



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114607761 A

(43) 申请公布日 2022.06.10

(21) 申请号 202210306600.5

(22) 申请日 2022.03.25

(71) 申请人 六环传动(西安)科技有限公司
地址 712000 陕西省西安市西咸新区沣西
新城西部云谷6号楼1-2层西户

(72) 发明人 王俊岭

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限
公司 61211
专利代理师 赵逸宸

(51) Int. Cl.

F16H 57/08 (2006.01)

F16H 57/023 (2012.01)

F16H 57/021 (2012.01)

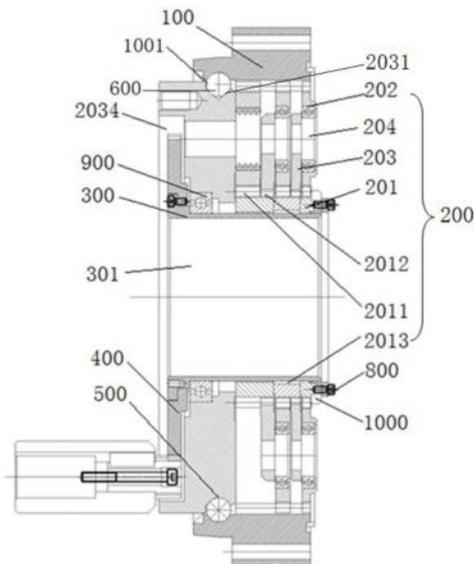
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器

(57) 摘要

本发明公开了一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器。解决了现有行星齿轮减速器应用于机器人时,均无法将机器人的线缆内置,导致设备体积较大,且在一些空间受限的区域无法满足使用需求的问题。该减速器将输入齿轮安装在第N级行星齿轮减速机构的行星架内,利用中心轴套依次穿过各级太阳轮的中心通孔,其一端与输入齿轮固连,另一端通过挡盖与第1级太阳轮固连,并且中心套筒内部作为过线孔,不仅使减速器在同侧实现了动力的输入输出,并且也同时兼顾了线缆能够直接穿过减速器的目的,从而使得行星齿轮减速器更加适用于一些机器人的特定轴使用。



1. 一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,包括内齿壳以及沿内齿壳轴向依次设置的N级行星齿轮减速机构; $N \geq 2$;每级行星齿轮减速机构均包括太阳轮、行星轮、行星架以及行星轴;

其特征在于:

还包括输入齿轮,中心轴套,挡盖以及钢圈;

各级行星齿轮减速机构的太阳轮均具有中心通孔,第N级行星齿轮减速机构的行星架中心设有多级台阶通孔;

中心轴套同轴安装于各级太阳轮的中心通孔以及所述多级台阶通孔内,且中心轴套分别与各级太阳轮的中心通孔保持间隙配合;中心轴套的一端与位于所述多级台阶的通孔中大径孔内的输入齿轮同轴固连,中心轴套的另一端与挡盖形成压紧配合,所述挡盖与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮固定连接;

中心轴套外表面且对应于多级台阶通孔的中径孔位置安装有用于支撑定位的轴承,中心轴套的内部为用于线缆通过的过线通道;

第1级行星齿轮减速机构中太阳轮上固定设置有挡环,挡环的端面与第1级行星齿轮减速机构中行星轮端面接触,用于对第1级行星齿轮减速机构中行星轮进行轴向定位。

2. 根据权利要求1所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:所述挡盖包括圆环部以及设置在圆形部上的锥形筒部;第1级行星齿轮减速机构中太阳轮的中心通孔具有锥形孔段;锥形筒部与所述锥形孔段形成锥面配合;螺钉穿过圆环部后与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮螺纹连接。

3. 根据权利要求1或2所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:

第2至N级行星齿轮减速机构中,太阳轮上均设置有第一外齿和第二外齿,且第一外齿的齿高大于第二外齿的齿高;所述第一外齿与当前级的行星轮啮合,第二外齿与上一级的行星架形成键连接;上一级行星架的端面与当前级太阳轮上的第一外齿端面接触,并同时与当前级行星轮端面形成微间隙;

每级行星齿轮减速机构的行星轴与行星架上的行星轴安装孔为过盈配合,第N级行星齿轮减速机构的行星轮和行星架相互接触实现第N级行星齿轮减速机构中行星轮的轴向定位。

4. 根据权利要求3所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:

第N级行星齿轮减速机构的行星架与所述内齿壳之间通过至少一列接触式滚珠轴承结构实现转动连接,同时该接触式滚珠轴承结构实现第N级行星齿轮减速机构中行星架的轴向定位;

接触式滚珠轴承结构包括在第N级行星齿轮减速机构的行星架的外表面沿轴向方向设置的M条第一内圈外滚道,内齿壳的内壁上沿轴向方向设置有与M条第一内圈外滚道一一对应的M条第一外圈内滚道; $M \geq 1$;

M条第一内圈外滚道和M条第一外圈内滚道之间构成M条钢珠安装滚道;每条钢珠安装滚道内沿圆周方向均设置有多个第一钢珠;

第N级行星齿轮减速机构的行星架上设置有至少一个轴向孔,轴向孔与第二内圈外滚

道位置对应处均设置有M个滚珠装填孔,各滚珠装填孔内设置有防止滚珠脱出的防脱出结构。

5.根据权利要求4所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:第N级行星齿轮减速机构的行星架上还设置有限位孔,限位孔与滚珠装填孔连通;所述限位孔内设置有防止防脱出结构移动的限位装置。

6.根据权利要求5所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:所述限位孔是平行于轴向孔的螺孔,限位装置是支紧螺丝。

7.根据权利要求4所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:所述M为1时:钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4,且第二钢珠与钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触。

8.根据权利要求4所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:

所述M为2时,

第一条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;

第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;

第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧相同,且第二钢珠与第一条钢珠安装滚道的四段圆弧,以及第二钢珠与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触。

9.根据权利要求4所述的具有大口径中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:

所述M为2时,

第一条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;

第二条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;

第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置。

10.根据权利要求4任一权利要求所述的可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,其特征在于:

所述M为3时,

第一条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;

第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4,第二钢珠与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触;

第三条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;

第一条钢珠安装滚道的圆弧和第三条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置。

一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种齿轮传动装置,具体涉及一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器。

背景技术

[0002] 对于近年的工业机械,与工业机械连接的附属设备在增加。据此,需要穿过减速器的线缆根数在增加。因此,设计具有较大中空结构的减速器显得越来越重要。特别是对于机器人来说,实现紧凑化、线缆内置的无示教化的需求变得尤为重要。

[0003] 现有机器人减速器通常采用RV减速器结构,RV减速器优点为体积小而减速比大,例如:中国专利,公开号为:CN106641110A公开了一种《工业机器人高刚性中空RV减速器》。RV减速器优点为体积小而减速比大,但相对来说,由于采用摆线齿轮结构,其加工难、成本高、传动效率低、精度保持性差。行星齿轮减速器在成本、效率、精度保持性等方面都优于RV减速器。

[0004] 但是目前市场上并未有中空结构的行星齿轮减速器,现有行星齿轮减速器,如CN200710068194.9、CN103322138A等,皆无法满足机器人线缆内置的需求,线缆布置都比较随意,使得整个设备体积较大,并且由于现有行星齿轮减速器应用于机器人时动力的输入输出分别位于两侧,在一些空间受限的区域需要高精密传动且结构紧凑的机器人时,现有行星齿轮减速器则更是无法满足使用需求。

[0005] 此外,现有的行星齿轮减速器还存在以下问题:

[0006] 1、大量采用卡簧进行轴向定位,既占据了轴向尺寸,又使得行星轴本身跨距加大,刚性变弱,同时由于轴向尺寸较大会导致无法满足一些对使用空间要求比较苛刻的场景。

[0007] 2、该行星齿轮减速器的作为输出端的低速级行星架与内齿壳之间采用深沟球轴承,但是由于深沟球轴承主要用于承担径向载荷,对轴向载荷的承载力较弱,降低了减速器的对轴向和弯矩载荷的承载能力。也有些结构中将深沟球轴承替换为双排角接触球轴承,但是采用该轴承会使的整个减速器占用的空间太大,同时也降低了减速器的功率密度。

发明内容

[0008] 为了解决现有行星齿轮减速器应用于机器人时,均无法将机器人的线缆内置,导致设备体积较大,并且由于现有行星齿轮减速器应用于机器人时动力的输入输出分别位于两侧,在一些空间受限的区域需要高精密传动且结构紧凑的机器人时,现有行星齿轮减速器则更是无法满足使用需求的问题,本发明提供了一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器。

[0009] 本发明的具体技术方案是:

[0010] 一种可同侧输入输出且具有中空结构的行星齿轮减速器,包括内齿壳以及沿内齿壳轴向依次设置的N级行星齿轮减速机构; $N \geq 2$;每级行星齿轮减速机构均包括太阳轮、行星轮、行星架以及行星轴;

- [0011] 其改进之处是：
- [0012] 还包括输入齿轮，中心轴套，挡盖以及钢圈；
- [0013] 各级行星齿轮减速机构的太阳轮均具有中心通孔，第N级行星齿轮减速机构的行星架中心设有多级台阶通孔；
- [0014] 中心轴套同轴安装于各级太阳轮的中心通孔以及所述多级台阶通孔内，且中心轴套分别与各级太阳轮的中心通孔保持间隙配合；中心轴套的一端与位于所述多级台阶的通孔中大径孔内的输入齿轮同轴固连，中心轴套的另一端与挡盖形成压紧配合，所述挡盖与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮固定连接；
- [0015] 中心轴套外表面且对应于多级台阶通孔的中径孔位置安装有用于支撑定位的轴承，中心轴套的内部为用于线缆通过的过线通道；
- [0016] 第1级行星齿轮减速机构中太阳轮上固定设置有挡环，挡环的端面与第1级行星齿轮减速机构中行星轮端面接触，用于对第1级行星齿轮减速机构中行星轮进行轴向定位。
- [0017] 进一步地，上述挡盖包括圆环部以及设置在圆形部上的锥形筒部；第1级行星齿轮减速机构中太阳轮的中心通孔具有锥形孔段；锥形筒部与所述锥形孔段形成锥面配合；螺钉穿过圆环部后与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮螺纹连接。
- [0018] 进一步地，上述第2至N级行星齿轮减速机构中，太阳轮上均设置有第一外齿和第二外齿，且第一外齿的齿高大于第二外齿的齿高；所述第一外齿与当前级的行星轮啮合，第二外齿与上一级的行星架形成键连接；上一级行星架的端面与当前级太阳轮上的第一外齿端面接触，并同时与当前级行星轮端面形成微间隙；
- [0019] 每级行星齿轮减速机构的行星轴与行星架上的行星轴安装孔为过盈配合，第N级行星齿轮减速机构的行星轮和行星架相互接触实现第N级行星齿轮减速机构中行星轮的轴向定位。
- [0020] 进一步地，上述第N级行星齿轮减速机构的行星架与所述内齿壳之间通过至少一列接触式滚珠轴承结构实现转动连接，同时该接触式滚珠轴承结构实现第N级行星齿轮减速机构中行星架的轴向定位；
- [0021] 接触式滚珠轴承结构包括在第N级行星齿轮减速机构的行星架的外表面沿轴向方向设置的M条第一内圈外滚道，内齿壳的内壁上沿轴向方向设置有与M条第一内圈外滚道一一对应的M条第一外圈内滚道； $M \geq 1$ ；
- [0022] M条第一内圈外滚道和M条第一外圈内滚道之间构成M条钢珠安装滚道；每条钢珠安装滚道内沿圆周方向均设置有多个第一钢珠；
- [0023] 第N级行星齿轮减速机构的行星架上设置有至少一个轴向孔，轴向孔与第二内圈外滚道位置对应处均设置有M个滚珠装填孔，各滚珠装填孔内设置有防止滚珠脱出的防脱出结构。
- [0024] 进一步地，上述第N级行星齿轮减速机构的行星架上还设置有限位孔，限位孔与滚珠装填孔连通；所述限位孔内设置有防止防脱出结构移动的限位装置。
- [0025] 进一步地，上述限位孔是平行于轴向孔的螺孔，限位装置是支紧螺丝。
- [0026] 进一步地，上述M为1时：钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧，每段占截面周长的 $1/4$ ，且第二钢珠与钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触。
- [0027] 进一步地，上述M为2时，

- [0028] 第一条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;
- [0029] 第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;
- [0030] 第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧相同,且第二钢珠与第一条钢珠安装滚道的四段圆弧,以及第二钢珠与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触。
- [0031] 进一步地,上述M为2时,
- [0032] 第一条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;
- [0033] 第二条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;
- [0034] 第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置。
- [0035] 进一步地,上述M为3时,
- [0036] 第一条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;
- [0037] 第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4,第二钢珠与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触;
- [0038] 第三条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;
- [0039] 第一条钢珠安装滚道的圆弧和第三条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置。
- [0040] 本发明具有以下有益效果:
- [0041] 1、本发明的减速器将输入齿轮安装在第N级行星齿轮减速机构的行星架内,利用中心轴套依次穿过各级太阳轮的中心通孔,其一端与输入齿轮固连,另一端通过挡盖与第1级太阳轮固连,并且中心套筒内部作为过线孔,不仅使减速器在同侧实现了动力的输入输出,并且也同时兼顾了线缆能够直接穿过减速器的目的,从而使得行星齿轮减速器更加适用于一些机器人的特定轴使用(即就是该动力输入输出且具有过线孔的减速器最主要的使用场合为机器人的第一轴,这样的同向设置使得在机器人基座上安装第一轴时,电机和减速器都从上面同侧安装,方便装配)。
- [0042] 2、本发明中挡盖由圆环部以及锥形筒部组成,装配时,锥形筒部与第1级行星齿轮减速机构中太阳轮形成锥面配合;螺钉穿过圆环部后与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮螺纹连接,从而不仅实现了动力传输,提供了大口径的中空空间,同时也确保了中心套筒与第一级行星齿轮减速机构的同轴度。
- [0043] 3、本发明通过采用钢圈对第一级行星齿轮减速机构的行星轮进行轴向定位、当前级行星架对行星轮轴承进行轴向定位、上一级行星架通过下一级太阳轮的第一外齿轴向定位,同时同一级行星轮和行星架直接接触实现相互轴向定位;与现有减速器结构相比,本发明的结构不仅缩短了行星齿轮减速器的整体轴向尺寸,同时也减少了零件特征与数量,降低制造成本。
- [0044] 4、本发明的相邻两级行星齿轮减速机构中上一级行星架的端面与当前级行星轮端面形成微间隙,可承担轴向定位功能的同时,给油脂留出空间,使得接触面之间建立油膜,提高润滑,降低磨损;同时也增加了制造容差,降低了制造难度。
- [0045] 5、本发明的减速器的第N级行星齿轮减速机构的行星架与内齿壳上之间通过设置至少一列接触式滚珠轴承实现转动连接,该轴承形式不仅能够承担径向载荷,同时也能承担轴向载荷,相比现有减速器的结构,大大提升了减速器的对轴向和弯矩载荷的承载能力;同时该接触式滚珠轴承结构通过采用轴向孔,滚珠装填孔以及防脱出结构构成的装填结

构,避免了采用上下拼接结构必然产生拼接缝隙的问题,提高了制造精度,这样有效保证的滚道刚度,降低了拼接式滚道缝隙使滚珠在滚道内的磨损。

附图说明

- [0046] 图1为本发明的行星齿轮减速器结构示意图。
- [0047] 图2为具有防脱出结构的行星齿轮减速器结构示意图。
- [0048] 图3为图2去掉电机后第3级行星齿轮减速机构行星架的端面示意图。
- [0049] 图4为挡盖与第1级行星齿轮减速机构太阳轮连接处的局部示意图；
- [0050] 图5为防脱出结构处的局部示意图。
- [0051] 图6为单列接触式滚珠轴承结构的示意图；
- [0052] 图7为2列接触式滚珠轴承结构第一种形式的示意图；
- [0053] 图8为2列接触式滚珠轴承结构第二种形式的示意图；
- [0054] 图9为2列接触式滚珠轴承结构第三种形式的示意图；
- [0055] 图10为3列接触式滚珠轴承结构的示意图。
- [0056] 附图标记如下：
- [0057] 100-内齿壳、1001-第一外圈内滚道；
- [0058] 200-行星齿轮减速机构、201-太阳轮、2011-第一外齿、2012-第二外齿、2013-中心通孔、202-行星轮、203-行星架、2031-第一内圈外滚道、2032-轴向孔、2033-滚珠装填孔、2034-多级台阶通孔；204-行星轴、206-行星轴安装孔、207-行星轮内孔；
- [0059] 300-中心轴套、301-过线通道；
- [0060] 400-输入齿轮；
- [0061] 500-钢珠安装滚道；
- [0062] 600-第一钢球；
- [0063] 700-防脱出结构、701-销轴、702-限位孔、703-支紧螺丝。
- [0064] 800-挡盖、801-圆环部、802-锥形筒部；
- [0065] 900-轴承；
- [0066] 1000-挡环。

具体实施方式

[0067] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明,显然所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通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,都应当属于本发明的保护的范围。

[0068] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0069] 同时在本发明的描述中,需要说明的是,术语中的“上、下、内和外”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。此外，术语“第一、第二或第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0070] 本发明中除非另有明确的规定和限定，术语“安装、相连、连接”应做广义理解，例如：可以是固定连接、可拆卸连接或一体式连接；同样可以是机械连接、电连接或直接连接，也可以通过中间媒介间接相连，也可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0071] 本实施例提供了一种具有大口径中空结构的行星齿轮减速器，如图1所示，该减速器包括内齿壳100以及沿内齿壳100轴向依次设置的N级行星齿轮减速机构200； $N \geq 2$ ，本实施例中，N取值为3，其中，第1级行星齿轮减速机构为减速器的高速级输入端，第2级行星齿轮减速机构为中速级，第3级行星齿轮减速机构为减速器的低速级输出端；每级行星齿轮减速机构200均包括太阳轮201、行星轮202、行星架203以及行星轴204。

[0072] 为了满足机器人线缆内置的需求，使得行星减速器的结构布局更加合理，同时能够满足动力输入输出同侧布置，本实施例对行星减速器进行了同侧动力输入输出及中空结构设计，该结构具体如图1和2所示：各级行星齿轮减速机构的太阳轮201均具有中心通孔2013，第3级行星齿轮减速机构的行星架203中心设有多级台阶通孔2034；

[0073] 各级太阳轮201的中心通孔2013以及所述多级台阶通孔2034内同轴安装有中心轴套300，且中心轴套300分别与各级太阳轮201的中心通孔2013保持间隙配合；中心轴套300的一端与位于所述多级台阶通孔2035中大径孔内的输入齿轮400同轴固连，中心轴套300的另一端与挡盖800形成压紧配合，所述挡盖800与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮201固定连接；中心轴套300外表面且对应于多级台阶通孔2034的中径孔位置安装有用于支撑定位的轴承900，中心轴套300的内部为用于线缆通过的过线通道301；第1级行星齿轮减速机构中太阳轮201上固定设置有挡环1000，挡环1000的端面与第1级行星齿轮减速机构中行星轮202端面接触，用于对第1级行星齿轮减速机构中行星轮202进行轴向定位。

[0074] 本实施例中，如图3所示，挡盖800包括圆环部801以及设置在圆形部801上的锥形筒部802；第1级行星齿轮减速机构中太阳轮201的中心通孔2013具有锥形孔段；锥形筒部802与所述锥形孔段形成锥面配合；螺钉穿过圆环部后与第1级行星齿轮减速机构的太阳轮201螺纹连接，挡盖800与太阳轮201的锥面配合从而不仅实现了动力传输，提供了大口径的中空空间，同时也确保了中心套筒与第一级行星齿轮减速机构的同轴度，确保了整个减速器的传动精度。

[0075] 使用时，外部电机通过输入齿轮400将动力传递至中心轴套300，中心轴套300通过挡盖800将动力传递至第1级行星齿轮减速机构，第1级行星齿轮减速机构通过第2级行星齿轮减速机构传递至第3级行星齿轮减速机构，最终动力由第3级行星齿轮减速机构的行星架203向后续设备传递。并且由于中心轴套300的内部为具有过线通道301，因此机器人的线缆均可内置于该过线通道内。

[0076] 为了克服现有行星齿轮减速器轴向尺寸较大，使得行星轴本身跨距加大，刚性变弱的问题，本实施例的行星齿轮减速器还采用了整体轴向缩尺的结构设计，从而不仅克服了上述问题，并且进一步满足了空间要求比较苛刻的使用需求。该整体轴向缩尺的结构具体如图1和图2所示，第2至3级行星齿轮减速机构200中的太阳轮201上均沿自身轴向方向设置有第一外齿2011和第二外齿2012，且第一外齿2011的齿高大于第二外齿2012的齿高；每

级太阳轮200的第一外齿2011与当前级的行星轮202啮合,第二外齿2012与上一级的行星架203形成键连接;上一级行星架203的端面与当前级太阳轮201上的第一外齿2011端面接触;每级行星齿轮减速机构的行星轴204与行星架203上的行星轴安装孔206为过盈配合,第3级行星齿轮减速机构的行星轮202和行星架203相互接触实现第3级行星齿轮减速机构中行星轮的轴向定位。

[0077] 另外,为了进一步地减小了减速器的轴向尺寸,本实施例中3级行星齿轮减速机构共用一个内齿壳100,且每级行星齿轮减速机构中行星轮202的模数相同,能够使得各级行星机构中行星轮202(特别是第1级行星轮和第2级行星轮)的宽度尺寸可变薄。

[0078] 为了解决现有行星齿轮减速器的输出端行星架与内齿壳之间采用深沟球轴承或双排角接触球轴承存在的问题,本实施例还提供了输出端行星架处的接触式滚珠轴承结构设计,该结构如图1所示:

[0079] 第3级行星齿轮减速机构的行星架203与所述内齿壳100之间通过至少一列接触式滚珠轴承结构实现转动连接(本实施例中接触式滚珠轴承结构为一列),同时该接触式滚珠轴承结构实现第3级行星齿轮减速机构中行星架的轴向定位;

[0080] 接触式滚珠轴承结构包括在第3级行星齿轮减速机构的行星架203的外表面沿轴向方向设置的M条第一内圈外滚道2031,内齿壳100的内壁上沿轴向方向设置有与M条第一内圈外滚道2031一一对应的M条第一外圈内滚道1001; $M \geq 1$;

[0081] M条第一内圈外滚道2031和M条第一外圈内滚道1001之间构成M条钢珠安装滚道500;每条钢珠安装滚道内沿圆周方向均设置有多个第一钢珠600。

[0082] 如图2和图4所示,为了方便接触式滚珠轴承结构的加工和安装,本实施例中第3级行星齿轮减速机构的行星架203上设置有至少一个轴向孔2032,轴向孔2032与第一内圈外滚道2031位置对应处均设置有M个滚珠装填孔2033,各滚珠装填孔2033内设置有防止滚珠脱出的防脱出结构700。

[0083] 防脱出结构可选择的形式非常多,其目的在于加工完成后,第一钢珠600在工作过程中,尤其是大载荷情况下不会从滚珠装填孔2033内脱出;更好地方式是,不但第一钢珠600不会在工作过程中从滚珠装填孔2033内脱出,同时,在需要检修时,能够打开滚道将第一钢珠600取出。

[0084] 滚珠装填孔2033应以垂直于钢珠安装滚道500,即:垂直于轴向孔2032方向设置为最佳,也可以设置斜向,但斜向设置时,一是会增加加工成本,二是存在降低轴承刚度的风险。

[0085] 基于上述条件,防脱出结构两种具体结构以供参考,本实施例中则采用第1种:

[0086] 1、如图5所示,在滚珠装填孔2033内设置销轴701,再在第3级行星齿轮减速机构的行星架203上设置限位孔702,限位孔702与滚珠装填孔2033连通,通过在限位孔702内装入支紧螺丝703,从而对销轴701进行定位。限位孔702较好的方式是中心轴与轴向孔2032中心轴平行,这样在进行限位顶紧时受力相对较为平衡。将销轴701固定好即可。若接触式滚珠轴承结构为多列,则限位孔702应错位设置,越靠近中心列的限位孔越深,在这种情况下,轴向孔2032此时应等同于滚道数量。

[0087] 本实施例中接触式滚珠轴承结构的加工及装配方法具体如下:

[0088] 步骤1:在内齿壳100上加工M条第一外圈内滚道1001;

[0089] 步骤2:在第3级行星齿轮减速机构的行星架203上加工的轴向孔2032、M个滚珠装填孔2033及M个限位孔702;轴向孔2032、M个滚珠装填孔2033及M个限位孔702均制作完成后,分别在M个滚珠装填孔2032内均装入销轴701,再通过各限位孔702装入限位装置对各销轴701进行固定,固定后,加工销轴701,使各销轴701远离第一外圈内滚道1001一端均与轴向孔2032的孔壁共面;

[0090] 或者,先制作第3级行星齿轮减速机构的行星架203上的M个滚珠装填孔2032及M个限位孔702;M个滚珠装填孔2032及M个限位孔702制作完成后,在M个滚珠装填孔2032内均装入销轴701,再通过各限位孔702装入限位装置对各销轴701进行固定,固定后,再制作轴向孔2032,使各销轴701远离第一外圈内滚道1001一端与轴向孔2032的孔壁共面;

[0091] 步骤3:加工第3级行星齿轮减速机构的行星架203上的M个第一内圈外滚道2031,同时加工经滚珠装填孔2032伸入第一内圈外滚道2031内的各销轴701,使各销轴701伸入第一内圈外滚道2031一端与第一内圈外滚道2031道壁共面;制作完成后拆除销轴701及限位装置;

[0092] 步骤4:第一钢珠600装填,该步骤有以下两种方式:

[0093] 方式1:

[0094] 步骤4.1:通过步骤3制作的滚珠装填孔2032将一个第一钢珠600装填至一个滚道内;可以在第一钢珠600和/或滚道内涂抹黄油,以降低安装难度;

[0095] 步骤4.2:旋转内齿壳100,使步骤4.1】中装填的第一钢珠600错开滚珠装填孔2032;

[0096] 步骤4.3:经滚珠装填孔2032再将一个第一钢珠600装填至滚道内;

[0097] 步骤4.4:循环步骤4.2至4.3直至所有第一钢珠600均装填至滚道内;

[0098] 步骤4.5:循环步骤4.1至4.4装填其它滚道直至全部装完;

[0099] 方式二:

[0100] 步骤4.1:通过步骤3制作的滚珠装填孔2032分别将一个第一钢珠600装填至各滚道内;

[0101] 步骤4.2:旋转内齿壳100,使步骤4.1】中装填的各第一钢珠600均错开滚珠装填孔2032;

[0102] 步骤4.3:经滚珠装填孔2032再将一个第一钢珠600装填至各滚道内;

[0103] 步骤4.4:循环步骤4.2至4.3直至所有第一钢珠600均装填至各滚道内;

[0104] 步骤5:向滚珠装填孔2032内安装销轴701封堵,并通过限位孔702装入限位装置对销轴701进行固定。

[0105] 2、在滚珠装填孔内设置等腰梯形弹性套管,该套管面积较大的底面朝向轴承中心,面积较小的顶面朝向第一内圈外滚道,面积较大的直径大于第一钢珠直径,面积较小的直径小于第一钢珠直径,但差值需保障在安装时产生的形变可将第一钢珠挤入,同时能够在第一钢珠工作时经过该位置处受力时其强度保证第一钢珠不被挤出。

[0106] 本实施例中,当钢珠安装滚道500数量M为1时:钢珠安装滚道500包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4,且第一钢珠600与钢珠安装滚道500的四段圆弧均为点接触。具体如图6所示,每条第一外圈内滚道1001由异心设置的第一圆弧A1和第二圆弧A2构成,且第一钢球600分别与第一圆弧A1和第二圆弧A2点接触,将此处接触点分别记为S1和S2;每条

第一内圈外滚道2031由异心设置的第三圆弧A3和第四圆弧A4构成,且第一钢球600分别与第三圆弧A3和第四圆弧A4点接触,将此处接触点分别记为S3和S4,从而构成了四点接触式球轴承结构。为了进一步地减少钢球磨损,其中,第一钢球600与第一圆弧、第四圆弧的接触点,以及第一钢球600圆心三点共线(如图6所示,即S1、S4、O三点共线);第一钢球600与第二圆弧、第三圆弧的接触点,以及第一钢球600圆心三点共线(如图6所示,即S2、S3、O三点共线)。

[0107] 当钢珠安装滚道500数量M为2时,有三种结构形式:

[0108] 第一种形式是:

[0109] 第一条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4;第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧相同,且第一钢珠600与第一条钢珠安装滚道的四段圆弧,以及第一钢珠600与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触,如图7所示;

[0110] 第二、三种形式是:

[0111] 第一条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;第二条钢珠安装滚道包含二段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;第一条钢珠安装滚道的圆弧和第二条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置,呈现出的结构为背对背镜像(如图8所示),或面对面镜像(如图9所示)。

[0112] 如图10所示,当钢珠安装滚道数量M为3时,第一条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;第二条钢珠安装滚道包含四段异心的圆弧,每段占截面周长的1/4,第一钢珠与第二条钢珠安装滚道的四段圆弧均为点接触;第三条钢珠安装滚道包含两段异心的圆弧,每段占截面周长的1/2;第一条钢珠安装滚道的圆弧和第三条钢珠安装滚道的圆弧镜像设置。

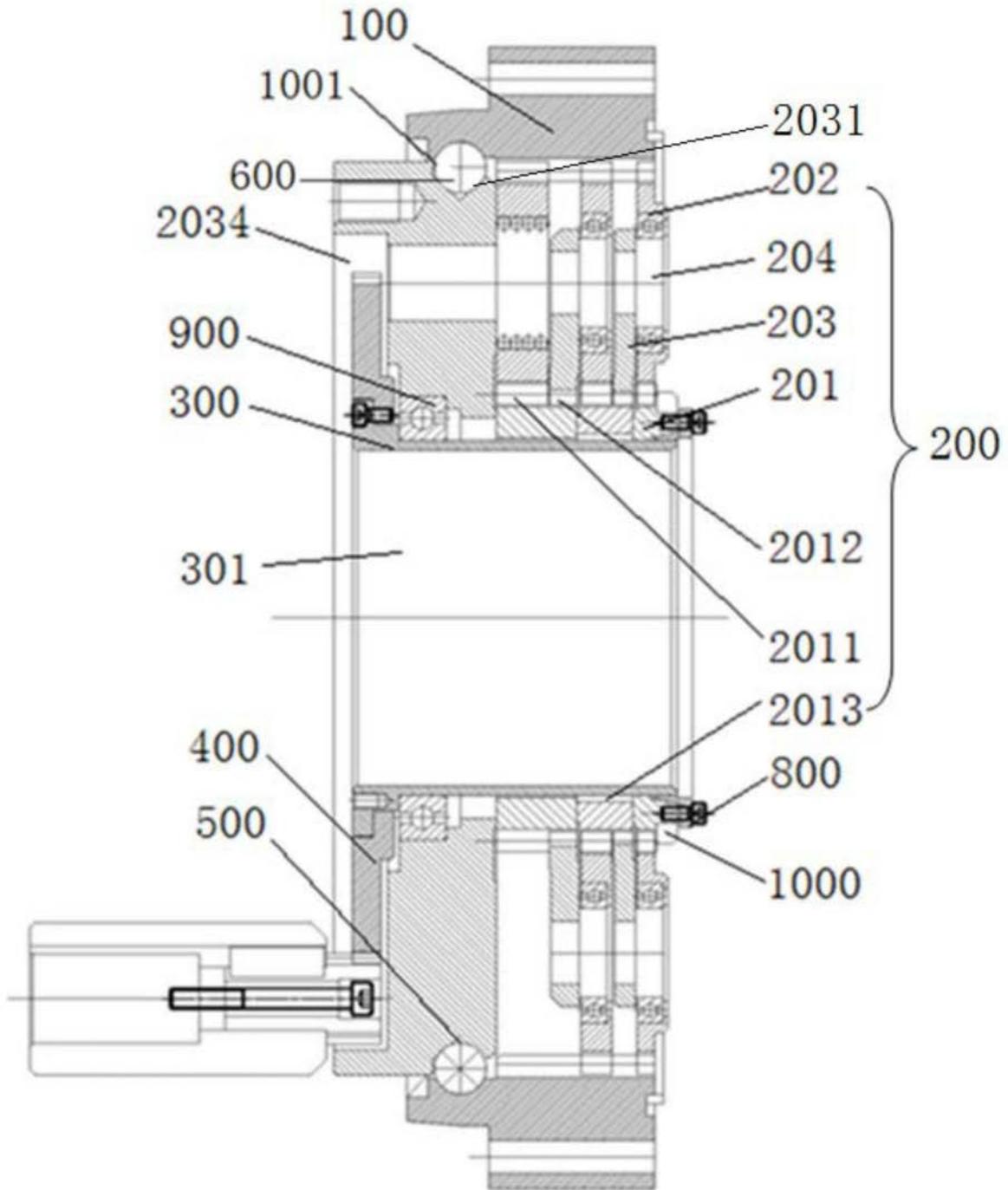


图1

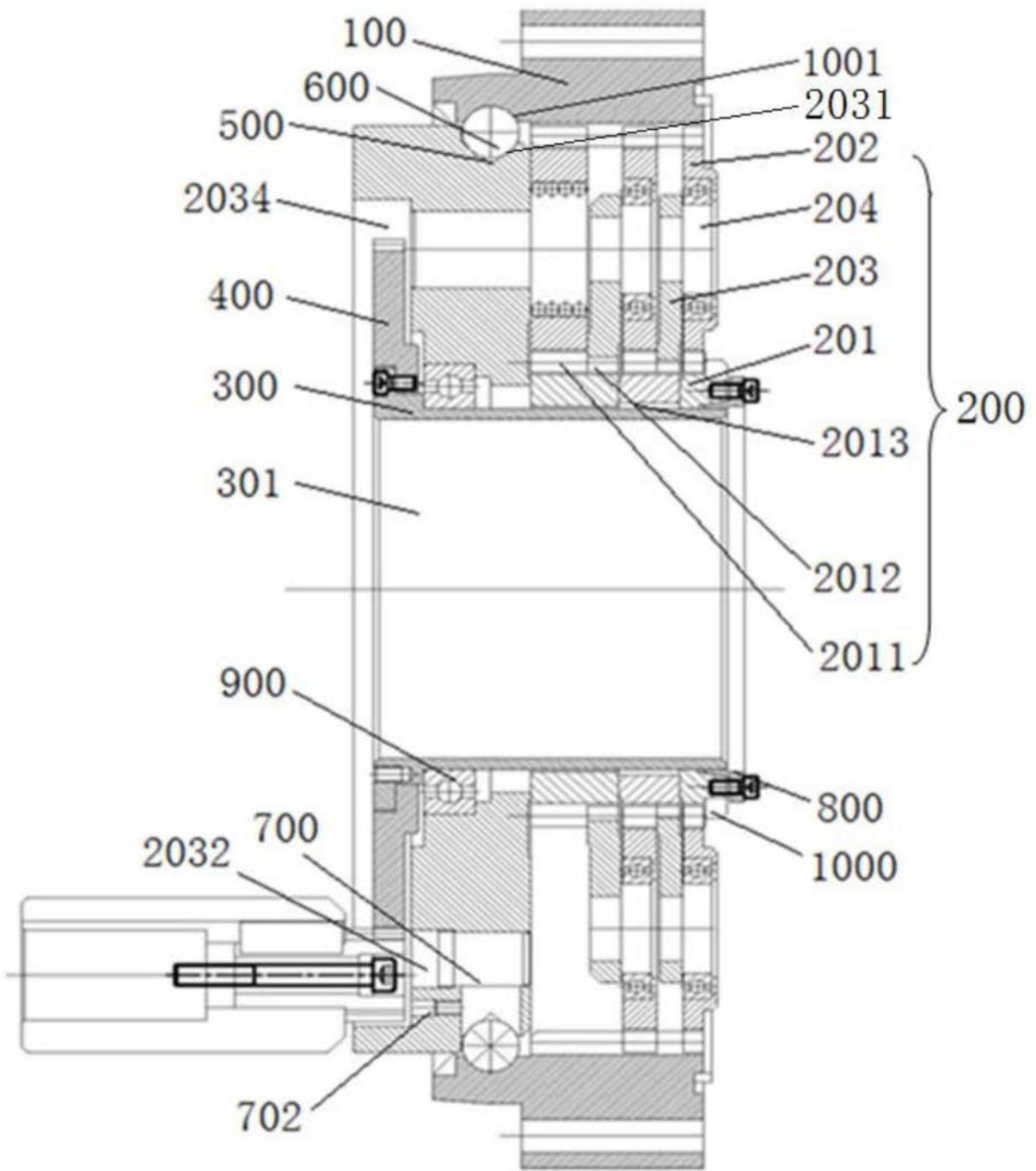


图2

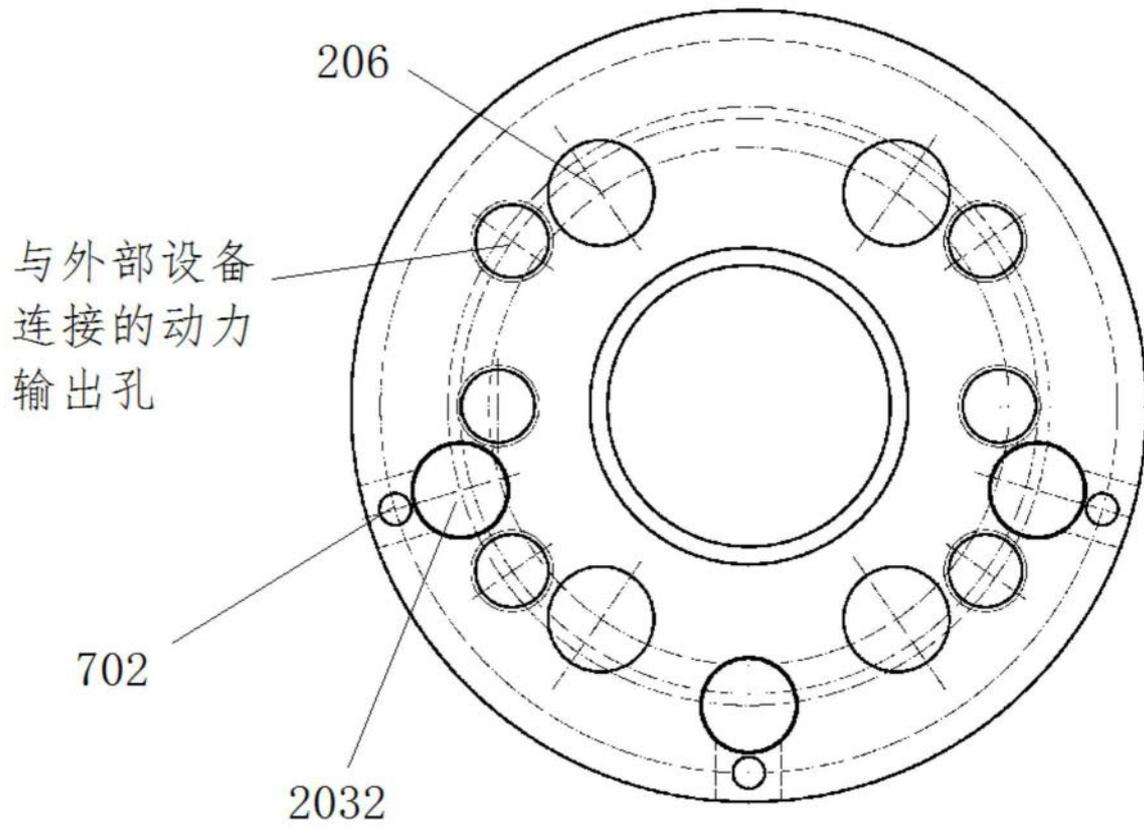


图3

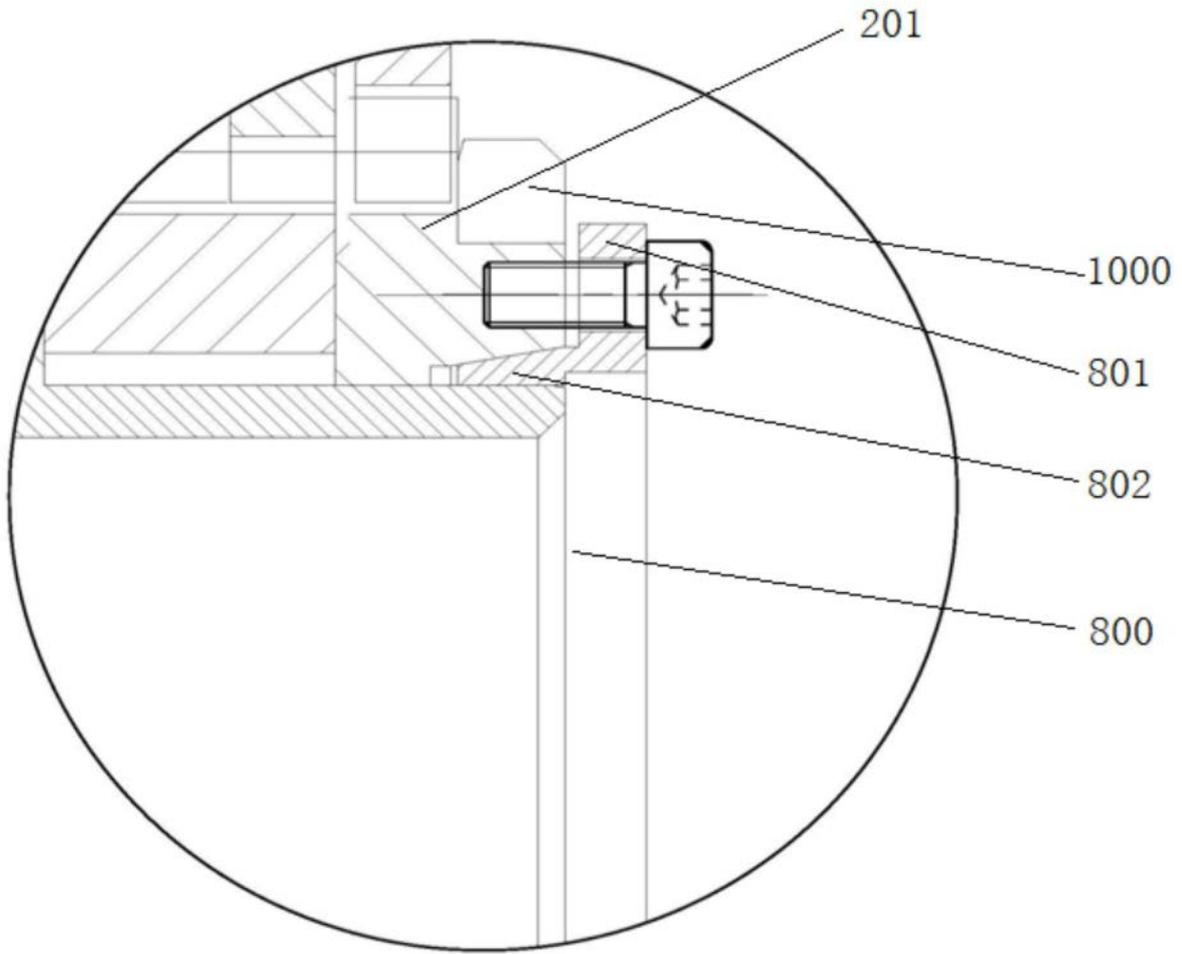


图4

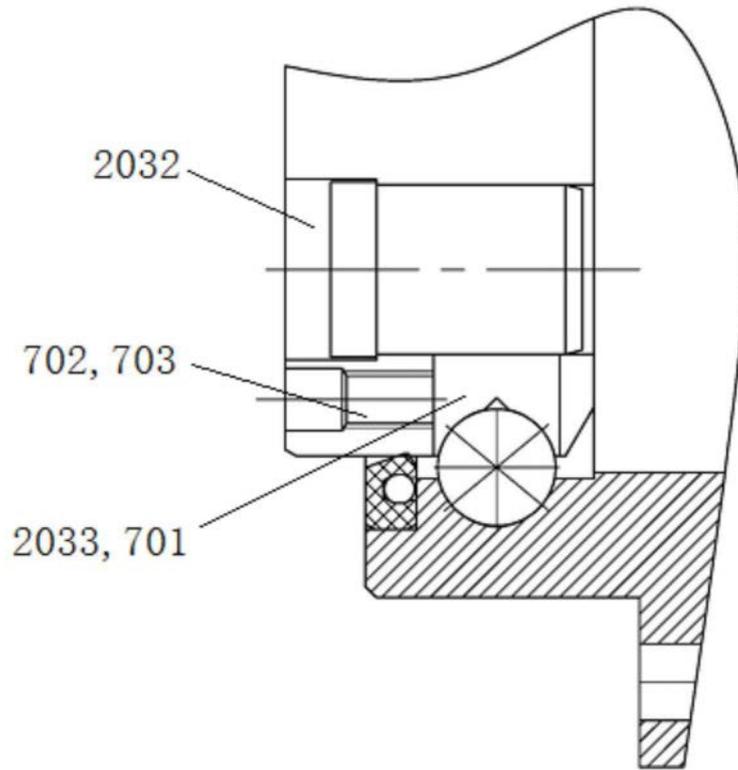


图5

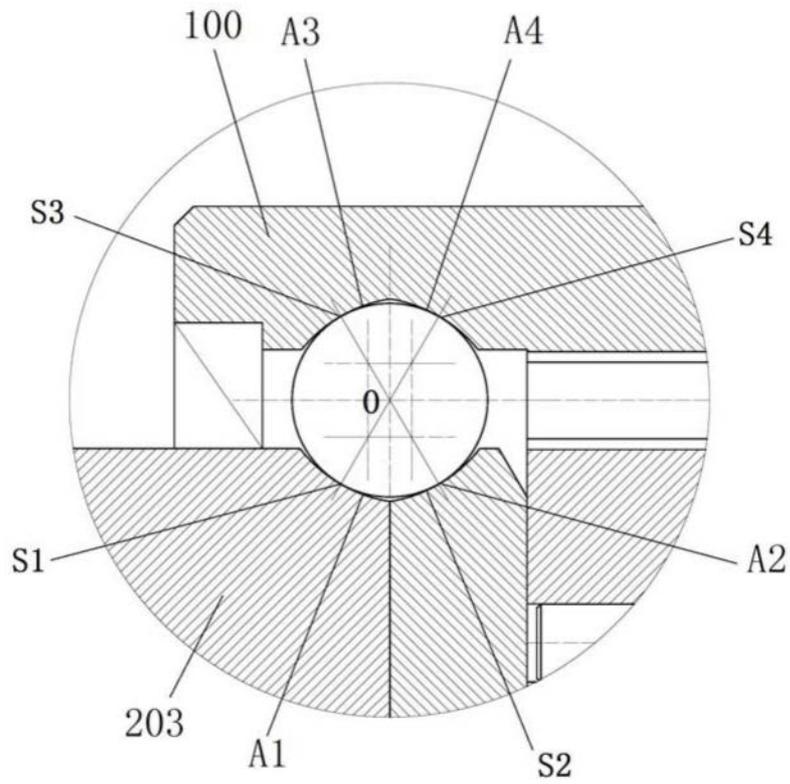


图6

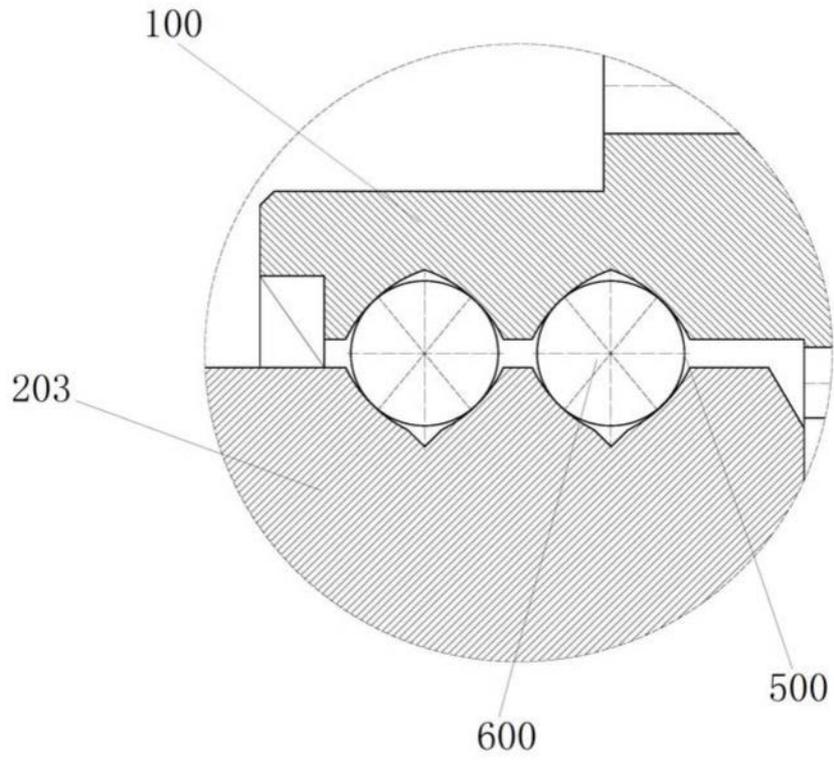


图7

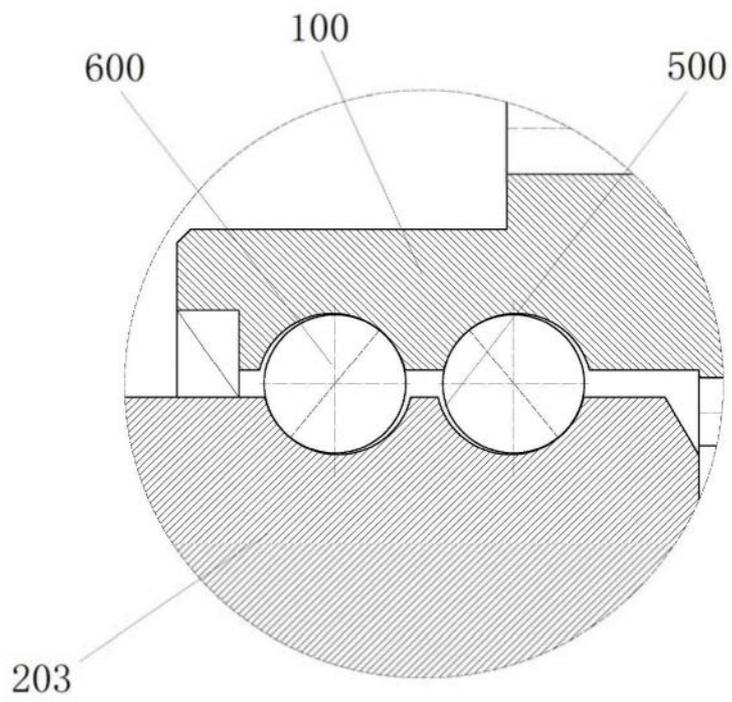


图8

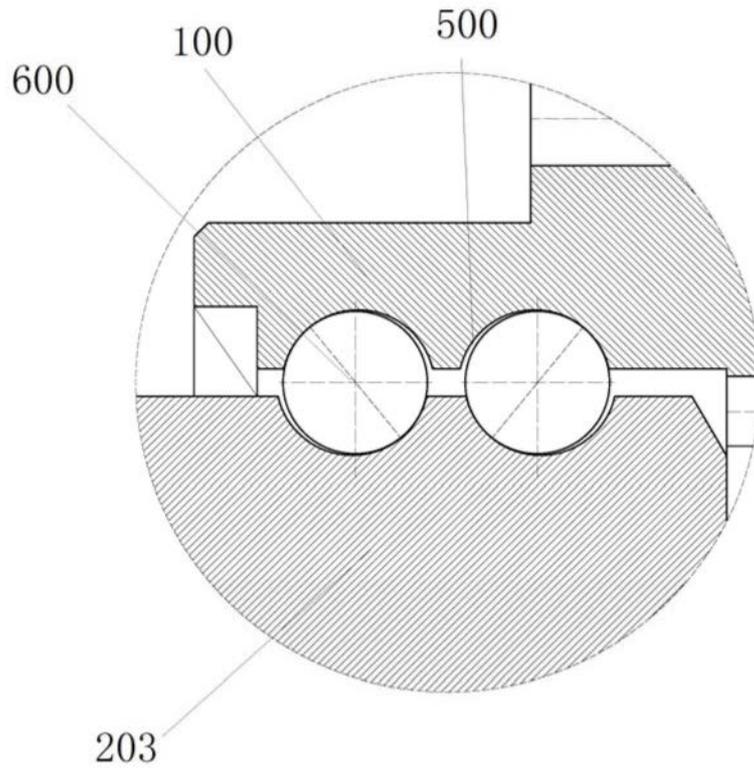


图9

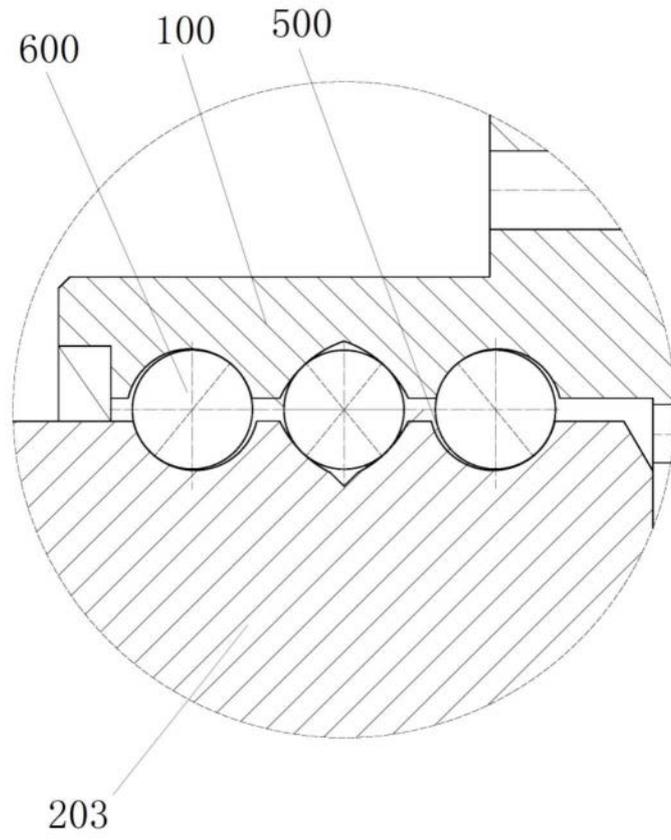


图10