

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 12 月 19 日 (19.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/254918 A1

(51) 国际专利分类号:

F16H 1/32 (2006.01) **F16H 57/08** (2006.01)
F16H 49/00 (2006.01) **B25J 9/10** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/104710

(22) 国际申请日: 2023 年 6 月 30 日 (30.06.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202310689596.X 2023年6月12日 (12.06.2023) CN

(71) 申请人: 睿尔曼智能科技(北京)有限公司 (**REALMAN INTELLIGENT TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市石景山区古城大街首都钢铁公司特殊钢公司十四区 24 幢 A2-3-1 房间, Beijing 100043 (CN)。

(72) 发明人: 冀浩宇 (**Ji, Haoyu**); 中国北京市石景山区北京市石景山区古城大街首都钢铁公司特殊钢公司十四区 24 幢 A2-3-1 房间, Beijing 100043 (CN)。郑随兵 (**ZHENG, Suibing**); 中国北京市石景山区古城大街首都钢铁公司特殊钢公司十四区 24 幢 A2-3-1 房间, Beijing 100043 (CN)。张旭龙 (**ZHANG, Xulong**); 中国北京市石景山区古

城大街首都钢铁公司特殊钢公司十四区 24 幢 A2-3-1 房间, Beijing 100043 (CN)。

(74) 代理人: 北京中创云知识产权代理事务所(普通合伙)等 (**BEIJING CNCLOUD INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM et al.**); 中国北京市海淀区彰化路 138 号院 1 号楼 11 层 1117, Beijing 100097 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,

(54) **Title:** HARMONIC REDUCER, MECHANICAL ARM AND ROBOT

(54) 发明名称: 一种谐波减速器、机械臂及机器人

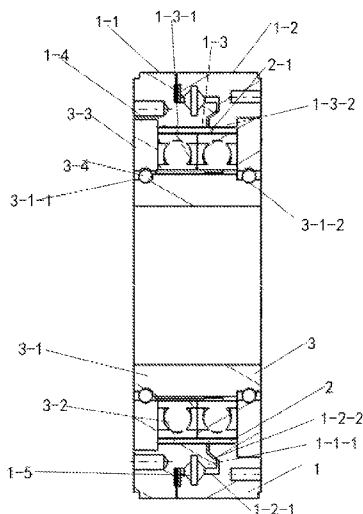


图 1

(57) **Abstract:** A harmonic reducer, a mechanical arm and a robot, the harmonic reducer comprising a circular spline, a flexspline and a wave generator, wherein the wave generator comprises a cam and a flexible bearing; a bearing outer ring is provided on an outer peripheral wall of at least one side of the cam, and the cam is rotationally connected to the bearing outer ring; and an outer peripheral wall of the bearing outer ring is connected to an inner peripheral wall of the circular spline. In the present invention, the bearing outer ring is arranged on an outer peripheral wall of at least one end of the cam, and the cam serves as a bearing inner ring, such that parts and components are reduced; and under the same bearing capacity, the bearing outer ring limits the flexspline and the flexible bearing, a sealing ring is omitted, and no additional connecting component or fixing component needs to be used for fixing the flexspline, thereby simplifying the process and reducing the volume and the weight of the harmonic reducer. The harmonic reducer in the present invention can be directly connected to an electric motor, and no additional bearing is needed, which reduces the axial length when the harmonic reducer is connected to the electric motor, and does not reduce the power of the electric motor, thereby further achieving the aim of miniaturization, and thus the cost is reduced and promotion is facilitated.



PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种谐波减速器、机械臂及机器人, 包括: 钢轮、柔轮和波发生器; 波发生器包括凸轮和柔性轴承, 凸轮至少一侧的外周壁设置有轴承外环, 凸轮与轴承外环转动连接, 轴承外环的外周壁与钢轮的内周壁连接。本发明通过在凸轮至少一端的外周壁设置轴承外环, 将凸轮作为轴承内环, 减少了零部件, 在相同的承载力下, 轴承外环对柔轮和柔性轴承限位, 减少密封圈, 且不需要再使用额外的连接部件和固定部件固定柔轮, 简化工艺、减小谐波减速器的体积和重量; 本发明的谐波减速器可以直接与电机相连, 不需要额外的轴承, 减小了谐波减速器与电机相连时的轴向长度, 也不会减小电机的动力, 进一步达到小型化的目的, 降低了成本, 利于推广。

一种谐波减速器、机械臂及机器人

5 交叉引用

本申请基于申请号为 202310689596X、申请日为 2023 年 06 月 12 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

10 本发明属于传动减速技术领域，尤其涉及一种谐波减速器、机械臂及机器人。

背景技术

谐波减速器是一种新型的、高精度的传动减速装置，主要由波发生器、柔轮和钢轮三个基本构件组成，它靠波发生器使柔轮产生可控弹性变形，并与钢轮相啮合来传递运动和动力。这种减速器扭矩大、传动比高、重量轻、体积小，广泛
15 应用于机器人领域，特别是在协作形机械臂、服务机器人等机器人细分领域得到了广泛的应用。

波发生器是一个杆状部件，其两端装有滚动轴承构成滚轮，与柔轮的内壁相互压紧。柔轮为可产生较大弹性形变的薄壁齿轮，其内孔直径略小于波发生器的长轴。波发生器是使柔轮产生可控弹性变形的构件。当波发生器装入柔轮后，迫使柔轮的剖面由原先的圆形变成椭圆形，其长轴两端附近的齿与钢轮的齿完全啮合，而短轴两端附近的齿则与钢轮完全脱开。周长上其他区段的齿处于啮合和脱离的过渡状态。当波发生器沿图示方向连续转动时，柔轮的变形不断改变，使柔轮与钢轮的啮合状态也不断改变，由啮入、啮合、啮出、脱开、再啮入……，周而复始地进行，从而实现柔轮相对钢轮沿波发生器 H 相反方向的缓慢旋转。工作
20 时，固定钢轮，由电机带动波发生器转动，柔轮作为从动轮，输出转动，带动负
25

载运动。在传动过程中，波发生器转一周，柔轮上某点变形的循环次数称为波数，以 n 表示。常用的是双波和三波两种。双波传动的柔轮应力较小，结构比较简单，易于获得大的传动比。故为应用最广的一种。

现有技术中，电机通过轴承与谐波减速器连接，电机给谐波减速器提供动力，
5 由电机、轴承和谐波减速器组成的传动系统中，电机、轴承、谐波减速器为分立的零部件，因此，集成度不高，连接后的总体尺寸过大，而目前小型化、集成化是机械臂乃至机器人领域的一个重要发展方向，如何进一步提高谐波减速器等关键部件的小型化、高度集成化是行业发展所面临的关键性难题。

发明内容

10 (一) 发明目的

本发明的目的是提供一种将轴承集成在谐波减速器中，以进一步减小零部件数量、整体的体积、重量以及系统复杂度的谐波减速器、机械臂及机器人。

(二) 技术方案

为解决上述问题，本发明提供了一种谐波减速器，包括：钢轮、柔轮和波发
15 生器；

所述钢轮、柔轮和波发生器均为环形结构，所述钢轮、柔轮和波发生器从外向内按序套装；

所述钢轮内周壁上设有钢轮内齿，所述柔轮外周壁设有与钢轮内齿啮合的柔轮外齿；

20 所述波发生器包括凸轮和柔性轴承，所述柔性轴承设置在所述柔轮和所述凸轮之间；

所述凸轮至少一侧的外周壁设置有轴承外环，所述凸轮与轴承外环转动连接，所述轴承外环的外周壁与所述钢轮的内周壁连接，所述柔轮的一端和柔性轴承的一端与所述轴承外环抵接。

25 本发明的另一方面，优选地，所述凸轮与轴承外环之间设置有滚珠，以使所述凸轮与轴承外环通过所述滚珠转动连接。

本发明的另一方面，优选地，所述凸轮与所述轴承外环滚动连接的一侧的外圈设置有凸轮环形凹槽，为滚珠的安装槽。

本发明的另一方面，优选地，所述钢轮与轴承外环连接处设有轴承安装位。

本发明的另一方面，优选地，所述波发生器包括至少两个柔性轴承。

5 本发明的另一方面，优选地，所述钢轮在端面和外环设置有螺纹孔。

本发明的另一方面，优选地，所述钢轮包括第一钢轮和第二钢轮，所述钢轮内齿包括第一钢轮内齿和第二钢轮内齿，所述第一钢轮内周壁设置有第一钢轮内齿，所述第二钢轮内周壁设置有第二钢轮内齿，在柔轮外齿齿数固定的情况下，通过改变第一钢轮内齿和第二钢轮内齿的齿数比，将第一钢轮作为输入钢轮或输出钢轮，相对应的，第二钢轮作为输出钢轮或输入钢轮。

10

本发明的另一方面，优选地，所述第一钢轮的一端设有环形延伸的钢轮凸台，所述钢轮凸台外周壁设有第一V形环槽；所述第二钢轮内环设置有钢轮第一部分和钢轮第二部分，所述钢轮第一部分的内径大于所述钢轮第二部分的内径；所述第二钢轮的钢轮第一部分内周壁设有第二V形环槽，与所述第一V形环槽配合形成矩形环槽；还包括滚子，所述滚子设于所述矩形环槽内。

15

本发明的另一方面，优选地，一种机械臂，包括一个或多个关节，所述关节内部包括如上任意一项所述的谐波减速器。

本发明的另一方面，优选地，一种机器人，包括如上所述的机械臂。

（三）有益效果

20 本发明的上述技术方案具有如下有益的技术效果：

本发明通过在凸轮至少一侧的外周壁设置轴承外环，将凸轮兼做轴承内环，在不增加谐波减速器体积的情况下，减少了独立的轴承零部件，轴承外环与凸轮形成轴承结构，增加其轴承的刚性和整体结构的高度集成性，使谐波减速器成为完全独立的个体使用，增加了结构的稳定性和刚性；柔轮和柔性轴承与轴承外环抵接，可以对柔轮和柔性轴承进行限位，减少柔轮的轴向窜动，提高柔轮的稳定性，且这种集成设计，增加了结构的密封性，可以减少密封圈，不需要在后续使

25

用中增加额外的结构来密封减速器中的油脂，简化了工艺，轴承外环对柔轮进行限位，就不需要再使用额外的连接部件和固定部件固定柔轮，进一步简化工艺、减小谐波减速器的体积和重量；本发明的谐波减速器可以直接与电机相连，不需要额外的轴承作为连接件，减小了谐波减速器与电机相连时的轴向长度，进一步达到小型化的目的，同时降低了多个零部件连接的同轴度调教难度，降低了成本，利于推广。

附图说明

图 1 是根据本发明一个实施例的谐波减速器的剖视图；

图 2 是本发明一个实施例的机器人结构示意图；

10 图 3 是本发明一个实施例的双臂机器人结构示意图；

图 4 是本发明一个实施例的复合机器人结构示意图；

图 5 是本发明一个实施例的整体结构的爆炸图；

附图标记：

1：钢轮、2：柔轮、3：波发生器、4：谐波减速器、5：机械臂、1-1：第一
15 钢轮、1-2：第二钢轮、1-3：钢轮内齿、1-4：轴承安装位、1-5：滚子、2-1：
柔轮外齿、3-1：凸轮、3-2：柔性轴承、3-3：轴承外环、3-4：滚珠、1-1-1：
钢轮凸台、1-2-1：钢轮第一部分、1-2-2：钢轮第二部分、1-3-1：第一钢轮内
齿、1-3-2：第二钢轮内齿、3-1-1：凸轮凸台、3-1-2：凸轮环形凹槽。

具体实施方式

20 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了，下面结合具体实施方式并参照附图，对本发明进一步详细说明。应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本发明的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本发明的概念。

在附图中示出了根据本发明实施例的层结构示意图。这些图并非是按比例绘
25 制的，其中为了清楚的目的，放大了某些细节，并且可能省略了某些细节。图中

所示出的各种区域、层的形状以及它们之间的相对大小、位置关系仅是示例性的，实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差，并且本领域技术人员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

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
5 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。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“第一”、“第二”、“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。

实施例一

10 一种谐波减速器，图 1 示出了本发明一个实施例的谐波减速器的剖视图，图 5 示出了本发明一个实施例的整体结构的爆炸图，如图 1、图 5 所示，包括：钢轮 1、柔轮 2 和波发生器 3；所述钢轮 1、柔轮 2 和波发生器 3 均为环形结构，所述钢轮 1、柔轮 2 和波发生器 3 从外向内按序套装；柔轮 2 设于钢轮 1 的环形容置腔内，波发生器 3 设于柔轮 2 的环形容置腔内，此处不限制钢轮 1、柔轮 2 和
15 波发生器 3 三者之间的具体间距，可选的，本实施例中，钢轮 1、柔轮 2 和波发生器 3 三者紧配合。

此处不限制钢轮 1 的具体结构，可选的，本实施例中，钢轮 1 包括第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2，第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 为环形结构，第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 形成一个环形容置腔，此处不限定第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2
20 两者间的径向关系，也不限定两者之间的轴向关系，可选的，第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 径向长度相同，第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 轴向长度也相同，此处不限定第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 的连接结构，可以是交叉滚子轴承结构，本实施例中，可选的，连接结构为第一钢轮 1-1 的一端设有环形延伸的钢轮凸台 1-1-1，此处不限定钢轮凸台 1-1-1 与第一钢轮 1-1 的整体的尺寸比关系，可选
25 的，钢轮凸台 1-1-1 可以设置于偏向第一钢轮 1-1 的外圈的位置，也可以设置在偏向第一钢轮 1-1 内圈的位置，也可以沿着第一钢轮 1-1 截面中心线的位置延伸；

钢轮凸台 1-1-1 外周壁设有第一 V 形环槽，此处不限定第一 V 形环槽与钢轮凸台 1-1-1 的位置关系，也不限定第一 V 形环槽的具体形状；第二钢轮 1-2 内环包括钢轮第一部分 1-2-1 和钢轮第二部分 1-2-2，此处不限定钢轮第一部分 1-2-1 和钢轮第二部分 1-2-2 的尺寸比例关系，钢轮第一部分 1-2-1 内周缘设有第二 V 形环槽，与第一 V 形环槽配合形成矩形环槽，可选的，本实施例中，钢轮第一部分 1-2-1 与钢轮凸台 1-1-1 轴向长度相同，两者可以紧密配合，还包括滚子 1-5，滚子 1-5 设于第一 V 形环槽和第二 V 形环槽形成的矩形环槽内，可选的，滚子 1-5 为金属材料加工成的圆柱体结构，交叉安装在第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 组成的矩形环槽内；可选的，本实施例中，第一钢轮 1-1 设置有滚子 1-5 的进出位置，并且设置滚子挡块，安装完滚子 1-5 后，滚子挡块放置在滚子的进出位置，与第一钢轮 1-1 固定连接，此处可以是采用安装螺钉进行连接；本实施例实现轴向和径向承载及输入钢轮和输出钢轮之间的动力传递；比传统设计减少结构件数量、降低结构厚度、减轻了轴承壁的重量，使得谐波减速器的重量更轻，结构更简单；该结构的谐波减速器的直径为钢轮的直径，结构简单、实现谐波减速器的尺寸小的目的；第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 之间通过滚子 1-5 实现连接，将第一钢轮 1-1 作为滚子轴承的外圈，第二钢轮 1-2 作为滚子轴承的内圈，于是第一钢轮 1-1、第二钢轮 1-2 和滚子 1-5 形成了滚子轴承和钢轮一体化结构；第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 连接后组成输入钢轮或输出钢轮。

在第一钢轮 1-1 固定时，在滚子 1-5 配合下，动力通过第二钢轮 1-2 完成输出；在第二钢轮 1-2 固定时，在滚子 1-5 配合下，动力通过第一钢轮 1-1 完成输出。此处不限定第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 的材料，可选的，为金属材料，进一步，可选的，为自润滑材料；本实施例中，可选的，第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 的在其端面和外环沿圆周上均匀加工有螺纹孔，作为输入钢轮和输出钢轮的安装孔，可根据实际使用需求选择端面安装或径向安装方式，在实际使用时通过标准螺钉实现谐波减速器的固定安装。

此处也不限制柔轮 2 的具体结构，可选的，柔轮 2 可以为筒状结构、水桶结

构等等，本实施例中，可选的，柔轮 2 为筒状结构，柔轮 2 采用筒状中空结构，最大程度释放内部的空间，为内部走线及安装提供操作空间；此处也不限定柔轮 3 的材料，可选的，柔轮 3 为金属材料，此处也不限定柔轮的壁厚，可以是整体一个厚度的结构，也可以一端较厚，一端较薄的结构，可选的，本实施例中，柔轮 2 为等壁厚结构，等壁厚的结构不会产生应力集中，在同样承载条件下，减小了谐波减速器尺寸。

所述钢轮 1 内周壁上设有钢轮内齿 1-3，所述柔轮 2 外周壁设有与钢轮内齿 1-3 啮合的柔轮外齿 2-1；此处不限定柔轮外齿 2-1 与柔轮 2 外周壁的轴向长度关系，可选的，可以是柔轮外齿 2-1 的长度与柔轮 2 外周壁轴向长度相同，也可以是柔轮传动齿的长度小于柔轮外周壁的轴向长度，当柔轮外齿 2-1 的长度小于柔轮 2 外周壁的轴向长度时，可以设置在偏向柔轮的一端，也可以设置在柔轮 2 的中心，可选的，本实施例中，为柔轮外齿 2-1 的长度与柔轮 2 外周壁的轴向长度相同。

此处也不限制钢轮内齿 1-3 与钢轮 1 之间的关系，本实施例中，钢轮 1 包括第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2，钢轮内齿 1-3 可以为单设置于第一钢轮 1-1 内周壁上或者单设置于第二钢轮 1-2 内周壁上，也可以同时设于第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 的内周壁上，当钢轮内齿 1-3 是单设置于第一钢轮 1-1 或第二钢轮 1-2 内周壁上时，钢轮内齿 1-3 的长度可以与所对应的钢轮轴向长度相同，也可以是小于所对应的钢轮轴向长度，此时，与钢轮内齿 1-3 啮合的柔轮外齿 2-1 的齿数与内齿的齿数不相同，谐波减速器是通过柔轮外齿 2-1 与钢轮内齿 1-3 的齿差来达到减速比，齿差越小减速比越大，钢轮 1 的钢轮内齿 1-3 的数量大于柔轮外齿 2-1 的数量，因为波发生器 3 为椭圆形结构，对于波发生器 3 长轴和短轴之间的轮齿，沿柔轮 2 和钢轮 1 周长的不同区段内处于逐渐进入啮合的半啮合状态，称为啮入，处于逐渐退出啮合的半啮合状态，称为啮出，波发生器 3 连续转动，使啮入、啮合、啮出和脱开四种运动不断改变各自原来的工作状态，这种运动是由齿差带来的，也就是柔轮 2 和钢轮 1 形成错齿运动。

当钢轮内齿 1-3 同时设于第一钢轮 1-1 和第二钢轮 1-2 的内周壁上时, 钢轮内齿 1-3 包括第一钢轮内齿 1-3-1 和第二钢轮内齿 1-3-2, 所述第一钢轮 1-1 内周壁设置有第一钢轮内齿 1-3-1, 所述第二钢轮 1-2 内周壁设置有第二钢轮内齿 1-3-2, 在柔轮外齿 2-1 齿数固定的情况下, 通过改变第一钢轮内齿 1-3-1 和第二钢轮内齿 1-3-2 齿数比, 将第一钢轮 1-1 作为输入钢轮或输出钢轮, 相对应的, 第二钢轮 1-2 作为输出钢轮或输入钢轮, 此处不限定第一钢轮 1-1 与第一钢轮内齿 1-3-1 的关系, 可选的, 第一钢轮内齿 1-3-1 的长度与第一钢轮 1-1 内周壁的轴向长度相同, 也可以是小于第一钢轮 1-1 内周壁的轴向长度, 当第一钢轮内齿 1-3-1 的长度小于第一钢轮 1-1 内周壁的轴向长度时, 可以设于偏向第一钢轮 1-1 内周壁一端, 也可以设于第一钢轮 1-1 内周壁中心位置。此处也不限定第二钢轮 1-2 与第二钢轮内齿 1-3-2 的关系, 可选的, 第二钢轮内齿 1-3-2 的长度与第二钢轮 1-2 内周壁的轴向长度相同, 也可以是小于第二钢轮 1-2 内周壁的轴向长度, 当第二钢轮内齿 1-3-2 的长度小于第二钢轮 1-2 内周壁的轴向长度时, 可以设于偏向第二钢轮 1-2 内周壁一端, 也可以设于第二钢轮 1-2 内周壁中心位置。在柔轮外齿 2-1 齿数固定的情况下, 可选的, 可以为第一钢轮内齿 1-3-1 的齿数大于第二钢轮内齿 1-3-2 齿数, 第二钢轮内齿 1-3-2 的齿数与柔轮外齿 2-1 齿数相同, 也可以是第一钢轮内齿 1-3-1 的齿数小于第二钢轮内齿 1-3-2 齿数, 第一钢轮内齿 1-3-1 的齿数与柔轮外齿 2-1 齿数相同, 当与柔轮外齿 2-1 齿数相同的内齿部分可以固定柔轮, 防止柔轮在运动过程中窜动。

此处也不限定柔轮外齿 2-1 与钢轮内齿 1-3 的具体结构, 可选的, 两者都是渐开线齿轮, 或者圆弧形齿轮; 进一步, 可选的, 柔轮外齿 2-1 与钢轮内齿 1-3 接触的高度相同。

所述波发生器 3 包括凸轮 3-1 和柔性轴承 3-2, 所述柔性轴承设置在所述柔轮和所述凸轮之间; 柔性轴承 3-2 设于柔轮 2 的环形容置腔内, 凸轮 3-1 设于柔性轴承 3-2 的环形容置腔内, 此处不限制柔轮 2、柔性轴承 3-2 和凸轮 3-1 三者之间的具体间距, 可选的, 本实施例中, 柔轮 2、柔性轴承 3-2 和凸轮 3-1 三者

紧配合，此处也不限定凸轮 3-1 和柔性轴承 3-2 的材料，可选的，凸轮 3-1 和柔性轴承 3-2 为金属材料，此处也不限定凸轮 3-1 的壁厚，本实施例中，凸轮 3-1 为金属材料加工成的环形结构，外壁为椭圆结构，在外界动力输入时将动力转化为柔性轴承 3-2 的变形，柔轮 2 随之变形，继而实现动力的传递。柔性轴承 3-2 由柔性轴承内环、柔性轴承外环和柔性轴承圆珠滚子组成，在凸轮 3-1 带动下柔性轴承内环产生变形，继而通过柔性轴承圆珠滚子带动柔性轴承外环变形，最终带动与柔性轴承外环连接的柔轮 2 的变形，实现动力传递。

所述凸轮 3-1 至少一侧的外周壁设置有轴承外环 3-3，所述凸轮 3-1 与轴承外环 3-3 转动连接，轴承外环 3-3 的外周壁与所述钢轮 1 的内周壁连接，所述柔轮 2 的一端和柔性轴承 3-2 的一端于所述轴承外环 3-3 抵接。此处不限制抵接的具体内容，可选的，抵接可以是直接与轴承外环 3-3 抵接，也可以是通过垫片等部件间接抵接；此处也不限制凸轮 3-1 与轴承外环 3-3 转动连接的具体内容，可选的，为两者之间转动，也可以是通过滚珠、齿轮等进行转动。轴承一般包括轴承外环 3-3 和轴承内环，在凸轮 3-1 的外周壁设置轴承外环 3-3，就是将凸轮 3-1 当作了轴承内环，减少了一个轴承内环，减轻了由电机、轴承和谐波减速器组成的传动系统的整体重量，当不减少轴承内环时，或导致谐波减速器整体体积变大，这里的体积变大可能是径向的也可能是轴向的，不利于小型化，所以将凸轮 3-1 兼做轴承内环，易于实现整体传动系统的整体小型化，也能减轻整体传动系统的重量。

此处不限制轴承外环 3-3 外周壁与钢轮 1 的内周壁连接方式，可选的，为卡接、螺接、焊接或者轴承外环 3-3 与钢轮 1 一体成型，本实施例中，可选的，轴承外环 3-3 外周壁与钢轮 1 的一端内周壁通过为螺纹连接；此处也不限制轴承外环 3-3 与凸轮 3-1 的径向长度关系，也不限定轴承外环 3-3 远离柔轮 2 的端面是否与凸轮 3-1 或者钢轮 1 的同侧端面齐平，可选的，本实施例中，轴承外环 3-3 远离柔轮 2 的端面与凸轮 3-1 或者钢轮 1 的同侧端面齐平，此设置当电机与谐波减速器连接时，可以减小一个轴承的轴向尺寸，在同样承载力下，也不会减小电

机的动力，达到整体小型化的目的，同时柔轮 2 的一端和柔性轴承 3-2 的一端与轴承外环 3-3 抵接，可以达到对柔轮和柔性轴承限位的目的，可以省略使用密封圈，简化了工艺，降低了成本。

本发明的一个实施例中，进一步，如图 5 所示，凸轮 3-1 另一端也设置有轴承外环 3-3，轴承外环 3-3 外周壁与钢轮 1 内周壁连接，柔轮 2 的另一端和柔性轴承 3-2 的另一端抵接于轴承外环 3-3。可选的，凸轮 3-1 两端的轴承外环 3-3 可以是相同尺寸的结构，也可以是不同尺寸的结构，可选的，本实施例中，为两端的轴承外环 3-3 的轴向尺寸相同，可以方便开模制作，简化了工艺，此处不限制另一端的轴承外环 3-3 外周壁与钢轮 1 内周壁连接方式，可选的，为卡接、螺接、焊接或者另一端的轴承外环 3-3 与钢轮 1 一体成型，此处当凸轮 3-1 的两端均设置有轴承外环 3-3 时，仅其中一端的轴承外环 3-3 可以与钢轮 1 一体成型，两端均一体成型时无法完成谐波减速器的安装；本实施例中，可选的，另一端的轴承外环 3-3 外圈与钢轮 1 的一端内圈通过为螺纹连接，此处不限制轴承外环 3-3 与凸轮 3-1 的径向长度关系，也不限定另一端的轴承外环 3-3 远离柔轮 2 的端面是否与凸轮 3-1 或者钢轮 1 的同侧端面齐平，可选的，本实施例中，另一端的轴承外环 3-3 远离柔轮 2 的端面与凸轮 3-1 或者钢轮 1 的同侧端面齐平，柔轮 2 和柔性轴承 3-2 的两端分别与两个轴承外环 3-3 抵接，达到对柔轮和柔性轴承两端进行限位的目的，并且，也起到密封作用，可以省略使用两侧的密封圈，降低了成本。也可以减少谐波减速器中柔轮与钢轮连接的所需要用到法兰和螺钉等的轴向长度，达到在同样承载力下，也不会减小电机的动力的情况下，进一步小型化目的，也能减轻谐波减速器的重量。

本发明的一个实施例中，进一步，两端的轴承外环 3-3 之间设有至少两个柔性轴承 3-2。柔性轴承 3-2 设于柔轮 2 中，对柔轮 2 起到支撑作用，本实施例中，可选的，设有两个柔性轴承 3-2，可以完全支撑柔轮，可以降低对柔轮的耗损，延长柔轮的使用寿命。

本发明的一个实施例中，进一步，所述凸轮 3-1 与轴承外环 3-3 之间设置有

滚珠 3-4，以使所述凸轮与轴承外环通过滚珠 3-4 转动连接，所述凸轮 3-1 与所述轴承外环滚动连接的一侧的外圈设置有凸轮环形凹槽 3-1-2，为滚珠 3-4 的安装槽；凸轮环形凹槽 3-1-2 可以对滚珠 3-4 进行限位，可以防止滚珠 3-4 和轴承外环 3-3 在运动过程中窜动，进一步，可选的，还包括保持器，保持器设置于凸轮凸台 3-1-1 和轴承外环 3-3 之间，保持器均匀设置多个有滚珠 3-4 的安装位，可以对滚珠 3-4 进行分割和限位。

本发明的一个实施例中，进一步，所述凸轮 3-1 与所述轴承外环滚动连接的一侧设有环形延伸的凸轮凸台 3-1-1，所述凸轮凸台 3-1-1 的外圈设置有凸轮环形凹槽 3-1-2，此处不限制凸轮凸台 3-1-1 与轴承外环 3-3 之间的具体关系，可以是凸轮凸台 3-1-1 的长度与轴承外环 3-3 的轴向长度相同，也可以是凸轮凸台 3-1-1 长度大于轴承外环 3-3 的轴向长度，也可以是凸轮凸台 3-1-1 长度小于轴承外环 3-3 的轴向长度，本实施例中，可选的，凸轮凸台 3-1-1 的长度与轴承外环 3-3 的轴向长度相同，可以很好的支撑轴承外环 3-3，延长谐波减速器的使用寿命，凸轮凸台可以对轴承外环在凸轮的位置进行限位，防止轴向窜动。

本发明的一个实施例中，进一步，所述钢轮 1 与轴承外环 3-3 连接处设有轴承安装位 1-4，此处不限制轴承安装位 1-4 的具体结构，可选的，可以为一个凹槽，也可以是一个凸起，可以是规则的，也可以是不规则的，可以是与轴承外环 3-3 相适配的结构，也可以是与轴承外环 3-3 不相适配的结构，可选的，本实施例中，轴承安装位 1-4 设置为与轴承外环 3-3 相适配的 L 形环形槽结构，如凸轮 3-1 的两端都设置有轴承外环 3-3，此处不限定两端的轴承安装位 1-4 是否是一样的结构，可选的，本实施例中，为一样结构的轴承安装位 1-4；两端设置一样的结构，方便工艺设计和制作，轴承安装位 1-4 的作用还包括对轴承外环进行限位，防止轴承外环在运动过程中窜动，并且利用轴承安装位部分，可以给轴承外环留有较大的安装空间，方便轴承外环的安装，缩小谐波减速器的直径，使谐波减速器的直径不受轴承外环的影响。

本发明的一个实施例中，进一步，延长所述凸轮 3-1 的至少一端，将凸轮 3-1

延长部分集成电机轴，形成电机轴与凸轮 3-1 的一体化结构，进一步减少结构件的数量和谐波减速器及电机的整体的轴向长度，降低成本，降低多个零部件连接的同轴度调教难度。

本实施例通过在凸轮至少一端的外周壁设置轴承外环，将凸轮作为轴承内环，
5 减少了零部件，并且在钢轮上设有轴承外环的轴承安装位，使轴承外环不影响谐波减速器的径向尺寸，在相同的承载力下，减轻了谐波减速器的重量；当凸轮两端均设置有轴承外环时，柔轮和柔性轴承甚至在两个轴承外环之间，可以很多对柔轮和柔性轴承进行限位，可以减少密封圈，简化了工艺，柔轮采用的是等壁厚的筒状柔轮，不仅不会产生应力点，延长柔轮使用寿命，还能最大限度的释放谐波减速器的中空空间，为内部走线提供可能；当凸轮两端均设置有轴承外环时，
10 两个柔性轴承可以完全支撑柔轮，进一步延长柔轮使用寿命；轴承外环对柔轮进行限位，就不需要再使用额外的连接部件和固定部件固定柔轮，进一步简化工艺、减小谐波减速器的体积和重量；并且将钢轮内齿分为两部分，一部分齿数与柔轮外齿相同，起到固定柔轮的作用，防止柔轮窜动，一部分齿数与柔轮外齿不同，
15 起到传动作用。本实施例的谐波减速器可以直接与电机相连，不需要额外的轴承，减小了谐波减速器与电机相连时的轴向长度，也不会减小电机的动力，进一步达到小型化的目的，降低了成本，利于推广。

实施例二

一种机械臂，图 2 示出了本发明一个实施例的机械臂结构示意图；如图 2 所示，
20 包括一个或多个关节，所述关节内部包括如上述实施例中的任意一项谐波减速器 4。

实施例三

一种机器人，图 3 示出了本发明一个实施例的双臂机器人结构示意图；图 4 示出了本发明一个实施例的复合机器人结构示意图；如图 3 和图 4 所示，包括如
25 上述实施例中的任意一项机械臂 5。

本实施例中通过使用集成了轴承的谐波减速器，电机与谐波减速器安装在机

器人关节处，关节处的体积更小，重量更轻，在同样承载力下，也不会减小电机的动力，达到机器人关节小型化的目的。

应当理解的是，本发明的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本发明的原理，而不构成对本发明的限制。因此，在不偏离本发明的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。此外，本发明所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

在以上的描述中，对于各层的构图、刻蚀等技术细节并没有做出详细的说明。但是本领域技术人员应当理解，可以通过现有技术中的各种手段，来形成所需形状的层、区域等。另外，为了形成同一结构，本领域技术人员还可以设计出与以上描述的方法并不完全相同的方法。

权 利 要 求 书

1. 一种谐波减速器，其特征在于，包括：钢轮（1）、柔轮（2）和波发生器（3）；

所述钢轮（1）、柔轮（2）和波发生器（3）均为环形结构，所述钢轮（1）、柔轮（2）和波发生器（3）从外向内按序套装；

所述钢轮（1）内周壁上设有钢轮内齿（1-3），所述柔轮（2）外周壁设有与钢轮内齿（1-3）啮合的柔轮外齿（2-1）；

所述波发生器（3）包括凸轮（3-1）和柔性轴承（3-2），所述柔性轴承设置在所述柔轮和所述凸轮之间；

所述凸轮（3-1）至少一侧的外周壁设置有轴承外环（3-3），所述凸轮（3-1）与轴承外环（3-3）转动连接，所述轴承外环（3-3）的外周壁与所述钢轮（1）的内周壁连接，所述柔轮（2）的一端和柔性轴承（3-2）的一端与所述轴承外环（3-3）抵接。

2. 根据权利要求1所述的谐波减速器，其特征在于，所述凸轮（3-1）与轴承外环（3-3）之间设置有滚珠（3-4），以使所述凸轮（3-1）与轴承外环（3-3）通过所述滚珠（3-4）转动连接。

3. 根据权利要求2所述的谐波减速器，其特征在于，所述凸轮（3-1）与所述轴承外环（3-3）滚动连接的一侧的外圈设置有凸轮环形凹槽（3-1-2），为滚珠（3-4）的安装槽。

4. 根据权利要求1所述的谐波减速器，其特征在于，所述钢轮（1）与轴承外环（3-3）连接处设有轴承安装位（1-4）。

5. 根据权利要求1所述的谐波减速器，其特征在于，所述波发生器（3）包括至少两个柔性轴承（3-2）。

6. 根据权利要求1所述的谐波减速器，其特征在于，所述钢轮（1）在端面和外环设置有螺纹孔。

7. 根据权利要求1所述的谐波减速器，其特征在于，所述钢轮（1）包括

第一钢轮 (1-1) 和第二钢轮 (1-2), 所述钢轮内齿 (1-3) 包括第一钢轮内齿 (1-3-1) 和第二钢轮内齿 (1-3-2), 所述第一钢轮 (1-1) 内周壁设置有第一钢轮内齿 (1-3-1), 所述第二钢轮 (1-2) 内周壁设置有第二钢轮内齿 (1-3-2), 在柔轮外齿齿数固定的情况下, 通过改变第一钢轮内齿 (1-3-1) 和第二钢轮内齿 (1-3-2) 的齿数比, 将第一钢轮 (1-1) 作为输入钢轮或输出钢轮, 相对应的, 第二钢轮 (1-2) 作为输出钢轮或输入钢轮。

8. 根据权利要求 7 所述的谐波减速器, 其特征在于, 所述第一钢轮 (1-1) 的一端设有环形延伸的钢轮凸台 (1-1-1), 所述钢轮凸台 (1-1-1) 外周壁设有第一 V 形环槽; 所述第二钢轮 (1-2) 内环设置有钢轮第一部分 (1-2-1) 和钢轮第二部分 (1-2-2), 所述钢轮第一部分 (1-2-1) 的内径大于所述钢轮第二部分 (1-2-2) 的内径; 所述第二钢轮 (1-2) 的钢轮第一部分 (1-2-1) 内周壁设有第二 V 形环槽, 与所述第一 V 形环槽配合形成矩形环槽; 还包括滚子 (1-5), 所述滚子 (1-5) 设于所述矩形环槽内。

9. 一种机械臂, 其特征在于: 包括一个或多个关节, 所述关节内部包括如权利要求 1-8 任意一项权利要求所述的谐波减速器 (4)。

10. 一种机器人, 其特征在于: 包括如权利要求 9 所述的机械臂 (5)。

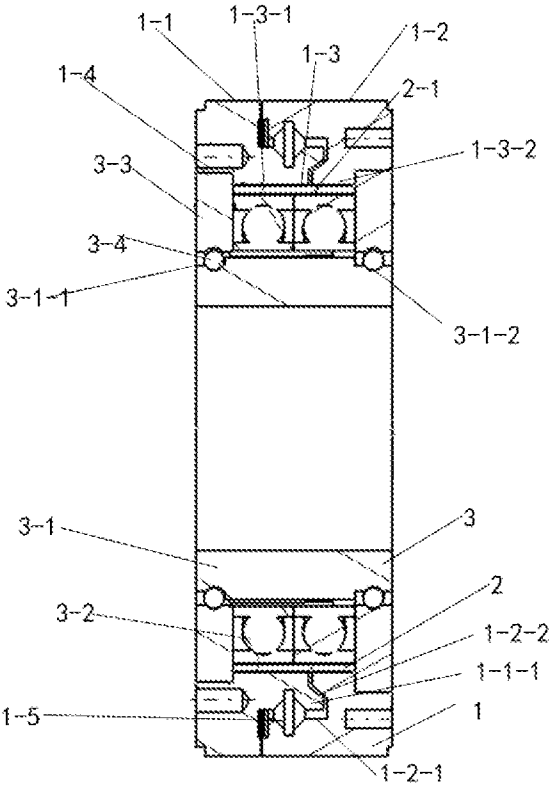


图 1

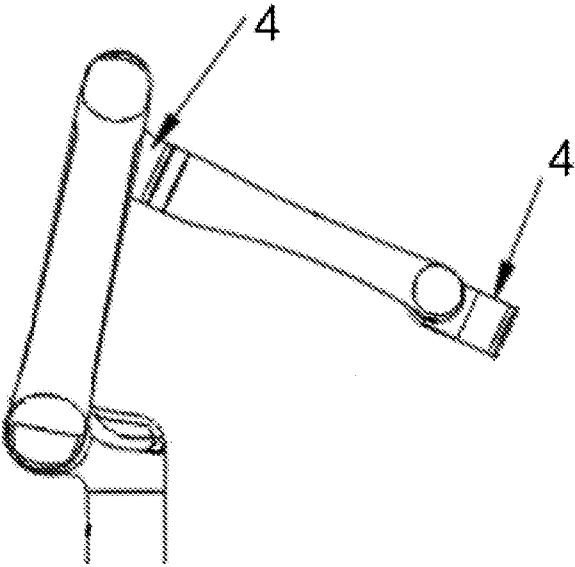


图 2

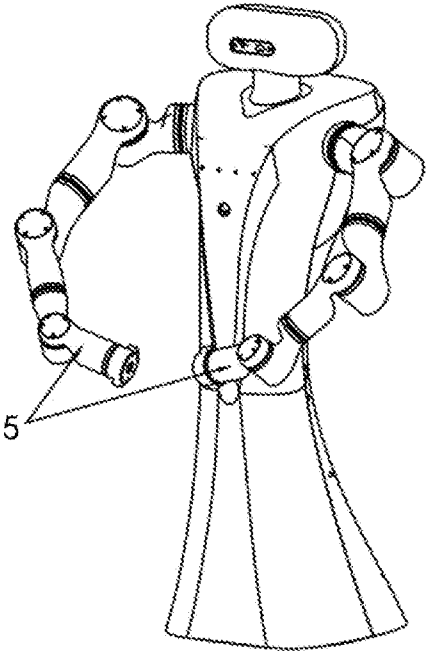


图 3

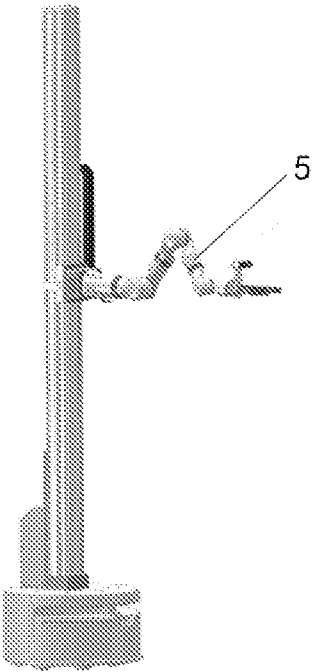


图 4

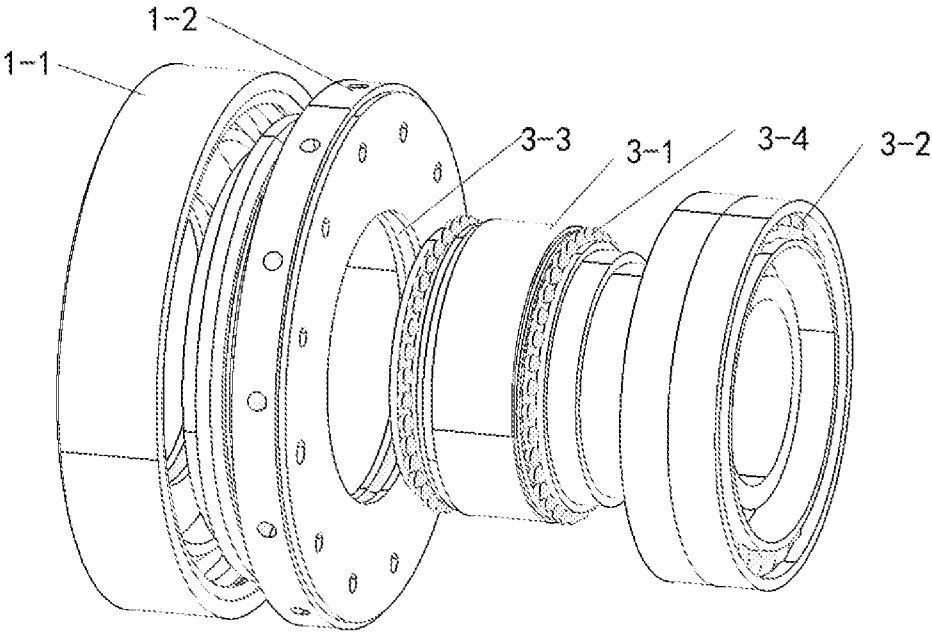


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/104710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H1/32(2006.01)i; F16H49/00(2006.01)i; F16H57/08(2006.01)i; B25J9/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:F16H, B25J, F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, DWPI, WPABSC, ENTXTC, VCN: 睿尔曼智能科技, 冀浩宇, 郑随兵, 张旭龙, 谐波, 凸轮, 减速, 柔轮, 轴承, 外环, harmonic, cam, flexible wheel, deceleration, decelerator, bearing, outer, ring

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 215980696 U (BEIJING BAIHUI WEIKANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 March 2022 (2022-03-08) description, paragraphs 23-56, and figures 1-3	1-10
A	CN 215806136 U (BEIJING BAIHUI WEIKANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 February 2022 (2022-02-11) entire document	1-10
A	CN 108343724 A (REALMAN INTELLIGENT TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 31 July 2018 (2018-07-31) entire document	1-10
A	CN 108980301 A (BEIJING ZHONGYAN HUA FEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 December 2018 (2018-12-11) entire document	1-10
A	CN 114110126 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC. OF ZHUHAI) 01 March 2022 (2022-03-01) entire document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2023

Date of mailing of the international search report

22 December 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/104710**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 116181877 A (ZHEJIANG LAIFUAL HARMONIC DRIVE CO., LTD. et al.) 30 May 2023 (2023-05-30) entire document	1-10
A	CN 206246636 U (GUANGDONG BAKONG INTELLIGENT EQUIPMENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) entire document	1-10
A	JP 2019060356 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 18 April 2019 (2019-04-18) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/104710

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	215980696	U	08 March 2022	None			
CN	215806136	U	11 February 2022	None			
CN	108343724	A	31 July 2018	None			
CN	108980301	A	11 December 2018	None			
CN	114110126	A	01 March 2022	None			
CN	116181877	A	30 May 2023	None			
CN	206246636	U	13 June 2017	None			
JP	2019060356	A	18 April 2019	DE	102018117122	A1	28 March 2019
				DE	102018117122	B4	06 July 2023
				JP	6910904	B2	28 July 2021

A. 主题的分类		
F16H1/32(2006.01)i; F16H49/00(2006.01)i; F16H57/08(2006.01)i; B25J9/10(2006.01)i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC:F16H, B25J, F16C		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNTXT, DWPI, WPABSC, ENTXTC, VCN, 睿尔曼智能科技, 冀浩宇, 郑随兵, 张旭龙, 谐波, 凸轮, 减速, 柔轮, 轴承, 外环, harmonic, cam, flexible wheel, deceleration, decelerator, bearing, outer, ring		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 215980696 U (北京柏惠维康科技有限公司) 2022年3月8日 (2022 - 03 - 08) 说明书第23-56段、附图1-3	1-10
A	CN 215806136 U (北京柏惠维康科技有限公司) 2022年2月11日 (2022 - 02 - 11) 全文	1-10
A	CN 108343724 A (睿尔曼智能科技(北京)有限公司) 2018年7月31日 (2018 - 07 - 31) 全文	1-10
A	CN 108980301 A (北京中研华飞科技有限公司) 2018年12月11日 (2018 - 12 - 11) 全文	1-10
A	CN 114110126 A (珠海格力电器股份有限公司) 2022年3月1日 (2022 - 03 - 01) 全文	1-10
A	CN 116181877 A (浙江来福谐波传动股份有限公司 等) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 全文	1-10
A	CN 206246636 U (广东宝控智能装备科技有限公司) 2017年6月13日 (2017 - 06 - 13) 全文	1-10
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2023年12月14日		2023年12月22日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		郑湘南
		电话号码 (+86) 010-53960924

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2019060356 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 2019年4月18日 (2019 - 04 - 18) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/104710

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	215980696	U	2022年3月8日	无	
CN	215806136	U	2022年2月11日	无	
CN	108343724	A	2018年7月31日	无	
CN	108980301	A	2018年12月11日	无	
CN	114110126	A	2022年3月1日	无	
CN	116181877	A	2023年5月30日	无	
CN	206246636	U	2017年6月13日	无	
JP	2019060356	A	2019年4月18日	DE 102018117122 A1	2019年3月28日
				DE 102018117122 B4	2023年7月6日
				JP 6910904 B2	2021年7月28日