



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111022589 B

(45) 授权公告日 2021.02.26

(21) 申请号 202010012352.4

审查员 方赞

(22) 申请日 2020.01.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111022589 A

(43) 申请公布日 2020.04.17

(73) 专利权人 河南烛龙高技术有限公司

地址 453000 河南省新乡市市辖区新飞大道1789号火炬园FⅢ(201-202)-62号

(72) 发明人 闫济东 邢鹏达

(51) Int.Cl.

F16H 1/32 (2006.01)

F16H 57/00 (2012.01)

F16H 57/021 (2012.01)

F16H 55/08 (2006.01)

F16C 33/78 (2006.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图11页

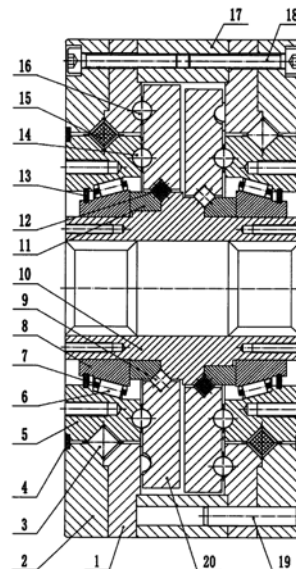
(54) 发明名称

一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器

(57) 摘要

本发明提供一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,包括外侧传动轮、第一交叉滚子轴承、内侧传动轮、圆锥滚子轴承、输入轴等。本发明传动机构是由两个内外嵌套式的双级差动根切摆线活齿传动单元进行中心对称式布置得到的;根切摆线滚道分为根切内摆线滚道和根切外摆线滚道;根据轴向布置,本减速器共有四大类构型,针对每一大类,又分为双级均为根切内摆线滚道、双级均为根切外摆线滚道、一级为根切内摆线滚道二级为根切外摆线滚道和一级为根切外摆线滚道二级为根切内摆线滚道四种情况,总计十六种构型;构型方式灵活多变、传动比范围广、具备机械动平衡特性是本发明的固有属性,依托这些属性,本发明具备诸多优点,适用性极强。

CN 111022589 B



1. 一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,包括外侧传动轮、第一交叉滚子轴承、内侧传动轮、圆锥滚子轴承、输入轴、第二交叉滚子轴承、内侧钢球活齿、外侧钢球活齿、壳体、过渡传动轮,其特征在于:两个所述的外侧传动轮各自通过一个第一交叉滚子轴承的外圈固定安装在壳体两侧;每个第一交叉滚子轴承的外圈和外侧传动轮内铰接有一个内侧传动轮;输入轴两侧装配有两个中心对称的第二交叉滚子轴承的内圈和圆锥滚子轴承的内圈,每个第二交叉滚子轴承的内圈靠圆锥滚子轴承的内圈轴向压紧在输入轴上,每个圆锥滚子轴承的外圈固定安装在内侧传动轮上;两个中心对称的过渡传动轮各自铰接在第二交叉滚子轴承的内圈上;每个过渡传动轮与内侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b1} 的内侧钢球活齿;每个过渡传动轮与外侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b2} 的外侧钢球活齿。

2. 如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:每个第一交叉滚子轴承的外圈上固定安装有一个第一密封圈;第一交叉滚子轴承的外圈和内侧传动轮之间装配有一圈交叉布置的第一交叉滚子,每两个第一交叉滚子之间装配有一个第一垫块;每个内侧传动轮内固定安装有一个第二密封圈;第二交叉滚子轴承的内圈与过渡传动轮之间装配有一圈交叉布置的第二交叉滚子,每两个第二交叉滚子之间装配有一个第二垫块;圆锥滚子轴承的内圈通过一圈均布与保持架中的圆锥滚子铰接在圆锥滚子轴承的外圈上。

3. 如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的外侧传动轮包括第一光孔、第二光孔、第三光孔、第一滚道、第四根切摆线活齿啮合副、标记槽,所述的第一光孔和第三光孔用于通过圆柱头螺钉;第二光孔用于通过定位销;第一滚道用于与第一交叉滚子的配合;标记槽用于装配提示;第四根切摆线活齿啮合副为活齿槽或根切摆线滚道;根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道。

4. 如权利要求3所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$\begin{cases} x = R_2 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$\begin{cases} x = R_2 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

以上各式中, R_2 -外侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与内侧传动轮轴线之间的距离; Z_{c2} -外侧根切摆线滚道的波数。

5. 如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的内侧传动轮包括第一螺纹孔、第一卡槽、第二滚道、第二卡槽、第一根切摆线活齿啮合副、第三滚道,所述的第一螺纹孔用于外接零部件;第一卡槽用于与第一密封圈的配合;第

二滚道用于与第一交叉滚子的配合;第二卡槽用于与第二密封圈的配合;第三滚道用于与圆锥滚子的配合;第一根切摆线活齿啮合副为活齿槽或根切摆线滚道,根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道。

6.如权利要求5所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$\begin{cases} x = R_1 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$\begin{cases} x = R_1 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

以上各式中, R_1 -内侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与固定传动轮轴线之间的距离; Z_{c1} -内侧根切摆线滚道的波数。

7.如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的输入轴,包括第一轴段、第一偏心轴段、第四滚道、第二偏心轴段、第三偏心轴段、第五滚道、第四偏心轴段、第二轴段、第二螺纹孔、内花键,所述的第二螺纹孔和内花各有两组,居于输入轴两侧,用于外接零部件;第一轴段和第二轴段用于与圆锥滚子轴承内圈的配合;第一偏心轴段与第四偏心轴段用于与第二交叉滚子轴承内圈的配合;第二偏心轴段与第三偏心轴段上各有第四滚道和第五滚道,第四滚道和第五滚道分别用于与第二交叉滚子的配合。

8.如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的壳体,包括第三螺纹孔、第四光孔,所述的第三螺纹孔用于与圆柱头螺钉的配合;第四光孔用于与定位销的配合。

9.如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:所述的过渡传动轮,包括第二根切摆线活齿啮合副、第三根切摆线活齿啮合副、第六滚道,所述的第六滚道用于与第二交叉滚子的配合;第二根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第一根切摆线活齿啮合副的选型决定;第三根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第四根切摆线活齿啮合副的选型决定。

10.如权利要求1-9任意一项权利要求所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:当第一根切摆线活齿啮合副是活齿槽时,第二根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第一根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第二根切摆线活齿啮合副就是活齿槽;当第四根切摆线活齿啮合副是活齿槽时,第三根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第四根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第三根切摆线活齿啮合副就是活齿槽。

11.如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在于:

与内侧钢球活齿啮合的内侧活齿槽槽面与内侧钢球活齿完全贴合；与外侧钢球活齿啮合的外侧活齿槽槽面与外侧钢球活齿完全贴合。

12. 如权利要求4或6所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在在于:所述的啮合曲线的参数方程确定时,其上任意一点的曲率半径随之确定;啮合曲线的曲率半径 ρ 的计算公式为:

$$\rho = \frac{\sqrt{\left[\left(\frac{dx}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\varphi}\right)^2\right]^3}}{\frac{dx}{d\varphi} \frac{d^2y}{d\varphi^2} - \frac{dy}{d\varphi} \frac{d^2x}{d\varphi^2}} \quad \varphi \in [0, 2\pi)^\circ$$

13. 如权利要求1所述的一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其特征在在于:所述的内侧钢球活齿的半径 r_1 和外侧钢球活齿的半径 r_2 需要满足可以使滚道发生根切的关系式:

$$r_i > \rho_{\min} \quad i = 1, 2$$

式中, ρ_{\min} ——啮合曲线曲率半径 ρ 的最小值。

一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及活齿传动技术领域,特别涉及一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器。

背景技术

[0002] 在传统的渐开线齿轮传动中,某些特殊情况下,设计出的齿轮会出现根切,虽不影响齿轮的传动精度,但是单个齿的根部由于根切厚度变薄,齿轮抗弯曲能力下降,重合度减少,影响传动的平稳性,故而在传统的设计思想中,渐开线齿轮的设计是尽量避免根切的。而在另一种传统的传动形式——摆线针轮传动技术中,摆线轮的实际齿廓是严格的不允许根切的,因为根切会使其传动失真。随着新型传动技术(具有代表性的即活齿传动技术)的发展,在摆线针轮传动思想的基础上,套用活齿传动理论,可将其针齿变为钢球活齿,将摆线轮变为带有摆线滚道的传动轮,即得到了摆线活齿传动机构,其相比于摆线针轮,在结构原理上实现了整周全齿啮合,大大提高了传动的承载能力和抗冲击能力,其设计思想也是避免摆线滚道实际啮合齿廓出现根切的,而且,在传统的三维实体建模软件中,如果选择的活齿尺寸过大,则摆线滚道实际啮合齿廓就会出现根切现象,在软件里的表现即为模型建立不起来,会报错,进而,广大相关从业人员及设计师的思维就此被限制住了。如专利号为CN201721031991.5提出了《一种摆线钢球减速装置及其机器人关节》,其说明书中就明确提出了避免根切及避免根切的条件。由以上情况而来的问题是,传统的摆线钢球活齿减速器,其功率密度不高,通俗的讲,就是体积大,传动比相对小,空间利用不够充分,缺乏市场竞争力。针对此问题,另辟蹊径,打破传统的设计思维,反其道而行之,即在摆线活齿传动的设计中,不仅不避免根切现象,而且还要利用根切现象,设计的摆线齿廓就要根切的,从而得到了根切摆线活齿传动技术。根切摆线活齿传动较传统摆线活齿传动而言,相同尺寸下,活齿数量更多,传动比更大,基本达到全齿整周啮合受力,其综合性能均优于传统的摆线活齿传动结构;与摆线针轮传动结构相比,根切摆线活齿传动具有制造更简单、零部件更少、装配简单、使用寿命更长、承载能力和抗冲击能力更大等优点。将根切摆线活齿传动技术应用在减速器当中,成了亟待解决的问题。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明提供一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,其传动机构是由两个内外嵌套式的双级差动根切摆线活齿传动单元进行中心对称式布置得到的;根切摆线滚道分为根切内摆线滚道和根切外摆线滚道;根据轴向布置,本减速器共有四大类构型,针对每一大类,又分为双级均为根切内摆线滚道、双级均为根切外摆线滚道、一级为根切内摆线滚道二级为根切外摆线滚道和一级为根切外摆线滚道二级为根切内摆线滚道四种情况,总计十六种构型;构型方式灵活多变、传动比范围广、具备机械动平衡特性是本发明的固有属性,依托这些属性,本发明具备诸多优点,适用性极强。

[0004] 本发明所使用的技术方案是:一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,包

括外侧传动轮、第一交叉滚子轴承、内侧传动轮、圆锥滚子轴承、输入轴、第二交叉滚子轴承、内侧钢球活齿、外侧钢球活齿、壳体、过渡传动轮,其特征在于:所述的两个外侧传动轮各自通过一个第一交叉滚子轴承的外圈固定安装在壳体两侧;每个第一交叉滚子轴承的外圈和外侧传动轮内铰接有一个内侧传动轮;输入轴两侧装配有两个中心对称的第二交叉滚子轴承的内圈和圆锥滚子轴承的内圈,每个第二交叉滚子轴承的内圈靠圆锥滚子轴承的内圈轴向压紧在输入轴上,每个圆锥滚子轴承的外圈固定安装在内侧传动轮上;两个中心对称的过渡传动轮各自铰接在第二交叉滚子轴承的内圈上;每个过渡传动轮与内侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b1} 的内侧钢球活齿;每个过渡传动轮与外侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b2} 的外侧钢球活齿。

[0005] 进一步的,每个第一交叉滚子轴承的外圈上固定安装有一个第一密封圈;第一交叉滚子轴承的外圈和内侧传动轮之间装配有一圈交叉布置的第一交叉滚子,每两个第一交叉滚子之间装配有一个第一垫块;每个内侧传动轮内固定安装有一个第二密封圈;第二交叉滚子轴承的内圈与过渡传动轮之间装配有一圈交叉布置的第二交叉滚子,每两个第二交叉滚子之间装配有一个第二垫块;圆锥滚子轴承的内圈通过一圈均布与保持架中的圆锥滚子铰接在圆锥滚子轴承的外圈上。

[0006] 进一步的,所述的外侧传动轮包括第一光孔、第二光孔、第三光孔、第一滚道、第四根切摆线活齿啮合副、标记槽,所述的第一光孔和第三光孔用于通过圆柱头螺钉;第二光孔用于通过定位销;第一滚道用于与第一交叉滚子的配合;标记槽用于装配提示;第四根切摆线活齿啮合副为活齿槽或根切摆线滚道;根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道。

[0007] 进一步的,所述的根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0008] \quad \begin{cases} x = R_2 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0009] 当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0010] \quad \begin{cases} x = R_2 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0011] 以上各式中, R_2 -外侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与内侧传动轮轴线之间的距离; Z_{c2} -外侧根切摆线滚道的波数。

[0012] 进一步的,所述的内侧传动轮包括第一螺纹孔、第一卡槽、第二滚道、第二卡槽、第一根切摆线活齿啮合副、第三滚道,所述的第一螺纹孔用于外接零部件;第一卡槽用于与第一密封圈的配合;第二滚道用于与第一交叉滚子的配合;第二卡槽用于与第二密封圈的配合;第三滚道用于与圆锥滚子的配合;第一根切摆线活齿啮合副为活齿槽或根切摆线滚道,根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道。

[0013] 进一步的,所述的根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0014] \quad \begin{cases} x = R_1 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0015] 当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0016] \quad \begin{cases} x = R_1 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0017] 以上各式中, R_1 -内侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与固定传动轮轴线之间的距离; Z_{c1} -内侧根切摆线滚道的波数。

[0018] 进一步的,所述的输入轴,包括第一轴段、第一偏心轴段、第四滚道、第二偏心轴段、第三偏心轴段、第五滚道、第四偏心轴段、第二轴段、第二螺纹孔、内花键,所述的第二螺纹孔和内花各有两组,居于输入轴两侧,用于外接零部件;第一轴段和第二轴段用于与圆锥滚子轴承内圈的配合;第一偏心轴段与第四偏心轴段用于与第二交叉滚子轴承内圈的配合;第二偏心轴段与第三偏心轴段上各有第四滚道和第五滚道,第四滚道和第五滚道分别用于与第二交叉滚子的配合。

[0019] 进一步的,所述的壳体,包括第三螺纹孔、第四光孔,所述的第三螺纹孔用于与圆柱头螺钉的配合;第四光孔用于与定位销的配合。

[0020] 进一步的,所述的过渡传动轮,包括第二根切摆线活齿啮合副、第三根切摆线活齿啮合副、第六滚道,所述的第六滚道用于与第二交叉滚子的配合;第二根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第一根切摆线活齿啮合副的选型决定;第三根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第四根切摆线活齿啮合副的选型决定。

[0021] 进一步的,当第一根切摆线活齿啮合副是活齿槽时,第二根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第一根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第二根切摆线活齿啮合副就是活齿槽;当第四根切摆线活齿啮合副是活齿槽时,第三根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第四根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第三根切摆线活齿啮合副就是活齿槽。

[0022] 进一步的,与内侧钢球活齿啮合的内侧活齿槽槽面与内侧钢球活齿完全贴合;与外侧钢球活齿啮合的外侧活齿槽槽面与外侧钢球活齿完全贴合。

[0023] 进一步的,所述的啮合曲线的参数方程确定时,其上任意一点的曲率半径随之确定;啮合曲线的曲率半径 ρ 的计算公式为:

$$[0024] \quad \rho = \frac{\sqrt{\left[\left(\frac{dx}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\varphi}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}}{\frac{dx}{d\varphi} \frac{d^2y}{d\varphi^2} - \frac{dy}{d\varphi} \frac{d^2x}{d\varphi^2}} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0025] 进一步的,所述的内侧钢球活齿的半径 r_1 和外侧钢球活齿的半径 r_2 需要满足可以使滚道发生根切的关系式:

$$[0026] \quad r_i > \rho_{\min} \quad i=1,2$$

[0027] 式中, ρ_{\min} ——啮合曲线曲率半径 ρ 的最小值。

[0028] 由于本发明采用了上述技术方案,本发明具有以下优点:(1)同尺寸情况下,相比于传统摆线活齿减速器,本发明具备更多的活齿数目或更大的活齿尺寸,从而具备更大的减速比和更大的承载力;(2)相比于传统双级封闭式摆线活齿减速器,本发明具备动平衡特性,且双侧输出,承载力更大;(3)双级差动结构,共有十六种构型,减速比范围非常广;(4)局部根切不影响整体传动的精确性和连续性,且所有活齿参与啮合传力,抗冲击能力强;(5)采用钢球活齿,使用寿命长;(6)结构简单紧凑,便于加工制造及装配。

附图说明

[0029] 图1、图2为本发明整体装配结构的剖视图。

[0030] 图3为本发明的整体结构分解示意图。

[0031] 图4、图5为本发明的外侧传动轮零件结构示意图。

[0032] 图6、图7为本发明的内侧传动轮零件结构示意图。

[0033] 图8为本发明的输入轴零件结构示意图。

[0034] 图9为本发明的壳体零件结构示意图。

[0035] 图10、图11为本发明的过渡传动轮零件结构示意图。

[0036] 附图标号:1-外侧传动轮;2-第一交叉滚子轴承外圈;3-第一交叉滚子;4-第一密封圈;5-内侧传动轮;6-圆锥滚子;7-保持架;8-圆锥滚子轴承内圈;9-第二交叉滚子;10-输入轴;11-第二交叉滚子轴承内圈;12-第二垫块;13-第二密封圈;14-内侧钢球活齿;15-第一垫块;16-外侧钢球活齿;17-壳体;18-圆柱头螺钉;19-定位销;20-过渡传动轮;101-第一光孔;102-第二光孔;103-第三光孔;104-第一滚道;105-第四根切摆线活齿啮合副;106-标记槽;501-第一螺纹孔;502-第一卡槽;503-第二滚道;504-第二卡槽;505-第一根切摆线活齿啮合副;506-第三滚道;1001-第一轴段;1002-第一偏心轴段;1003-第四滚道;1004-第二偏心轴段;1005-第三偏心轴段;1006-第五滚道;1007-第四偏心轴段;1008-第二轴段;1009-第二螺纹孔;1010-内花键;1701-第三螺纹孔;1702-第四光孔;2001-第二根切摆线活齿啮合副;2002-第三根切摆线活齿啮合副;2003-第六滚道。

具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 实施例:如图1-11为本发明的一种优选实施例,一种中心对称双级嵌套式根切摆线活齿减速器,包括外侧传动轮、第一交叉滚子轴承外圈、第一交叉滚子、第一密封圈、内侧传动轮、圆锥滚子、保持架、圆锥滚子轴承内圈、第二交叉滚子、输入轴、第二交叉滚子轴承内圈、第二垫块、第二密封圈、内侧钢球活齿、第一垫块、外侧钢球活齿、壳体、圆柱头螺钉、定位销、过渡传动轮,两个外侧传动轮各自通过一个第一交叉滚子轴承外圈并由一圈均布的圆柱头螺钉及定位销固定安装在壳体两侧;每个第一交叉滚子轴承外圈上固定安装有一个第一密封圈;每个第一交叉滚子和外侧传动轮内有一个通过一圈交叉分布的第一交叉滚子铰接的内侧传动轮;每两个第一交叉滚子之间装配有一个第一垫块;每个内侧传动轮内固定安装有一个第二密封圈;输入轴两侧装配有两个中心对称的第二交叉滚子轴承内圈和圆锥滚子轴承内圈,每个第二交叉滚子轴承内圈靠圆锥滚子轴承内圈轴向压紧在输入轴上,每个圆锥滚子内圈通过其上均布于保持架中的一圈圆锥滚子铰接在内侧传动轮上;两个中心对称的过渡传动轮各自通过一圈交叉分布的第二交叉滚子铰接在第二交叉滚子轴承内圈和输入轴上;每两个第二交叉滚子之间装配有一个第二垫块;每个过渡传动轮与内侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b1} 的内侧钢球活齿;每个过渡传动轮与外侧传动轮之间啮合有一圈均布的数量为 Z_{b2} 的外侧钢球活齿。

[0039] 外侧传动轮包括第一光孔、第二光孔、第三光孔、第一滚道、第四根切摆线活齿啮合副、标记槽,第一光孔和第三光孔用于通过圆柱头螺钉;第二光孔用于通过定位销;第一滚道用于与第一交叉滚子的配合;标记槽用于装配提示;第四根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,当第四根切摆线活齿啮合副是活齿槽时,第三根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第四根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第三根切摆线活齿啮合副就是活齿槽;根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道;根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生一定程度的根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生一定程度的根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0040] \quad \begin{cases} x = R_2 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0041] 当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0042] \quad \begin{cases} x = R_2 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c2})\varphi] \\ y = R_2 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c2})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0043] 以上各式中, R_2 -外侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与内侧传动轮轴线之间的距离; Z_{c2} -外侧根切摆线滚道的波数。

[0044] 内侧传动轮包括第一螺纹孔、第一卡槽、第二滚道、第二卡槽、第一根切摆线活齿啮合副、第三滚道,第一螺纹孔用于外接零部件;第一卡槽用于与第一密封圈的配合;第二滚道用于与第一交叉滚子的配合;第二卡槽用于与第二密封圈的配合;第三滚道用于与圆锥滚子的配合;第一根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,当第一根切摆线

活齿啮合副是活齿槽时,第二根切摆线活齿啮合副就是根切摆线滚道;当第一根切摆线活齿啮合副是根切摆线滚道时,第二根切摆线活齿啮合副就是活齿槽;根切摆线滚道包括根切内摆线滚道和根切外摆线滚道;根切内摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道内侧发生一定程度的根切而外侧不根切;根切外摆线滚道是钢球活齿啮合面绕着滚道啮合曲线扫略一周的包络面,其滚道外侧发生一定程度的根切而内侧不根切;当根切摆线滚道采用根切内摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数多一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0045] \quad \begin{cases} x = R_1 \cos \varphi + A \cos[(1 - Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi + A \sin[(1 - Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0046] 当根切摆线滚道采用根切外摆线滚道时,其滚道波数比钢球活齿数少一,其啮合曲线在平面直角坐标系中的参数方程为:

$$[0047] \quad \begin{cases} x = R_1 \cos \varphi - A \cos[(1 + Z_{c1})\varphi] \\ y = R_1 \sin \varphi - A \sin[(1 + Z_{c1})\varphi] \end{cases} \quad \varphi \in [0, 2\pi)$$

[0048] 以上各式中, R_1 -内侧钢球活齿分布圆半径; A -过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距,即过渡传动轮轴线与固定传动轮轴线之间的距离; Z_{c1} -内侧根切摆线滚道的波数。

[0049] 输入轴包括第一轴段、第一偏心轴段、第四滚道、第二偏心轴段、第三偏心轴段、第五滚道、第四偏心轴段、第二轴段、第二螺纹孔、内花键,第二螺纹孔和内花各有两组,居于输入轴两侧,用于外接零部件;第一轴段和第二轴段用于与圆锥滚子轴承内圈的配合;第一偏心轴段与第四偏心轴段用于与第二交叉滚子轴承内圈的配合;第二偏心轴段与第三偏心轴段上各有第四滚道和第五滚道,第四滚道和第五滚道分别用于与第二交叉滚子的配合。

[0050] 壳体包括第三螺纹孔、第四光孔,第三螺纹孔用于与圆柱头螺钉的配合;第四光孔用于与定位销的配合。

[0051] 过渡传动轮包括第二根切摆线活齿啮合副、第三根切摆线活齿啮合副、第六滚道,第六滚道用于与第二交叉滚子的配合;第二根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第一根切摆线活齿啮合副的选型决定;第三根切摆线活齿啮合副可以是活齿槽或根切摆线滚道,具体情况由第四根切摆线活齿啮合副的选型决定。

[0052] 实施例采用象形法取象征意义,用符号S代表根切摆线滚道,用符号O表示活齿槽,S与对应的O连在一起即为一对活齿啮合副,再加上活齿,即构成一个单级嵌套式根切摆线活齿传动单元。由前述可知,第一根切摆线活齿啮合副、第二根切摆线活齿啮合副、第三根切摆线活齿啮合副与第四根切摆线活齿啮合副,一共四个即两组活齿啮合副,分别与内侧钢球活齿和外侧钢球活齿一起构成了本发明的双级嵌套式根切摆线活齿减速单元,两个减速单元呈中心对称布置,即构成了本发明的双级嵌套式根切摆线活齿减速器。按照自内而外的顺序,内侧传动单元为一级传动单元,外侧传动单元为二级传动单元,按照前述的符号表达,本发明按照啮合副排列组合的布置形式,共有SOS0、SOOS、OSS0和OSOS四种传动形式,针对其中任意一种传动结构,又分为双级均为根切内摆线滚道、双级均为根切外摆线滚道、一级为根切内摆线滚道二级为根切外摆线滚道、一级为根切外摆线滚道二级为根切内摆线滚道四种情况,共计十六种传动结构。

[0053] 图1至图11为本发明的一种优选实施例,该优选实施例采用了OSS0型且双级均为

内摆线滚道,活齿均采用尺寸相同的标准球体。其传动参数见表1:

[0054] 表1结构理论参数表

名称及单位	数值
内侧活齿个数 Z_{b1}	20
外侧活齿个数 Z_{b2}	25
内侧根切摆线滚道波数 Z_{c1}	21
外侧根切摆线滚道波数 Z_{c2}	26
[0055] 内侧活齿槽分布圆半径 $R_1(\text{mm})$	20
外侧活齿槽分布圆半径 $R_2(\text{mm})$	30
过渡传动轮与内侧传动轮的偏心距 $A(\text{mm})$	0.4
内侧钢球活齿的半径 $r_1(\text{mm})$	2
外侧钢球活齿的半径 $r_2(\text{mm})$	2

[0056] 本发明工作原理:由前述,本发明的结构按照啮合副排列组合的布置形式,共有SOS0、S00S、OSS0和OSOS四种传动形式,SOS0反过来就是OSOS,OSOS反过来就是SOS0,而S00S与OSS0反过来还是自身,故统一按照内侧传动轮固定来说明其传动原理及减速比计算公式,即可涵盖所有情况。

[0057] 当内侧传动轮固定时,驱动输入轴,使得过渡传动轮的轴线绕着输入轴的轴线公转,此时沿圆周均布的内侧钢球活齿同时与内侧传动轮的第一根切摆线活齿啮合副以及中间传动轮的第二根切摆线活齿啮合副同时啮合,由于内侧传动轮的第一根切摆线活齿啮合副与内侧传动轮固连而固定不动,故内侧钢球活齿在与内侧传动轮的第一根切摆线活齿啮合副啮合的同时,通过过渡传动轮的第二根切摆线活齿啮合副,推动过渡传动轮沿着自身轴线自转,故过渡传动轮的运动为绕着输入轴轴线的公转以及绕着自身轴线的自转,在过渡传动轮以上述规律运动的同时,其上的第三根切摆线活齿啮合副,推动与之啮合的外侧钢球活齿,进而通过推动与外侧钢球活齿啮合的前传动轮上的第四根切摆线活齿啮合副,而推动外侧传动轮沿着自身轴线自转,由于外侧传动轮与输入轴同轴线,故运动经由输入轴输入,最终由外侧传动轮减速输出。

[0058] 四种传动形式的减速比计算公式分别对应如下:

[0059] 对于SOS0型,其减速比计算公式为:

$$[0060] \quad i = \frac{Z_{b1}Z_{b2}}{Z_{b1}Z_{b2} - Z_{c1}Z_{c2}}$$

[0061] 对于S00S型,其减速比计算公式为:

$$[0062] \quad i = \frac{Z_{b1}Z_{c2}}{Z_{b1}Z_{c2} - Z_{b2}Z_{c1}}$$

[0063] 对于OSS0型,其减速比计算公式为:

$$[0064] \quad i = \frac{Z_{b2}Z_{c1}}{Z_{b2}Z_{c1} - Z_{b1}Z_{c2}}$$

[0065] 对于OSOS型,其减速比计算公式为:

$$[0066] \quad i = \frac{Z_{c1}Z_{c2}}{Z_{c1}Z_{c2} - Z_{b1}Z_{b2}}$$

[0067] 由于整机关于中间平面中心对称,故解决了传统双级差动摆线活齿减速器的动不平衡问题,整机达到了动平衡效果。

[0068] 本减速器有多种安装使用方式,在输入轴、内侧传动轮与外侧传动轮三者之中,任选一个作为固定件,在剩下的两个中任选一个做输入件,则剩下的那个就是输出件;特别的,当选用输入轴作为输出件时,其减速比小于1,即为增速运动,是增速器,不具备减速效果。

[0069] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0070] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

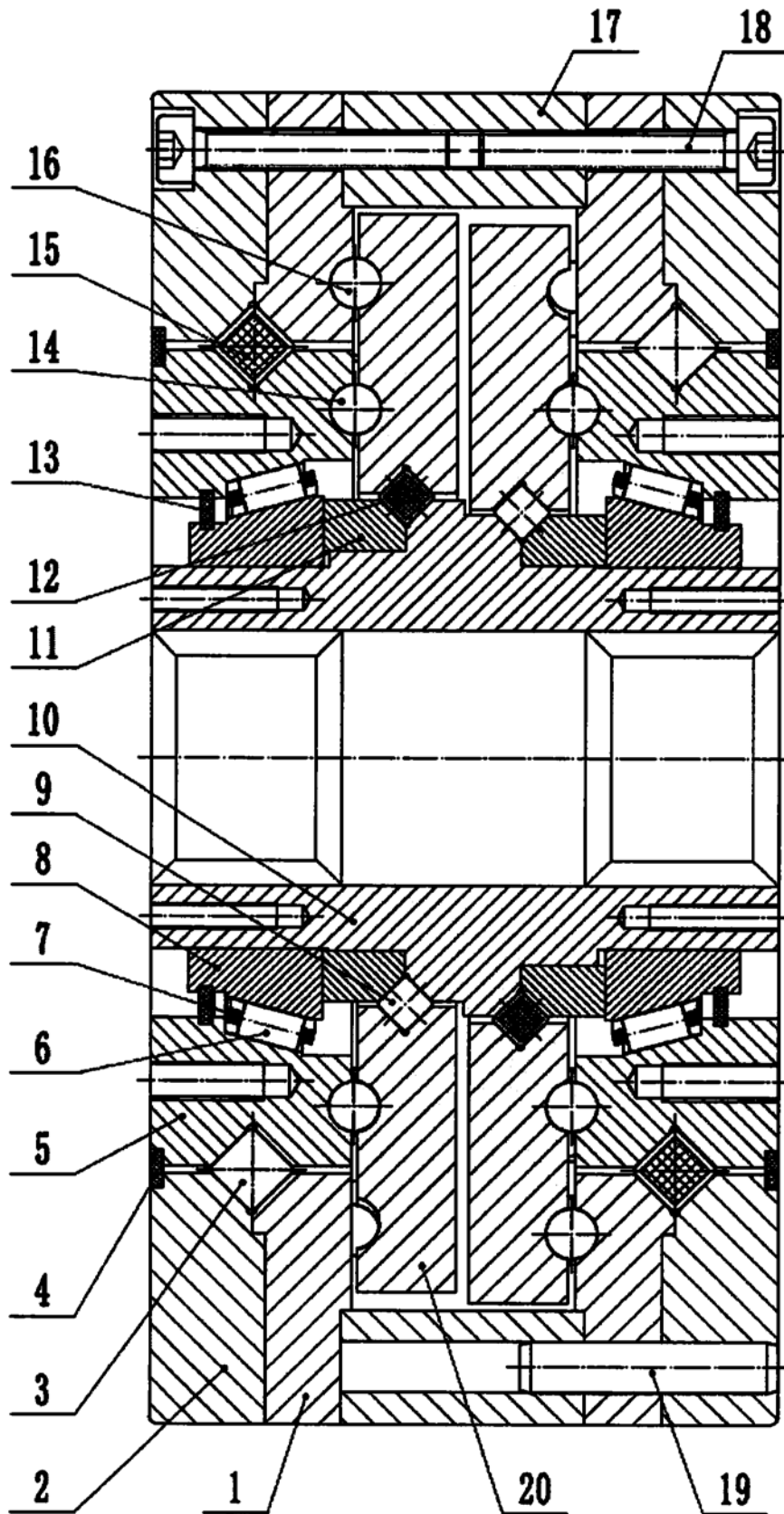


图1

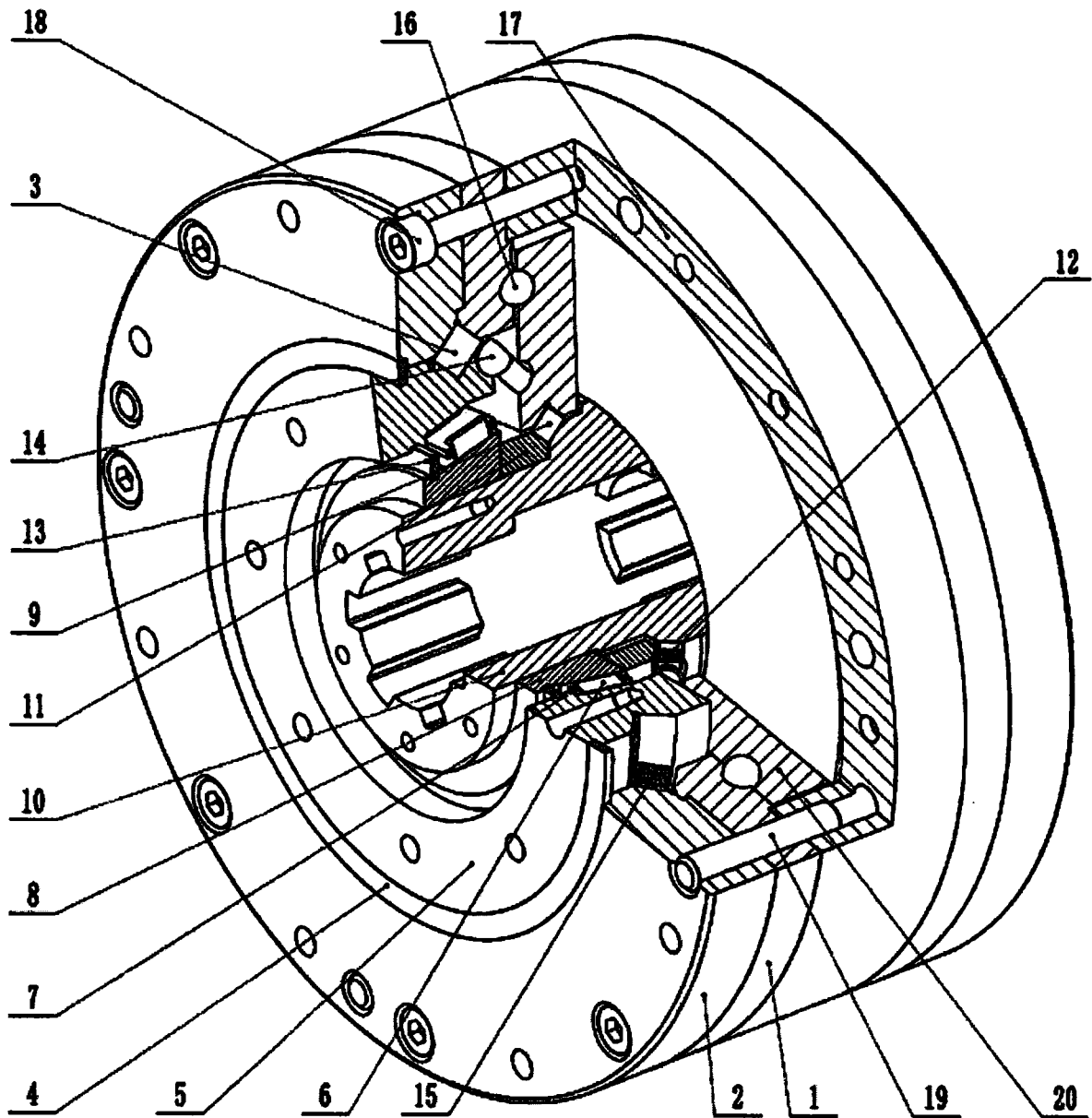


图2

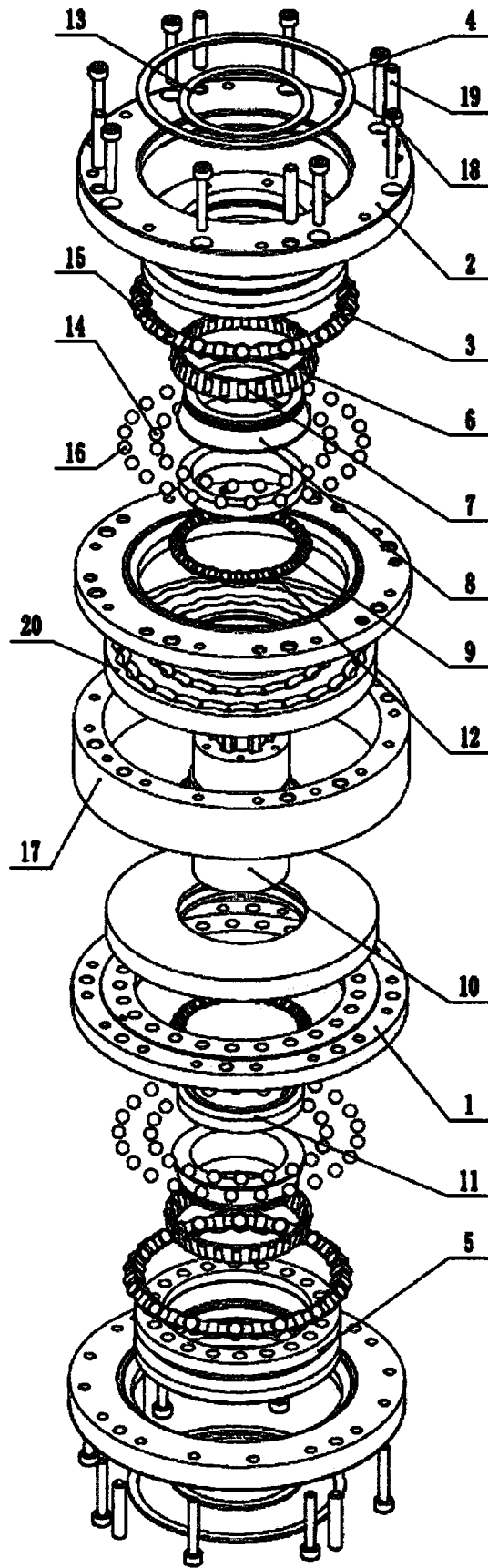


图3

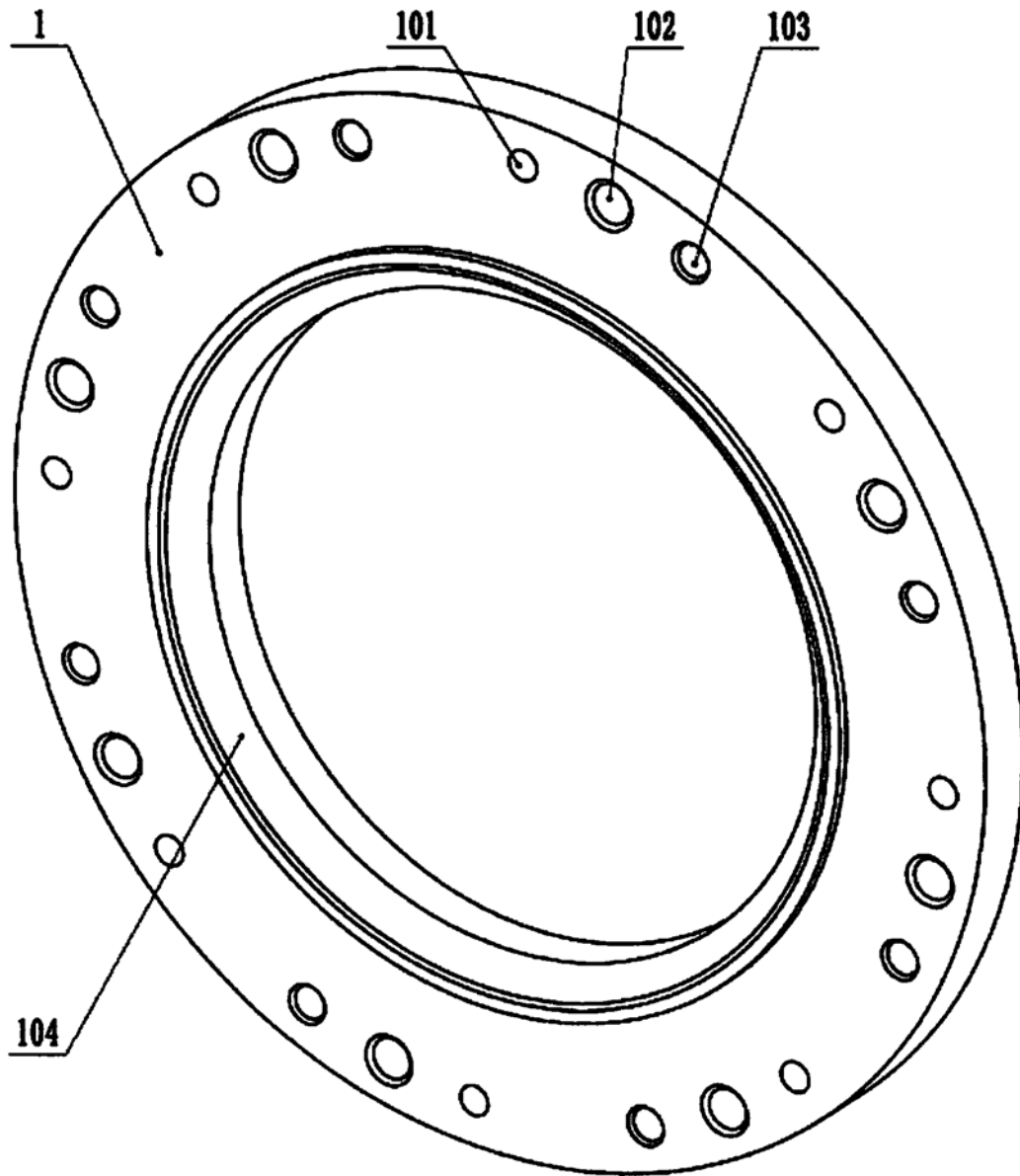


图4

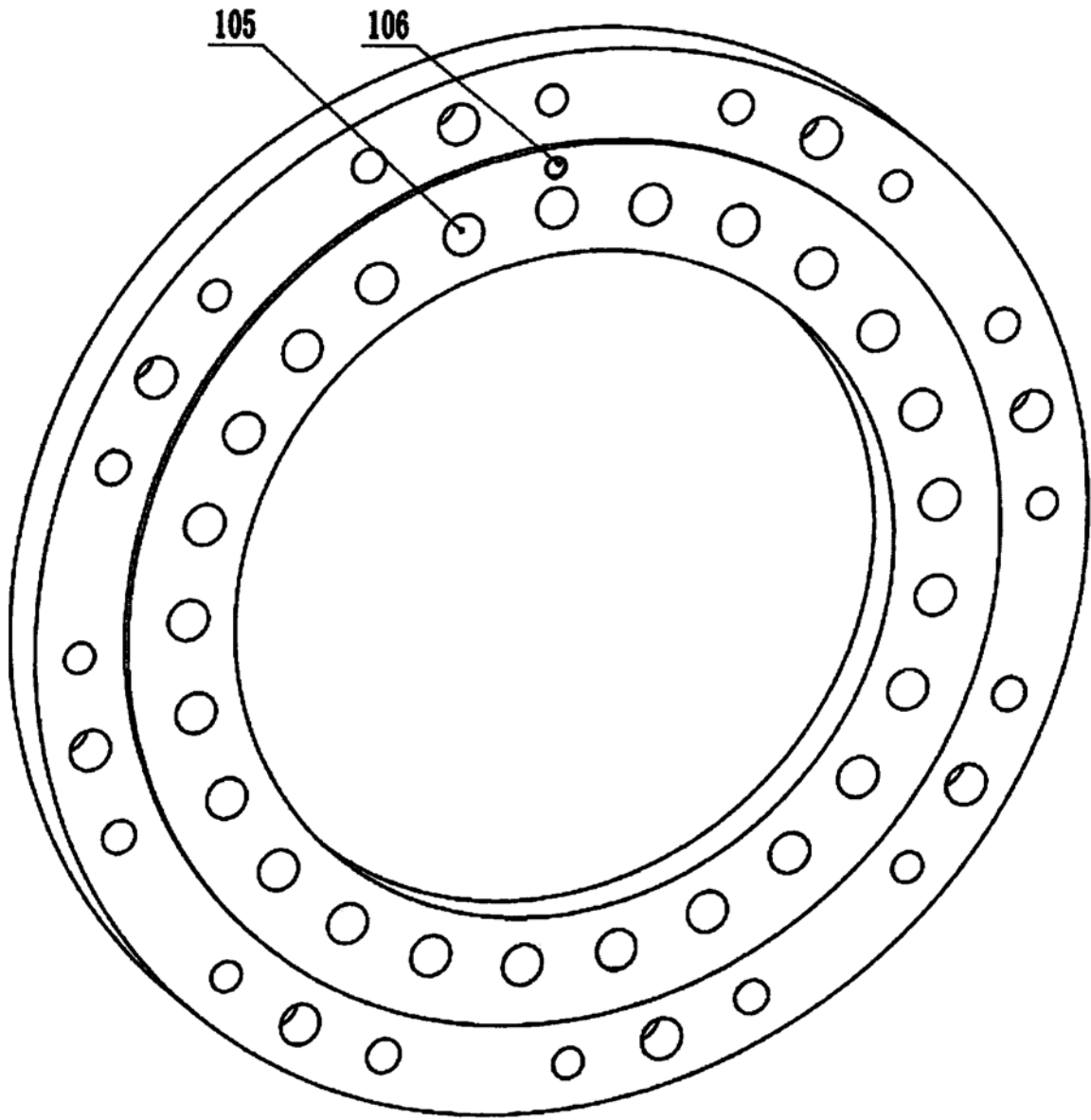


图5

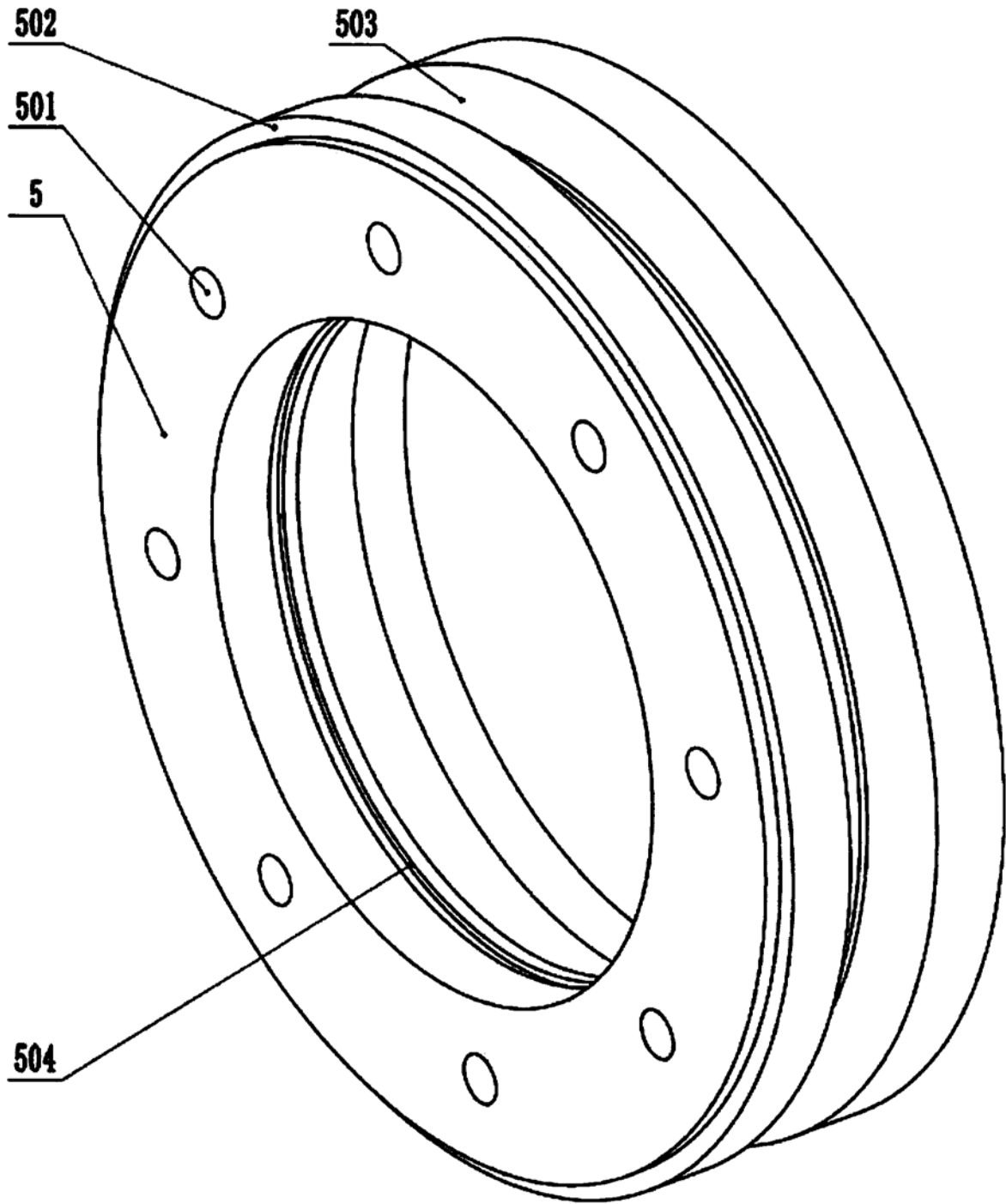


图6

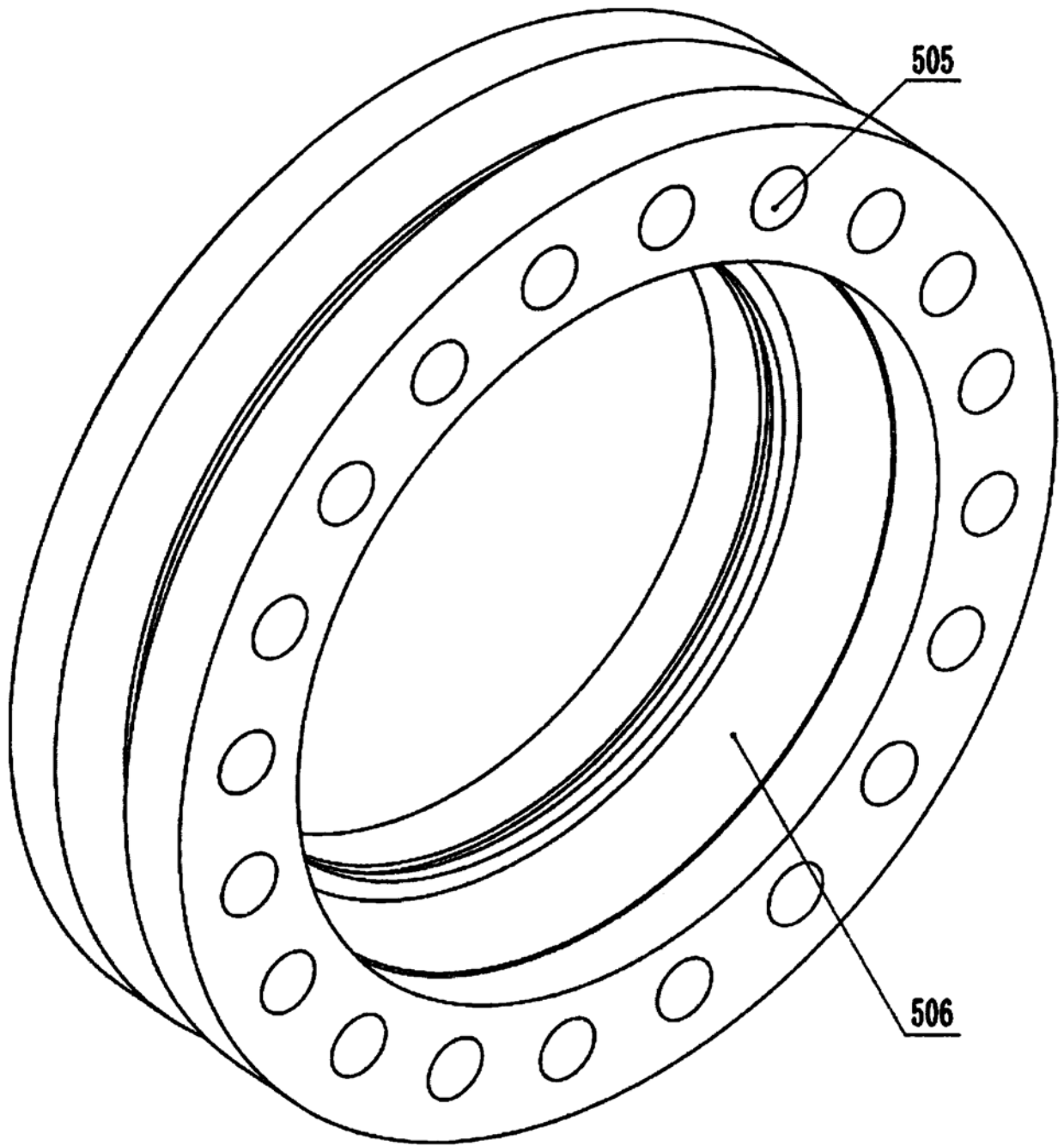


图7

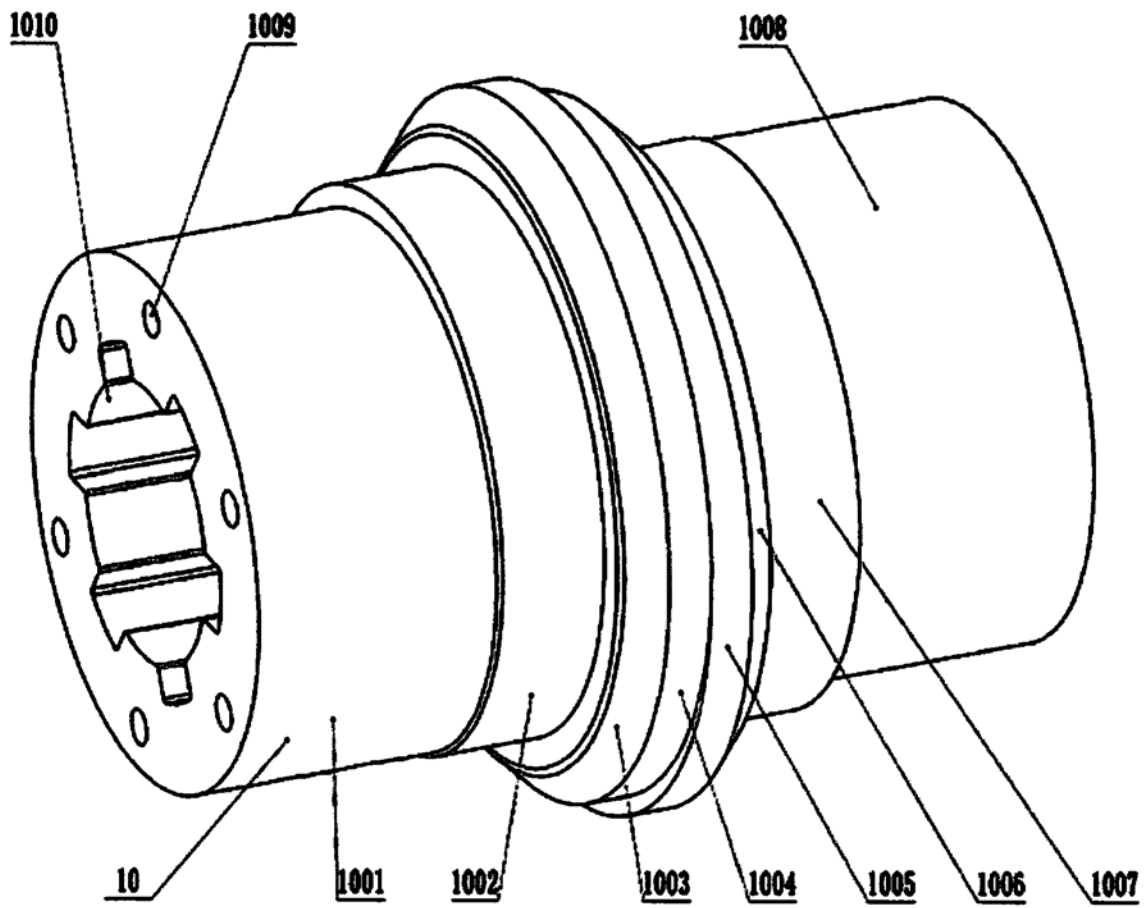


图8

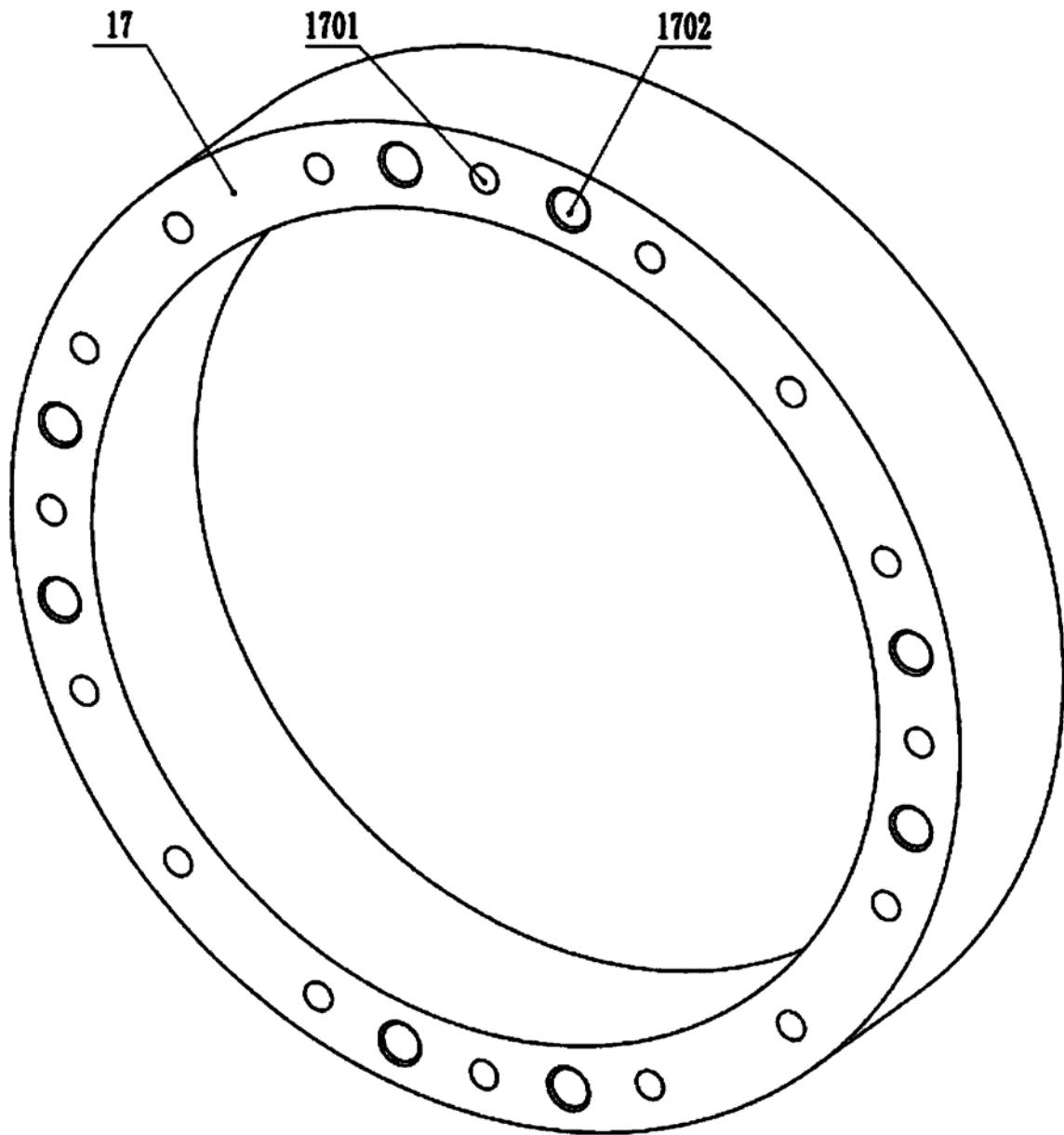


图9

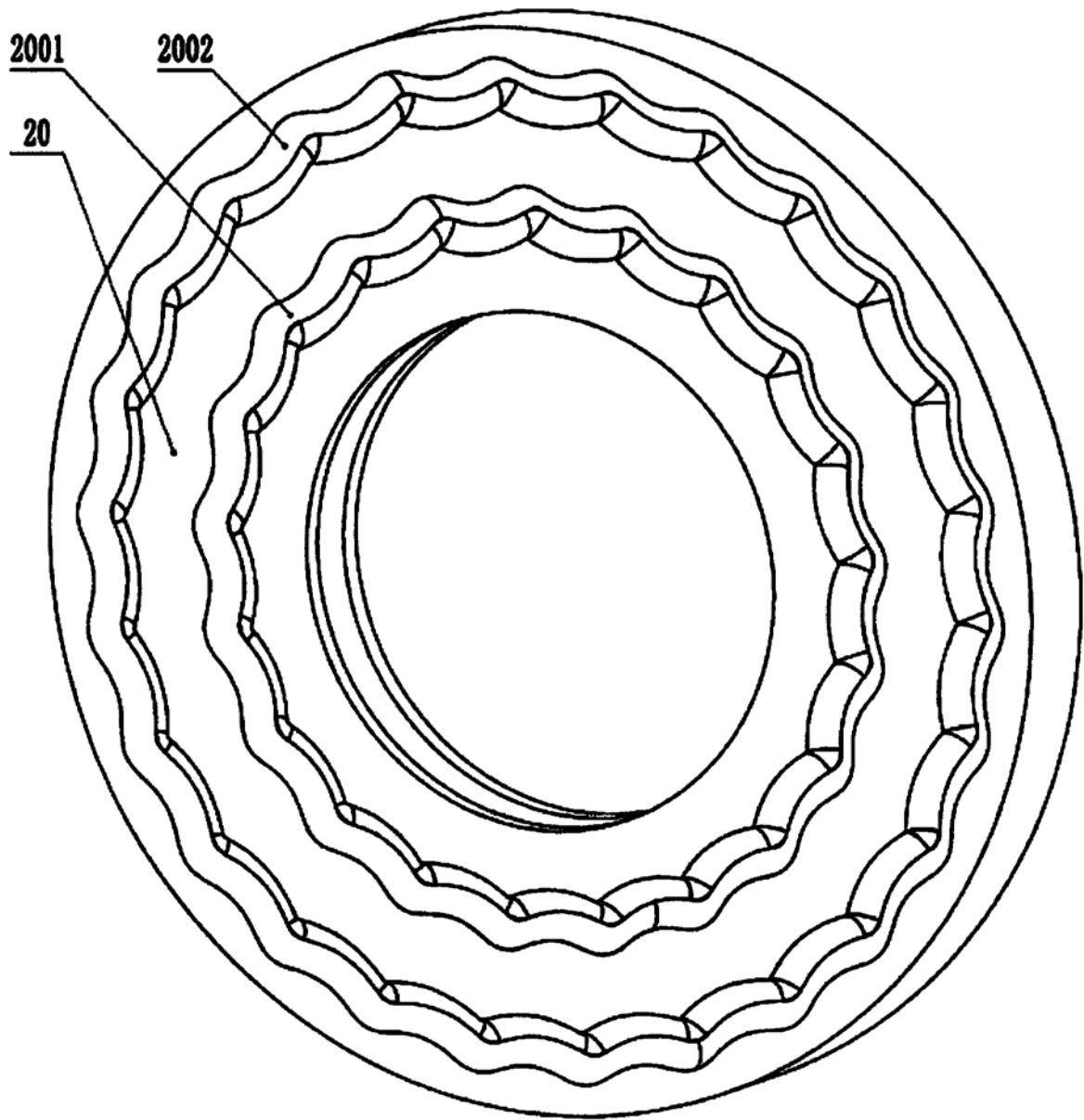


图10

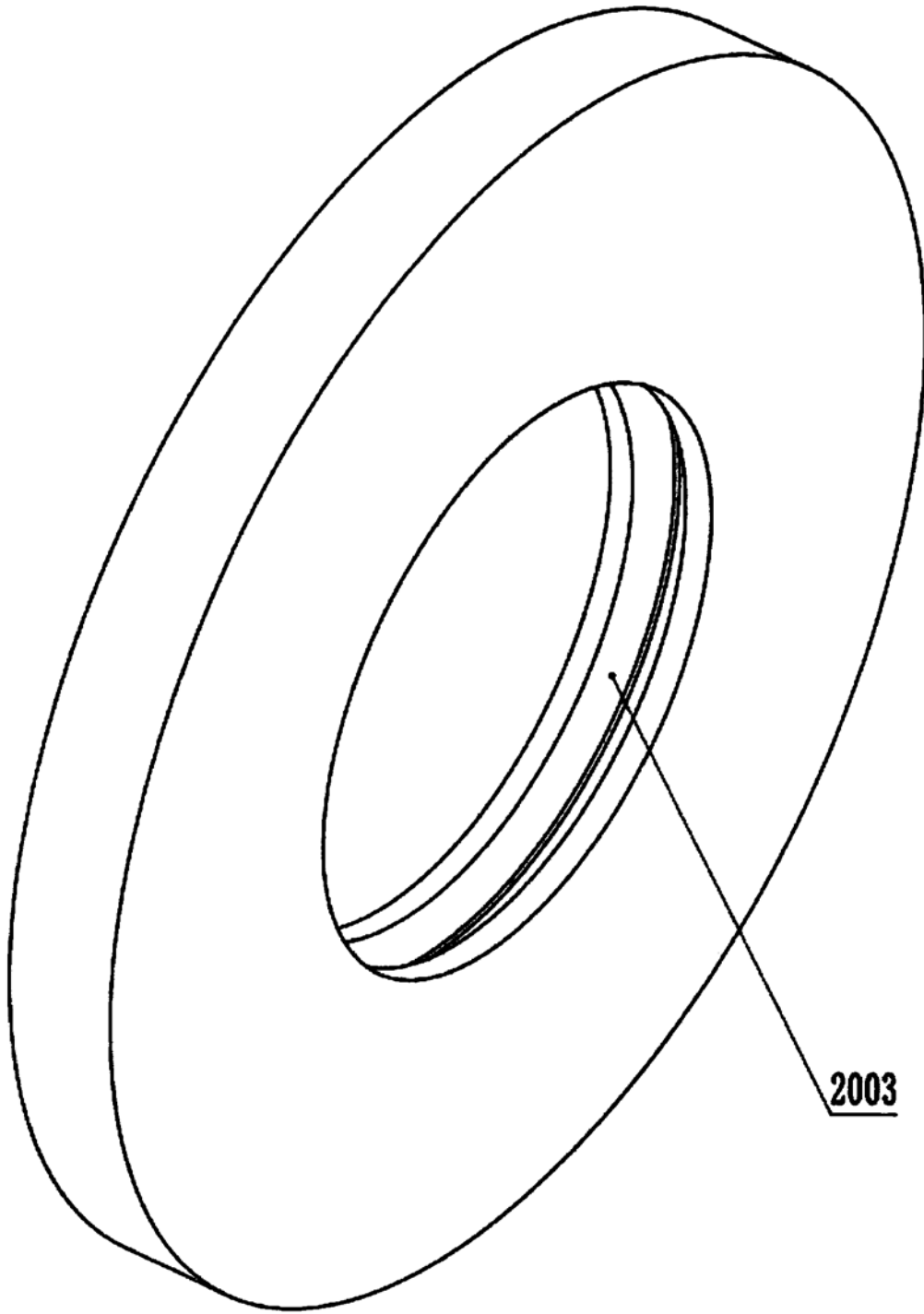


图11