



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115199726 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 18

(21) 申请号 202210969615.X

(22) 申请日 2022.08.12

(71) 申请人 马桂骅

地址 471000 河南省洛阳市涧西区四十二
号街坊11栋2门

(72) 发明人 马桂骅

(74) 专利代理机构 洛阳公信知识产权事务所
(普通合伙) 41120

专利代理师 逯雪峰

(51) Int. Cl.

F16H 49/00 (2006.01)

F16H 1/32 (2006.01)

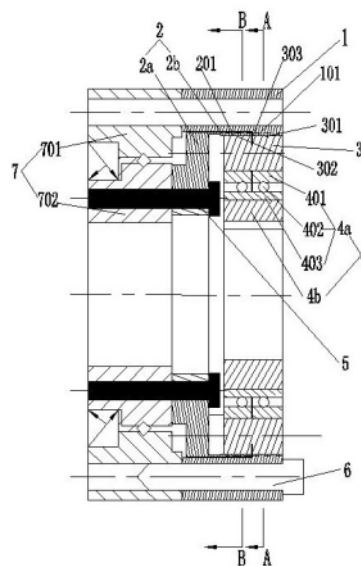
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种双内齿轮谐波减速器

(57) 摘要

一种双内齿轮谐波减速器,包括支撑轴承,与支撑轴承外圈连接的内齿轮I以及与支撑轴承内圈连接的内齿轮II,内齿轮I具有内齿I;内齿轮II的环形突出延伸部设有内齿II;在两个内齿轮的内部设有双联外齿组件,双联外齿组件包含多个双联外齿单元,双联外齿单元的扇形外圆弧端设有外齿I和外齿II;内齿I的齿数比外齿I的齿数多2个或者和外齿I的齿数相等,内齿II的齿数比外齿II的齿数多2个或者和外齿II的齿数相等,内齿I的齿数和外齿I的齿数相等与内齿II的齿数和外齿II的齿数相等两者不能同时发生;双联外齿单元的扇形内圆弧端形成与激波器配装的双联外齿组件内孔。传动精度高,传动可靠,且能够获得更大的传动比。



1. 一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:包括支撑轴承(7),与支撑轴承外圈(701)固定连接的内齿轮I(1)以及与支撑轴承内圈(702)固定连接的内齿轮II(2),内齿轮I(1)具有内齿I(101);所述内齿轮II(2)包括一端与支撑轴承内圈(702)直接连接的环形连接部(2a)和设置在环形连接部另一端外缘的环形突出延伸部(2b),环形突出延伸部设有内齿II(201);在两个内齿轮的内部设置有双联外齿组件,双联外齿组件包含多个双联外齿单元(3),所述双联外齿单元为扇形,双联外齿单元的扇形外圆弧端设有与内齿I(101)相啮合的外齿I(301)以及与内齿II(201)相啮合的外齿II(302);内齿I的齿数比外齿I的齿数多2个或者和外齿I的齿数相等,内齿II的齿数比外齿II的齿数多2个或者和外齿II的齿数相等,但是内齿I的齿数和外齿I的齿数相等与内齿II的齿数和外齿II的齿数相等两者不能同时发生;双联外齿单元的扇形内圆弧端形成双联外齿组件内孔,与双联外齿组件的内孔配合安装有激波器(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:在双联外齿单元的外圆弧端设置有用将外齿I(301)与外齿II(303)分离开来的弧形槽(303),多个双联外齿单元上的弧形槽形成一个环形的分离槽。

3. 根据权利要求1所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:所述的双联外齿单元扇形的直边侧设置有连接孔(9),相邻双联外齿单元的相邻侧连接孔中设置有用将相邻双联外齿单元连接在一起的弹性连接件(10)。

4. 根据权利要求1所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:所述内齿I的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种;内齿II的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种。

5. 根据权利要求4所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:外齿I为与内齿I为共轭曲线形齿廓结构;外齿II与内齿II为共轭曲线形齿廓结构。

6. 根据权利要求1所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:所述激波器(4)包括一个凸轮(4b)和套装在凸轮外周的柔性轴承(4a),激波器的相数不少于两相。

7. 根据权利要求6所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:所述的柔性轴承(4a)包括一个柔性轴承内圈(403)和并列套设在柔性轴承内圈外部的两个柔性轴承外圈(401),在每个柔性轴承外圈(401)与柔性轴承内圈之间(403)均设有至少一圈滚动体(402)。

8. 根据权利要求6所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:当激波器为双相激波器时,激波器整体呈近似椭圆形;激波器为多于两相的多相激波器时,多相激波器的外周截面轮廓线为多边形,且多边形的相邻边之间为圆弧过渡。

9. 根据权利要求1-7任一项所述的一种双内齿轮谐波减速器,其特征在于:所述的激波器与两个内齿轮同轴设置。

一种双内齿轮谐波减速器

技术领域

[0001] 本发明属于谐波减速器技术领域,特别涉及一种双内齿轮谐波减速器。

背景技术

[0002] 谐波减速器凭借其结构简单、尺寸小(谐波减速器主要由一个波发生器、一个柔轮和一个刚轮构成)、噪音小、传动比大、传动精度高和效率高等优点,而被作为机器人关节的重要部件广泛使用,对于工业机器人而言,谐波减速器能够大大减小工业机器人的尺寸、降低噪音、提高效率和精度;同时,由于谐波减速器的上述优点,其也被广泛应用于机械加工中心的旋转工作台、机械手旋转部、精密旋转工作台、医疗仪器、计量器具、IC制造装置、航空航天装置、国防设备等各个重要领域中。

[0003] 然而,由于现有技术中的谐波减速器都是通过薄壁柔轮变形的方式实现与刚性内齿轮多齿啮合进行传动,由于柔轮自身的结构要求原因,柔轮各点厚度不同以及各点硬度的不同,导致柔轮在工作过程中各部分的变形也不一样,故导致无法精准设计柔轮的齿形,给齿形设计带来极大难度;在生产设计中只能采用试制样机方法,进行反复修整,不仅使开发生产时间和成本大幅增加,而且极大地影响了谐波减速器的传动精度。

[0004] 另外,柔轮加工工艺性差(不易加工,造成加工精度不易保证),薄壁柔轮强度差,导致柔轮在工作过程中不仅齿面容易产生磨损,而且在周期交变应力左右下容易发生疲劳断裂,最终降低了谐波减速器的使用可靠性,并进一步影响到谐波减速器的传动精度。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种双内齿轮谐波减速器。

[0006] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:一种双内齿轮谐波减速器,包括支撑轴承,与支撑轴承外圈固定连接的内齿轮I以及与支撑轴承内圈固定连接的内齿轮II,内齿轮I具有内齿I;所述内齿轮II包括一端与支撑轴承内圈直接连接的环形连接部和设置在环形连接部另一端外缘的环形突出延伸部,环形突出延伸部设有内齿II;在两个内齿轮的内部设置有双联外齿组件,双联外齿组件包含多个双联外齿单元,所述双联外齿单元为扇形,双联外齿单元的扇形外圆弧端设有与内齿I相啮合的外齿I以及与内齿II相啮合的外齿II;内齿I的齿数比外齿I的齿数多2个或者和外齿I的齿数相等,内齿II的齿数比外齿II的齿数多2个或者和外齿II的齿数相等,但是内齿I的齿数和外齿I的齿数相等与内齿II的齿数和外齿II的齿数相等两者不能同时发生;双联外齿单元的扇形内圆弧端形成双联外齿组件内孔,与双联外齿组件的内孔配合安装有激波器。

[0007] 进一步地,在双联外齿单元的外圆弧端设置有用将外齿I与外齿II分离开来的弧形槽,多个双联外齿单元上的弧形槽形成一个环形的分离槽。

[0008] 进一步地,所述的双联外齿单元扇形的直边侧设置有连接孔,相邻双联外齿单元的相邻侧连接孔中设置有用将相邻双联外齿单元连接在一起的弹性连接件。

[0009] 进一步地,所述内齿I的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种;

内齿II的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种。

[0010] 进一步地,外齿I为与内齿I为共轭曲线形齿廓结构;外齿II与内齿II为共轭曲线形齿廓结构。

[0011] 进一步地,所述激波器包括一个凸轮和套装在凸轮外周的柔性轴承,激波器的相数不少于两相。

[0012] 进一步地,当激波器为双相激波器时,激波器整体呈近似椭圆形;当激波器为多于两相的多相激波器时,多相激波器的外周截面轮廓线为多边形,且多边形的相邻边之间为圆弧过渡。

[0013] 进一步地,所述的激波器与两个内齿轮同轴设置。

[0014] 有益效果:

1、根据本发明,采用双联外齿组件与两个内齿轮通过多齿啮合接触的传动形式实现大速比传动(速比可远大于内齿数相同的现有技术中的谐波减速器)从而在满足相同速比的前提下,本发明的谐波减速器可以实现体积更小的技术目的,从而满足市场对小型化减速器的需要。

[0015] 2、本发明的减速器采用了刚性的双联外齿模块,易于加工,传动精度、效率与承载能力优异,齿面不易磨损,精度保持性好;与现有技术中的谐波减速器相比,可避免谐波减速器中由柔性齿圈变形造成的局限性,本发明结构简单、工艺性好,从而可实现谐波减速器高精度、高效率、高刚度、高承载、高可靠、长寿命等综合性能。

附图说明

[0016] 图1为本发明的轴向剖视结构示意图。

[0017] 图2为图1中的A-A视图。

[0018] 图3为图1中的B-B视图。

[0019] 图4为图2中序号3所示的双联外齿单元放大图。

[0020] 图5为激波器的一种实施方式示意图。

[0021] 图6为激波器为三相激波器时本发明的结构示意图。

[0022] 图中,1、内齿轮I,2、内齿轮II,2a、环形连接部,2b、环形突出延伸部,3、双联外齿单元,301、外齿I,302、外齿II,4、激波器,5、第一连接螺栓,6、第二连接螺栓,7、支撑轴承,701、支撑轴承外圈,702、支撑轴承内圈,8、双联外齿组件,9、连接孔,10、弹性连接件,11、激波器外圈轮廓。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0024] 如图1-图3所示,一种双内齿轮谐波减速器,包括支撑轴承7,与支撑轴承外圈701固定连接的内齿轮I1以及与支撑轴承内圈702固定连接的内齿轮II2,内齿轮I1具有内齿I101;所述内齿轮II2包括一端与支撑轴承内圈702直接连接的环形连接部2a和设置在环形连接部另一端外缘的环形突出延伸部2b,环形突出延伸部2b设有内齿II201;在两个内齿轮的内部设置有双联外齿组件8,双联外齿组件包含多个双联外齿单元3,所述双联外齿单元3为扇形,双联外齿单元的扇形外圆弧端设有与内齿I101相啮合的外齿I301以及与内齿

II201相啮合的外齿II302。

[0025] 内齿I101的齿数 Z_1 比外齿I 301的齿数 Z_2 多2个或者和外齿I301的齿数相等,内齿II的齿数 Z_3 比外齿II的齿数 Z_4 多2个或者和外齿II的齿数相等,但是内齿I101的齿数和外齿I 301的齿数相等与内齿II201的齿数和外齿II的齿数相等两者不能同时发生;双联外齿单元的扇形内圆弧端形成双联外齿组件内孔(制作时该圆弧端面加工为光滑弧面并能与激波器外周面贴合),与双联外齿组件的内孔配合安装有激波器4。

[0026] 上述所述内齿II201的齿数、外齿II 302的齿数、内齿I101的齿数以及外齿I 301的齿数均指的是满齿齿数(在齿轮啮合应用中,有时候会采用抽齿技术,比如在一对相啮合的两个齿轮中,将其中一个满齿齿轮的轮齿隔一销一,即总齿数减半,但是速比仍按照满齿计算)。

[0027] 本实施例中,双联外齿8包括了10个双联外齿单元3,多个双联外齿组件单元3沿着激波器4外周分布,形成双联外齿组件8。

[0028] 为了保证双联外齿组件8的工作稳定性,双联外齿单元3扇形的直边侧设置有连接孔9,相邻双联外齿单元的相邻侧连接孔中设置有用将相邻双联外齿单元连接在一起的弹性连接件10。

[0029] 为了保证相邻双联外齿单元3之间连接的可靠性,所述的连接孔9纵截面从开口到孔底呈现朝向双联外齿单元大端(即外圆弧端)倾斜或弯曲的状态,弹性连接件10安装在相邻两个双联外齿单元3的相邻连接孔9中之后呈现与双联外齿单元3扇形弧弯曲方向相反的弧形状态。

[0030] 为了便于加工,在双联外齿单元3的外圆弧端设置有用将外齿I301与外齿II303分离开来的弧形槽303,多个双联外齿单元上的弧形槽形成一个环形的分离槽。

[0031] 本发明在应用中,所述内齿I101的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种;内齿II的齿形为针齿、圆弧形柱面、S形齿或渐开线中的任意一种,两个内齿轮的内齿齿形可以相同也可以不相同。

[0032] 外齿I为与内齿I101为共轭曲线形齿廓结构;外齿II与内齿II为共轭曲线形齿廓结构。

[0033] 激波器4包括一个凸轮4b和套装在凸轮外周的柔性轴承4a,激波器可以为双相激波器,也可以采用三相(轮廓线如图6所示)、四相等多于两相的多相激波器。

[0034] 本实施例中,柔性轴承4a包括二个柔性轴承内圈403和并列套设在柔性轴承内圈外部的两个柔性轴承外圈401,在每个柔性轴承外圈401与柔性轴承内圈403之间均设有至少一圈滚动体402。

[0035] 实际应用中,柔性轴承外圈也可以是一个整体,柔性轴承外圈为整体的情况下,滚动体至少为一列。

[0036] 当激波器为双相激波器时,激波器整体呈近似椭圆形,即如图5所示中激波器外轮廓线可以由多段圆弧顺次连接形成具有长轴和短轴的类似椭圆形的结构。外轮廓线类椭圆的激波器为现有技术,本处不做详述。

[0037] 本实施例中,支撑轴承外圈701通过第二连接螺栓6与内齿轮I1固定连接;支撑轴承内圈702 通过第一连接螺栓5与内齿轮II2 固定连接。

[0038] 本发明中每个部件进行安装时,最好激波器与两个内齿轮同轴设置(理论上要求

如此,实际制造安装因为误差的不可避免,要求在规定的可满足使用的公差范围内)。

[0039] 本发明的工作原理如下:

由于多个双联外齿组件单元3沿着激波器4外周分布,形成双联外齿组件8,双联外齿组件8的运动范围受激波器4的外周轮廓和内齿轮II1、内齿轮II2 的限制,所述双联外齿组件8可以随着激波器4的运动实现径向的变形和周向的转动。

[0040] 具体为:所述激波器4中的凸轮4b相对于两个内齿轮转动迫使双联外齿组件8产生径向变形(由相邻双联外齿单元的位置变化产生),进而实现外齿I301和外齿II302分别与内齿II101和内齿II201对应啮入、完全啮合、啮出三种运动状态之间往复循环。

[0041] 下面以激波器4中的凸轮4b作为输入件进行详细阐述。

[0042] 1、以内齿轮II2作为输出件时(此时内齿轮II1固定):

凸轮4b旋转时,其带动柔性轴承内圈403相对于柔性轴承外圈401转动,迫使激波器4的外圈轮廓(简称激波器外圈轮廓II,也即柔性轴承外圈轮廓)发生形变,激波器外圈轮廓的变化迫使双联外齿组件8产生径向变形和周向的转动(激波器4中的凸轮4b旋转时,凸轮4b外周轮廓为激波器4的外周轮廓的等距形状),进而实现内齿轮II2 的内齿II201与双联外齿组件8的外齿II302之间产生啮合运动,双联外齿组件8相对内齿轮II1转动并带动内齿轮II2转动;内齿轮II2带动支撑轴承内圈702转动输出动力。

[0043] 2、以内齿轮II1作为输出件时(此时内齿轮II2固定):

具体原理与上述运行方式类似,此处不再赘述。

[0044] 当以凸轮4b作为本发明得输出件时,本发明可做增速机使用,因增速不常用,本文不做详述。

[0045] 本实施例中,内齿I的齿数Z1与内齿II的齿数Z3相等均为62个,

外齿I的齿数Z2 与外齿II的齿数Z4相等,均为60个(每个双联外齿单元3中的外齿I与外齿II均为6个),激波器4为双相,所以:

本实施例中,凸轮4b作为输入件:

内齿轮II1固定,内齿轮II2传动输出动力时,激波器4中的凸轮4b每转动一圈,双联外齿组件8便向与双相激波器中的凸轮4b旋转方向相反的方向转动2个外齿I301的齿位;由于双联外齿组件8中外齿I301与外齿II 302为一个整体,故外齿II302也同步转动了2个外齿II302齿位;根据相对运动原理,假定双联外齿组件8固定不转动、只有径向变形时,凸轮4b每转动一圈,内齿轮II2便向着与凸轮7旋转方向相同的方向转动2个内齿II201的齿位;凸轮4b连续旋转,使得双联外齿组件8中外齿I301与内齿II101在啮入、完全啮合、啮出三种运动状态之间不断地往复循环;同时也使得双联外齿组件中的外齿外齿II302与内齿II201在啮入、完全啮合、啮出三种运动状态之间不断地往复循环。

[0046] 在上述第1种情况下(凸轮4b作为输入件,内齿轮II1固定,以内齿轮II2作为输出件时):

根据速比公式: $i=1/\left[\frac{(Z2-Z1)}{Z2}+\frac{(Z3-Z4)}{Z3}\right]$ (其中i为速比,也即传动比。)计算得:

$$i=1/\left[\frac{(60-62)}{60}+\frac{(62-60)}{62}\right]$$

$$=-1/(1/30-1/31)$$

$$=-930$$

即,可获得较大的速比,其中的负号代表内齿轮II输出动力的实际转动方向与凸轮4b的转动方向相反。

[0047] 在上述第2种情况下(凸轮4b作为输入件,内齿轮II2固定,以内齿轮I1作为输出件时,)

根据速比公式: $i=1/\left[\frac{(Z_4-Z_3)}{Z_4}+\frac{(Z_1-Z_2)}{Z_1}\right]$

计算得: $i=1/\left[\frac{(60-62)}{60}+\frac{(62-60)}{62}\right]$

$=1/\left[-\frac{1}{30}+\frac{1}{31}\right]$

$=-930$ 。

[0048] 本发明采用的双联外齿组件8中的外齿I301和外齿II302分别与内齿I101和内齿II201对应为多齿啮合接触,其承载能力优异,齿面不易磨损,精度保持性好;采用双内齿轮外齿组件传动,相比于单相(波)传动,其动平衡好,振动小、噪声小;且该结构可实现大速比传动,相比于其他单级传动形式,本发明结构简单,体积小,重量轻。与谐波减速器相比,由于采用了创新的双内齿轮与双联外齿组件8的外齿相啮合的原理,从而避免了谐波传动中由于柔性齿圈变形带来的易疲劳劣势影响,工艺性好,从而可实现机器人减速器高精度、高效率、高刚度、高承载、高可靠、长寿命等综合性能的统一。

[0049] 本实施例中,所述激波器4的柔性轴承4a与两个内齿轮同轴设置、并且与凸轮4b同轴设置;该凸轮4b为长轴区域是圆弧线形的类椭圆形,同时该凸轮采用对称结构,本实施例中,凸轮传动不会发生摆动,其动平衡好,减少了为提高动平衡而增设的相应结构,大大简化了传动结构;该凸轮结构与两个内齿轮以及双联外齿组件8相配合,使得本发明的整体刚度好,大大降低了齿面的磨损,精度保持性有效提高,并且该凸轮结构加工工艺性良好,降低了在周期交变应力作用下发生疲劳断裂的可能。

[0050] 本实施例中,所述双联外齿组件8上外齿I301为与内齿I101共轭曲线形齿廓结构,不仅可减小外齿I301为与内齿I101的摩擦,且便于外齿I301与内齿I101在啮入、完全啮合、啮出三种运动状态之间不断地往复循环,并且共轭曲线形齿廓结构也避免了外齿I301应力集中现象;

同理,所述双联外齿组件8上外齿II302为与内齿II201共轭曲线形齿廓结构,从而可减小外齿II302为与内齿II201之间的摩擦,且便于外齿II302为与内齿II201在啮入、完全啮合、啮出三种运动状态之间不断地往复循环,外齿II302与内齿II201的共轭曲线形齿廓结构也避免了应力集中现象。

[0051] 同时,上述所述的共轭曲线形齿廓结构也可改善两内齿轮的受力情况,增长了两个内齿轮以及双联外齿组件8的使用寿命。

[0052] 本实施例中,所述内齿I101、内齿II201均为圆弧柱面齿;所述双联外齿组件8上外齿I301、外齿II302的齿形分为与内齿I101、内齿II201相共轭的形状,如图所示,形似三角形,从而使得外齿I301与内齿I101的啮合以及外齿II302与内齿II201的啮合滑动摩擦行程小,齿面不易磨损,精度保持性好,且噪音小,传动精度、效率与承载能力优异。

[0053] 本实施例中,两内齿轮均为环状结构,双联外齿单元的扇型侧面(直边侧)开有连接孔9用于安装弹性元件10,使多个双联外齿单元3之间形成弹性连接,使得双联外齿组件工作可靠性高,且便于安装、调试。

[0054] 本实施例中,支撑轴承7采用交叉滚子轴承,也可采用其他轴承做支撑或者采用两

端均设置支撑轴承的双支撑形式。

[0055] 本发明的谐波减速器可替代进口产品,由于体积小、传动链短及可靠性高等优势,也可用于汽车轮边刹闸制动系统和转向控制等领域。以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其进行限制,所属领域的普通技术人员应当理解,参照上述实施例可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换均在本发明的权利要求保护范围之内。

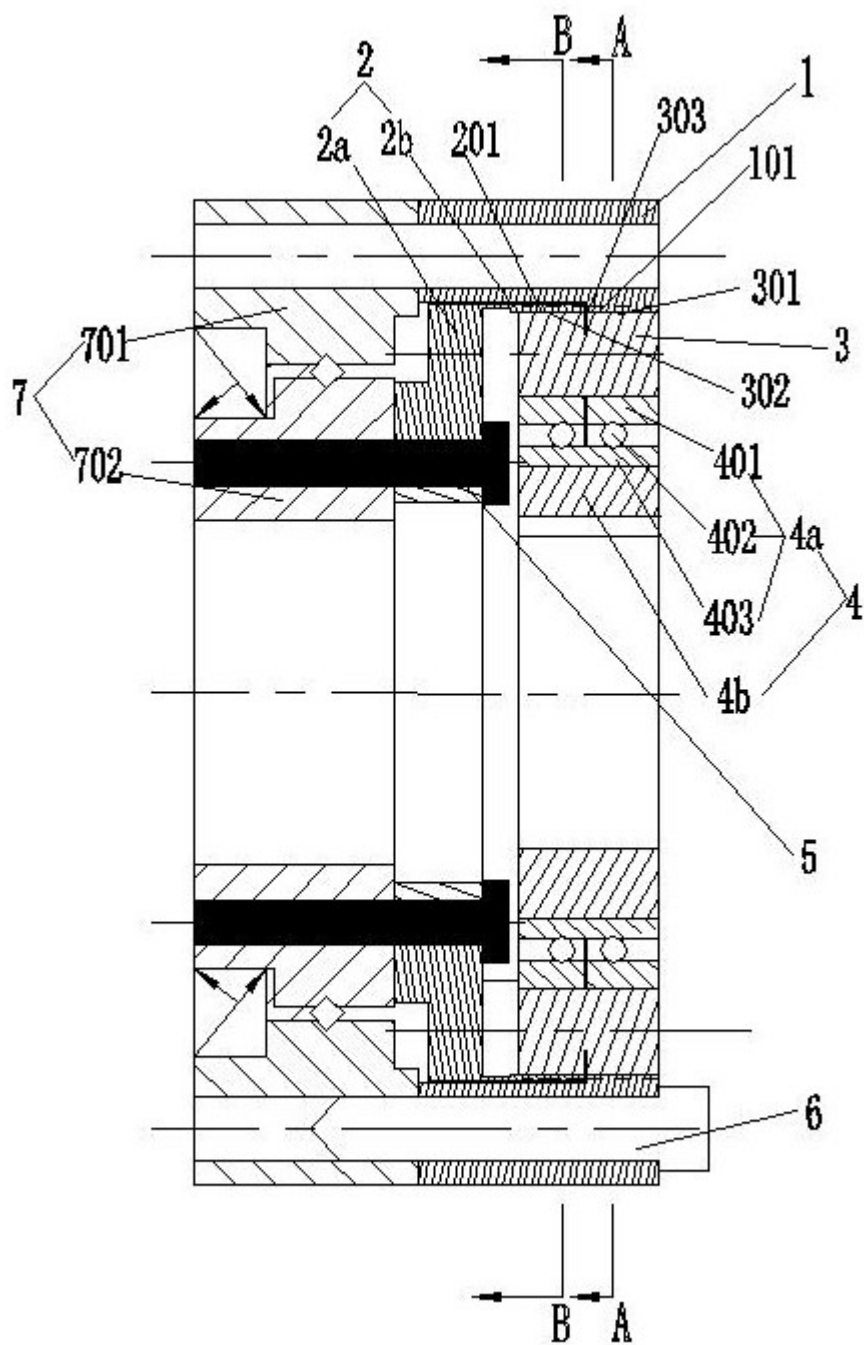


图1

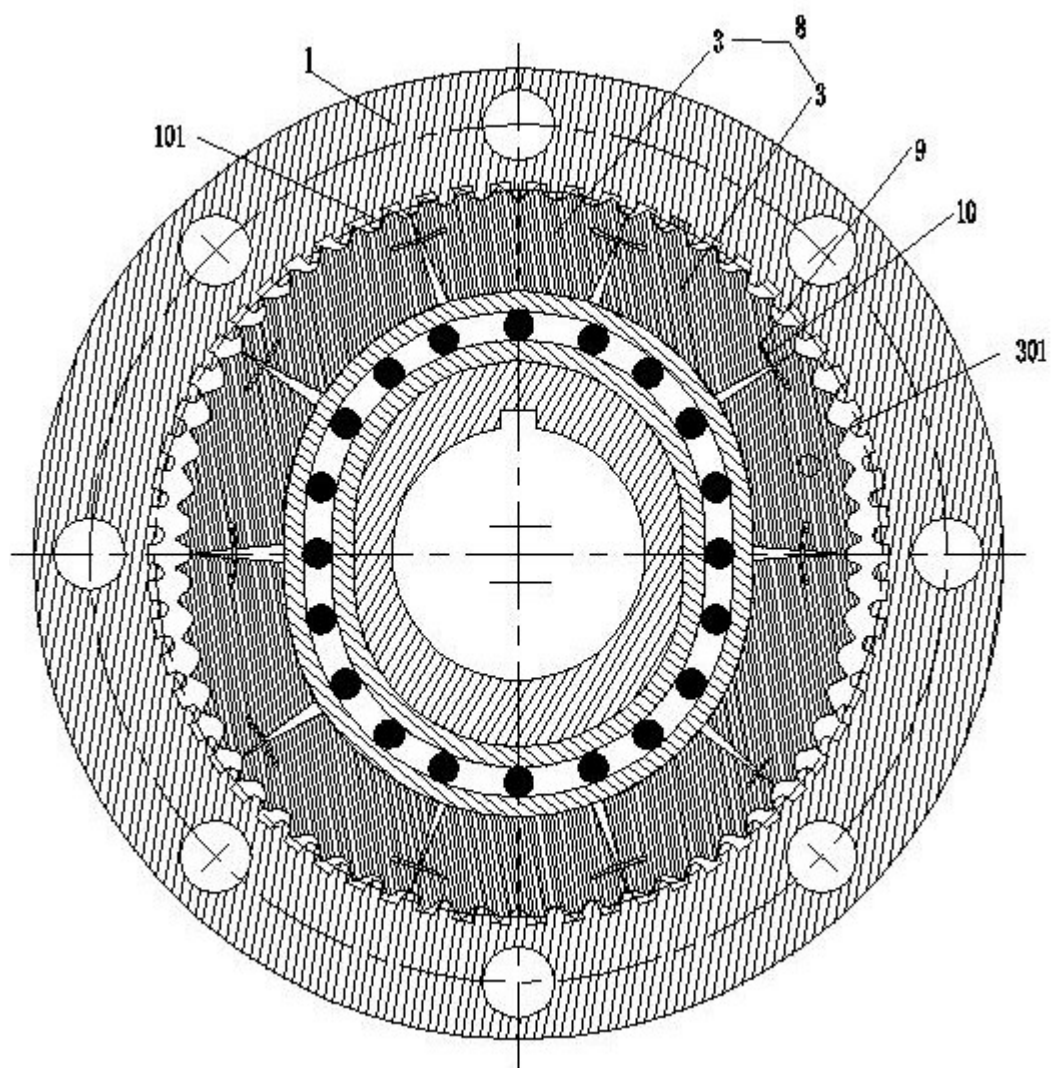


图2

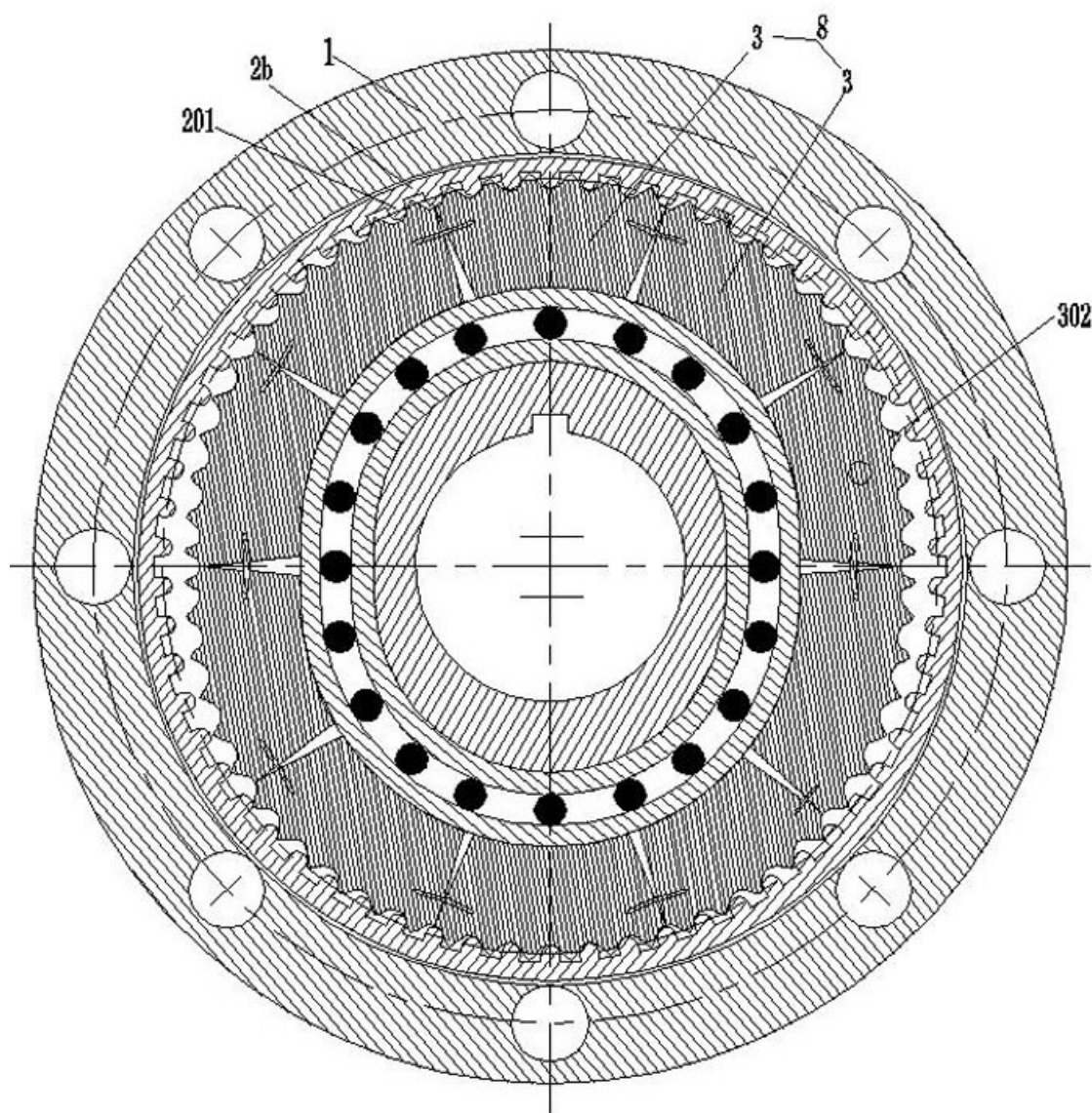


图3

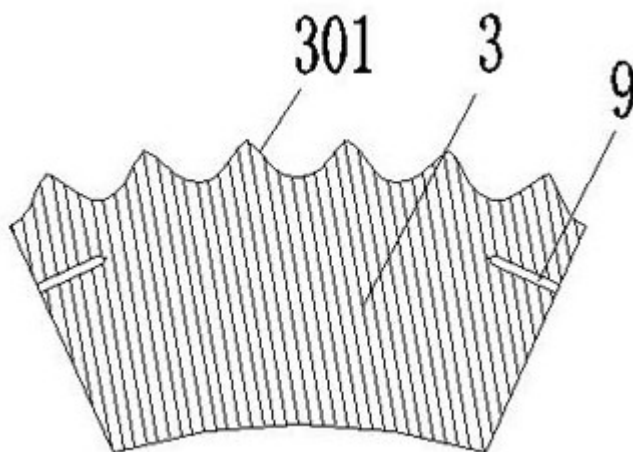


图4

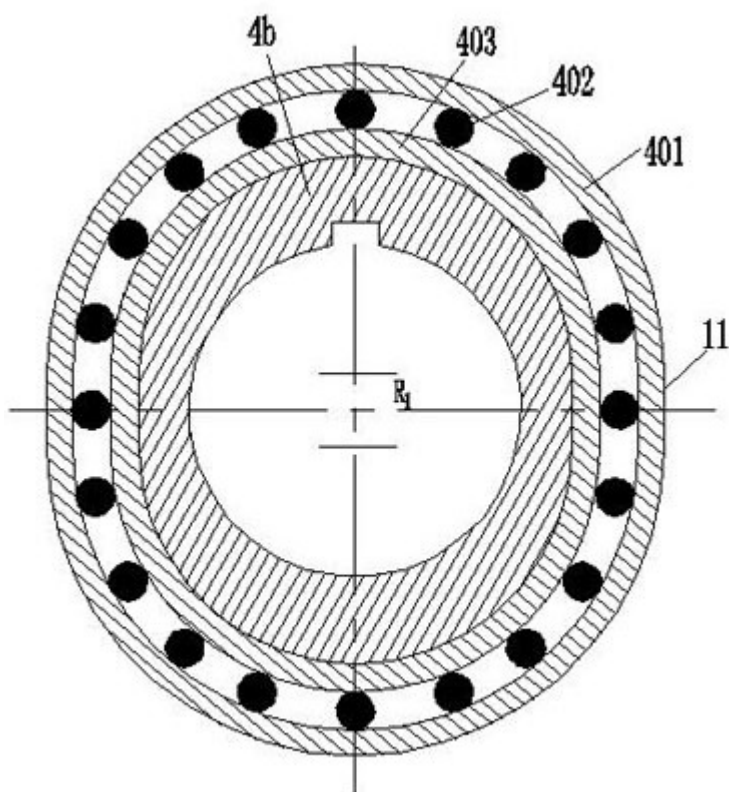


图5

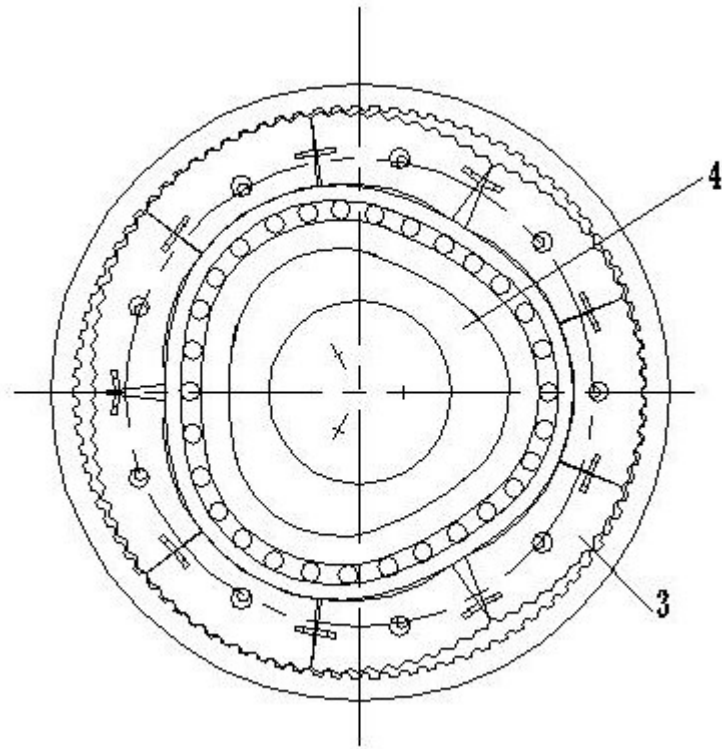


图6