



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106523599 A

(43)申请公布日 2017. 03. 22

(21)申请号 201611181071.1

(22)申请日 2016.12.20

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 卜王辉 李嘉

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 褚明伟

(51)Int.Cl.

F16H 1/32(2006.01)

F16H 55/08(2006.01)

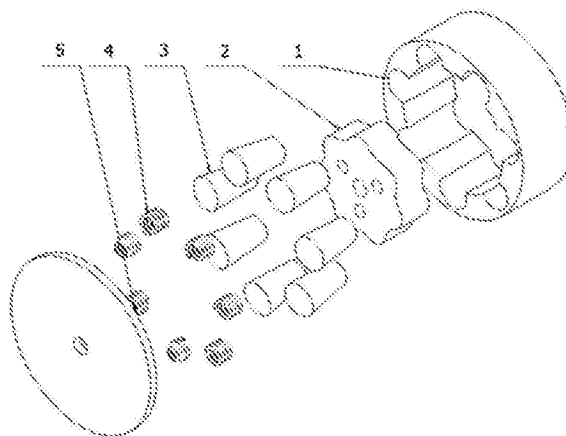
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

摆线针轮传动装置的修形方法及摆线针轮传动装置

(57)摘要

本发明涉及摆线针轮传动装置的修形方法及摆线针轮传动装置。摆线针轮传动装置包括壳体、摆线齿轮、针齿、弹簧及端盖，壳体在内侧壁开设有用于放置针齿的针齿槽，摆线齿轮放置在壳体中心，针齿放置于针齿槽内，且针齿同时与摆线齿轮及针齿槽接触，针齿为圆台形针齿，针齿槽内表面为倾斜圆柱面，端盖连接在壳体上，弹簧设置在各针齿的大端面与端盖之间，针齿的锥度角 Φ 满足： $0 < \Phi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$ ， μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数，针齿槽圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿的锥度。与现有技术相比，本发明能够弥补制造误差和工作磨损带来的摆线齿轮与针齿之间的间隙缺陷，能够使所有针齿都与摆线齿轮保持接触，从而显著提高摆线针轮传动的承载能力和传动精度。



1. 一种摆线针轮传动装置的修形方法,使摆线针轮传动装置中所有针齿都与摆线齿轮始终保持接触,并且自动消除因工作磨损造成的齿侧间隙,提高摆线针轮传动的承载能力和传动精度,其特征在于:

将传统摆线针轮传动装置中的圆柱形针齿改为圆台形针齿,并在各针齿大端面配有弹簧及固定弹簧的端盖,将传统摆线针轮传动装置中壳体上针齿槽的水平圆柱面改为倾斜圆柱面;

将圆台形针齿锥度角 φ 角限定在: $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,

其中 μ 为壳体针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,

将针齿槽圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿的锥度,与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

2. 根据权利要求1所述的一种摆线针轮传动装置的修形方法,其特征在于,所述修形后的针齿、壳体、摆线齿轮、弹簧、端盖的连接关系为:安装各针齿时,将针齿一条母线与壳体上的针齿槽平行对齐后插入,插入后各针齿均有一条母线紧靠在壳体针齿槽的圆柱面上;选择某一个针齿作为初始啮合针齿,将摆线齿轮齿根处圆柱面紧靠该针齿内侧母线放入,该针齿与摆线齿轮表面应完全贴合;弹簧对应安装在每个针齿大端面的轴线处,最后再将端盖安装好;实际应用时,输入曲轴与摆线齿轮的中心孔配合,输出机构与摆线齿轮除中心孔外的圆周孔配合。

3. 一种摆线针轮传动装置,其特征在于,包括壳体(1)、摆线齿轮(2)、针齿(3)、弹簧(4)及端盖(5),所述的壳体(1)内部中空,并在内侧壁开设有用于放置针齿(3)的针齿槽(11),所述的摆线齿轮(2)放置在壳体(1)中心,所述的针齿(3)放置于针齿槽(11)内,且针齿(3)同时与摆线齿轮(2)及针齿槽(11)接触,所述的针齿(3)为圆台形针齿,所述的针齿槽(11)内表面为倾斜圆柱面,所述的端盖(5)连接在壳体(1)上针齿槽(11)倾斜圆柱面大端面的一侧,所述的弹簧(4)设置在各针齿(3)的大端面与端盖(5)之间。

4. 根据权利要求3所述的一种摆线针轮传动装置,其特征在于,所述的针齿(3)的锥度角 φ 角为: $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,其中 μ 为针齿槽(11)与针齿(3)相接触表面的摩擦系数,针齿槽(11)圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿(3)的锥度,即 $\theta = \varphi$,与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

5. 根据权利要求3所述的一种摆线针轮传动装置,其特征在于,所述的摆线齿轮(2)上设有用于与输入曲轴配合的中心孔(21),及设置在中心孔(21)周围用于与输出机构配合的圆周孔(22)。

6. 根据权利要求3所述的一种摆线针轮传动装置,其特征在于,所述的针齿(3)共设有7个。

摆线针轮传动装置的修形方法及摆线针轮传动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及精密减速器领域,尤其是涉及一种摆线针轮传动装置的修形方法及摆线针轮传动装置。

背景技术

[0002] 摆线针轮传动是一种利用摆线齿轮和针齿啮合实现动力传递的装置。从几何上看,摆线齿轮与所有针齿都接触;从力学上看,有一半数目的针齿参与动力传递,因此理论上说,摆线针轮传动具有承载能力大、传动精度高、装置体积小等许多优点。目前,摆线针轮传动广泛地应用于工业机器人关节用高精度减速器,比如日本Nabtesc公司的RV减速器就采用了摆线针轮传动。

[0003] 但是,由于制造误差以及工作磨损,实际摆线针轮传动中往往不是所有针齿都能与摆线齿轮接触,部分针齿与摆线齿轮之间存在间隙,仅有少数针齿与摆线齿轮相接触而传递动力,导致以下不良情况:(1)这几对相互接触的轮齿承受过大载荷而容易断裂及疲劳失效;(2)间隙产生针齿与摆线齿轮之间的冲击碰撞,发出噪声,引起振动;(3)间隙降低了摆线针轮传动的精度和刚度。

[0004] 目前,国内外不少技术人员采用多种方法试图解决上述问题。对摆线齿轮的传统修形方法有:移距修形法、等距修形法、转角修形法。有不少技术人员在这三种方法的基础上改进修形方法,例如,何卫东和李力行于2000年在《机械工程学报》(2000年3月第36卷第3期)的论文“机器人用高精度RV减速器中摆线轮的优化新齿形”提出了对摆线齿轮进行负等距与负移距优化组合的修形方法。关天明在《中国机械工程》(2002年10月)的论文“摆线针轮行星传动中摆线轮最佳修形量的确定方法”中提出了“负移距+正等距”修形方法,推导出了摆线齿轮最佳修形量的计算公式。赵博等在《机械传动》(2015年12月第39卷第12期)的论文“机器人RV减速器摆线轮修形的理论研究”中提出了一种基于单齿无侧隙失配修形理论的抛物线修形方法。这些方法计算修形量复杂,尺寸精度要求高,加工难度大,更重要地是,这些方法无法适用于摆线针轮传动过程中因磨损造成间隙而产生的不良状况。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种摆线针轮传动装置的修形方法及摆线针轮传动装置,本发明修形方法无需摆线齿轮齿廓修形,且本发明修形方法能够使摆线针轮传动装置中所有针齿都与摆线齿轮保持接触,从而显著提高承载能力和传动精度,可以应用于工业机器人关节用高精度减速器中的摆线针轮传动。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 本发明技术方案一:

[0008] 一种摆线针轮传动装置的修形方法,用于摆线针轮传动装置,传统的摆线针轮传动装置包括壳体、针齿及摆动齿轮,本发明修形方法能够使摆线针轮传动装置中所有针齿都与摆线齿轮始终保持接触,并且能够自动消除因工作磨损造成的齿侧间隙,从而提高摆

线针轮传动的承载能力和传动精度,

[0009] 将传统摆线针轮传动装置中的圆柱形针齿改为圆台形针齿,并在各针齿大端面配有弹簧及固定弹簧的端盖;

[0010] 将传统摆线针轮传动装置中壳体上针齿槽的水平圆柱面改为倾斜圆柱面;

[0011] 利用圆台形针齿圆台的锥度,当针齿与摆线齿轮出现间隙时,针齿可以在弹簧力的作用下沿已修形的壳体针齿槽作轴向移动,从而自动补偿间隙;考虑到弹簧力可能不足以抵抗摆线齿轮啮合力的轴向分力,为避免针齿受摆线齿轮的啮合力推动而发生轴向窜动,本发明根据摩擦自锁原理,提出圆台形针齿锥度角 φ 角的设计要求为 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,其中 μ 为壳体针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数;

[0012] 锥度角 φ 角是根据针齿受力分析而确定的,受力分析中摆线齿轮对针齿产生啮合力 F ,针齿与针齿槽内壁有摩擦,摩擦力为 f_v 。当满足摩擦自锁的条件,针齿不会在啮合力 F 的轴向分力 $F \cos \varphi$ 的作用下窜动;为得到 φ 角的设计要求,做如下力学计算:

[0013] 壳体针齿槽对针齿的摩擦阻力为 $f_v = \frac{\pi}{2} \mu F \cos \varphi$,

[0014] 其中 μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,因针齿槽与针齿接触面近似为半圆柱面,所以摩擦力为平面接触的 $\frac{\pi}{2}$ 倍。

[0015] 当 $f_v \geq F \sin \varphi$ 时,针齿将发生摩擦自锁,解不等式得 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$ 。

[0016] 即本发明所述修形方案的针齿 φ 角需要满足 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$ 。

[0017] 针齿槽圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿的锥度,即 $\theta = \varphi$ 。与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

[0018] 修形后的针齿、壳体、摆线齿轮、弹簧、端盖的连接关系为:安装各针齿时,将针齿一条母线与壳体上的针齿槽平行对齐后插入,插入后各针齿均有一条母线紧靠在壳体针齿槽的圆柱面上;选择某一个针齿作为初始啮合针齿,将摆线齿轮齿根处圆柱面紧靠该针齿内侧母线放入,该针齿与摆线齿轮表面应完全贴合;弹簧对应安装在每个针齿大端面的轴线处,最后再将端盖安装好;实际应用时,输入曲轴与摆线齿轮的中心孔配合,输出机构与摆线齿轮除中心孔外的圆周孔配合。

[0019] 本发明技术方案二:

[0020] 一种摆线针轮传动装置,包括壳体、摆线齿轮、针齿、弹簧及端盖,所述的壳体内部中空,并在内侧壁开设有用于放置针齿的针齿槽,所述的摆线齿轮放置在壳体中心,所述的针齿放置于针齿槽内,且针齿同时与摆线齿轮及针齿槽接触,所述的针齿为圆台形针齿,所述的针齿槽内表面为倾斜圆柱面,所述的端盖连接在壳体上针齿槽倾斜圆柱面大端面的一侧,所述的弹簧设置在各针齿的大端面与端盖之间。

[0021] 所述的针齿的锥度角 φ 角为: $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,其中 μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,针齿槽圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿的锥度,即 $\theta = \varphi$,与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

[0022] 锥度角 φ 角是根据针齿受力分析而确定的,受力分析中摆线齿轮对针齿产生啮合力 F ,针齿与针齿槽内壁有摩擦,摩擦力为 f_v 。当满足摩擦自锁的条件,针齿不会在啮合力 F

的轴向分力 $F\cos\varphi$ 的作用下窜动;为得到 φ 角的设计要求,做如下力学计算:

[0023] 壳体针齿槽对针齿的摩擦阻力为 $f_{\varphi} = \frac{\pi}{2}\mu F\cos\varphi$,

[0024] 其中 μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,因针齿槽与针齿接触面近似为半圆柱面,所以摩擦力为平面接触的 $\frac{\pi}{2}$ 倍。

[0025] 当 $f_{\varphi} \geq F\sin\varphi$ 时,针齿将发生摩擦自锁,解不等式得 $0 < \varphi \leq \arctan\frac{\pi}{2}\mu$ 。

[0026] 即本发明所述修形方案的针齿 φ 角需要满足 $0 < \varphi \leq \arctan\frac{\pi}{2}\mu$ 。

[0027] 所述的摆线齿轮上设有用于与输入曲轴配合的中心孔,及设置在中心孔周围用于与输出机构配合的圆周孔。

[0028] 所述的针齿共设有7个。

[0029] 本发明的摆线针轮传动装置具有摩擦自锁功能,针齿具有自动调节功能,当由于制造误差或工作磨损导致某瞬时针齿与摆线齿轮之间有间隙时,针齿会在弹簧力作用下轴向运动而与摆线齿轮再次接触,从而弥补间隙。这种自动调节的方式可以保证所有针齿都与摆线齿轮始终接触。

[0030] 与现有技术相比,本发明具有的有益效果是:

[0031] 1、所提出的无需摆线齿轮修形的摆线针轮传动中针齿和壳体针齿槽的修形方法简便易行,能够弥补制造误差和工作磨损带来的摆线齿轮与针齿之间的间隙缺陷,使所有针齿都与摆线齿轮保持接触,从而显著提高摆线针轮传动的承载能力和传动精度,可以应用于工业机器人关节用高精度减速器中的摆线针轮传动。

[0032] 2、本发明的摆线针轮传动装置具有摩擦自锁功能,能够弥补制造误差和工作磨损带来的摆线齿轮与针齿之间的间隙缺陷,使所有针齿都与摆线齿轮保持接触,从而显著提高摆线针轮传动的承载能力和传动精度,可以应用于工业机器人关节用高精度减速器中的摆线针轮传动。

附图说明

[0033] 图1为针齿的立体结构示意图;

[0034] 图2为针齿的主视结构示意图;

[0035] 图3为针齿的俯视结构示意图;

[0036] 图4为摆线齿轮的立体结构示意图;

[0037] 图5为摆线齿轮的主视结构示意图;

[0038] 图6为摆线齿轮的侧视结构示意图;

[0039] 图7为壳体的立体结构示意图;

[0040] 图8为壳体的主视结构示意图;

[0041] 图9为壳体的侧面剖视结构示意图;

[0042] 图10为端盖及弹簧的结构示意图;

[0043] 图11为本发明的摆线针轮传动装置分解结构示意图;

[0044] 图12为本发明的摆线针轮传动装置装配完成后结构示意图;

[0045] 图13为本发明的摆线针轮传动装置装配完成后去除端盖结构示意图;

[0046] 图14为针齿受力分析示意图；

[0047] 图15为针齿动态调整示意图。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0049] 实施例

[0050] 一种摆线针轮传动装置的修形方法,用于摆线针轮传动装置,传统的摆线针轮传动装置包括壳体、针齿及摆动齿轮,本发明修形方法能够使摆线针轮传动装置中所有针齿都与摆线齿轮始终保持接触,并且能够自动消除因工作磨损造成的齿侧间隙,从而提高摆线针轮传动的承载能力和传动精度,

[0051] 将传统摆线针轮传动装置中的圆柱形针齿改为圆台形针齿,并在各针齿大端面配有弹簧及固定弹簧的端盖;

[0052] 将传统摆线针轮传动装置中壳体上针齿槽的水平圆柱面改为倾斜圆柱面;

[0053] 利用圆台形针齿圆台的锥度,当针齿与摆线齿轮出现间隙时,针齿可以在弹簧力的作用下沿已修形的壳体针齿槽作轴向移动,从而自动补偿间隙;考虑到弹簧力可能不足以抵抗摆线齿轮啮合力的轴向分力,为避免针齿受摆线齿轮的啮合力推动而发生轴向窜动,本发明根据摩擦自锁原理,提出圆台形针齿锥度角 φ 角的设计要求为 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,其中 μ 为壳体针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数;

[0054] 锥度角 φ 角是根据针齿受力分析而确定的,受力分析中摆线齿轮对针齿产生啮合力 F ,针齿与针齿槽内壁有摩擦,摩擦力为 f_v 。当满足摩擦自锁的条件,针齿不会在啮合力 F 的轴向分力 $F \cos \varphi$ 的作用下窜动;为得到 φ 角的设计要求,做如下力学计算:

[0055] 壳体针齿槽对针齿的摩擦阻力为 $f_v = \frac{\pi}{2} \mu F \cos \varphi$,

[0056] 其中 μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,因针齿槽与针齿接触面近似为半圆柱面,所以摩擦力为平面接触的 $\frac{\pi}{2}$ 倍。

[0057] 当 $f_v \geq F \sin \varphi$ 时,针齿将发生摩擦自锁,解不等式得 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$ 。

[0058] 即本发明所述修形方案的针齿 φ 角需要满足 $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$ 。

[0059] 针齿槽圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿的锥度,即 $\theta = \varphi$,与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

[0060] 一种摆线针轮传动装置,如图1-图13所示,包括壳体1、摆线齿轮2、针齿3、弹簧4及端盖5,壳体1内部中空,并在内侧壁开设有用于放置针齿3的针齿槽11,摆线齿轮2放置在壳体1中心,针齿3放置于针齿槽11内,且针齿3同时与摆线齿轮2及针齿槽11接触,针齿3为圆台形针齿,针齿槽11内表面为倾斜圆柱面,端盖5连接在壳体1上针齿槽11倾斜圆柱面大端面的一侧,弹簧4设置在各针齿3的大端面与端盖5之间。

[0061] 针齿3的锥度角 φ 角为: $0 < \varphi \leq \arctan \frac{\pi}{2} \mu$,其中 μ 为针齿槽11与针齿3相接触表面的摩擦系数,针齿槽11圆柱面的倾斜角度 θ 角等于针齿3的锥度,即 $\theta = \varphi$,与针齿槽轴线垂直的平面截针齿槽任一位置所得圆弧的直径与针齿大端直径相等。

[0062] 如图14所示,锥度角 φ 角是根据针齿受力分析而确定的,受力分析中摆线齿轮对针齿产生啮合力 F ,针齿与针齿槽内壁有摩擦,摩擦力为 f_v 。当满足摩擦自锁的条件,针齿不会在啮合力 F 的轴向分力 $F\cos\varphi$ 的作用下窜动;为得到 φ 角的设计要求,做如下力学计算:

[0063] 壳体针齿槽对针齿的摩擦阻力为 $f_v = \frac{\pi}{2}\mu F\cos\varphi$,

[0064] 其中 μ 为针齿槽与针齿相接触表面的摩擦系数,因针齿槽与针齿接触面近似为半圆柱面,所以摩擦力为平面接触的 $\frac{\pi}{2}$ 倍。

[0065] 当 $f_v \geq F\sin\varphi$ 时,针齿将发生摩擦自锁,解不等式得 $0 < \varphi \leq \arctan\frac{\pi}{2}\mu$ 。

[0066] 即本发明所述修形方案的针齿 φ 角需要满足 $0 < \varphi \leq \arctan\frac{\pi}{2}\mu$ 。

[0067] 摆线齿轮2上设有用于与输入曲轴配合的中心孔21,及设置在中心孔21周围用于与输出机构配合的圆周孔22。

[0068] 针齿3共设有7个。

[0069] 修形后的针齿、壳体、摆线齿轮、弹簧、端盖的连接关系为:安装各针齿时,将针齿一条母线与壳体上的针齿槽平行对齐后插入,插入后各针齿均有一条母线紧靠在壳体针齿槽的圆柱面上;选择某一个针齿作为初始啮合针齿,将摆线齿轮齿根处圆柱面紧靠该针齿内侧母线放入,该针齿与摆线齿轮表面应完全贴合;弹簧对应安装在每个针齿大端面的轴线处,最后再将端盖安装好;实际应用时,输入曲轴与摆线齿轮的中心孔配合,输出机构与摆线齿轮除中心孔外的圆周孔配合。

[0070] 如图15所示,本发明的摆线针轮传动装置具有摩擦自锁功能,针齿具有自动调节功能,当由于制造误差或工作磨损导致某瞬时针齿与摆线齿轮之间有间隙时,针齿会在弹簧力作用下轴向运动而与摆线齿轮再次接触,从而弥补间隙。这种自动调节的方式可以保证所有针齿都与摆线齿轮始终接触。

[0071] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

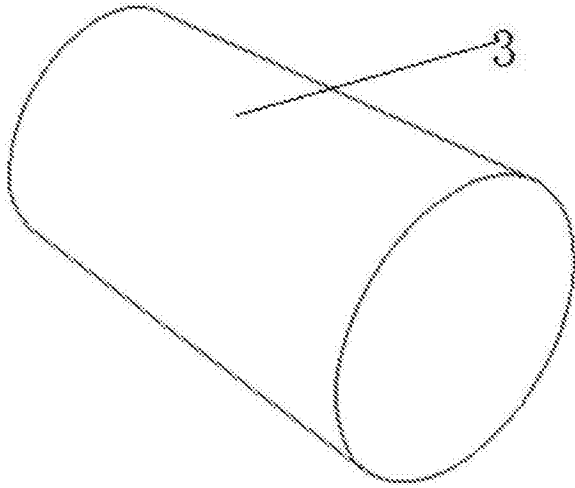


图1

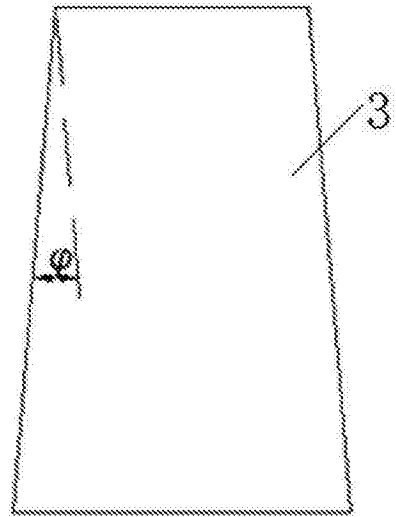


图2

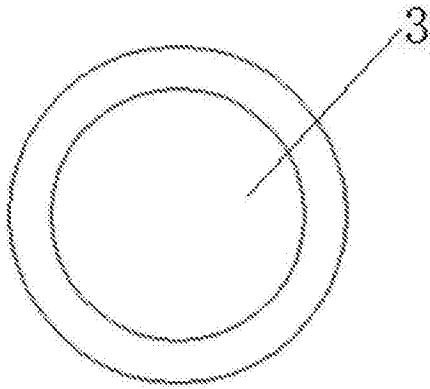


图3

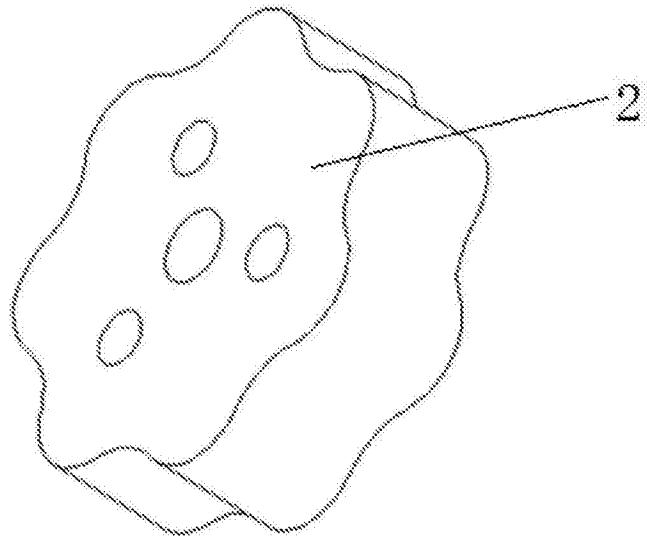


图4

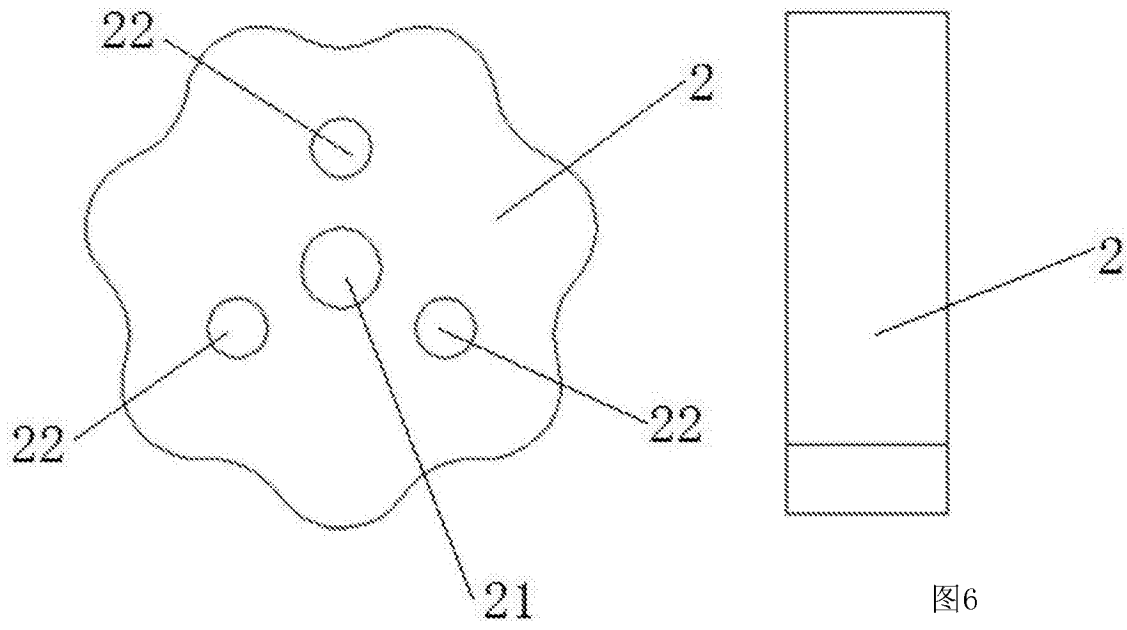


图5

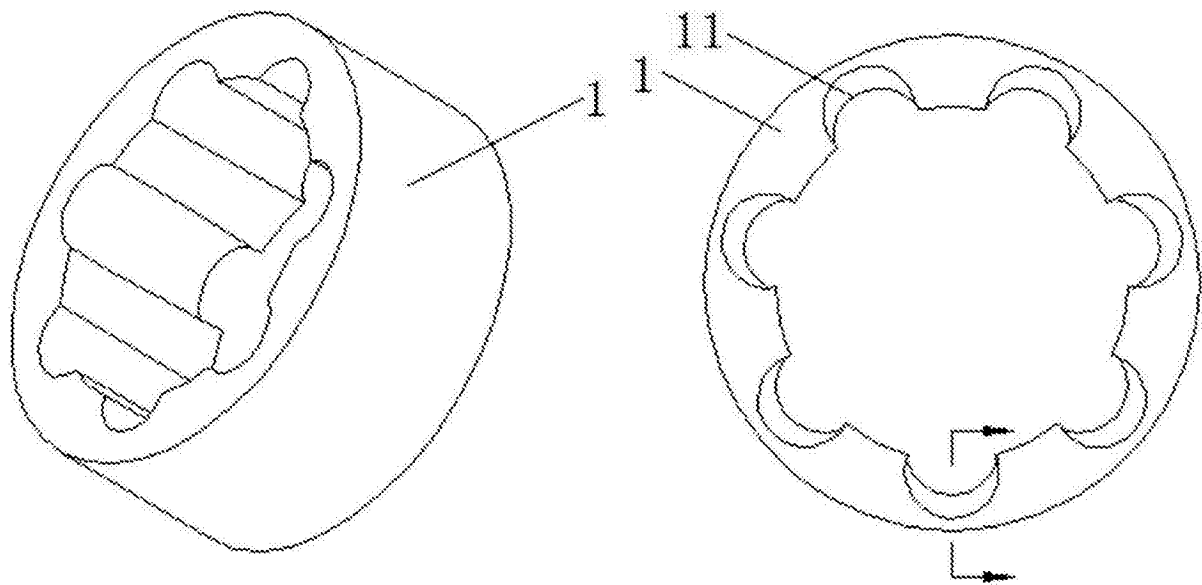


图7

图8

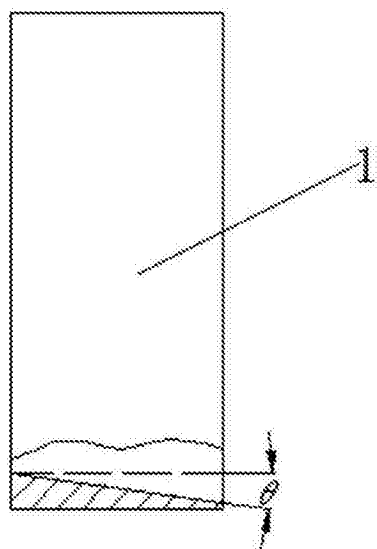


图9

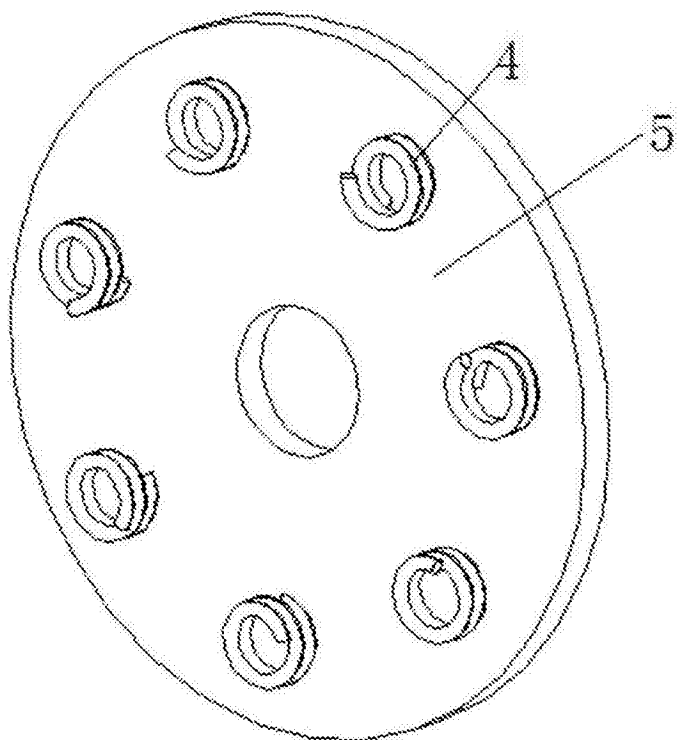


图10

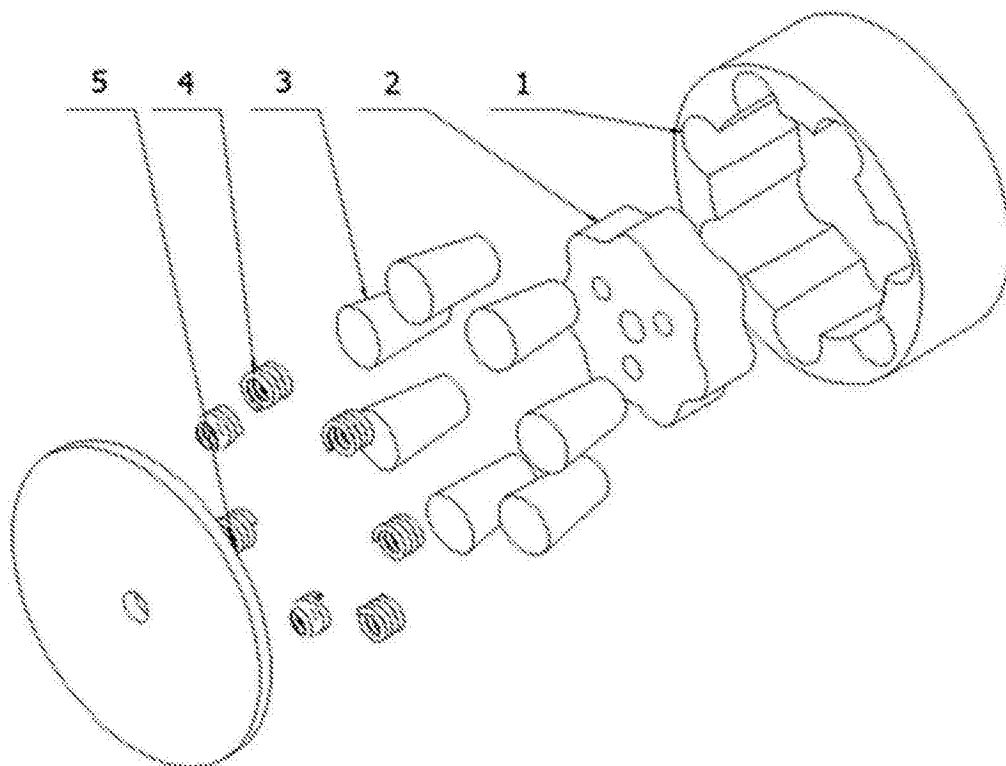


图11

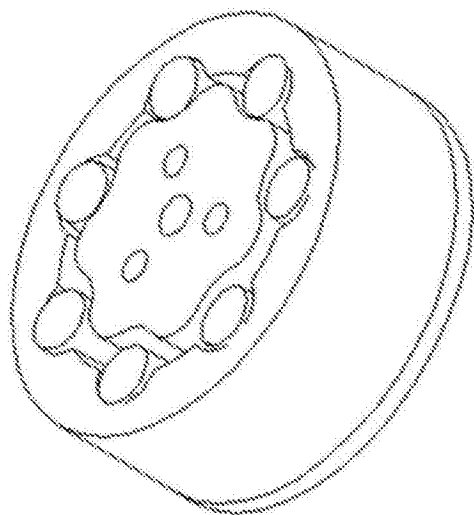


图12

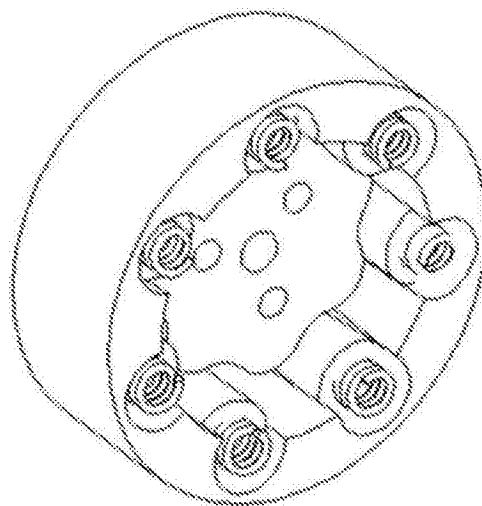


图13

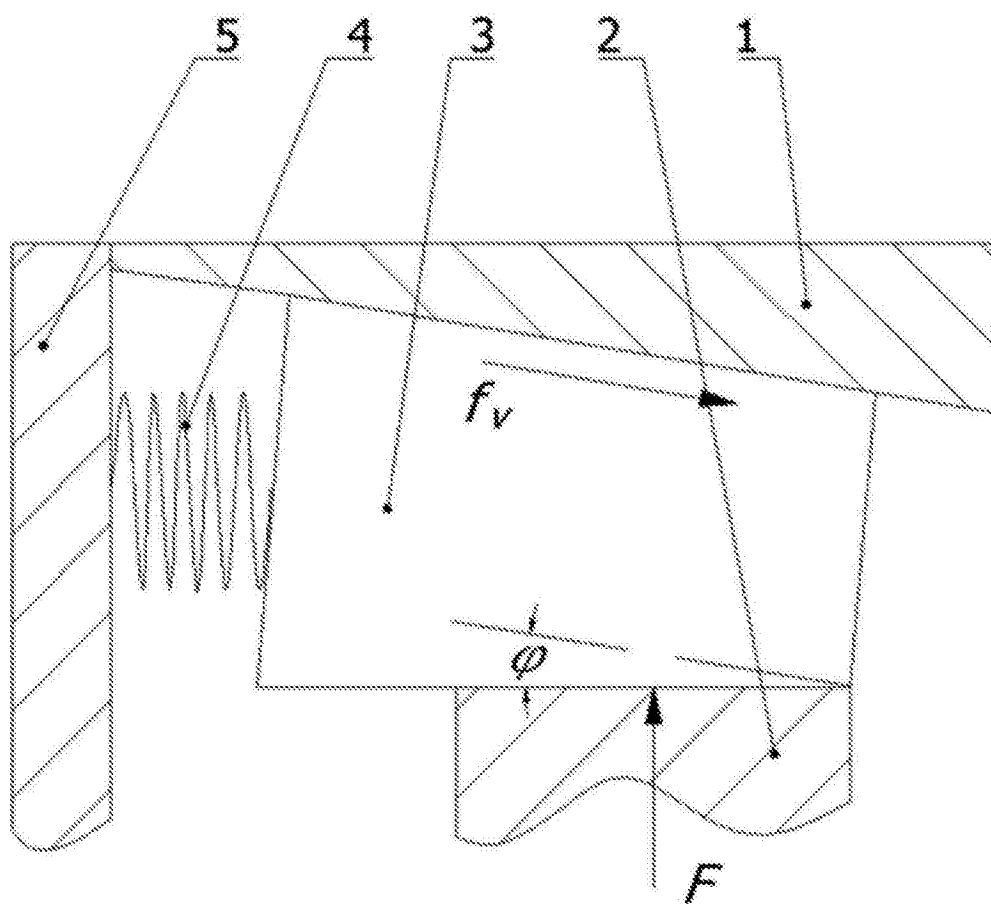


图14

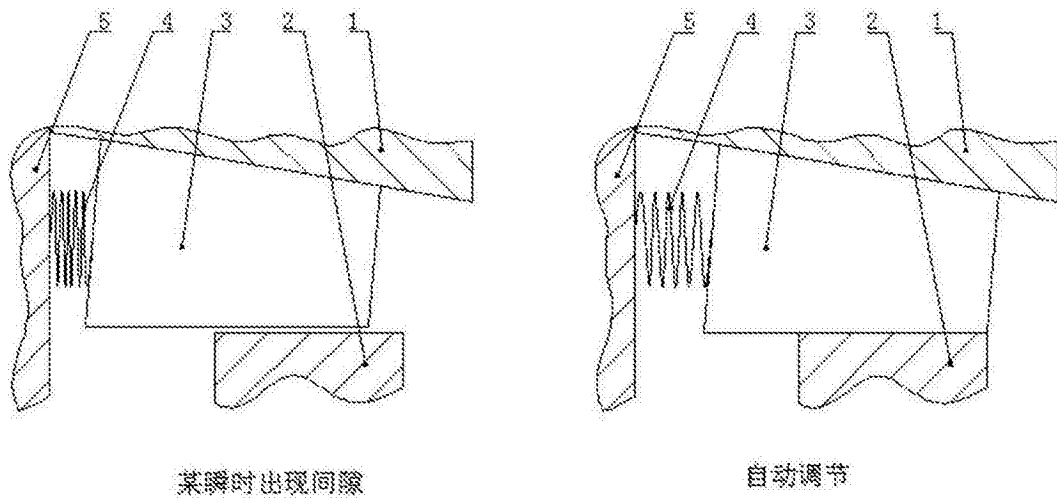


图15