



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116592109 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 15

(21) 申请号 202310813000.2

F16H 57/021 (2012.01)

(22) 申请日 2023.07.04

F16H 57/028 (2012.01)

(71) 申请人 柔昊精密科技(苏州)有限公司

F16H 57/038 (2012.01)

地址 215100 江苏省苏州市吴中区越溪街
道北官渡路50号2幢(产业园7号楼)南
1楼东侧A区

F16H 57/08 (2006.01)

(72) 发明人 金正己 胡牧原 张一雨

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理师 赵丽恒

(51) Int. Cl.

F16H 48/10 (2012.01)

F16H 48/08 (2006.01)

F16H 48/38 (2012.01)

F16H 55/17 (2006.01)

F16H 57/023 (2012.01)

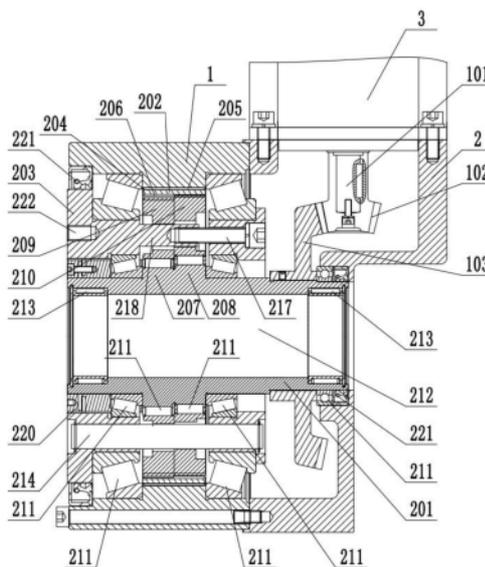
权利要求书1页 说明书6页 附图11页

(54) 发明名称

一种交错轴锥齿轮少齿差减速器

(57) 摘要

本发明公开了一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,属于少齿差减速器技术领域,包括固定外壳,固定外壳内设有输入机构和输出机构;输入机构包括动力轴、第一锥齿轮以及第二锥齿轮;输出机构包括弹性齿圈、传动轴、输出法兰以及固定在固定外壳内的第一内齿,传动轴上设有第一偏心轴段和第二偏心轴段,第一偏心轴段和第二偏心轴段上分别转动连接有第一行星齿轮和第二行星齿轮,第一行星齿轮和第二行星齿轮与弹性齿圈的第二内齿啮合,弹性齿圈的第一外齿在第二内齿与第一行星齿轮和第二行星齿轮的啮合处与第一内齿啮合,输出法兰与第一行星齿轮、第二行星齿轮连接。具有多速比、高扭转刚度及高精度,且结构紧凑,装配方便,电机安装自由度高。



1. 一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,包括固定外壳,所述固定外壳内设有输入机构和输出机构;

所述输入机构包括动力轴、第一锥齿轮以及第二锥齿轮,所述第一锥齿轮和所述第二锥齿轮啮合,所述动力轴与所述第一锥齿轮同轴固定连接;

所述输出机构包括弹性齿圈、与所述第二锥齿轮同轴固定连接的传动轴、转动连接在所述传动轴上的输出法兰以及固定在所述固定外壳内且呈环形排布的第一内齿,所述弹性齿圈的外圈和内圈分别设有第一外齿和第二内齿,所述传动轴转动连接在所述固定外壳内,所述传动轴上设有第一偏心轴段和第二偏心轴段,所述第一偏心轴段的轴线和所述第二偏心轴段的轴线对称分别在所述传动轴的轴线两侧,所述第一偏心轴段和所述第二偏心轴段上分别转动连接有第一行星齿轮和第二行星齿轮,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮均与所述第二内齿啮合,所述第一外齿在所述第二内齿与所述第一行星齿轮、所述第二行星齿轮的啮合处和所述第一内齿啮合,所述输出法兰与所述第一行星齿轮、所述第二行星齿轮连接。

2. 根据权利要求1所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述第一锥齿轮的轴线和所述第二锥齿轮的轴线之间具有大于0且小于180度的夹角。

3. 根据权利要求2所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,还包括电机,所述电机的输出轴和所述动力轴共轴连接,所述电机设置于所述固定外壳上。

4. 根据权利要求1所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮通过轴承分别连接在所述第一偏心轴段和第二偏心轴段上。

5. 根据权利要求4所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述第一偏心轴段和所述第二偏心轴段位于所述输出法兰和所述第二锥齿轮之间。

6. 根据权利要求1所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述传动轴为中空轴。

7. 根据权利要求6所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述传动轴的中空内壁上设有两个间隔设置的滚针轴承。

8. 根据权利要求1所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述输出法兰通过轴承与所述固定外壳转动连接。

9. 根据权利要求8所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,包括限位法兰,所述输出法兰和所述限位法兰分设在所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮的两侧,所述限位法兰的内圈和外圈分别通过轴承与所述传动轴、所述固定外壳转动连接,所述限位法兰和所述输出法兰通过螺栓连接,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮上均设有供所述螺栓穿过的螺栓过孔,所述螺栓过孔的孔径大于所述螺栓的外径。

10. 根据权利要求1所述的一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其特征在于,所述弹性齿圈由高韧性合金钢制成。

一种交错轴锥齿轮少齿差减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及少齿差减速器技术领域,特别是涉及一种交错轴锥齿轮少齿差减速器。

背景技术

[0002] 少齿差减速器是一种动力传递机构,利用齿轮系达到降低输出转速,增大输出转矩的目的。当前市场上主流机器人关节精密少齿差减速器有两类:一种是RV少齿差减速器,另一种是谐波少齿差减速器。RV少齿差减速器中第二级摆线针轮少齿差传动是由短辐外摆线齿轮和针齿轮组成的1齿差内齿轮副、偏心元件(行星架)以及输出机构构成的K-H-V型齿轮传动机构。谐波齿轮传动机构是由波发生器、柔性齿轮、刚性齿轮组成的一种变态少齿差行星齿轮传动机,柔性齿轮与刚性齿轮存在少齿差,通过柔性齿轮的弹性变形在机构中起到变态行星轮的作用。然而,RV少齿差减速器存在传动过程中有磨损而导致传动误差、不利于输出精度控制以及加工难度较高的问题;而谐波齿轮传动机构的传动误差和精度有待进一步提高。此外,这两种传动机构都存在速比调节复杂或可调节的速比范围较小的问题,在装配至机器人中时受到的限制较多,设计自由度较小。

[0003] 为解决上述问题,专利号为“201611116083.6”,专利名称为“机器人精密关节减速器”提出了一种新型的少齿差减速器,包括左箱盖、右箱盖以及输出法兰,左箱盖和右箱盖之间转动连接有偏心轴,输出法兰呈套筒状转动连接在左箱盖、右箱盖之间,偏心轴位于输出法兰内,偏心轴上固定有第一偏心齿轮和第二偏心齿轮,输出法兰盘内壁上设有内齿圈,薄壁弹性齿圈上成型有内齿和外齿,内齿与第一偏心齿轮和第二偏心齿轮相啮合,外齿与内齿圈啮合。偏心轴转动,带动第一偏心齿轮和第二偏心齿轮转动,挤压薄壁弹性齿圈发生变形,继而驱动输出法兰盘转动,然后通过输出法兰盘即可向外输出。由于薄壁弹性齿圈是内、外都有齿可内、外同时啮合,啮合的齿数多,结构的强度高,力的输出大,减速比范围大,内外齿的速比是相乘的关系。薄壁弹性齿圈的内齿在运动时,同时产生多点共同啮合来传递转矩,使转矩传递非常平稳。由于受控尺寸都是径向的,加工零件时尺寸精度容易得到控制,可以做到很小的背隙,所以减速器输出角度精度得到很大的提高。但上述专利中呈套筒状放入输出法兰位于整个装置的外部,安装时需要为输出法兰转动预留出转动空间,占用空间大、安装精度要求高,而且电机和偏心轴同轴设置,加长了整个装置的长度,结构不够紧凑,安装占用空间大、装配自由度低。

发明内容

[0004] 本发明的目的是解决上述技术问题,提供一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,其具有多速比、高扭转刚度及高精度,同时结构紧凑,装配方便,电机安装自由度高,可以偏离传力轴设置。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明公开了一种交错轴锥齿轮少齿差减速器,包括固定外壳,所述固定外壳内设有输入机构和输出机构;

[0006] 所述输入机构包括动力轴、第一锥齿轮以及第二锥齿轮,所述第一锥齿轮和所述第二锥齿轮啮合,所述动力轴与所述第一锥齿轮同轴固定连接;

[0007] 所述输出机构包括弹性齿圈、与所述第二锥齿轮同轴固定连接的传动轴、转动连接在所述传动轴上的输出法兰以及固定在所述固定外壳内且呈环形排布的第一内齿,所述弹性齿圈的外圈和内圈分别设有第一外齿和第二内齿,所述传动轴转动连接在所述固定外壳内,所述传动轴上设有第一偏心轴段和第二偏心轴段,所述第一偏心轴段的轴线和所述第二偏心轴段的轴线对称分别在所述传动轴的轴线两侧,所述第一偏心轴段和所述第二偏心轴段上分别转动连接有第一行星齿轮和第二行星齿轮,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮均与所述第二内齿啮合,所述第一外齿在所述第二内齿与所述第一行星齿轮、所述第二行星齿轮的啮合处和所述第一内齿啮合,所述输出法兰与所述第一行星齿轮、所述第二行星齿轮连接。

[0008] 优选地,所述第一锥齿轮的轴线和所述第二锥齿轮的轴线之间具有大于0且小于180度的夹角。

[0009] 优选地,还包括电机,所述电机的输出轴和所述动力轴共轴连接,所述电机设置于所述固定外壳上。

[0010] 优选地,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮通过轴承分别连接在所述第一偏心轴段和第二偏心轴段上。

[0011] 优选地,所述第一偏心轴段和所述第二偏心轴段位于所述输出法兰和所述第二锥齿轮之间。

[0012] 优选地,所述传动轴为中空轴。

[0013] 优选地,所述传动轴的中空内壁上设有两个间隔设置的滚针轴承。

[0014] 优选地,所述输出法兰通过轴承与所述固定外壳转动连接。

[0015] 优选地,包括限位法兰,所述输出法兰和所述限位法兰分设在所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮的两侧,所述限位法兰的内圈和外圈分别通过轴承与所述传动轴、所述固定外壳转动连接,所述限位法兰和所述输出法兰通过螺栓连接,所述第一行星齿轮和所述第二行星齿轮上均设有供所述螺栓穿过的螺栓过孔,所述螺栓过孔的孔径大于所述螺栓的外径。

[0016] 优选地,所述弹性齿圈由高韧性合金钢制成。

[0017] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0018] 1. 本发明的交错轴锥齿轮少齿差减速器,在齿轮啮合过程中,齿圈的外齿与固定壳体的内齿的啮合会使得齿圈的柔性变形受控,而且在这种受控的变形状态下,弹性齿圈内齿与偏心齿轮具有较大的啮合包容角,达到高扭转刚度的目的;通过调整输入齿轮的齿数对可实现同一外包络尺寸下的多种速比;具有高精度、高扭转刚度的特点,能够适用于多种速比的工况,具有较大的设计自由度;同时相较于现有设置在交错轴锥齿轮少齿差减速器的外侧,输出法兰位于交错轴锥齿轮少齿差减速器的端部,其安装空间需求小,安装精度要求低;此外通过锥齿轮副可以使动力轴和传力轴交错布置,使得结构更加紧凑,装配方便,尤其是装配到工业机器人中,电机安装自由度高,可以偏离传力轴设置;且锥齿轮输入方式增大接触比,也就是增加了重迭系数,减轻了冲击,使传动稳,降低了噪音,负荷比降低,磨损较平均,相应增大了齿轮的负载能力,运用寿命长,提供大扭力。

[0019] 2. 本发明的交错轴锥齿轮少齿差减速器, 传动轴为中空轴, 具有轻量化、布线方便的特点, 尤其是装配到工业机器人中的步骤较为方便简洁, 有效减小线缆被刮擦或磨损的风险。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动性的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为交错轴锥齿轮少齿差减速器的剖视图;

[0022] 图2为交错轴锥齿轮少齿差减速器的正视图;

[0023] 图3为传动轴的结构示意图;

[0024] 图4为传动轴的剖视图;

[0025] 图5为传动轴和行星齿轮安装的结构示意图;

[0026] 图6为传动轴和行星齿轮安装的立体结构示意图;

[0027] 图7为行星齿轮的正视图;

[0028] 图8为行星齿轮和输出法兰螺钉连接处结构示意图;

[0029] 图9为行星齿轮和输出法兰螺栓连接处结构示意图;

[0030] 图10为输出法兰的立体结构示意图;

[0031] 图11为限位法兰的立体结构示意图;

[0032] 图12为螺旋锥齿轮的立体结构示意图;

[0033] 图13为双曲面齿轮的立体结构示意图。

[0034] 附图标记说明:

[0035] 1、输入壳体部分; 2、输出壳体部分; 3、电机;

[0036] 101、动力轴; 102、第一锥齿轮; 103、第二锥齿轮;

[0037] 201、传动轴; 202、弹性齿圈; 203、输出法兰; 204、第一内齿; 205、第一外齿; 206、第二内齿; 207、第一偏心轴段; 208、第二偏心轴段; 209、第一行星齿轮; 210、第二行星齿轮; 211、轴承; 212、中空腔体; 213、滚针轴承; 214、螺栓; 215、螺栓过孔; 216、第一螺栓孔; 217、螺钉; 218、螺钉柱; 219、螺钉过孔; 220、端盖; 221、密封圈; 222、输出端接口; 223、限位法兰; 224、第二螺栓孔; 225、螺钉孔。

具体实施方式

[0038] 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。

[0039] 本实施例提供了一种交错轴锥齿轮少齿差减速器, 如图1至图13所示, 包括固定外壳, 固定外壳内设有输入机构和输出机构。

[0040] 输入机构包括动力轴101、第一锥齿轮102以及第二锥齿轮103, 动力轴101与第一

锥齿轮102同轴固定连接,第一锥齿轮102和第二锥齿轮103相互啮合构成交错锥齿轮副。

[0041] 输出机构包括传动轴201、弹性齿圈202、输出法兰203以及固定在固定外壳内且呈环形排布的第一内齿204。其中传动轴201与第二锥齿轮103同轴固定连接,输出法兰203转动连接在传动轴201上。作为优选地弹性齿圈202其沿径向的宽度小于其外径的10%,能够产生微小的弹性变形。弹性齿圈202的外圈和内圈分别设有第一外齿205和第二内齿206。传动轴201转动连接在固定外壳内,传动轴201上设有第一偏心轴段207和第二偏心轴段208,第一偏心轴段207的轴线和第二偏心轴段208的轴线对称分别在传动轴201的轴线两侧。第一偏心轴段207上转动连接有第一行星齿轮209,第二偏心轴段208上转动连接有第二行星齿轮210,第一行星齿轮209和第二行星齿轮210并列设置,第一行星齿轮209和第二行星齿轮210为两个结构及规格相同的齿轮。第一行星齿轮209和第二行星齿轮210均与弹性齿圈202的第二内齿206啮合。弹性齿圈202的第一外齿205与固定外壳的第一内齿204部分啮合,其啮合位置和第二内齿206与第一行星齿轮209、第二行星齿轮210的啮合位置相对应。输出法兰203与第一行星齿轮209、第二行星齿轮210连接。

[0042] 工作原理:

[0043] 动力轴101转动,带动第一锥齿轮102同步转动,通过啮合关系带动第二锥齿轮103转动,继而带动传动轴201旋转,在传动轴201带动下,位于第一偏心轴段207和第二偏心轴段208上的第一行星齿轮209、第二行星齿轮210会绕传动轴201的轴线转动,而在弹性齿圈202的第二内齿206限制和少齿差传动下,第一行星齿轮209、第二行星齿轮210同时会发生自转,其转速低于传动轴201的转速,自转和公转使得第一行星齿轮209、第二行星齿轮210与弹性齿圈202的第二内齿206的啮合处发生改变,继而将扭矩传递给输出法兰203,带动输出法兰203减速转动,将输出法兰203与驱动对象连接,便可带动驱动对象转动。具体的可在输出法兰203的端面上设置有输出端接口222,输出端接口222具体为沿输出法兰203的端面延伸的盲孔,通过盲孔可将驱动对象固定在输出法兰203上。本交错轴锥齿轮少齿差减速器的输出法兰203位于整个装置的端部,而不是装置的外侧,安装时占用空间小,安装要求低,同时采用锥齿轮啮合驱动方式,动力轴101不在与传动轴201同轴,而是交错设置,安装自由度更高。

[0044] 其中,第一锥齿轮102和第二锥齿轮103可为直齿锥齿轮。

[0045] 第一锥齿轮102和第二锥齿轮103也可为螺旋锥齿轮,如图12所示,螺旋锥齿轮,可改善啮合条件,增强抗冲击性能与NVH性能。

[0046] 第一锥齿轮102和第二锥齿轮103也可为双曲面齿轮,如图13所示,通过偏置小轮(第一锥齿轮102)进一步增加输入的灵活性。

[0047] 本实施例中,如图1至图13所示,第一锥齿轮102的轴线和第二锥齿轮103的轴线之间具有大于0且小于180度的夹角。即改变第一锥齿轮102和第二锥齿轮103的分度锥角 δ ,灵活调整动力轴101的安装角度,调整范围在 $0\sim 180^\circ$ 。作为优选地,可具有90度夹角,即第一斜齿轮611的转动轴心线和第二锥齿轮103的转动轴心线相互垂直。作为优选地,具体装配过程如下:对第二锥齿轮103加热处理后使其受热膨胀,然后套于传动轴201上,冷却后第二锥齿轮103紧密套设在传动轴201。加热处理的温度为 80°C ,时间为 $3\sim 5\text{min}$,第二锥齿轮103的中孔孔径为 $30\sim 100\text{mm}$ 。

[0048] 本实施例中,如图1至图13所示,还包括电机3,电机3的输出轴和动力轴101共轴连

接,例如通过键连接。电机3设置于固定外壳上。作为优选地,固定外壳为分体式外壳,包括输入壳体部分1和输出壳体部分2,输入壳体部分1和输出壳体部分2通过螺钉等紧固连接。输入机构位于输入壳体部分1内,输出机构大部分位于输出壳体部分2内。电机3安装在输出壳体部分2外。如此设置,方便将输入壳体部分1和输出壳体部分2拆卸,进行内部的维修。整个交错轴锥齿轮少齿差减速器,可通过输入壳体部分1和机器人的其他部件固定连接,例如通过紧固件连接,以便实现交错轴锥齿轮少齿差减速器和机器人的其他部件的紧固连接。

[0049] 本实施例中,如图1至图13所示,第一行星齿轮209通过轴承211连接在第一偏心轴段207上,第二行星齿轮210通过轴承211连接在第二偏心轴段208上。

[0050] 进一步,本实施例中,如图1至图13所示,第一偏心轴段207的轴线和传动轴201的轴线之间具有间距 d_1 ,第二偏心轴段208的轴线和传动轴201的轴线之间具有间距 d_2 。作为优选地,间距 d_1 等于间距 d_2 。

[0051] 本实施例中,如图1至图13所示,第一偏心轴段207和第二偏心轴段208位于输出法兰203和第二锥齿轮103之间。

[0052] 本实施例中,如图1至图13所示,传动轴201为中空轴。中空轴的中空腔体212沿轴向贯通传动轴201而具有开放的两端。该中空腔体212用于布线电机3的电力传输线缆或信号传输线缆,或为其他部件,提供安装空间,利于使整个少齿差减速器结构紧凑,同时利于使整个少齿差减速器轻量化,从而更适用于小型工业机器人中,如六轴机器人或小型机械手臂中。

[0053] 本实施例中,如图1至图13所示,传动轴201的中空腔体212的内壁上设有两个间隔设置的滚针轴承213。在传动轴201的中空腔体212设置其他部件或布线时,可将这些部件或线缆固定在滚针轴承213上,从而避免对传动轴201的转动产生干涉。

[0054] 本实施例中,如图1至图13所示,输出法兰203通过轴承211与固定外壳转动连接,当固定外壳为分体式外壳时,具体的是和输入壳体部分1转动连接。

[0055] 本实施例中,如图1至图13所示,包括限位法兰223,输出法兰203和限位法兰223分设在第一行星齿轮209和第二行星齿轮210的两侧,起到轴向限位作用。限位法兰223的内圈通过轴承211与传动轴201转动连接,限位法兰223的外圈通过轴承211与固定外壳转动连接。输出法兰203上开设有多个第一螺栓孔216,限位法兰223上开设有多个第二螺栓孔224,第一螺栓孔216和第二螺栓孔224数量相等,通过螺栓214螺纹连接在第一螺栓孔216和第二螺栓孔224内,便可将输出法兰203和限位法兰223连接在一起。第一行星齿轮209和第二行星齿轮210上均设有供螺栓214穿过的螺栓过孔215,第一行星齿轮209和第二行星齿轮210具体通过多个螺栓214将扭矩输出给输出法兰203。螺栓过孔215的孔径大于螺栓214的外径,以便螺栓214能够同时穿过第一行星齿轮209和第二行星齿轮210的螺栓过孔215。

[0056] 作为优选地,当固定外壳为分体式外壳时,输出法兰203及电机端法兰7均位于输入壳体部分1内,使得少齿差减速器的结构进一步紧凑。输出法兰203和输入壳体部分1之间设置有密封圈221。输出法兰203和传动轴201左端部之间设有端盖220。

[0057] 进一步,本实施例中,如图1至图13所示,输出法兰203上设有螺钉柱218,限位法兰223上设有螺钉孔225,第一行星齿轮209和第二行星齿轮210上均设有螺钉过孔219。输出法兰203上设有螺钉柱218。螺钉217依次穿过螺钉孔225、第二行星齿轮210上的螺钉过孔219,穿过第一行星齿轮209的螺钉过孔219的螺钉柱218螺纹连接,便可将输出法兰203、限位法

兰223进一步连接在一起。螺钉孔225的孔径大于螺钉217和螺钉柱218。

[0058] 本实施例中,如图1至图13所示,弹性齿圈202由高韧性合金钢制成。弹性齿圈202初始时整体呈圆环形,将弹性齿圈202套在第一行星齿轮209和第二行星齿轮210上后,弹性齿圈202会有相对的两处略微向外变形,向外变形的两处的两侧则向内变形,从而啮合的齿数对较多,具有较大的啮合包容角。

[0059] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

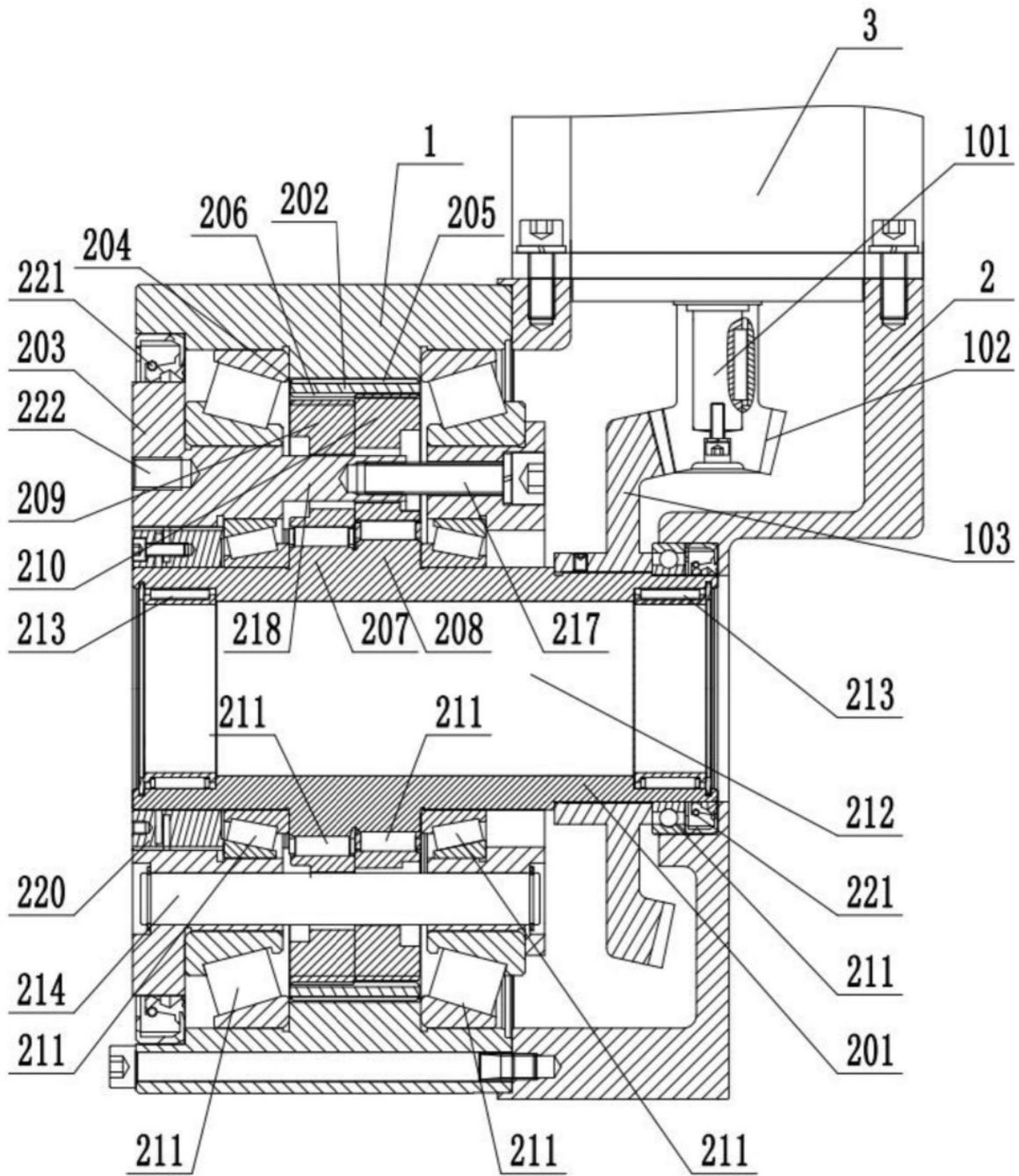


图1

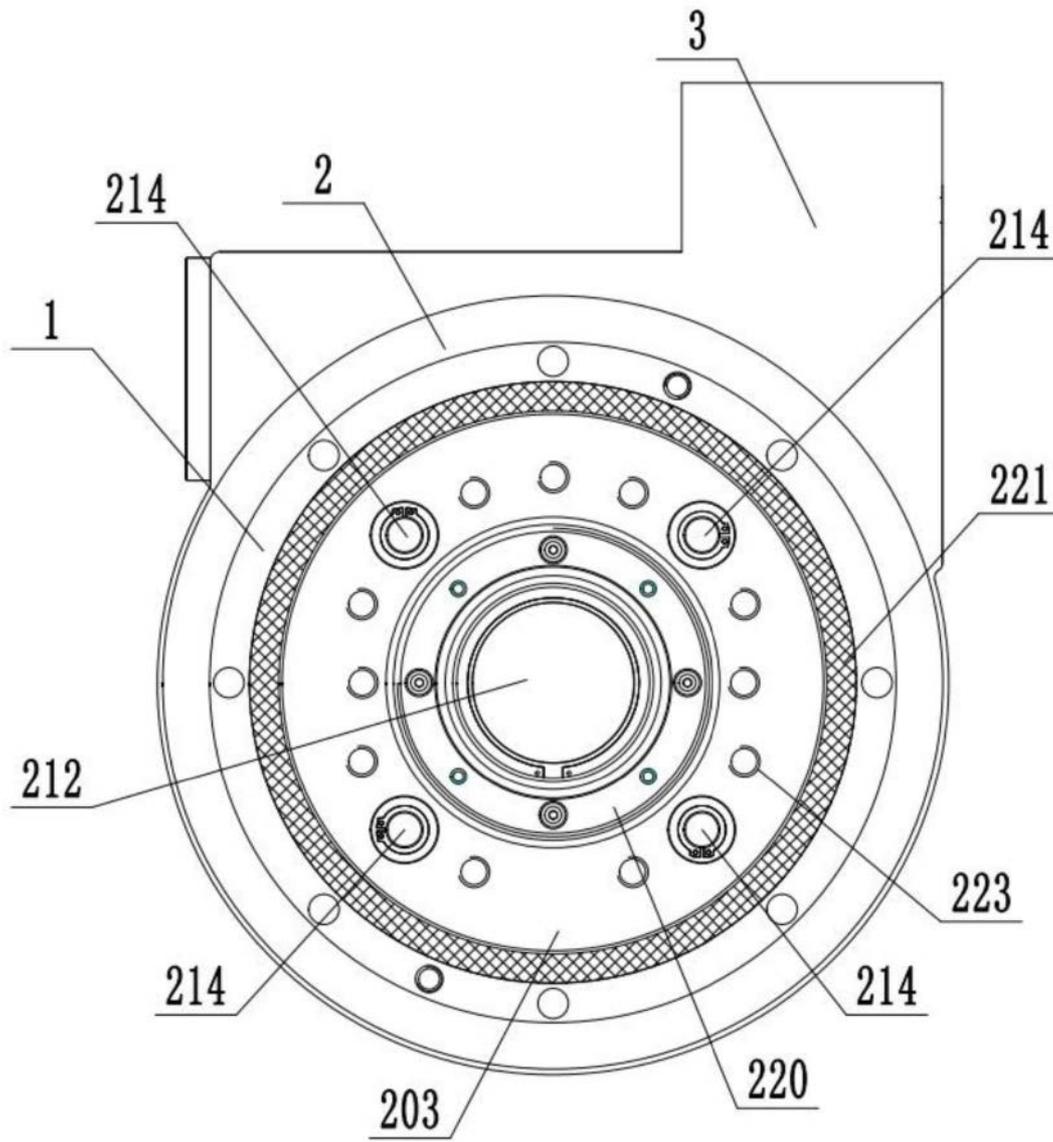


图2

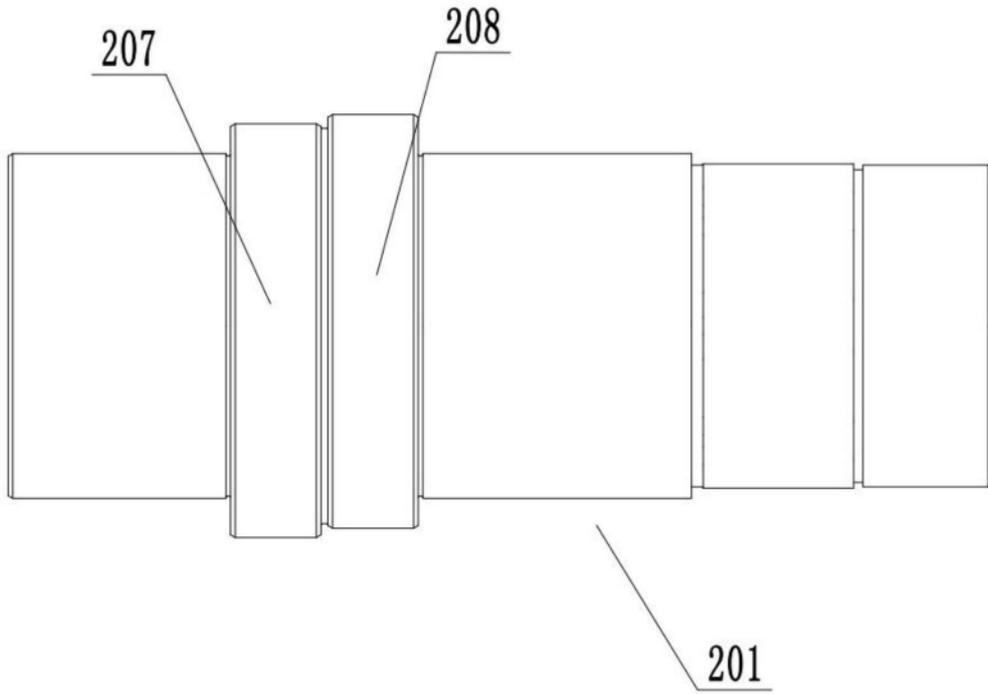


图3

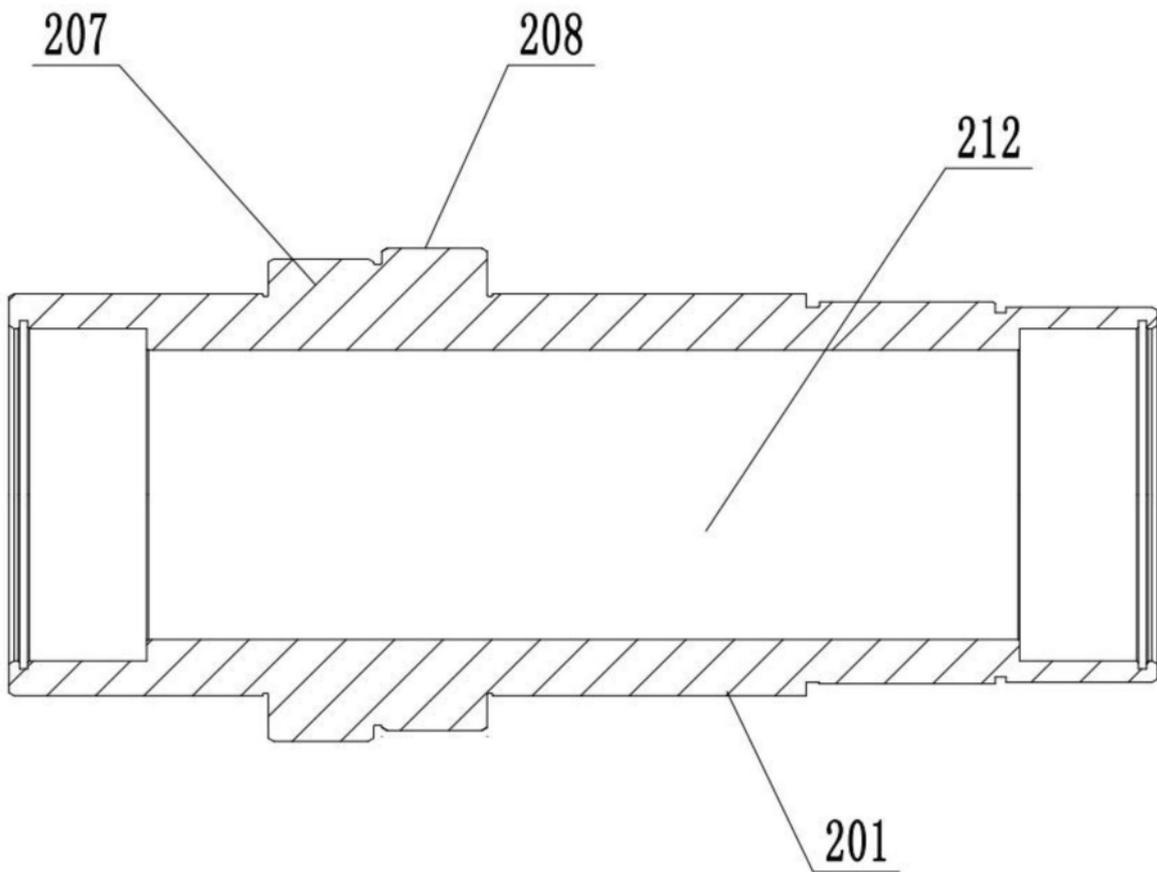


图4

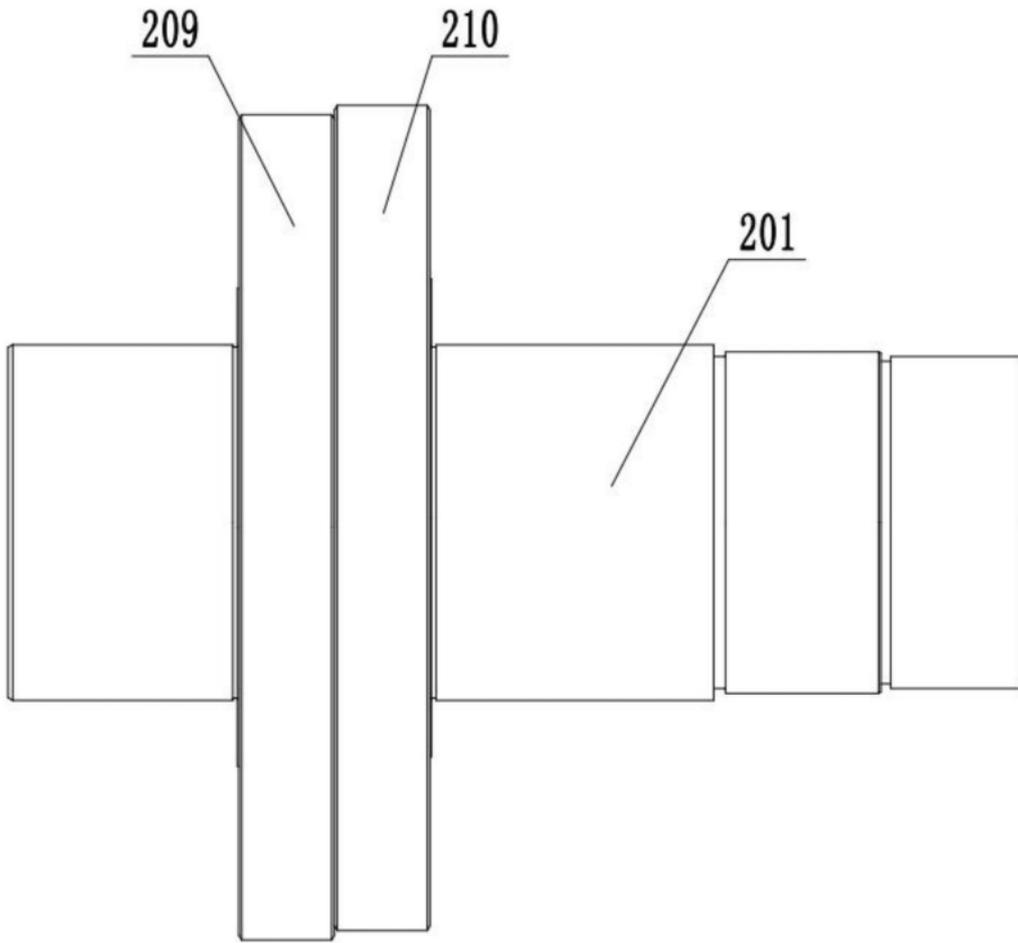


图5

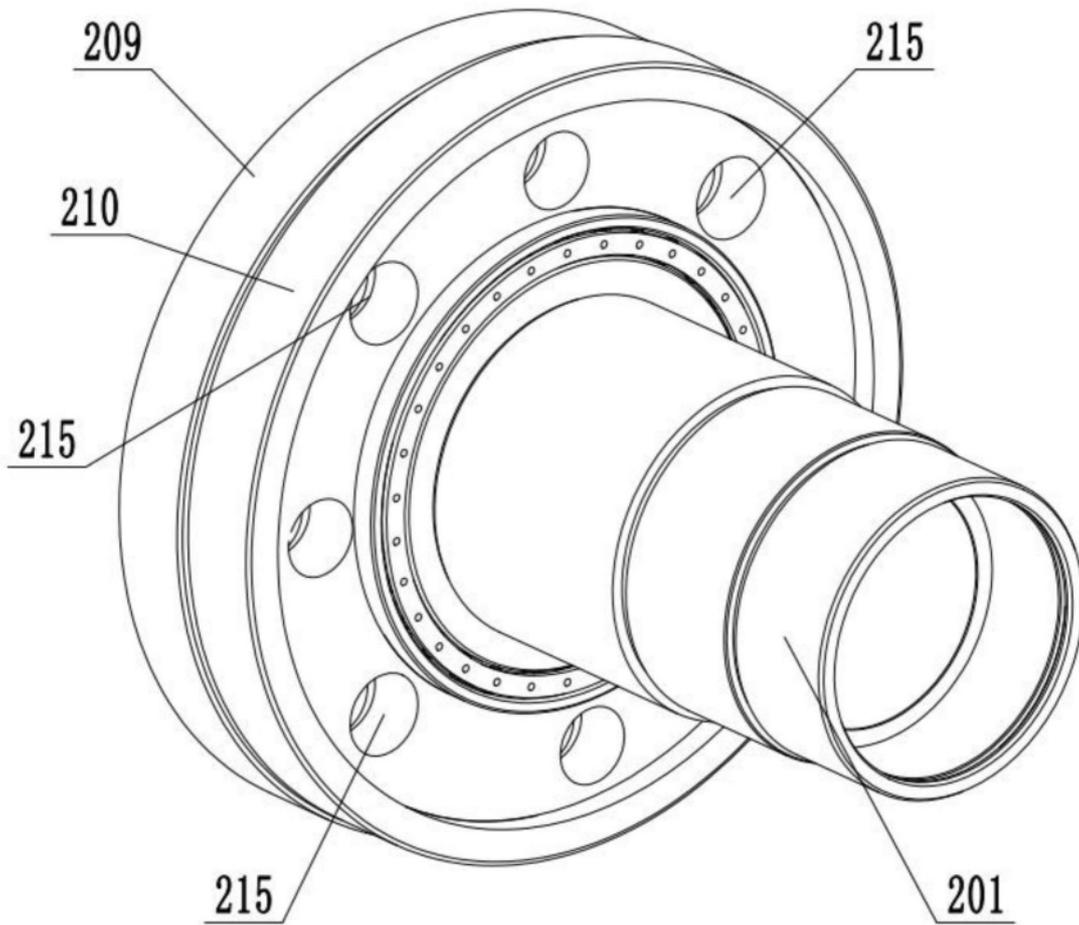


图6

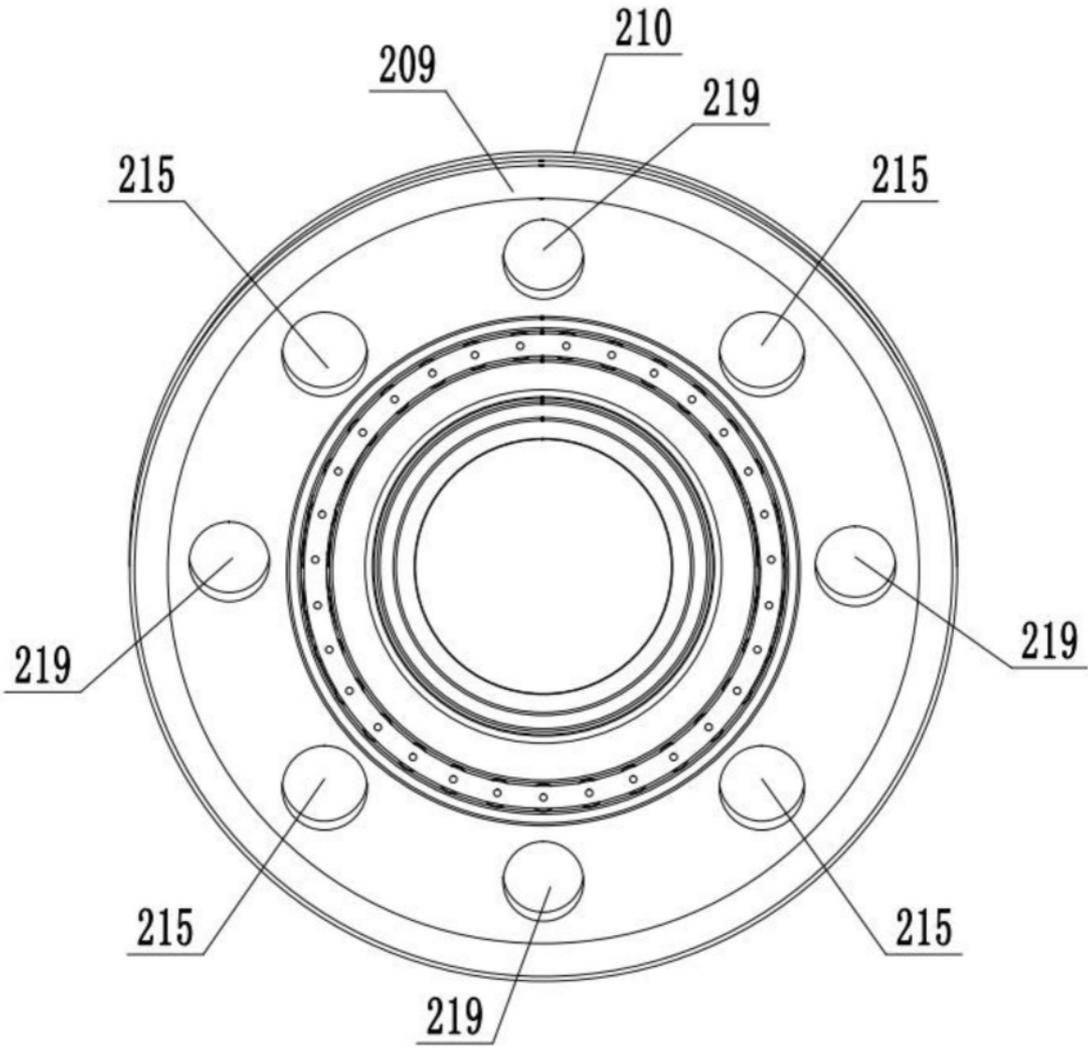


图7

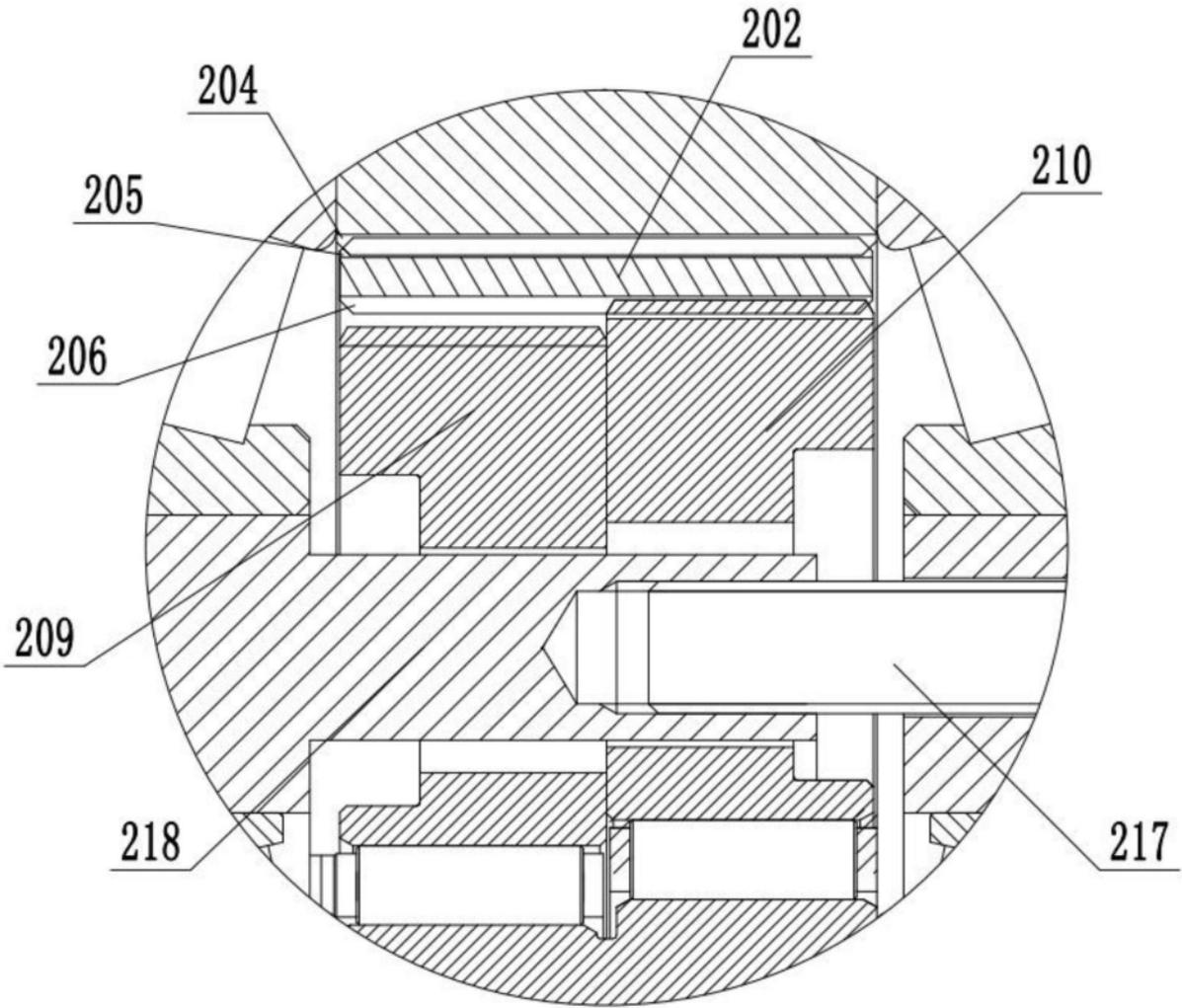


图8

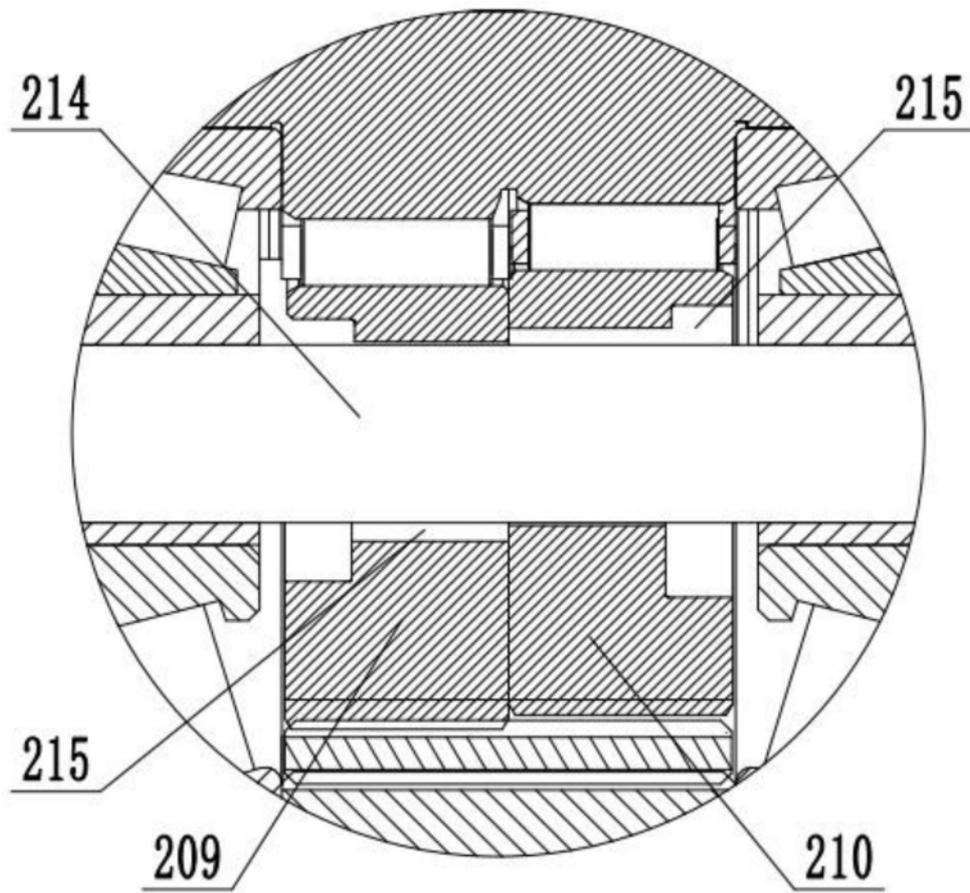


图9

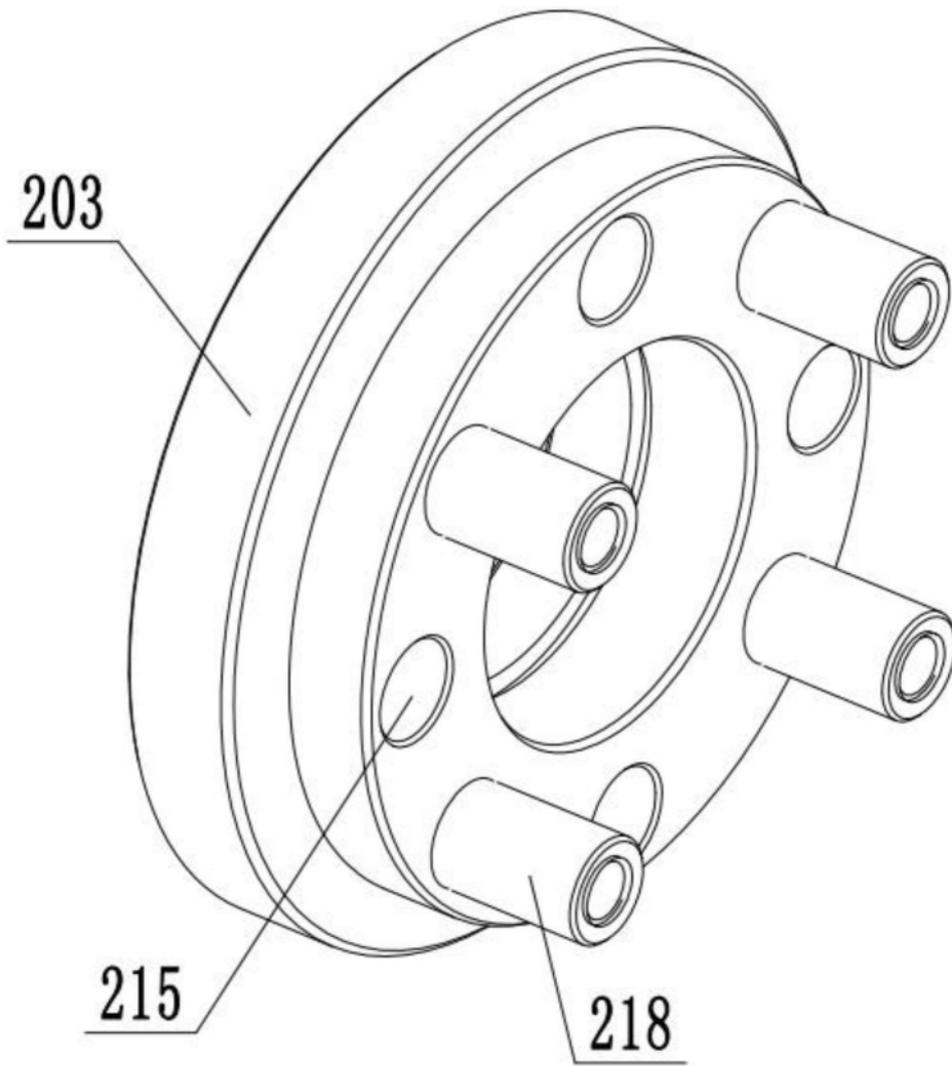


图10

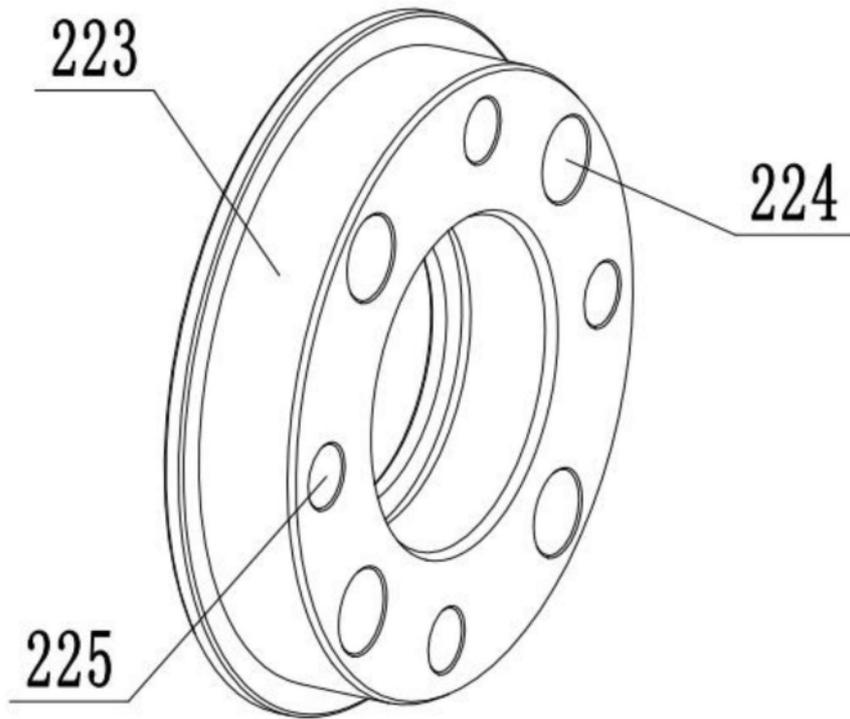


图11

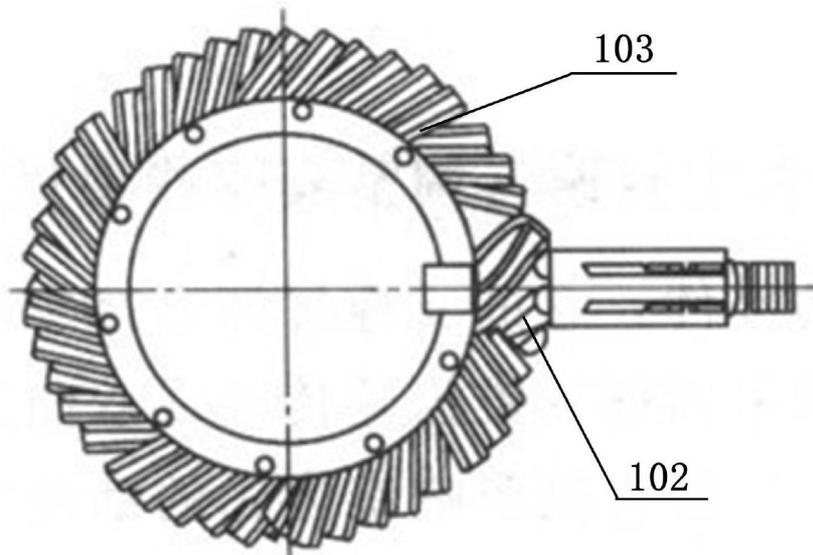


图12

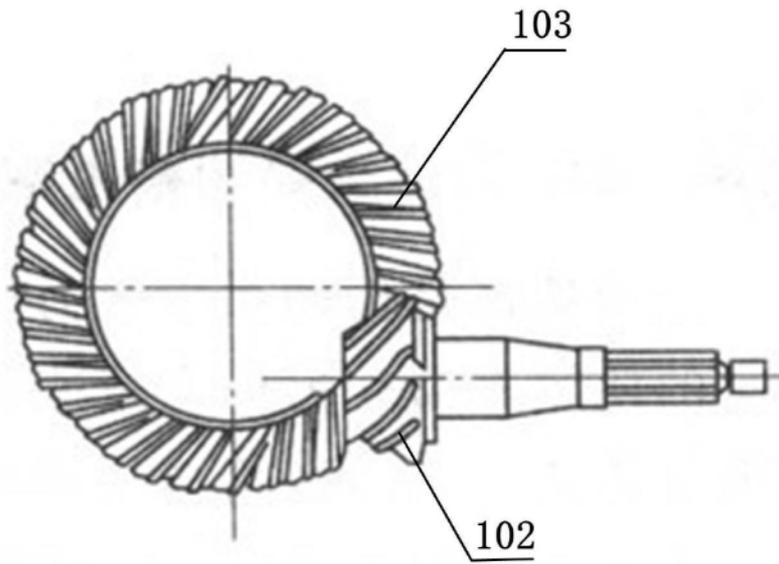


图13