(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
2021 年 9 月 30 日 (30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/189675 A1

(51) 国际专利分类号:
B25J 17/00 (2006.01) *B25J 9/12* (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01) *B25J 11/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/096210

(22) 国际申请日: 2020 年 6 月 15 日 (15.06.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010214560.2 2020年3月24日 (24.03.2020) CN

(71) 申请人: 北京理工大学 (**BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。

(72) 发明人: 黄强 (**HUANG, Qiang**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 范徐笑 (**FAN, Xuxiao**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 余张国 (**YU, Zhangguo**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 高峻峣 (**GAO, Junyao**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 陈学超 (**CHEN, Xuechao**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 孟非 (**MENG, Fei**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。 曲道奎 (**QU, Daokui**); 中国北京市海淀区中关村南大街5号, Beijing 100081 (CN)。

(74) 代理人: 北京金咨知识产权代理有限公司 (**BEIJING KINWIZ INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.**); 中国北京市海淀区大钟寺华杰大厦B209宋教花, Beijing 100098 (CN)。

(54) **Title:** PARALLEL-DRIVE JOINT USED FOR SUPER-DYNAMIC BIONIC ROBOT, AND ROBOT

(54) 发明名称: 用于超动态仿生机器人的并联驱动关节和机器人

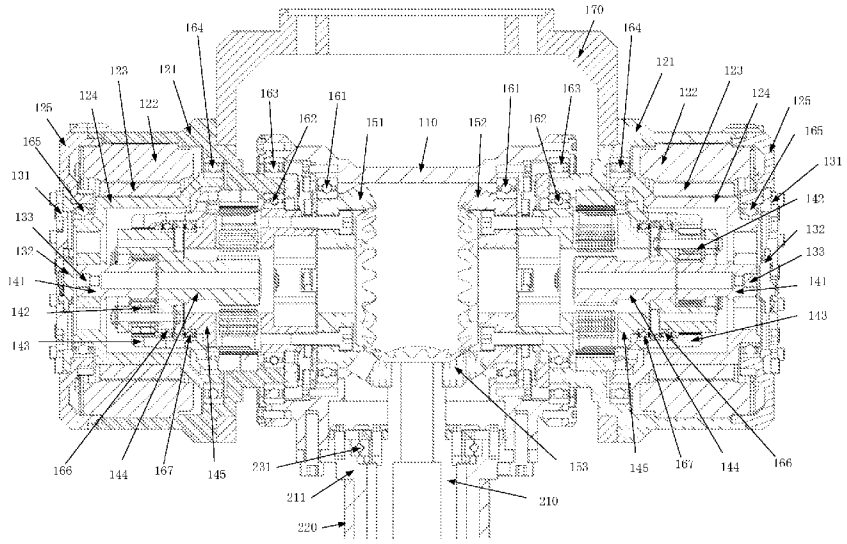

图 1

(57) **Abstract:** A parallel-drive joint used for a super-dynamic bionic robot, and a robot, the joint comprising a shaft cylinder (110) and two driving parts (010, 020). The two driving parts (010, 020) are respectively arranged on the two ends of the shaft cylinder (110), output shafts of the two driving parts (010, 020) extend respectively from the ends of the shaft cylinder (110) into the shaft cylinder (110), and the two driving parts (010, 020) are used to drive in parallel a first limb connected to the joint. The driving parts (010, 020) comprise a motor and a planetary reducer of at least one stage, a rotor shaft (124) of the motor being a hollow shaft. A one-stage sun gear of the planetary reducer (141) is positioned inside the hole of the hollow shaft, the one-stage sun gear (141) is fixedly connected to the rotor shaft (124), and a ring gear (143) of the planetary reducer is fixed on an outer housing of the motor.

WO 2021/189675 A1

[见续页]

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, 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：一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节和机器人，关节包括转轴筒（110）和两个驱动部件（010，020），两个驱动部件（010，020）分别设置在转轴筒（110）的两端，两个驱动部件（010，020）的输出轴分别自转轴筒（110）的端部延伸至转轴筒（110）内，两个驱动部件（010，020）用于并联驱动与关节连接的第一肢体；驱动部件（010，020）包括电机和至少一级的行星减速器，电机的转子轴（124）为空心轴，行星减速器的一级太阳轮轴（141）位于空心轴的通孔内，一级太阳轮轴（141）与转子轴（124）固定连接，行星减速器的内齿圈（143）与电机的外壳（121）固定。

用于超动态仿生机器人的并联驱动关节和机器人

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，尤其涉及一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节和机器人。

背景技术

关节驱动装置是机器人肢体结构的动力来源，可为液压式、气动式或电磁式等。液压式驱动装置存在能耗大、漏液、维护费用高等缺点，因而其在机器人中的应用存在一定的限制；气动式驱动装置具有简单易用、成本低等优势，主要被运用在一些由于安全、环境和应用场所所导致电磁驱动不能满足设计要求的场合；电磁驱动是最常见的机器人关节驱动方式，由于电机具有启动速度快、调试范围宽、过载能力强的优势，因而获得广泛应用。

在现有技术中，为了提高机器人肢体结构的运动爆发力，一般采用多个电机并联驱动的方式；并且为了提高电机的输出扭矩，每个电机均通过减速器进行输出。对于机器人的驱动关节，多个电机及减速器的存在使得整个驱动关节的结构尺寸变大，从而导致机器人的整个肢体结构不紧凑。

如何优化并联驱动关节的结构，从而减小整个关节的尺寸，进而提高仿生机器人的灵活性，是一个有待解决的问题。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节以及具有该并联驱动关节的机器人，以解决现有技术中存在的一个或多个问题。

根据本发明的一个方面，本发明公开了一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节所述关节包括转轴筒和两个驱动部件，所述两个驱动部件分别设置在所述转轴筒的两端，所述两个驱动部件的输出轴分别自所述转轴筒的端部延伸至所述转轴筒内，所述两个驱动部件用于并联驱动与所述关节连接的第一肢体；

所述驱动部件包括电机和至少一级的行星减速器，所述电机的转子轴为空心轴，所述

行星减速器的一级太阳轮轴位于所述空心轴的通孔内，所述一级太阳轮轴与所述转子轴固定连接，所述行星减速器的内齿圈与所述电机的外壳固定。

在本发明的一些实施例中，所述两个驱动部件的输出轴同轴设置，且所述两个驱动部件的输出轴与所述第一肢体之间设置有第一传动机构。

在本发明的一些实施例中，所述第一传动机构为锥齿轮传动，所述锥齿轮传动包括两个主动锥齿轮和一个从动锥齿轮；

所述两个主动锥齿轮分别固定在所述两个驱动部件的位于所述转轴筒内部的输出轴上，所述主动锥齿轮与所述转轴筒之间均具有轴承，以使所述转轴筒可相对于所述驱动部件做旋转运动；

所述从动锥齿轮的固定轴延伸至所述转轴筒的外部，所述固定轴与所述转轴筒之间设置有轴承，以使所述固定轴可相对于所述转轴筒做旋转运动。

在本发明的一些实施例中，所述两个主动锥齿轮的齿数相等。

在本发明的一些实施例中，所述行星减速器为二级行星减速器，所述二级行星减速器集成在所述电机的壳体内。

在本发明的一些实施例中，所述内齿圈为双联内齿圈，所述行星减速器的行星轮均与所述双联内齿圈啮合。

在本发明的一些实施例中，所述行星减速器包括一级行星架和二级行星架，所述行星减速器的二级太阳轮轴与所述一级太阳轮轴同轴设置，所述二级太阳轮轴与所述一级行星架同步旋转。

在本发明的一些实施例中，所述一级行星架和所述二级行星架均为笼型行星架，所述笼型行星架与所述双联内齿圈之间设置有轴承，以实现所述笼型行星架与所述双联内齿圈之间的旋转支撑。

在本发明的一些实施例中，所述驱动部件还包括编码器支座、编码器和磁柱，所述编码器通过所述编码器支座固定在所述电机的外壳上，所述一级太阳轮轴的端部开设有孔，所述磁柱固定在所述孔内。

本发明还公开了一种机器人，该机器人包括机器人躯体和肢体结构，该肢体结构包括上述实施例中的并联驱动关节，所述肢体结构还包括：

与所述并联驱动关节串联连接的第一肢体，所述第一肢体包括扭力轴，所述驱动部件驱动所述扭力轴绕自身轴线旋转；

与所述第一肢体串联连接的第二关节，所述第二关节包括转轴，所述转轴与所述扭力

轴的轴线垂直，所述扭力轴通过锥齿轮传动机构带动所述转轴绕自身轴线旋转；

与所述第二关节串联连接的第二肢体，所述第二肢体与所述转轴做同步运动。

本发明实施例中的并联驱动关节，两个驱动部件分别设置在转轴筒的两端，并且将电机的转子轴设为空心轴的结构形式，将行星齿轮减速器的一级太阳轮轴固定在转子轴的通孔内，在并联驱动的前提下，缩小了关节的整体尺寸；除此之外，整个行星齿轮减速器集成在电机的外壳内，使得驱动关节结构更紧凑，进一步确保了机器人具有较为紧凑的肢体结构。

本发明的附加优点、目的，以及特征将在下面的描述中将部分地加以阐述，且将对于本领域普通技术人员在研究下文后部分地变得明显，或者可以根据本发明的实践而获知。本发明的目的和其它优点可以通过在书面说明及其权利要求书以及附图中具体指出的结构实现到并获得。

本领域技术人员将会理解的是，能够用本发明实现的目的和优点不限于以上具体所述，并且根据以下详细说明将更清楚地理解本发明能够实现的上述和其他目的

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，并不构成对本发明的限定。附图中的部件不是成比例绘制的，而只是为了示出本发明的原理。为了便于示出和描述本发明的一些部分，附图中对应部分可能被放大，即，相对于依据本发明实际制造的示例性装置中的其它部件可能变得更大。在附图中：

图 1 为本发明一实施例中的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节的内部结构示意图；

图 2 为本发明一实施例的用于机器人的肢体结构的结构示意图。

图 3 为本发明一实施例的用于机器人的肢体结构的正视图。

图 4 为图 3 所示的肢体结构的侧视图。

图 5 为图 3 所示的肢体结构的第二关节的内部结构示意图。

图 6 为本发明一实施例中的肢体结构的第一关节的运动极限位置图。

图 7 为本发明一实施例中的肢体结构的第二关节的运动极限位置图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合附图对本发明实

施例做进一步详细说明。在此，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，但并不作为对本发明的限定。

在此，需要说明的是，为了避免因不必要的细节而模糊了本发明，在附图中仅仅示出了与根据本发明的方案密切相关的结构和/或处理步骤，而省略了与本发明关系不大的其他细节。

应该强调，术语“包括/包含/具有”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在，但并不排除一个或更多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。

在此，还需要说明的是，本说明书内容中所出现的“左端”、“右端”等方位名词是相对于附图所示的位置方向；如果没有特殊说明，术语“连接”在本文不仅可以指直接连接，也可以表示存在中间物的间接连接。直接连接为两个零部件之间不借助中间部件进行连接，间接连接为两个零部件之间借助其他零部件进行连接。

在下文中，将参考附图描述本发明的实施例。在附图中，相同的附图标记代表相同或类似的部件。

在本发明的一个实施例中，本发明提供了一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，该并联驱动关节包括转轴筒 110 和两个驱动部件。如图 1 所示，第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 分别设置在转轴筒 110 的两端，第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的输出轴分别自转轴筒 110 的两端延伸至转轴筒 110 内。转轴筒 110 的两端可相应的开设用于穿过驱动部件输出轴的通孔；也可直接将转轴筒 110 的端部设计为敞口状，从而使第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的输出轴从转轴筒 110 的端部敞口处延伸至转轴筒 110 的内部。第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 可分别固定在位于该并联驱动关节外部的固定架上，此时第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的外壳 121 可通过螺钉或螺栓与外部固定架连接；第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 也可直接通过一个连接架进行连接；进一步的，两个驱动部件与转轴筒 110 之间均可安装轴承，以实现驱动部件与转轴筒 110 的旋转及固定支承。

本发明中的并联驱动关节可应用于机器人的肢体结构，该并联驱动关节与机器人的肢体相连接。图 2 为机器人肢体结构的结构示意图，如图 2 所示，并联驱动关节与机器人肢体结构的第一肢体相连接，此时该并联驱动关节并联驱动第一肢体做相应的运动。采用并联的驱动方式驱动机器人的肢体，可提高机器人在跑、跳过程中肢体结构所需要的超强爆发力；显然的，具有两个驱动部件的并联驱动关节相比于仅有一个驱动部件的关节，极大地提高了该关节的驱动力。并联驱动关节的驱动部件的数量除了采用两个之外，也可采用

更多个，例如：4 个或 6 个；当驱动部件的数量为 4 或 6 时，可将驱动部件分成两组，两组驱动部件分别设置在转轴筒 110 的两端，此时每组的驱动部件可共同并联驱动一根输出轴，该输出轴再分别自转轴筒 110 的两端延伸至转轴筒 110 的内部；驱动部件的数量为 4 或 6 时，相比于驱动部件的数量为 2 的情况下，也极大的提高了关节的驱动力。

第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 均包括电机和减速器，电机通过减速器输出动力，减速器的输出轴作为驱动部件的输出轴自转轴筒 110 的端部延伸至转轴筒 110 内部。进一步的，减速器的类型为一级或更多级的行星齿轮减速器。电机包括外壳 121、定子 122、转子 123 和转子轴 124，为了便于电机内部零部件的安装和更换，可将电机的外壳 121 设为端盖 125 可拆卸的结构；电机外壳 121 的端盖 125 与外壳 121 之间通过螺栓或其他可拆卸的连接方式实现连接。电机的定子 122、转子 123 和转子轴 124 均位于电机的外壳 121 内，电机的外壳 121 的结构形状可为圆柱筒体结构，外壳 121 的内壁上具有凸起部；相应的，电机外壳 121 的端盖 125 也为圆形端盖 125，圆形端盖 125 也相应的设有凸起部；当端盖 125 与壳体处于组合状态下，外壳 121 上的凸起部和圆形端盖 125 上的凸起部分别位于定子的两端，并共同实现定子 122 的轴向定位；在电机的具体结构中，定子 122 也可采用其他的轴向定位方式，电机外壳 121 及端盖 125 的结构也可根据实际需要做相应改变。电机的转子 123 套置在转子轴 124 的外部，且转子 123 和转子轴 124 通过过盈配合的方式或胶粘等方式实现固定连接，以使转子 123 与转子轴 124 同步旋转。

电机的转子轴 124 为空心轴结构，行星齿轮减速器的一级太阳轮轴 141 位于该空心轴的通孔内，且一级太阳轮轴 141 与转子轴 124 固定连接，以使一级太阳轮轴 141 与转子轴 124 做同步旋转。行星减速器的内齿圈可直接固定在电机的外壳 121 上，也可固定在单独的内齿圈固定架上。将行星齿轮减速器的一级太阳轮轴 141 集成在转子轴 124 的通孔内，减小了驱动部件的结构尺寸，使得该关节更加紧凑。应当理解的是，减速器除了采用行星齿轮减速器之外，也可采用其他类型的减速器，如斜齿轮减速器、行星摩擦式机械无级变速机等，类似的，其他类型减速器的第一级传动轴均可设置在空心轴的通孔内。

在本发明的一个实施例中，第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的减速器均为二级的行星齿轮减速器。二级行星齿轮减速器可包括一级太阳轮轴 141、一级行星架 142、一级行星轮、二级太阳轮轴 144、二级行星架 145 和二级行星轮。行星齿轮减速器的一级太阳轮轴 141 位于电机转子轴 124 的通孔内；电机的转子轴 124 可为阶梯轴，电机的转子 123 固定在转子轴 124 的第二轴段，转子轴 124 的第一轴段与电机的外壳 121 或端盖 125 之间设置第四轴承 164 及第五轴承 165，以实现转子轴 124 与电机的外壳 121 或端盖 125

的旋转支撑。进一步的，转子轴 124 的内部通孔的端部可设置有用于与一级太阳轮轴 141 连接的轴孔，一级太阳轮轴 141 通过过盈配合或胶粘等方式固定在轴孔内；使得一级太阳轮轴 141 与转子轴 124 同步旋转。

一级太阳轮轴 141 的一端设有一级太阳轮，一级太阳轮、一级行星轮、内齿圈实现行星减速器的一级减速；二级太阳轮轴 144 的一端设置二级太阳轮，二级太阳轮、二级行星轮、内齿圈实现行星减速器的二级减速。二级行星齿轮减速器进一步的还包括一级行星架 142 和二级行星架 145；二级太阳轮轴 144 与一级太阳轮轴 141 同轴设置，且二级太阳轮轴 144 与一级行星架 142 做同步运动。为了便于内齿圈的固定，可将第一级行星减速器的内齿圈和第二级行星减速器的内齿圈设计为双联内齿圈 143，且一级行星轮、二级行星轮均与该双联内齿圈 143 啮合。双联内齿圈 143 可进一步的与电机的外壳 121 固定；具体固定方式可为：在电机的外壳 121 的内壁设置有用于与双联内齿圈 143 的外圈过盈配合的通孔，双联内齿圈 143 固定在该通孔内。应当理解的是，将二级行星减速器的两级内齿圈设置为双联内齿圈 143 的方式仅是一种较优的结构，其也可以在行星齿轮减速器的每一级减速器中独立的设置内齿圈。

行星齿轮减速器的一级行星架 142 和二级行星架 145 均可为笼型行星架，二级行星架 145 与电机的外壳之间设有第二轴承 162；如图 1 所述，一级笼型行星架的输出端设置有用于安装二级太阳轮轴 144 的通孔，二级太阳轮轴 144 的非齿轮端与该通孔通过过盈配合或胶粘等方式实现固定连接。当电机的转子轴 124 旋转时，一级太阳轮轴 141 与转子轴 124 同步旋转，此时由于一级太阳轮、一级行星轮、双联内齿圈 143 的啮合，及双联内齿圈 143 与电机的外壳 121 之间的固定连接，此时电机的转子轴 124 经过一级减速后由一级行星架 142 输出动力。由于二级太阳轮轴 144 与一级行星架 142 的输出端固定连接，二级太阳轮轴 144 与一级行星架 142 同步运动，由于二级太阳轮、二级行星轮及双联内齿圈 143 的啮合，及双联内齿圈 143 与电机外壳 121 的固定连接，此时电机的转子轴 124 经过二级减速后由二级行星架 145 的输出端输出动力。

进一步的，为了实现笼型行星架与双联内齿圈 143 之间的旋转支撑，在一级笼型行星架与双联内齿圈 143 和二级笼型行星架与双联内齿圈 143 之间设置有第六轴承 166 和第七轴承 167。为了实现轴承的轴向定位，可分别在一级笼型行星架和二级笼型行星架上开设用于定位轴承的轴肩。

在图 1 中，二级行星齿轮减速器仅有二级行星架 145 的输出端延伸出电机的外壳 121，其余部件均集成在电机的外壳 121 内部；二级行星架 145 的输出端自转轴筒 110 的端部延

伸至转轴筒 110 内作为驱动部件的输出轴，两个主动锥齿轮分别固定在第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的二级行星架 145 的输出端上，具体的，两个主动锥齿轮与二级行星架 145 的输出端可通过螺栓或螺钉连接。在本结构中，二级行星齿轮减速器均集成在电机外壳 121 的内部，减小了整个驱动部件的尺寸，使得驱动关节更为紧凑，因此可适用于尺寸要求较小的机器人中。上述的驱动部件为电机+行星减速器的方式，除此之外，也可以设计为电机+普通减速器的方式；并且减速器的级数可根据实际的需要进行限定，例如，在本发明中，行星减速器也可为一级或更多级的减速器。动力元件除了采用电机之外，也可以采用其他的驱动方式，例如液压驱动等。

在本发明的一个实施例中，位于转轴筒 110 两端的第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 还可包括编码器 132、编码器支座 131 和磁柱 133。编码器支座 131 可通过螺钉或螺栓安装在电机的外壳 121 或端盖 125 上，编码器 132 进而通过螺钉或螺栓固定在编码器支座 131 上。编码器 132 用于测量电机的转角及转速，可将磁柱 133 进一步的与电机的转子轴 124 或一级太阳轮轴 141 固定连接。如图 1 所示，将一级太阳轮轴 141 设计为空心轴的结构，磁柱 133 可固定在一级太阳轮轴 141 的非齿轮端的轴孔内。

在本发明的一实施例中，位于转轴筒 110 两端的第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的输出轴同轴设置，两个驱动部件与第一肢体之间设有第一传动机构；两个驱动部件通过第一传动机构并联驱动第一肢体做相应运动，第一传动机构可为齿轮传动、摩擦轮传动等。当第一传动机构为齿轮传动时，可通过两个主动齿轮与同一个从动齿轮相互啮合以传递运动和动力；当第一传动机构为摩擦轮传动时，可为两个主动摩擦轮与同一个从动摩擦轮互相压紧，从而通过摩擦力传递运动或动力。第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 的两端分别自转轴筒 110 的两端延伸至转轴筒 110 内，并且两个输出轴同轴设置；因此与该并联驱动关节连接的第一肢体可垂直于两个输出轴设置；此时第一传动机构可为用于实现相交轴传动的传动方式。

进一步的，第一传动机构为锥齿轮传动，该锥齿轮传动机构包括第一主动锥齿轮 151、第二主动锥齿轮 152 和一个第一从动锥齿轮 153。位于转轴筒 110 两端的两个驱动部件的输出轴自转轴筒 110 的两端分别延伸至转轴筒 110 内部，两个主动锥齿轮可分别固定在驱动部件的位于转轴筒 110 内部的输出轴上。相应的与两个主动锥齿轮相啮合的从动锥齿轮也可位于转轴筒 110 的内部，在两个主动锥齿轮的共同驱动下，从动锥齿轮可做旋转运动。转轴筒 110 的侧壁上可设有供从动锥齿轮的固定轴穿过的通孔；由于锥齿轮传动为由锥齿轮组成的相交轴间的齿轮传动，在两个主动锥齿轮的轴线同轴的前提下，从动锥齿轮的轴

线与两个驱动部件的输出轴的轴线垂直；并且在两个驱动部件的共同驱动下，从动锥齿轮绕其自身轴线做旋转运动；用于支撑从动锥齿轮的固定轴与从动锥齿轮通过过盈配合或胶粘等方式连接，因此从动锥齿轮的固定轴在两个驱动部件的并联驱动下也可绕自身轴线旋转。两个主动锥齿轮与同一个从动锥齿轮相啮合，减少了第一传动机构的从动锥齿轮的数量，使该关节保持了较为紧凑的结构；除此之外，也可以采用两个主动锥齿轮与两个从动锥齿轮分别啮合的情况，例如将两个从动锥齿轮均固定在同一根固定轴上，也可实现两个主动锥齿轮共同驱动同一根从动轴。

进一步的，当两个主动锥齿轮均位于转轴筒 110 内部时，两个主动锥齿轮与转轴筒 110 之间均可设置有第一轴承 161，以实现转轴筒 110 与两个主动锥齿轮间的旋转支撑。从动锥齿轮的固定轴与转轴筒 110 之间也可设置有轴承，以实现固定轴与转轴筒 110 之间的旋转支撑。转轴筒 110 在两个主动锥齿轮的驱动下可做旋转运动；其具体的旋转速度及旋转方向可通过下述方法判断：

假设将右手大拇指自第一驱动部件 010 指向第二驱动部件 020，此时右手其余四指的握向作为主动锥齿轮的正向旋转方向。当两个主动锥齿轮转向和转速均相同时，从动锥齿轮此时静止不动，而转轴筒 110 由于轴承的支撑可相对于驱动部件做旋转运动；若将位于转轴筒 110 左侧的第一驱动部件 010 的主动锥齿轮的转速设为 V_1，位于转轴筒 110 右侧的第二驱动部件 020 的主动锥齿轮的转速设为 V_2，此时转轴筒 110 的转动速度为：$V_{转}=\frac{v_1+v_2}{2}$。

类似的，从动锥齿轮及固定轴的转向及转速可通过下列公式判断：将第一驱动部件 010 的主动锥齿轮的齿数设为Z_1，第二驱动部件 020 的主动锥齿轮的齿数设为Z_2，从动锥齿轮的齿数设为Z_3，从动锥齿轮的转速设为V_3；在$Z_1=Z_2$的情况下，从动锥齿轮的转速为：$V_3=\frac{V_1-V_2}{2}\cdot\frac{Z_1}{Z_3}$。上述的位于第一驱动部件 010 输出轴上的主动锥齿轮与位于第二驱动部件 020 输出轴上的主动锥齿轮齿数相等；除此之外，两个主动锥齿轮的齿数也可以不相等；当两个主动锥齿轮的齿数不相等时，并且两个驱动部件的输出轴同轴设置时，可在第一传动机构的输出轴上设置两个从动锥齿轮，即两个主动锥齿轮分别与两个从动锥齿轮相啮合同样可传递运动和动力。

本发明还公开了一种机器人，该机器人包括躯体和肢体结构。图 3 为机器人的肢体结构的正视图，图 4 为机器人的肢体结构的侧视图；如图 3、图 4 所示，机器人的肢体结构包括并联驱动关节、第一肢体、第二关节和第二肢体 410。并联驱动关节、第一肢体、第

二关节和第二肢体 410 依次串联连接。该肢体结构用于与机器人的躯体连接，可用于足式机器人的腿部结构也可用于机器人的手臂结构。

为了实现机器人躯体与并联驱动关节之间的连接，该肢体结构还可包括用于连接机器人躯体与并联驱动关节的 U 型连接框架 170。该 U 型连接框架 170 包括用于与机器人的躯体连接的端部桥接部位和用于与第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 连接的叉状侧臂。该 U 型连接框架 170 的端部桥接部位呈法兰状，其可与躯体之间通过法兰实现连接。该 U 型连接框架 170 的左右两个叉状侧臂上对应的开设有通孔，位于转轴筒 110 两端的两个驱动部件的外壳 121 可通过设置在该两个叉状侧臂的通孔内以实现固定；具体的固定方式可为过盈配合或胶粘等。在该并联驱动关节中，第一肢体可与转轴筒 110 同步运动，也可绕自身轴线旋转；当第一肢体与转轴筒 110 同步运动的过程中，第一肢体的运动极限位置仅受 U 型连接框架 170 的限制；如图 6 所示，在 U 型连接框架 170 的尺寸足够小的情况下，能保证第一肢体具有足够大的运动空间。

第一肢体可包括扭力轴 210，扭力轴 210 通过第一驱动部件 010 和第二驱动部件 020 共同驱动。进一步的，扭力轴 210 的轴线可与两个驱动部件的输出轴的轴线垂直设置，位于并联驱动关节的转轴筒 110 内部的第一传动机构的从动齿轮固定在该扭力轴 210 上，或者扭力轴 210 与从动齿轮的固定轴固定连接。扭力轴 210 与第一传动机构的从动齿轮固定连接，可使扭力轴 210 绕自身轴线作旋转运动。示例性的，扭力轴 210 可作为第一传动机构的从动齿轮的固定轴；扭力轴 210 的端部从转轴筒 110 侧壁的通孔伸入至转轴筒 110 内，扭力轴 210 与从动齿轮之间固定连接。

在该肢体结构中，若转轴筒 110 与两个驱动部件的外壳 121 和输出齿轮之间设有第三轴承 163 和第一轴承 161，此时转轴筒 110 可相对于两个驱动部件做旋转运动，并且扭力轴 210 在进行自转的过程中，也可随着转轴筒 110 做同步运动。第一肢体还可以包括第一肢体套管 220 和法兰，法兰套置在扭力轴 210 的两端，套管 220 套置在法兰的外部。进一步的，转轴筒 110 与扭力轴 210 通过第一法兰 211 实现连接，转轴筒 110 在扭力轴 210 经过的通孔处设置法兰结构，套置在扭力轴 210 端部的法兰与转轴筒 110 的法兰结构通过螺钉或螺栓进行连接，即也实现了第一肢体与并联驱动关节的串联连接。为了实现扭力轴 210 与第一法兰 211 之间的旋转支撑，还可在扭力轴 210 与法兰之间加装第八轴承 231。

图 5 为机器人肢体结构的第二关节的结构示意图；如图 5 所示，第二关节包括转轴 320，转轴 320 的轴线可与扭力轴 210 的轴线垂直设置，转轴 320 与扭力轴 210 之间设置有第二传动机构，扭力轴 210 通过第二传动机构带动转轴 320 绕自身轴线旋转。第二传动

机构可为锥齿轮传动，该锥齿轮传动包括一个第三主动锥齿轮 332 和一个第二从动锥齿轮 331，第二传动机构的第三主动锥齿轮 332 固定在扭力轴 210 的靠近第二关节的一端，第二从动锥齿轮 331 固定在转轴 320 上。

进一步的，第二关节还可包括用于支撑转轴 320 的 U 型支撑框架 310，该 U 型支撑框架 310 用于实现第一肢体与第二关节的连接，该 U 型支撑框架 310 包括用于与扭力轴 210 的端部连接的端部桥接部位和用于与第二关节的转轴 320 连接的叉状侧臂。U 型支撑框架 310 的端部呈法兰状，扭力轴 210 的靠近第二关节的一端套置有第二法兰 212，扭力轴 210 外部的第二法兰 212 与 U 型支撑框架 310 的端部通过螺栓或螺钉连接。扭力轴 210 与法兰之间可设置有第九轴承 232，以实现扭力轴 210 与法兰之间的旋转支撑。U 型支撑框架 310 的两个叉状侧臂上均设有用于固定转轴 320 的轴孔；转轴 320 与轴孔之间均设有用于支撑转轴 320 旋转的第十轴承 341 和第十一轴承 342。

进一步的，第二肢体 410 与第二关节的转轴 320 固定连接，以使第二肢体 410 和转轴 320 可做同步运动。第二肢体 410 与转轴 320 之间可通过 U 型固定框架连接，U 形固定框架 420 也包括用于与第二肢体 410 连接的端部桥接部位和用于与第二关节的转轴 320 连接的叉状侧臂。U 形固定框架 420 的端部设置有套筒段，第二肢体 410 固定在套筒轴孔内，连接方式可选用过盈配合、胶粘、焊接等方式。U 形固定框架 420 的两个侧臂可分别与转轴 320 的两端通过螺栓或螺钉连接。由于第二肢体 410 与转轴 320 做同步运动，因此第二肢体 410 的运动极限位置仅受 U 型支撑框架 310 的限制；如图 7 所示，在 U 型支撑框架 310 的尺寸足够小的情况下，能保证第二肢体 410 具有足够大的运动空间。

进一步的，第二关节的外部具有用于防护第二传动机构的关节防保护罩 350。该关节保护罩 350 与 U 型支撑框架 310 连接，第二传动机构被封装在关节保护罩 350 与 U 型支撑框架 310 形成的腔室内。关节保护罩 350 不仅提高了第二关节部位的美观度，还有效的防止了外部颗粒对第二传动机构造成磨损。

通过上述实施例可以发现，两个驱动部件分别设置在转轴筒的两端，并且将电机的转子轴设为空心轴的结构形式，将行星齿轮减速器的一级太阳轮轴固定在转子轴的通孔内，在并联驱动的前提下，缩小了关节的整体尺寸；除此之外，整个行星齿轮减速器集成在电机的外壳内，使得驱动关节的结构更为紧凑，进一步确保机器人具有较为紧凑的肢体结构。

本发明中，针对一个实施方式描述和/或例示的特征，可以在一个或更多个其它实施方式中以相同方式或以类似方式使用，和/或与其他实施方式的特征相结合或代替其他实施方式的特征。

上述所列实施例，显示和描述了本发明的基本原理与主要特征，但本发明不受上述实施例的限制，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下对本发明做出的修改、等同变化及修饰，均应落在本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求 书

PN3200196

1.一种用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述关节包括转轴筒和两个驱动部件，所述两个驱动部件分别设置在所述转轴筒的两端，所述两个驱动部件的输出轴分别自所述转轴筒的端部延伸至所述转轴筒内，所述两个驱动部件用于并联驱动与所述关节连接的第一肢体；

所述驱动部件包括电机和至少一级的行星减速器，所述电机的转子轴为空心轴，所述行星减速器的一级太阳轮轴位于所述空心轴的通孔内，所述一级太阳轮轴与所述转子轴固定连接，所述行星减速器的内齿圈与所述电机的外壳固定。

2.根据权利要求 1 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述两个驱动部件的输出轴同轴设置，且所述两个驱动部件的输出轴与所述第一肢体之间设置有第一传动机构。

3.根据权利要求 2 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述第一传动机构为锥齿轮传动，所述锥齿轮传动包括两个主动锥齿轮和一个从动锥齿轮；

所述两个主动锥齿轮分别固定在所述两个驱动部件的位于所述转轴筒内部的输出轴上，所述主动锥齿轮与所述转轴筒之间均具有轴承，以使所述转轴筒可相对于所述驱动部件做旋转运动；

所述从动锥齿轮的固定轴延伸至所述转轴筒的外部，所述固定轴与所述转轴筒之间设置有轴承，以使所述固定轴可相对于所述转轴筒做旋转运动。

4.根据权利要求 3 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述两个主动锥齿轮的齿数相等。

5.根据权利要求 1 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述行星减速器为二级行星减速器，所述二级行星减速器集成在所述电机的壳体内。

6.根据权利要求 5 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述内齿圈为双联内齿圈，所述行星减速器的行星轮均与所述双联内齿圈啮合。

7.根据权利要求 6 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述行星减速器包括一级行星架和二级行星架，所述行星减速器的二级太阳轮轴与所述一级太阳轮轴同轴设置，所述二级太阳轮轴与所述一级行星架同步旋转。

8.根据权利要求 7 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述一级行星架和所述二级行星架均为笼型行星架，所述笼型行星架与所述双联内齿圈之间设置有轴承，以实现所述笼型行星架与所述双联内齿圈之间的旋转支撑。

9. 根据权利要求 1 所述的用于超动态仿生机器人的并联驱动关节，其特征在于，所述驱动部件还包括编码器支座、编码器和磁柱，所述编码器通过所述编码器支座固定在所述电机的外壳上，所述一级太阳轮轴的端部开设有孔，所述磁柱固定在所述孔内。

10.一种机器人，所述机器人包括机器人躯体和肢体结构，其特征在于，所述肢体结构包括如权利要求 1 所述的并联驱动关节，所述肢体结构还包括：

与所述并联驱动关节串联连接的第一肢体，所述第一肢体包括扭力轴，所述驱动部件驱动所述扭力轴绕自身轴线旋转；

与所述第一肢体串联连接的第二关节，所述第二关节包括转轴，所述转轴与所述扭力轴的轴线垂直，所述扭力轴通过锥齿轮传动机构带动所述转轴绕自身轴线旋转；

与所述第二关节串联连接的第二肢体，所述第二肢体与所述转轴做同步运动。

11. 根据权利要求 10 所述的机器人，其特征在于，所述两个驱动部件的输出轴同轴设置，且所述两个驱动部件的输出轴与所述第一肢体之间设置有第一传动机构。

12. 根据权利要求 11 所述的机器人，其特征在于，所述第一传动机构为锥齿轮传动，所述锥齿轮传动包括两个主动锥齿轮和一个从动锥齿轮；

所述两个主动锥齿轮分别固定在所述两个驱动部件的位于所述转轴筒内部的输出轴上，所述主动锥齿轮与所述转轴筒之间均具有轴承，以使所述转轴筒可相对于所述驱动部件做旋转运动；

所述从动锥齿轮的固定轴延伸至所述转轴筒的外部，所述固定轴与所述转轴筒之间设置有轴承，以使所述固定轴可相对于所述转轴筒做旋转运动。

13. 根据权利要求 12 所述的机器人，其特征在于，所述两个主动锥齿轮的齿数相等。

14. 根据权利要求 10 所述的机器人，其特征在于，所述行星减速器为二级行星减速器，所述二级行星减速器集成在所述电机的壳体内。

15. 根据权利要求 14 所述的机器人，其特征在于所述内齿圈为双联内齿圈，所述行星减速器的行星轮均与所述双联内齿圈啮合。

说 明 书 附 图

PN3200196

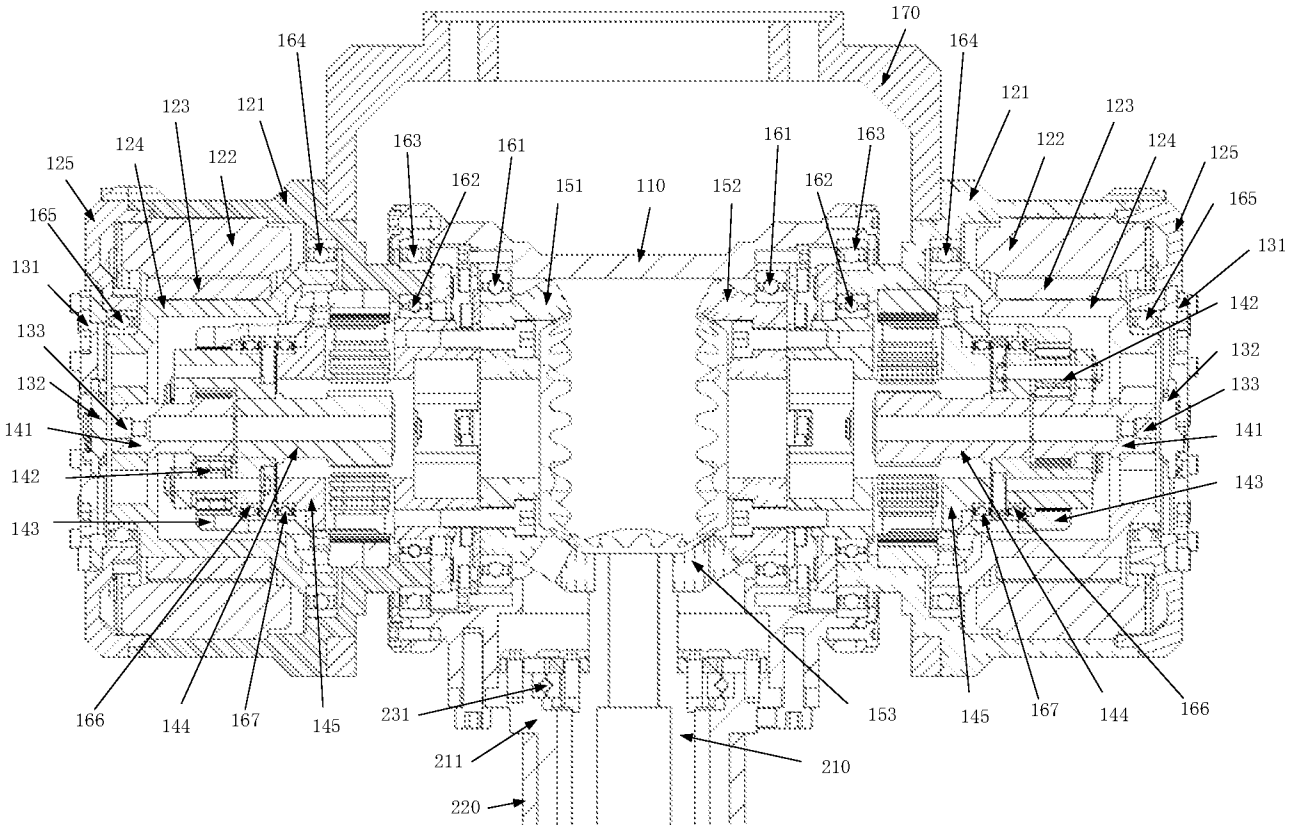

图 1

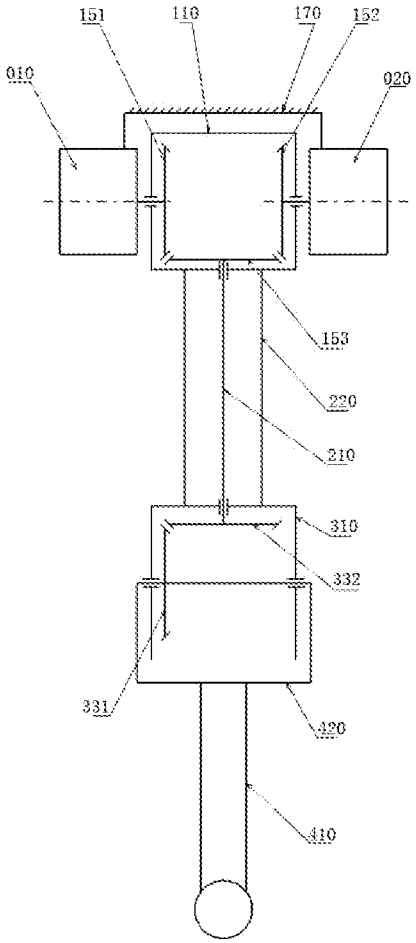

图 2

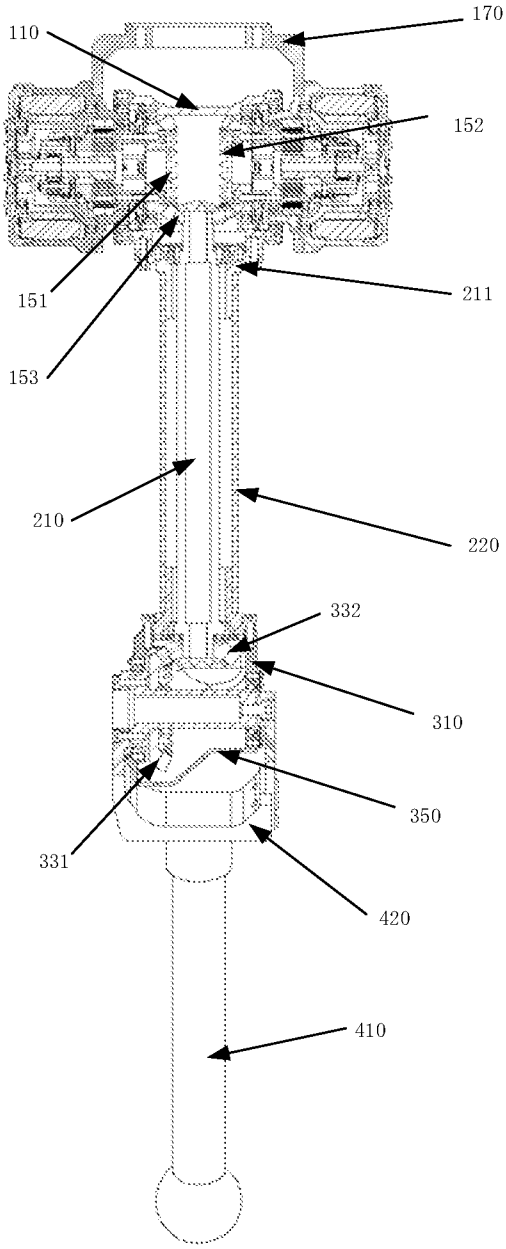

图 3

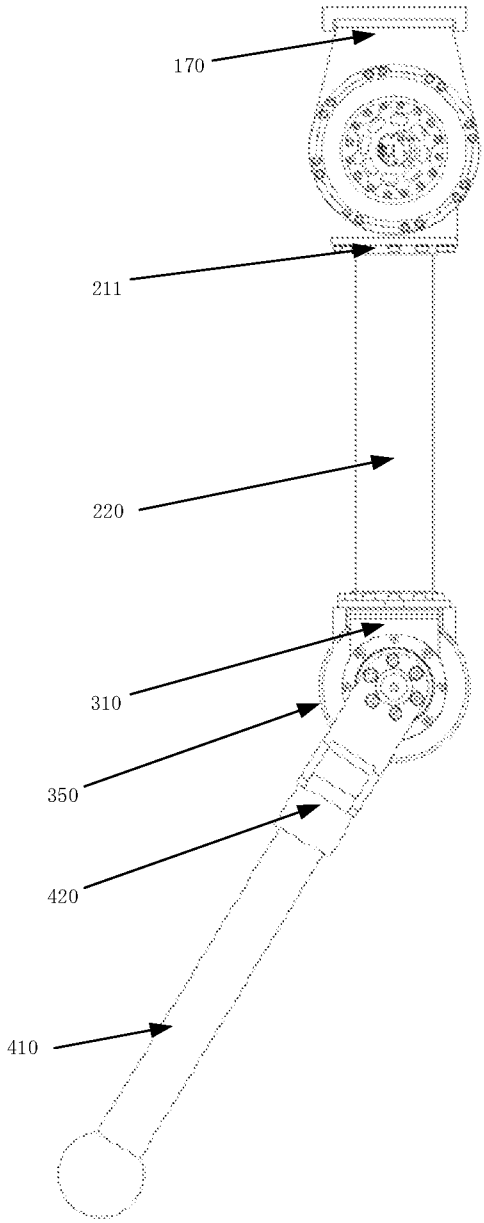

图 4

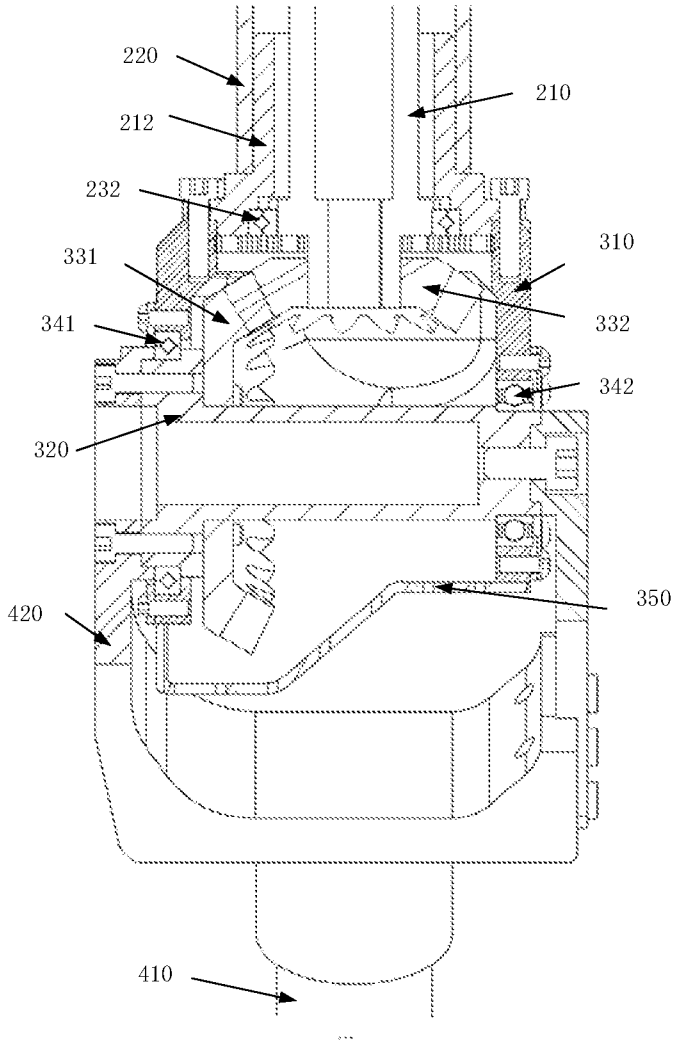

图 5

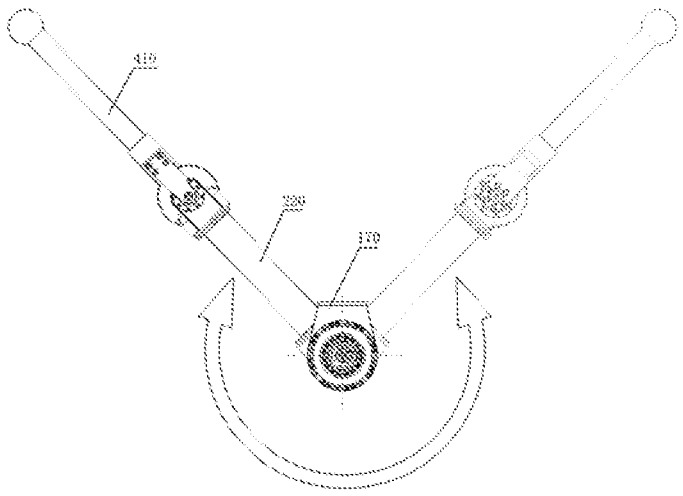

图 6

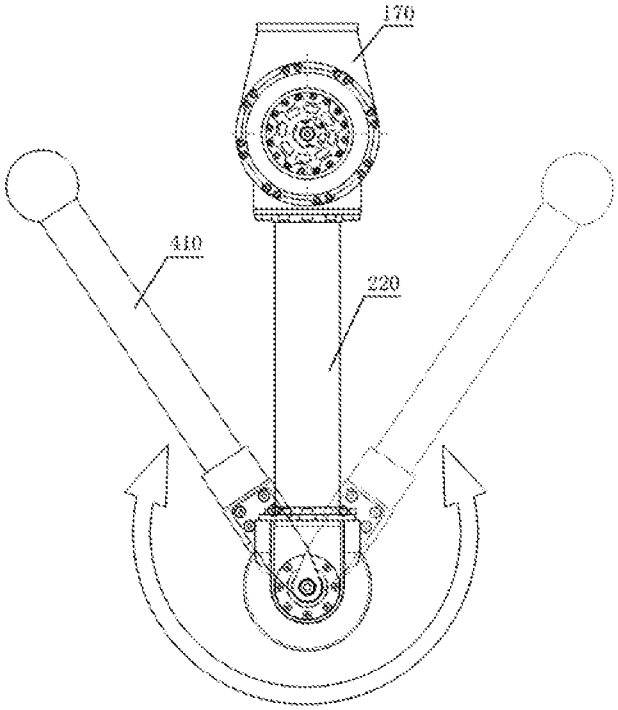

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/096210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 17/00(2006.01)i; B25J 9/00(2006.01)i; B25J 9/12(2006.01)i; B25J 11/00(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)

B25J; B62D57/-

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)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 机器人, 关节, 锥齿, 伞齿, 摩擦轮, 差动, 并联, 行星, 两级, 二级, 转子, 中空, 太阳轮, robot+, joint?, articulat+, bevel, gear?, friction+, wheel?, differential+, parallel, planet, two, second+, stage, rotor, hollow, sun, central, wheel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 111360868 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 03 July 2020 (2020-07-03) description, paragraphs 0039-0056, figures 1-7	1-15
Y	CN 109866250 A (CLOUDMINDS (BEIJING) TECHNOLOGIES CO., LTD. et al.) 11 June 2019 (2019-06-11) description, paragraphs [0045]-[0071], and figures 1-5	1-15
Y	US 3922930 A (NASA et al.) 02 December 1975 (1975-12-02) description, column 3 line 1 - column 6 line 25, figures 1-4	10-15
Y	US 4918344 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 17 April 1990 (1990-04-17) description, column 2 line 39 - column 4 line 5, figures 1-2	1-15
A	CN 104942822 A (SHANGHAI AEROSPACE SYSTEMS ENGINEERING INSTITUTE) 30 September 2015 (2015-09-30) entire document	1-15
A	CN 102211627 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 12 October 2011 (2011-10-12) entire document	1-15

☑ 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
"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	Date of mailing of the international search report
19 November 2020	**21 December 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204263880 U (TIANJIN SANTROLL ELECTRIC AUTOMOBILE TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 April 2015 (2015-04-15) entire document	1-15
A	CN 103596733 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 19 February 2014 (2014-02-19) entire document	1-15
A	WO 2016084178 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO K.K.) 02 June 2016 (2016-06-02) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/096210

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111360868 A	03 July 2020	None	
CN 109866250 A	11 June 2019	US 20200276720 A1	03 September 2020
		EP 3715061 A1	30 September 2020
		JP 2020138319 A	03 September 2020
US 3922930 A	02 December 1975	None	
US 4918344 A	17 April 1990	JP S6439245 A	09 February 1989
		DE 3826142 A1	16 February 1989
		JP H08312742 A	17 April 1990
CN 104942822 A	30 September 2015	CN 104942822 B	08 March 2017
CN 102211627 A	12 October 2011	CN 102211627 B	17 October 2012
CN 204263880 U	15 April 2015	None	
CN 103596733 A	19 February 2014	EP 2716419 A1	09 April 2014
		WO 2012164705 A1	06 December 2012
		JP WO2012164705 A1	31 July 2014
		US 2014083233 A1	27 March 2014
WO 2016084178 A1	02 June 2016	JP WO2016084178 A1	31 August 2017
		US 2017252920 A1	07 September 2017
		JP 6443456 B2	26 December 2018
		US 10414044 B2	17 September 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/096210

A. 主题的分类

B25J 17/00(2006.01)i; B25J 9/00(2006.01)i; B25J 9/12(2006.01)i; B25J 11/00(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)

B25J; B62D57/-

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））

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 机器人，关节，锥齿，伞齿，摩擦轮，差动，并联，行星，两级，二级，转子，中空，太阳轮，robot+, joint?, articulat+, bevel, gear?, friction+, wheel?, differential+, parallel, planet, two, second+, stage, rotor, hollow, sun, central, wheel

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
E	CN 111360868 A (北京理工大学) 2020年 7月 3日 (2020-07-03) 说明书第0039-0056段、图1-7	1-15
Y	CN 109866250 A (达闼科技北京有限公司等) 2019年 6月 11日 (2019-06-11) 说明书第[0045]-[0071]段、图1-5	1-15
Y	US 3922930 A (NASA等) 1975年 12月 2日 (1975-12-02) 说明书第3栏第1行-第6栏第25行、图1-4	10-15
Y	US 4918344 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 1990年 4月 17日 (1990-04-17) 说明书第2栏第39行-第4栏第5行、图1-2	1-15
A	CN 104942822 A (上海宇航系统工程研究所) 2015年 9月 30日 (2015-09-30) 全文	1-15
A	CN 102211627 A (浙江大学) 2011年 10月 12日 (2011-10-12) 全文	1-15
A	CN 204263880 U (天津市松正电动汽车技术股份有限公司) 2015年 4月 15日 (2015-04-15) 全文	1-15

☑ 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

"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
2020年 11月 19日	2020年 12月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 梁磊 电话号码 86-10-53961012

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/096210

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	CN 103596733 A (株式会社安川电机) 2014年 2月 19日 (2014-02-19) 全文	1-15
A	WO 2016084178 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO K.K.) 2016年 6月 2日 (2016-06-02) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/096210

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	111360868	A	2020年 7月 3日	无			
CN	109866250	A	2019年 6月 11日	US	20200276720	A1	2020年 9月 3日
				EP	3715061	A1	2020年 9月 30日
				JP	2020138319	A	2020年 9月 3日
US	3922930	A	1975年 12月 2日	无			
US	4918344	A	1990年 4月 17日	JP	S6439245	A	1989年 2月 9日
				DE	3826142	A1	1989年 2月 16日
				JP	H08312742	A	1990年 4月 17日
CN	104942822	A	2015年 9月 30日	CN	104942822	B	2017年 3月 8日
CN	102211627	A	2011年 10月 12日	CN	102211627	B	2012年 10月 17日
CN	204263880	U	2015年 4月 15日	无			
CN	103596733	A	2014年 2月 19日	EP	2716419	A1	2014年 4月 9日
				WO	2012164705	A1	2012年 12月 6日
				JP	WO2012164705	A1	2014年 7月 31日
				US	2014083233	A1	2014年 3月 27日
WO	2016084178	A1	2016年 6月 2日	JP	WO2016084178	A1	2017年 8月 31日
				US	2017252920	A1	2017年 9月 7日
				JP	6443456	B2	2018年 12月 26日
				US	10414044	B2	2019年 9月 17日