(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114198460 B
(45)授权公告日 2023.05.16

(21)申请号 202111579029.6
(22)申请日 2021.12.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114198460 A
(43)申请公布日 2022.03.18
(73)专利权人 姜虹
地址 100044 北京市海淀区北京交通大学主校区
(72)发明人 王小椿
(74)专利代理机构 北京麦宝利知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11733
专利代理师 刘丽萍
(51)Int.Cl.
F16H 1/20(2006.01)
F16H 57/023(2012.01)
F16H 57/021(2012.01)

审查员 陈婕

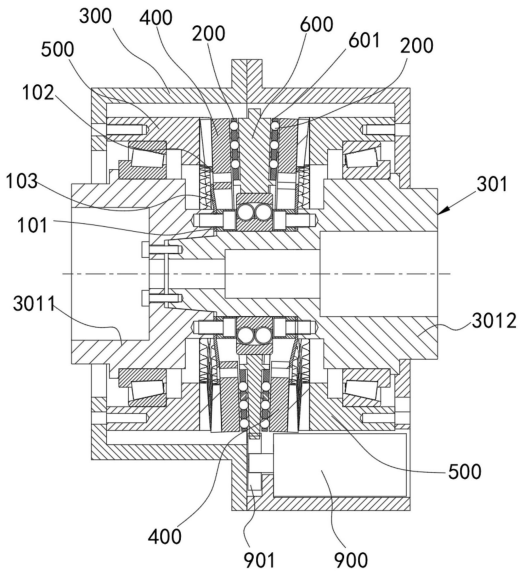
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

一种章动减速器

(57)摘要

一种章动齿轮减速器，用以解决现有章动减速器采用关节轴承实现章动运动结构复杂，体积较大，功率密度较低的问题。本发明的一种章动减速器，包括：壳体；两对章动齿轮副，设置在所述壳体内，所述非章动齿轮固定设置在所述壳体内或与所述壳体一体成型；减速器输出轴，转动设置在所述壳体内；两个环形弹性膜片，每个所述章动齿轮副中的所述章动齿轮通过一个环形弹性膜片与所述减速器输出轴固定连接；章动发生机构，设置在所述壳体内，两对章动齿轮副对称设置在所述章动发生机构的两侧。本发明采用分流布置，章动齿轮副采用对称布局，可显著提高减速器的工作效率；同时还能减小减速装置的体积，减轻重量，减少发热，并提高功率密度。



CN 114198460 B

1.一种章动减速器,其特征在于,包括:

壳体;

两对章动齿轮副,设置在所述壳体内,每对所述章动齿轮副由章动齿轮和非章动齿轮啮合形成,所述非章动齿轮固定设置在所述壳体内或与所述壳体一体成型,每对所述章动齿轮副中所述章动齿轮的齿数比所述非章动齿轮的齿数多一个;

减速器输出轴,可转动地设置在所述壳体内;

两个预拉伸的环形弹性膜片,分别安装在其相应侧的所述章动齿轮和所述减速器输出轴之间,以将所述章动齿轮的章动运动转换为所述减速器输出轴的单一回转运动;

所述环形弹性膜片还被设计为能够承担所述章动齿轮的径向力,使所述环形弹性膜片具有关节轴承的功能和对所述章动齿轮具有定心功能;每个所述环形弹性膜片具有内环、外环和连接于内环和外环之间的环形弹性体;所述环形弹性体为一侧凸另一侧凹的环形凸起结构;所述内环和所述外环沿各自的圆周方向均设有若干个铰制孔,每个所述章动齿轮副中的所述章动齿轮通过第一铰制螺栓与所述环形弹性膜片上的所述外环固定连接,且所述第一铰制螺栓穿过所述外环的铰制孔并与外环的所述铰制孔配合,所述减速器输出轴通过第二铰制螺栓与所述环形弹性膜片上的内环固定连接,且所述第二铰制螺栓穿过所述内环的铰制孔并与所述内环的铰制孔配合;所述内环和与所述内环连接的所述减速器输出轴共轴线设置,所述外环和与所述外环连接的所述章动齿轮共轴线设置,所述内环的轴线和所述外环的轴线相交,所述章动齿轮和非章动齿轮的轴间角小于180°,所述环形弹性体能够补偿所述环形弹性膜片在安装过程中产生的拉伸变形量中的预拉伸变形量;

章动发生机构,设置在所述壳体内,两对章动齿轮副对称设置在所述章动发生机构的两侧,所述章动发生机构用于驱动所述章动齿轮做章动运动,使所述章动齿轮的齿在所述非章动齿轮的齿上滚动。

2.如权利要求1所述的章动减速器,其特征在于,所述章动发生机构包括:

斜盘,可转动地设置在所述壳体内的所述减速器输出轴上,所述斜盘两侧设有对称的斜面,所述斜盘通过驱动机构驱动转动;

平面密珠轴承,所述斜盘与每对所述章动齿轮副中的章动齿轮之间均设有所述平面密珠轴承,所述斜盘的两侧面和两对所述齿轮副中各自的所述章动齿轮的背面作为所述平面密珠轴承的滚道;

两对所述章动齿轮副中的两个所述章动齿轮齿数相等,两对所述章动齿轮副中的两个所述非章动齿轮的齿数相等;

当所述斜盘转动时,斜盘两侧的斜面驱动章动齿轮做章动运动,所述章动齿轮的齿在所述非章动齿轮的齿上滚动。

3.如权利要求2所述的章动减速器,其特征在于,所述内环与所述环形弹性体内周边相切,所述外环与所述环形弹性体外周边相切。

4.如权利要求3所述的章动减速器,其特征在于,所述环形凸起结构的凹面和凸面由圆弧面、样条曲面或余弦曲面构造所形成环形波纹凸起。

5.如权利要求2所述的章动减速器,其特征在于,所述斜盘厚度较大的一侧设有用于斜盘转动时实现斜盘动平衡的开口。

6.如权利要求2-5任一所述的章动减速器,其特征在于,所述驱动机构为电机,直接驱

动所述斜盘转动。

7.如权利要求6所述的章动减速器，其特征在于，所述壳体作为所述电机的外壳，所述电机的定子设置在所述外壳内，和/或所述斜盘的两个斜面之间具有颈缩轴段，所述颈缩轴段作为所述电机的转子。

8.如权利要求2-5任一所述的章动减速器，其特征在于，所述驱动机构包括电机和传动机构，所述电机通过所述传动机构驱动所述斜盘转动。

9.如权利要求8所述的章动减速器，其特征在于，所述传动机构包括传动齿轮，所述斜盘的外圆圆周形成有多个沿其周向均匀分布的齿轮齿，所述电机的轴上固定设有齿轮，所述齿轮与所述斜盘上的齿轮齿啮合传动。

一种章动减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及减速器领域，尤其涉及一种章动减速器。

背景技术

[0002] 大传动比减速器在自动化领域有很大的需求量。常用的大传动比减速器有蜗杆减速器、多级行星减速器、谐波减速器和RV减速器。蜗杆减速器的传动效率比较低，通常在50％以下；而所需电机功率为输出功率除以传动效率，故所需电机功率会大幅增加，不仅体积和重量大，而且多消耗的电能都被电机和减速器变成热量，使设备温升加快，无法在重负荷下连续工作或频繁工作。行星减速器的传动效率很高，单位体积的输出扭矩也比较大，但单级行星减速器的传动比小，在需要大传动比的场合，多级行星减速器串联在一起的体积就比较大了；况且小背隙行星减速器的工艺要求非常高，成本昂贵，难以量产。因此在功率密度要求高，背隙很低的场合，如各种工业机器人、机械臂、机械手和自动化设备中，目前多选用谐波减速器和RV减速器。但这两种减速器也各有缺点——谐波减速器的功率密度远逊于RV减速器，但毕竟容易制造出小规格的谐波减速器；RV减速器的情况正好相反，功率密度大，却没有小规格产品。而现有的章动减速器采用关节轴承实现章动运行，结构复杂，使体积较大，如果增加一倍输出扭矩，则增大的体积接近原来的一倍，致使应用场合受限，同时采用关节轴承机械效率较低和功率密度低，需要大扭矩输出小体积的场合使用受限。

发明内容

[0003] 鉴于此，本发明公开了一种章动齿轮减速器，用以解决现有章动减速器采用关节轴承实现章动运动结构复杂，体积较大，功率密度较低的问题。

[0004] 本发明为实现上述的目标，采用的技术方案是：

[0005] 本发明第一方面公开了一种章动减速器，包括：壳体；两对章动齿轮副，设置在所述壳体内，每对所述章动齿轮副由章动齿轮和非章动齿轮啮合形成，所述非章动齿轮固定设置在所述壳体内或与所述壳体一体成型，每对所述章动齿轮副中所述章动齿轮的齿数比所述非章动齿轮的齿数多一个；减速器输出轴，转动设置在所述壳体内；两个预拉伸的环形弹性膜片，每个所述环形弹性膜片具有内环、外环和连接于内环和外环之间的环形弹性体，所述内环和所述外环沿各自的圆周方向均设有若干个铰制孔，每个所述章动齿轮副中的所述章动齿轮通过第一铰制螺栓与所述环形弹性膜片上的所述外环固定连接，且所述第一铰制螺栓穿过所述外环的铰制孔并与外环的所述铰制孔配合，所述减速器输出轴通过第二铰制螺栓与所述环形弹性膜片上的内环固定连接，且所述第二铰制螺栓穿过所述内环的铰制孔并与所述内环的铰制孔配合，所述章动齿轮做章动运动时，所述环形弹性膜片利用所述环形弹性体产生的弹性形变将所述章动齿轮的章动运动转换为所述减速器输出轴的单一回转运动；章动发生机构，设置在所述壳体内，两对章动齿轮副对称设置在所述章动发生机构的两侧，所述章动发生机构用于驱动所述章动齿轮做章动运动，使所述章动齿轮的齿在所述非章动齿轮的齿上滚动。

[0006] 进一步可选的，所述章动发生机构包括：斜盘，转动设置在所述壳体内的所述减速器输出轴上，所述斜盘两侧设有对称的斜面，所述斜盘通过驱动机构驱动转动；平面密珠轴承，所述斜盘的两侧分别设有平面密珠轴承，所述斜盘的两侧面和两对所述齿轮副中各自的所述章动齿轮背面作为所述平面密珠轴承的滚道；两对所述章动齿轮副中的两个所述章动齿轮齿数相等，两对所述章动齿轮副中的两个所述非章动齿轮的齿数相等；所述斜盘转动时，斜盘上的斜面驱动章动齿轮做章动运动，使所述章动齿轮的齿在所述非章动齿轮的齿上滚动。

[0007] 进一步可选的，所述内环和与所述内环连接的所述减速器输出轴共轴线设置，所述外环和与所述外环连接的所述章动齿轮共轴线设置，所述内环的轴线和所述外环的轴线相交。

[0008] 进一步可选的，所述环形弹性体为一侧凸另一侧凹的环形凸起结构，所述内环与所述环形弹性体内周边相切，所述外环与所述环形弹性体外周边相切。

[0009] 进一步可选的，所述凸起结构的凹面和凸面由圆弧面、样条曲面或余弦曲面构造所形成环形波纹凸起。

[0010] 进一步可选的，所述斜盘厚度较大的一侧设有用于斜盘转动时实现斜盘动平衡的开口。

[0011] 进一步可选的，所述驱动机构为电机，直接驱动所述斜盘转动。

[0012] 进一步可选的，所述壳体作为所述电机的外壳，所述电机的定子设置在所述外壳内，和/或所述斜盘的两个斜面之间具有颈缩轴段，所述颈缩轴段作为所述电机的转子。

[0013] 进一步可选的，所述驱动机构包括电机和传动机构，所述电机通过传动机构驱动所述斜盘转动。

[0014] 进一步可选的，所述传动机构包括链条和链轮，所述斜盘的外圆圆周形成有多个沿其周向均匀分布的链轮齿，所述电机轴上固定设有链轮，所述链轮通过链条与所述斜盘上的链轮齿连接。

[0015] 进一步可选的，所述传动机构包括传动齿轮，所述斜盘的外圆圆周形成有多个沿其周向均匀分布的齿轮齿，所述电机轴上固定设有齿轮，所述齿轮与所述斜盘上的齿轮齿啮合传动。

[0016] 有益效果：本发明在章动发生机构两侧进行动力分流的布局，尤其是采用斜盘进行动力分流布局，与采用非动力分流的章动减速器相比，以厚度(轴向)大约增加30-40％的代价，可以使输出扭矩增加100％左右，对于单级传动比达到160左右的章动减速装置，减少的摩擦损失几乎可以达到齿面摩擦损失的一半左右，显著提高减速器的工作效率；同时还能减小减速装置的体积，减轻重量，减少发热，在同样的温升前提下，可以提高功率密度。

附图说明

[0017] 通过参照附图详细描述其示例实施例，本发明公开的上述和其它目标、特征及优点将变得更加显而易见。下面描述的附图仅仅是本发明公开的一些实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1示出了本发明章动减速器实施例1整体结构的示意图；

[0019] 图2示出了本发明章动减速器实施例2的整体结构示意图；

[0020] 图3示出了本发明章动减速器实施例3的整体结构的示意图；

[0021] 图4为图1章动减速器实施例1和2中的斜盘实施例轴测图；

[0022] 图5为图4斜盘实施例的主视图；

[0023] 图6示出了本发明章动减速器实施例1、2、3中预拉伸的环形弹性膜片实施例的轴测图；

[0024] 图7为图6中预拉伸的环形弹性膜片实施例的断面视图；

[0025] 图8为图7的I处局部放大视图；

[0026] 图9示出了本发明章动减速器实施例1、2、3平面密珠轴承实施例的轴测图；

[0027] 图10示出了本发明章动减速器实施例1中驱动机构驱动斜盘的一种传动简图；

[0028] 图11为本发明章动减速器实施例1、2、3中章动齿轮实施例的轴测图；

[0029] 图12为图11中章动齿轮单个齿形实施例的轴测图；

[0030] 图13为图12中章动齿轮单个齿形的主视图；

[0031] 图14示出了为本发明章动减速器实施例1、2、3中非章动齿轮单个齿形实施例的主视图；

[0032] 图15示出了本发明章动减速器实施例1、2、3中章动齿轮副啮合实施例的示意图；

[0033] 图16示出了本发明章动减速器实施例1、2、3应用在DELTA机器人的示意图；

[0034] 其中，图13和图14中的虚线为假想线，为了说明本发明实施例中齿面的组成而划分的。

[0035] 附图标记：

[0036] 101-内环；102-外环；103-环形弹性体；200-平面密珠轴承；201-保持架；202-滚珠；300-壳体；301-减速器输出轴；3011-第一减速器输出轴；3012-第二减速器输出轴；400-章动齿轮；500-非章动齿轮；600-斜盘；601-斜面；610-颈缩轴段；620-驱动电机；631-第一传动轴；632-第二传动轴；633-人字齿轮；634-斜齿轮；635-圆柱齿轮；900-电机；901-转子；902-定子；903-第一环形弹性膜片；904-第二轴承；a-齿顶曲面；b-椭圆锥面；c-平面；d-齿根曲面；e-无瞬心包络齿面。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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] 在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本发明。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义，“多种”一般包含至少两种，但是不排除包含至少一种的情况。

[0039] 应当理解，本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0040] 还需要说明的是，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商品或者系统不仅包括那些要素，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商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0041] 现有的章动减速器采用关节轴承实现章动运行，结构复杂，使体积较大，如果增加一倍输出扭矩，则增大的体积接近原来的一倍，致使应用场合受限，同时采用关节轴承机械效率较低。

[0042] 本发明采用对称的章动齿轮副，设置在章动发生机构两侧，可简化结构，与现有技术相比，可在相同的输出扭矩下减小章动减速器的体积，尤其是采用斜盘进行动力分流，在扭矩增加一倍的情况下，体积仅增加30％-40％，而现有减速器采用关节轴承结构复杂，体积增加将近一倍。本发明不仅实现扭矩的增加，同时重量减轻，发热较小，机械效率较高，功率密度较大。

[0043] 为进一步阐述本发明中的技术方案，现结合图1-图16，提供了如下具体实施例。

[0044] 实施例1

[0045] 在本实施例中提供了一种章动减速器，如图1、图4-图9所示，包括：壳体300；两对章动齿轮副，设置在壳体300内，每对章动齿轮副由章动齿轮400和非章动齿轮500啮合形成，非章动齿轮500固定设置在壳体300内或与壳体300一体成型，每对章动齿轮副中章动齿轮400的齿数比非章动齿轮500的齿数多一个；减速器输出轴301，转动设置在所述壳体300内；两个预拉伸的环形弹性膜片，每个环形弹性膜片具有内环101、外环102和连接于内环101和外环102之间的环形弹性体103，内环101和外环102沿各自的圆周方向均设有若干个铰制孔，每个章动齿轮副中的章动齿轮通过第一铰制螺栓与环形弹性膜片上的外环102固定连接，且第一铰制螺栓穿过外环102的铰制孔并与外环102的铰制孔配合，减速器输出轴301通过第二铰制螺栓与环形弹性膜片上的内环101固定连接，且第二铰制螺栓穿过内环101的铰制孔并与内环101的铰制孔配合，所述章动齿轮做章动运动时，所述环形弹性膜片利用环形弹性体103产生的弹性形变将章动齿轮的章动运动转换为所述减速器输出轴的单一回转运动；章动发生机构，设置在壳体300内，两对章动齿轮副对称设置在章动发生机构的两侧，章动发生机构用于驱动章动齿轮400做章动运动，使章动齿轮400的齿在非章动齿轮500的齿上滚动。

[0046] 本实施例中通过第一铰制螺栓与外环的铰制孔配合及第二铰制螺栓与内环的铰制孔配合实现环形弹性膜片的径向定位和扭矩的传递。优选的，第一铰制螺栓与外环的铰制孔可采用间隙配合，第二铰制螺栓与内环的铰制孔采用间隙配合。

[0047] 需要特别说明的是，本实施例中章动齿轮400的齿和非章动齿轮500的齿形成于各自齿盘一侧端面上，且各自的齿均沿各自齿盘的径向方向延伸，各自齿的纵截面积从齿顶到齿根逐渐变大，各自齿的横截面积沿各自齿盘的径向方向由外向内逐渐变小，齿宽为齿内圆端面与齿外圆端面的距离。

[0048] 可选的，章动齿轮400的齿和非章动齿轮500的齿分布在各自齿盘端面一侧，章动齿轮400的齿的宽度方向与章动齿轮400的径向方向相同，非章动齿轮500的齿的宽度方向与非章动齿轮500的径向方向相同。

[0049] 优选的，如图13和图14所示，章动齿轮400的工作齿面401由外凸的椭圆锥面b构造

而成，且在同一横截面上椭圆锥面b上最高点和最低点的距离沿章动齿轮400的径向由外向内逐渐变小；非章动齿轮500齿面的工作齿面501为章动齿轮400在章动运动过程中产生的无瞬心包络面。章动齿轮400的齿面由齿顶曲面a、椭圆锥面b、平面c、齿根曲面d构造而成，其中，齿顶曲面a两端分别依次连接有椭圆锥面b、平面c和齿根曲面d，且齿顶曲面a、椭圆锥面b、平面c和齿根曲面d相邻两者相切，所述齿顶曲面a为外凸的光滑曲面，所述齿根曲面d为凹陷的光滑曲面；非章动齿轮500的齿面由齿顶曲面a、无瞬心包络齿面e、平面c、齿根曲面d构成，其中，齿顶曲面a两端分别依次连接有无瞬心包络齿面e、平面c和齿根曲面d，且齿顶曲面a、无瞬心包络齿面e、平面c和齿根曲面d相邻两者相切，齿顶曲面a为外凸的光滑曲面，齿根曲面d为凹陷的光滑曲面。章动齿轮400和非章动齿轮500各自的齿顶曲面a为外凸的光滑曲面，各自的齿根曲面d为凹陷的光滑曲面。可满足章动齿轮400正反转时的承载能力。优选的，章动齿轮400和非章动齿轮500各自的齿顶曲面a和齿根曲面d可通过样条曲面构造形成。可选的，章动齿轮400上齿顶曲面a两端的椭圆锥面b、平面c和齿根曲面d相互对称。非章动齿轮500上齿顶曲面a的无瞬心包络齿面e、平面c和齿根曲面d相互对称。

[0050] 过小的轴间角会影响作为输出机构环形弹性膜片103的受力和应变状态，为实现章动运动，轴间角应小于180°；而齿数的上限受减速机构传动效率的限制，传动比越大，效率越低。因此，本实施例将章动齿轮和非章动齿轮的轴间角T为：177°≤T＜180°。

[0051] 本实施例中章动齿轮的工作齿面设置成椭圆锥面，在同一横截面上所述椭圆锥面上最高点和最低点的距离沿所述章动齿轮的径向由外向内逐渐变小。通过采用椭圆锥面替代圆锥面作为章动齿轮的工作齿面，有效地增加了针轮工作齿面的弧长，在同样的齿轮直径、传动比和输出载荷下，可以使针轮工作齿面的弧长增加60％左右，降低章动齿轮齿面的局部磨损，延长使用寿命。同时，与端面摆线针轮副相比，在同样的齿轮直径、传动比和输出载荷下，可以使齿面接触应力降低23％左右；或者在同样的接触应力下，可以提高承载能力约30％。

[0052] 进一步优选的，章动发生机构包括：斜盘600，转动设置在壳体300内的减速器输出轴301上，斜盘600两侧设有对称的斜面601，斜盘600通过驱动机构驱动转动；平面密珠轴承200，斜盘600与每对章动齿轮副中的章动齿轮400之间均设有平面密珠轴承200，斜盘600的两侧面和两对所述齿轮副中各自的所述章动齿轮400的背面作为平面密珠轴承200的滚道；两对章动齿轮副中的两个章动齿轮400齿数相等，两对章动齿轮副中的两个非章动齿轮500的齿数相等；斜盘600转动时，斜盘600两侧的斜面601驱动章动齿轮400做章动运动，使章动齿轮400的齿在非章动齿轮500的齿上滚动。章动齿轮副中的两个非章动齿轮500的齿数相等，可保证输出的转速相同，两个章动齿轮400的章动角相同，进而实现同一斜盘600驱动两个章动齿轮400同时发生章动运行，同时也抵消了斜盘600两侧受力不均的问题，使斜盘600的轴线保持与减速器输出轴共轴线。

[0053] 如图9所示，本实施例中的平面密珠轴承包括：保持架201，设有多组滚珠孔，所述滚珠孔内设有凸出于保持架两侧面的滚珠202，每组滚珠孔按照半径不同的椭圆排列，且每组滚珠孔环绕椭圆一周设置，多组所述滚珠孔所在的椭圆的长轴在同一直线上且所在椭圆的中心重合，相邻两组滚珠孔交错排列。本实施例任意一组滚珠孔中的一个滚珠孔与相邻最近的另一组中滚珠孔的距离小于滚珠直径的两倍，可确保滚珠密布排列。需要特别说明的是，本实施例中的滚珠也可按照正圆周排列，本实施例中优选采用椭圆排列，可避免滚道

过早出现疲劳点蚀。

[0054] 本实施例的两对章动齿轮副采用对称布置，布置在斜盘600两侧，斜盘600两侧设有两个对称斜面601，当斜盘600转动时，两对章动齿轮400同时做章动运行，并且两个章动齿轮400采用同一个减速器输出轴输出扭矩，在相同的输出功率下，使得推力轴承保持架与章动齿轮400之间及推力轴承保持架与斜盘600之间的摩擦损失减小50％，其值约为传动比乘0.0005。对于单级传动比达到160左右的章动减速器，减少的摩擦损失接近齿面摩擦损失的一半左右，显著提高本实施例章动减速器的工作效率。

[0055] 进一步优选的，如图1和图6所示，内环101和与内环101连接的所述减速器输出轴301共轴线设置，外环102和与外环102连接的所述章动齿轮400共轴线设置，内环101的轴线和外环102的轴线相交；所述章动齿轮400做章动运动时，所述环形弹性膜片产生形变以适应所述章动齿轮400的章动运动，同时，环形弹性膜片带动所述减速器输出轴做单一的回转运动。可选的，内环101和外环102形成法兰，由内环101所形成的法兰作为第一连接部，由外环102形成的法兰作为第二连接部，内环通过铰制孔螺栓与减速器输出轴301固定连接，外环通过铰制孔螺栓与章动齿轮400固定连接。本实施例通过环形弹性膜片实现将章动齿轮400的章动运动转化为减速器输出轴的单一回转运动，采用环形弹性膜片不会产生理论运动误差，传递给减速器输出轴的转角理论上严格等于章动齿轮400的自转转角，并且在任何转角下，输出机构的刚性是恒定的，不会产生输出转角的波动误差；其次是几乎没有能量损失，不产生额外热量；再次是发挥了关节轴承的作用，无须额外设置轴承，环形弹性膜片本身就承担了章动齿轮400的径向力，并实现了章动齿轮400的定心功能，与传统采用关节轴承的章动减速器相比，结构更加紧凑，缩小了减速器的内部空间，在输出相同扭矩的情况下可使减速器体积做的更小，应用场合更加的广泛。

[0056] 进一步，如图6-图8所示，环形弹性体103为一侧凸另一侧凹的环形凸起结构，所述内环与所述环形弹性体103内周边相切，所述外环102与所述环形弹性体103外周边相切。进一步，所述凸起结构的凹面和凸面由圆弧面、样条曲面或余弦曲面构造形成。用于补偿环形弹性膜片在安装过程中产生的拉伸变形量的预拉伸伸长量，可以显著降低用于补偿环形弹性体在安装过程中产生的拉伸变形量的预拉伸伸长量，可以显著降低环形弹性膜片的安装应力。适量的预拉伸变形几乎不会降低环形弹性膜片的径向刚性，但过大的预拉伸变形量会降低其径向刚性，乃至导致弹性失稳。

[0057] 需要特别说明的是，本实施例中内环101的轴线和外环102的轴线相交指的是环形弹性膜片安装后的状态，由于环形弹性膜片安装后为了使章动齿轮400和非章动齿轮500的轴间角小于180°，环形弹性体103在安装后会产生形变。环形弹性体103在自然状态下(安装前未产生形变的状态)内环101的轴线和外环102的轴线重合。在安装后，由于内环101和外环102具有一定的偏转角度，使环形弹性体103的凸起结构局部被抻直。

[0058] 具体可选的，如图1所示，减速器输出轴301由第一减速器输出轴3011和第二减速器输出轴3012两部分组成，非章动齿轮500的背部设有轴承安装孔，圆锥滚子轴承设置在轴承安装孔内，第一减速器输出轴3011安装在圆锥滚子轴承内圈上，第二减速器输出轴3012通过圆锥滚子轴承转动安装在壳体300内，且第一减速器输出轴3011和第二减速器输出轴3012均设有圆锥面，圆锥面的轴线与其所在的轴的轴线重合，第一减速器输出轴3011和第二减速器输出轴3012通过圆锥面配合并通过螺钉固定连接，使第一减速器输出轴3011和第

二减速器输出轴3012如刚性轴一样同相位转动，第一减速器输出轴和第二减速器输出轴抵消章动齿轮章动运动过程中产生的轴向力，相互传递扭矩，保持同步同相位的输出运动。斜盘600通过轴承转动设置在减速器输出轴上，斜盘600与减速器输出轴连接的轴承可以为调心轴承。

[0059] 优选的，壳体300由第一壳体和第二壳体组成，第一壳体和第二壳体扣合固定在一起，内部形成容纳空间，其中一对章动齿轮副中的非章动齿轮固定在第一壳体上或与第一壳体一体成型，另一对章动齿轮副中的非章动齿轮固定在第二壳体上或与第二壳体一体成型。且两对章动齿轮副中的两个非章动齿轮共轴线设置。

[0060] 实施例2

[0061] 在上述实施例1的基础上，如图2所示，所述驱动机构为电机，直接驱动斜盘600转动。电机磁路采用轴向布局，其中，电机可以为盘状空心电机，盘状空心电机的转子901为空心结构，转子901的内圆形成法兰，法兰通过第一环形弹性膜片与斜盘600外圆固定连接，以避免斜盘600轴向浮动对转子的干扰，转子上不包含构成内磁路的铁芯，转动惯量大幅降低，动态响应性能更好。而转子的外圆与壳体内表面之间设有第一轴承903，电机的定子902设置转子的两侧，并安装在壳体300内。可缩小章动减速器轴向方向的尺寸。

[0062] 实施例3

[0063] 在上述实施例1的基础上，如图3所示，所述驱动机构为电机，直接驱动斜盘600转动，电机磁路采用传统的径向布局，斜盘600具有颈缩轴段610，斜盘600的两个斜面601位于颈缩轴段610轴向方向的两侧，斜盘600设有与其共轴线的通孔，减速器输出轴301的外圆表面设有第二轴承904，第二轴承904安装在斜盘600的通孔内，使斜盘600可相对减速器输出轴301转动，第二轴承904可设置两个，起到对斜盘600径向定位及支撑的作用，所述颈缩轴段作为所述电机的转子901，电机的定子902设置在壳体300内与转子901配合。

[0064] 实施例4

[0065] 在上述实施例1的基础上，所述驱动机构包括电机和传动机构，电机通过传动机构驱动斜盘600转动。进一步优选的，传动机构包括链条和链轮，斜盘600的外圆圆周形成有多个沿其周向均匀分布的链轮齿，电机轴上固定设有链轮，链轮通过链条与斜盘600上的链轮齿连接。进一步优选的，传动机构为包括传动齿轮，斜盘600的外圆圆周形成有多个沿其周向均匀分布的齿轮齿，电机轴上固定设有齿轮，齿轮与斜盘600上的齿轮齿啮合传动。

[0066] 实施例5

[0067] 在上述实施例1的基础上，所述斜盘600外圆周形成有齿轮齿，传动机构可以为圆锥齿轮副，其中一个圆锥齿轮作为主动齿轮通过电机驱动，另一个圆锥齿轮作为从动齿轮，且另一个圆锥齿轮上设有与其同轴的齿轮轴，所述齿轮轴上设有圆柱齿轮，所述圆柱齿轮与斜盘600的齿轮齿啮合，电机轴与减速器输出轴呈90°，可应用于多轴机器手的机械臂上，将电机隐藏在机械臂内驱动机械臂摆动。

[0068] 实施例6

[0069] 在上述实施例1的基础上，如图10所示，驱动机构包括驱动电机620和传动机构，传动机构包括第一传动轴631、第二传动轴632、人字齿轮633、两个斜齿轮634和两个圆柱齿轮635，第一传动轴631和第二传动轴632上分别固定设有一个圆柱齿轮635和斜齿轮634，斜盘600外圆形成有齿轮齿并与两个圆柱齿轮635啮合，驱动电机620轴上固定设有人字齿轮

633,两个斜齿轮634分别与人字齿轮633啮合,两个斜齿轮634的旋向可以为相反的。人字齿轮633分别与两个圆柱斜齿轮的啮合来实现动力分流和自动均载,再通过两个圆柱齿轮与斜盘外缘齿轮啮合来实现将动力汇聚到斜盘上去的。采用动力分流可以将斜盘厚度减小一半,以减轻减速器的重量,提高功率密度。

[0070] 在上述实施例1-6中,通过双斜面601的斜盘600和在一个减速器内镜像对称布置两套章动齿轮400,可以显著提高减速装置的功率密度,减小轴承摩擦损失,进一步提高减速装置的传动效率。该布局特别适用于具有双输出端的减速器,如图16为章动减速器应用在DELTA机器人中,每组摆臂需要两个输出法兰,本实施例中章动减速器具有两个输出法兰(第一减速器输出轴3011和第二减速器输出轴3012上的输出法兰)可驱动每个摆臂转动,可使结构紧凑,具有较大的输出扭矩和结构刚性。

[0071] 在实施例1-6任一基础上,进一步可选的,斜盘600厚度较大的一侧设有用于斜盘600转动时实现斜盘600动平衡的开口(图中未示出),满足斜盘600在高转速下的动平衡。

[0072] 以上具体地示出和描述了本公开的示例性实施例。应可理解的是,本公开不限于这里描述的详细结构、设置方式或实现方法;相反,本公开意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效设置。

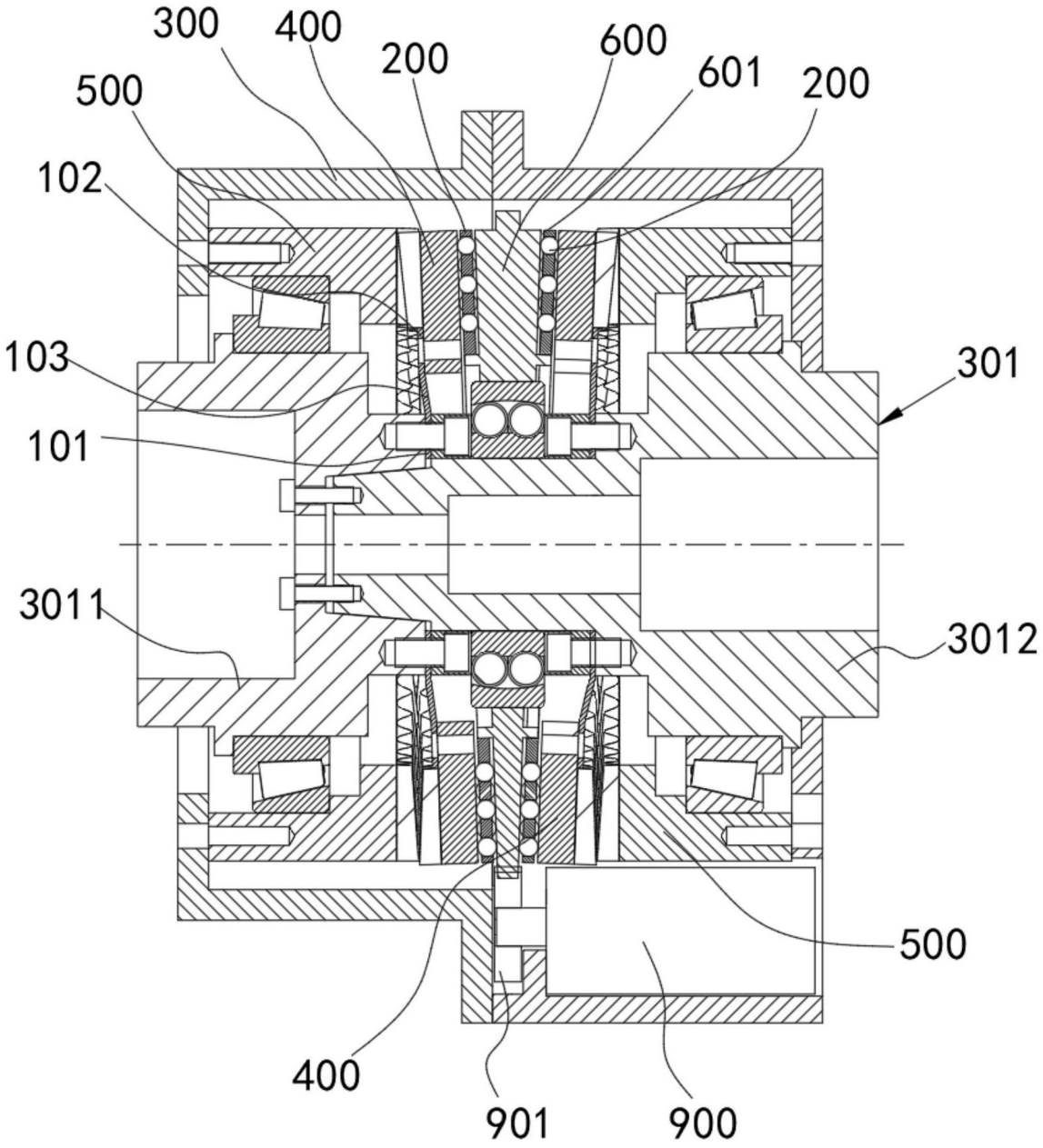

300
400
200
600
601
200
500
102
103
301
101
3011
3012
500
400
901
900

图1

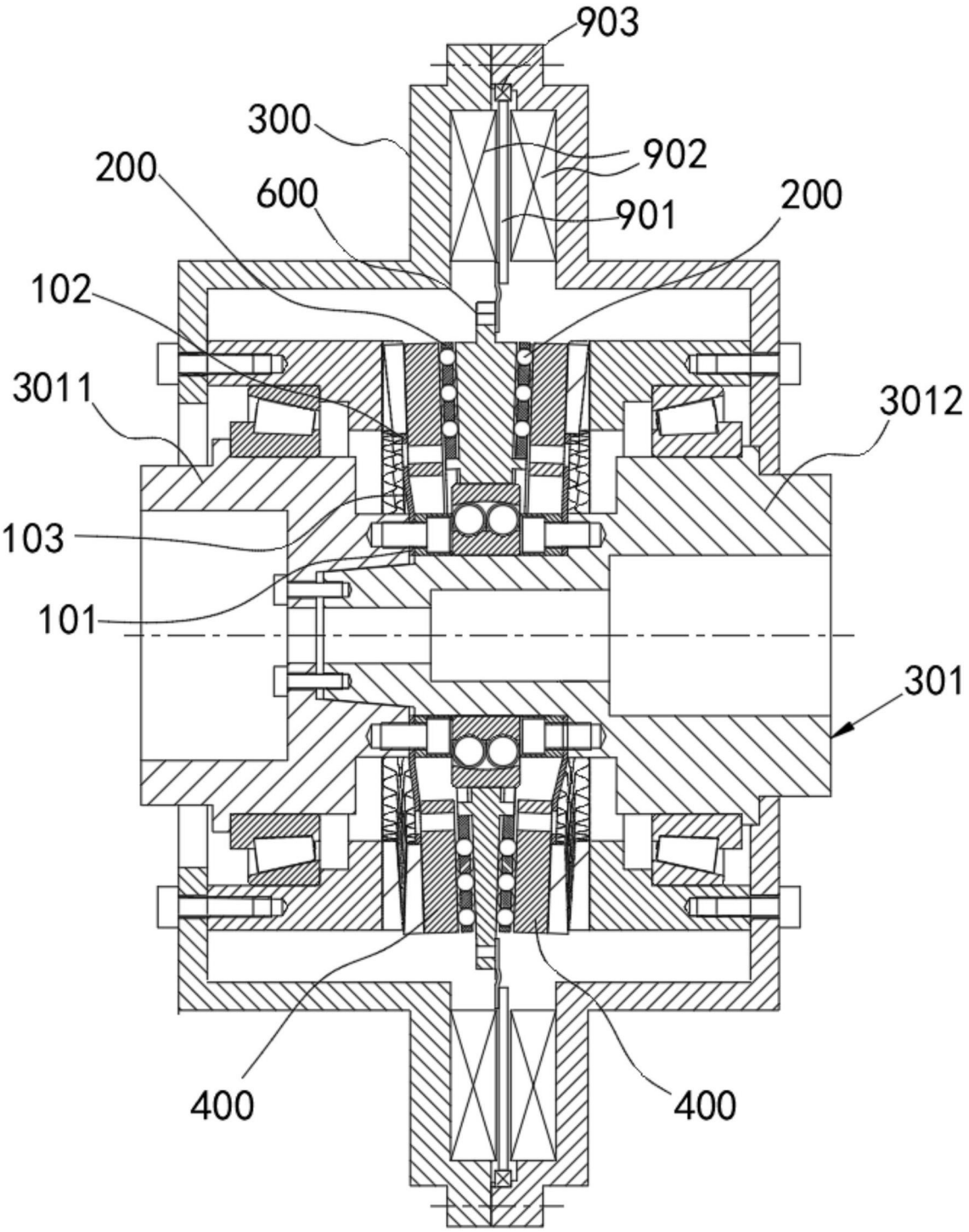


图2

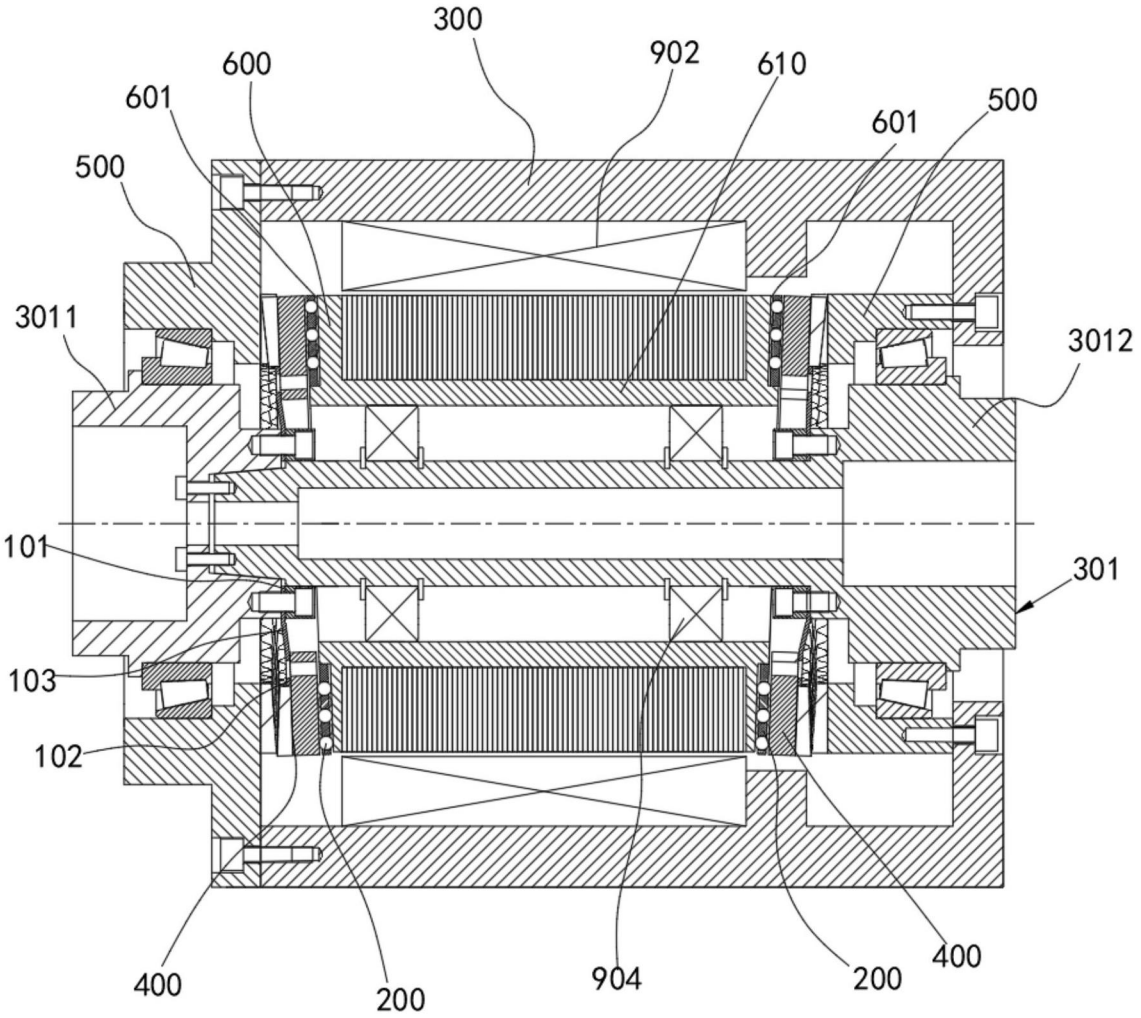

300
902
610
600
601
601
500
500
3011
3012
101
301
103
102
400
200
904
200
400

图3

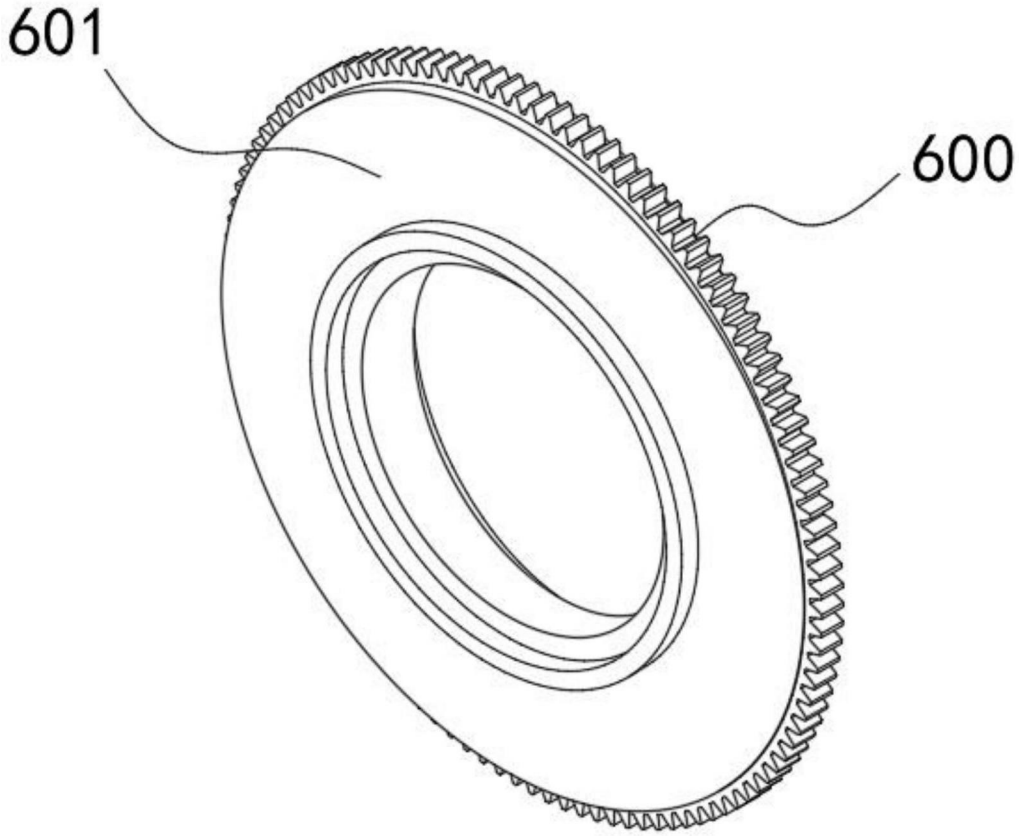


图4

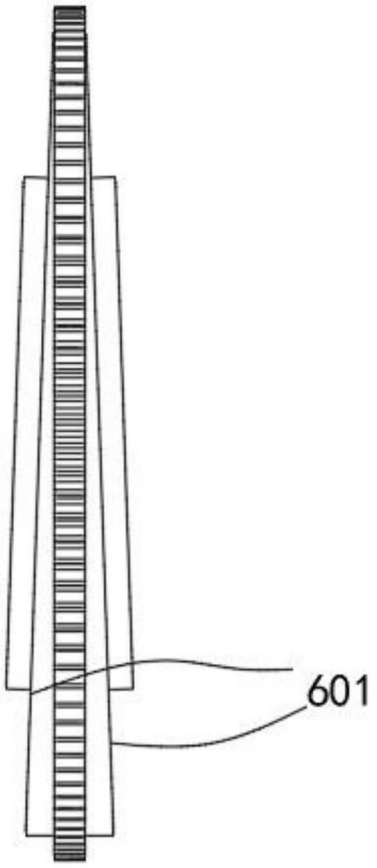


图5

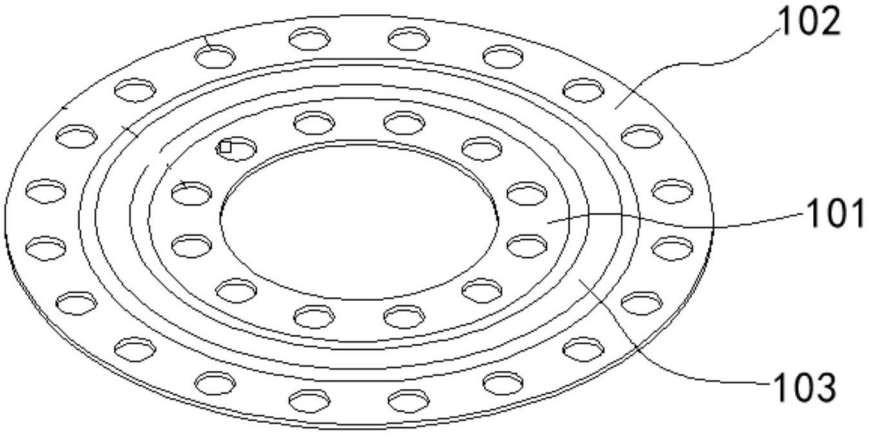


图6

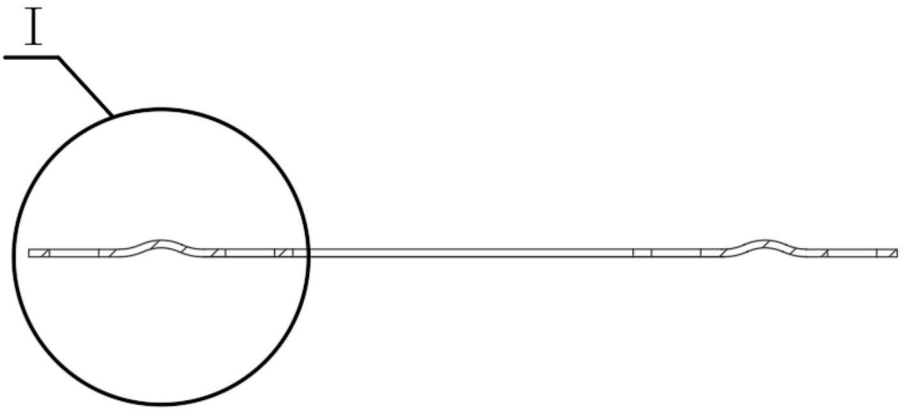


图7

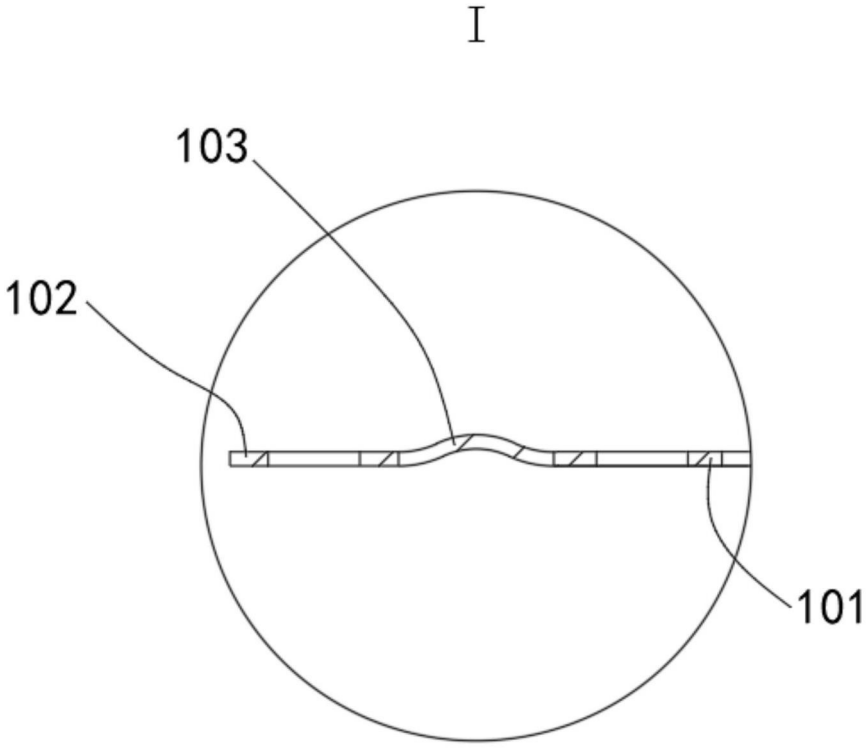


图8

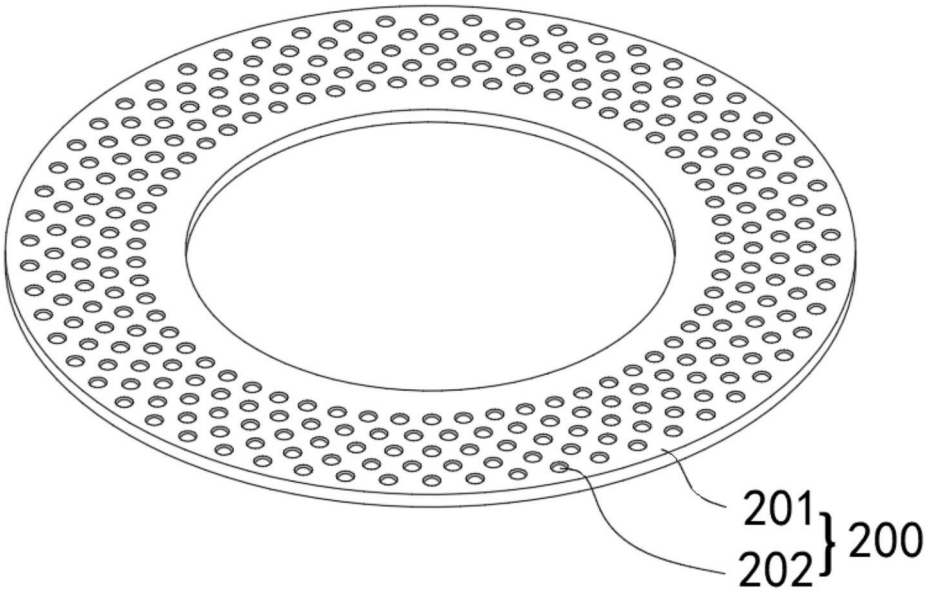


图9

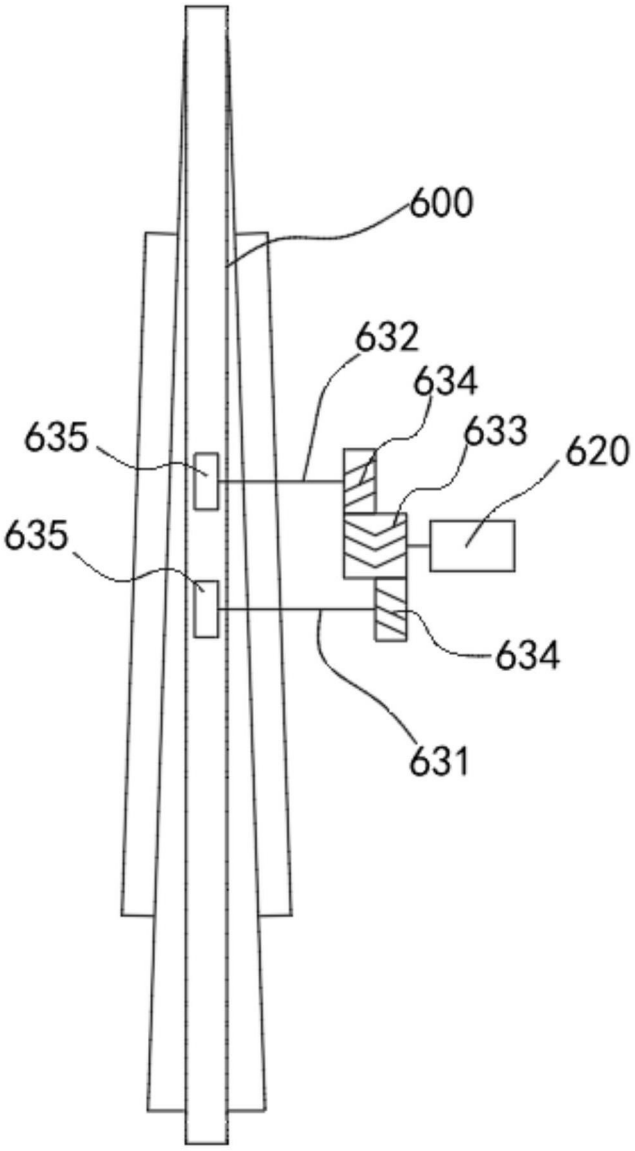


图10

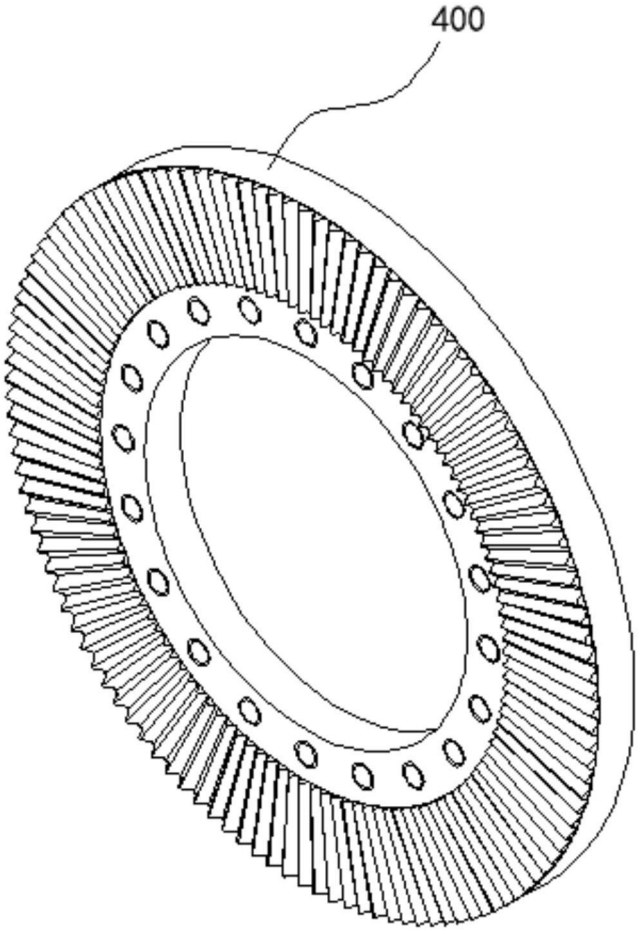


图11

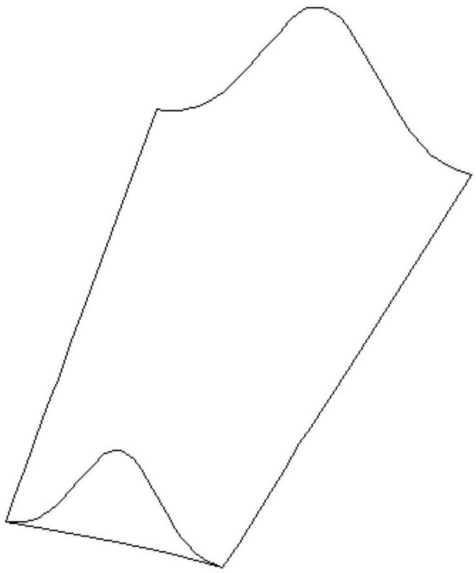


图12

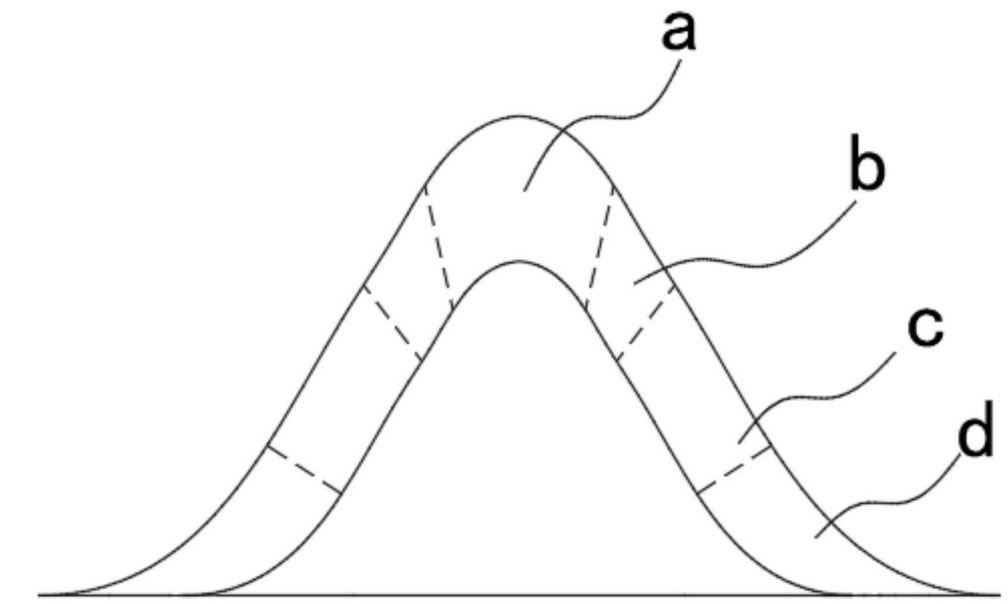


图13

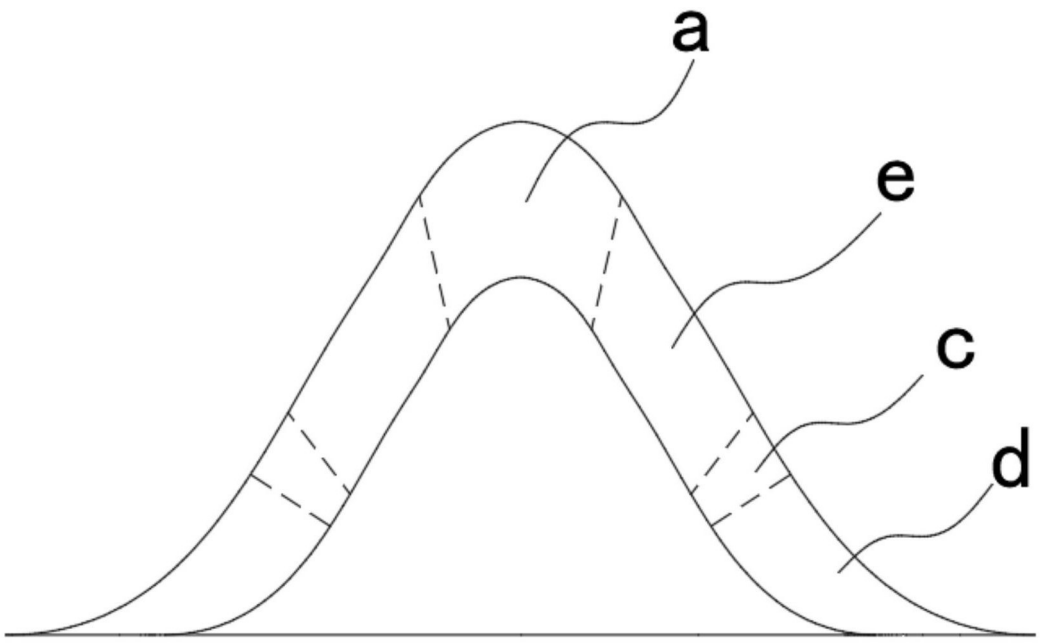


图14

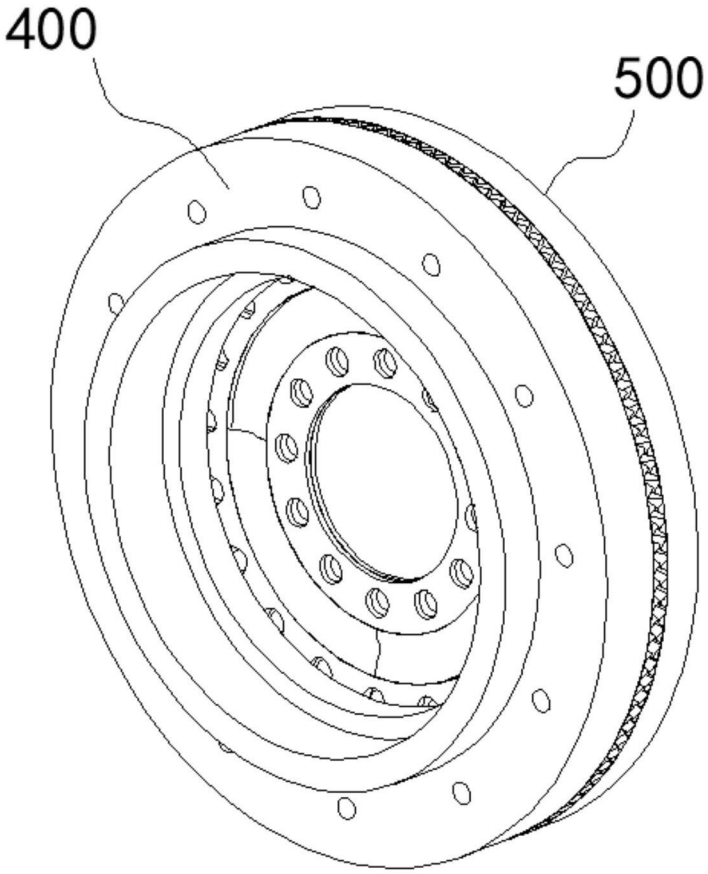


图15

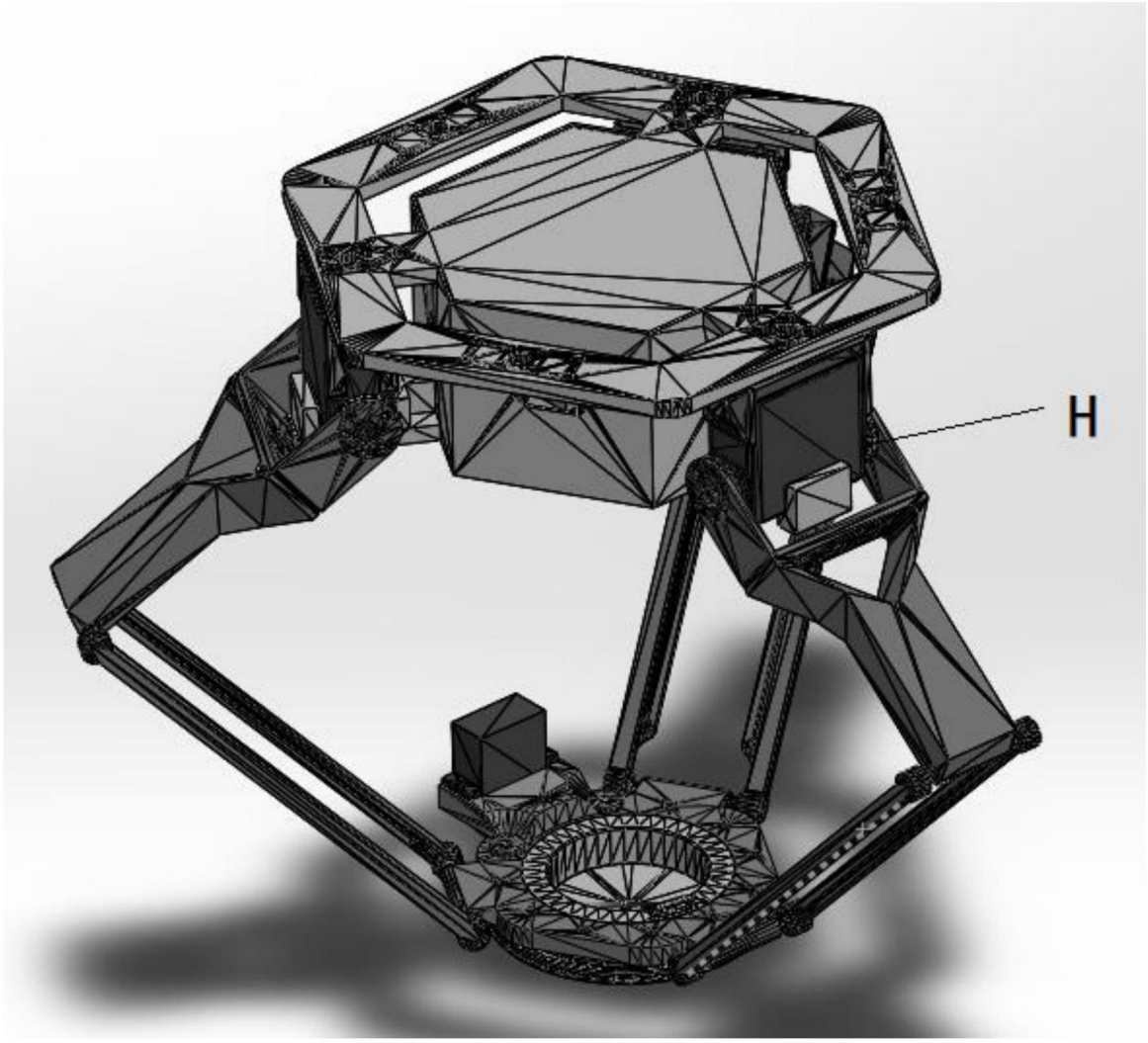


图16