(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107366716 A
(43)申请公布日 2017.11.21

(21)申请号 201710671967.6

(22)申请日 2017.08.08

(71)申请人 深圳先进技术研究院
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号

(72)发明人 何凯 柳冠伊 毛贺 俞灏 王钰堃

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所 44237
代理人 官建红

(51)Int.Cl.
F16H 1/28(2006.01)

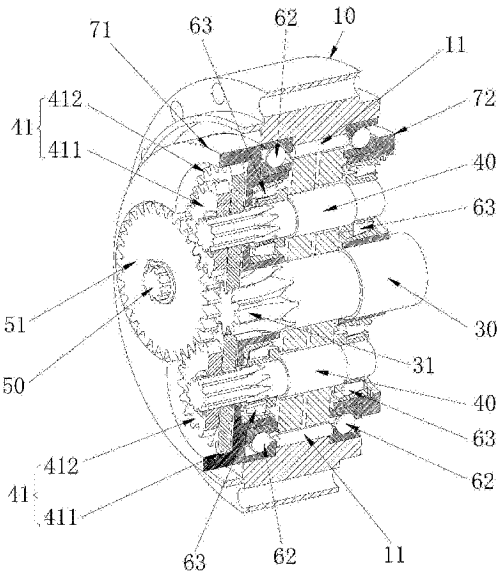
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

一种三级减速行星减速器、工业机器人

(57)摘要

本发明提供了一种三级减速行星减速器、工业机器人，其中，三级减速行星减速器包括：针齿壳、摆线齿轮、输入轴、行星轴、曲柄轴和输出部，摆线齿轮的轮齿能够与针齿壳内的针齿相啮合，行星轴上的第一级行星齿轮与输入轴上的主动齿轮相啮合，曲柄轴上的第二级行星齿轮与第一级行星齿轮相啮合，其中，曲柄轴上设有相对于曲柄轴的中心轴线偏心设置的偏心圆柱，偏心圆柱与旁通孔的孔壁之间设有第一轴承，输出部通过第二轴承支撑连接在针齿壳内行星轴通过第三轴承支撑连接在输出部上，曲柄轴通过第四轴承支撑连接在输出部上。应用本技术方案解决了现有技术中存在的减速器无法兼容大减速比与较小设计体积之间的矛盾的技术问题。



CN 107366716 A

1.一种三级减速行星减速器，其特征在于，包括：

作为固定支撑的针齿壳(10)，所述针齿壳(10)的内壁上环形地设置有针齿(11)；

摆线齿轮(20)，所述摆线齿轮(20)设置在所述针齿壳(10)内，所述摆线齿轮(20)的轮齿能够与相应的所述针齿(11)相啮合，所述摆线齿轮(20)上开有中心通孔(21)以及至少两个旁通孔(22)；

输入轴(30)，所述输入轴(30)的端部上设有与所述输入轴(30)同步转动的主动齿轮(31)，所述输入轴(30)穿过所述中心通孔(21)，所述输入轴(30)与所述中心通孔(21)的孔壁之间具有运动间隙；

行星轴(40)，所述行星轴(40)的端部上设有与所述行星轴(40)同步转动的第一级行星齿轮(41)，所述第一级行星齿轮(41)与所述主动齿轮(31)相啮合，所述行星轴(40)穿过相应的所述旁通孔(22)，所述行星轴(40)与相应的所述旁通孔(22)的孔壁之间具有运动间隙；

曲柄轴(50)，所述曲柄轴(50)的端部上设有与所述曲柄轴(50)同步转动的第二级行星齿轮(51)，所述曲柄轴(50)穿过相应的所述旁通孔(22)，所述第二级行星齿轮(51)与所述第一级行星齿轮(41)相啮合，其中，所述曲柄轴(50)上设有相对于所述曲柄轴(50)的中心轴线偏心设置的偏心圆柱(52)，所述偏心圆柱(52)位于相应的所述旁通孔(22)内，且所述偏心圆柱(52)与所述旁通孔(22)的孔壁之间设有第一轴承(61)；

输出部(70)，所述输出部(70)通过第二轴承(62)支撑连接在所述针齿壳(10)内，所述输出部(70)与所述针齿壳(10)形成容纳空间，所述摆线齿轮(20)位于所述容纳空间内，所述行星轴(40)通过第三轴承(63)支撑连接在所述输出部(70)上，所述曲柄轴(50)通过第四轴承(64)支撑连接在所述输出部(70)上。

2.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述行星轴(40)的数量为多个，所述曲柄轴(50)的数量与所述行星轴(40)的数量相等，所述行星轴(40)与所述曲柄轴(50)环绕所述输入轴(30)呈依次交替设置，且每个所述第二级行星齿轮(51)与相邻的两个所述第一级行星齿轮(41)均啮合。

3.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述行星轴(40)的数量为两个，两个所述行星轴(40)相对于所述输入轴(30)的中心轴线对称设置，所述曲柄轴(50)的数量与所述行星轴(40)的数量相等，所述行星轴(40)与所述曲柄轴(50)环绕所述输入轴(30)呈依次交替设置，且每个所述第二级行星齿轮(51)与相邻的两个所述第一级行星齿轮(41)均啮合。

4.如权利要求2或3所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述第一级行星齿轮(41)包括大齿轮部(411)与小齿轮部(412)，所述大齿轮部(411)与所述主动齿轮(31)相啮合，所述小齿轮部(412)与所述第二级行星齿轮(51)相啮合。

5.如权利要求3所述的三级减速行星减速器，其特征在于，每个所述曲柄轴(50)上设置有两个所述偏心圆柱(52)，所述摆线齿轮(20)的数量为两个，一个所述曲柄轴(50)上的每个所述偏心圆柱(52)对应一个所述摆线齿轮(20)，同一个所述曲柄轴(50)上的两个所述偏心圆柱(52)的偏心方向呈180°背离。

6.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述针齿壳(10)的内壁上设有多个半弧形槽，每个所述针齿(11)为一个圆柱钢件，该圆柱钢件一一对应地设置在所述

半弧形槽内。

7.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，各所述针齿(11)为设置在所述针齿壳(10)内壁上的半弧形条状凸起，且所述针齿(11)与所述针齿壳(10)一体成型。

8.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述输出部(70)包括前端输出圆盘(71)、后端输出圆盘(72)和多个连接螺栓(73)，所述前端输出圆盘(71)上设有多个连接柱(710)，所述后端输出圆盘(72)上设有多个连接通孔(720)，所述摆线齿轮(20)上设有多个避让通孔(23)，多个所述连接柱(710)一一对应地穿过所述避让通孔(23)，多个所述连接柱(710)与多个所述连接通孔(720)一一对应，且所述连接螺栓(73)穿过所述连接通孔(720)后与所述连接柱(710)锁紧连接，所述前端输出圆盘(71)、所述后端输出圆盘(72)与所述针齿壳(10)之间形成所述容纳空间。

9.如权利要求1所述的三级减速行星减速器，其特征在于，所述主动齿轮(31)为所述输入轴(30)的开有花键齿的轴端部，所述行星轴(40)与所述第一级行星齿轮(41)之间以及所述曲柄轴(50)与所述第二级行星齿轮(51)之间均通过花键配合连接。

10.一种工业机器人，该工业机器人包括第一节臂、第二节臂和减速器，所述第一节臂与所述第二节臂之间通过所述减速器连接，其特征在于，该工业机器人采用的减速器为权利要求1至9中任一项所述的三级减速行星减速器，所述三级减速行星减速器的针齿壳(10)与所述第一节臂连接，所述三级减速行星减速器的输出部(70)与所述第二节臂连接。

一种三级减速行星减速器、工业机器人

技术领域

[0001] 本发明属于工业机器人设备技术领域，更具体地说，是涉及一种三级减速行星减速器、工业机器人。

背景技术

[0002] 在现有技术中，工业机器人的关节用减速器主要使用摆线针轮传动一级减速器或由渐开线行星轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器，以及谐波减速器。其中，最广泛使用的是由渐开线行星轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器。摆线针轮传动一级减速器、由渐开线行星轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器两者主要用于承受大负载的工业机器人的关节处，而谐波减速器主要用于承受较低负载的工业机器人的关节处。

[0003] 摆线针轮传动一级减速器，电机输出轴直接与驱动摆线齿轮公转的曲柄轴(50)固连，曲柄轴(50)的输入转速很高，需要非常高的加工精度，否则对减速器的振动、寿命等特性影响很大。其提高减速比正能增加针齿齿数，而在一定外径尺寸下，减速比过大会使针齿半径过小，使承载能力下降。

[0004] 由渐开线行星齿轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器，这种结构第一级行星减速的减速比范围有限，而第二级摆线针轮传动在大速比下针齿直径会变得很小，与摆线针轮传动一级减速器相似，为了提高减速比只能增大外径尺寸。

[0005] 谐波减速器由于是通过薄壁柔性齿轮的变形实现减速传动，虽然可以在小体积内形成大传动比，但承载能力有限，刚性和精度保持性较摆线针轮传动一级减速器和由渐开线行星齿轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器要差。因而不适合应用在需要较大承载能力的场合。

[0006] 摆线针轮传动一级减速器、由渐开线行星轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器两者较谐波减速器具有更高的刚度、更高的回转精度和更好的精度保持性，但在相同的大减速比的前提下，两者的设计体积均难以做到谐波减速器的设计体积那么小，或者是在限定的相同设计体积的外径范围内，两者难以做到与谐波减速器相同的更大的减速比。因此，现有技术中的减速器无法兼容大减速比与较小设计体积之间的矛盾。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种三级减速行星减速器、工业机器人，以解决现有技术中存在的减速器无法兼容大减速比与较小设计体积之间的矛盾的技术问题。

[0008] 为实现上述目的，本发明采用的技术方案是：提供一种三级减速行星减速器，包括：作为固定支撑的针齿壳，针齿壳的内壁上环形地设置有针齿；摆线齿轮，摆线齿轮设置在针齿壳内，摆线齿轮的轮齿能够与相应的针齿相啮合，摆线齿轮上开有中心通孔以及至少两个旁通孔；输入轴，输入轴的端部上设有与输入轴同步转动的主动齿轮，输入轴穿过中心通孔，输入轴与中心通孔的孔壁之间具有运动间隙；行星轴，行星轴的端部上设有与行星

轴同步转动的第一级行星齿轮，第一级行星齿轮与主动齿轮相啮合，行星轴穿过相应的旁通孔，行星轴与相应的旁通孔的孔壁之间具有运动间隙；曲柄轴，曲柄轴的端部上设有与曲柄轴同步转动的第二级行星齿轮，曲柄轴穿过相应的旁通孔，第二级行星齿轮与第一级行星齿轮相啮合，其中，曲柄轴上设有相对于曲柄轴的中心轴线偏心设置的偏心圆柱，偏心圆柱位于相应的旁通孔内，且偏心圆柱与旁通孔的孔壁之间设有第一轴承；输出部，输出部通过第二轴承支撑连接在针齿壳内，输出部与针齿壳形成容纳空间，摆线齿轮位于容纳空间内，行星轴通过第三轴承支撑连接在输出部上，曲柄轴通过第四轴承支撑连接在输出部上。

[0009] 进一步地，行星轴的数量为多个，曲柄轴的数量与行星轴的数量相等，行星轴与曲柄轴环绕输入轴呈依次交替设置，且每个第二级行星齿轮与相邻的两个第一级行星齿轮均啮合。

[0010] 进一步地，行星轴的数量为两个，两个行星轴相对于输入轴的中心轴线对称设置，曲柄轴的数量与行星轴的数量相等，行星轴与曲柄轴环绕输入轴呈依次交替设置，且每个第二级行星齿轮与相邻的两个第一级行星齿轮均啮合。

[0011] 进一步地，第一级行星齿轮包括大齿轮部与小齿轮部，大齿轮部与主动齿轮相啮合，小齿轮部与第二级行星齿轮相啮合。

[0012] 进一步地，每个曲柄轴上设置有两个偏心圆柱，摆线齿轮的数量为两个，一个曲柄轴上的每个偏心圆柱对应一个摆线齿轮，同一个曲柄轴上的两个偏心圆柱的偏心方向呈180°背离。

[0013] 进一步地，针齿壳的内壁上设有多个半弧形槽，每个针齿为一个圆柱钢件，该圆柱钢件一一对应地设置在半弧形槽内。

[0014] 进一步地，各针齿为设置在针齿壳内壁上的半弧形条状凸起，且针齿与针齿壳一体成型。

[0015] 进一步地，输出部包括前端输出圆盘、后端输出圆盘和多个连接螺栓，前端输出圆盘上设有多个连接柱，后端输出圆盘上设有多个连接通孔，摆线齿轮上设有多个避让通孔，多个连接柱一一对应地穿过避让通孔，多个连接柱与多个连接通孔一一对应，且连接螺栓穿过连接通孔后与连接柱锁紧连接，前端输出圆盘、后端输出圆盘与针齿壳之间形成容纳空间。

[0016] 进一步地，主动齿轮为输入轴的开有花键齿的轴端部，行星轴与第一级行星齿轮之间以及曲柄轴与第二级行星齿轮之间均通过花键配合连接。

[0017] 根据本技术方案的另一方面，提供了一种工业机器人，该工业机器人包括第一节臂、第二节臂和减速器，第一节臂与第二节臂之间通过减速器连接，该工业机器人采用的减速器为前述的三级减速行星减速器，三级减速行星减速器的针齿壳与第一节臂连接，三级减速行星减速器的输出部与第二节臂连接。

[0018] 该三级减速行星减速器通过三级复合减速实现了输出转速与输入转速之间的大减速比目的，并且通过将紧凑设计将摆线齿轮、输入轴、行星轴、曲柄轴、主动齿轮、第一级行星齿轮、第二行星齿轮以及输出部等均紧凑地安装在针齿壳内，在实现了大传动比并且能够承受较大负荷强度的前提下，同时也兼顾了减速器的小体积设计，使得该减速器兼容结合了大减速比与较小设计体积的双重优点。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述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。

[0020] 图1为本发明实施例的三级减速行星减速器的装配完成的第一视角的结构示意图；

[0021] 图2为本发明实施例的三级减速行星减速器的装配完成的第二视角的结构示意图；

[0022] 图3为本发明实施例的三级减速行星减速器的第一剖视结构示意图；

[0023] 图4为本发明实施例的三级减速行星减速器的第二剖视结构示意图；

[0024] 图5为本发明实施例的三级减速行星减速器的第三剖视结构示意图；

[0025] 图6为本发明实施例的三级减速行星减速器的将后端输出圆盘拆卸后的结构示意图；

[0026] 图7为本发明实施例的三级减速行星减速器的前端输出圆盘的结构示意图；

[0027] 图8为本发明实施例的三级减速行星减速器的后端输出圆盘的结构示意图；

[0028] 图9为本发明实施例的三级减速行星减速器的曲柄轴的结构示意图。

[0029] 其中，图中各附图标记：

[0030] 10、针齿壳；11、针齿；20、摆线齿轮；21、中心通孔；22、旁通孔；23、避让通孔；30、输入轴；31、主动齿轮；40、行星轴；41、第一级行星齿轮；411、大齿轮部；412、小齿轮部；50、曲柄轴；51、第二级行星齿轮；52、偏心圆柱；61、第一轴承；62、第二轴承；63、第三轴承；64、第四轴承；70、输出部；71、前端输出圆盘；72、后端输出圆盘；73、连接螺栓；710、连接柱；720、连接通孔。

具体实施方式

[0031] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0032] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

[0033] 需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0034] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，

除非另有明确具体的限定。

[0035] 如图1至图6所示，本实施例的三级减速行星减速器包括针齿壳10、摆线齿轮20、输入轴30、行星轴40、曲柄轴50、第一轴承61、第二轴承62、第三轴承63、第四轴承64和输出部70，针齿壳10作为固定支撑的，针齿壳10的内壁上环形地设置有针齿11，摆线齿轮20设置在针齿壳10内，摆线齿轮20的轮齿能够与相应的针齿11相啮合，摆线齿轮20上开有中心通孔21以及至少两个旁通孔22，输入轴30的端部上设有与输入轴30同步转动的主动齿轮31(该主动齿轮31也常被称为太阳轮)，输入轴30穿过中心通孔21，输入轴30与中心通孔21的孔壁之间具有运动间隙，输入轴30在中心通孔21中转动运动且输入轴30的轴表面不会与中心通孔21的孔壁接触，从而避免输入轴30与摆线齿轮20之间存在运动干涉，行星轴40的端部上设有与行星轴40同步转动的第一级行星齿轮41，第一级行星齿轮41与主动齿轮31相啮合，行星轴40穿过相应的旁通孔22，行星轴40与相应的旁通孔22的孔壁之间具有运动间隙，同样地，行星轴40在相应的旁通孔22中转动运动，并且行星轴40的轴表面不会与该旁通孔22的孔壁接触，从而避免行星轴40与摆线齿轮20之间存在运动干涉，曲柄轴50的端部上设有与曲柄轴50同步转动的第二级行星齿轮51，曲柄轴50穿过相应的旁通孔22，第二级行星齿轮51与第一级行星齿轮41相啮合，其中，曲柄轴50上设有相对于曲柄轴50的中心轴线偏心设置的偏心圆柱52，偏心圆柱52位于相应的旁通孔22内，且偏心圆柱52与旁通孔22的孔壁之间设有第一轴承61，输出部70通过第二轴承62支撑连接在针齿壳10内，输出部70与针齿壳10形成容纳空间，摆线齿轮20位于容纳空间内，行星轴40通过第三轴承63支撑连接在输出部70上，曲柄轴50通过第四轴承64支撑连接在输出部70上。

[0036] 应用该三级减速行星减速器进行减速传动工作过程中，通过输入电机向输入轴30输入转矩而带动输入轴30转动，从而带动主动齿轮31转动，主动齿轮31啮合传动第一级行星齿轮41，由于第一级行星齿轮41与主动齿轮31的传动比大于1(即第一级行星齿轮41的齿数大于主动齿轮31的齿数)，从而在主动齿轮31与第一级行星齿轮41之间实现第一级减速传动，然后由第一级行星齿轮41带动第二级行星齿轮51转动，同样地第二级行星齿轮51与第一级行星齿轮41之间的传动比大于1，因而在第一级行星齿轮41与第二级行星齿轮51之间实现第二级减速传动，接着，第二级行星齿轮51的旋转运动带动曲柄轴50绕自身中心轴线自转，则曲柄轴50上的偏心圆柱52绕曲柄轴50的中心轴线自转，由于偏心圆柱52的自转运动，且偏心圆柱52通过第一轴承61与摆线齿轮20连接，从而带动摆线齿轮20绕输入轴30的中心轴线在预定的轨迹上实现偏心公转，此时，在摆线齿轮20进行偏心公转的过程中，摆线齿轮20的轮齿在偏心的方向上与相应的针齿11相互啮合，而在摆线齿轮20与针齿11啮合的过程中，摆线齿轮20的轮齿向针齿11施加作用力，而摆线齿轮20则受到针齿11的反作用力，在该反作用力的作用下摆线齿轮20进行自转运动，在摆线齿轮20自转的过程中，摆线齿轮20则带动曲柄轴50绕输入轴30的中心轴线进行公转运动，在曲柄轴50进行公转运动过程中，且曲柄轴50通过第四轴承64支撑连接在输出部70上以及输出部70通过第二轴承62支撑连接在针齿壳10上，因而曲柄轴50公转运动带动输出部70绕输入轴30的中心轴线进行自转运动并向外输出动力，通过曲柄轴50以及其上的偏心圆柱52、摆线齿轮20、输出部70三者之间的传动配合实现了大传动比的第三级减速。

[0037] 该三级减速行星减速器应用主动齿轮31与第一级行星齿轮41之间的第一级减速、第一级行星齿轮41与第二级行星齿轮51之间的第二级减速、以及曲柄轴50以及其上的偏心

圆柱52、摆线齿轮20、输出部70三者之间的第三级减速，三级复合减速实现了输出转速与输入转速之间的大传动比目的，并且该三级减速行星减速器通过将紧凑设计将摆线齿轮20、输入轴30、行星轴40、曲柄轴50、主动齿轮31、第一级行星齿轮41、第二级行星齿轮51以及输出部70等均紧凑地安装在针齿壳10内，在实现了大传动比并且能够承受较大负荷强度的前提下，同时也兼顾了减速器的小体积设计，使得该减速器兼容结合了大减速比与较小设计体积的双重优点。

[0038] 在本实施例中，行星轴40的数量为多个，曲柄轴50的数量与行星轴40的数量相等，行星轴40与曲柄轴50环绕输入轴30呈依次交替设置，且每个第二级行星齿轮51与相邻的两个第一级行星齿轮41均啮合。这样能够在有限的装配空间中通过增加行星轴40、曲柄轴50的设计装配数量来提高该减速器能够承载的负荷强度。优选地，行星轴40的数量为两个，两个行星轴40相对于输入轴30的中心轴线对称设置，曲柄轴50的数量也为两个，并且两个曲柄轴50也相对于输入轴30的中心轴线对称设置，具体地，两个行星轴40的中心点之间的连线与两个曲柄轴50的中心点之间的连线呈垂直设置。

[0039] 结合参见图5和图9所示，在本实施中，每个曲柄轴50上设置有两个偏心圆柱52，摆线齿轮20的数量为两个，一个曲柄轴50上的每个偏心圆柱52对应一个摆线齿轮20，通过设计装配两个摆线齿轮20与曲柄轴50进行传动，以及通过两个摆线齿轮20与针齿壳10内的针齿11同时进行啮合，从而来提高摆线齿轮20的传动刚度，并且进一步提高该减速器能够承受的负荷强度。在设置曲柄轴50的偏心方向时，尤其是为了完善本实施例中优选采用两个曲柄轴50与摆线齿轮20装配配合的实施方式，因此，同一个曲柄轴50上的两个偏心圆柱52的偏心方向呈180°背离。这样，两个偏心圆柱52在同一时间点的转动过程中，两个偏心圆柱52使得两个摆线齿轮20与针齿11相啮合的方向相反，例如，一个摆线齿轮20的轮齿与针齿壳10的顶部的针齿11啮合时候，则另一个摆线齿轮20的轮齿与针齿壳10的底部的针齿11进行啮合，如此，两个摆线齿轮20所承受来自针齿11的作用力方向完全相反，从而形成平衡作用力，避免摆线齿轮20的轮齿与针齿11啮合时产生单向作用力而导致减速器整体振动，达到使减速器在传动过程中始终保持平稳工作状态的效果。

[0040] 如图3至图5所示，为了进一步提高减速器在传动过程到最终输出的大减速比目的，因此，第一级行星齿轮41包括大齿轮部411与小齿轮部412。在本实施中，大齿轮部411与小齿轮部412可以是一体成型的整体齿轮，也可以是相互独立的可相互分离的两个齿轮，并且，第一级行星齿轮41与行星轴40之间通过花键轴与花键孔配合进行传动(当然，第一级行星齿轮41与行星轴40之间为一体制造的齿轮轴)，当大齿轮部411与小齿轮部412为相互独立的两个齿轮时，大齿轮部411与小齿轮部412上均开有相同的花键孔，大齿轮部411与小齿轮部412同时与行星轴40的端部的花键轴进行装配，从而使得大齿轮部411、小齿轮部412与行星轴40均同步转动。并且，大齿轮部411的齿数大于小齿轮部412的齿数，大齿轮部411与主动齿轮31相啮合，小齿轮部412与第二级行星齿轮51相啮合。在传动过程的第一级减速过程中，通过大齿轮部411与主动齿轮31之间的减速传动比实现了第一次减速传动之后，通过小齿轮部412与第二级行星齿轮51之间的啮合，使得第二级行星齿轮51与小齿轮部412之间具有更大的减速传动比，从而实现第一级减速过程中的第二次减速传动。如此，在第一级减速过程中，通过连续的两次减速传动实现了更加显著的减速效果。

[0041] 优选地，主动齿轮31为输入轴30的开有花键齿的轴端部，即在输入轴30的端部上

加工形成花键轴，通过花键轴的花键齿与第一级行星齿轮41的大齿轮部411进行啮合传动，即此时主动齿轮31与输入轴30是一体的齿轮轴(当然，在其他可行的实施方式中，主动齿轮31与输入轴30也可以采用相互独立的可分离的两个部件装配形成，在输入轴30的端部加工花键齿以及在主动齿轮31上加工花键孔，使得主动齿轮31与输入轴30之间通过花键装配以稳定驱动连接)，如此进一步缩小减速器的内部装配空间的要求，实现减速器小体积设计效果。

[0042] 如图3至图5所示，本实施例的曲柄轴50与第二级行星齿轮51之间均通过花键配合连接，或者曲柄轴50与第二级行星齿轮51为一体成型的齿轮轴。

[0043] 具体地，在本实施例中，主动齿轮31的轮齿数为9个齿，第一级行星齿轮41的大齿轮部411的齿数为27个齿、小齿轮部412的齿数为20个齿，第二级行星齿轮51的齿数为32个齿，摆线齿轮20的轮齿数为39个齿，并且针齿11的数量为40个，其中，主动齿轮31的轮齿与第一级行星齿轮41的大齿轮部411的轮齿两者之间的模数相同，第一级行星齿轮41的小齿轮部412的轮齿与第二级行星齿轮51的轮齿两者之间的模数相同。

[0044] 在本实施例中，在设计在针齿壳10的内壁上的针齿11过程中，针齿11的设计形式可以采用以下两种。第一种设计形式中，针齿壳10与针齿11之间为相互独立可分离的两个独立部件，即每个针齿11为一个圆柱钢件，针齿壳10的内壁上设有多个半弧形槽，该圆柱钢件一一对应地设置在半弧形槽内。此时，当摆线齿轮20的轮齿与针齿11进行啮合的过程中，由于针齿11受到摆线齿轮20的轮齿的作用力，造成摆线齿轮20的轮齿与针齿11之间存在一定程度的滑动摩擦，并且，针齿11会在该作用力的作用下在半弧形槽内进行转动，因此就形成了摆线齿轮20的轮齿与针齿11之间存在滑动摩擦的同时也存在相对的转动摩擦。然而，针齿11在半弧形槽内的转动运动会消耗一定的作用力能量，使得摆线齿轮20与针齿11之间的摩擦热量增加较快而导致减速器发热，对此可以通过添加冷却油液进行降温处理并对摆线齿轮20的轮齿与针齿11之间进行润滑。另外，相对于针齿壳10独立分离的针齿11在半弧形槽内受力过程中，针齿11会与半弧形槽的槽壁发生碰撞，导致噪声产生，甚至导致针齿壳10或针齿11产生变形。在第二种设计形式中，相对于第一种设计形式，针齿11与针齿壳10设计为相互结合的一体结构，即各针齿11为设置在针齿壳10内壁上的半弧形条状凸起，且针齿11与针齿壳10一体成型而制成。这样，摆线齿轮20的轮齿在与针齿11形成啮合的过程中，摆线齿轮20与针齿11之间仅存在两者之间的相对滑动摩擦，并且针齿11与针齿壳10之间不再存在相互碰撞，从而消除了噪声产生源，也避免了针齿壳10或针齿11产生变形。因此，第二种设计形式相对于第一种设计形式而言，第二种设计形式更加优越，对减速器的整体制造质量更好。在本技术方案中，采用上述两种设计形式中的任一种对针齿11与针齿壳10进行设计装配均可，如图3至图5所示，本实施例的减速器采用了第一种设计形式。

[0045] 如图1至图5、图7和图8所示，在本实施例中，输出部70包括前端输出圆盘71、后端输出圆盘72和多个连接螺栓73，前端输出圆盘71上设有多个连接柱710，后端输出圆盘72上设有多个连接通孔720，摆线齿轮20上设有多个避让通孔23，多个连接柱710一一对应地穿过避让通孔23，多个连接柱710与多个连接通孔720一一对应，且连接螺栓73穿过连接通孔720后与连接柱710锁紧连接，前端输出圆盘71、后端输出圆盘72与针齿壳10之间形成容纳空间。这样，前端输出圆盘71和后端输出圆盘72同时输出转动动力，并且前端输出圆盘71和后端输出圆盘72输出的转动转速相同以及向两个方向输出的两个转动力矩也是相等的。

[0046] 本技术方案的三级减速行星减速器与现有技术相比较，既保持了摆线针轮传动一级减速器和由渐开线行星齿轮传动和摆线针轮传动组成的复合二级减速器的高承载能力、高刚性、高精度保持性等特性，并且在与两者相同或相近的外径尺寸内，该三级减速行星减速器还大幅提高了传动比，或者，在保持相同或相近的传动比时减小了减速器的整体设计外径尺寸。与现有技术的减速器相比较，在相同输入转速和相同减速比的条件下，该三级行星减速结构可以有更多的各级减速比分配选择方案(即该三级减速行星减速器既可以采用针齿壳10固定安装以作为传动支撑，也可以采用输出部70的前端输出圆盘71和后端输出圆盘72固定安装以作为传动支撑)，有利于提供更低的曲柄轴传动转速，提高减速器整体性能和寿命。

[0047] 根据本技术方案的另一方面，提供了一种工业机器人。该工业机器人包括第一节臂(未图示)、第二节臂(未图示)和减速器，第一节臂与第二节臂之间通过减速器连接，该工业机器人采用的减速器为前述的三级减速行星减速器，该三级减速行星减速器的结构示意图请参见图1至图9所示，三级减速行星减速器的针齿壳10与第一节臂连接，三级减速行星减速器的输出部70与第二节臂连接。

[0048] 以上仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

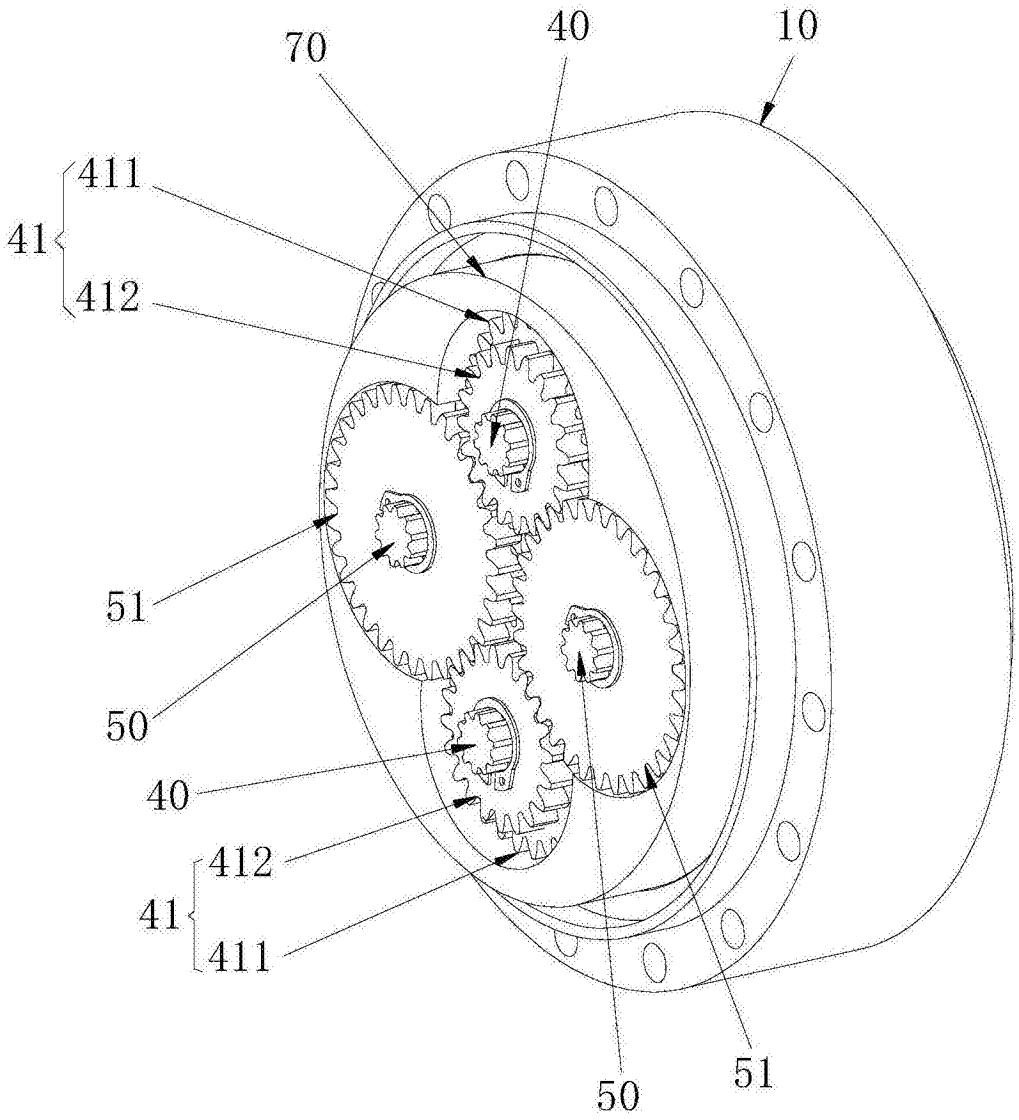


图1

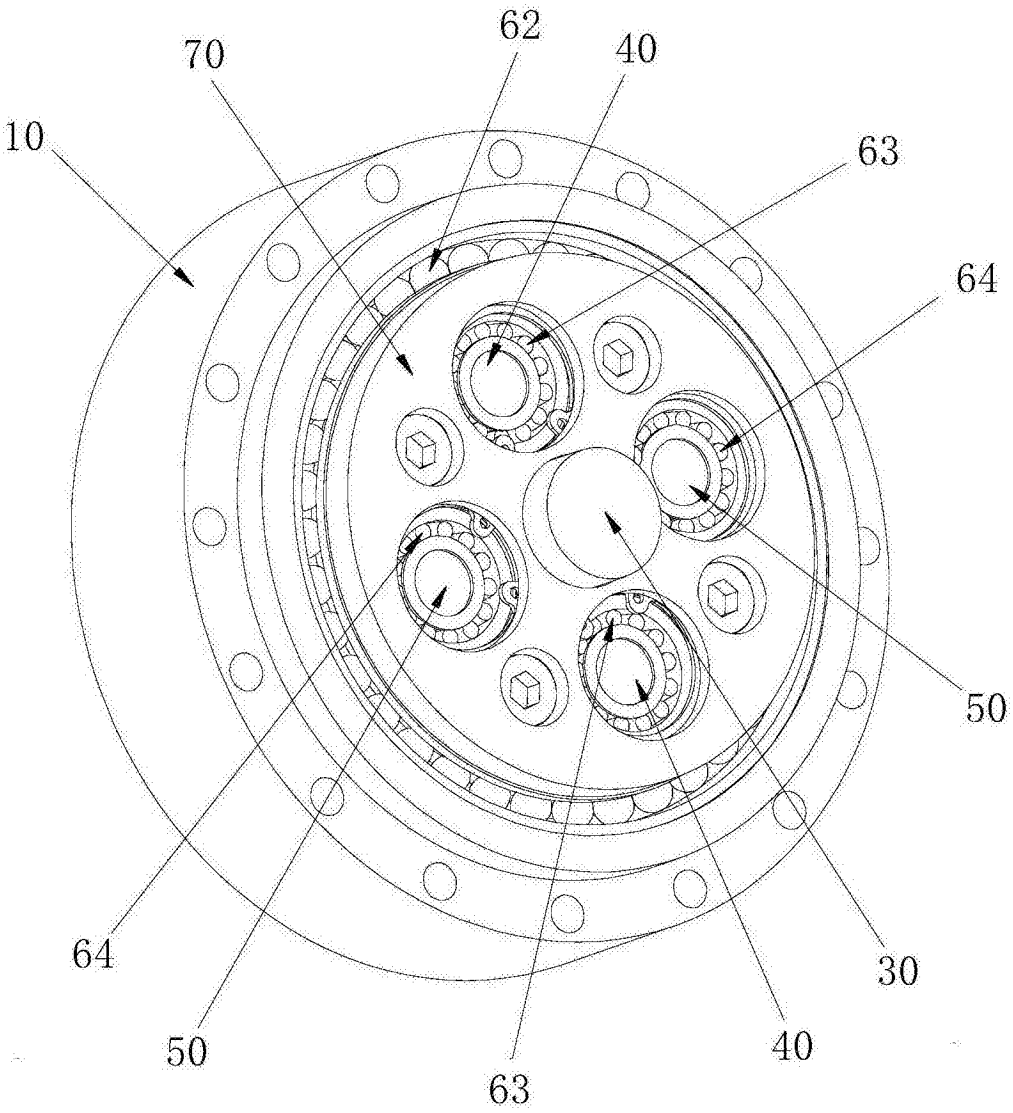


图2

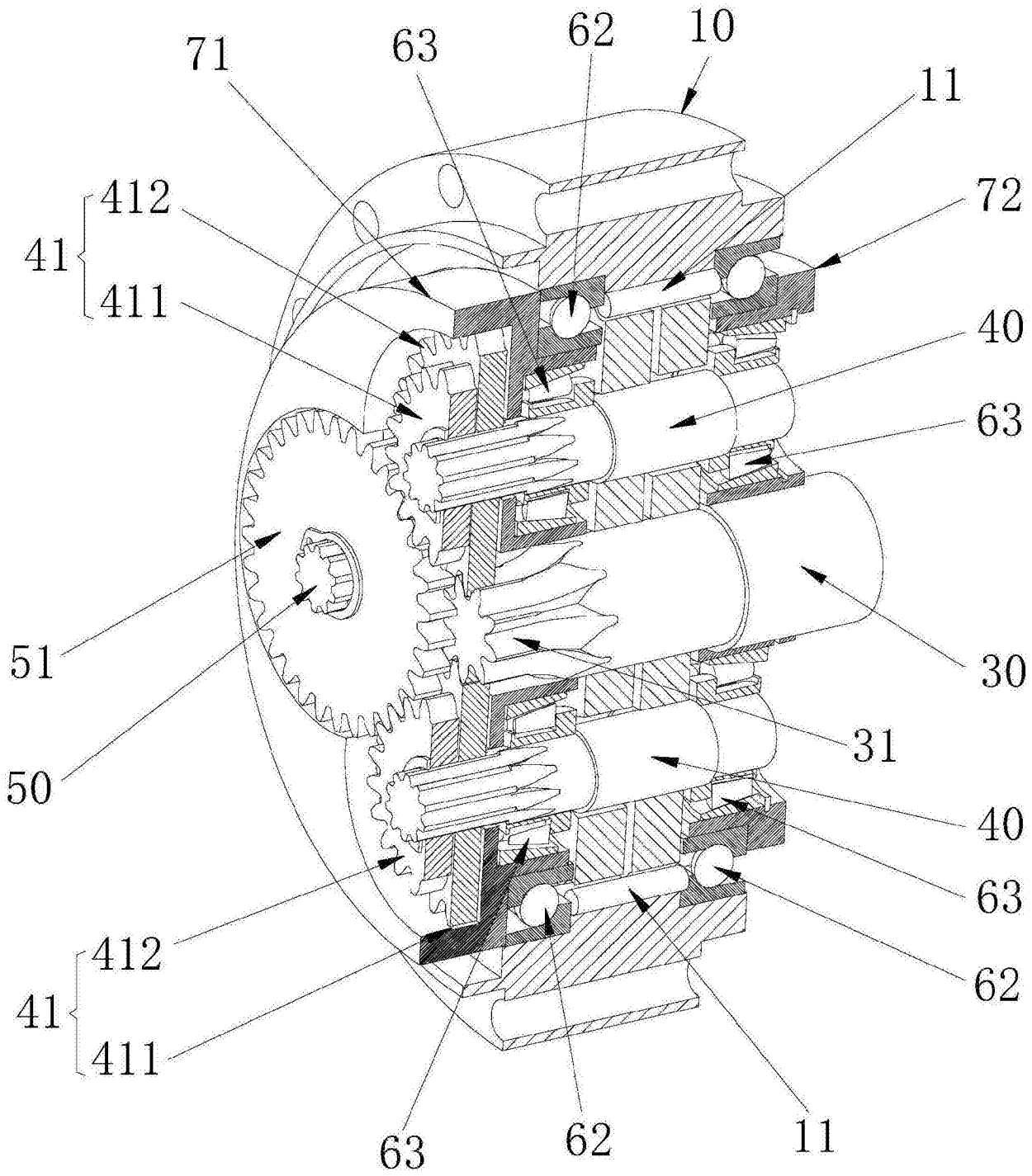

71
63
62
10
11
412
41
411
72
40
63
51
50
30
31
40
63
412
41
411
62
63
62
11

图3

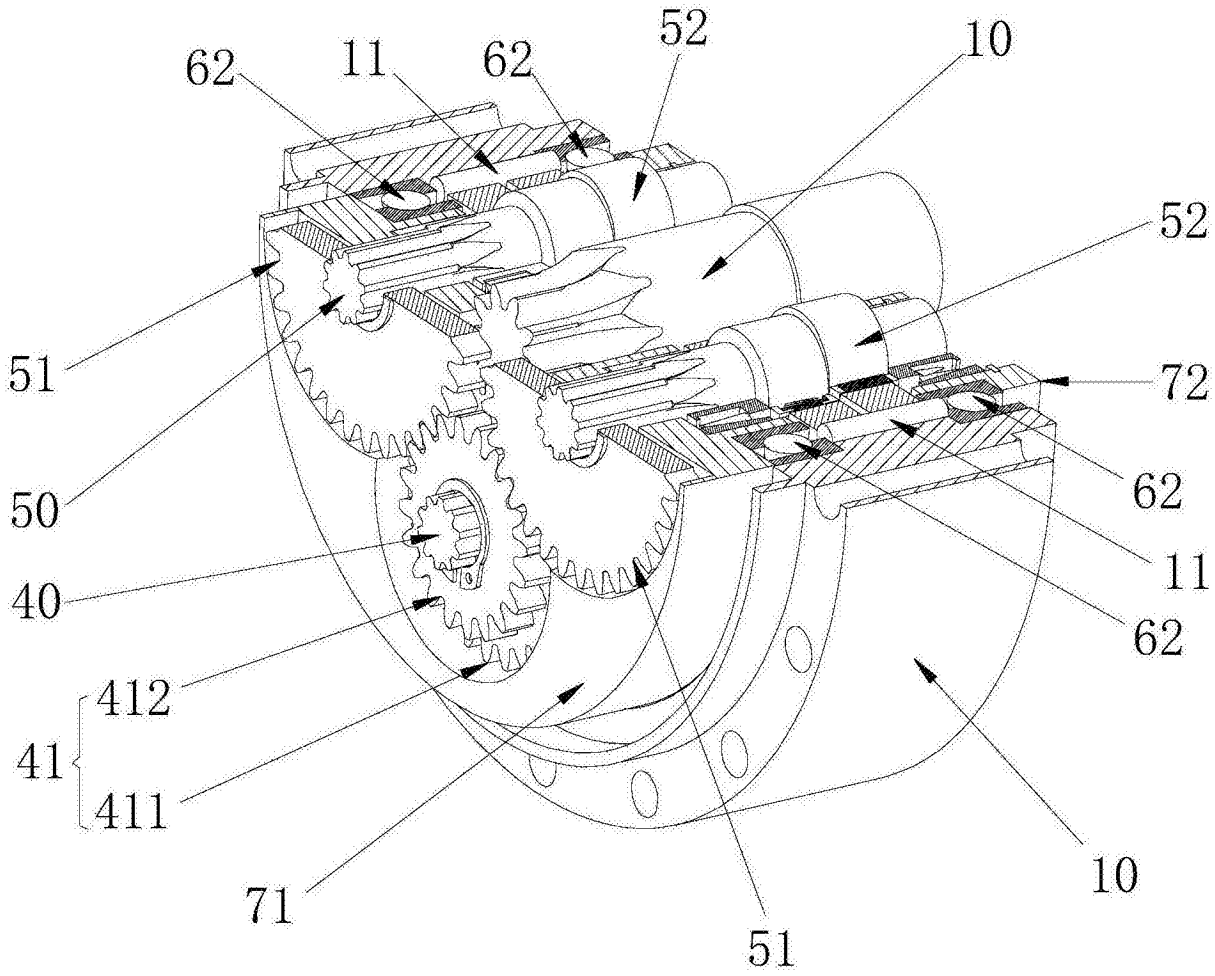


图4

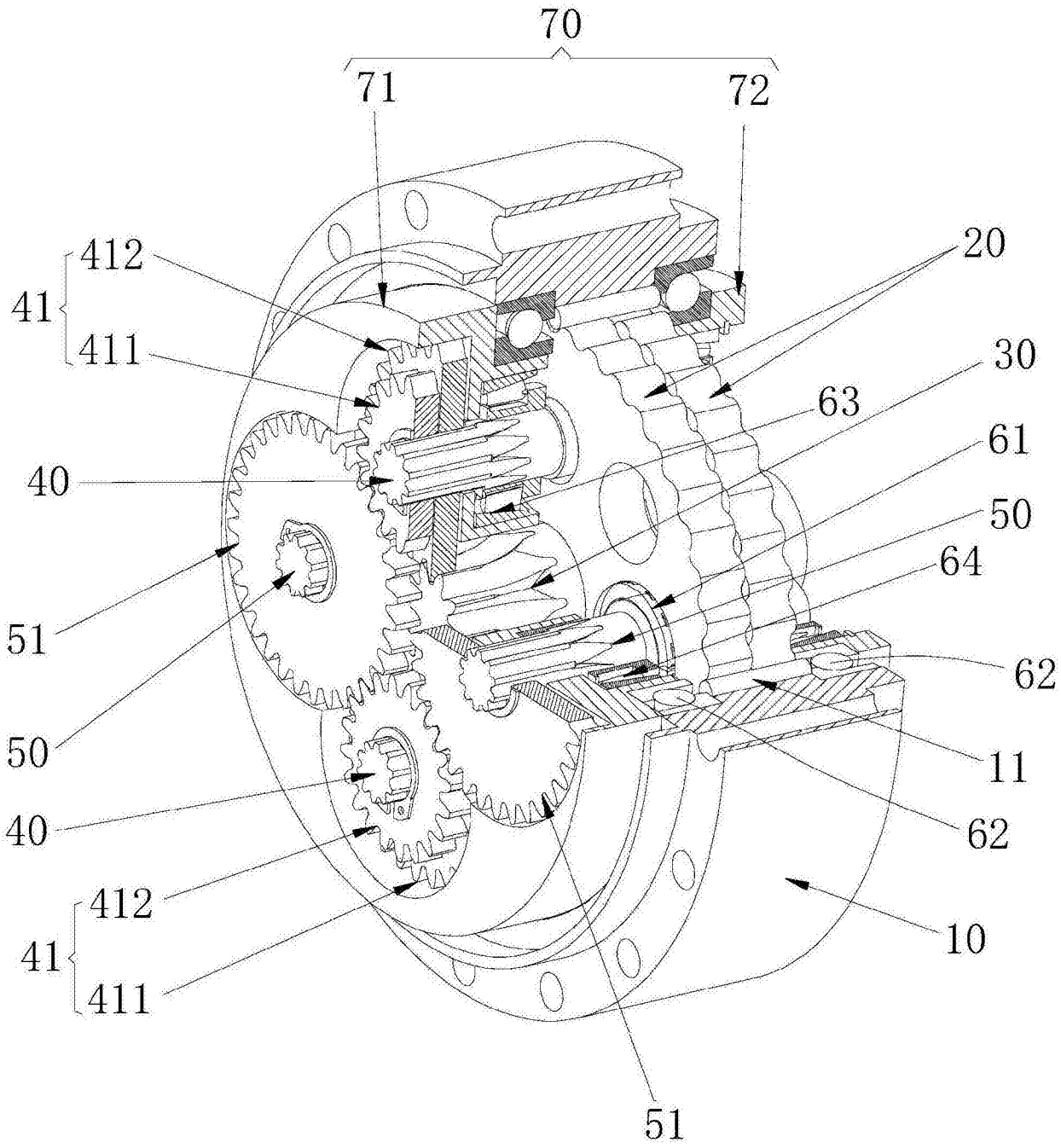

70
71
72
412
41
411
20
30
63
61
40
50
64
51
62
50
11
40
62
412
41
411
10
51

图5

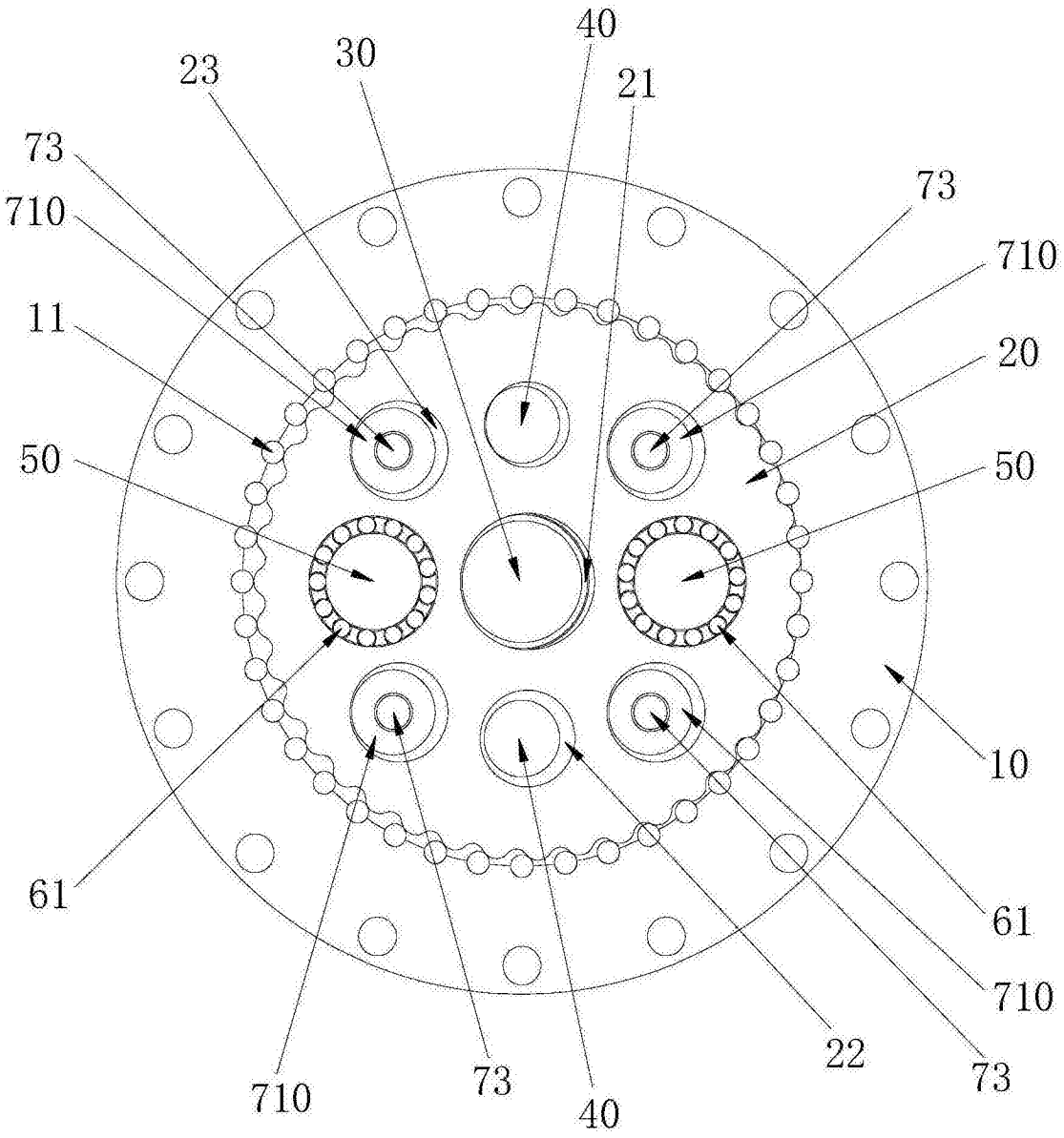


图6

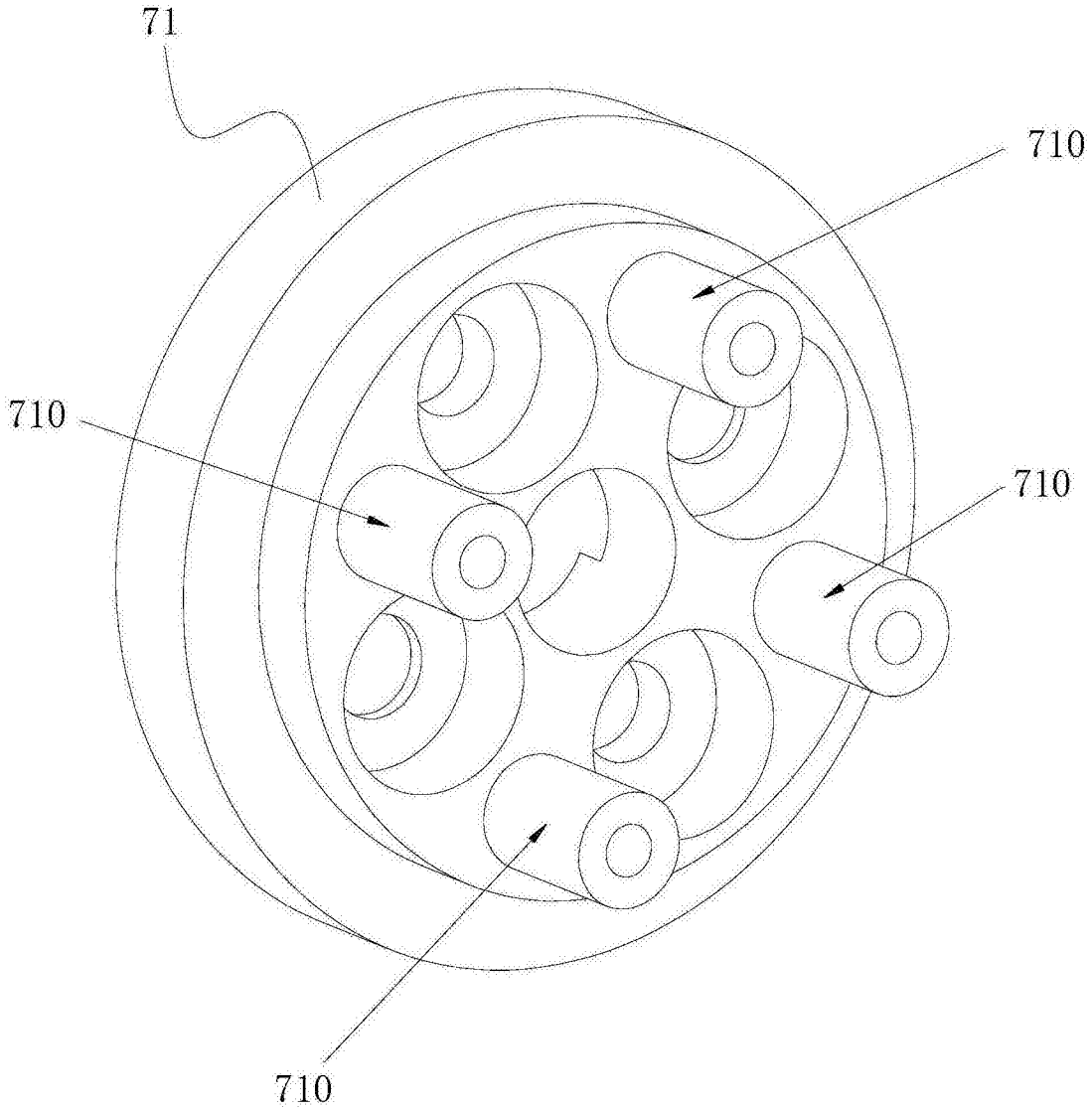


图7

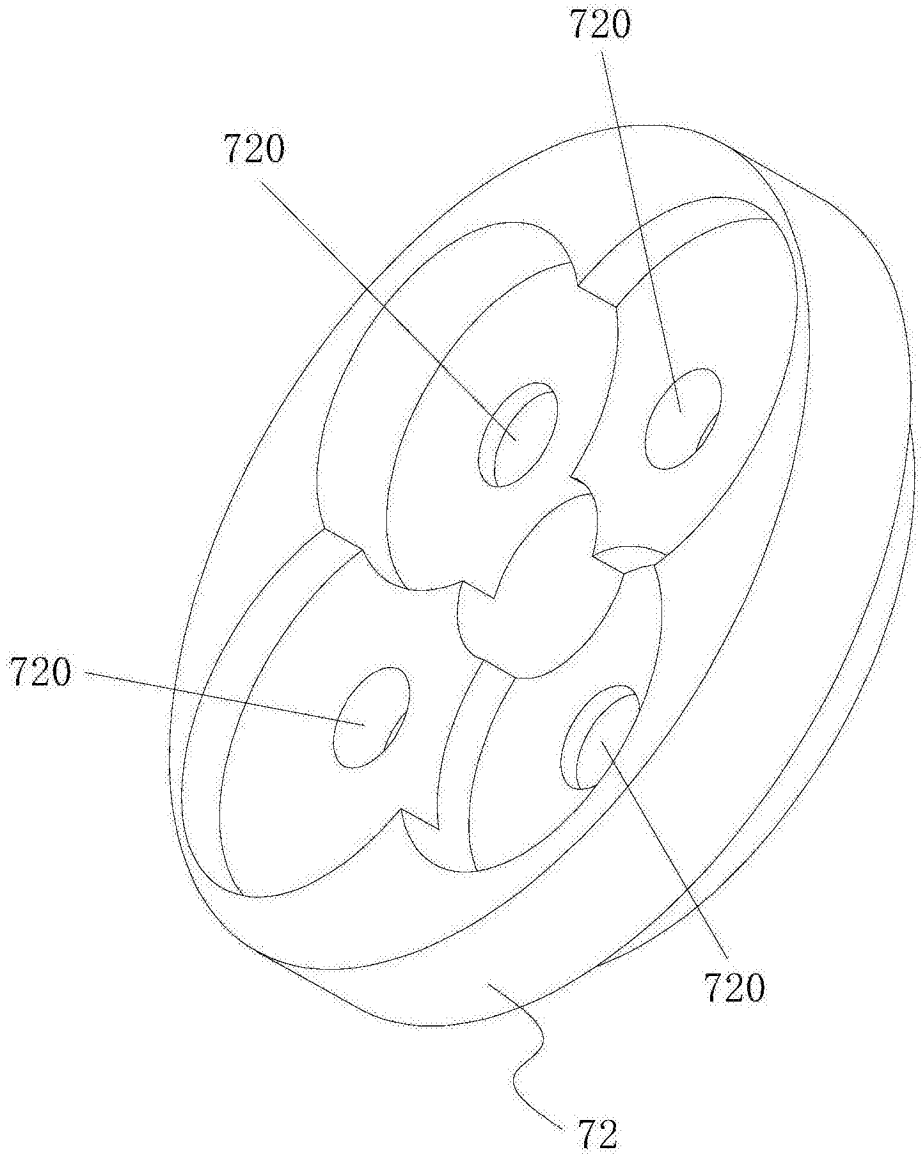


图8

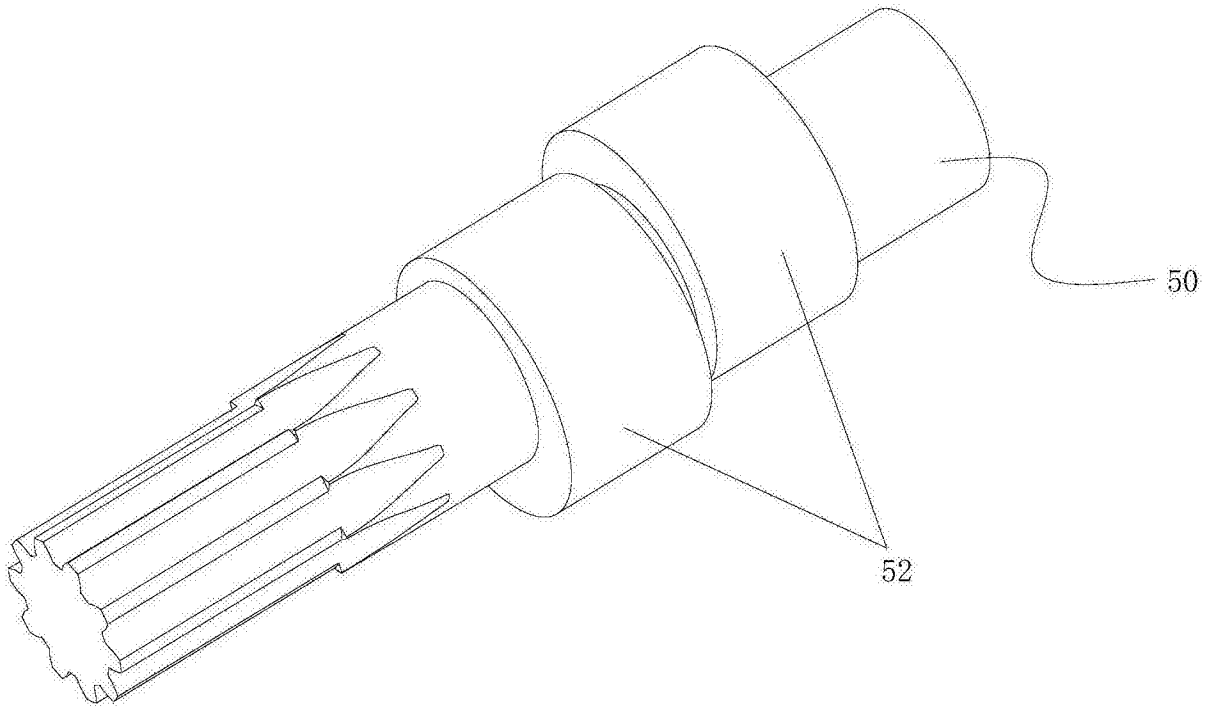


图9