



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117927615 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 26

(21) 申请号 202410126638.3

F16H 57/023 (2012.01)

(22) 申请日 2024.01.29

F16H 57/08 (2006.01)

(71) 申请人 广东极亚精机科技有限公司

地址 528000 广东省佛山市顺德区北滘镇
水口村僚莘路3号B1栋2楼D区

申请人 广东美的电气有限公司
美的集团股份有限公司

(72) 发明人 王刚 章浏明 陈刚 吴达祺

(74) 专利代理机构 深圳市威世博知识产权代理
事务所(普通合伙) 44280

专利代理师 钟子敏

(51) Int. Cl.

F16H 1/32 (2006.01)

B23P 15/14 (2006.01)

B25J 17/02 (2006.01)

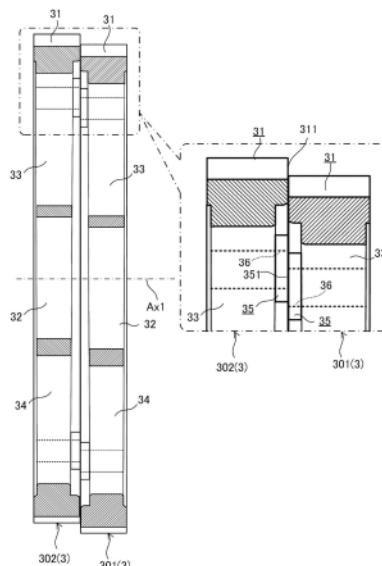
权利要求书1页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

齿轮部件、内啮合行星齿轮装置以及机器人
用关节装置

(57) 摘要

本发明涉及齿轮装置领域,本发明提供一种
齿轮部件、内啮合行星齿轮以及机器人用
关节装置。一种内啮合行星齿轮装置包括
内齿轮和多个行星齿轮。内啮合行星齿
轮装置通过使多个行星齿轮摆动,使多
个行星齿轮相对于内齿轮以旋转轴Ax1
为中心旋转。作为行星齿轮使用的齿轮
部件具有从沿着旋转轴线Ax1的轴向上的
至少一个表面突出的凸台部。通过上述
方式,形成了外齿等加工时不易产生变
形的齿轮部件、内啮合行星齿轮以及机
器人用关节装置。



1. 一种齿轮部件,作为内啮合行星齿轮装置中的行星齿轮使用,所述内啮合行星齿轮装置包括具有内齿的内齿轮和具有外齿的多个所述行星齿轮,所述外齿与所述内齿部分啮合,所述内啮合行星齿轮装置通过使多个所述行星齿轮摆动而使多个所述行星齿轮相对于所述内齿轮以所述内齿轮的旋转轴为中心进行相对转动,其特征在于,所述齿轮部件具有从沿着所述旋转轴的轴向的至少一个表面突出的凸台部。

2. 根据权利要求1所述的齿轮部件,其特征在于,所述凸台部具有缔结孔。

3. 根据权利要求1或2所述的齿轮部件,其特征在于,所述凸台部的顶面与所述外齿的端面位于同一平面上。

4. 一种内啮合行星齿轮装置,包括具有内齿的内齿轮和具有外齿的多个行星齿轮,所述外齿与所述内齿部分啮合,所述内啮合行星齿轮装置通过使多个所述行星齿轮摆动而使多个所述行星齿轮相对于所述内齿轮以所述内齿轮的旋转轴为中心进行相对转动,其特征在于,所述行星齿轮为权利要求1或2的所述齿轮部件。

5. 一种机器人用关节装置,包括权利要求4所述的内啮合行星齿轮装置、第一部件和第二部件,所述第一部件固定在内齿轮上,伴随所述行星齿轮相对于所述内齿轮相对旋转所述第二部件相对于所述第一部件旋转。

6. 一种内啮合行星齿轮装置的制造方法,为权利要求4所述的内啮合行星齿轮装置的制备方法,包括在多个所述行星齿轮沿所述轴向彼此堆叠结合的状态下集中加工所述多个行星齿轮的集中加工工艺。

7. 根据权利要求6所述的内啮合行星齿轮装置的制造方法,在所述集中加工工艺中,利用所述凸台部在所述轴向上紧固多个所述行星齿轮。

齿轮部件、内啮合行星齿轮装置以及机器人用关节装置

技术领域

[0001] 本申请涉及齿轮装置领域,特别是涉及一种齿轮部件、内啮合行星齿轮装置、机器人用关节装置以及内啮合行星齿轮装置的制造方法。

背景技术

[0002] 在现有技术中,已知的内啮合行星齿轮装置(摆动内啮合行星齿轮机构)包括通过偏心体相对于输入轴在可偏心旋转状态安装的多个行星齿轮(外齿轮)、以及与该多个行星齿轮内啮合的内齿轮(例如,参见专利文献1:日本特开2002-130395号公报)。该内啮合行星齿轮装置通过仅传递行星齿轮的旋转分量将输出轴连接到行星齿轮,从而使输出轴相对于输入轴以预定的减速比旋转。因此包括多个行星齿轮,内啮合行星齿轮装置能够增加传递的扭矩容量。

[0003] 当制造现有技术的内啮合行星齿轮装置时,多种材料在堆叠状态下同时加工外齿来制造多个行星齿轮。即,内啮合行星齿轮装置中的多个行星齿轮的外齿不是单独形成的,而是通过集中加工形成的。

[0004] 在上述现有技术的结构中,在加工外齿时,需要将多个行星齿轮(材料)以堆叠的状态固定,因此如果将多个行星齿轮牢固地固定以使其不移位,可能会出现行星齿轮变形等问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种在外齿加工时不易产生变形的齿轮部件、内啮合行星齿轮装置、机器人用关节装置以及内啮合行星齿轮装置的制造方法。

[0006] 本发明一个实施方式的齿轮部件是用作内啮合行星齿轮装置中的行星齿轮的齿轮部件。所述内啮合行星齿轮装置包括内齿轮和多个所述行星齿轮。所述内齿轮具有内齿。所述行星齿轮具有与所述内齿部分啮合的外齿。所述内啮合行星齿轮装置通过摆动多个所述行星齿轮而使所述多个行星齿轮相对于所述内齿轮以所述内齿轮的旋转轴为中心旋转。所述齿轮部件具有从沿着所述旋转轴的轴向上的至少一个表面突出的凸台部。

[0007] 本发明一个实施方式的内啮合行星齿轮装置包括包括具有内齿的内齿轮和具有外齿的多个行星齿轮,所述外齿与所述内齿部分啮合,所述内啮合行星齿轮装置通过使多个所述行星齿轮摆动而使多个所述行星齿轮相对于所述内齿轮以所述内齿轮的旋转轴为中心进行相对转动,所述行星齿轮为所述齿轮部件。

[0008] 本发明一个实施方式的机器人用关节装置包括所述内啮合行星齿轮装置、第一部件和第二部件,所述第一部件固定在所述内齿轮上,随着所述行星齿轮相对于所述内齿轮的旋转所述第二部件相对于所述第一部件旋转。

[0009] 本发明一个实施方式的内啮合行星齿轮装置的制造方法包括,在所述多个行星齿轮在所述轴向上彼此堆叠结合在一起的状态下,集中加工多所述个行星齿轮的集中加工步骤。

[0010] 本发明能够提供一种在外齿加工时不易发生变形的齿轮部件、内啮合行星齿轮装置、机器人用关节装置以及内啮合行星齿轮装置的制备方法。

附图说明

- [0011] 图1是包括基本结构的内啮合行星齿轮装置的致动器的概略结构的立体图。
[0012] 图2是从旋转轴的输入侧观察上述的内啮合行星齿轮装置的示意分解立体图。
[0013] 图3是从旋转轴的输出侧观察上述的内啮合行星齿轮装置的示意分解立体图。
[0014] 图4是上述的内啮合行星齿轮装置的示意剖视图。
[0015] 图5示出了上述的内啮合行星齿轮装置沿图4中的线A1-A1的剖视图。
[0016] 图6是示出了上述的内啮合行星齿轮装置沿图4中的线B1-B1的剖视图。
[0017] 图7是第1实施例的内啮合行星齿轮装置的示意剖视图。
[0018] 图8是仅示出上述的内啮合行星齿轮装置的行星齿轮的示意剖视图。
[0019] 图9是从上述的内啮合行星齿轮装置的旋转轴的输入侧观察的内齿轮和行星齿轮的示意图。
[0020] 图10是示出在上述的内啮合行星齿轮装置的制造方法中对多个行星齿轮进行集中加工的顺序的说明图。
[0021] 图11是示出使用上述的内啮合行星齿轮装置的机器人用关节装置的示意图。

具体实施方式

[0022] (基本结构)

[0023] (一) 概述

[0024] 下面,参照图1~图4对该基本结构的内啮合行星齿轮装置1进行说明。本发明的参照附图均为示意图,附图中各结构元件的尺寸和厚度的比例并不一定反映实际的尺寸比例。例如,图1至图4中的内齿21和外齿31的齿形、尺寸、齿数等仅是为了说明而示意性示出的,并不限于图中所示的形状。

[0025] 本基本结构的内啮合行星齿轮装置1(下文中简称为“齿轮装置1”)是包括内齿轮2和行星齿轮3的齿轮装置。在该齿轮装置1中,行星齿轮3设置在环形的内齿轮2的内侧,并且通过使用行星齿轮3摆动来使行星齿轮3相对于内齿轮2旋转。进一步地,内啮合行星齿轮装置1还包括具有外圈62和内圈61的轴承元件6。内圈61设置在外圈62的内侧被支撑位能够相对于外圈62相对旋转。特别地,该基本结构的齿轮装置1是被称为分配式的偏心摆动型内啮合行星齿轮装置。

[0026] 如图1至4所示,本基本结构的齿轮装置1包括设置在偏离内齿轮2的轴心(旋转轴Ax1)的位置处的多个(基本结构中为三个)曲轴(偏心轴)7A、7B和7C。此外,齿轮装置1包括设置在内齿轮2的轴心(旋转轴Ax1)上以旋转轴Ax1为中心的输入轴500和与输入轴500一体地形成的输入齿轮501。多个曲轴7A、7B、7C分别与曲轴齿轮502A、502B和502C花键连接。多个(基本结构中为三个)曲轴齿轮502A、502B和502C设置成与输入齿轮501啮合。因此,当输入轴500被驱动时,齿轮装置1通过输入齿轮501同步地驱动曲轴7A、7B和7C,从而使行星齿轮3摆动。

[0027] 内齿轮2具有内齿21并固定在外圈62上。具体地,在该基本结构中,内齿轮2包括环

形的齿轮主体22和多个外销23。多个外销23以能够自旋转的状态保持于齿轮主体22的内周面221,并构成内齿21。行星齿轮3具有与内齿21部分啮合的外齿31。即,行星齿轮3在内齿轮2的内侧内接于内齿轮2,并且外齿31的一部分与内齿21的一部分啮合。在该状态下,当驱动多个曲轴7A、7B、7C时,行星齿轮3摆动,内齿21与外齿31的啮合位置在内齿轮2的周向上移动,根据内齿轮2和行星齿轮3之间的齿数差,在两个齿轮(行星齿轮3和内齿轮2)之间产生与内齿轮2和行星齿轮3齿数差对应的相对旋转。如此,如果将内齿轮2固定,则行星齿轮3将随着两个齿轮相对旋转而旋转(自转)。因此,能够从行星齿轮3获得与两个齿轮的齿数差相应地以相对高的减速比减小的旋转输出。

[0028] 这种类型的齿轮装置1,用于将行星齿轮3的自转分量相对应的旋转作为轴承元件6的内圈61一体化的一对行星架18和19的旋转而取出。因此,齿轮装置1以输入轴500为输入侧,以一对行星架18、19为输出侧,作为减速比比较高的齿轮装置发挥作用。因此,在该基本结构的齿轮装置1中,多个曲轴7A、7B、7C由一对行星架18、19支撑,以便将相当于行星齿轮3的自转分量的旋转传递至一对行星架18、19。一对行星架18、19设置于行星齿轮3的轴向(沿着旋转轴Ax1的方向)的两侧,可旋转地支撑各曲轴7A、7B、7C。

[0029] 在多个曲轴7A、7B、7C分别插入到形成在行星齿轮3中的多个开口33中的状态下,多个曲轴7A、7B、7C随着行星齿轮3的旋转而相对于内齿轮2旋转。另外,各曲轴7A、7B、7C具有轴心部71和相对于轴心部71偏心的偏心部72。一对行星架18、19可旋转地支撑各曲轴7A、7B、7C的轴心部71,各曲轴7A、7B、7C的偏心部71插入行星齿轮3的开口部33。因此,行星齿轮3的摆动分量、即行星齿轮3的公转分量被偏心部72相对于轴心部71的公转分量吸收。换言之,各曲轴7A、7B、7C的轴心部71的偏心部72分别相对于轴心部71公转,从而吸收行星齿轮3的摆动分量。因此,除了行星齿轮3的摆动分量(公转分量)之外,行星齿轮3的旋转(自转分量)通过多个曲轴7A、7B、7C传递至一对行星架18、19。

[0030] 另外,如图1所示,该基本结构的齿轮装置1与驱动源101一起构成致动器100。换句话说,该基本结构的致动器100包括齿轮装置1和驱动源101。驱动源101产生用于使行星齿轮3摆动的驱动力。具体地,驱动源101通过使输入轴500以旋转轴Ax1为中心旋转而使行星齿轮3摆动。

[0031] (2) 定义

[0032] 本发明中使用的术语“环状”是指至少在俯视观察下在内侧形成被包围的空间(区域)的环(圈)那样的形状,不限于在在俯视观察下为正圆的圆形(圆环形),例如,可以为椭圆形或多边形。另外,即使是例如杯状那样等有底部的形状,只要其周壁为环状,就包含在“环状”中。

[0033] 本发明中的“公转”是指某物绕着除通过该物体的中心(重心)的中心轴以外的旋转轴转圈,当物体公转时,该物体的中心沿着以旋转轴为中心的公转轨道移动。因此,例如,在某个物体以与通过该物体的中心(重心)的中心轴平行的偏心轴为中心旋转时,则该物体将以偏心轴作为旋转轴公转。作为一例,行星齿轮3通过摆动绕着旋转轴线Ax1转圈在内齿轮2内公转。

[0034] 此外,在本发明中,旋转轴Ax1的一侧(图4中的左侧)可以被称为“输出侧”,而旋转轴Ax1的另一侧(图4中的右侧)可以被称为“输入侧”。在图4的例子中,从旋转轴Ax1的“输入侧”对输入轴500施加旋转,从旋转轴Ax1的“输出侧”取出一对行星架18、19的旋转。然而,

“输入侧”和“输出侧”仅仅是为了说明而赋予的标签,其主旨在并不是限制从齿轮装置1观察到的输入和输出之间的位置关系。

[0035] 本发明中的“旋转轴”是指成为旋转体的旋转运动的中心的虚拟轴(直线)。换句话说,旋转轴Ax1是不伴有实体的虚拟轴。输入轴500以旋转轴Ax1为中心进行旋转运动。

[0036] 在发明中,“内齿”和“外齿”分别指多个“齿”的集合(组)而不是单个“齿”。即,内齿轮2的内齿21由设置在内齿轮2(齿轮主体22)的内周面221上的多个齿的集合构成。同样,行星齿轮3的外齿31由设置在行星齿轮3的外周表面上的多个齿的集合构成。

[0037] (3) 结构

[0038] 下面,该基本结构的内啮合行星齿轮装置1的详细构造,参照图1至图6进行说明。

[0039] 图1是示出包括齿轮装置1的致动器100的概略结构的立体图。在图1中,示意性地示出了驱动源101。图2是从旋转轴Ax1的输入侧观察齿轮装置1的示意性分解立体图。图3是从旋转轴Ax1的输出侧观察齿轮装置1的示意性分解立体图。图4是齿轮装置1的简要剖视图。图5是图4中的A1-A1线的剖视图。图6是图4中的B1-B1线的剖视图。然而,在图5和图6中,对于曲轴7A、7B和7C之外的部件,虽然也是剖视图但省略了剖面线。

[0040] (3.1) 整体结构

[0041] 如图1至图4所示,该基本结构的齿轮装置1包括内齿轮2、行星齿轮3、轴承元件6、多个曲轴7A、7B和7C、一对行星架18、19以及输入轴500。在该基本结构中,齿轮装置1还包括输入齿轮501、多个曲轴齿轮502A、502B、502C、一对滚动轴承41、42、偏心轴承5以及壳体10。在该基本结构中,作为齿轮装置1的构成部件的内齿轮2、行星齿轮3、多个曲轴7A、7B、7C、一对行星架18、19等的材质是不锈钢、铸铁、机械结用碳钢、铬钼钢、磷青铜、铝青铜等金属,或者铝、钛等轻金属。这里所说的金属(包括轻金属)包括实施了氮化处理等表面处理的金属。

[0042] 另外,在该基本结构中,作为齿轮装置1的一例,例示使用摆线类齿形的内切式行星齿轮装置。即,该基本结构的齿轮装置1包括具有摆线类曲线齿形的内切式行星齿轮3。

[0043] 另外,在该基本结构中,作为一例,齿轮装置1在内齿轮2的齿轮主体22与轴承元件6的外圈62一起固定于壳体10等固定元件的状态下使用。因此,伴随着内齿轮2和行星齿轮3的相对旋转,行星齿轮3相对于固定元件(壳体10等)相对旋转。

[0044] 此外,在该基本结构中,当齿轮装置1用于致动器100时,通过向输入轴500施加作为输入力的旋转力,从与轴承元件6的内圈61一体化的一对行星架18、19取出作为输出力的旋转力。即,齿轮装置1将输入轴500的旋转作为输入旋转,将与内圈61一体化的一对行星架18、19的旋转作为输出旋转来进行工作。因此,在齿轮装置1中能够得到相对于输入旋转以比较高的减速比被减速了的输出旋转。

[0045] 驱动源101是马达(电动机)等动力产生源。驱动源101产生的动力被传递至齿轮装置1中的输入轴500。具体地,驱动源101连接至输入轴500,驱动源101产生的动力传递至输入轴500。由此,驱动源101能够使输入轴500旋转。

[0046] 另外,在该基本结构的齿轮装置1中,如图4所示,输入侧旋转轴Ax1和输出侧旋转轴Ax1位于同一直线上。即,输入侧旋转轴Ax1与输出侧旋转轴Ax1同轴。在此,输入侧的旋转轴Ax1是被施加输入旋转的输入轴500的旋转中心,输出侧的旋转轴Ax1是产生输出旋转的内圈61(以及一对行星架18、19)的旋转中心。即,在齿轮装置1中,在同轴上相对于输入旋转能够获得以相对高的减速比被减速的输出旋转。

[0047] 如图5和图6所示,内齿轮2是具有内齿21的环状部件。在该基本结构中,内齿轮2具有至少内周面在俯视观察下为正圆的圆环状。内齿21沿着内齿轮2的周向形成于圆环状的内齿轮2的内周表面上。构成内齿21的多个齿全部为同一形状,并且等间距设置在内齿轮2的内周面的圆周方向的整个区域上。即,内齿21的节圆在俯视观察时为正圆。内齿21的节圆中心位于旋转轴Ax1上。此外,内齿轮2在旋转轴Ax1的方向上具有一定的厚度。内齿21的齿线均与旋转轴Ax1平行。内齿21的齿线方向尺寸略小于内齿轮2的厚度方向。

[0048] 如上所述,内齿轮2具有环状(圆环状)齿轮主体22和多个外销23。多个外销23以能够旋转的状态保持于齿轮主体22的内周面221,并构成内齿21。换言之,多个外销23分别作为构成内齿21的多个齿发挥作用。具体地,如图2所示,在齿轮主体22的内周面221上沿圆周方向的整个区域形成有多个内周槽223。多个内周槽223全部为同一形状且等间距设置。多个内周槽223都与旋转轴Ax1平行,多个内周槽223在齿轮主体22的厚度方向上延伸设置,多个内周槽223在齿轮主体22的厚度方向上的长度与内周面221的厚度相同。多个外销23嵌合到多个内周槽223中进而组合于齿轮主体22。多个外销23各自以能够自转的状态被保持在内周槽223内。另外,齿轮主体22(与外圈62一起)固定在壳体10上。因此,齿轮主体22上形成有固定用的多个固定孔222(见图5)。

[0049] 如图5和图6所示,行星齿轮3是具有外齿31的环状部件。在该基本结构中,行星齿轮3具有至少外周表面在俯视观察时为正圆的圆环状。外齿31沿着行星齿轮3的圆周方向形成在圆环状行星齿轮3的外周表面上。构成外齿31的多个齿全部为同一形状,并且等间距地设置在行星齿轮3的外周面的圆周方向的整个区域。即,外齿31的节圆在俯视观察时为正圆。此外,行星齿轮3在旋转轴Ax1的方向上具有一定的厚度。外齿31在行星齿轮3的厚度方向上延伸设置,在行星齿轮3的厚度方向上的外齿31的长度与行星齿轮3的厚度相同。外齿31的齿线均与旋转轴Ax1平行。在行星齿轮3中,与内齿轮2不同,外齿31与行星齿轮3的主体由一个金属部件一体形成。

[0050] 此外,该本基本结构的齿轮装置1包括多个行星齿轮3。具体地,齿轮装置1包括两个行星齿轮3,即,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302。两个行星齿轮3在与旋转轴Ax1平行的方向上相对设置。即,行星齿轮3包括在与旋转轴Ax1平行的方向(轴向)上排列的第一行星齿轮301和第二行星齿轮302。第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的形状相同。

[0051] 这两个行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)绕旋转轴Ax1以180度的相位差设置。在图4的示例中,在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302中,位于旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧)的第一行星齿轮301的中心(外齿31的节圆的中心)C1相对于旋转轴Ax1向图的上方偏离(偏置)。另一方面,位于旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)的第二行星齿轮302的中心(外齿31的节圆的中心)C2相对于旋转轴线Ax1向图中下方偏离(偏置)。旋转轴Ax1与中心C1之间的距离 $\Delta L1$ 是第一行星齿轮301相对于旋转轴Ax1的偏心量,旋转轴线Ax1与中心C2之间的距离 $\Delta L2$ 是第二行星齿轮302相对于旋转轴线Ax1的偏心量。因此,通过将多个行星齿轮3在以旋转轴Ax1为中心的圆周方向上均等地配置,能够使多个行星齿轮3之间的重量及负载平衡。

[0052] 第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的中心C1和C2相对于旋转轴Ax1呈180度旋转对称设置。在该基本结构中,偏心量 $\Delta L1$ 和偏心量 $\Delta L2$ 从旋转轴Ax1观察的方向相反,但它们的绝对值相同。

[0053] 更具体地,各曲轴7A、7B、7C各自相对于一个轴心部71具有两个偏心部72。参照图5、图6,这两个偏心部72的中心C0相对于轴心部71的中心(轴心Ax2)的偏心量 $\Delta L0$ 与第一行星齿轮301和第二行星齿轮302分别相对于旋转轴Ax1的偏心量 $\Delta L1$ 和 $\Delta L2$ 相同。多个曲轴7A、7B、7C的形状是相同的。多个曲轴齿轮502A、502B、502C也具有相同的形状。

[0054] 另外,在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的与旋转轴Ax1平行的方向(轴向)的两侧设置有一对行星架18、19。当区分一对行星架18、19时,将位于旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧)的行星架18称为“输入侧行星架18”,将位于旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)的行星架19称为“输出侧行星架19”。各曲轴7A、7B、7C的两端经由滚动轴承41、42保持在一对行星架18、19上。即,各曲轴7A、7B、7C相对于行星齿轮3在旋转轴Ax1平行的方向(轴向)的两侧,以能够自转的状态被保持在输入侧行星架18和输出侧行星架19上。

[0055] 在各曲轴7A、7B、7C的偏心部72上安装有偏心轴承5。在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的每一个中形成对应于三个曲轴7A、7B和7C的三个开口33。偏心轴承5容纳在每个开口33中。即,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302上分别安装有偏心轴承5,并且各曲轴7A、7B、7C被插入偏心轴承5中,使得偏心轴承5和各曲轴7A、7B、7C组装在行星齿轮3上。当偏心轴承5和曲轴7A、7B、7C组装在行星齿轮3上并且每个曲轴7A、7B、7C旋转时,行星齿轮3绕旋转轴Ax1摆动。

[0056] 根据上述结构,作为输入力的旋转力被施加到输入轴500,并且输入轴500以旋转轴Ax1为中心旋转,使得该旋转力从输入齿轮501分配到多个曲轴图7A、7B和7C。即,当输入齿轮501旋转时,与输入齿轮501同时啮合的三个曲轴齿轮502A、502B和502C在同一方向且以同一转速旋转。由于曲轴7A、7B、7C花键连接至各曲轴齿轮502A、502B、502C,所以三个曲轴7A、7B、7C在通过输入齿轮501和曲轴齿轮502A、502B和502C的齿数比被减速的状态下同时同一方向且以同一转速旋转。其结果是,形成在三个曲轴7A、7B、7C的旋转轴Ax1的输入侧的同一位置的三个偏心部72同步旋转,从而使第一行星齿轮301摆动。另外,形成在三个曲轴7A、7B、7C的旋转轴Ax1的输出侧的同一位置的三个偏心部72同步旋转,从而使第二行星齿轮302摆动。

[0057] 图5和图6示出了第一行星齿轮301和第二行星齿轮302在某一时间点的状态。图5是图4中的线A1-A1的剖视图,并且示出了第一行星齿轮301。图6是图4中的线B1-B1的剖视图,并且示出了第二行星齿轮302。如图5和图6所示,在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302中,其中心C1和C2相对于旋转轴Ax1位于大约180度旋转对称的位置。在该基本结构中,虽然偏心量 $\Delta L1$ 和偏心量 $\Delta L2$ 从旋转轴Ax1观察的方向相反,但它们的绝对值基本相同(均为偏心量 $\Delta L0$)。根据上述结构,当轴心部71以轴心Ax2为中心旋转(自转)时,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302以绕旋转轴Ax1约180度的相位差绕旋转轴Ax1旋转(偏心运动)。通过将多个行星齿轮3在以旋转轴Ax1为中心的圆周方向上大致均匀地布置,可以平衡多个行星齿轮3之间的重量和负载。

[0058] 以这种方式形成的行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)设置在内齿轮2的内侧。在俯视观察时,行星齿轮3比内齿轮2小一圈,并且当与内齿轮2组合时,行星齿轮3能够在内齿轮2的内侧摆动。外齿31形成在行星齿轮3的外周面上,并且内齿21形成在内齿轮2的内周面上。因此,当行星齿轮3设置在内齿轮2内侧时,外齿31和内齿21彼此相对。

[0059] 此外,外齿31的节圆比内齿21的节圆小一圈。在第一行星齿轮301内接于内齿轮2

的状态下,第一行星齿轮301中的外齿31的节圆的中心C1位于从内齿21的节圆的中心(旋转轴Ax1)偏离了距离 $\Delta L1$ 的位置处。同样地,当第二行星齿轮302内接于内齿轮2时,第二行星齿轮302中的外齿31的节圆的中心C2位于从内齿21的节圆的中心(旋转轴Ax1)偏离了距离 $\Delta L2$ 的位置处。

[0060] 因此,在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的任意一个中,外齿31和内齿21至少部分地间隔相对设置,如果外齿31和内齿21之间的齿数差为“2”以上,圆周方向的整体并不是彼此啮合。然而,由于行星齿轮3在内齿轮2内侧绕旋转轴Ax1摆动(公转),因此外齿31和内齿21部分地啮合。换言之,通过行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)绕旋转轴Ax1摆动,如图5和图6所示,构成外齿31的多个齿的一部分齿与构成内齿21的多个齿的一部分齿啮合。因此,在齿轮装置1中,能够使外齿31的一部分与内齿21的一部分啮合。

[0061] 这里,内齿轮2的内齿21的齿数比行星齿轮3的外齿31的齿数多N(N为正整数)。在该基本结构中,作为示例,N为“2”,行星齿轮3的(外齿31的)齿数比内齿轮2的(内齿21的)齿数少“2”。这样的行星齿轮3和内齿轮2之间的齿数差限定了齿轮装置1中的输出旋转相对于输入旋转的减速比。

[0062] 此外,在该基本结构中,作为示例,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302合在一起的厚度小于内齿轮2中的齿轮主体22的厚度。此外,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302合在一起的外齿31在齿线方向(平行于旋转轴Ax1的方向)上的尺寸小于内齿21在齿线的尺寸。换言之,在平行于旋转轴Ax1的方向上,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302的外齿31收于内齿21的齿线范围内。

[0063] 第一行星齿轮301和第二行星齿轮302分别与内齿轮2内接啮合。因此,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302每摆动一次,第一行星齿轮301和第二行星齿轮302相对于内齿轮2在(内齿21和外齿31的)齿数差异的圆周方向发生相位偏移,进行自转。该自转作为各曲轴7A、7B、7C绕内齿轮2的轴心(旋转轴Ax1)公转被传递至一对行星架18、19。因此,以旋转轴Ax1为中心,相对于齿轮主体(以及与其一体化的壳体10),可以使一对行星架18、19相对旋转。

[0064] 简而言之,该本基本结构的齿轮装置1通过设置在偏离旋转轴Ax1的位置处的多个曲轴7A、7B和7C使行星齿轮3摆动,利用行星齿轮3的摆动来获得旋转输出。即,在齿轮装置1中,当行星齿轮3摆动且内齿21与外齿31的啮合位置在内齿轮2的圆周方向上移动时,与行星齿轮3和内齿轮2之间的齿数差对应的相对旋转在两个齿轮(内齿轮2和行星齿轮3)之间产生。如果内齿轮2被固定,则行星齿轮3将随着两个齿轮的相对旋转而旋转(自转)。因此,可以从行星齿轮3获得与两个齿轮之间的齿数差对应的以相对高的减速比被减小的旋转输出。

[0065] 轴承元件6具有外圈62和内圈61,是将齿轮装置1的输出作为内圈61相对于外圈62的旋转而取出的部件。轴承元件6除了具有外圈62和内圈61之外,还具有多个滚动体63(参照图4)。外圈62和内圈61均为环形元件。外圈62和内圈61均具有在俯视观察时为正圆的圆环状。内圈61比外圈62小一圈,并且设置在外圈62的内侧。由于外圈62的内径大于内圈61的外径,因此在外圈62的内周面与内圈61的外周面之间产生间隙。

[0066] 多个滚动体63设置在外圈62与内圈61之间的间隙中。多个滚动体63沿外圈62的圆周方向排列设置。多个滚动体63全部为同一形状的金属元件,并等间距地设置于外圈62的

圆周方向的整个区域。

[0067] 更具体地,该基本结构的齿轮装置1中,轴承元件6包括第一轴承元件601和第二轴承元件602。第一轴承元件601和第二轴承元件602分别由角接触球轴承构成。具体地,如图4所示,从行星齿轮3观察时,第一轴承元件601设置在旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧),第二轴承元件602设置在旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)。轴承元件6通过第一轴承元件601和第二轴承元件602,能够承受径向载荷、推力方向(沿着旋转轴Ax1的方向)的载荷、以及相对于旋转轴Ax1的弯曲力(弯矩载荷)。

[0068] 第一轴承元件601和第二轴承元件602相对于行星齿轮3在与旋转轴Ax1平行的方向(轴向)上的两侧,在与旋转轴Ax1平行的方向上相互反向设置。即,轴承元件6是组合了多个(在此为两个)角接触球轴承的“组合角接触球轴承”。作为一例,第一轴承元件601和第二轴承元件602是承受各自的内圈61朝向相互接近的推力方向(沿着旋转轴Ax1的方向)的载荷的“背面组合型”。另外,在齿轮装置1中,第一轴承元件601和第二轴承元件602在通过将各自的内圈61朝向相互接近的方向紧固而对内圈61施加适当的预压的状态下组装。

[0069] 另外,在该基本结构的齿轮装置1中,输入侧行星架18及输出侧行星架19相对于行星齿轮3设置在与旋转轴Ax1平行的方向的两侧,通过行星齿轮3的行星架孔34(见图4)相互结合。具体地,如图4所示,从行星齿轮3观察时,输入侧行星架18设置在旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧),输出侧行星架19设置在旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)。轴承元件6(第一轴承元件601和第二轴承元件602各自的)的内圈61相对于输入行星架18和输出行星架19固定。在该基本结构中,作为示例,第一轴承元件601的内圈与输入行星架18无缝地一体化。同样地,第二轴承元件602的内圈与输出行星架19无缝地一体化。

[0070] 参照图2,输出侧行星架19具有从输出侧行星架19的一个表面朝向旋转轴Ax1的输入侧突出的多个(例如3个)行星架销191。这些多个行星架销191分别贯通形成在行星齿轮3上的多个(例如3个)行星架孔34,其顶端相对于输入侧行星架18由行星架螺栓192(参照图7)固定。在行星架销191与行星架孔34的内周面之间确保有间隙,行星架销191能够在行星架孔34内移动,即能够相对于行星架孔34的中心移动。因此,在行星齿轮3摆动时,行星架销191不与行星架孔34的内周面接触。

[0071] 通过以上的结构,齿轮装置1用于将与行星齿轮3的自转分量对应的旋转作为与轴承元件6的内圈61一体化的输入侧行星架18及输出侧行星架19的旋转而取出。即,在该基本结构中,行星齿轮3与内齿轮2之间的相对旋转从输入侧行星架18和输出侧行星架19中取出。在该基本结构中,作为一例,齿轮装置1在轴承元件6的外圈62(参照图4)固定于作为固定部件的壳体10的状态下使用。即,因为行星齿轮3通过多个曲轴7A、7B、7C与作为旋转部件的输入侧行星架18以及输出侧行星架19连结,齿轮主体22固定于固定部件,因此行星齿轮3与内齿轮2之间的相对旋转从旋转部件(输入侧行星架18和输出侧行星架19)取出。换句话说,在该基本结构中,当行星齿轮3相对于齿轮主体22旋转时,输入侧行星架18和输出侧行星架19的旋转力配置为作为输出而取出。

[0072] 此外,在该基本结构中,壳体10与内齿轮2的齿轮主体22无缝地一体化。即,在与旋转轴Ax1平行的方向上,作为固定部件的齿轮主体22和壳体10无缝地连续地设置。

[0073] 更详细地,壳体10具为圆筒状,构成齿轮装置1的外轮廓。在该基本结构中,圆筒状的壳体10的中心轴配置为与旋转轴Ax1一致。换言之,在俯视观察(从轴向一侧观察)时,至

少壳体10的外周面呈以旋转轴Ax1为中心的正圆。壳体10形成轴向两端面开放的圆筒状。内齿轮2的齿轮主体22无缝地与壳体10一体化,壳体10和齿轮主体22作为一个部件进行处理。因此,壳体10的内周面包括齿轮主体22的内周面221。另外,在壳体10中固定有轴承元件6的外圈62。即,第一轴承元件601的外圈62通过嵌入固定在壳体10的内周面的从齿轮体22观察时的旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧)。另一方面,第二轴承元件602的外圈62通过嵌入固定在壳体10的内周面的从齿轮体22观察时的旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)。

[0074] 另外,壳体10的旋转轴Ax1的输入侧(图4中的右侧)的端面被输入侧行星架18封闭,壳体10的旋转轴Ax1的输出侧(图4中的左侧)的端面被输出侧行星架19封闭。因此,如图4所示,行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)、多个外销23、以及偏心轴承5等部件被容纳在由壳体10、输入侧行星架18和输出侧行星架19围成的空间内。

[0075] 多个(基本结构中为三个)曲轴7A、7B、7C分别具有轴心部71和两个偏心部72。轴心部71具有至少外周面俯视观察时为正圆的圆筒状。作为轴心部71的中心的轴心Ax2与旋转轴Ax1平行。多个曲轴7A、7B、7C的轴心Ax2在以旋转轴Ax1为中心的假想圆上沿圆周方向等间隔设置。各偏心部72具有至少外周面俯视观察时为正圆的圆盘状。各偏心部72的中心(中心轴)C0与旋转轴Ax1平行,且设置在从旋转轴Ax1沿径向偏离的位置。轴心Ax2与中心C0之间的距离 $\Delta L0$ (参见图5和图6)是偏心部72相对于轴心部71的偏心量。偏心部72在轴心部71的长度方向(轴向)的中央部,形成从轴心部71的外周面遍及整周突出的凸缘形状。根据上述结构,在各曲轴7A、7B、7C中,通过轴心部71以轴心Ax2为中心旋转(自转),偏心部72进行偏心移动。

[0076] 在该基本结构中,轴心部71和两个偏心部72由一个金属部件一体形成,从而实现无缝的曲轴7A、7B和7C。具有这种形状的曲轴7A、7B和7C和偏心轴承5一起组合于行星齿轮3。因此,在曲轴7A、7B、7C和偏心轴承5组合于行星齿轮3的状态下曲轴7A、7B、7C旋转时,行星齿轮3绕旋转轴Ax1摆动。

[0077] 偏心轴承5具有多个滚动体51(参照图4),吸收曲轴7A、7B、7C的旋转中的自转分量,仅将除去曲轴7A、7B、7C的自转分量的曲轴7A、7B、7C的旋转、即曲轴7A、7B、7C的摆动分量(公转分量)传递至行星齿轮3的部件。多个滚动体51设置在各曲轴7A、7B、7C的偏心部72的外周面与行星齿轮3的各开口33的内周面之间。即,各曲轴7A、7B、7C的偏心部72作为偏心轴承5的内圈发挥作用,行星齿轮3的各开口33的内周面作为偏心轴承5的外圈发挥作用。

[0078] 各曲轴7A、7B、7C在偏心轴承5和多个曲轴7A、7B、7C组合于行星齿轮3的状态下旋转时,偏心轴承5绕轴心Ax2旋转(偏心运动)。此时,曲轴7A、7B、7C的自旋分量被偏心轴承5吸收。因此,通过偏心轴承5仅将除去了曲轴7A、7B、7C的自旋分量的曲轴7A、7B、7C的旋转,即曲轴7A、7B、7C的摆动分量(公转分量)传送至行星齿轮3。因此,当曲轴7A、7B、7C在偏心轴承5和曲轴7A、7B、7C组合于行星齿轮3的状态下旋转时,行星齿轮3绕旋转轴Ax1摆动。

[0079] 在上述结构的齿轮装置1中,作为输入的旋转力被施加至输入轴500,通过输入轴500以旋转轴Ax1为中心旋转,行星齿轮3绕旋转轴Ax1摆动(公转)。此时,行星齿轮3在内齿轮2的内侧与内齿轮2内接,并且在外齿31的一部分与内齿21的一部分啮合的状态下摆动,因此,内齿21与外齿31的啮合位置在内齿轮2的圆周方向上移动。因此,在两齿轮(行星齿轮3和内齿轮2)之间产生与行星齿轮3和内齿轮2之间的齿数差相对应的相对旋转。然后,除去了行星齿轮3的摆动分量(公转分量)的行星齿轮3的旋转(自转分量)通过多个曲轴7A、7B、

7C传递至一对行星架18、19。因此,从一对行星架18、19获得与两个齿轮之间的齿数差相对应的以相对高的减速比被减速的旋转输出。

[0080] 但是,在该基本结构的齿轮装置1中,如上所述,内齿轮2和行星齿轮3之间的齿数差限制了齿轮装置1中的输出旋转相对于输入旋转的减速比。即,当内齿轮2的齿数为“V1”,行星齿轮3的齿数为“V2”时,减速比R1由以下公式1表示。

$$[0081] \quad R1 = V2 / (V1 - V2) \quad (\text{式1})$$

[0082] 简而言之,内齿轮2和行星齿轮3之间的齿数差(V1-V2)越小,减速比R1就越大。作为示例,内齿轮2的齿数V1为“72”,行星齿轮3的齿数V2为“70”,其齿数差(V1-V2)为2,因此,根据上述公式1得出减速比R1变为“35”。在这种情况下,当从旋转轴Ax1的输入侧观察时,各曲轴7A、7B、7C以轴心部71的轴心Ax2(参见图5和图6)为中心顺时针旋转一圈(360度)时,一对行星架18、19以旋转轴Ax1为中心逆时针旋转齿数差“2”的量(即约10.3度)。

[0083] 根据该基本结构的齿轮装置1,这样的高减速比R1可以通过内齿轮2和行星齿轮3的组合来实现。此外,在输入齿轮501和多个曲轴齿轮502A、502B、502C之间,能够实现与输入齿轮501和曲轴齿轮502A、502B、502C的齿数相对应的适当的减速比。因此,齿轮装置1整体能够实现高减速比。

[0084] 另外,齿轮装置1只要至少包括内齿轮2、行星齿轮3、曲轴7A、7B、7C以及一对行星架18、19即可,例如,如图4所示,还可以进一步包括间隔件11。间隔件11在与旋转轴Ax1平行的方向(轴向)上设置在一对行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)之间。

[0085] (实施例1)

[0086] 如图7~图9所示,本实施例的内啮合行星齿轮装置1A(以下简称为“齿轮装置1A”)主要是行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)的结构与基本结构的齿轮装置1的不同。以下,对与基本结构相同的结构标注相同的附图标记,并适当省略说明。图7是齿轮装置1A的示意剖视图。图8是仅示出了齿轮装置1A的行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)的示意剖视图,并且在引出框内示出了主要部分的放大图。图9是从旋转轴Ax1的输入侧(图7中的右侧)观察的内齿轮2和行星齿轮3的示意图。

[0087] 如图7所示,本实施例的齿轮装置1A还包括多个油封121、122等。油封121封闭壳体10与输出侧行星架19的外周面之间的间隙。油封122封闭形成在输出侧行星架19的中心的中心孔193。由多个油封121、122等密封的空间构成润滑剂保持空间17。润滑剂保持空间17包括轴承元件6的内圈61与外圈62之间的空间。此外,多个外销23、行星齿轮3、一对滚动轴承41和42、偏心轴承5等收容在润滑剂保持空间17中。

[0088] 润滑剂被注入润滑剂保持空间17中。润滑剂是液体并且可以在润滑剂保持空间17内流动。因此,当使用齿轮装置1时,例如,润滑剂进入由多个外销23构成的内齿21与行星齿轮3的外齿31的啮合部位。本发明中使用的“液体”包括液体或凝胶状物质。本发明所用的术语“凝胶状”是指具有液体和固体之间的性质的状态,并且包括由液相和固相两相组成的胶体(colloid)状态。例如,分散介质为液相、分散质为液相的乳液(emulsion)、分散质为固相的悬浮液(suspension)等被称为凝胶(gel)或溶胶(sol)的状态包含在“凝胶状”中。另外,分散介质为固相,分散质为液相的状态也包含在“凝胶状”中。在该基本结构中,作为示例,润滑剂是液体润滑油。

[0089] 本实施例的齿轮装置1A还包括安装于一对行星架18、19的轴向的两侧的一对盖子

13、14。当区分一对盖子13、14时,位于旋转轴Ax1的输入侧(图7中的右侧)的盖子13被称为“输入侧盖子13”,位于旋转轴Ax1的输出侧(图7中的左侧)的盖子14称为“输出侧盖子14”。在本实施例中,一对盖子13、14的材质为不锈钢、铸铁、机械结构用碳钢、铬钼钢等金属或对上述金属进行热处理过的金属。

[0090] 输入侧盖子13形成为以旋转轴Ax1为中心的圆盘状。在此,输入侧盖子13至少外周面在俯视观察(从轴向一侧观察)时呈以旋转轴线Ax1为中心的正圆。输入侧盖子13的外径比输入侧行星架18的外径小一圈。输入侧盖子13相对于输入侧行星架18从外侧、即从输入侧行星架18观察时远离行星齿轮3的一侧(图7中的右侧)安装。

[0091] 输出侧盖子14形成为以旋转轴Ax1为中心的圆盘状。在此,输出侧盖子14至少外周面在俯视观察(从轴向一侧观察)时呈以旋转轴Ax1为中心的正圆。输出侧盖子14的外径比输出侧行星架19的外径小一圈。输出侧盖子14相对于输出侧行星架19从外侧、即从输出侧行星架19观察时远离行星齿轮3的一侧(图7中的左侧)安装。

[0092] 一对盖子13、14可拆卸地安装到一对行星架18、19。即,输入侧盖子13可拆卸地安装于输入侧行星架18,输出侧盖子14可拆卸地安装于输出侧行星架19。在该实施例中,作为示例,参见图7,每个盖子13、14通过多个固定螺栓142安装于每个行星架18、19。因此,通过移除多个固定螺栓142,可以将每个盖子13、14从每个行星架18、19移除。

[0093] 在一对盖子13、14中的输出侧盖子14中,设置有多个透孔141,以与设置在输出侧行星架19中的多个安装孔194(参见图7)匹配。即,在输出侧行星架19中设有用于固定目标部件的多个安装孔194(内螺纹)。因此,在安装于输出侧行星架19的外侧的输出侧盖子14中,在与多个安装孔194对应的位置也形成有多个透孔141。

[0094] 一方面,供各曲轴7A、7B、7C穿过的轴孔131(参照图7)仅设置在一对盖子13、14中的输入侧盖子13上。即,在输入侧盖子13中设有与多个曲轴7A、7B、7C对应的多个轴孔131。各曲轴7A、7B和7C的轴心部71插入到各轴孔131中。这里,为了使轴心部71不与轴孔131的内周面接触,各轴孔131的内径被设定为比轴心部71的外径大一圈。

[0095] 此外,在本实施例中,多个行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)中的每一个在沿着旋转轴Ax1的轴向上的厚度不均匀,形成在外周部的外齿31比其他部分厚。即,行星齿轮3被配置为使得外齿31处的轴向厚度大于外齿31以外的部分的轴向厚度。换言之,从轴向观察时,行星齿轮3在由外齿31包围的中央区域具有圆形凹陷。行星齿轮3在凹陷中形成中心孔32、插入曲轴7A、7B、7C中的多个开口33、以及用于结合输入侧行星架18和输出侧行星架19的多个行星架孔34等。

[0096] 制造包括以上多个行星齿轮3的齿轮装置1A时,优选地在堆叠多个的材料的状态下同时加工外齿31来制造多个行星齿轮3。即,优选地齿轮装置1A中的多个行星齿轮3的外齿31不是单独形成,而是通过集中加工形成外齿31。

[0097] 然而,在进行外齿31的集中加工时,需要将多个行星齿轮3(的材料)以堆叠的状态固定,因此,如果将这些多个行星齿轮3不可移位的牢固固定,例如,可能会产生与行星齿轮3变形有关的问题。

[0098] 因此,在本实施例中,通过以下说明的结构,能够实现在外齿31等加工时难以产生变形的齿轮部件、内啮合行星齿轮装置1A、机器人用关节装置200(参照图11)以及内啮合行星齿轮装置1A的制造方法。

[0099] 即,本实施例的齿轮部件在齿轮装置1A中作为多个行星齿轮3中的每一个使用。齿轮装置1A包括具有内齿21的内齿轮2和具有分别与内齿21部分啮合的外齿31的多个行星齿轮3。齿轮装置1A通过使多个行星齿轮3摆动,从而使多个行星齿轮3相对于内齿轮2以旋转轴Ax1为中心旋转。如图8和图9所示,齿轮部件(行星齿轮3)具有从沿着旋转轴Ax1的轴向上的至少一个表面突出的凸台部35。

[0100] 根据该结构,通过利用凸台部35缔结多个齿轮部件(行星齿轮3),能够将多个行星齿轮3牢固地固定在一起,例如,同时能够避免与行星齿轮3变形相关的问题。即,多个齿轮部件(行星齿轮3)的每一个设置从沿着旋转轴Ax1的轴向上的至少一个面突出的凸台部35,因此,例如,能够以重叠状态固定多个行星齿轮3(的材料),使得凸台部35彼此抵靠。因此,当对多个齿轮部件(行星齿轮3)进行外齿31等的集中加工时,即使多个行星齿轮3不可移位的牢固固定,也不易发生与行星齿轮3变形相关的问题。因此,能够实现现在外齿31等的加工时难以产生变形的齿轮部件(行星齿轮3)。

[0101] 另外,在本实施例中,齿轮部件(行星齿轮3)在凸台部35上具有缔结孔36。缔结孔36是在将多个齿轮部件(行星齿轮3)缔结在一起时使用的孔。在本实施例中,作为一例,如图8所示,缔结孔36形成在沿着旋转轴Ax1的轴向上贯通包括凸台部35的齿轮部件(行星齿轮3)。因此,例如,通过将螺栓Y1(参照图10)、螺母Y2(参照图10)等缔结部件穿过缔结孔36紧固,能够将多个齿轮部件(行星齿轮3)缔结在一起。

[0102] 更具体地,如图8所示,凸台部35设置在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302中的每一个中沿着旋转轴Ax1的轴向上的两个表面的内侧面上。即,在第一行星齿轮301中,凸台部35设置在面向第二行星齿轮302的表面上,并且在第二行星齿轮302中,凸台部35设置在面向第一行星齿轮301的表面上。

[0103] 凸台部35的顶面351与外齿31的端面311位于同一平面上。换言之,在第一行星齿轮301和第二行星齿轮302中的每一个中,凸台部35从轴向上的一个表面(在本实施例中的内侧面)突出量(高度)与外齿31从该面的突出量相同。因此,在多个齿轮部件(行星齿轮3)层叠的状态下,在多个齿轮部件之间,外齿31的端面311彼此接触,凸台部35的顶面351彼此接触。即,凸台部35填充多个齿轮部件之间的间隙,因此当多个齿轮部件缔结在一起时,凸台部35起到间隔件的作用,更容易抑制各齿轮部件的变形(弯曲)。

[0104] 另外,在本实施例中,如图9所示,缔结孔36是从轴向观察时开口呈圆形的透孔。因此,凸台部35是为使缔结孔36穿过其中心形成的圆筒状的部位。例如,当使用诸如螺栓Y1和螺母Y2的缔结构件将多个齿轮部件(行星齿轮3)缔结在一起时,凸台部35的壁厚被设定为足以承受其载荷的足够的厚度。另外,在本实施例中,凸台部35与齿轮部件(行星齿轮3)连续一体地构成。

[0105] 另外,在本实施例中,如图9所示,在各个齿轮部件(行星齿轮3)上设置有多个(以三个为例)凸台35。优选地,多个凸台部35沿以旋转轴Ax1为中心的周向等间隔设置。

[0106] 此外,每个凸台部35设置在尽可能远离行星齿轮3的中心的位置,即靠近行星齿轮3的外周的位置,并且设置在与外齿31和开口33间隔的位置。具体地,各凸台部35在以旋转轴Ax1为中心的周向上设置在相邻的开口部33与行星架孔34之间。

[0107] 此外,当齿轮装置1A运转时,多个行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)摆动,因此凸台部35具有搅拌润滑剂保持空间17内的润滑剂的作用。换言之,随着行星

齿轮3的摆动凸台部35在润滑剂保持空间17内移动,润滑剂保持空间17内的润滑剂被凸台部35搅动,这也提高了润滑性能。

[0108] 图10示意地示出了在制造齿轮装置1A的方法中对多个行星齿轮3(第一行星齿轮301和第二行星齿轮302)进行集中处理的顺序。

[0109] 即,当在多个行星齿轮3上形成例如外齿31、开口33、行星架孔34等时,如图10的左侧所示,多个行星齿轮3处于结合(缔结)状态。具体地,在多个行星齿轮3彼此堆叠的状态下,即多个行星齿轮3的端面贴合在一起的状态下,通过缔结孔36紧固诸如螺栓Y1和螺母Y2之类的缔结部件来紧固多个行星齿轮3。

[0110] 在将多个行星齿轮3在结合的状态下作为一个部件处理时,例如,能够容易地在多个行星齿轮3上集中形成外齿31、开口33、行星架孔34等。即,能够对多个行星齿轮3集中实施齿面磨削或镗孔加工等的加工,能够将多个行星齿轮3之间的形状偏差抑制得较小。

[0111] 具体地,基于行星齿轮3的中心孔32和开口33中的至少一个使多个行星齿轮3对准之后紧固多个行星齿轮3,可以在多个行星齿轮3的位置尽可能一致的状态下进行加工。

[0112] 另外,由于能够作为一个部件进行处理,因此在齿面磨削或镗孔等加工时,工件相对于加工装置(设备)的装卸变得容易,自动加工也变得容易进行。此外,例如,与多个齿轮部件(行星齿轮3)的外周部(外齿31)被卡紧在一起的情况相比,不需要考虑多个齿轮部件之间的相位偏移。另外,由于仅需卡紧多个齿轮部件中的一个,因此集中加工变得容易。

[0113] 如上所述,本实施例的齿轮装置1A的制造方法具有在将多个行星齿轮3沿轴向结合的状态下对多个行星齿轮3进行集中加工的集中加工工序。因此,能够将多个行星齿轮3之间的形状偏差抑制得较小。

[0114] 此外,在集中加工过程中,利用凸台部35多个行星齿轮3沿轴向缔结在一起。因此,即使将多个行星齿轮3不可移位的牢固固定,例如,也不易产生与行星齿轮3变形等相关等问题。因此,能够实现在外齿31等的加工时难以产生变形的齿轮装置1A的制造方法。

[0115] 另外,如图11所示,本实施例的齿轮装置1A与第一部件201及第二部件202一起形成机器人用关节装置200。换句话说,本实施例的机器人用关节装置200包括齿轮装置1A、第一部件201和第二部件202。第一部件201固定在内齿轮2上。第二部件202伴随着相对于内齿轮2的行星齿轮3的相对旋转,相对于第一部件201旋转。图11是机器人用关节装置200的示意剖视图。另外,在图11中,示意地示出了第一部件201、第二部件202以及驱动源101。

[0116] 这样构成的机器人用关节装置200通过第一部件201和第二部件202以旋转轴Ax1为中心相对旋转而作为关节装置发挥功能。在此,通过驱动源101驱动齿轮装置1A的输入轴500,第一部件201和第二部件202相对旋转。此时,由驱动源101产生的旋转(输入旋转)在齿轮装置1A中以相对高的减速比减速,以相对高的转矩驱动第一部件201或第二部件202。即,由齿轮装置1A连结的第一部件201和第二部件202能够以旋转轴Ax1为中心进行屈伸动作。

[0117] 机器人用关节装置200例如用于水平多关节机器人(SCARA型机器人)等机器人。此外,机器人用关节装置200不限于水平多关节机器人,例如,也可以用于水平多关节机器人以外的工业机器人或非工业机器人。此外,本实施例的齿轮装置1A不限于用于机器人用关节装置200,例如,可以用作轮毂电机等车轮装置,用于无人搬运车(AGV:Automated Guided Vehicle)等车辆。

[0118] <变形例>

[0119] 实施例1仅为本发明的多种实施例之一。只要能够实现本发明的目的,实施例1可以根据设计等进行各种修改。此外,本发明参照的所有附图均为示意图,附图中各构成部件的尺寸和厚度的比例并不一定反映实际的尺寸比例。下面将列出实施例1的变形例,下面描述的变形例可以适当地组合应用。

[0120] 曲轴7A、7B、7C的数量不限于“3”,也可以是2个或4个以上。此外,如果只有一个曲轴,则实现旋转轴Ax1和曲轴的轴心Ax2彼此一致的偏心摆动型内啮合行星齿轮装置,而不是分配型。在该情况下,通过曲轴的驱动,行星齿轮3进行摆动,使一对行星架18、19能够以旋转轴Ax1为中心相对于齿轮主体22相对旋转。

[0121] 此外,在实施例1中,示例齿轮装置1A为两种类型的行星齿轮3,但是齿轮装置1A也可以包括三个以上行星齿轮3。例如,当齿轮装置1A包括三个行星齿轮3时,优选地,这三个行星齿轮3绕旋转轴Ax1以120度的相位差设置。另外,齿轮装置1A也可以仅包括1个行星齿轮3。或者,当齿轮装置1A包括三个行星齿轮3时,这三个行星齿轮3中的两个行星齿轮3为相同相位,而剩余一个行星齿轮3绕旋转轴Ax1旋转以180度的相位差设置。

[0122] 另外,齿轮部件(行星齿轮3)只要具有沿着旋转轴Ax1从轴向的至少一个面突出的凸台部35即可,凸台部35不必仅设置于轴向的内侧表面。例如,凸台部35可以设置在齿轮部件的轴向的两侧。

[0123] 另外,轴承元件6也可以是交叉滚子轴承、深沟球轴承、四点接触球轴承等。

[0124] 另外,在实施例1中说明的输入齿轮501的齿数、曲轴齿轮502A、502B、502C的齿数、外销23的数量(内齿21的齿数)、外齿31的齿数等仅是示例并且可以适当变更。

[0125] 另外,偏心轴承5不限于滚子轴承,例如也可以是深沟球轴承、角接触球轴承等。

[0126] 另外,齿轮装置1A的各结构部件的材质不限于金属,例如也可以是工程塑料等树脂。

[0127] 另外,齿轮装置1A只要能够将输出轴承元件6的内圈61与外圈62之间的相对旋转作为输出而取出即可、不限于将内圈61(输入侧行星架18以及输出侧行星架19)的旋转力作为输出而取出的结构。例如,可以将相对于内圈61旋转的外圈62(壳体10)的旋转力作为输出取出。

[0128] 另外,润滑剂不限于润滑油等液状物质,也可以是润滑脂等凝胶状物质。

[0129] (总结)

[0130] 如上所述,第一形态的齿轮部件是内啮合行星齿轮装置1、1A中用作多个行星齿轮(3)中的每一个的齿轮部件。内啮合行星齿轮装置1、1A包括内齿轮2和多个行星齿轮3。内齿轮2具有内齿21。多个行星齿轮3分别具有与内齿21部分啮合的外齿31。内啮合行星齿轮装置1、1A通过使多个行星齿轮3摆动,使多个行星齿轮3以旋转轴Ax1为中心相对于内齿轮2相对旋转。齿轮部件具有从沿旋转轴Ax1的轴向的至少一个表面突出的凸台部35。

[0131] 根据该形态,通过利用凸台部35缔结多个齿轮部件(行星齿轮3),能够将多个行星齿轮3牢固地固定,例如,不会产生与行星齿轮3的变形相关等问题。因此,能够实现外齿31等的加工时难以产生变形的齿轮部件(行星齿轮3)。

[0132] 第二形态的齿轮部件在第一形态的基础上,凸台部35中具有缔结孔36。

[0133] 根据该形态,例如,通过将螺栓(Y1)、螺母(Y2)等缔结部件穿过缔结孔36紧固,能够将多个齿轮部件(行星齿轮3)紧固在一起。

[0134] 在第三形态的齿轮部件中,在第一或第二形态的基础上,凸台部35的顶面351与外齿31的端面311位于同一平面上。

[0135] 根据该形态,由于凸台部35填充在多个齿轮部件之间的间隙里,因此在紧固多个齿轮部件时,凸台部35作为间隔件起作用,更容易抑制各齿轮部件的变形(弯曲)。

[0136] 第四形态的内啮合行星齿轮装置1、1A包括由第一形态至第三形态中任一齿轮部件构成的多个行星齿轮3和内齿轮2。

[0137] 根据该形态,能够实现外齿31等的加工时不易产生变形的内啮合行星齿轮装置(1、1A)。

[0138] 第五形态的机器人用关节装置200包括第四形态的内啮合行星齿轮装置1、1A、固定在内齿轮2上的第一部件201、和伴随行星齿轮3相对于内齿轮2的相对旋转,相对于第一部件201旋转的第二部件202。

[0139] 根据该形态,能够实现在外齿31等的加工时难以产生变形的机器人用关节装置200。

[0140] 第六形态的内啮合行星齿轮装置1、1A的制造方法与在第四形态的内啮合行星齿轮装置1、1A的制造方法相同,具有在多个行星齿轮3沿轴向方向结合的状态下集中加工多个行星齿轮3的集中加工工艺。

[0141] 根据该形态,能够实现外齿31等的加工时难以产生变形的内啮合行星齿轮装置1、1A的制造方法。

[0142] 在第七形态的内啮合行星齿轮装置1、1A的制造方法在第六形态基础上,在集中加工工艺中,利用凸台部35使多个行星齿轮3沿轴向紧固在一起。

[0143] 根据该形态,能够实现外齿31等的加工时难以产生变形的内啮合行星齿轮装置1、1A的制造方法。

[0144] 关于第二和第三形态的结构,齿轮部件不是必需的结构,可以适当地省略。

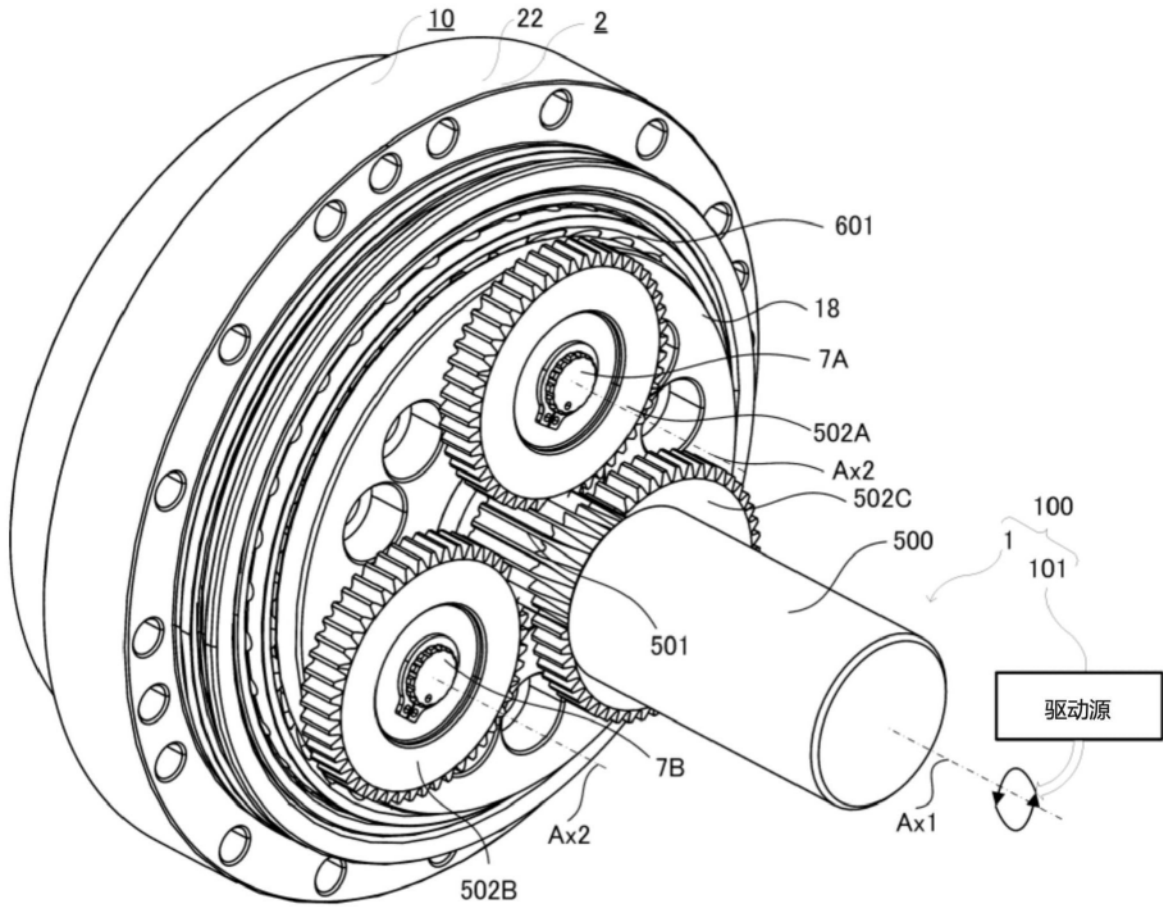


图1

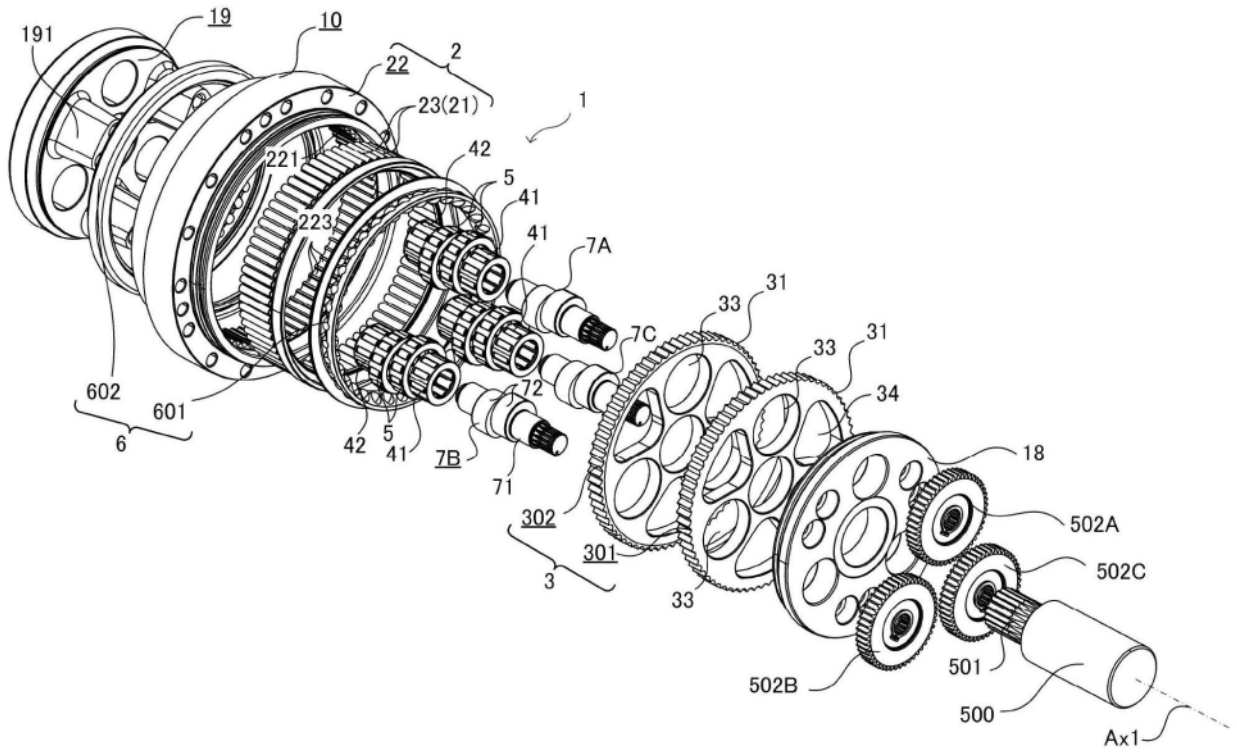


图2

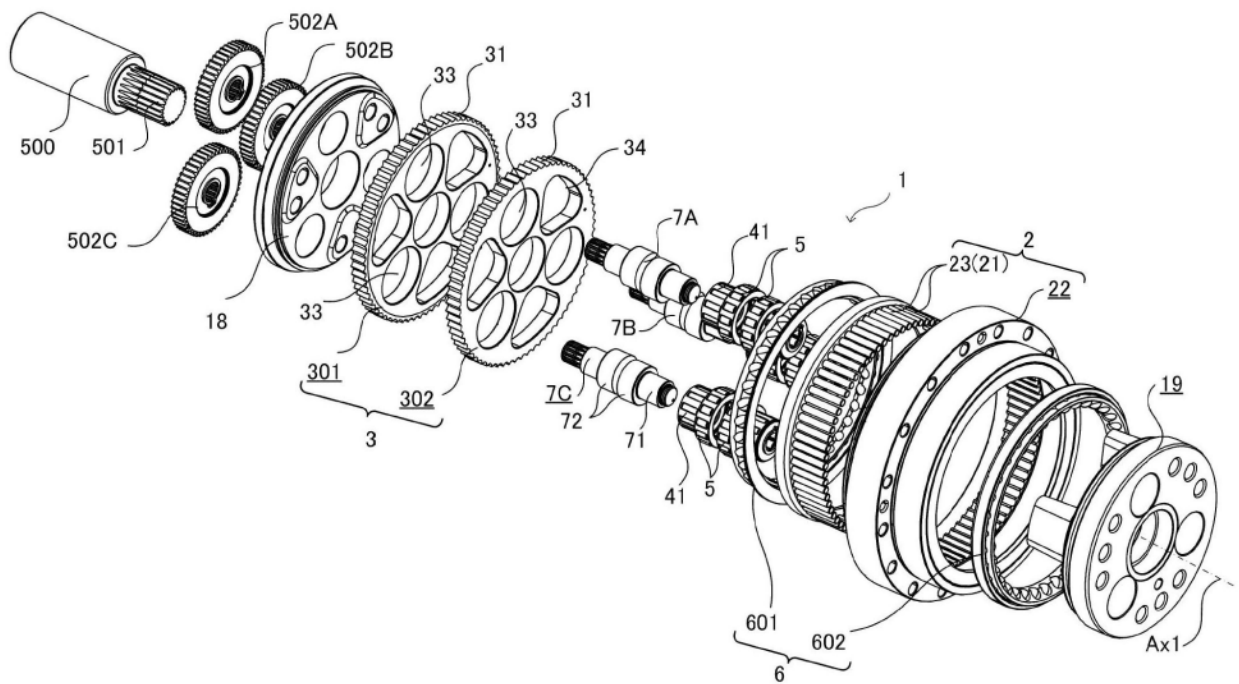


图3

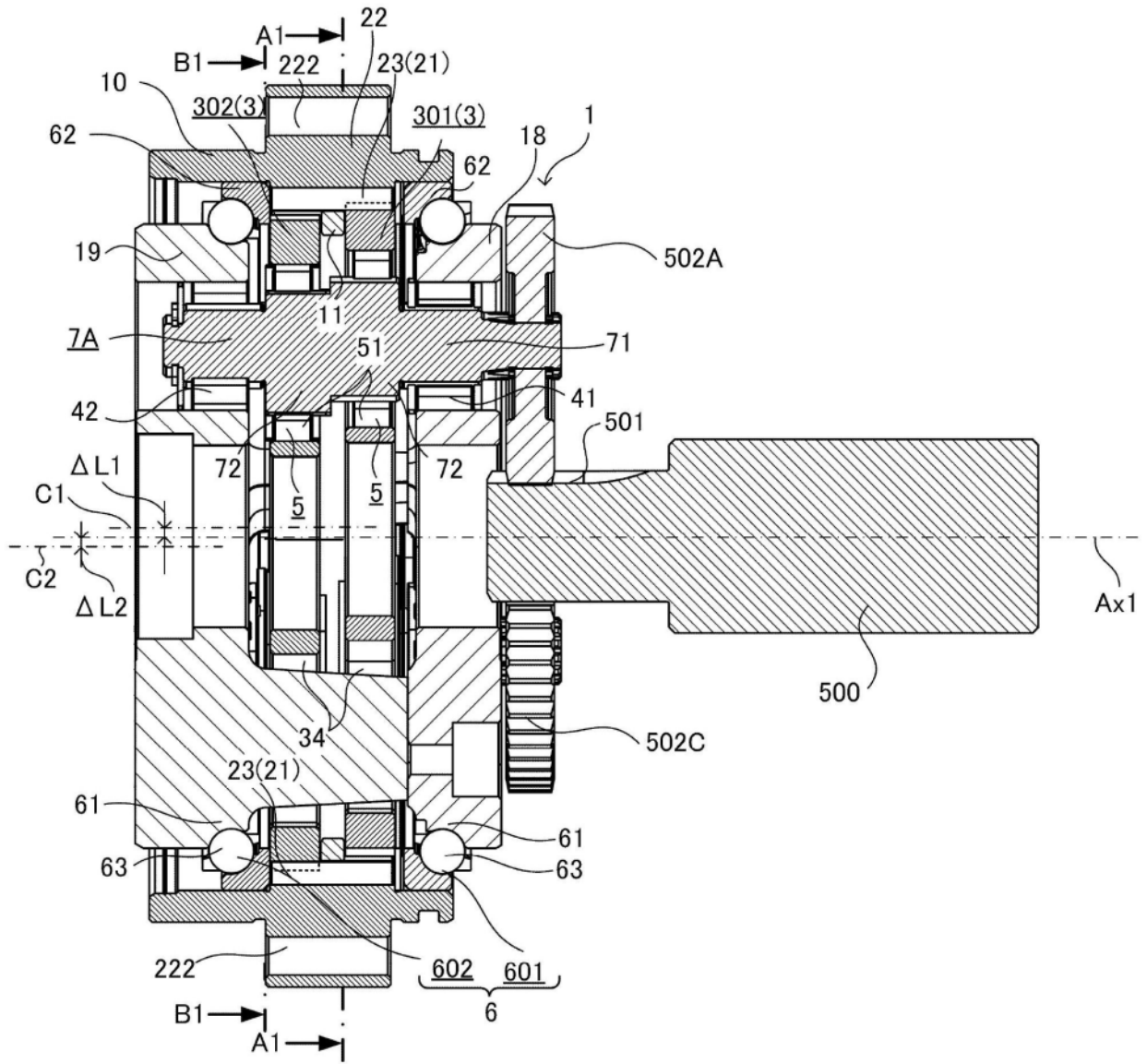


图4

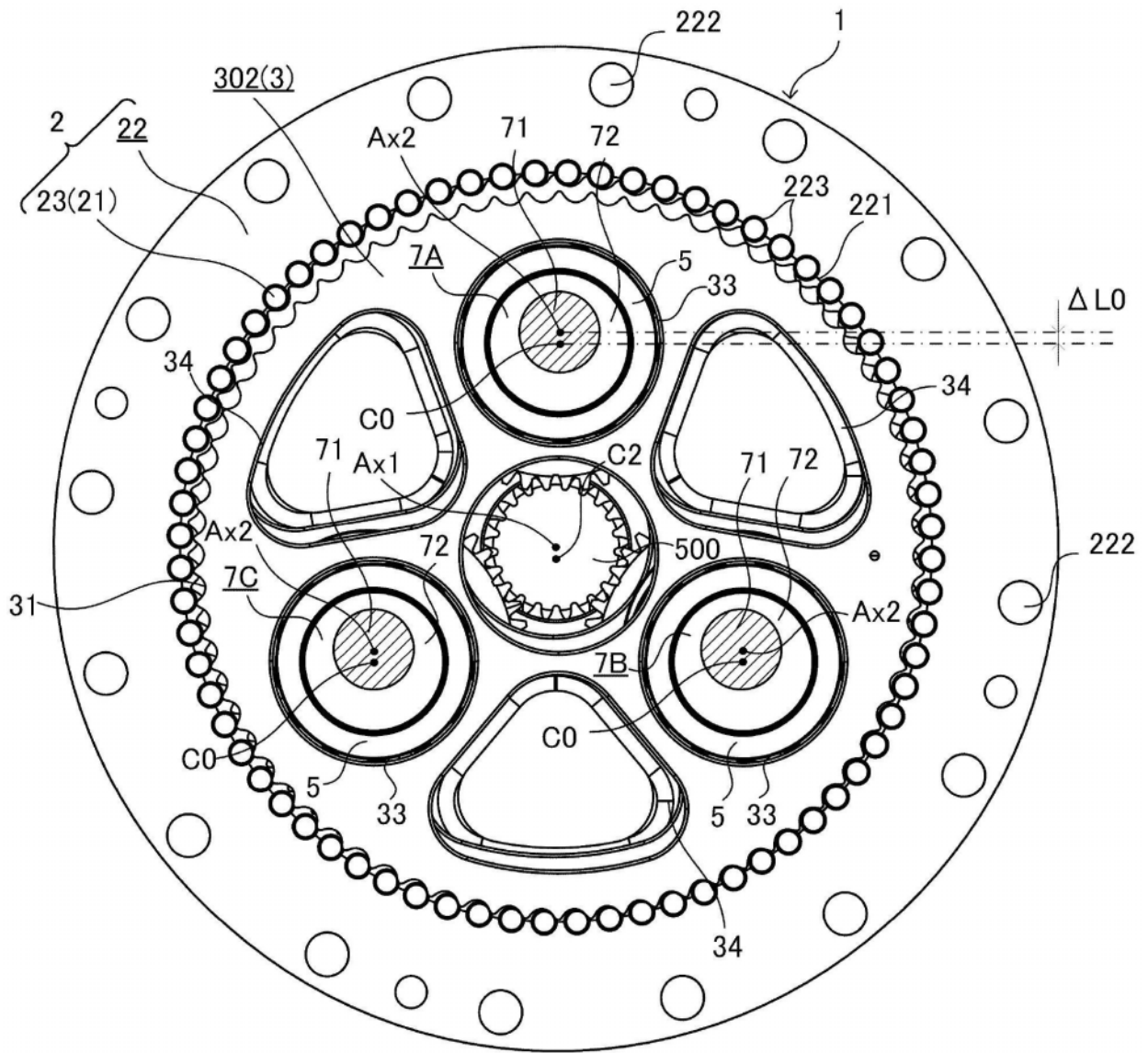


图6

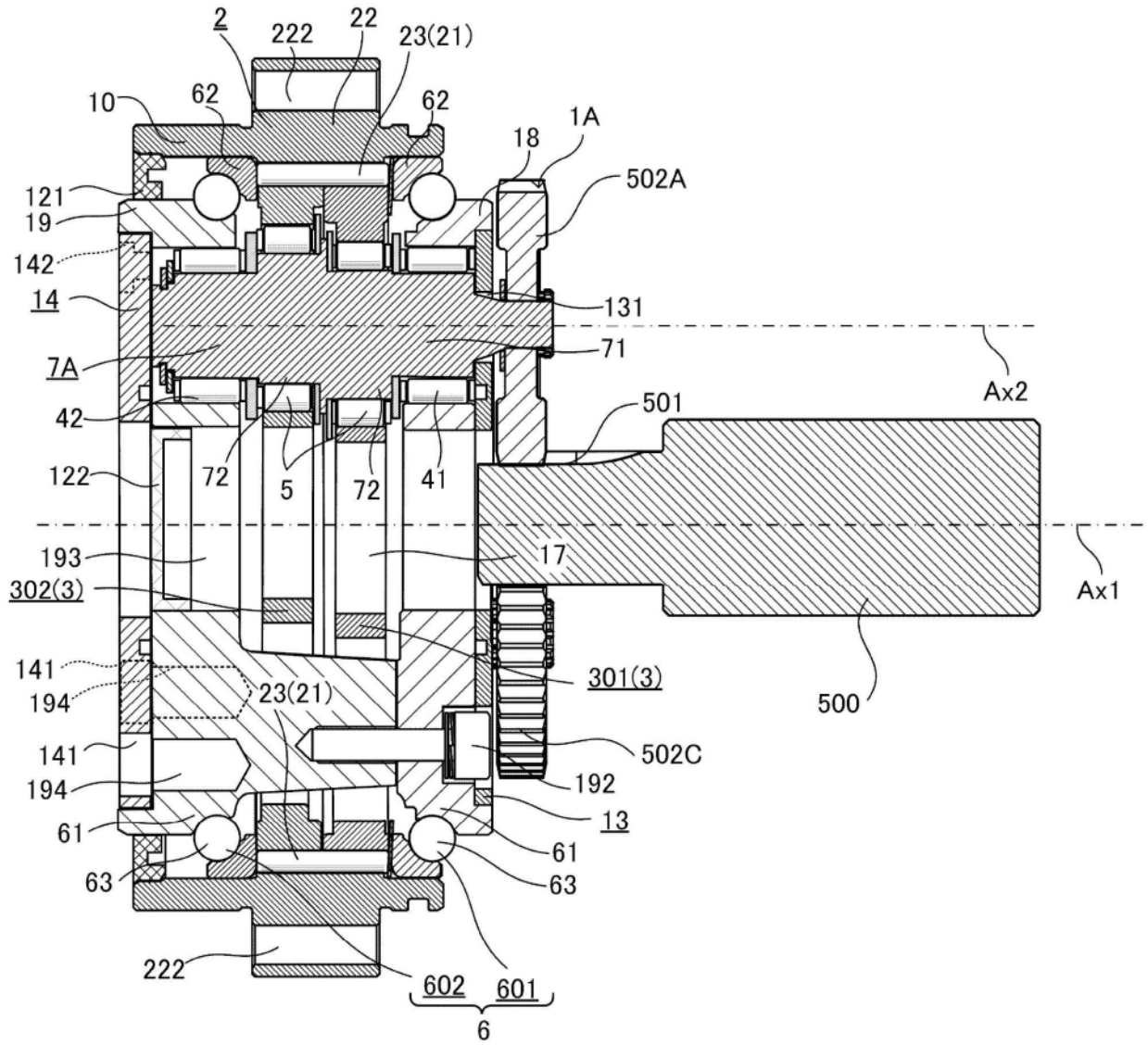


图7

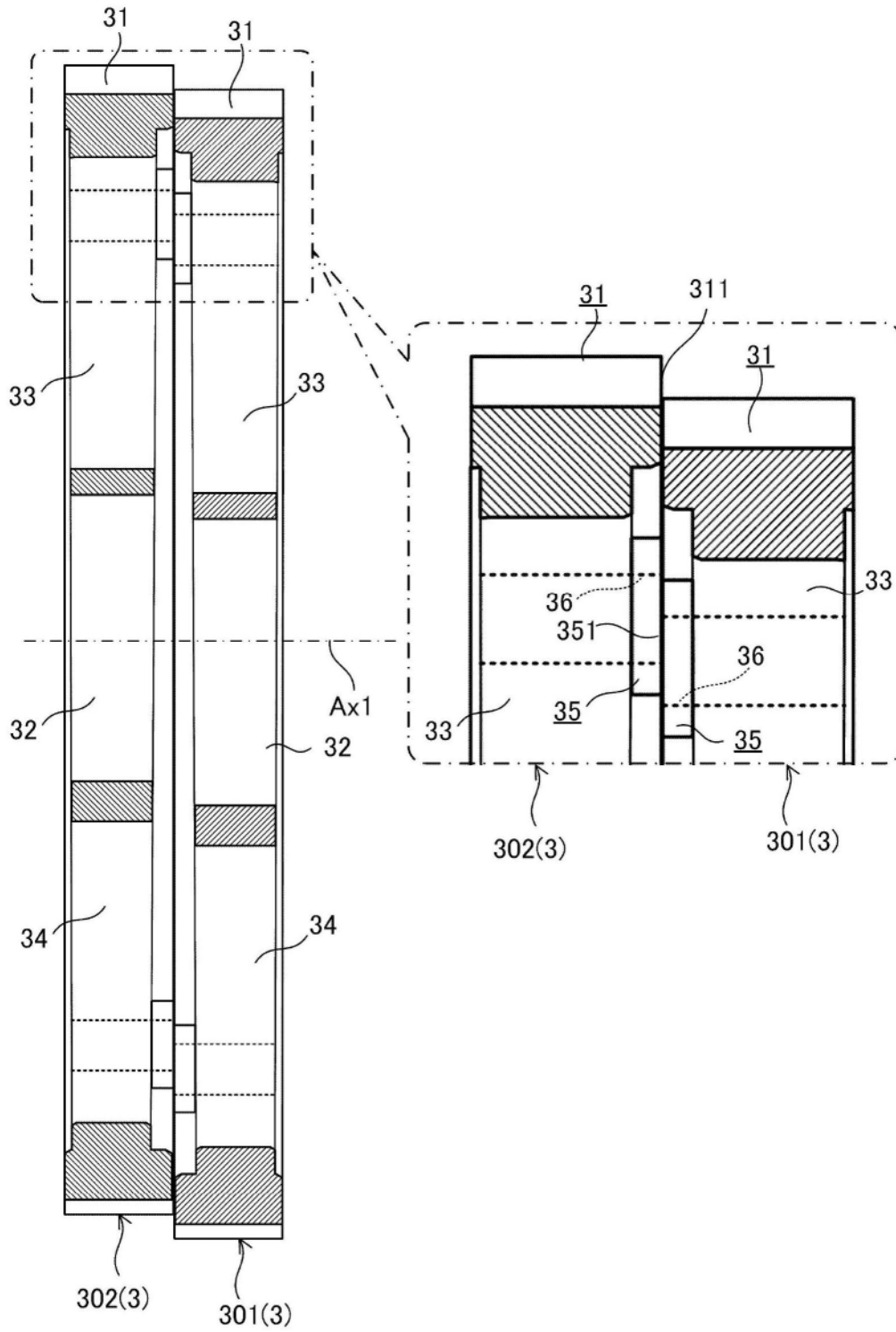


图8

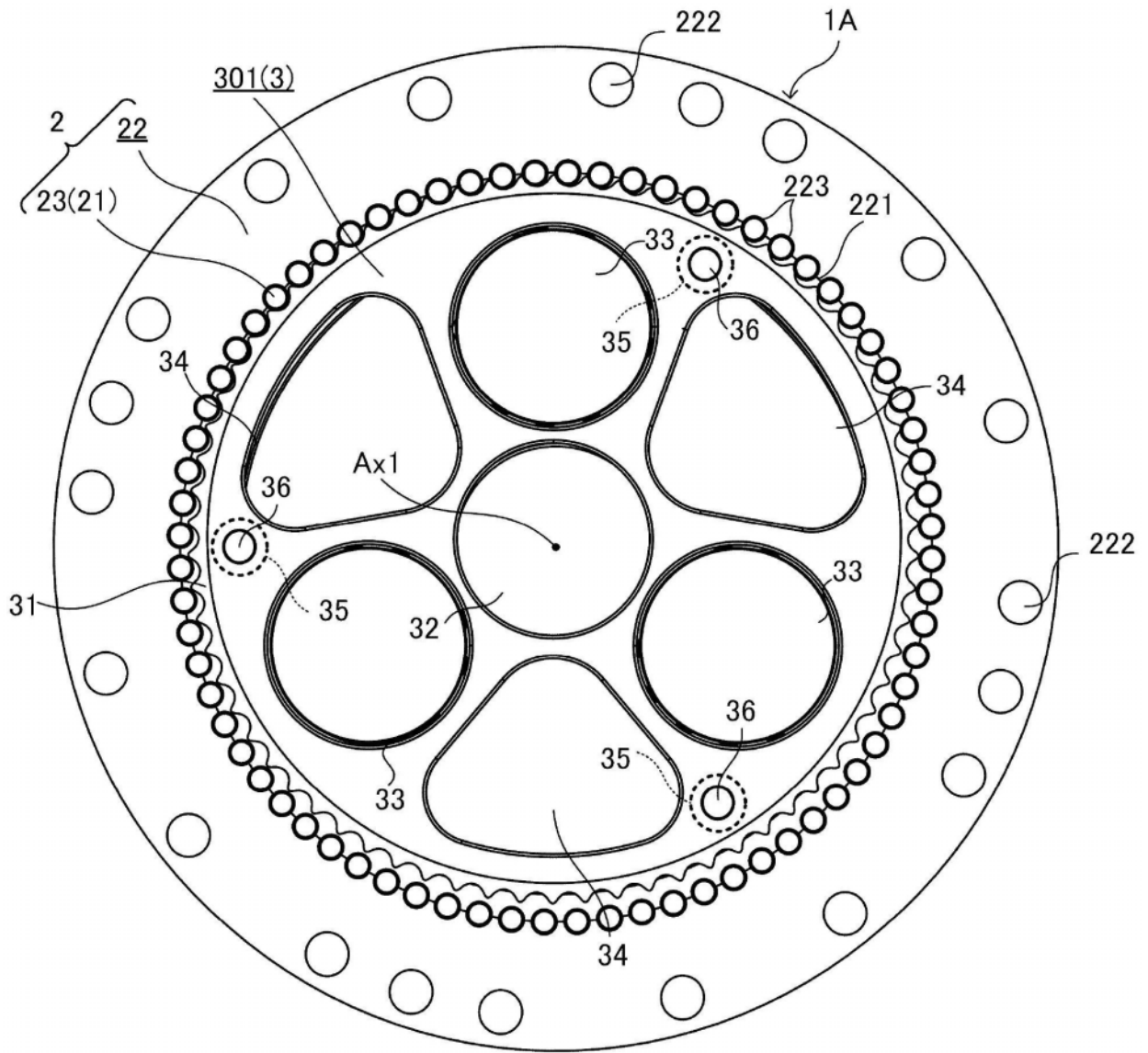


图9

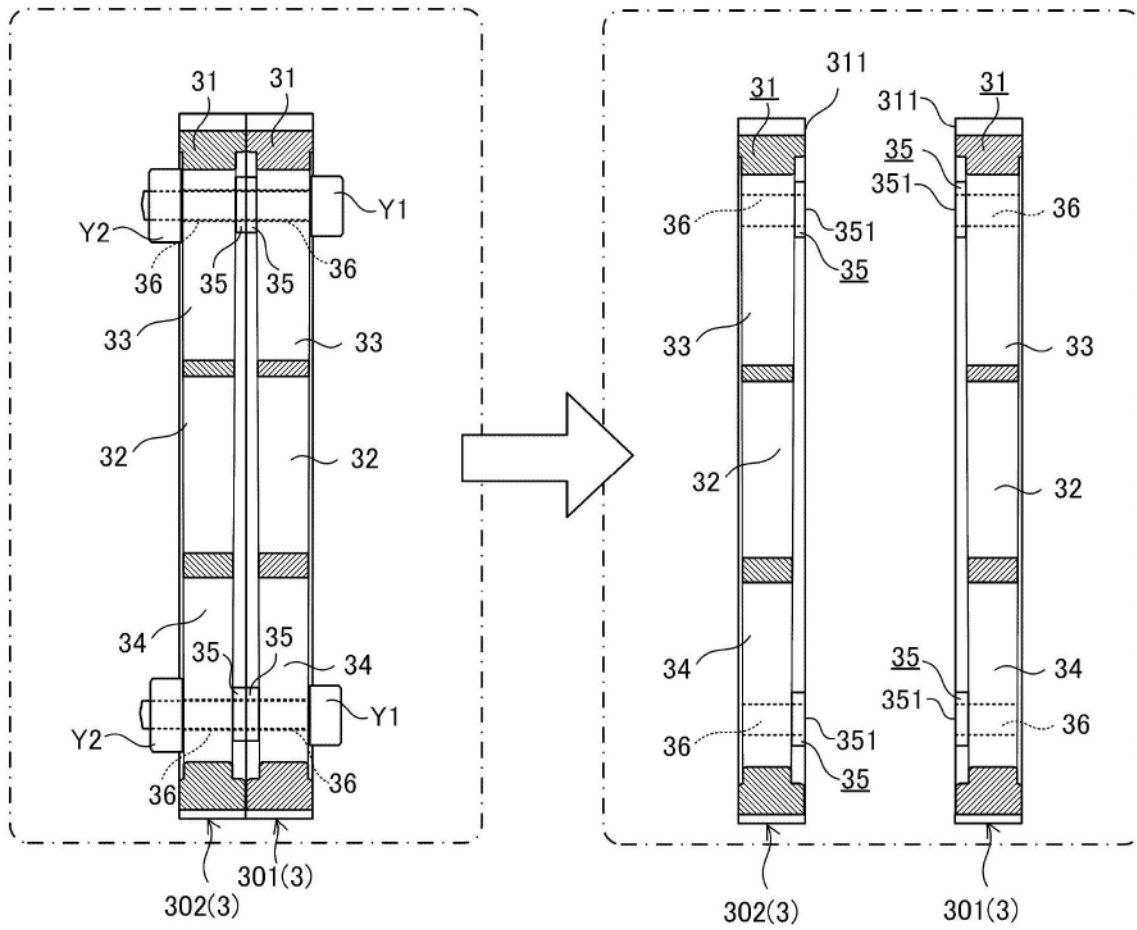


图10

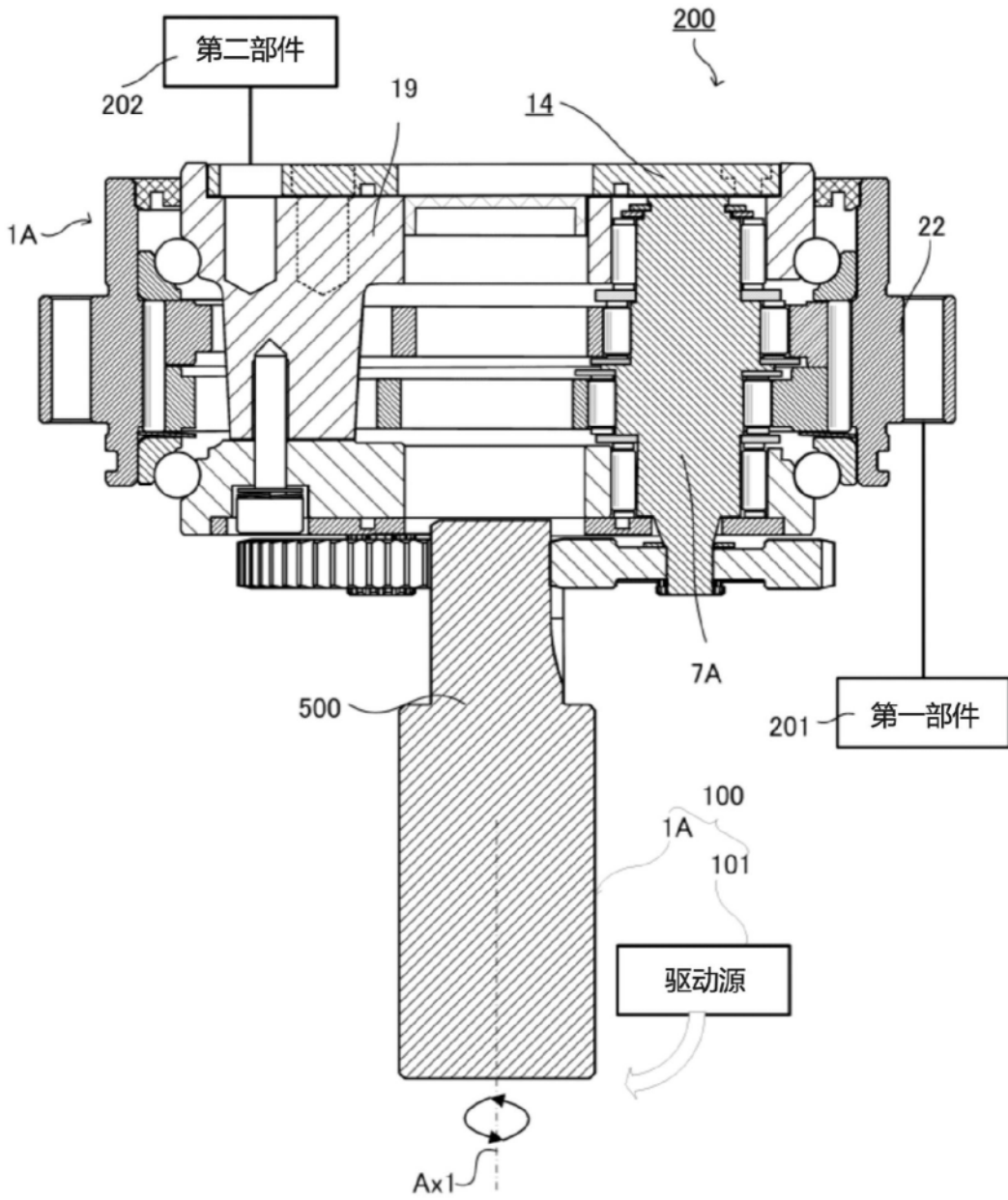


图11