



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 115940503 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202211580552.5

H02K 11/30 (2016.01)

(22) 申请日 2022.12.09

(71) 申请人 南通振康机械有限公司

地址 226100 江苏省南通市海门市正余镇
双烈村十一组

申请人 南通振康焊接机电有限公司

(72) 发明人 顾京君 童彤 陆真勇 魏小龙

(74) 专利代理机构 常州至善至诚专利代理事务
所(普通合伙) 32409

专利代理师 刘宇

(51) Int. Cl.

H02K 7/116 (2006.01)

H02K 5/173 (2006.01)

H02K 5/04 (2006.01)

H02K 11/24 (2016.01)

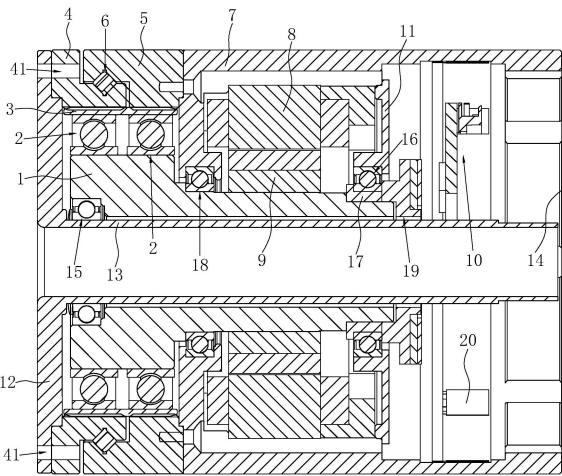
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种双刚轮谐波减速机关节模组

(57) 摘要

本发明提供了一种双刚轮谐波减速机关节模组,涉及减速机技术领域,包括波发生器、柔性轴承、柔轮、刚轮一、刚轮二、电机外壳、电机定子、电机转子、驱动板、电机后盖、前端盖及后端盖,刚轮一和刚轮二之间设有十字交叉滚子轴承,刚轮一和刚轮二的外壁分别作为十字交叉滚子轴承内圈和外圈;电机外壳固定在波发生器一端,电机转子套装固定在波发生器外,电机定子安装在电机外壳内,前端盖靠近波发生器的一侧设有与其一体成型且穿设在波发生器内孔内的通线管;波发生器和通线管之间设有第一轴承,电机后盖和波发生器之间设有第二轴承。本发明能够提高模组运动精度和稳定性,缩短模组轴线长度,满足模组小尺寸、轻重量、高转矩密度的需求。



1. 一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 包括波发生器(1)、柔性轴承(2)、柔轮(3)、刚轮一(4)、刚轮二(5)、电机外壳(7)、电机定子(8)、电机转子(9)、驱动板(10)、电机后盖(11)、前端盖(12)及后端盖(14), 所述波发生器(1)外安装有柔性轴承(2), 所述柔性轴承(2)外套装有柔轮(3), 所述柔轮(3)外齿与刚轮一(4)内齿及刚轮二(5)内齿啮合, 且所述柔轮(3)与刚轮一(4)和刚轮二(5)中的一个同齿啮合, 另一个差齿啮合; 所述刚轮一(4)和刚轮二(5)之间设有十字交叉滚子轴承(6), 且所述刚轮一(4)和刚轮二(5)的外壁分别作为十字交叉滚子轴承(6)的内圈和外圈, 所述刚轮一(4)的内齿和刚轮二(5)的内齿分别在十字交叉滚子轴承(6)的内圈和外圈上加工形成;

所述电机外壳(7)与波发生器(1)同轴设置且固定在波发生器(1)一端, 所述刚轮二(5)位于刚轮一(4)和电机外壳(7)之间且与电机外壳(7)连接, 所述电机转子(9)套装固定在波发生器(1)外带动波发生器(1)旋转, 所述电机定子(8)安装在电机外壳(7)内与电机转子(9)配合; 所述电机后盖(11)设置在电机定子(8)远离柔性轴承(2)的一端, 所述后端盖(14)设置在电机外壳(7)远离波发生器(1)的一端, 所述驱动板(10)设置在电机后盖(11)和后端盖(14)之间;

所述前端盖(12)设置在波发生器(1)远离电机外壳(7)的一端, 且其靠近波发生器(1)的一侧设有沿其轴向设置并与其一体成型的通线管(13), 所述通线管(13)穿设在波发生器(1)及电机外壳(7)的内孔内, 且其与前端盖(12)及波发生器(1)同轴设置; 所述波发生器(1)和通线管(13)之间设有靠近前端盖(12)的第一轴承(15), 所述电机后盖(11)和波发生器(1)之间设有第二轴承(16)。

2. 根据权利要求1所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 所述第二轴承(16)内圈与波发生器(1)外圆之间设有轴承隔套(17), 所述电机外壳(7)靠近波发生器(1)的一端和波发生器(1)之间设有第三轴承(18); 所述波发生器(1)外圆直径呈阶梯状, 其相对于轴承隔套(17)、第三轴承(18)、柔性轴承(2)三个位置处的外圆直径依次增大。

3. 根据权利要求2所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 所述驱动板(10)和第二轴承(16)之间设有电机编码器(19), 所述电机编码器(19)与波发生器(1)靠近后端盖(14)的一端连接; 所述电机外壳(7)内壁设有与其同轴的扭矩传感器(20), 且所述扭矩传感器(20)带有若干圆周阵列设置的感应片。

4. 根据权利要求3所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 所述柔性轴承(2)设有两个, 两个所述柔性轴承(2)分别与刚轮一(4)内齿和刚轮二(5)内齿对应; 所述刚轮一(4)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的内圈, 所述刚轮二(5)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的外圈; 所述刚轮一(4)靠近前端盖(12)的端面上和前端盖(12)上设有相互配合的端面安装孔(41), 且所述端面安装孔(41)的轴线平行于刚轮一(4)的轴线。

5. 根据权利要求3所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 所述柔性轴承(2)设有一个且位于柔轮(3)正中间, 所述柔性轴承(2)同时与刚轮一(4)和刚轮二(5)对应, 所述柔轮(3)外齿的宽度与刚轮一(4)内齿及刚轮二(5)内齿的总宽度一致; 所述刚轮一(4)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的外圈, 所述刚轮二(5)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的内圈; 所述刚轮一(4)的外壁设有外圆安装孔(42), 且所述外圆安装孔(42)的轴线沿刚轮一(4)径向设置。

6. 根据权利要求1所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组, 其特征在于: 所述电机外壳

(7)与刚轮二(5)一体成型,所述电机定子(8)通过螺钉(82)固定安装在刚轮二(5)上,所述波发生器(1)外壁设有与其同轴且与电机转子(9)配合的环槽(91),所述电机转子(9)嵌装在环槽(91)内。

7.根据权利要求6所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组,其特征在于:所述柔性轴承(2)设有一个且位于柔轮(3)正中间,所述柔性轴承(2)同时与刚轮一(4)和刚轮二(5)对应,所述柔轮(3)外齿的宽度与刚轮一(4)内齿及刚轮二(5)内齿的总宽度一致;所述刚轮一(4)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的外圈,所述刚轮二(5)外壁作为十字交叉滚子轴承(6)的内圈,且所述刚轮一(4)的外壁设有外圆安装孔(42),所述外圆安装孔(42)的轴线沿刚轮一(4)径向设置。

8.根据权利要求7所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组,其特征在于:所述电机转子(9)和第二轴承(16)之间设有第一编码器(21),所述驱动板(10)和后端盖(14)之间设有第二编码器(22),所述第一编码器(21)与波发生器(1)连接,所述第二编码器(22)与前端盖(12)上的通线管(13)连接;所述电机外壳(7)内壁设有与其同轴的扭矩传感器(20),且所述扭矩传感器(20)带有若干圆周阵列设置的感应片。

9.根据权利要求8所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组,其特征在于:所述波发生器(1)远离前端盖(12)的一端端面和驱动板(10)之间设有电机刹车(23),所述电机刹车(23)包括衔铁(24)、磁轭(25)、电磁线圈(26)和弹簧(27),且所述衔铁(24)靠近波发生端面,所述电机刹车(23)制动时,所述弹簧(27)推动衔铁(24)压紧波发生器(1)端面进行刹车制动。

10.根据权利要求9所述的一种双刚轮谐波减速机关节模组,其特征在于:所述电机定子(8)和刚轮二(5)之间设有密封垫环(81),所述密封垫环(81)为聚四氟乙烯垫环。

一种双刚轮谐波减速机关节模组

技术领域

[0001] 本发明涉及减速机技术领域,尤其涉及一种双刚轮谐波减速机关节模组。

背景技术

[0002] 机器人关节模组是协作机器人、移动机器人等小型机器人的核心部件,通过减速机、电机模块化的关节模组实现机器人快速便捷的装配和维护。目前机器人关节模组正被越来越多地应用于服务类机器人行业中,因而对关节模组的小尺寸、轻重量、高转矩密度、高可靠性等性能有着严格的要求。

[0003] 现有技术中的机器人关节模组多为采用单刚轮结构谐波减速机与无框力矩电机的集成化设计,单刚轮谐波减速机存在轴向长度长、负载和抗冲击能力不足等问题。而无框力矩电机受体积、厚度、中心孔径等的限制,往往转子磁性材料厚度不够,导致功率不足,无法匹配谐波减速机的输出能力,进而无法满足模组的负载能力。

[0004] 现有技术中的双刚轮模组两个刚轮之间如不使用十字交叉轴承连接,则弯矩能力不足,无法满足模组弯矩承载能力的需求,若使用十字交叉轴承连接,则会导致体积大重量中,无法满足模组小型化轻量化需求。除此之外,现有模组中大多减速机轴和电机轴为分体式两根轴,导致两者很难做到高的同轴度,大大增加了装配难度,无法保证模组运转的平稳性。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种双刚轮谐波减速机关节模组,其能够提高模组的运动精度和稳定性,缩短模组的轴线长度,满足模组小尺寸、轻重量、高转矩密度、高可靠性的需求。

[0006] 本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的:

[0007] 一种双刚轮谐波减速机关节模组,包括波发生器、柔性轴承、柔轮、刚轮一、刚轮二、电机外壳、电机定子、电机转子、驱动板、电机后盖、前端盖及后端盖,所述波发生器外安装有柔性轴承,所述柔性轴承外套装有柔轮,所述柔轮外齿与刚轮一内齿及刚轮二内齿啮合,且所述柔轮与刚轮一和刚轮二中的一个同齿啮合,另一个差齿啮合;所述刚轮一和刚轮二之间设有十字交叉滚子轴承,且所述刚轮一和刚轮二的外壁分别作为十字交叉滚子轴承的内圈和外圈,所述刚轮一的内齿和刚轮二的内齿分别在十字交叉滚子轴承的内圈和外圈上加工形成;

[0008] 所述电机外壳与波发生器同轴设置且固定在波发生器一端,所述刚轮二位于刚轮一和电机外壳之间且与电机外壳连接,所述电机转子套装固定在波发生器外带动波发生器旋转,所述电机定子安装在电机外壳内与电机转子配合;所述电机后盖设置在电机定子远离柔性轴承的一端,所述后端盖设置在电机外壳远离波发生器的一端,所述驱动板设置在电机后盖和后端盖之间;

[0009] 所述前端盖设置在波发生器远离电机外壳的一端,且其靠近波发生器的一侧设有

沿其轴向设置并与其一体成型的通线管,所述通线管穿设在波发生器及电机外壳的内孔内,且其与前端盖及波发生器同轴设置;所述波发生器和通线管之间设有靠近前端盖的第一轴承,所述电机后盖和波发生器之间设有第二轴承。

[0010] 通过采用上述技术方案,电机定子固定在电机外壳内,电机转子固定在波发生器上,刚轮二与电机外壳连接,刚轮一和刚轮二一个作为固定端,另一个作为输出端,驱动板驱动电机转子带动波发生器转动,波发生器通过柔性轴承驱动柔轮发生形变,刚轮一和刚轮二一个与柔轮齿数相同进行同齿数啮合,另一个内齿比柔轮外齿多一到四个齿进行差齿数啮合,同齿数啮合的与柔轮保持同速运转,差齿数啮合的与柔轮保持差齿数运转。利用双刚轮谐波减速机替代单刚轮谐波减速机,提高模组的抗冲击能力和负载能力。

[0011] 其中,刚轮一和刚轮二分别作为十字交叉滚子轴承的内圈和外圈,且刚轮一和刚轮二的内齿均在十字交叉滚子轴承的内圈和外圈的内壁上加工所得,两者之间安装十字交叉滚子,形成刚轮一和刚轮二与十字交叉滚子轴承的一体化结构。也就是说,将原有十字交叉滚子轴承的内圈和外圈分别加工内齿替代原来的两个刚轮,在保证弯矩能力满足模组弯矩承载能力需求的同时,省去原来两个刚轮的重量和体积,而且谐波减速机的轴向长度仅相当于原来一个十字交叉滚子轴承的长度,轴向长度大幅缩短,从而有效减小模组的体积和重量,满足模组小型化、轻量化需求。

[0012] 另外,将波发生器的轴向长度加长,电机转子安装在波发生器外,直接将波发生器作为无框力矩电机的输入轴,提高电机和减速机的同轴度,降低装配难度,并利用第一轴承和第二轴承对减速机和电机进行支撑,保证模组运行的稳定性。而设置与前端盖一体成型的通线管,一方面便于波发生器与前端盖之间的安装,另一方面便于从通线管内走线。

[0013] 本发明利用双刚轮谐波减速机替代模组中的单刚轮谐波减速机,并将波发生器作为无框力矩电机的输入轴,设置第一轴承和第二轴承对波发生器和电机进行支撑,在刚轮一和刚轮二之间设置十字交叉滚子轴承,并将刚轮一和刚轮二的外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈和外圈,有效提高模组的运动精度和稳定性,缩短模组的轴线长度,满足模组小尺寸、轻重量、高转矩密度、高可靠性的需求。

[0014] 进一步地,所述第二轴承内圈与波发生器外圆之间设有轴承隔套,所述电机外壳靠近波发生器的一端和波发生器之间设有第三轴承;所述波发生器外圆直径呈阶梯状,其相对于轴承隔套、第三轴承、柔性轴承三个位置处的外圆直径依次增大。

[0015] 通过采用上述技术方案,波发生器轴向长度比较长,一侧作为谐波减速机的输入轴,另一侧作为无框力矩电机的输入轴,设置第一轴承和第三轴承共同支撑减速机,第二轴承和第三轴承共同支撑电机,这样使用三个轴承合一确保整个模组的谐波减速机和电机始终能够保持同轴运转,同时减小波发生器的跳动,从而保证模组的运动精度和稳定性。其中,由于第三轴承的安装需求,波发生器外圆相对第二轴承位置处的外圆直径要小于其对应第三位置处的外圆直径,便于第三轴承从波发生器一端安装到位。而设置轴承隔套便于第二轴承的安装,且可以使得第二轴承和第三轴承大小相同,无需额外设计第二轴承。另外,波发生器外圆相对柔性轴承位置的外圆直径大于其对应第三轴承位置处的外圆直径,在保证波发生器正常功能的前提下,为电机安装提供足够的空间,并尽可能减轻波发生器的重量,满足模组的轻量化需求。

[0016] 进一步地,所述驱动板和第二轴承之间设有电机编码器,所述电机编码器与波发

生器靠近后端盖的一端连接;所述电机外壳内壁设有与其同轴的扭矩传感器,且所述扭矩传感器带有若干圆周阵列设置的感应片。

[0017] 通过采用上述技术方案,设置与波发生器连接的电机编码器,提高波发生器即输入端的转动精度,从而保证模组的运动精度。带有感应片的扭矩传感器在模组受到旋转方向的扭矩以及轴向方向的弯矩作用时会发生弹性变形,可以根据所测形变量计算模组不同方向上受到的扭矩大小,从而便于控制模组的工作。

[0018] 进一步地,所述柔性轴承设有两个,两个所述柔性轴承分别与刚轮一内齿和刚轮二内齿对应;所述刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈,所述刚轮二外壁作为十字交叉滚子轴承的外圈;所述刚轮一靠近前端盖的端面上和前端盖上设有相互配合的端面安装孔,且所述端面安装孔的轴线平行于刚轮一的轴线。

[0019] 通过采用上述技术方案,柔性轴承设置两个且分别与刚轮一和刚轮二的内齿对应,便于波发生器通过两个柔性轴承驱动柔轮分别与刚轮一和刚轮二紧密啮合。由于刚轮一和刚轮二外形原因,将刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈,刚轮二作为十字交叉滚子轴承的外圈,刚轮一端面和前端盖上设置相互配合的端面安装孔,便于前端盖和刚轮一之间的安装连接。

[0020] 进一步地,所述柔性轴承设有一个且位于柔轮正中间,所述柔性轴承同时与刚轮一和刚轮二对应,所述柔轮外齿的宽度与刚轮一内齿及刚轮二内齿的总宽度一致;所述刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的外圈,所述刚轮二外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈;所述刚轮一的外壁设有外圆安装孔,且所述外圆安装孔的轴线沿刚轮一径向设置。

[0021] 通过采用上述技术方案,将柔性轴承设置为一个,相应的波发生器与柔性轴承配合的椭圆凸轮、柔轮、刚轮一和刚轮二的轴向长度均可适当缩短,同时保持在轴向长度上柔轮外齿的宽度和刚轮一内齿及刚轮二内齿的总宽度一致,且柔性轴承位于柔轮正中间同时与刚轮一和刚轮二对应,这样柔轮外齿与刚轮一内齿及刚轮二内齿在啮合过程中受力程度相当,处于最优的平衡状态,减速机运转最平稳,使用寿命最大化。一个柔性轴承代替两个柔性轴承后,整个模组的体积大幅缩小,轴向长度大幅缩短,柔轮和刚轮一及刚轮二的轴向长度都缩短,这时刚轮一和包裹模组的壳体之间不再有轴向方向锁螺钉的空间,但外径没有变化,因此在刚轮一外壁设置外圆安装孔,从径向方向锁螺钉固定刚轮一和模组壳体。而由于外圆安装孔的设置及外形要求,需要将刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的外圈,刚轮二外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈。

[0022] 进一步地,所述电机外壳与刚轮二一体成型,所述电机定子通过螺钉固定安装在刚轮二上,所述波发生器外壁设有与其同轴且与电机转子配合的环槽,所述电机转子嵌装在环槽内。

[0023] 通过采用上述技术方案,电机外壳与刚轮二一体成型,即将电机外壳与刚轮二一体化设计,可增大整个模组的刚性和强度,并且让模组的结构更加紧凑,进一步缩短模组的轴向长度。利用螺钉将电机定子固定在刚轮二上,使得电机定子安装更加牢固,避免过盈安装带来的零件变形或者胶水固定带来的不稳定性及胶水污染问题,安装更加便捷。另外,电机定子固定在刚轮二上可以保证电机和减速机尽可能保证同轴,并且两者之间尽可能固定牢固避免产生相对位移,从而保证模组整体运行的稳定性和运动精度。而电机转子嵌装在环槽中,即将电机转子和波发生器一体化设计,一方面可以增大电机转子的厚度,提升电机

的输出功率,另一方面可以使得波发生器的内孔进一步扩大,即通线管扩大,为模组接线提供便利,并且模组结构更加简单紧凑,整个模组的功率密度大幅提升。

[0024] 进一步地,所述柔性轴承设有一个且位于柔轮正中间,所述柔性轴承同时与刚轮一和刚轮二对应,所述柔轮外齿的宽度与刚轮一内齿及刚轮二内齿的总宽度一致;所述刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的外圈,所述刚轮二外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈,且所述刚轮一的外壁设有外圆安装孔,所述外圆安装孔的轴线沿刚轮一径向设置。

[0025] 通过采用上述技术方案,将柔性轴承设置为一个,相应的波发生器与柔性轴承配合的椭圆凸轮、柔轮、刚轮一和刚轮二的轴向长度均可适当缩短,同时保持在轴向长度上柔轮外齿的宽度和刚轮一内齿及刚轮二内齿的总宽度一致,且柔性轴承位于柔轮正中间同时与刚轮一和刚轮二对应,这样柔轮外齿与刚轮一内齿及刚轮二内齿在啮合过程中受力程度相当,处于最优的平衡状态,减速机运转最平稳,使用寿命最大化。一个柔性轴承代替两个柔性轴承后,整个模组的体积大幅缩小,轴向长度大幅缩短,柔轮和刚轮一及刚轮二的轴向长度都缩短,这时刚轮一和包裹模组的壳体之间不再有轴向方向锁螺钉的空间,但外径没有变化,因此在刚轮一外壁设置外圆安装孔,从径向方向锁螺钉固定刚轮一和模组壳体。而由于外圆安装孔的设置及外形要求,需要将刚轮一外壁作为十字交叉滚子轴承的外圈,刚轮二外壁作为十字交叉滚子轴承的内圈。

[0026] 进一步地,所述电机转子和第二轴承之间设有第一编码器,所述驱动板和后端盖之间设有第二编码器,所述第一编码器与波发生器连接,所述第二编码器与前端盖上的通线管连接;所述电机外壳内壁设有与其同轴的扭矩传感器,且所述扭矩传感器带有若干圆周阵列设置的感应片。

[0027] 通过采用上述技术方案,设置第一编码器和第二编码器,这样模组采用双编码器结构,第一编码器与波发生器即模组的输入端连接,第二编码器与通线管及模组的输出端连接,输入端和输出端双编码器闭环控制,能够大幅提升模组的运动精度。带有感应片的扭矩传感器在模组受到旋转方向的扭矩以及轴向方向的弯矩作用时会发生弹性变形,可以根据所测形变量计算模组不同方向上受到的扭矩大小,从而便于控制模组的工作。

[0028] 进一步地,所述波发生器远离前端盖的一端端面和驱动板之间设有电机刹车,所述电机刹车包括衔铁、磁轭、电磁线圈和弹簧,且所述衔铁靠近波发生端面,所述电机刹车制动时,所述弹簧推动衔铁压紧波发生器端面进行刹车制动。

[0029] 通过采用上述技术方案,原有电机刹车带有制动盘,本申请直接将波发生器的端面当做制动盘使用,省去原有制动盘,当电机刹车制动时,弹簧推动衔铁压紧波发生器端面,在摩擦力矩作用下,波发生器立即停止运转,即电机同时停止运转,实现刹车制动。这样可以减轻电机刹车的重量和体积,实现模组的轻量化和小型化。

[0030] 进一步地,所述电机定子和刚轮二之间设有密封垫环,所述密封垫环为聚四氟乙烯垫环。

[0031] 通过采用上述技术方案,设置在电机定子和刚轮二之间的密封垫环起到密封作用,防止油脂从减速机一侧泄漏至电机内。其中,密封垫环为聚四氟乙烯垫环,具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性、密封性、高润滑不粘性、电绝缘性和良好的抗老化耐力,有效保证密封垫环的使用效果和使用寿命。

[0032] 综上所述,本发明具有以下有益效果:

[0033] 1、本发明中谐波减速机采用包括刚轮一和刚轮二的双刚轮结构替代单刚轮结构，增强谐波减速机的抗冲击能力和负载能力；刚轮一和刚轮二之间还设置十字交叉滚子轴承，且刚轮一和刚轮二的外壁分别作为十字交叉滚子轴承的内外圈，在原有十字交叉滚子轴承的内圈和外圈上加工内齿作为刚轮一和刚轮二，双刚轮与十字交叉滚子轴承一体化设计，省去原有两个刚轮的重量和体积，谐波减速机的轴向长度仅相当于原有一个十字交叉滚子轴承的长度，减速机轴向长度大幅缩短，使得整个模组更加轻量化和小型化；

[0034] 2、本发明中将电机转子安装在波发生器上，加长波发生器的轴向长度，用波发生器替代原有电机输入轴，并第一轴承、第二轴承和第三轴承共同支撑减速机和电机，可大幅提升减速机和电机的同轴度，保证模组的运转精度和稳定性；

[0035] 3、本发明中将波发生器和电机转子一体化、电机外壳和刚轮二一体化，有效提高减速机和电机的同轴度，提高模组运转精度和平稳性，同时加大电机转子的厚度，提升电机的输出功率，整个模组的功率密度大幅提升，满足模组的负载能力需求。

附图说明

[0036] 图1是实施例一中一种双刚轮谐波减速机关节模组的整体结构示意图；

[0037] 图2是实施例二中一种双刚轮谐波减速机关节模组的整体结构示意图；

[0038] 图3是实施例三中一种双刚轮谐波减速机关节模组的整体结构示意图；

[0039] 图4是图3中A部分的结构示意图。

[0040] 图中，1、波发生器；2、柔性轴承；3、柔轮；4、刚轮一；41、端面安装孔；42、外圆安装孔；5、刚轮二；6、十字交叉滚子轴承；7、电机外壳；8、电机定子；81、密封垫环；82、螺钉；9、电机转子；91、环槽；10、驱动板；11、电机后盖；12、前端盖；13、通线管；14、后端盖；15、第一轴承；16、第二轴承；17、轴承隔套；18、第三轴承；19、电机编码器；20、扭矩传感器；21、第一编码器；22、第二编码器；23、电机刹车；24、衔铁；25、磁轭；26、电磁线圈；27、弹簧。

具体实施方式

[0041] 以下结合附图和实施例，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用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0042] 实施例一：

[0043] 一种双刚轮谐波减速机关节模组，如图1所示，包括双刚轮谐波减速机和电机，双刚轮谐波减速机包括波发生器1、柔性轴承2、柔轮3、刚轮一4、刚轮二5，电机包括电机外壳7、电机定子8、电机转子9、驱动板10、电机后盖11，电机外壳7与波发生器1同轴设置且固定在波发生器1一端，且波发生器1远离电机外壳7的一端设有前端盖12，电机外壳7远离波发生器1的一端设有后端盖14。

[0044] 如图1所示，波发生器1与柔性轴承2对应的位置为椭圆凸轮状，柔性轴承2安装在波发生器1的椭圆凸轮上，柔性轴承2外套装环形直筒状的柔轮3，柔轮3的外齿与刚轮一4的内齿及刚轮二5的内齿同时啮合，且刚轮一4和刚轮二5其中一个内齿与柔轮3外齿齿数相同，两者同齿数啮合保持同速转动，另一个内齿比柔轮3外齿多一到四个齿，两者差齿数啮合保持差速运转。刚轮一4和刚轮二5其中一个作为输出端，另一个作为固定端。

[0045] 如图1所示，在刚轮一4和刚轮二5之间设有十字交叉滚子轴承6，刚轮一4和刚轮二

5的外壁分别作为十字交叉滚子轴承6的内圈和外圈,且刚轮一4和刚轮二5的内齿分别在十字交叉滚子轴承6的内圈和外圈上加工形成,使得刚轮一4和刚轮二5与十字交叉滚子轴承6一体化。也就是说,直接在原来的十字交叉滚子轴承6的内外圈上分别上加工与柔轮3啮合的外齿,使十字交叉滚子轴承6的内外圈可以直接替代原有的两个刚轮,这样节省两个刚轮的体积和重量,且大幅缩小双刚轮谐波减速机的轴向长度。

[0046] 如图1所示,在本实施例中,柔性轴承2设有两个,两个柔性轴承2分别与刚轮一4内齿和刚轮二5内齿对应,保证柔轮3与刚轮一4及刚轮二5的啮合效果。刚轮一4外壁作为十字交叉滚子轴承6的内圈,刚轮二5外壁作为十字交叉滚子轴承6的外圈,也就是十字交叉滚子轴承6的内圈加工内齿当作刚轮一4,十字交叉滚子轴承6的外圈加工内齿当作刚轮二5。基于此结构,为方便刚轮一4与模组壳体(图中未表示)的连接,在刚轮一4靠近前端盖12的端面上和前端盖12上设有相互配合的端面安装孔41,且端面安装孔41的轴线平行于刚轮一4的轴线。

[0047] 如图1所示,在本实施例中,刚轮二5位于刚轮一4和电机外壳7之间且与电机外壳7连接,波发生器1的轴向长度加长,电机转子9套转固定在波发生器1外,电机定子8安装在电机外壳7内与电机转子9配合。电机后盖11设置在电机定子8远离柔性轴承2的一端,后端盖14设置在电机外壳7远离波发生器1的一端,驱动板10设置在电机后盖11和后端盖14之间,驱动电机转子9带动波发生器1旋转。其中,前端盖12靠近波发生器1的一侧设有沿其轴向设置并与其一体成型的中空通线管13,通线管13穿设在波发生器1及电机外壳7的内孔内,且其与与前端盖12及波发生器1同轴设置,不仅方便波发生器1与前端盖12之间的转动连接,而且便于谐波减速机的布线。

[0048] 如图1所示,这样通过加长波发生器1的轴向长度,电机转子9安装在波发生器1上,一侧作为谐波减速机的输入轴,另一侧作为电机的输入轴,利用波发生器1代替电机的输入轴,提高谐波减速机与电机的同轴度,降低装配难度。波发生器1轴向长度加长后运转时容易跳动,因此,在波发生器1和通线管13之间设有靠近前端盖12的第一轴承15,电机后盖11和波发生器1之间设有第二轴承16,且第二轴承16内圈和波发生器1外圆之间设有轴承隔套17,电机外壳7靠近波发生器1的一端和波发生器1之间设有第三轴承18。第一轴承15、第二轴承16和第三轴承18均为高精度深沟球轴承,这样利用第一轴承15和第三轴承18支撑波发生器1,第二轴承16和第三轴承18支撑电机,保证同轴度的同时减少波发生器1轴向跳动,提高模组运转的稳定性。

[0049] 如图1所示,在本实施例中,波发生器1外圆直径呈阶梯状,其相对于轴承隔套17、第三轴承18、柔性轴承2三个位置处的外圆直径依次增大,这样在保证波发生器1整体工作性能的同时,为电机留下足够的安装空间,同时降低模组的整体重量和体积。

[0050] 如图1所示,在驱动板10和第二轴承16之间还设有电机编码器19,且电机编码器19与波发生器1靠近后端盖14的一端连接,利用电机编码器19精确控制波发生器1即输入端的运转精度。另外,在电机外壳7内壁设有与其同轴的扭矩传感器20,且扭矩传感器20带有若干圆周阵列设置的感应片。带有感应片的扭矩传感器20在模组受到旋转方向的扭矩以及轴向方向的弯矩作用时会发生弹性变形,可以根据所测形变量计算模组不同方向上受到的扭矩大小,从而便于控制模组的工作。

[0051] 实施例二:

[0052] 一种双刚轮谐波减速机关节模组,如图1和图2所示,其结构及原理与实施例一中基本相同,与实施例一的而不同之处在于,柔性轴承2设有只设有一个,柔性轴承2由两个变为一个,相应地波发生器1上安装柔性轴承2的椭圆凸轮、柔轮3、刚轮一4和刚轮二5的轴向长度均可适当缩短。柔性轴承2设为一个后,要求柔性轴承2位于柔轮3正中间且同时与刚轮一4和刚轮二5对应,并且柔轮3外齿的宽度与刚轮一4内齿及刚轮二5内齿的总宽度一致,这样柔轮3外齿与刚轮一4内齿及刚轮二5内齿在啮合过程中受力程度相当,处于最优的平衡状态,减速机运转最平稳,使用寿命最大化。

[0053] 如图1和图2所示,一个柔性轴承2代替两个柔性轴承2后,整个模组的体积大幅缩小,轴向长度大幅缩短,柔轮3和刚轮一4及刚轮二5的轴向长度都缩短,这时刚轮一4和包裹模组的壳体(图中未表示)之间不再有轴向方向锁螺钉82的空间,但外径没有变化,因此在刚轮一4外壁设置轴线沿刚轮一4径向设置的外圆安装孔42,用外圆安装孔42代替实施例一中的端面安装孔41,从径向方向锁螺钉82固定刚轮一4和模组壳体。

[0054] 如图1和图2所示,而由于外圆安装孔42的设置及外形要求,需要将刚轮一4外壁作为十字交叉滚子轴承6的外圈,刚轮二5外壁作为十字交叉滚子轴承6的内圈,相当于将实施例一中的刚轮一4和刚轮二5外形调换,也就是说,在十字交叉滚子轴承6的外圈上加工内齿当作刚轮一4使用,在十字交叉滚子轴承6的内圈上加工内齿当作刚轮二5使用。

[0055] 实施例三:

[0056] 一种双刚轮谐波减速机关节模组,其基本结构和原理与实施例一中基本相同,不同之处在于:

[0057] 如图1和图3所示,实施例一中电机与刚轮二5可拆卸安装连接,电机转子9直接套装固定在波发生器1外,而本实施例中,将电机外壳7与刚轮二5设置为一体成型,电机定子8通过螺钉82固定安装在刚轮二5上,波发生器1外壁设有与其同轴且与电机转子9配合的环槽91,电机转子9嵌装在环槽91内,也就是说,本实施例中电机外壳7和刚轮二5一体化设计,电机转子9和波发生器1一体化设计。

[0058] 如图1和图3所示,电机外壳7和刚轮的一体化设计能够增大整个模组的刚性和强度,让模组的结构更加紧凑,进一步缩短模组的轴向长度。利用螺钉82将电机定子8固定在刚轮二5上,使得电机定子8安装更加牢固,避免过盈安装带来的零件变形或者胶水固定带来的不稳定性及胶水污染问题,安装更加便捷。另外,电机定子8固定在刚轮二5上可以保证电机和减速机尽可能保证同轴,并且两者之间尽可能固定牢固避免产生相对位移,从而保证模组整体运行的稳定性和运动精度。

[0059] 如图1和图3所示,电机转子9和波发生器1一体化设计,一方面可以增大电机转子9的厚度,提升电机的输出功率,另一方面可以使得波发生器1的内孔进一步扩大,即通线管13扩大,为模组接线提供便利,并且模组结构更加简单紧凑,整个模组的功率密度大幅提升。

[0060] 如图1和图3所示,由于本实施例中刚轮二5和电机外壳7一体化设计,所以取消波发生器1和电机外壳7之间的第三轴承18以及第二轴承16和波发生器1之间的轴承隔套17。另外,如图3所示,刚轮二5和电机外壳7一体化设计后,为避免泄漏,在电机定子8和刚轮二5之间设有密封垫环81,且密封垫环81为聚四氟乙烯垫环,防止油脂从减速机一侧泄漏至电机内。

[0061] 本实施例中柔性轴承2只设置有一个,替代实施例一中两个,如图2和图3所示,与实施例二中相同,单个柔性轴承2位于柔轮3正中间且同时与刚轮一4和刚轮二5对应,柔轮3外齿的宽度与刚轮一4内齿及刚轮二5内齿的总宽度一致。同样地,在刚轮一4外壁设置轴线沿刚轮一4径向设置的外圆安装孔42,用外圆安装孔42代替实施例一中的端面安装孔41,从径向方向锁螺钉82固定刚轮一4和模组壳体。而由于外圆安装孔42的设置及外形要求,将刚轮一4外壁作为十字交叉滚子轴承6的外圈,刚轮二5外壁作为十字交叉滚子轴承6的内圈,相当于将实施例一中的刚轮一4和刚轮二5外形调换,也就是说,在十字交叉滚子轴承6的外圈上加工内齿当作刚轮一4使用,在十字交叉滚子轴承6的内圈上加工内齿当作刚轮二5使用。

[0062] 如图1和图3所示,本实施例中与实施例一中一样,电机外壳7内壁设有与其同轴的扭矩传感器20,且扭矩传感器20带有若干圆周阵列设置的感应片,利用扭矩传感器20所测形变量计算模组不同方向上受到的扭矩大小,从而便于控制模组的工作。

[0063] 如图1和图3所示,不同的是,本实施例中编码器设有两个,替代实施例一中的一个电机编码器19。在电机转子9和第二轴承16之间设有第一编码器21,驱动板10和后端盖14之间设有第二编码器22,第一编码器21与波发生器1连接,第二编码器22与前端盖12上的通线管13连接。这样模组采用双编码器结构,第一编码器21与波发生器1即模组的输入端连接,第二编码器22与通线管13即模组的输出端连接,输入端和输出端双编码器闭环控制,能够大幅提升模组的运动精度。

[0064] 如图3和图4所示,在本实施例中,波发生器1远离前端盖12的一端端面和驱动板10之间设有电机刹车23,电机刹车23包括衔铁24、磁轭25、电磁线圈26和弹簧27,且衔铁24靠近波发生端面,电机刹车23制动时,弹簧27推动衔铁24压紧波发生器1端面进行刹车制动。原有电机刹车23带有制动盘,本实施例中直接将波发生器1的端面当做制动盘使用,只要波发生器1端面加工处理达到原来制动盘的使用性能即可。当电机刹车23制动时,弹簧27推动衔铁24压紧波发生器1端面,在摩擦力矩作用下,波发生器1立即停止运转,即电机同时停止运转,实现刹车制动。这样省去原有制动盘,可以减轻电机刹车23的重量和体积,实现模组的轻量化和小型化。

[0065] 上述说明示出并描述了本发明的优选实施例,如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

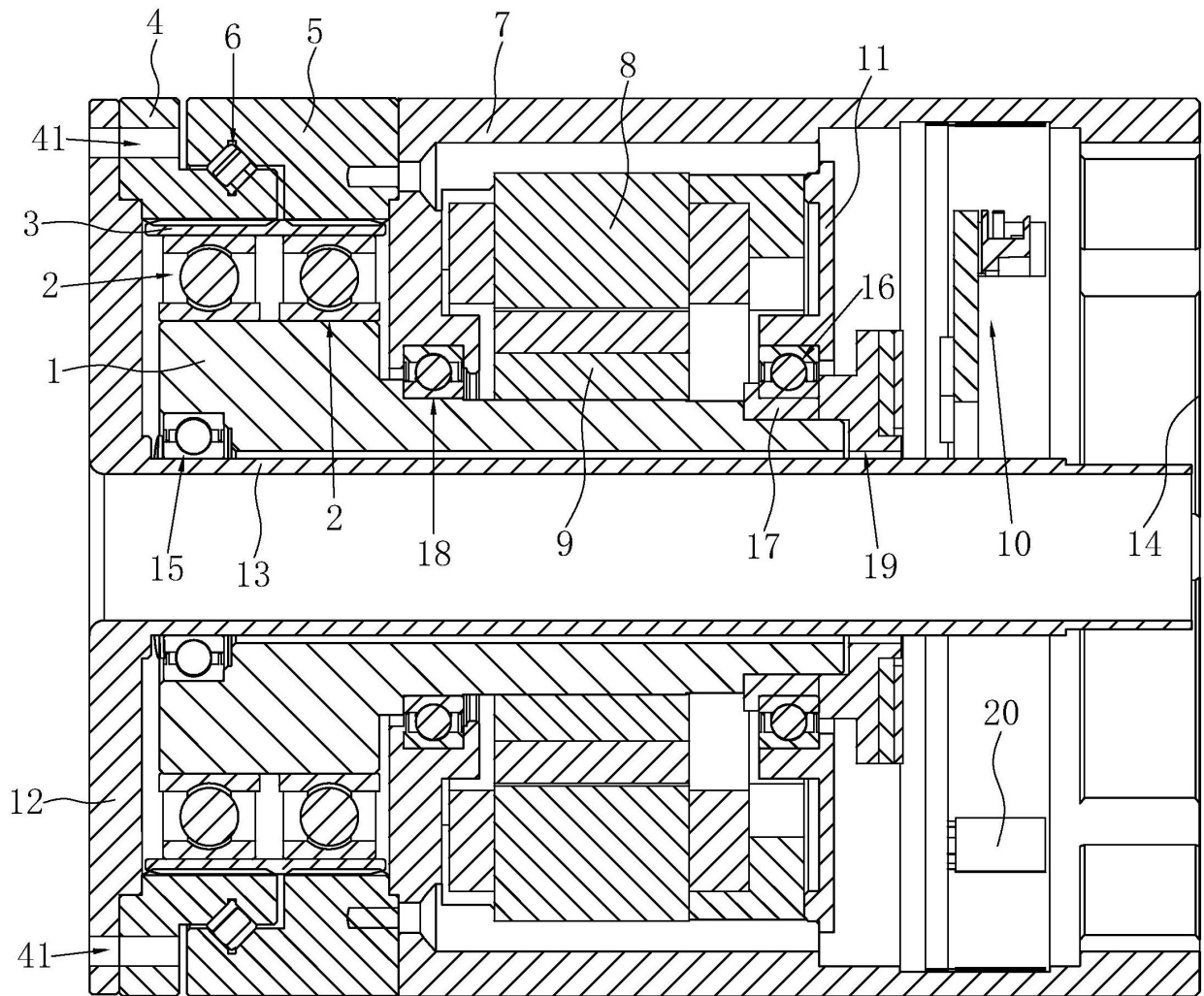


图1

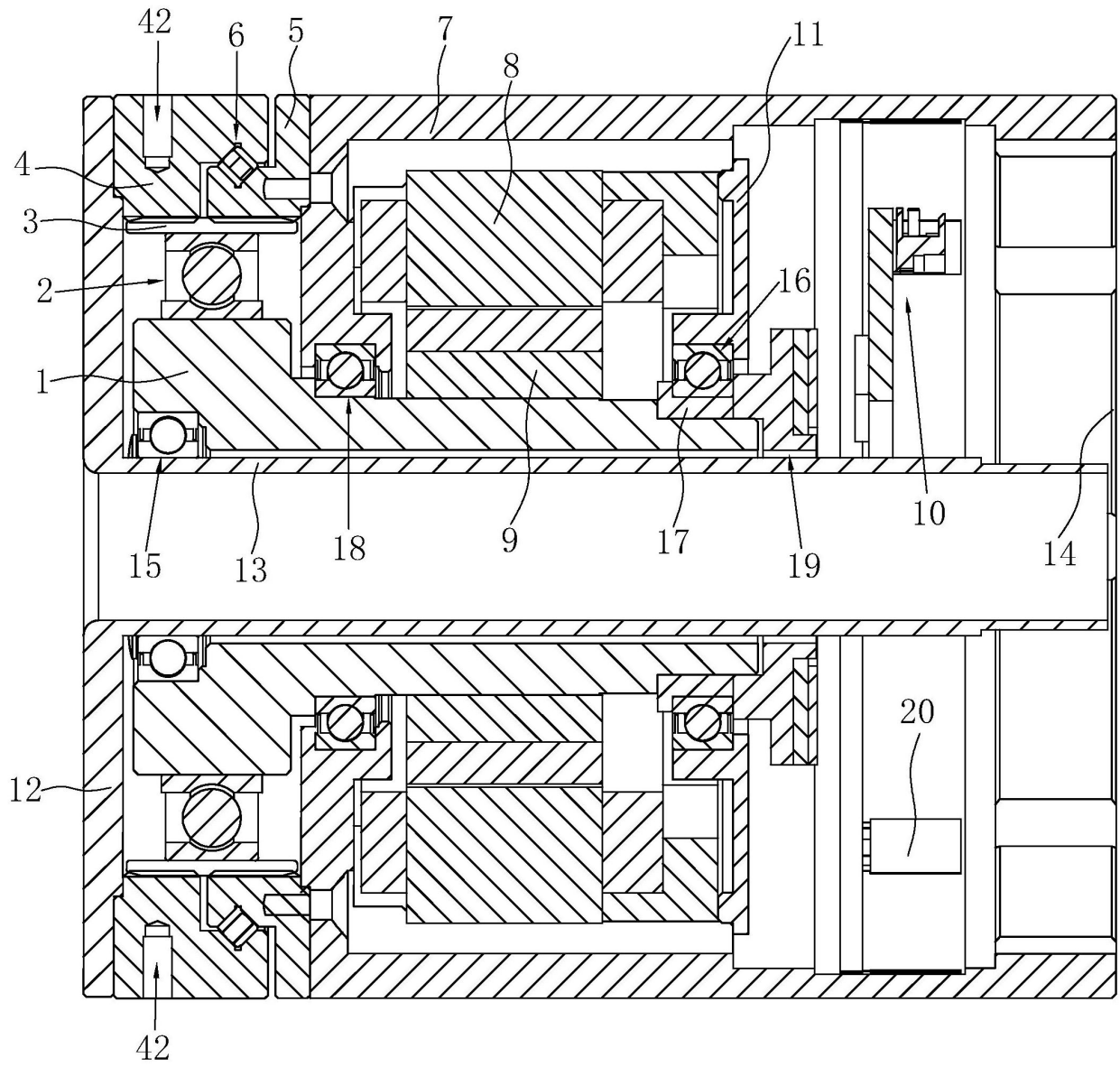
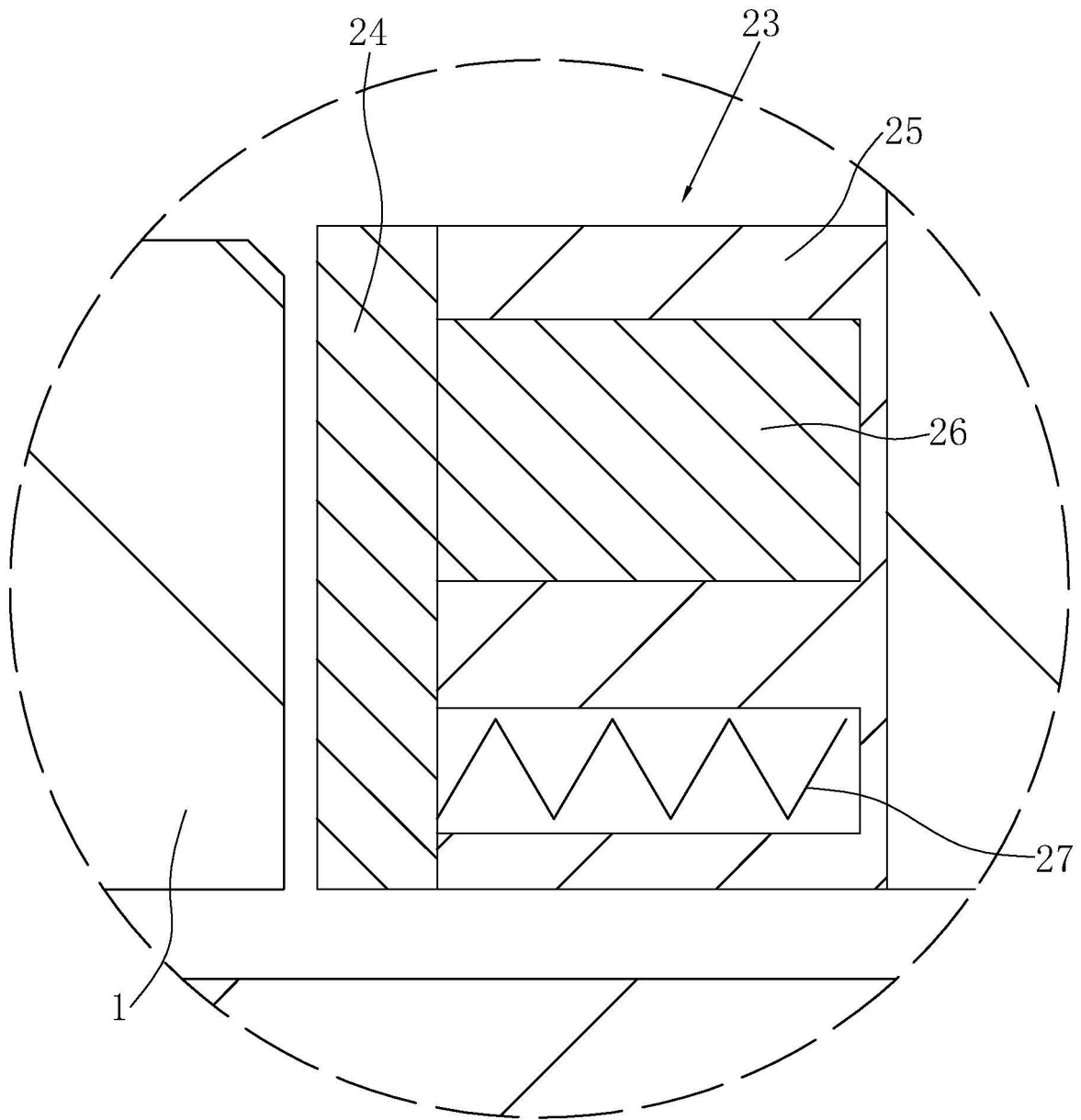


图2



A

图4