



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104565281 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201410559948.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.10.21

F16H 49/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 邵慧

申请公布号 CN 104565281 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据

2013-218142 2013.10.21 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 矢岛明

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 林振波

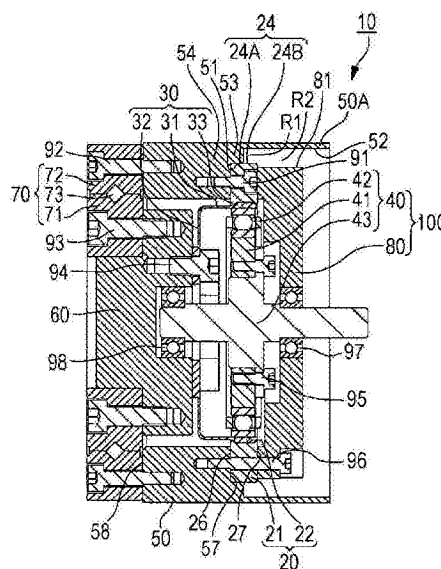
权利要求书3页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

谐波齿轮装置及其制造方法

(57)摘要

谐波齿轮装置,包括:筒状壳体;环形刚性齿轮,其连接到壳体内侧并具有内齿;布置在刚性齿轮内侧的柔性齿轮,其具有带外齿的筒状筒部和从筒部一端沿径向向内延伸的连接部;波发生器,布置在柔性齿轮内侧、沿径向使柔性齿轮变形以使柔性齿轮一部分与刚性齿轮一部分啮合、并沿圆周方向使刚性齿轮的内齿与柔性齿轮的外齿啮合的啮合位置移动;连接到所述连接部的输出部件;轴承,其具有固定在壳体上的外圈和固定在输出部件上的内圈,且该轴承支撑输出部件使得输出部件可旋转;及支撑部件,其支撑波发生器使得波发生器可旋转,支撑部件固定在壳体上;刚性齿轮的外周面和支撑部件的外周面均与壳体的内周面分隔开。还涉及谐波齿轮装置制造方法。



1. 一种谐波齿轮装置的制造方法,该谐波齿轮装置包括:

筒状壳体,

环形的刚性齿轮,其连接到壳体内侧并具有内齿,

柔性齿轮,其具有带外齿的筒状筒部和从筒部一端沿径向向内延伸的连接部,该柔性齿轮布置在刚性齿轮内侧,

波发生器,波发生器布置在柔性齿轮内侧,波发生器沿径向使柔性齿轮变形以使柔性齿轮的一部分与刚性齿轮的一部分啮合,波发生器沿圆周方向使刚性齿轮的内齿与柔性齿轮的外齿啮合的啮合位置移动,

连接到所述连接部的输出部件,

轴承,其具有固定在壳体上的外圈和固定在输出部件上的内圈,并且该轴承支撑输出部件使得输出部件可旋转,以及

支撑部件,其支撑波发生器使得波发生器可旋转,支撑部件固定在壳体上,所述方法包括步骤:

将刚性齿轮固定在壳体上,以使刚性齿轮的外周面径向向内地与壳体的内周面分隔开;

相对于刚性齿轮定位输出部件;

在完成刚性齿轮的固定之后,(a)将轴承外圈固定在壳体上,(b)将输出部件固定在轴承内圈上;

相对于刚性齿轮定位柔性齿轮;

在完成柔性齿轮的定位之后将柔性齿轮的连接部固定在输出部件上;

相对于刚性齿轮定位波发生器;以及

在完成波发生器的定位之后将支撑波发生器的支撑部件固定在壳体上,以使支撑部件的外周面均径向向内地与壳体的内周面分隔开。

2. 根据权利要求1的方法,还包括步骤:

准备第一夹具,该第一夹具具有要相对于刚性齿轮定位的第一基准面和用于定位输出部件的第二基准面,

准备第二夹具,该第二夹具具有要相对于刚性齿轮定位的第三基准面和用于定位柔性齿轮的第四基准面,以及

准备第三夹具,该第三夹具具有要相对于刚性齿轮定位的第五基准面和用于定位波发生器的第六基准面,

其中,在定位输出部件时,用第一夹具使第一基准面和刚性齿轮彼此接合以及使第二基准面和输出部件彼此接合,从而相对于刚性齿轮定位输出部件,

其中,在定位柔性齿轮时,用第二夹具使第三基准面和刚性齿轮彼此接合以及使第四基准面和柔性齿轮彼此接合,从而相对于刚性齿轮定位柔性齿轮,以及

其中,在定位波发生器时,用第三夹具使第五基准面和刚性齿轮彼此接合以及使第六基准面和波发生器彼此接合,从而相对于刚性齿轮定位波发生器。

3. 根据权利要求2的方法,

其中,在固定刚性齿轮时,将刚性齿轮固定在壳体上,使得在刚性齿轮的外周面和壳体之间形成间隙。

4. 根据权利要求3的方法，

其中，第一夹具具有第一环形部和与第一环形部同轴的第一轴部，

第一环形部的内周面具有所述第一基准面，第一轴部的外周面具有所述第二基准面，以及

在定位输出部件时，使第一基准面和刚性齿轮的外周面彼此接合以及使第一轴部与形成在输出部件的旋转中心处的孔部接合，从而相对于刚性齿轮定位输出部件。

5. 根据权利要求3的方法，

其中，第二夹具具有第二环形部和与第二环形部同轴的第二轴部，

第二环形部的内周面具有所述第三基准面，第二轴部的外周面具有所述第四基准面，以及

在定位柔性齿轮时，使第三基准面和刚性齿轮的外周面彼此接合以及使第二轴部与形成在连接部的旋转中心处的孔部接合，从而相对于刚性齿轮定位柔性齿轮。

6. 根据权利要求3的方法，

其中，把第一夹具和第二夹具彼此一体化形成公共夹具，

该公共夹具具有环形部和与环形部同轴的轴部，

环形部的内周面具有用作第一基准面和第三基准面的公共基准面，

轴部的外周面具有第二基准面和从第二基准面沿轴向移位的第四基准面，

其中，在定位输出部件时，使公共基准面和刚性齿轮的外周面彼此接合以及使轴部与形成在输出部件的旋转中心处的孔部接合，从而相对于刚性齿轮定位输出部件，以及

其中，在定位柔性齿轮时，使公共基准面和刚性齿轮的外周面彼此接合以及使轴部与形成在连接部的旋转中心处的孔部接合，从而相对于刚性齿轮定位柔性齿轮。

7. 根据权利要求6的方法，

其中，在执行外圈的固定、输出部件的固定以及连接部的固定之前，执行输出部件的定位和柔性齿轮的定位。

8. 根据权利要求3的方法，

其中，波发生器包括大体上椭圆形的凸轮部件和输入轴部件，该输入轴部件固定在凸轮部件上并接收旋转输入，

第三夹具具有第三环形部和平面部，该平面部从第三环形部沿径向向内延伸并具有通孔，输入轴部件插入该通孔，

第三环形部的内周面是第五基准面，通孔的侧壁面是第六基准面，以及

在定位波发生器时，通过使第三环形部与所述间隙接合来使第五基准面和刚性齿轮的外周面彼此接合，并且通过将输入轴部件插入通孔内来使第六基准面和输入轴部件的外周面彼此接合，从而相对于刚性齿轮定位波发生器。

9. 根据权利要求1的方法，

其中，壳体具有壳体基准面，壳体基准面与刚性齿轮外周面的一部分接合，以相对于壳体定位刚性齿轮。

10. 根据权利要求9的方法，

其中，刚性齿轮外周面的所述一部分的轴向长度等于或小于刚性齿轮外周面轴向长度的一半。

11. 一种谐波齿轮装置, 该谐波齿轮装置包括:

筒状壳体,

环形的刚性齿轮, 其连接到壳体内侧并具有内齿,

柔性齿轮, 其具有带外齿的筒状筒部和从筒部一端沿径向向内延伸的连接部, 该柔性齿轮布置在刚性齿轮内侧,

波发生器, 波发生器布置在柔性齿轮内侧, 波发生器沿径向使柔性齿轮变形以使柔性齿轮的一部分与刚性齿轮的一部分啮合, 波发生器沿圆周方向使刚性齿轮的内齿与柔性齿轮的外齿啮合的啮合位置移动,

连接到所述连接部的输出部件,

轴承, 其具有固定在壳体上的外圈和固定在输出部件上的内圈, 并且该轴承支撑输出部件使得输出部件可旋转, 以及

支撑部件, 其支撑波发生器使得波发生器可旋转, 支撑部件固定在壳体上,

其中, 刚性齿轮的外周面和支撑部件的外周面均径向向内地与壳体的内周面分隔开。

12. 根据权利要求11的谐波齿轮装置,

其中, 壳体具有壳体基准面, 其与刚性齿轮外周面的一部分接合, 以相对于壳体定位刚性齿轮; 以及

其中, 刚性齿轮外周面的另一部分与壳体的内周面分隔开, 刚性齿轮外周面的所述另一部分是刚性齿轮外周面上除刚性齿轮外周面的所述一部分之外的部分。

13. 根据权利要求12的谐波齿轮装置,

其中, 刚性齿轮外周面的所述一部分的轴向长度等于或小于刚性齿轮外周面轴向长度的一半。

谐波齿轮装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及谐波齿轮装置的制造方法,利用该方法可定位刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器;本发明还涉及谐波齿轮装置。

背景技术

[0002] 谐波齿轮装置广泛用于驱动机械手关节的马达的减速器,尽管谐波齿轮装置的尺寸相对较小,但是利用谐波齿轮装置能够获得高减速比。谐波齿轮装置包括三个主要构件和定位三个主要构件的五个定位构件。

[0003] 三个主要构件是被称为刚性齿轮的内齿齿轮、被称为柔性齿轮的外齿齿轮以及被称为波发生器的椭圆形凸轮部件。刚性齿轮是内侧有齿的环形刚轮。柔性齿轮是外侧有齿的薄环形柔轮。五个定位构件中的两个是壳体和输出部件。刚性齿轮固定在壳体上。作为谐波齿轮装置输出部的柔性齿轮固定在输出部件上。五个定位构件的另外三个是布置在壳体和输出部件之间的十字交叉滚柱轴承、保持波发生器旋转的轴承和保持轴承并固定在壳体上的支撑部件。

[0004] 这里,已知的是刚性齿轮、柔性齿轮以及波发生器的连接精度会显著影响谐波齿轮装置的旋转精度。因此,在现有技术中要求高精度地加工这些构件例如壳体。因而,当将刚性齿轮固定在壳体上时,要求高精度地实现连接表面的平面度和平行度。此外,当固定柔性齿轮和波发生器时,要求高精度地实现固定在壳体上的刚性齿轮的轴线与柔性齿轮和波发生器的轴线的同轴度。

[0005] 日本专利特开No.2009-257409提出了一种谐波齿轮装置的装配方法,其中,使用夹具,利用壳体的内周面作为基准面定位刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器。

[0006] 铰接式多轴机械手包括多个关节,每个关节中布置有驱动马达和谐波齿轮装置。因而,当每个关节中谐波齿轮装置的刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器的连接精度不好时,各构件的轴线变得失准和倾斜,使旋转精度降级。这显著地降低了机械手的性能(JIS B8432:操作工业机器人-性能标准和相关试验方法)。也就是说,对于谐波齿轮装置,重要的是高精度地对准刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器的中心轴线,这三个部件是谐波齿轮装置的主要构件。

[0007] 然而,根据日本专利特开No.2009-257409,以壳体为基准来定位刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器。因而,除了刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器以外,要求高精度地加工和制造壳体的基准面。因此,由于高精度地加工和制造壳体,因此增加了制造谐波齿轮装置需要的成本和时间。

[0008] 特别地,根据日本专利特开No.2009-257409,用于刚性齿轮的基准面和用来定位柔性齿轮的夹具所用的基准面需要形成在壳体的内周面上。当壳体中基准面的面积增大时,加工和制造壳体需要的成本和时间倾向于增大。因而,根据日本专利特开No.2009-257409,由于要求壳体的基准面大,因此成本增加。

[0009] 当通过降低壳体基准面的精度来减少时间和成本时,刚性齿轮、柔性齿轮和波发

生器的轴线的失准增大。

发明内容

[0010] 本发明提供一种谐波齿轮装置的制造方法,利用该方法,刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器的中心轴线能够彼此精确地对准,并且能够减少制造需要的时间。本发明还涉及一种谐波齿轮装置。

[0011] 根据本发明第一方面的方法是谐波齿轮装置的制造方法,谐波齿轮装置包括壳体、刚性齿轮、柔性齿轮、波发生器、输出部件、轴承和支撑部件。壳体为筒状。环形刚性齿轮连接到壳体内侧并具有内齿。柔性齿轮具有带外齿的筒状筒部和从筒部一端沿径向向内延伸的连接部,该柔性齿轮布置在刚性齿轮内侧。波发生器布置在柔性齿轮内侧,沿径向使柔性齿轮变形以使柔性齿轮一部分与刚性齿轮一部分啮合,并沿圆周方向使刚性齿轮内齿与柔性齿轮外齿啮合的啮合位置移动。输出部件连接到连接部。轴承具有固定在壳体上的外圈和固定在输出部件上的内圈,并支撑输出部件使得输出部件可旋转。支撑部件支撑波发生器使得波发生器可旋转。支撑部件固定在壳体上。该方法包括步骤:将刚性齿轮固定在壳体上;相对于刚性齿轮定位输出部件;在执行了刚性齿轮的固定之后,(a)将轴承外圈固定在壳体上,(b)将输出部件固定在轴承内圈上;相对于刚性齿轮定位柔性齿轮;在执行了柔性齿轮的定位之后将柔性齿轮的连接部固定在输出部件上;相对于刚性齿轮定位波发生器;以及在执行了波发生器的定位之后将支撑波发生器的支撑部件固定在壳体上。

[0012] 根据本发明第二方面的谐波齿轮装置包括壳体、刚性齿轮、柔性齿轮、波发生器、输出部件、轴承和支撑部件。壳体为筒状。环形刚性齿轮连接到壳体内侧并具有内齿。柔性齿轮具有带外齿的筒状筒部和从筒部一端沿径向向内延伸的连接部,该柔性齿轮布置在刚性齿轮内侧。波发生器布置在柔性齿轮内侧,沿径向使柔性齿轮变形以使柔性齿轮一部分与刚性齿轮一部分啮合,并沿圆周方向使刚性齿轮内齿与柔性齿轮外齿啮合的啮合位置移动。输出部件连接到连接部。轴承具有固定在壳体上的外圈和固定在输出部件上的内圈,并支撑输出部件使得输出部件可旋转。支撑部件支撑波发生器使得波发生器可旋转。支撑部件固定在壳体上。在该谐波齿轮装置中,刚性齿轮的外周面和支撑部件的外周面均与壳体的内周面分隔开。

[0013] 通过下面参考附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得明显。

附图说明

[0014] 图1A和1B是示意性地示出了利用根据第一实施例的制造方法制造的谐波齿轮装置的结构说明图。

[0015] 图2是用于说明根据第一实施例的谐波齿轮装置的制造方法的第一固定步骤的视图。

[0016] 图3是用于说明根据第一实施例的谐波齿轮装置的制造方法的第一定位步骤和第二固定步骤的视图。

[0017] 图4A至4C示出了第一夹具。

[0018] 图5A和5B是用于说明根据第一实施例的谐波齿轮装置的制造方法的第二定位步骤和第三固定步骤的视图。

[0019] 图6A至6C示出了第二夹具。

[0020] 图7是波发生器单元的剖视图。

[0021] 图8A和8B是用于说明根据第一实施例的谐波齿轮装置的制造方法的第三定位步骤和第四固定步骤的视图。

[0022] 图9A至9C示出了第三夹具。

[0023] 图10是用于说明根据第二实施例的谐波齿轮装置的制造方法的第一定位步骤、第二定位步骤、第二固定步骤以及第三固定步骤的视图。

[0024] 图11A至11C示出了公共夹具。

具体实施方式

[0025] 下面参考附图详细地描述本发明的实施例。

[0026] 第一实施例

[0027] 图1A和1B是示意性地示出了利用根据第一实施例的制造方法制造的谐波齿轮装置的结构说明图。在这两幅图中,图1A是谐波齿轮装置的剖视图,图1B是谐波齿轮装置的平面图。

[0028] 谐波齿轮装置10包括刚性内齿齿轮(刚性齿轮)20、柔性外齿齿轮(柔性齿轮)30和波发生器40。

[0029] 谐波齿轮装置10还包括壳体50、输出部件60、轴承70和支撑部件80。壳体50容纳刚性齿轮20。输出部件60用作柔性齿轮30的法兰。轴承70使用十字交叉滚柱轴承等等。支撑部件80用作波发生器40的壳体。壳体50具有圆筒形本体50A、凸部53和凸部54。凸部53沿与轴向垂直的径向从本体50A的内周面52朝内突出。凸部54沿径向从本体50A的内周面52朝内比凸部53更远地突出。端面57(它是凸部54的两个轴向端面57和58中的一个)的一部分连接到凸部53。因此,在凸部53和凸部54之间形成台阶部。凸部53的内表面51是壳体基准面(基准表面),刚性齿轮20的外周面24的一部分24A与该壳体基准面相接合。

[0030] 刚性齿轮20包括齿轮本体21和多个内齿22。齿轮本体21由环形刚形部件构成。内齿22在齿轮本体21的内周上沿圆周方向彼此分隔开。刚性齿轮20的内齿22的数量例如为102。刚性齿轮20通过螺栓91固定在壳体50的内部。具体地,刚性齿轮20与由凸部53和凸部54形成的台阶部相接合。因此,刚性齿轮20的外周面24的一部分24A与凸部53的内周面51相接触,并且端面26(它是刚性齿轮20的两个轴向端面26和27中的一个)与端面57的另一部分(它不同于端面57的所述一部分)相接触。端面57是凸部54的两个端面之一。在此状态下,刚性齿轮20通过螺栓91固定到凸部54。

[0031] 柔性齿轮30包括筒部31和连接部32。筒部31由薄筒状材料构成。连接部32连接到筒部31的一个轴向端。在筒部31的另一轴向端处,在筒部31的外周面上形成有多个外齿33。筒部31具有柔性。

[0032] 柔性齿轮30是所谓的杯型柔性外齿齿轮,其具有杯形,沿轴向在与连接部32侧相对的一侧有开口。连接部32是从筒部31的一个轴向端沿与轴向垂直的径向向内延伸的板状部件。柔性齿轮30的连接部32通过螺栓94固定在输出部件60上。

[0033] 柔性齿轮30的外齿33的数量比刚性齿轮20的内齿22的数量少。例如,柔性齿轮30的外齿33的数量为100,比刚性齿轮20的内齿22的数量102少两个。

[0034] 外齿33的齿筋方向在筒部31未弹性变形时与沿筒部31的外周面的方向平行。柔性齿轮30布置在刚性齿轮20的内侧,使得外齿33与刚性齿轮20的内齿22对向。

[0035] 输出部件60通过螺栓94固定在柔性齿轮30的连接部32,并在柔性齿轮30旋转时旋转。

[0036] 轴承70包括内圈71、外圈72和滚动部件73如滚柱。可替换地,滚动部件73例如可以包括滚珠。外圈72通过螺栓93固定在壳体50上(更具体地,固定在壳体50的凸部54的另一端面58上),内圈71通过螺栓92固定在输出部件60上。因而,输出部件60被可旋转地支撑。

[0037] 波发生器40装配在柔性齿轮30中,即装配在筒部31的内侧。波发生器40在筒部31的另一端接触筒部31的内周面,从而使筒部31沿径向变形,由此使筒部31弹性变形成大体上椭圆形形状。

[0038] 波发生器40包括大体上椭圆形的凸轮部件41、轴承42和输入轴部件43。轴承42是布置在凸轮部件41外周的可弹性变形的薄壁构件。输入轴部件43通过螺栓95固定在凸轮部件41上。输入轴部件43从凸轮部件41的两侧沿轴向突出。具体地,输入轴部件43包括大体上盘状的平板部和轴部,该平板部固定在凸轮部件41上,该轴部从平板部的两侧沿垂直于平板部的方向延伸。平板部通过螺栓95固定在凸轮部件41上,轴部通过接受外部旋转力的输入而旋转。

[0039] 波发生器40通过轴承97由支撑部件80可旋转地支撑。具体地,波发生器40的输入轴部件43的轴部的一个轴向端通过轴承97由支撑部件80支撑。支撑部件80通过螺栓96固定在壳体50上。输入轴部件43的轴部的另一轴向端通过轴承98由输出部件60支撑。支撑部件80通过螺栓96固定到壳体50上。具体地,支撑部件80与刚性齿轮20的另一端面27相接触并通过螺栓96固定到壳体50的凸部54上,刚性齿轮20处于支撑部件80与凸部54之间。刚性齿轮20的外周面24和支撑部件80的外周面81与壳体50的内周面(具体地是壳体50的壳体50A的内周面52)分隔开。更具体地,另一部分24B(它是刚性齿轮20的外周面24的除部分24A外的部分)与壳体50的内周面52分隔开。因此,在壳体50和刚性齿轮20之间形成作为第一间隙的间隙R1,在壳体50和支撑部件80之间形成作为第二间隙的间隙R2。

[0040] 当柔性齿轮30弹性变形成大体上椭圆形形状时,刚性齿轮20的一些齿和柔性齿轮30的一些齿在位于大体上椭圆形形状的长轴上的两个啮合部彼此啮合。当凸轮部件41围绕旋转轴旋转时,刚性齿轮20的内齿22和柔性齿轮30的外齿33的啮合部(啮合位置)沿圆周方向移动。柔性齿轮30以一旋转速度旋转,该旋转速度以根据刚性齿轮20和柔性齿轮30的齿数差计算的减速比50($=$ 两齿轮的齿数差/柔性齿轮30的齿数)相对于凸轮部件41的旋转速度减小。

[0041] 下面描述根据第一实施例的谐波齿轮装置10的装配顺序(制造方法)。按照包括下面的步骤(1)至(8)的顺序装配谐波齿轮装置10:

[0042] (1) 固定刚性齿轮20的步骤(第一固定步骤:图2);

[0043] (2) 定位输出部件60的步骤(第一定位步骤:图3和4A至4C);

[0044] (3) 固定轴承70和输出部件60的步骤(第二固定步骤:图3和4A至4C);

[0045] (4) 定位柔性齿轮30的步骤(第二定位步骤:图5A、5B和6A至6C);

[0046] (5) 固定柔性齿轮30的步骤(第三固定步骤:图5A、5B和6A至6C);

[0047] (6) 装配波发生器单元100的步骤(图7);

[0048] (7) 定位波发生器40的步骤(第三定位步骤:图8A、8B和9A至9C);以及

[0049] (8) 固定波发生器40的步骤(第四固定步骤:图8A、8B和9A至9C)。

[0050] 下面描述步骤(1)–(8)的细节。

[0051] (1) 固定刚性齿轮20的步骤(第一固定步骤:图2)

[0052] 图2是用于说明第一固定步骤的视图,示出了在刚性齿轮20连接到壳体50的状态下的剖视图。首先,如图2所示,通过螺栓91将刚性齿轮20固定在壳体50上。这样,在壳体50和固定在壳体50上的刚性齿轮20的外周面之间形成间隙R1。

[0053] 刚性齿轮基准面(基准表面)24设置在刚性齿轮20的外周面上。在本实施例中,刚性齿轮20的外周面是基准面24。此外,壳体基准面(基准表面)51设置在壳体50的内周面上。壳体基准面51是定位刚性齿轮20的基准面,其与部分基准面24接合(接触)。在本实施例中,壳体的凸部53的内周面是基准面51。

[0054] 基准面51在轴向的长度L是足以定位刚性齿轮20的长度。长度L是通过要与刚性齿轮20接触的壳体50的径向延伸接触面的平面度以及该接触面和基准面51的垂直度来确定。为了定位刚性齿轮20,不要求基准面51具有比长度L长的长度。因而,为壳体50提供了不需要高精度加工的间隙R1(离隙)。基准面51在轴向的长度L可以等于或小于基准面24在轴向的长度的一半。也就是说,当刚性齿轮20已经被固定在壳体50上时,露出刚性齿轮20的基准面24的另一部分24B在轴向的一半以上,并在露出的基准面24的径向外侧形成间隙R1。

[0055] 壳体50的轴线可以与刚性齿轮20的轴线A对齐,能够高精度地形成基准面51。在后面的步骤中,以刚性齿轮20为基准来连接构件。因而,利用具有高精度的刚性齿轮20的基准面24,不必高精度地形成基准面51或者可以省略该基准面51。

[0056] 在第一实施例中,如图2所示,刚性齿轮20布置在壳体50中并通过螺栓91固定在壳体50上,其基准面24沿基准面51布置。在本步骤中,以基准面24为基准将壳体50固定在刚性齿轮20上。

[0057] (2) 定位输出部件60的步骤(第一定位步骤:图3和4A至4C)

[0058] 图3是用于说明第一定位步骤和第二固定步骤的剖视图。在图3示出的状态下,用夹具J1定位输出部件60,固定输出部件60和轴承70。图4A至4C示出了夹具J1。在图4A至4C中,图4A是夹具J1的透视图,图4B是夹具J1的剖视图,图4C是夹具J1的平面图。

[0059] 在本步骤中,准备夹具J1,如图4A至4C所示其用作定位输出部件的夹具(第一夹具)。夹具J1具有基准面P1和基准面P2。基准面P1用作要以刚性齿轮20为基准进行定位的第一基准面。基准面P2用作定位输出部件60的第二基准面。更加具体地,夹具J1具有环形部J1A、轴部J1B和连接部J1C。环形的环形部J1A用作第一环形部。轴部J1B用作第一轴部,并与环形部J1A同轴。连接部J1C将环形部J1A和轴部J1B彼此连接。环形部J1A的内周面具有基准面P1,轴部J1B的外周面具有基准面P2。

[0060] 如图3所示,输出部件60具有共享公共轴线d的基准面62和基准面64。基准面62是凸部61的侧壁面,其与轴承70的内周面接合。基准面64是孔部63的侧壁面,其与夹具J1接合。夹具J1形成为使得基准面P1和基准面P2共享公共轴线e。基准面P1与基准面24接合。基准面P2与输出部件60的基准面64接合。

[0061] 如图3所示,通过使夹具J1的环形部J1A与间隙R1接合,使夹具J1的基准面P1和刚性齿轮20的外周面彼此接合。同时,通过使轴部J1B与形成在输出部件60的旋转中心处的孔

部63接合,使基准面P2和输出部件60的孔部63的基准面64彼此接合。因而,通过使夹具J1的基准面P1与刚性齿轮20彼此啮合以及使夹具J1的基准面P2与输出部件60彼此接合,相对于刚性齿轮20定位了输出部件60。通过使夹具J1与刚性齿轮20的基准面24和输出部件60的基准面64接合以及使输出部件60的基准面62接合轴承70,使轴承70和输出部件60的轴线d与基准面24的轴线A对齐。

[0062] (3) 固定轴承70和输出部件60的步骤(第二固定步骤:图3和4A至4C)

[0063] 接着,将输出部件60固定在壳体50上,轴承70处于它们之间,同时输出部件60由夹具J1定位。也就是说,在已经执行第一定位步骤之后,利用螺栓92将轴承70的外圈72固定在壳体50上,利用螺栓93将输出部件60固定在轴承70的内圈71上。在该步骤中,轴承70和输出部件60以基准面24为基准固定。在用螺栓92和93固定轴承70和输出部件60之后,移除夹具J1。

[0064] (4) 定位柔性齿轮30的步骤(第二定位步骤:图5A、5B和6A至6C)

[0065] 图5A和5B是用于说明第二定位步骤和第三固定步骤的视图。在图5A和5B中,柔性齿轮30布置在壳体50中,用夹具J2定位,然后固定。图5A是上述状态的剖视图,图5B是上述状态的平面图。图6A至6C示出了夹具J2。在图6A至6C中,图6A是夹具J2的透视图,图6B是夹具J2的剖视图,图6C是夹具J2的平面图。

[0066] 在本步骤中,准备夹具J2,其用作图6A至6C示出的定位柔性齿轮30的夹具(第二夹具)。夹具J2具有基准面P3和基准面P4。基准面P3用作要以刚性齿轮20为基准进行定位的第三基准面。基准面P4用作定位柔性齿轮30的第四基准面。更加具体地,夹具J2具有环形部J2A、轴部J2B和连接部J2C。环形的环形部J2A用作第二环形部。轴部J2B用作第二轴部,并与环形部J2A同轴。连接部J2C将环形部J2A和轴部J2B彼此连接。环形部J2A的内周面具有基准面P3,轴部J2B的外周面具有基准面P4。

[0067] 如图5A和5B所示,柔性齿轮30具有杯形。柔性齿轮30具有在其中央部(连接部32的旋转中心)形成的孔部34。孔部34的侧壁面是基准面35,该基准面是用作柔性齿轮30的基准的柔性齿轮基准面。

[0068] 夹具J2形成为使得基准面P3和基准面P4共享公共轴线f。基准面P3与基准面24接合。基准面P4与基准面35接合。

[0069] 夹具J2具有形成在其连接部J2C中的螺栓操作孔H1。将柔性齿轮30固定在输出部件60上的螺栓94可以经螺栓操作孔H1来紧固。

[0070] 柔性齿轮30临时地布置在刚性齿轮20的内侧,使得柔性齿轮30与刚性齿轮20的内齿22啮合。然后,从柔性齿轮30的后面(杯开口侧)插入夹具J2。通过使夹具J2的环形部J2A与间隙R1接合,使夹具J2的基准面P3和刚性齿轮20的外周面彼此接合。同时,通过使轴部J2B与形成在连接部32中的孔部34接合,使基准面P4和孔部34的基准面35彼此接合。因而,通过使夹具J2的基准面P3与刚性齿轮20接合以及使夹具J2的基准面P4与柔性齿轮30接合,相对于刚性齿轮20定位了柔性齿轮30。夹具J2与刚性齿轮20的基准面24以及与柔性齿轮30的基准面35的这种同时接合允许柔性齿轮30的轴线B与刚性齿轮20的基准面24的轴线A对齐。这样,由于壳体50中设置有间隙R1,因此能够使两个位置同时彼此接合。因而,柔性齿轮30的轴线B能够与基准面24的轴线A对齐。

[0071] (5) 固定柔性齿轮30的步骤(第三固定步骤:图5A、5B和6A至6C)

[0072] 在上述各基准面处于各自的接合状态时,使用形成在夹具J2中的螺栓操作孔H1通过螺栓94将柔性齿轮30固定在输出部件60上。在该步骤中,柔性齿轮30以基准面24为基准固定在输出部件60上。

[0073] 此外,作为在已经定位和固定柔性齿轮30之后允许移除夹具J2的夹具移除部,夹具J2的连接部J2c例如具有螺纹孔H2。因而,能够容易地移除夹具J2。

[0074] (6) 装配波发生器单元100的步骤(图7)

[0075] 图7是波发生器单元100的剖视图。图7示出的凸轮部件41具有大体上椭圆形的外周面和处于其中央部的基准面44。基准面44是凸轮部件41的圆筒状内周面,用作凸轮部件41的基准。输入轴部件43具有共享公共轴线C的基准面45和基准面46。基准面45是与基准面44接合的圆筒状外周面。基准面46是与夹具J3(图9A至9C)接合的圆筒状外周面。夹具J3用作定位输入轴的夹具(第三夹具)。

[0076] 凸轮部件41沿输入轴部件43的基准面45布置在输入轴部件43中,输入轴部件43通过螺栓95固定在凸轮部件41上。轴承97的内圈连接到输入轴部件43,轴承97的外圈固定在支撑部件80上。此时,通过向轴承97施加预载荷以消除间隙,能够将轴承97连接到支撑部件80上,从而共享公共轴线C。在本步骤中装配的单元被称为波发生器单元100。

[0077] (7) 定位波发生器40的步骤(第三定位步骤:图8A、8B和9A至9C)

[0078] 图8A和8B是用于说明第三定位步骤和第四固定步骤的视图。在图8A和8B示出的状态下,波发生器40布置在壳体50中并定位,支撑波发生器40的支撑部件80固定在壳体50上。图8A是上述状态的剖视图,图8B是上述状态的平面图。图9A至9C示出了夹具J3。在图9A至9C中,图9A是夹具J3的透视图,图9B是夹具J3的剖视图,图9C是夹具J3的平面图。

[0079] 在本步骤中,准备夹具J3,其用作图9A至9C示出的定位输入部件的夹具(第三夹具)。夹具J3具有基准面P5和基准面P6。基准面P5用作要以刚性齿轮20为基准进行定位的第五基准面。基准面P6用作定位波发生器40的第六基准面。更加具体地,夹具J3具有环形部J3A和平面部J3B。环形的环形部J3A用作第三环形部。平面部J3B从环形部J3A径向向内延伸,并具有通孔H3,输入轴部件43的轴部可插入该通孔中。环形部J3A的内周面是基准面P5,通孔H3的侧壁面是基准面P6。

[0080] 夹具J3形成为使得基准面P5和基准面P6共享公共轴线g。基准面P5与刚性齿轮20的基准面24接合。基准面P6与输入轴部件43的基准面46接合。此外,夹具J3具有螺栓操作孔H4,螺栓96可以通过螺栓操作孔H4紧固。支撑部件80通过螺栓96固定在壳体50上。此外,作为在已经定位和固定输入轴部件43之后允许移除夹具J3的夹具移除部,夹具J3例如具有螺纹孔H5。

[0081] 如图8A所示,波发生器单元100临时布置在壳体50中,也就是说,在上述第三固定步骤已经将柔性齿轮30固定了的单元中,使得波发生器40布置在柔性齿轮30中。之后,如图8B所示地,从波发生器单元100的后面(支撑部件80侧)插入夹具J3。

[0082] 通过使环形部J3A接合间隙R1和间隙R2来使基准面P5和刚性齿轮20的外周面彼此接合,并且通过将输入轴部件43的轴部插入通孔H3中来使通孔H3的基准面P6和输入轴部件43的基准面46彼此接合。通过使基准面P5和刚性齿轮20彼此接合以及使基准面P6和波发生器40彼此接合,相对于刚性齿轮20定位了波发生器40。夹具J3与刚性齿轮20的基准面24以及输入轴部件43的基准面46的这种同时接合允许输入轴部件43的轴线C与刚性齿轮20的

基准面24的轴线A对齐。

[0083] (8) 固定波发生器40的步骤(第四固定步骤:图8A、8B和9A至9C)

[0084] 在上述各基准面处于各自的接合状态时,支撑部件80支撑波发生器40,也就是说,使用形成在夹具J3中的螺栓操作孔H4通过螺栓96将波发生器单元100固定在壳体50上。这样,由于在壳体50和支撑部件80之间设置有间隙R1,因此即使在沿夹具J3移动波发生器单元100时,波发生器单元100也不会干涉壳体50。

[0085] 之后,当利用螺纹孔H5移除夹具J3时,就完成了谐波齿轮装置10。在本步骤中,以刚性齿轮20的基准面24为基准固定波发生器40。

[0086] 根据已经描述的第一实施例的制造方法,代替现有技术中以壳体为基准连接刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器,而是以刚性齿轮20为基准在壳体50中连接柔性齿轮30和波发生器40。因此,与现有技术相比,能够减小高精度地加工壳体50的工作。这允许刚性齿轮20、柔性齿轮30和波发生器40的中心轴线彼此精确对齐,减少了制造需要的时间。

[0087] 此外,柔性齿轮30和波发生器40以刚性齿轮20的基准面24为基准进行固定。因而,与现有技术的示例相比,利用减少的接合部定位三个主要元件。这样能够实现更高精度的连接。此外,能够减少装配谐波齿轮装置10需要的时间。

[0088] 此外,由于间隙R1设置在壳体50中,因此能够在壳体50与夹具J1至J3之间不发生干涉的条件下容易地实行装配。

[0089] 此外,对支撑部件80的外径部(其在现有技术中需要高精度的加工)的加工变得容易。壳体50的高精度加工的部分(即壳体50侧的基准面51,其设置成用于与刚性齿轮接合)的长度在现有技术中被要求是刚性齿轮长度的两倍。在本实施例中,该高精度加工部分的长度被要求是刚性齿轮长度的一半以下。结果,可以低成本地制造谐波齿轮装置10。

[0090] 可以在使用测量仪器如千分表测量各构件的连接精度的同时定位和固定各构件。然而,由于在第一实施例中使用了夹具J1至J3定位和固定各构件,因此能够容易地实行装配,因此能够减少装配时间。刚性齿轮20的外周面24和支撑部件80的外周面81与壳体50的内周面52分隔开,从而形成间隙R1和R2。因此,利用夹具J1至J3,柔性齿轮30和波发生器40能够以刚性齿轮20为基准进行定位。

[0091] 示例

[0092] 实际地检查铰接式多轴机械手的性能改进效果,铰接式多轴机械手中使用了根据第一实施例的制造方法制造的谐波齿轮装置10。

[0093] 位置/路径的重复性是铰接式多轴机械手的性能标准之一(JIS B8432:操作工业机器人-性能标准和相关试验方法)。在该试验中,观察对于给定指令路径在运动路径中的变化。该性能标准显著地影响轴的旋转精度。当轴的旋转精度低时,对于单个指令路径来说运动路径会大大地变化。

[0094] 下表列出了实际运动路径在点A和点B之间的运动中偏离点A和点B之间最短路径的测量偏差量,上述点A和点B位于铰接式多轴机械手的移动范围内。当铰接式多轴机械手在最短路径中移动时偏差量为零。也就是说,较小的偏差量意味着更好的性能。

[0095] 测量路径1和测量路径2是移动路径。每个移动路径设定在两个彼此间隔50mm的点之间。性能评价的结果如表中所列。与使用现有技术(日本专利特开No. 2009-257409)的制造方法制造的谐波齿轮装置的铰接式多轴机械手相比,使用根据本示例的制造方法制造的

谐波齿轮装置的铰接式多轴机械手能够获得改进的结果。

[0096] 表

[0097] (单位:mm)

[0098]

	现有技术的结构/装配	本示例的结构/装配	A点坐标	B点坐标
测量路径1	0.119	0.069	250 0 600	250 0 550
测量路径2	0.069	0.040	450 0 400	450 0 350

[0099] *坐标原点:机械手第一轴和连接表面的交点。

[0100] 在测量路径1中,现有技术的偏差量为0.119mm。其被减小到0.069mm,或者减小大约40%(0.050mm)。在测量路径2中,现有技术的偏差量为0.069mm。其被减小到0.040mm,或者减小大约40%(0.029mm)。因而,能够顺利实行各构件的接合,这在现有技术中不容易实行。

[0101] 因而,与通过接合确定的现有技术相比,可更高精度地相对于刚性齿轮20定位柔性齿轮30和波发生器40。因此,提高了谐波齿轮装置10的旋转精度。这改进了机械手的位置/路径重复性。此外,能够减少装配谐波齿轮装置10需要的时间。这减少了机械手的装配时间。

[0102] 此外,由于间隙R1设置在壳体50中,因此能够在壳体50与夹具J1至J3之间不发生干涉的条件下容易地实行装配。此外,对支撑部件80的外径部(这在现有技术中需要高精度的加工)的加工变得容易。壳体50的高精度加工的部分(设置成用于与刚性齿轮接合)在现有技术中的长度被要求是刚性齿轮长度的两倍。在本实施例中,该高精度加工部分的长度被要求是刚性齿轮长度的大约一半。结果,减少了成本。

[0103] 第二实施例

[0104] 接着,描述根据本发明第二实施例的谐波齿轮装置的制造方法。在上述的第一实施例中,第一定位步骤和第二定位步骤是用不同的夹具J1和J2分别地执行。在第二实施例中,第一定位步骤和第二定位步骤使用公共夹具同时执行。

[0105] 图10是用于说明根据第二实施例的谐波齿轮装置的制作方法的第一定位步骤、第二定位步骤、第二固定步骤和第三固定步骤的视图。图11A至11C示出了公共夹具。在图11A至11C中,图11A是公共夹具的透视图,图11B是公共夹具的剖视图,图11C是公共夹具的平面图。由于谐波齿轮装置的结构与第一实施例相似,因此相同的附图标记表示相同的元件,并省略其描述。在满足以下条件时夹具J1和J2能够彼此一体化:柔性齿轮30的基准面35的直径 $\leq$ 输出部件60的基准面62的直径。因而,在第二实施例中,使用由第一实施例的夹具J1和J2彼此一体化而形成的公共夹具JM。

[0106] 公共夹具(一体的夹具)JM是第一实施例的夹具J1和J2一体形成的夹具。公共夹具JM具有环形部JMA、轴部JMB以及连接部JMC。轴部JMB与环形部JMA同轴。连接部JMC将环形部JMA和轴部JMB彼此连接。环形部JMA的内周面具有公共基准面PM,该公共基准面用作第一实施例中描述的第一基准面和第三基准面。

[0107] 轴部JMB的外周面具有用作第二基准面P2的基准面P2和用作第四基准面的基准面P4,该第四基准面从基准面P2沿轴向移位。

[0108] 与第一实施例的夹具J2相似地,公共夹具JM具有螺栓操作孔H1和例如用作夹具移

除部的螺纹孔H2。

[0109] 在第一定位步骤中,使刚性齿轮20的基准面24和环形部JMA彼此接合,然后使轴部JMB与孔部63接合。这样可使刚性齿轮20的轴线和输出部件60的轴线彼此对齐(在允许范围内)。由于间隙R1设置在壳体50和环形部JMA之间,因此能够在不施加用于定位的过度力的条件下执行定位。

[0110] 在第二定位步骤中,使轴部JMB与形成在柔性齿轮30的连接部32中的孔部34接合,同时使环形部JMA的公共基准面PM和刚性齿轮20的基准面24彼此接合。这样可以定位基准面P4和孔部34的基准面35。

[0111] 在第一和第二定位步骤中,相对于刚性齿轮20定位输出部件60和柔性齿轮30。

[0112] 在第二实施例中,在执行第二固定步骤和第三固定步骤之前,同时执行第一定位步骤和第二定位步骤。也就是说,在不移除公共夹具JM的条件下连续执行第一定位步骤和第二定位步骤。

[0113] 在已经执行了第一定位步骤和第二定位步骤之后,通过螺栓92将轴承70的外圈72固定在壳体50上,通过螺栓93将输出部件60固定在轴承70的内圈71上(第二固定步骤)。此外,利用公共夹具JM的孔H1通过螺栓94将柔性齿轮30固定在输出部件60上(第三固定步骤)。

[0114] 如上所述地,通过使用作为一体化夹具的公共夹具JM,能够以刚性齿轮20的基准面24为基准来同时地固定轴承70、输出部件60和柔性齿轮30。因而,能够进一步减少装配需要的时间。

[0115] 本发明不限于上述实施例,在本发明的技术构思内可以进行多种变化。

[0116] 尽管在上述各实施例中在制出的谐波齿轮装置10中的间隙R1和R2中没有设置材料,但是可以将材料例如绝缘材料(例如,诸如树脂之类的填料)或金属材料设置在间隙R1和R2中。

[0117] 根据本发明,与现有技术相比能够减少制造壳体的工作。这允许刚性齿轮、柔性齿轮和波发生器的中心轴线彼此精确对齐,减少了制造需要的时间。

[0118] 此外,在根据本发明的谐波齿轮装置中,刚性齿轮的外周面和支撑部件的外周面与壳体的内周面分隔开。因此,柔性齿轮和波发生器能够以刚性齿轮为基准进行定位。

[0119] 尽管已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解本发明不限于所公开的示例性实施例。随附权利要求的范围应给予最宽泛的解释,以涵盖所有变例以及等同的结构和功能。

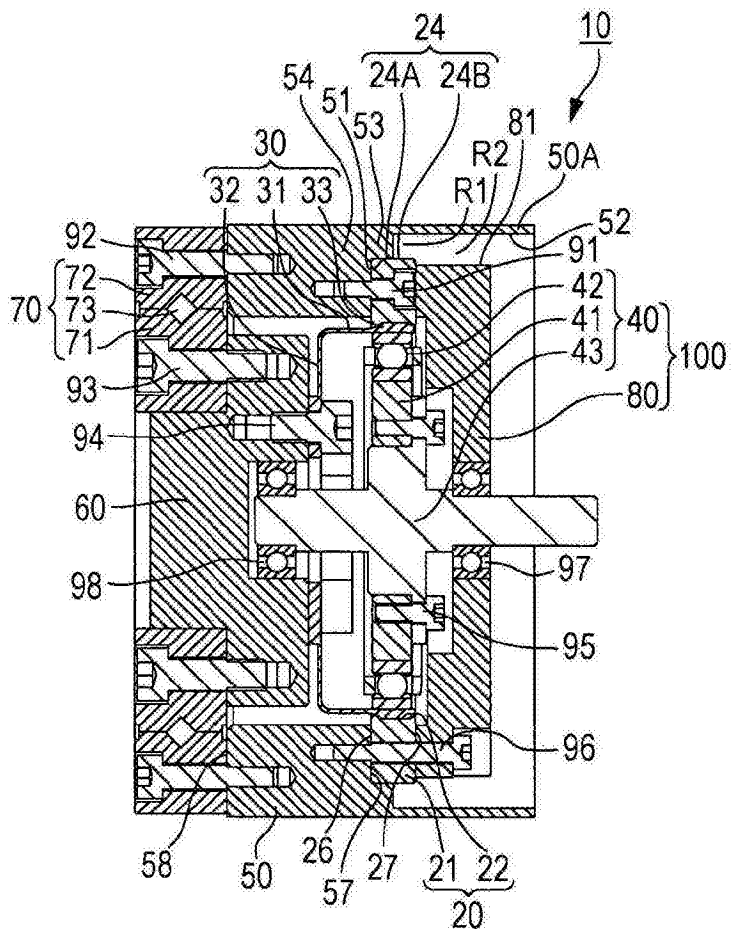


图1A

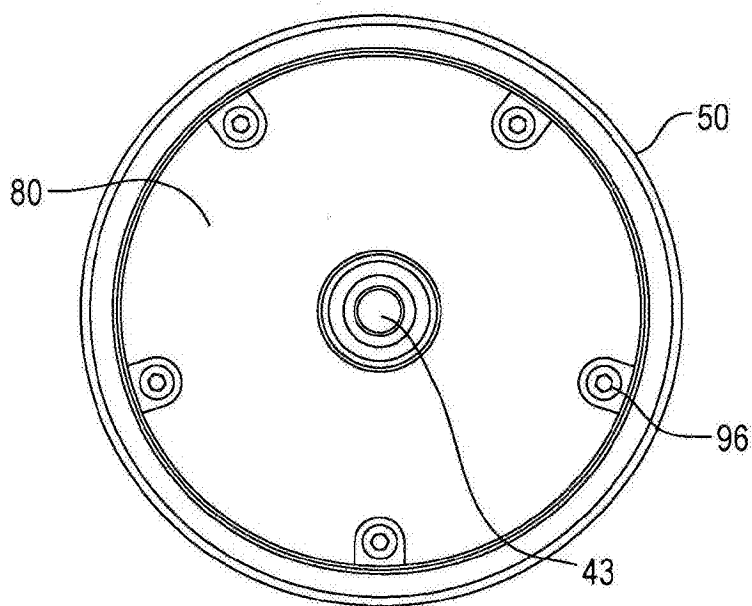


图1B

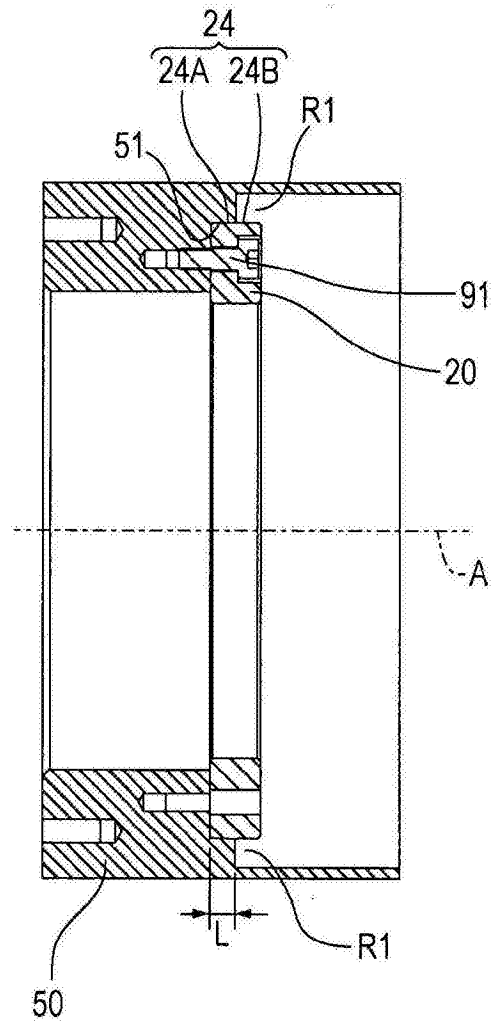


图2

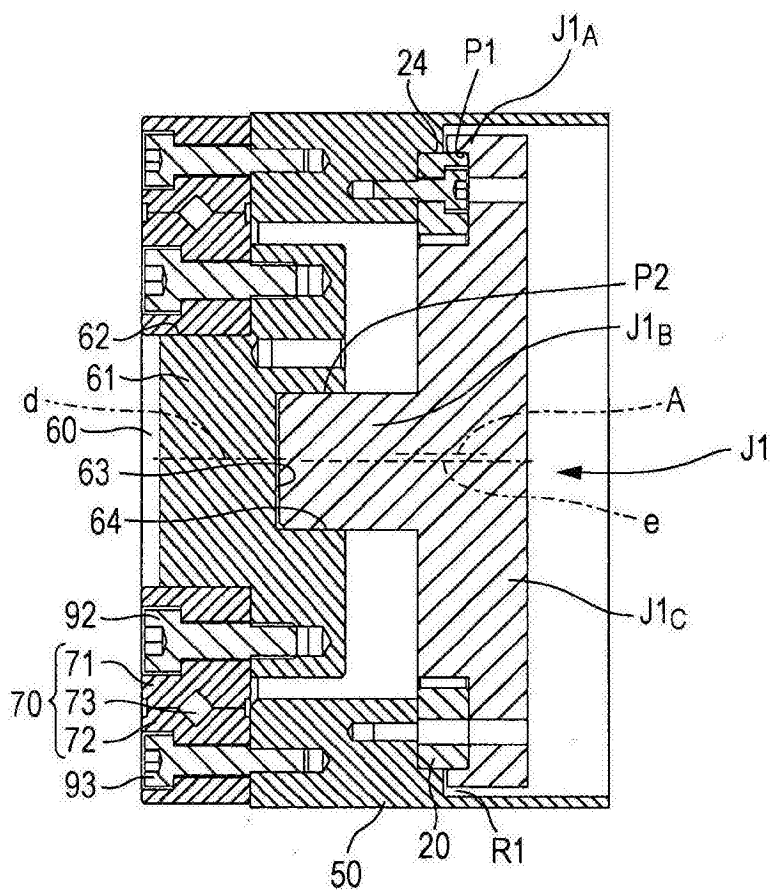


图3

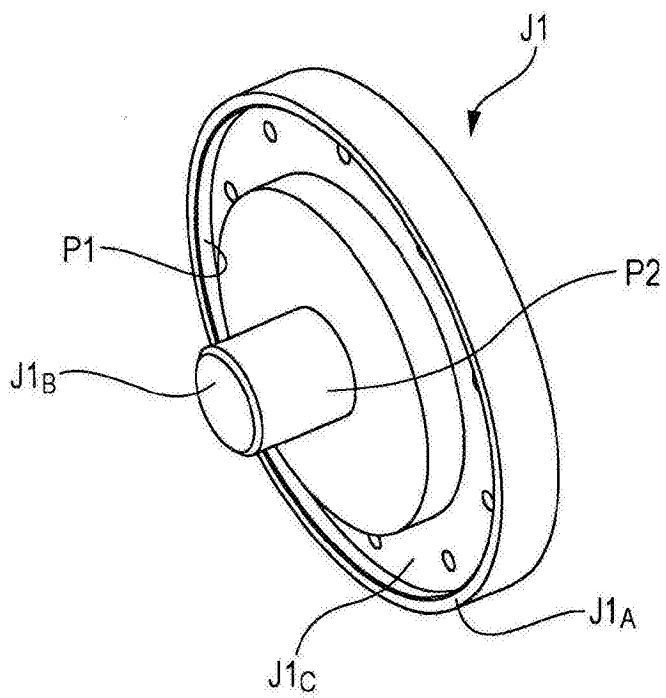


图4A

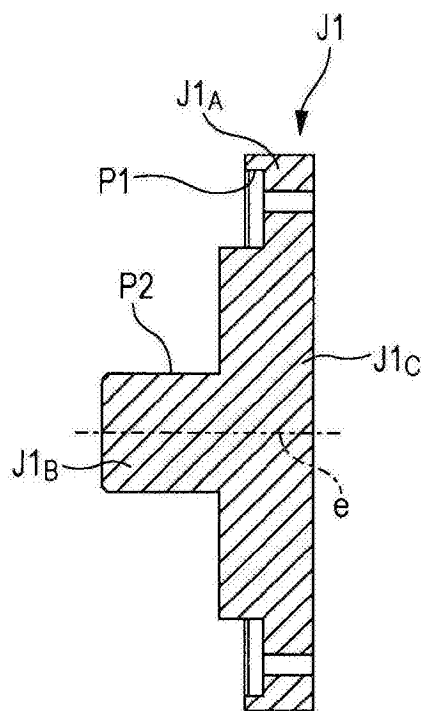


图4B

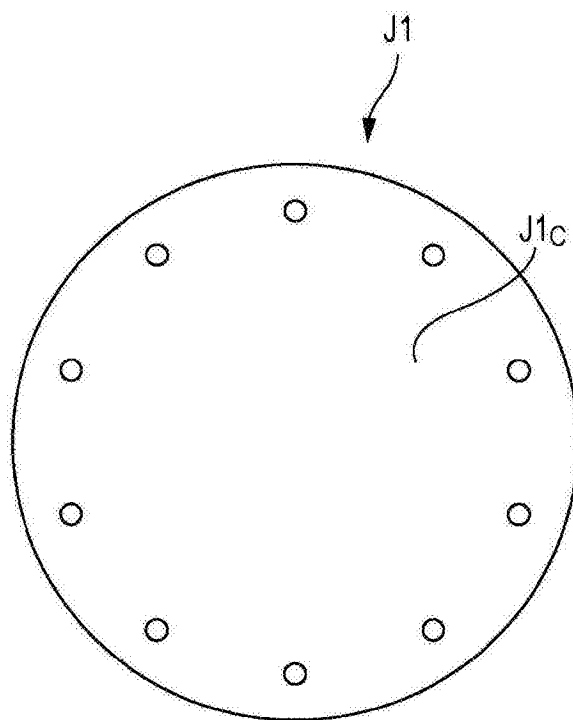


图4C

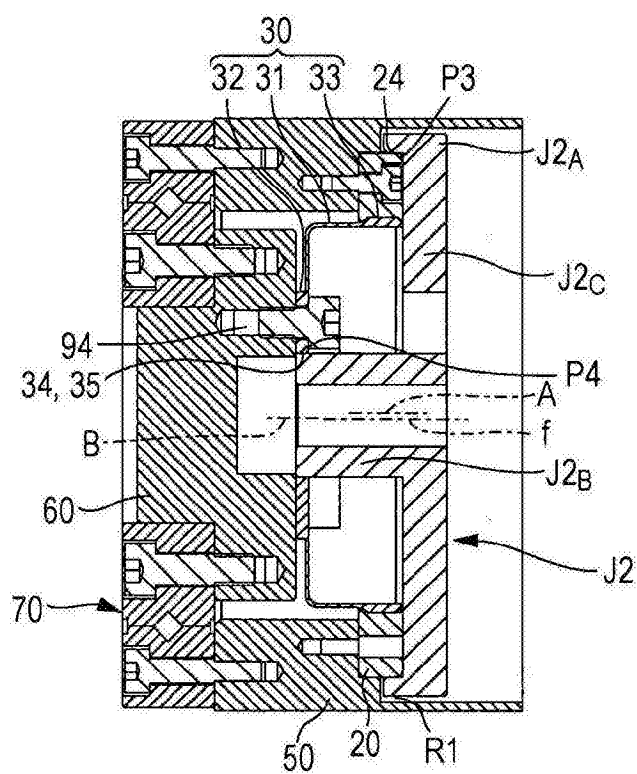


图5A

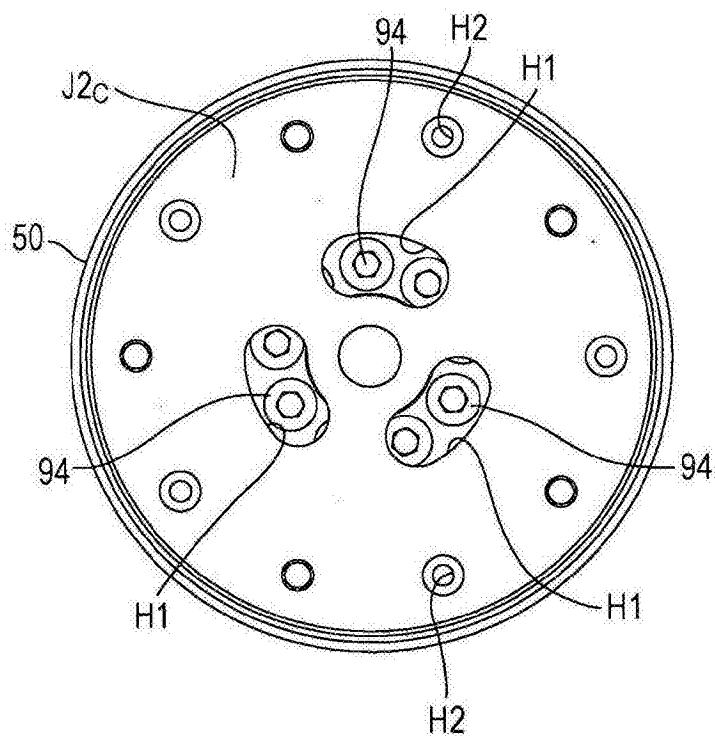


图5B

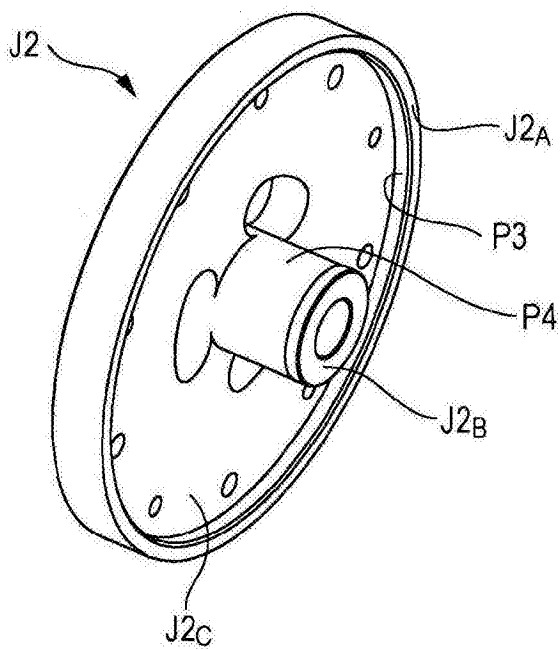


图6A

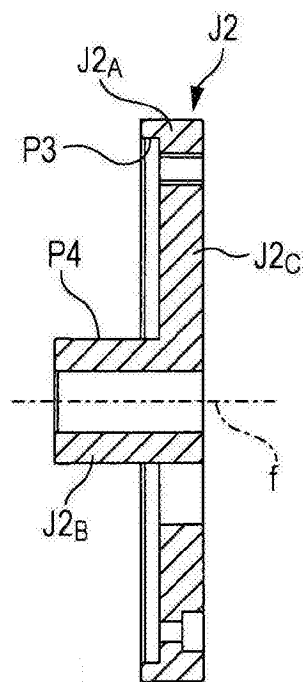


图6B

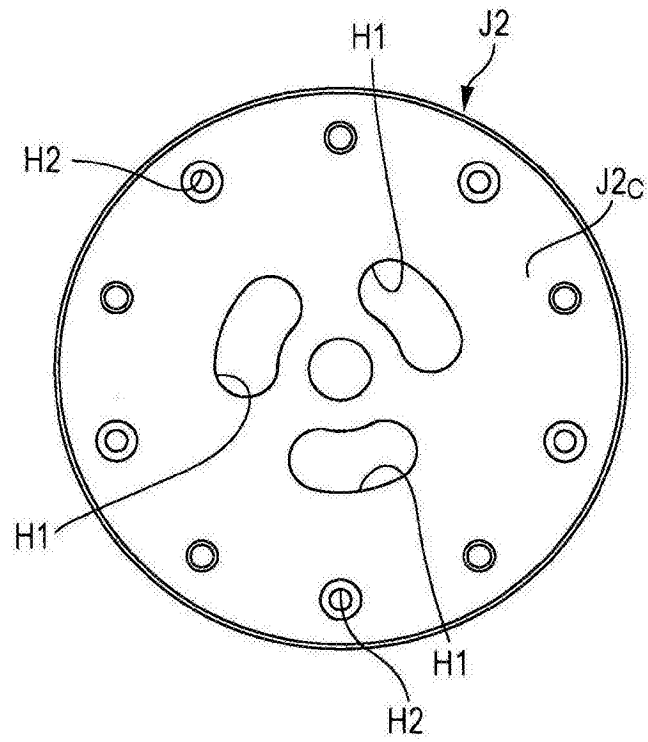


图6C

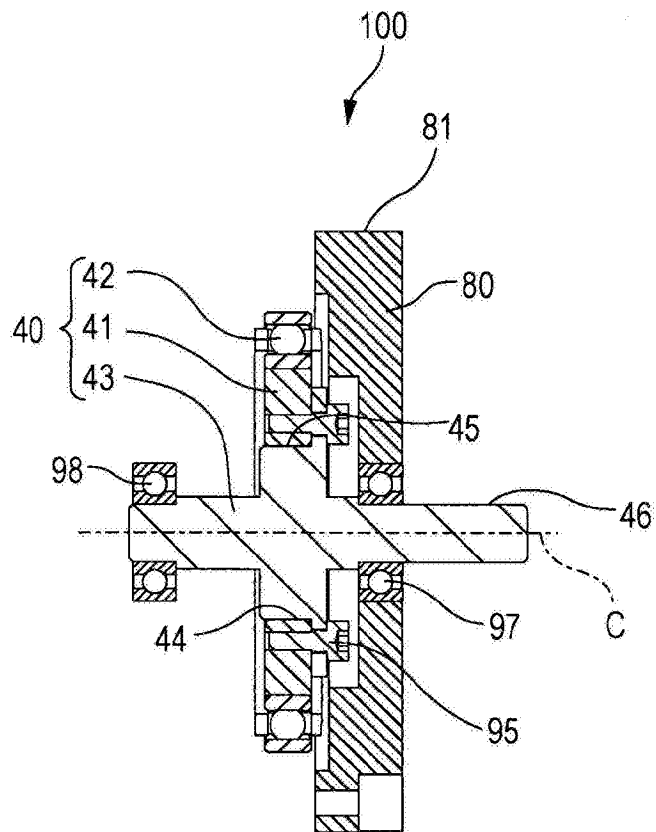


图7

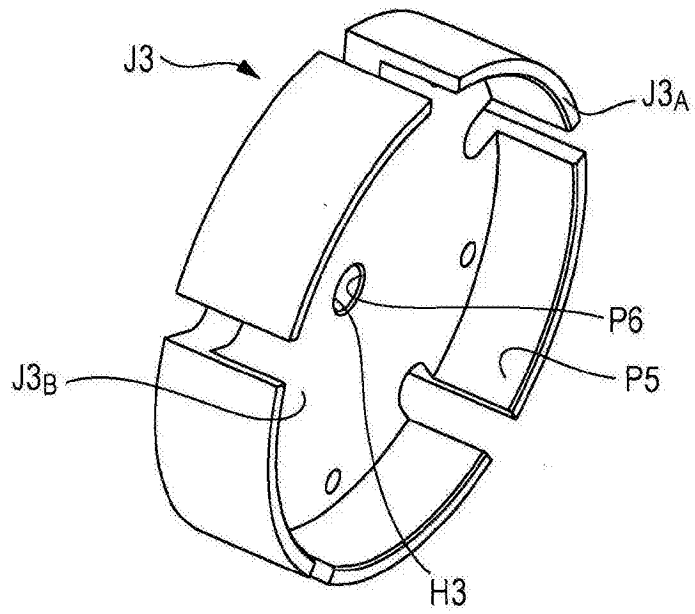


图9A

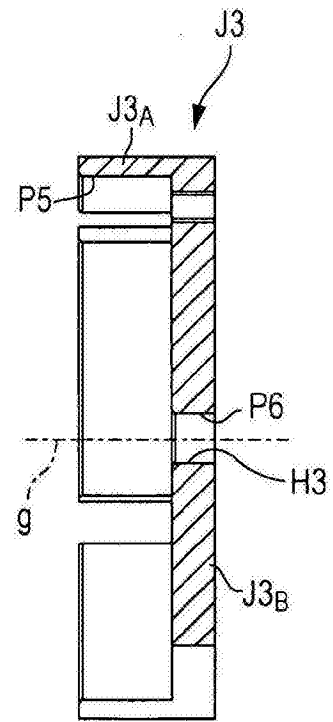


图9B

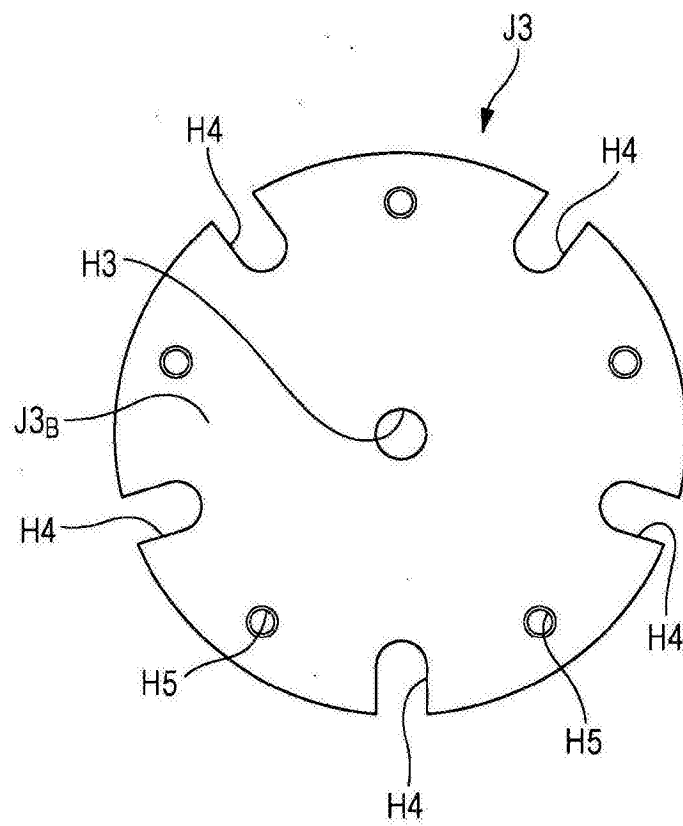


图9C

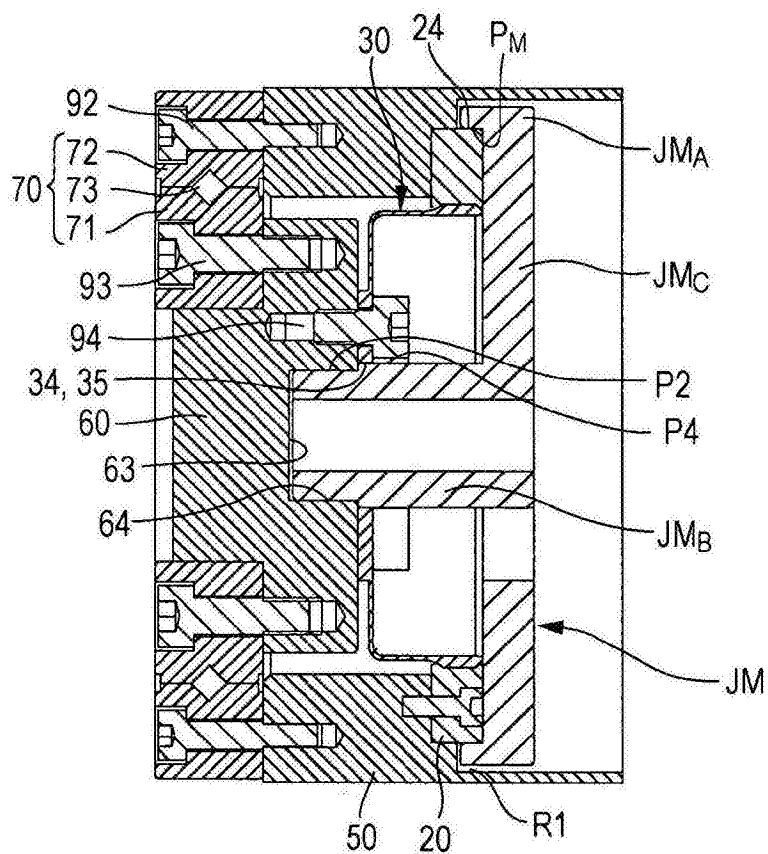


图10

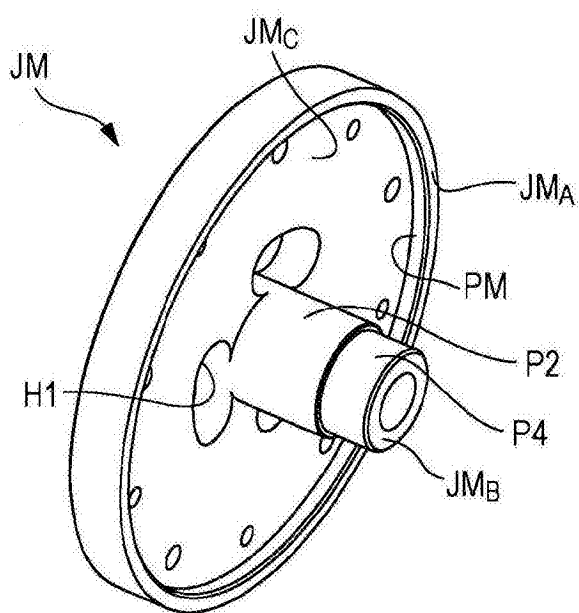


图11A

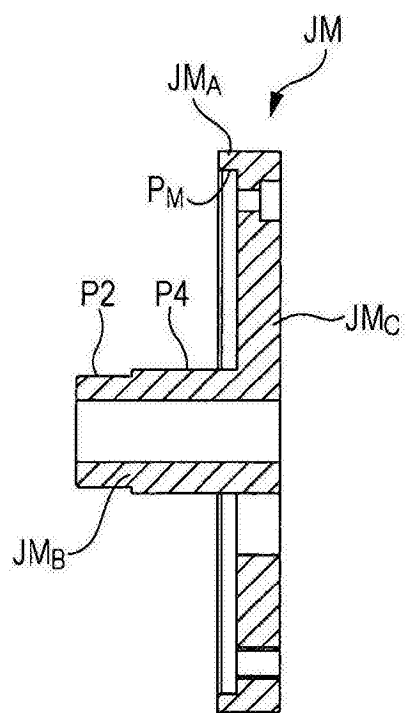


图11B

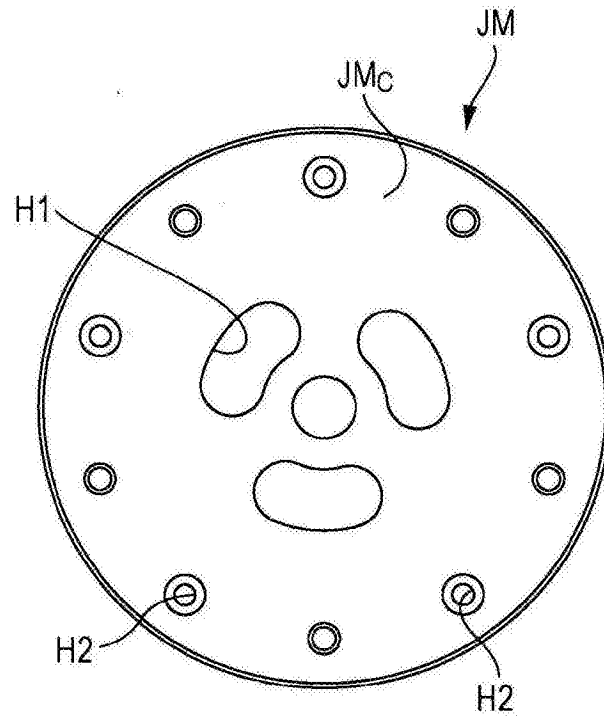


图11C