



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105736644 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201610164017.X

(22)申请日 2016.03.22

(71)申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 王三民 郝立峰 司艳新 蔡鑫

姜景明 陈森 陈群 裴安

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 陈星

(51) Int. Cl.

F16H 1/32(2006.01)

F16H 55/08(2006.01)

F16H 57/02(2012.01)

F16H 57/08(2006.01)

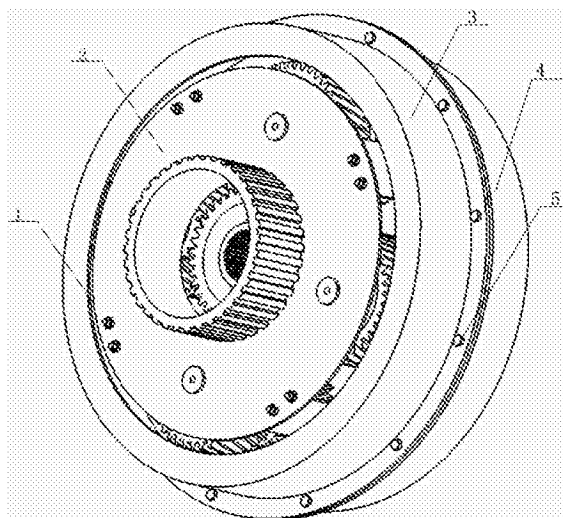
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器

## (57)摘要

本发明公开了一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器,由行星架、壳体和太阳轮、行星轮及内齿圈组成;人字齿轮减速器的齿轮均采用分体式,太阳轮的上下齿轮接合面之间有用用于定位的定位槽和定位块,可调节错齿相位;行星轮上下齿轮接合面之间有用用于安装定位的定位槽和定位块,可调节错齿相位;内齿圈上下齿圈通过接合面之间的矩形块和矩形槽进行连接,可调节错齿相位;壳体与内齿圈组装,通过行星架顶板部分的矩形花键实现扭矩输出。通过人字齿轮错齿相位调节,使人字齿轮传动两侧齿轮啮合刚度峰-谷叠加,减小啮合刚度波动系数,有效地提高了系统的均载特性。减速器具有运转平稳、传递扭矩大的特点,特别适用于大功率发动机减速器。



1. 一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器,其特征在于:包括太阳轮、行星轮、内齿圈、行星架、减速器壳体,所述太阳轮为输入端,太阳轮的上齿轮与下齿轮接合面上分别设有太阳轮定位槽与太阳轮定位块,用来调节错齿相位,太阳轮轴孔内侧有渐开线花键,太阳轮与输入轴通过渐开线花键相连接,且渐开线花键的花键数与传动的行星轮的齿数相同,实现人字齿两侧啮合相位的调节;所述行星轮的上齿轮与下齿轮接合面上分别设有行星轮定位块和多个行星轮定位槽,用来调节错齿相位,且行星轮中心孔与滑动轴承为过盈配合;所述内齿圈由上齿圈和下齿圈组成,上齿圈一端沿周向均布有矩形凸块,下齿圈一端沿周向均布有矩形槽,矩形槽和矩形凸块的数量为行星轮齿数的二倍,上齿圈矩形凸块与下齿圈矩形槽配合实现周向和横向定位,上齿圈与下齿圈的另一端沿周向分别设有若干个上齿圈弧形槽和下齿圈弧形槽;所述行星架包括顶板、底板、行星架支板,顶板中间有突出的矩形花键,顶板上沿矩形花键周向均布顶板圆孔,且与底板上的四个底板圆孔同轴配合,顶板上周向有行星架定位块与顶板圆孔间隔设置,行星架定位块的两侧有通孔,底板上周向固定有行星架支板,行星架支板上的行星架定位槽两侧有通孔,底板与顶板通过行星架支板和螺栓连接,顶板中间突出的矩形花键实现扭矩输出;所述减速器壳体由减速器上壳体与减速器下壳体组成,减速器上壳体内有上壳体弧形块与上齿圈弧形槽配合安装,减速器下壳体内壁面设有下壳体弧形块与下齿圈弧形槽过渡配合,减速器下壳体底部均布有多个螺孔,减速器下壳体外端中间有突出的壳体矩形花键,减速器上壳体与减速器下壳体扣合通过紧固螺栓连接。

2. 根据权利要求1所述的错齿相位可调行星人字齿轮减速器,其特征在于:所述行星轮数量为2~5个。

3. 根据权利要求1所述的错齿相位可调行星人字齿轮减速器,其特征在于:太阳轮、行星轮、内齿圈的齿形均为人字齿。

## 一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种齿轮传动减速装置,具体地说,涉及一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器。

### 背景技术

[0002] 行星齿轮传动具有功率分路传递的特点,特别适合于高速重载设备中,且已广泛地应用于航空、船舶、能源、轧钢等工业领域。行星齿轮传动的路径是从太阳轮输入经行星轮汇聚到行星架输出,依靠多个行星轮来实现轮系的动力分流传动。对于航空、船舶的传动系统,除了具有高速重载的特点,还要求传动系统具有振动噪声小、可靠性高,功率与重量比值大的特点。行星齿轮传动中的齿轮既可以是直齿齿轮,也可以是斜齿齿轮或人字齿齿轮;由于人字齿行星齿轮传动不存在轴向推力,而且承载能力在三种轮齿中最大,是目前研究及应用的重点。传统的人字齿轮设计中,轮齿的左、右对称结构造成其加工操作困难。

[0003] 专利104141745A中公开了“一种星型人字齿轮减速器”,该减速器虽然解决了星型人字齿轮传动系统的装配困难问题,但由于人字齿轮两侧对称,造成两侧轮齿啮合刚度相位一致,因而导致两侧啮合刚度的峰-峰叠加、谷-谷叠加,使刚度波动程度变大,造成齿轮传动的振动与噪声变大。另外,人字齿轮对称轮齿在啮合时两侧轮齿同时进入啮合和同时退出啮合,使得两侧啮合冲击力叠加,也会导致振动及噪声进一步增大。

### 发明内容

[0004] 为了避免现有技术存在的不足,本发明提出一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器,通过人字齿轮错齿相位调节,使人字齿轮传动两侧齿轮的啮合刚度峰-谷叠加,减小啮合刚度波动系数,达到减振降噪的目的,有效地提高了系统的均载特性。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:包括太阳轮、行星轮、内齿圈、行星架、减速器壳体,所述太阳轮为输入端,太阳轮的上齿轮与下齿轮接合面上分别设有太阳轮定位槽与太阳轮定位块,用来调节错齿相位,太阳轮轴孔内侧有渐开线花键,太阳轮与输入轴通过渐开线花键相连接,且渐开线花键的花键数与传动的行星轮的齿数相同,实现人字齿两侧啮合相位的调节;所述行星轮的上齿轮与下齿轮接合面上分别设有行星轮定位块和多个行星轮定位槽,用来调节错齿相位,且行星轮中心孔与滑动轴承为过盈配合;所述内齿圈由上齿圈和下齿圈组成,上齿圈一端沿周向均布有矩形凸块,下齿圈一端沿周向均布有矩形槽,矩形槽和矩形凸块的数量为行星轮齿数的二倍,上齿圈矩形凸块与下齿圈矩形槽配合实现周向和横向定位,上齿圈与下齿圈的另一端沿周向分别设有若干个上齿圈弧形槽和下齿圈弧形槽;所述行星架包括顶板、底板、行星架支板,顶板中间有突出的矩形花键,顶板上沿矩形花键周向均布顶板圆孔,且与底板上的四个底板圆孔同轴配合,顶板上周向有行星架定位块与顶板圆孔间隔设置,行星架定位块的两侧有通孔,底板上周向固定有行星架支板,行星架支板上的行星架定位槽两侧有通孔,底板与顶板通过行星架支板和螺栓连接,顶板中间突出的矩形花键实现扭矩输出;所述减速器壳体由减速器上壳体与减速器下

壳体组成,减速器上壳体内有上壳体弧形块与上齿圈弧形槽配合安装,减速器下壳体内壁面设有下壳体弧形块与下齿圈弧形槽过渡配合,减速器下壳体底部均布有多个螺孔,减速器下壳体外端中间有突出的壳体矩形花键,减速器上壳体与减速器下壳体扣合通过紧固螺栓连接。

[0006] 所述行星轮数量为2~5个。

[0007] 太阳轮、行星轮、内齿圈的齿形均为人字齿。

[0008] 有益效果

[0009] 本发明提出的一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器,通过人字齿轮错齿相位调节,可使人字齿轮传动两侧齿轮啮合刚度峰-谷叠加,减小啮合刚度波动系数,达到减振降噪的目的,有效地提高了系统的均载特性。

[0010] 本发明错齿相位可调行星人字齿轮减速器,所有人字齿轮均采用分体式,使得加工难度降低,制造成本下降。错齿相位可调行星人字齿轮减速器具有运转平稳、传递扭矩大的特点,适用于发动机减速器,特别适用于大功率发动机减速器。

## 附图说明

[0011] 下面结合附图和实施方式对本发明一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器作进一步详细说明。

[0012] 图1为本发明错齿相位可调行星人字齿轮减速器示意图。

[0013] 图2为本发明减速器的太阳轮结构示意图。

[0014] 图3为本发明减速器的行星轮结构示意图。

[0015] 图4为本发明减速器的行星架顶板示意图。

[0016] 图5为本发明减速器的行星架底板示意图。

[0017] 图6为本发明减速器的太阳轮与行星轮安装部位示意图。

[0018] 图7、图8为本发明减速器的上齿圈结构示意图。

[0019] 图9、图10为本发明减速器的下齿圈结构示意图。

[0020] 图11、图12为本发明减速器的下壳体结构示意图。

[0021] 图13为本发明减速器的上壳体结构示意图。

[0022] 图14为本发明减速器的行星轮错齿相位示意图。

[0023] 图中:

[0024] 1.行星架 2.顶板 3.减速器上壳体 4.减速器下壳体 5.紧固螺栓 6.太阳轮定位槽7.渐开线花键 8.太阳轮定位块 9.太阳轮 10.行星轮 11.行星轮定位槽12.行星轮定位块 13.行星架支板 14.顶板圆孔 15.行星架定位块 16.底板圆孔17.行星架定位槽 18.底板 19.矩形花键 20.滑动轴承 21.上齿圈 22.上齿圈弧形槽23.矩形凸块 24.定位凸缘 25.矩形槽 26.定位凹槽 27.下齿圈弧形槽 28.下齿圈29.下壳体弧形块 30.壳体螺孔 31.壳体矩形花键 32.上壳体弧形块

## 具体实施方式

[0025] 本实施例是一种错齿相位可调行星人字齿轮减速器。

[0026] 参阅图1~图14,本实施例错齿相位可调行星人字齿轮减速器,由太阳轮9、行星轮

10、行星架1和内齿圈及减速器壳体组成,太阳轮9、行星轮10和内齿圈中的齿形均为入字齿。行星人字齿轮减速器由太阳轮9输入,经行星轮10到由行星架顶板2、行星架底板18组成的行星架输出,通过多个行星轮10实现轮系动力分流传动。太阳轮9为输入端,太阳轮的上齿轮与下齿轮接合面上分别设有太阳轮定位槽6与太阳轮定位块8,用来调节错齿相位,太阳轮的上齿轮与下齿轮由太阳轮定位槽6与太阳轮定位块8定位后完成装配,太阳轮轴孔内侧有渐开线花键7,太阳轮9与输入轴通过渐开线花键7相连接,且渐开线花键的花键数与传动的行星轮的齿数相等,其中内花键的一个键槽中心与太阳轮端面的齿槽中心对应,此键槽成为基准键槽。

[0027] 行星轮10数量可选用2~5个,本实施例采用4个行星轮10。行星轮10的上齿轮与下齿轮接合面上分别设置有行星轮定位槽11和行星轮定位块12,行星轮10的上齿轮与下齿轮通过行星轮定位槽11和行星轮定位块12定位后组装而成;行星轮定位槽11为多个,用来调节错齿相位;第一个定位槽对应的错齿相位为0,第(n+1)个定位槽对应的错齿相位为 $2n\pi \bmod(z_s/z_1)$ , $z_s$ 为太阳轮的齿数, $z_1$ 为太阳轮上的花键齿数;行星轮10中心孔与整体式滑动轴承20之间为过盈配合装配在一起;滑动轴承20通过顶板圆孔14和行星架底板圆孔16与行星架10连接在一起。

[0028] 行星架由顶板2、底板18、行星架支板13组成,顶板2中间有突出的矩形花键19,顶板2上沿矩形花键周向均布顶板圆孔14,且与底板18上的四个底板圆孔16同轴配合,顶板2上周向有行星架定位块15与顶板圆孔14间隔设置,行星架定位块15的两侧有通孔;底板18上周向固定有四个行星架支板13,每个行星架支板13上的行星架定位槽17两侧有通孔,底板18与顶板2通过行星架支板13和螺栓固定连接,顶板2与顶板2中间突出的矩形花键19为整体结构,突出的矩形花键19实现扭矩输出。

[0029] 内齿圈由上齿圈21和下齿圈28组成,上齿圈21一端沿周向均布设有矩形凸块23,下齿圈28一端沿周向均布设有矩形槽25,矩形槽25和矩形凸块23的数量为行星轮10齿数的二倍,且上齿圈21中一矩形凸块中心和端面中心对应,此矩形凸块为基准凸块;下齿圈28一矩形槽中心与齿圈端面中心对应,此矩形槽为基准槽;上齿圈21和下齿圈28经定位凸缘24和定位凹槽26定位后,通过矩形凸块23和矩形槽25配合固连成整体;在上齿圈21与下齿圈28的另一端沿周向分别设置有若干个上齿圈弧形槽22和下齿圈弧形槽27。减速器壳体由减速器上壳体3与减速器下壳体4组成,减速器上壳体3内加工有上壳体弧形块32与上齿圈弧形槽22配合安装,减速器下壳体4内壁面加工有下壳体弧形块29与下齿圈弧形槽27过渡配合,减速器下壳体4底部均布有多个螺孔,减速器下壳体4外端中间有突出的壳体矩形花键31,减速器上壳体3与减速器下壳体4扣合通过紧固螺栓5固定连接。

[0030] 本实施例中,对于错齿相位的调节,在装配太阳轮9时,太阳轮10的上齿轮的基准键槽相对于下齿轮的基准键槽转动整数n个渐开线花键的齿距,使太阳轮9完成 $\psi_1$ 相位的错齿;在行星轮10装配时,选取特定的行星轮定位槽11中的第(n+1)个定位槽和行星轮定位块12完成 $\psi_2$ 相位的错齿;对于内齿圈,上齿圈的基准凸块相对于下齿圈的基准凹槽同样旋转整数2n个矩形凸块23对应的齿距,产生 $\psi_3$ 相位的错齿。对于 $\psi_1$ 、 $\psi_2$ 、 $\psi_3$ 的说明如下:

$$[0031] \quad \psi_1 = 2n\pi \bmod \left( \frac{z_s}{z_1} \right) \quad (1)$$

$$[0032] \quad \psi_2 = 2n\pi \bmod\left(\frac{z_s}{z_1}\right) = \psi_1 \quad (2)$$

$$[0033] \quad \psi_3 = 2n\pi \times \bmod\left(\frac{2\pi z_r}{z_2}\right) = 2n\pi \times \bmod\left(\frac{2(z_s + z_p)}{z_2}\right) \quad (3)$$

[0034] 式中,  $z_1$ 为太阳轮上花键齿数;  $z_2$ 为内齿圈矩形槽数;  $z_s$ 为太阳轮齿数;

[0035]  $z_p$ 为行星轮齿数;  $z_r$ 为内齿圈齿数;  $\bmod$ 为取数字的小数部分;

[0036] 由于取太阳轮花键数  $z_1 = z_p$ , 内齿圈矩形槽数  $z_2 = 2z_{pi}$ , 因而代入上式可得到:

$$[0037] \quad \psi_3 = 2n\pi \times \bmod\left(\frac{2(z_s + 2z_p)}{2z_p}\right) = 2n\pi \times \bmod\left(\frac{z_s}{z_p}\right) = \psi_1 \quad (4)$$

[0038] 因而得到错齿的相位角  $\psi_1 = \psi_2 = \psi_3$ 。这样就使得人字齿两侧啮合相位峰—谷叠加, 啮合刚度波动系数减小, 从而提高齿轮传动系统的动载特性, 使得传动更加平稳。

[0039] 如图14所示, 以行星轮的错齿为例示意了错齿相位角的含义。

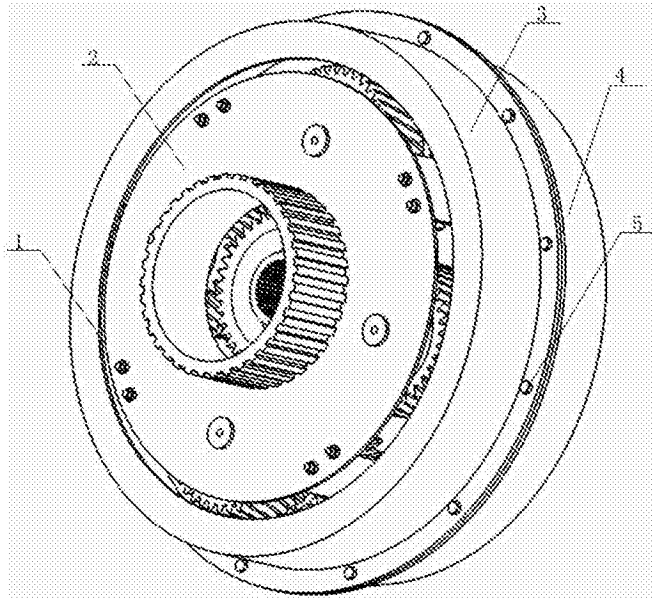


图1

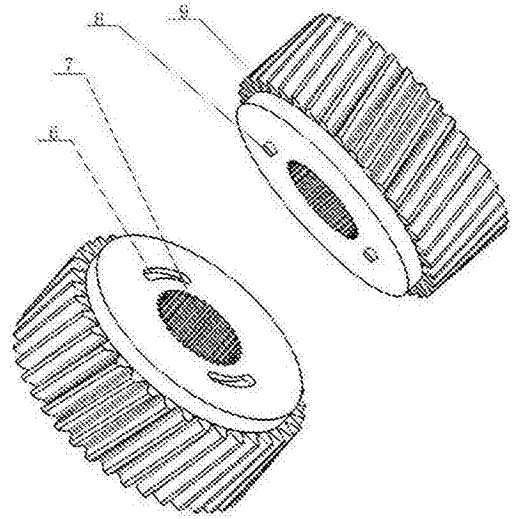


图2

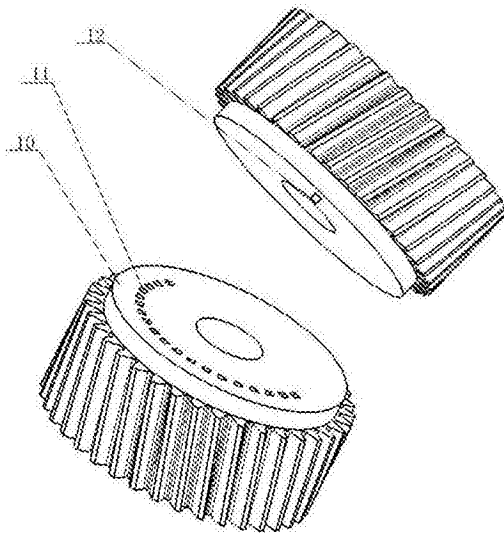


图3

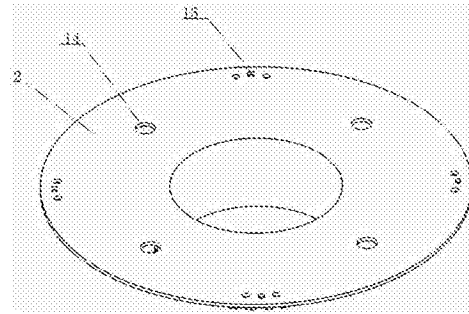


图4

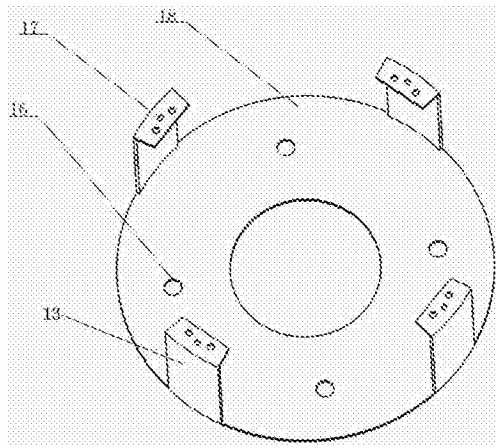


图5

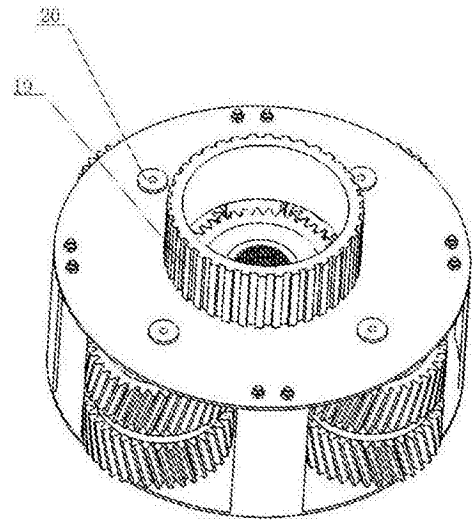


图6

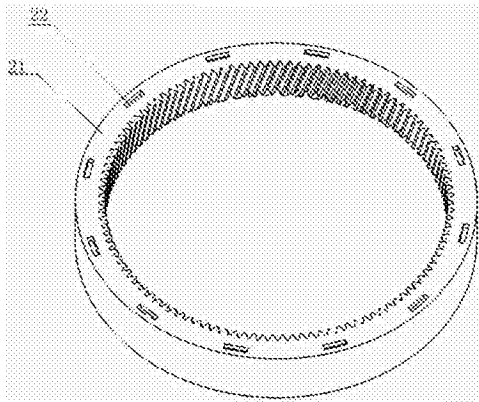


图7

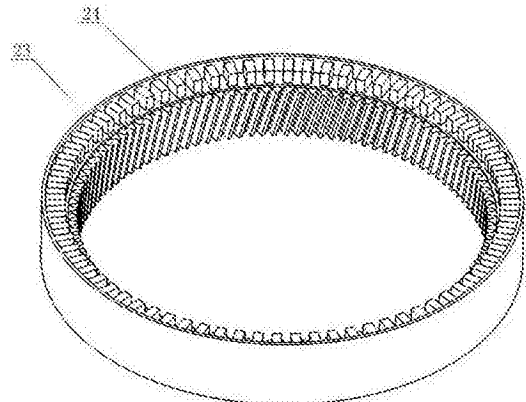


图8

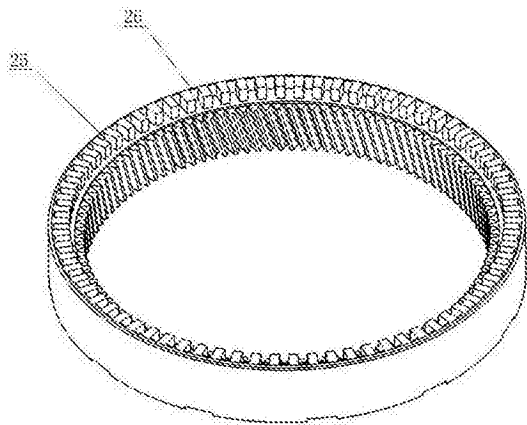


图9

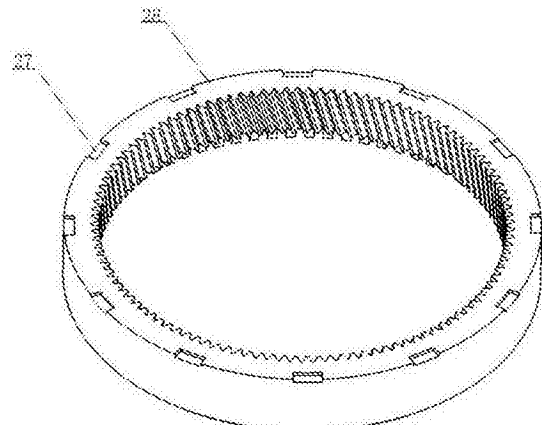


图10



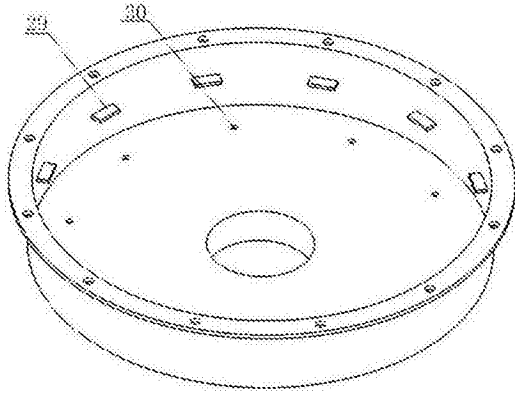


图11

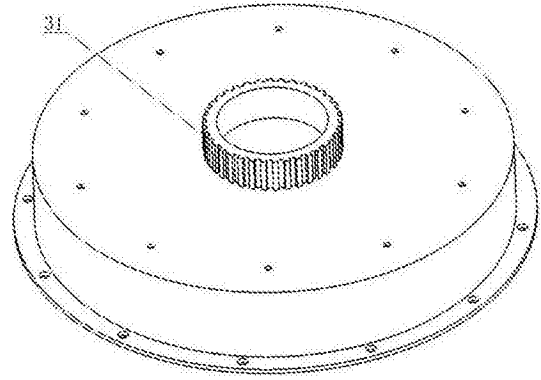


图12

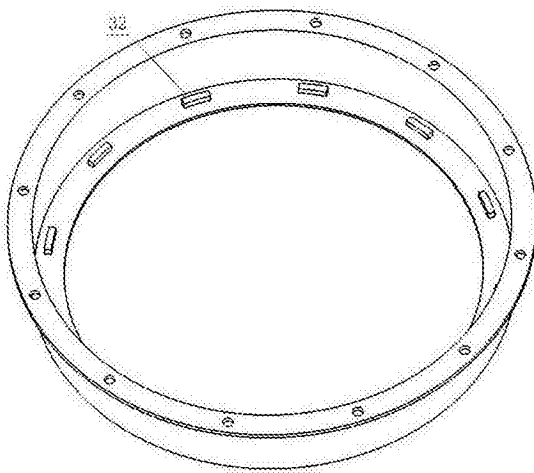


图13

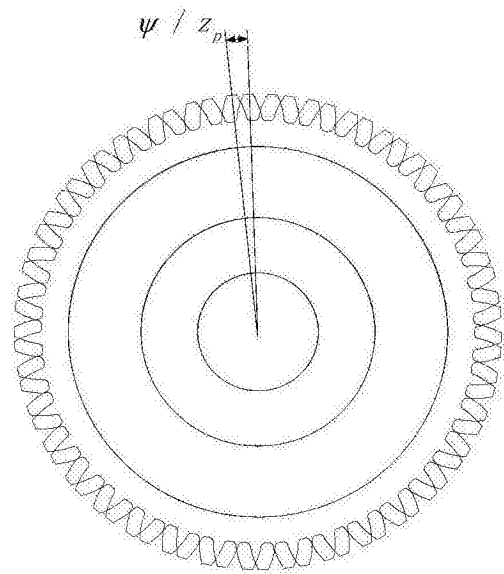


图14