机转子的轴具有中空结构;所述电机转子的轴是与电机转子一体设置或者是分体但固定连接的结构;所述电机编码器具有中空结构;所述太阳齿轮也具有中空结构,并且所述太阳齿轮与电机转子固定连接。本发明的关节单元开设轴

孔,使得本发明在结构紧凑,力矩/重量密度大的前提下,实现了中空结构,方便关节单元实际应用时中空走线或者穿接别的零部件,同时线缆装配在关节单元内部,使得关节单元更加结构安全、美观。

[0019] 作为优选技术措施,

所述行星齿轮采用双联齿轮,相比采用常规的行星齿轮可以在仅仅稍微增加减速器重量和体积的前提下实现较高的减速比;

所述行星齿轮架和输出法兰固定连接,所述此两者零件都具有轴肩,相互固定连接的同时夹紧了所述输出法兰上的输出轴承;使得不需要额外的零部件来轴向固定轴承,减少了零部件数量,降低了关节单元的重量和体积,降低了成本。

[0020] 作为优选技术措施,所述输出轴承采用交叉滚子轴承,提升了关节单元输出轴的轴向力承受能力;电机后端盖轴承、电机基座轴承和中心轴承此3处的轴承至少设置2处;所述电机总成是外转子永磁电机,使得关节结构更加紧凑,电机的制造工艺更加简便成本低。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

本发明当电机转子或减速器总成的输出端传递到齿圈的扭矩大于齿圈与电机基座之间的摩擦扭矩时,减速器总成的齿圈将在电机转子或减速器总成的输出端带动下,克服摩擦力生成器作用下产生的摩擦扭矩,使得齿圈与电机基座相对转动,实现减速器总成和电机基座的摩擦打滑,实现对减速器总成所承受的力矩进行限制,从而防止减速器本身因为承受来自电机端或关节单元输出端的较大力矩,而导致减速器的损坏,使得本发明能够适用于多种复杂工况,关节承受冲击载荷时不会导致关节零部件损坏。

[0022] 进一步:本发明的关节单元开设轴孔,使得本发明在结构紧凑,力矩/重量密度大的前提下,依旧实现了中空结构。方便关节单元实际应用时中空走线或者穿接别的零部件。同时线缆装配在关节单元内部,省去了外置线缆,提升了关节单元的集成度,避免了外部环境给线缆带来的可能的损坏,使得关节单元结构更加安全、美观。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的整体剖视图;

图2是本发明的爆炸图;

图3是本发明的整体外观图;

图4是本发明的摩擦力生成器采用有源控制单元时的整体剖视图。

[0024] 附图标记说明:

1、电机总成;2、电机编码器;3、减速器总成;4、力矩限制总成;11、电机定子及绕组;12、电机转子;13、电机基座;14、电机后端盖;15、电机后端盖轴承;16、电机基座轴承;31、太阳齿轮;32、行星齿轮;33、齿圈;34、行星齿轮架;35、输出法兰;36、输出轴承;37、输出轴承端盖;38、中心轴承;39、输出编码器;41、摩擦盘;42、摩擦力生成器;43、前端盖。

## 具体实施方式

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本发明有更好的了解,在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0027] 如图1-4所示,一种高集成度高性能机器人关节单元,包括带动关节运动的电机总成1以及减速器总成3,电机总成1包括用于输出力矩的电机转子12以及电机基座13。

[0028] 所述减速器总成3设有一齿圈33,所述齿圈33在摩擦力生成器42的作用下和电机基座13抵触连接。

[0029] 当电机转子12或减速器总成3的输出端传递到齿圈33的扭矩小于齿圈33与电机基座13之间的摩擦扭矩时,减速器总成3的齿圈33在摩擦力生成器42作用下产生的摩擦扭矩的作用下固定在电机基座13上,电机转子12带动减速器总成3的输出端转动。

[0030] 当电机转子12或减速器总成3的输出端传递到齿圈33的扭矩大于齿圈33与电机基座13之间的摩擦扭矩时,减速器总成3的齿圈33将在电机转子12或减速器总成3的输出端带动下,克服摩擦力生成器42作用下产生的摩擦扭矩,使得齿圈33与电机基座13相对转动。从而防止减速器本身因为承受来自电机端或关节单元输出端的较大力矩,而导致减速器的损坏。

[0031] 本发明增设摩擦盘41的实施例:

所述齿圈33设置一环状的摩擦盘41,所述摩擦盘41与电机基座13或齿圈33摩擦连接;所述摩擦盘41采用耐磨材料制造而成;采用独立的所述摩擦盘41,有利于日后的维护替换。

[0032] 本发明一种具体结构实施例:

所述电机总成1还包括电机定子及绕组11、电机后端盖14;所述减速器总成3还包括太阳齿轮31、行星齿轮32、齿圈33、行星齿轮架34、输出法兰35和输出轴承端盖37;所述摩擦盘41、摩擦力生成器42和前端盖43构成力矩限制总成4;所述电机基座13、摩擦盘41、齿圈33、摩擦力生成器42和前端盖43共同构成摩擦力矩限制机构。

[0033] 本发明摩擦力生成器42装配实施例:

所述电机转子12穿接在电机基座13的内腔中,所述电机基座13外侧罩设一前端盖43,所述摩擦力生成器42装配在电机基座13与前端盖43形成的容纳腔中,结构紧凑可靠。

[0034] 所述前端盖43与电机基座13固接,挤压装配在其内腔的摩擦力生成器42,摩擦力生成器42推动齿圈33使得齿圈33与电机基座13挤压摩擦配合在一起;所述齿圈33具有环状摩擦面。所述环状摩擦面增大了齿圈33与摩擦力生成器42或电机基座13之间的摩擦面积,减少了磨损以及增加了散热性能。

[0035] 本发明增设编码器实施例:

行星齿轮架34与电机基座13之间装配具有中空结构的输出编码器39;所述电机转子12与电机基座13之间装配有电机编码器2;所述电机编码器2和输出编码器39包括但不限于磁编码器、电感编码器、电容编码器、旋转变压器、光电编码器;所述输出编码器39主要用于在所述齿圈33摩擦滑动时,依旧能够实现对所述减速器总成3的输出端的实时角度检测。

[0036] 本发明摩擦力生成器42一种实施例:

所述摩擦力生成器42是无源的弹性元件,包括但不限于碟簧、波形弹簧、螺旋弹簧,结构简单可靠。

[0037] 本发明摩擦力生成器42另一种实施例：

所述摩擦力生成器42是有源控制单元，其可以产生挤压力，使得齿圈33、电机基座13能够紧密的挤压摩擦配合在一起；所述有源控制单元包括但不限于电磁铁、电致伸缩材料。采用有源控制单元后，所述摩擦力生成器42能够根据实际需要，实时动态调整所述齿圈33与所述电机基座13之间的最大摩擦力矩，方便关节单元适应于各种工况。

[0038] 本发明实现中空走线的一种实施例：

所述电机转子12的轴具有中空结构；所述电机转子12的轴是与电机转子12一体设置或者是分体但固定连接的结构；所述电机编码器2具有中空结构；所述太阳齿轮31也具有中空结构，并且所述太阳齿轮31与电机转子12固定连接。本关节单元，在结构紧凑，力矩/重量密度大的前提下，实现了中空结构，方便关节单元实际应用时中空走线或者穿接别的零部件。

[0039] 本发明行星齿轮32一种实施例：

所述行星齿轮32齿轮采用双联齿轮，相比采用常规的行星齿轮32可以在仅仅稍微增加减速器重量和体积的前提下实现较高的减速比；

所述行星齿轮架34和输出法兰35固定连接，所述此两者零件都具有轴肩，相互固定连接的同时夹紧了所述输出法兰35上的输出轴承36；使得不需要额外的零部件来轴向固定轴承，减少了零部件数量，降低了关节单元的重量和体积，降低了成本。

[0040] 本发明轴承设置实施例：

所述输出轴承36采用交叉滚子轴承，提升了关节单元输出轴的轴向力承受能力；电机后端盖轴承15、电机基座轴承16和中心轴承38此3处的轴承至少设置2处；所述电机总成1是外转子永磁电机，使得关节结构更加紧凑，电机的制造工艺更加简便成本低。

[0041] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，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，均应包含在本发明的保护范围之内。



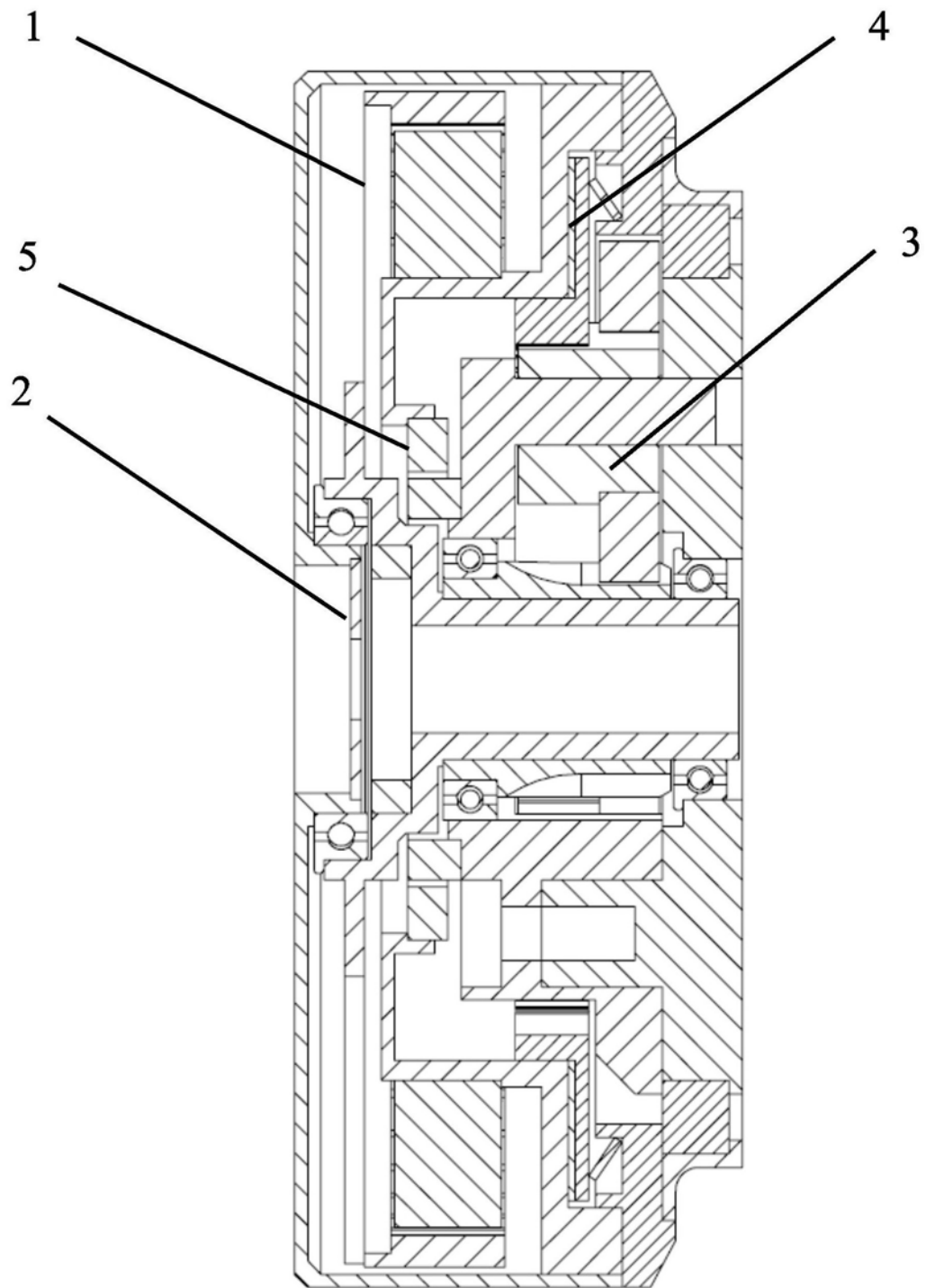


图1

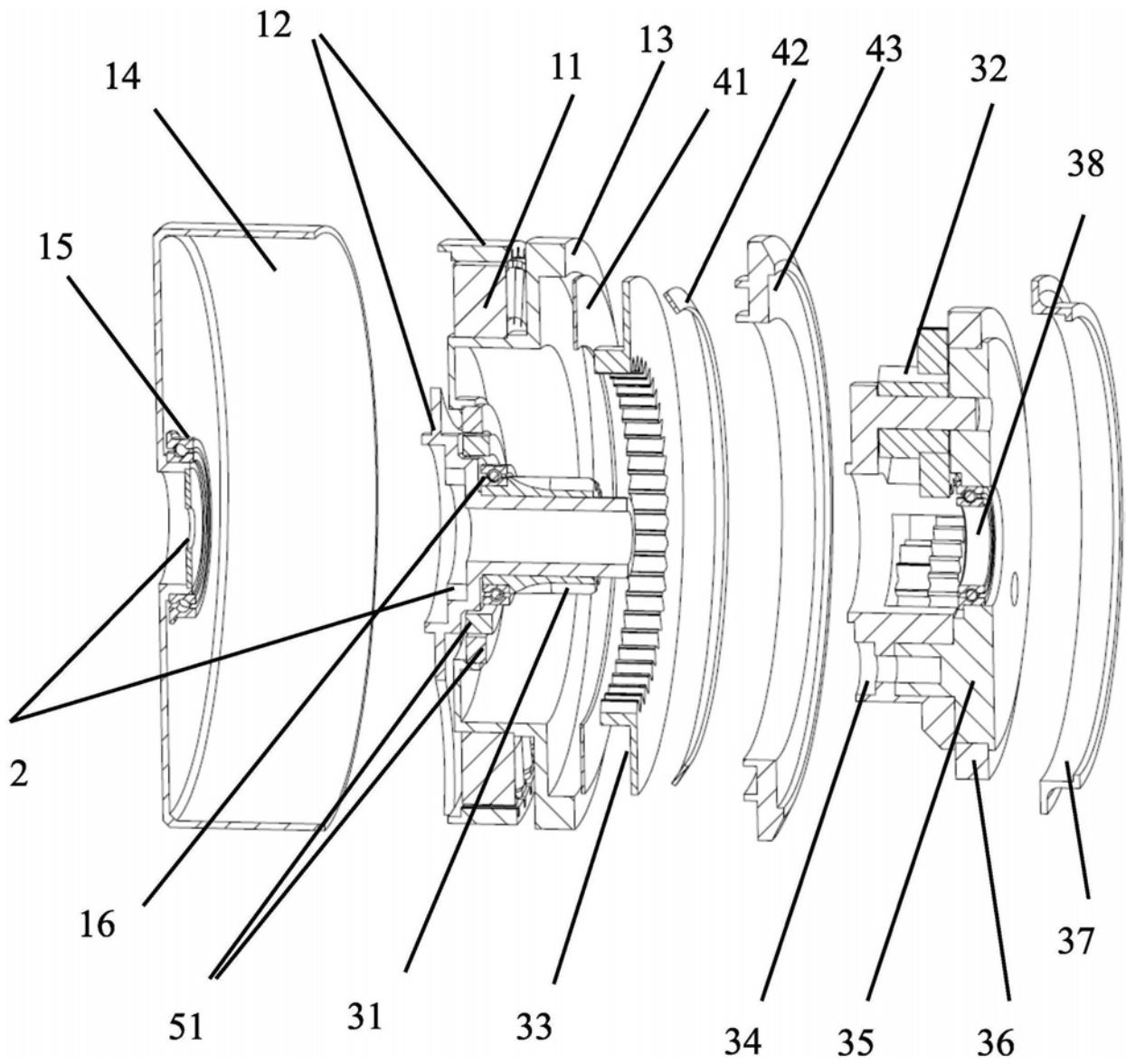


图2

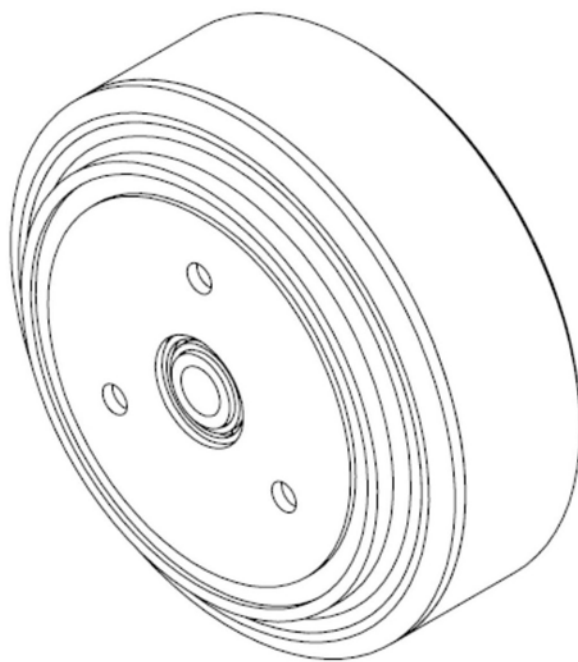


图3

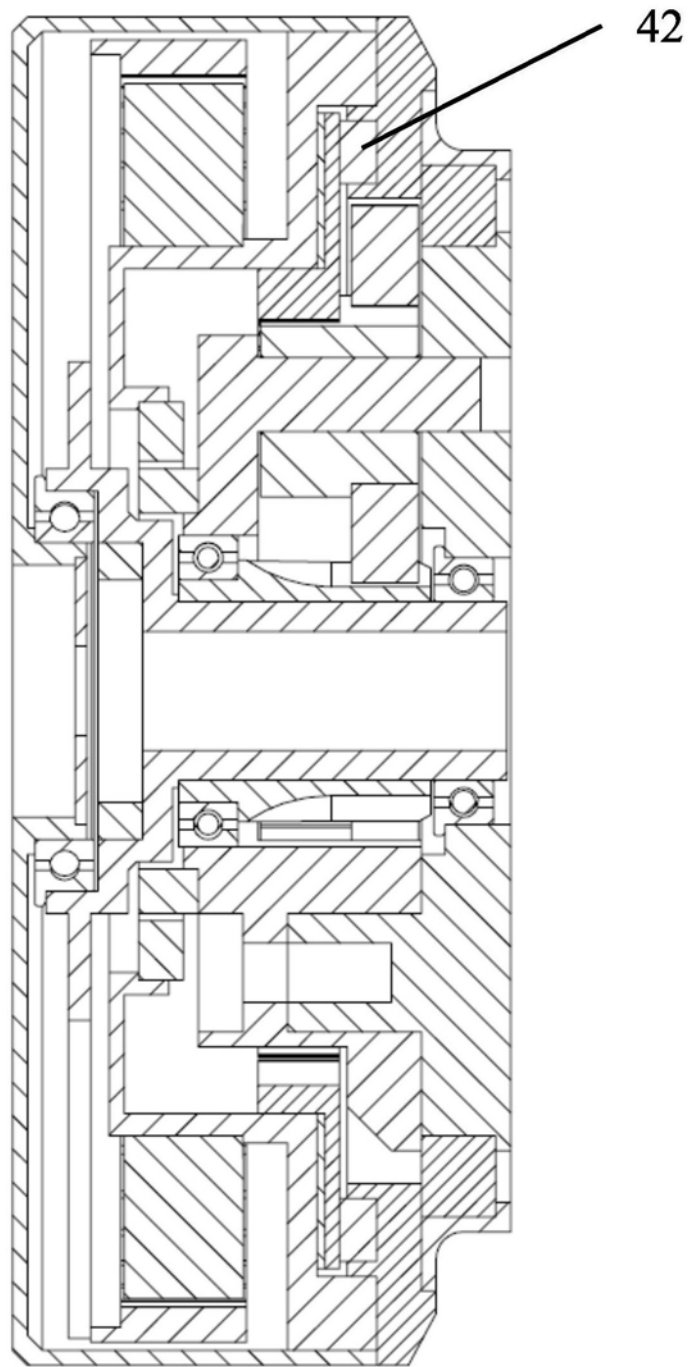


图4