



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112178155 B

(45) 授权公告日 2024.06.18

(21) 申请号 202010620237.5

(22) 申请日 2020.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112178155 A

(43) 申请公布日 2021.01.05

(30) 优先权数据  
2019-122639 2019.07.01 JP

(73) 专利权人 日本电产新宝株式会社  
地址 日本京都府

(72) 发明人 冈村晖久夫 井上仁

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
专利代理师 于靖帅 黄纶伟

(51) Int.Cl.

F16H 55/17 (2006.01)

F16H 57/08 (2006.01)

F16H 49/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109661528 A, 2019.04.19

JP H09280326 A, 1997.10.28

审查员 陈泽鑫

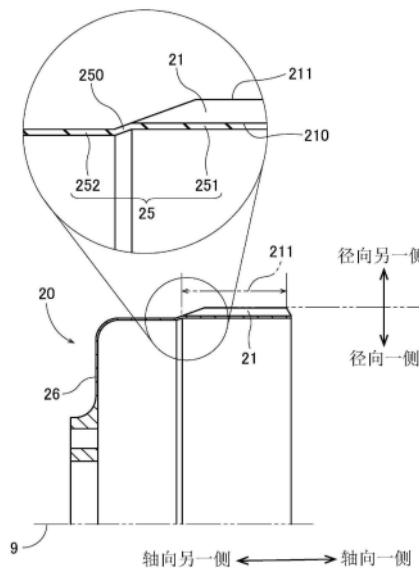
权利要求书3页 说明书13页 附图14页

(54) 发明名称

挠性外齿齿轮以及波动齿轮装置

(57) 摘要

挠性外齿齿轮以及波动齿轮装置。挠性外齿齿轮具有与以中心轴线为中心呈圆环状扩展的刚性内齿齿轮的内齿局部啮合的外齿,随着波动产生器旋转而从径向内侧被推压,在径向上挠曲,一边使内齿与外齿的啮合位置沿周向移动,一边根据齿数不同而相对于刚性内齿齿轮相对旋转。挠性外齿齿轮具有:挠性筒状主体部,沿轴向呈筒状延伸;多个外齿,从挠性筒状主体部轴向一侧端向径向外侧突出;平板部,从挠性筒状主体部轴向另一侧端沿径向扩展。在挠性外齿齿轮以单体配置时,挠性筒状主体部至少一部分具有随着朝向轴向一侧而相对于平板部扩展的径向一侧向径向另一侧倾斜的倾斜部,挠性筒状主体部和外齿齿顶不向径向一侧倾斜地从轴向另一侧端延伸至轴向一侧端。



1. 一种挠性外齿齿轮,该挠性外齿齿轮在外周面具有与形成于以中心轴线为中心呈圆环状扩展的刚性内齿齿轮的内周面的内齿局部啮合的外齿,该挠性外齿齿轮随着波动产生器以所述中心轴线为中心旋转而从径向内侧被按压从而在径向上挠曲,由此一边使所述内齿与所述外齿的啮合位置在周向上移动,一边根据所述内齿与所述外齿的齿数的不同而相对于所述刚性内齿齿轮相对旋转,其中,

该挠性外齿齿轮具有:

挠性筒状主体部,其以所述中心轴线为中心沿轴向呈筒状延伸;

多个所述外齿,它们从所述挠性筒状主体部的轴向一侧的端部向径向外侧突出;以及  
平板部,其从所述挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部沿径向扩展,

在所述挠性外齿齿轮以单体配置的状态下,所述挠性筒状主体部在至少一部分具有随着朝向轴向一侧而相对于所述平板部扩展的径向一侧向径向另一侧倾斜的倾斜部,并且,所述挠性筒状主体部和所述外齿的齿顶以不向径向一侧倾斜的方式从轴向另一侧的端部延伸至轴向一侧的端部。

2. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,

所述径向一侧是径向内侧,

所述平板部从所述挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部向径向内侧扩展,

所述挠性筒状主体部在所述倾斜部处随着朝向轴向一侧而向径向外侧倾斜。

3. 根据权利要求2所述的挠性外齿齿轮,其中,

所述挠性筒状主体部具有:

第1主体部;以及

第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,

所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,

所述外齿的齿底位于比所述第2主体部的外周面靠径向外侧的位置。

4. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,

所述径向一侧是径向外侧,

所述平板部从所述挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部向径向外侧扩展,

所述挠性筒状主体部在所述倾斜部处随着朝向轴向一侧而向径向内侧倾斜。

5. 根据权利要求4所述的挠性外齿齿轮,其中,

所述挠性筒状主体部具有:

第1主体部;以及

第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,

所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,

所述外齿的齿顶位于比所述第2主体部的外周面靠径向内侧的位置。

6. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,

所述挠性筒状主体部具有:

第1主体部;以及

第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,

所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,

所述第2主体部的母线和所述外齿的齿向分别与所述中心轴线平行。

7. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,  
所述挠性筒状主体部具有:  
第1主体部;以及  
第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,  
所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,  
所述第2主体部的母线和所述外齿的齿向分别相对于所述中心轴线向径向倾斜。
8. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,  
所述挠性筒状主体部具有:  
第1主体部;以及  
第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,  
所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,  
所述第1主体部的内周面以所述中心轴线为中心呈圆环状扩展。
9. 根据权利要求1所述的挠性外齿齿轮,其中,  
所述挠性筒状主体部具有:  
第1主体部;以及  
第2主体部,其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置,  
所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出,  
所述第1主体部的内周面具有沿着所述外齿的外形的凹凸形状。
10. 根据权利要求1至9中的任意一项所述的挠性外齿齿轮,其中,  
所述挠性外齿齿轮的材料是树脂。
11. 根据权利要求1至9中的任意一项所述的挠性外齿齿轮,其中,  
所述挠性外齿齿轮的材料是金属玻璃。
12. 一种波动齿轮装置,其具有:  
权利要求1至11中的任意一项所述的挠性外齿齿轮;  
所述刚性内齿齿轮;以及  
所述波动产生器,  
所述波动产生器具有非正圆凸轮,该非正圆凸轮以所述中心轴线为中心旋转并且具有根据周向的位置而不同的外径,  
随着所述非正圆凸轮的旋转,所述内齿与所述外齿的啮合位置沿周向移动。
13. 一种波动齿轮装置,其具有:  
权利要求1至11中的任意一项所述的挠性外齿齿轮;  
所述刚性内齿齿轮;以及  
所述波动产生器,  
所述波动产生器具有:  
多个轴承,它们以所述中心轴线为中心相互在周向上隔开间隔地配置;以及  
行星架,其固定在以所述中心轴线为中心旋转的输入部上,分别保持所述多个轴承,  
所述多个轴承与所述挠性外齿齿轮直接或间接接触并且从所述输入部经由所述行星架而旋转,从而在以所述中心轴线为中心公转的同时自转。
14. 根据权利要求13所述的波动齿轮装置,其中,

所述波动产生器还具有固定在所述多个轴承的外圈上的辊，  
所述多个轴承经由所述辊与所述挠性外齿齿轮间接接触。

15. 一种波动齿轮装置，其具有：

权利要求1所述的挠性外齿齿轮；

所述刚性内齿齿轮；以及

所述波动产生器，

所述挠性筒状主体部具有：

第1主体部；以及

第2主体部，其位于比所述第1主体部靠轴向另一侧的位置，

所述外齿从所述第1主体部的外周面向径向外侧突出，

在所述内齿与所述外齿在周向上啮合的位置，延长所述内齿的齿向而得的直线与延长  
所述外齿的齿向而得的直线在所述中心轴线上的一点交叉。

16. 一种波动齿轮装置，其具有：

权利要求4或5所述的挠性外齿齿轮；

所述刚性内齿齿轮；以及

所述波动产生器，

在所述内齿与所述外齿在周向上啮合的位置，所述内齿的齿向和所述外齿的齿向分别  
与所述中心轴线平行。

## 挠性外齿齿轮以及波动齿轮装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及挠性外齿齿轮以及波动齿轮装置。

### 背景技术

[0002] 以往,公知有具有刚性内齿齿轮和挠性外齿齿轮的波动齿轮装置。这种波动齿轮装置主要用作减速器。例如,在日本特开2010-190373号公报中公开了现有的波动齿轮装置。该日本特开2010-190373号公报所公开的波动齿轮装置(1)具有环状的刚性内齿齿轮(2)、杯状或帽状的挠性外齿齿轮(3、3A)、波动产生器(4)。

[0003] 杯状的挠性外齿齿轮(3)具有圆筒状的主体部(31)、与该主体部(31)的一端连续的环状的隔膜(32)、一体形成于该隔膜(32)的中心部分的圆环状的毂(33)、形成于主体部(31)的开口部(34)的外周面的外齿(35)。帽状的挠性外齿齿轮(3A)是隔膜(32A)向半径方向的外侧扩展而成的环状板,具有在其外周缘一体地形成有环状的毂(33A)的形状。挠性外齿齿轮(3)通过波动产生器(4)弯曲成椭圆形,位于该椭圆形的长轴(3a)上的外齿(35)与刚性内齿齿轮(2)的内齿(21)啮合。

[0004] 专利文献1:日本特开2010-190373号公报

[0005] 通常,挠性外齿齿轮具有如上所述的复杂形状,并且要求高精度,因此在制造时需要高度的加工技术。因此,难以通过铸造或冲压加工等进行成型,有可能增加制造成本。在日本特开2010-190373号公报中也记载了如下内容:作为挠性外齿齿轮(3、3A)的材料,使用硬度在40~50的范围内的材料,如果使用硬度超过50的材料,则难以成型挠性外齿齿轮(3、3A)。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种能够不依赖于所使用的材料或硬度而容易地制造挠性外齿齿轮的技术。

[0007] 本发明是一种挠性外齿齿轮,该挠性外齿齿轮在外周面具有与形成于以中心轴线为中心呈圆环状扩展的刚性内齿齿轮的内周面的内齿局部啮合的外齿,该挠性外齿齿轮随着波动产生器以所述中心轴线为中心旋转而从径向内侧被按压从而在径向上挠曲,由此一边使所述内齿与所述外齿的啮合位置在周向上移动,一边根据所述内齿与所述外齿的齿数的不同而相对于所述刚性内齿齿轮相对旋转,其中,该挠性外齿齿轮具有:挠性筒状主体部,其以所述中心轴线为中心沿轴向呈筒状延伸;多个所述外齿,它们从所述挠性筒状主体部的轴向一侧的端部向径向外侧突出;以及平板部,其从所述挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部沿径向扩展,在所述挠性外齿齿轮以单体配置的状态下,所述挠性筒状主体部在至少一部分具有随着朝向轴向一侧而相对于所述平板部扩展的径向一侧向径向另一侧倾斜的倾斜部,并且,所述挠性筒状主体部和所述外齿的齿顶以不向径向一侧倾斜的方式从轴向另一侧的端部延伸至轴向一侧的端部。

[0008] 根据本发明,通过使用能够相互沿轴向分割的一对模具,能够通过铸造或冲压加

工等成型挠性外齿齿轮。由此,能够容易地制造挠性外齿齿轮。

### 附图说明

- [0009] 图1是第1实施方式的波动齿轮装置的纵剖视图。  
[0010] 图2是第1实施方式的波动齿轮装置的横剖视图。  
[0011] 图3是第1实施方式的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0012] 图4是第1实施方式的挠性外齿齿轮的横剖视图。  
[0013] 图5是示出第1实施方式的挠性外齿齿轮的成型时的样子的纵剖视图。  
[0014] 图6是变形例的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0015] 图7是变形例的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0016] 图8是变形例的挠性外齿齿轮的横剖视图。  
[0017] 图9是第2实施方式的波动齿轮装置的纵剖视图。  
[0018] 图10是第2实施方式的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0019] 图11是示出第2实施方式的挠性外齿齿轮的成型时的样子的纵剖视图。  
[0020] 图12是变形例的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0021] 图13是变形例的挠性外齿齿轮的局部纵剖视图。  
[0022] 图14是第3实施方式的波动齿轮装置的纵剖视图。  
[0023] 图15是第3实施方式的波动齿轮装置的横剖视图。  
[0024] 图16是第4实施方式的波动齿轮装置的纵剖视图。  
[0025] 标号说明  
[0026] 9、9B、9C、9D:中心轴线;10、10B、10C、10D:刚性内齿齿轮;11、11B、11C、11D:内齿;16B:轴承;19C:旋转轴线;20、20B、20C、20D:挠性外齿齿轮;21、21B、21C、21D:外齿;25、25B、25C、25D:挠性筒状主体部;26、26B、26C、26D:平板部;30、30B、30C、30D:波动产生器;31、31B:非正圆凸轮;32、32B:波动轴承;33C、33D:行星架;34C、34D:支承销;35C、35D:轴承;36D:辊;90、90B:空洞;91、91B:第1模具;92、92B:第2模具;100、100B、100C、100D:波动齿轮装置;101、101B、101C、101D:输入部;102、102B:贯通孔;103、103B:键;151B、151D:第1连结部;152B、152D:第2连结部;153B:贯通孔;210:齿底;211、211B:齿顶;250、250B、250C、250D:倾斜部;251、251B:第1主体部;252、252B:第2主体部;260B:贯通孔;321、321B:内圈;322、322B:滚珠;323、323B:外圈;351C:内圈;352C:滚珠;353C、353D:外圈;910、910B:端面;911、911B:突出部;920、920B:端面;921、921B:突出部。

### 具体实施方式

[0027] 以下,参照附图对本申请的例示的实施方式进行说明。另外,在本申请中,将与后述的波动齿轮装置的中心轴线平行的方向称为“轴向”,将与波动齿轮装置的中心轴线垂直的方向称为“径向”,将沿着以波动齿轮装置的中心轴线为中心的圆弧的方向称为“周向”。另外,在本申请中,在后述的图1、图3、图5、图6、图7、图9、图10、图11、图12、图13、图14、图16中,将轴向作为左右方向,将右侧作为“轴向一侧”,将左侧作为“轴向另一侧”,说明各部的形状和位置关系。但是,并没有通过该左右方向的定义,限定本发明的波动齿轮装置在使用时的朝向的意图。另外,在本申请中,“平行的方向”也包含大致平行的方向。另外,在本申请

中,“垂直的方向”也包含大致垂直的方向。

[0028] <1.第1实施方式>

[0029] <1-1.波动齿轮装置的结构>

[0030] 以下,对本发明的第1实施方式的波动齿轮装置100的结构进行说明。图1是第1实施方式的波动齿轮装置100的纵剖视图。图2是从轴向观察图1的I-I位置时的波动齿轮装置100的横剖视图。另外,在图2中,示意性地表示后述的内齿11以及外齿21的形状。另外,在第1实施方式中,将径向内侧定义为“径向一侧”,将径向外侧定义为“径向另一侧”。

[0031] 本实施方式的波动齿轮装置100是利用后述的刚性内齿齿轮10和后述的挠性外齿齿轮20的差动,对输入的旋转运动进行变速的装置。波动齿轮装置100例如组装在小型机器人的关节中,用作对从电动机得到的旋转运动进行减速并输出的减速器。但是,本发明的波动齿轮装置100也可以组装在辅助套装、转台、机床的分度盘、轮椅、无人搬运车等其他设备中,实现各种旋转运动。

[0032] 如图1以及图2所示,波动齿轮装置100具有刚性内齿齿轮10、挠性外齿齿轮20、波动产生器30。另外,在波动齿轮装置100上设置有用于从外部获得动力的输入部101。输入部101例如与电动机的旋转部连接,以中心轴线9为中心沿轴向以圆柱状延伸。另外,输入部101以中心轴线9为中心旋转。

[0033] 刚性内齿齿轮10是以中心轴线9为中心呈圆环状扩展的部件。刚性内齿齿轮10的刚性远远高于后述的挠性筒状主体部25的刚性。因此,刚性内齿齿轮10可以被认为是实质上刚性的。如图2所示,在刚性内齿齿轮10的内周面上形成有多个内齿11。多个内齿11沿着周向以一定的间距排列。另外,在刚性内齿齿轮10上设置有多个(在本实施方式中为8个)贯通孔102。多个贯通孔102以中心轴线9为中心在周向上等间隔地排列。另外,各贯通孔102沿轴向贯通刚性内齿齿轮10。刚性内齿齿轮10通过将插入8个贯通孔102的每一个的螺钉螺纹固定在配置有波动齿轮装置100的箱体上而固定在该箱体上。

[0034] 挠性外齿齿轮20具有挠性筒状主体部25、多个外齿21和平板部26。挠性筒状主体部25是以中心轴线9为中心沿轴向呈筒状延伸的部位。另外,挠性筒状主体部25是具有挠性且能够在径向上挠曲的圆筒状的部分。在挠性筒状主体部25的外周面上形成有多个外齿21。多个外齿21分别从挠性筒状主体部25的轴向一侧的端部向径向外侧(径向另一侧)突出。另外,多个外齿21沿着周向以一定的间距排列。平板部26是从挠性筒状主体部25的轴向另一侧的端部向径向内侧(径向一侧)扩展的部位。另外,平板部26是比挠性筒状主体部25更难以挠曲平板状的部分。

[0035] 如图1所示,挠性筒状主体部25的轴向一侧的端部配置在刚性内齿齿轮10的径向内侧。上述刚性内齿齿轮10所具有的内齿11的齿数与该挠性外齿齿轮20所具有的外齿21的齿数稍有不同。在平板部26的中央固定有用于取出减速后的动力的输出轴(省略图示)。挠性外齿齿轮20的详细结构将在后面叙述。

[0036] 波动产生器30是用于使挠性外齿齿轮20挠曲变形的机构。波动产生器30具有非正圆凸轮31和波动轴承32。

[0037] 非正圆凸轮31是以中心轴线9为中心呈环状扩展的部件。非正圆凸轮31的内周面例如使用沿轴向延伸的固定部件的键103以不能相互相对旋转的方式固定在输入部101的外周面上。由此,非正圆凸轮31与输入部101一起以中心轴线9为中心以减速前的转速旋转。

但是,非正圆凸轮31也可以使用粘接或压入等其他方法固定在输入部101上。本实施方式的非正圆凸轮31具有椭圆形的凸轮轮廓。即,非正圆凸轮31具有根据周向的位置而不同的外径。

[0038] 波动轴承32是位于刚性内齿齿轮10以及挠性筒状主体部25的径向内侧的挠性轴承。波动轴承32具有内圈321、多个滚珠322和能够弹性变形的圈323。内圈321固定于非正圆凸轮31的外周面。多个滚珠322介于内圈321与外圈323之间,沿周向排列。外圈323经由内圈321和滚珠322弹性变形(挠曲变形),以反映旋转的非正圆凸轮31的凸轮轮廓。另外,外圈323与在挠性筒状主体部25中的在外周面形成有外齿21的部位的內周面接触。这样,本实施方式的波动轴承32使用球轴承。但是,也可以使用滚柱轴承等其他方式的轴承来代替球轴承。

[0039] 在这种结构的波动齿轮装置100中,当上述输入部101以减速前的转速旋转时,波动产生器30的非正圆凸轮31以及波动轴承32一体地以中心轴线9为中心旋转。另外,伴随波动产生器30的以中心轴线9为中心的旋转,从径向内侧按压挠性筒状主体部25,由此挠性筒状主体部25沿径向挠曲,从轴向观察变形为椭圆状。而且,在非正圆凸轮31所成的椭圆的长轴的两端的两处的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20的外齿21与刚性内齿齿轮10的内齿11啮合。在非正圆凸轮31所成的椭圆的短轴的两端的两处的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20的外齿21与刚性内齿齿轮10的内齿11不啮合。即,在本实施方式中,外齿21与内齿11在周向上相互局部啮合。另外,在本实施方式中,在周向上的内齿11与外齿21啮合的位置,内齿11的齿向和外齿21的齿向分别与中心轴线9平行。

[0040] 当非正圆凸轮31旋转时,非正圆凸轮31所成的椭圆的长轴的两端的位置沿周向移动,因此外齿21与内齿11的啮合位置也沿周向移动。在此,如上所述,刚性内齿齿轮10的内齿11的齿数与挠性外齿齿轮20的外齿21的齿数稍微不同。因此,在非正圆凸轮31每旋转一周时,内齿11与外齿21的啮合位置稍微变化。另一方面,在本实施方式中,刚性内齿齿轮10固定在配置波动齿轮装置100的箱体上,因此不沿周向旋转。结果,挠性外齿齿轮20和输出轴相对于刚性内齿齿轮10以减速的转速旋转。即,挠性外齿齿轮20以及输出轴一边使挠性外齿齿轮20的外齿21与刚性内齿齿轮10的内齿11的啮合位置沿周向移动,一边根据外齿21与内齿11的齿数的不同而相对于刚性内齿齿轮10相对旋转。

[0041] <1-2. 挠性外齿齿轮的详细的结构>

[0042] 接着,对挠性外齿齿轮20的详细结构进行说明。图3是第1实施方式挠性外齿齿轮20的局部纵剖视图。图4是第1实施方式挠性外齿齿轮20的横剖视图。另外,以下,也适当参照图1以及图2进行说明。进而,以下,对挠性外齿齿轮20与刚性内齿齿轮10以及波动产生器30一起组装前的状态、即在波动齿轮装置100的制造前以单体配置的状态的挠性外齿齿轮20进行记载。

[0043] 如图3所示,本实施方式挠性筒状主体部25具有第1主体部251和第2主体部252。多个外齿21分别从第1主体部251的外周面向径向外侧突出。第2主体部252位于比第1主体部251靠轴向另一侧的位置。另外,挠性外齿齿轮20的外齿21的齿底210位于比第2主体部252的外周面靠径向外侧的位置。本实施方式的第1主体部251的母线、第2主体部252的母线以及外齿21的齿向分别与中心轴线9平行。

[0044] 另外,如图3所示,在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,在挠性筒状主体部25

的至少一部分形成有倾斜部250。倾斜部250是随着朝向轴向一侧而相对于平板部26扩展的径向内侧向径向外侧倾斜的部位。在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,本实施方式的挠性筒状主体部25以及外齿21的齿顶211不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。

[0045] 本实施方式的挠性外齿齿轮20以金属玻璃为材料,通过铸造制造。由此,与树脂制的挠性外齿齿轮相比,能够提高挠性外齿齿轮20的弹性以及强度。另外,能够改善制造挠性外齿齿轮20后的、与刚性内齿齿轮10以及波动产生器30一起组装后的状态下的、挠性外齿齿轮20的外齿21与刚性内齿齿轮10的内齿11的啮合状态,并且能够提高耐久性。

[0046] 图5是示出第1实施方式的挠性外齿齿轮20的成型时的样子的纵剖视图。如图5所示,在通过铸造成型挠性外齿齿轮20时,首先,准备成型用的第1模具91以及第2模具92。第1模具91沿着中心轴线9在轴向上以圆柱状延伸。另外,第1模具91在轴向一侧的端部附近具有沿周向的全周向径向外侧突出的突出部911。第2模具92以中心轴线9为中心向径向外侧以圆盘板状扩展。第2模具92在径向外侧的端部附近具有遍及周向的整周向轴向一侧突出的突出部921。

[0047] 接着,使第1模具91的突出部911的轴向另一侧的端面910与第2模具92的突出部921的轴向一侧的端面920接触。由此,在第1模具91和第2模具92的轴向之间形成空洞90。进而,在空洞90内流入高温的液体状的金属玻璃。然后,使该流动状态的金属玻璃遍布空洞90内后,进行冷却、固化。由此,得到沿着第1模具91和第2模具92的形状形成的挠性外齿齿轮20。

[0048] 进而,通过使第1模具91和第2模具92在轴向上分离,取出挠性外齿齿轮20。在此,如上所述,本实施方式的挠性筒状主体部25以及外齿21的齿顶211不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部到轴向一侧的端部延伸。因此,在将第1模具91以及第2模具92相互沿轴向拆下时,不会成为挠性筒状主体部25的一部分钩挂于第1模具91或第2模具92等的障碍。另外,如上所述,在挠性筒状主体部25的一部分形成有随着朝向轴向一侧而向径向外侧倾斜的倾斜部250。由此,能够更容易地将第1模具91以及第2模具92沿轴向卸下。

[0049] 但是,挠性外齿齿轮20的形状并不限于于此。图6以及图7分别是变形例的挠性外齿齿轮20的局部纵剖视图。在图6的例子中,第1主体部251的母线、第2主体部252的母线以及外齿21的齿向分别相对于中心轴线9向径向倾斜。但是,在本变形例中,在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,挠性筒状主体部25以及外齿21的齿顶211不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20时,在将第1模具91以及第2模具92相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25一部分不会成为钩挂于第1模具91或第2模具92等的障碍。另外,在本变形例中,在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,遍及挠性筒状主体部25的整体,形成有随着朝向轴向一侧而向径向外侧倾斜的倾斜部250。由此,能够更容易地将第1模具91以及第2模具92沿轴向卸下。

[0050] 在图7的例子中,多个外齿21分别从挠性筒状主体部25的轴向的整体向径向外侧突出。即,本变形例的挠性筒状主体部25整体成为第1主体部251。另外,第1主体部251的母线以及外齿21的齿向分别相对于中心轴线9向径向倾斜。但是,在本变形例中,在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,挠性筒状主体部25以及外齿21的齿顶211不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20时,在将第1

模具91以及第2模具92相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25的一部分不会成为钩挂于第1模具91或第2模具92等的障碍。另外,在挠性外齿齿轮20以单体配置的状态下,遍及挠性筒状主体部25的整体,形成有随着朝向轴向一侧而向径向外侧倾斜的倾斜部250。由此,能够更容易地将第1模具91以及第2模具92沿轴向拆下,提高作业性。

[0051] 在通过铸造成型挠性外齿齿轮20之后,进一步对外齿21的表面进行机械加工等,由此提高外齿21的尺寸精度。另外,如图4所示,在外齿21形成后,第1主体部251的内周面以中心轴线9为中心呈圆环状扩展,成为无凹凸的环状。即,外齿21具有实心结构。

[0052] 如上所述,在本实施方式中,通过对挠性外齿齿轮20的挠性筒状主体部25的形状进行研究,能够与所使用的材料或硬度无关地使用一对第1模具91和第2模具92容易地制造挠性外齿齿轮20。即,在本实施方式中,能够通过铸造容易地成型挠性外齿齿轮20,因此能够抑制制造成本。另外,挠性外齿齿轮20也可以以树脂为材料,通过注射成型来制造。由此,能够使挠性外齿齿轮20进一步轻量化。

[0053] 另外,挠性外齿齿轮20也可以通过冲压加工成型。在该情况下,通过用第1模具91和第2模具92沿轴向夹入金属玻璃制的板,能够生成挠性外齿齿轮20。图8是通过冲压加工而生成的挠性外齿齿轮20的横剖视图。如图8所示,在通过冲压加工制造挠性外齿齿轮20的情况下,第1主体部251的内周面具有沿着外齿21的外形的凹凸形状。即,本变形例的外齿21具有中空结构。在外齿21具有中空结构的情况下,外齿21容易挠曲,因此能够改善制造挠性外齿齿轮20后的、与刚性内齿齿轮10以及波动产生器30一起组装后的状态下的、与刚性内齿齿轮10的内齿11的啮合状态。另外,能够抑制与刚性内齿齿轮10的内齿11啮合时的挠性外齿齿轮20中的应力的偏差。由此,能够防止挠性外齿齿轮20破损。

[0054] <2. 第2实施方式>

[0055] <2-1. 波动齿轮装置的结构>

[0056] 接着,对本发明的第2实施方式的波动齿轮装置100B的结构进行说明。另外,以下,以与第1实施方式的不同点为中心进行说明,对于与第1实施方式同等的部分,省略一部分的重复说明。图9是第2实施方式的波动齿轮装置100B的纵剖视图。在该第2实施方式中,将径向外侧定义为“径向一侧”,将径向内侧定义为“径向另一侧”。

[0057] 如图9所示,波动齿轮装置100B具有刚性内齿齿轮10B、第1连结部151B、第2连结部152B、挠性外齿齿轮20B、波动产生器30B。

[0058] 刚性内齿齿轮10B是以中心轴线9B为中心呈圆环状扩展的部件。在刚性内齿齿轮10B的内周面上形成有多个内齿11B。多个内齿11B沿着周向以一定的间距排列。另外,在刚性内齿齿轮10B上设置有多个贯通孔102B。多个贯通孔102B以中心轴线9B为中心在周向上等间隔地排列。另外,各贯通孔102B沿轴向贯通刚性内齿齿轮10B。刚性内齿齿轮10B通过将插入多个贯通孔102B的各个贯通孔的螺钉螺纹固定在与刚性内齿齿轮10B的轴向另一侧相邻的第1连结部151B上而固定在第1连结部151B上。在刚性内齿齿轮10B的轴向一侧固定有用于取出减速后的动力的输出轴(省略图示)。

[0059] 第1连结部151B是以中心轴线9B为中心沿轴向呈圆筒状延伸的部件。在第1连结部151B的径向外侧配置有第2连结部152B。第2连结部152B具有比第1连结部151B的外径稍大的内径,是以中心轴线9B为中心沿轴向呈圆筒状延伸的部件。第1连结部151B以及第2连结部152B均具有高刚性。在第2连结部152B上设置有用于插入螺钉(省略图示)的多个贯通孔

153B。各贯通孔153B沿轴向贯通第2连结部152B。

[0060] 第1连结部151B通过轴承16B可旋转地连接到第2连结部152B。本实施方式的轴承16B使用交叉滚子轴承。如图9所示,轴承16B在第2连结部152B的内周面与第1连结部151B的外周面之间具有多个圆筒滚子161B。多个圆筒滚子161B在交替改变朝向的同时配置在设置于第2连结部152B的内周面的环状的V槽和设置于第1连结部151B的外周面的环状的V槽之间。由此,允许第1连结部151B相对于第2连结部152B旋转,并且将第2连结部152B和第1连结部151B高刚性地连接。这样的交叉滚子轴承即使不像球轴承那样使用一对,也能够轴向和径向上得到充分的刚性。即,通过使用交叉滚子轴承,能够减少设置在波动齿轮装置100B上的轴承(bearing)的数量。由此,能够降低轴承16B的重量,且能够抑制轴承16B的轴向的尺寸。

[0061] 挠性外齿齿轮20B具有挠性筒状主体部25B、多个外齿21B和平板部26B。挠性筒状主体部25B是以中心轴线9B为中心沿轴向呈筒状延伸的部位。另外,挠性筒状主体部25B是具有挠性且能够在径向上挠曲的圆筒状的部分。在挠性筒状主体部25B的外周面上形成有多个外齿21B。多个外齿21B分别从挠性筒状主体部25B的轴向一侧的端部向径向外侧(径向一侧)突出。另外,多个外齿21B沿着周向以一定的间距排列。

[0062] 平板部26B是从挠性筒状主体部25B的轴向另一侧的端部向径向外侧(径向一侧)扩展的部位。另外,平板部26B是比挠性筒状主体部25B难以挠曲平板状的部分。在平板部26B的径向外侧的壁厚的部位设置有多个贯通孔260B。各贯通孔260B沿轴向贯通平板部26B。并且,平板部26B通过将插入第2连结部152B的贯通孔153B以及平板部26B的贯通孔260B中的螺钉螺纹固定在配置有波动齿轮装置100B的箱体上,从而沿轴向固定在该箱体上。

[0063] 如图9所示,挠性筒状主体部25B的轴向一侧的端部配置在刚性内齿齿轮10B的径向内侧。上述刚性内齿齿轮10B所具有的内齿11B的齿数与该挠性外齿齿轮20B所具有的外齿21B的齿数稍有不同。挠性外齿齿轮20B的详细结构将在后面叙述。

[0064] 波动产生器30B是用于使挠性外齿齿轮20B挠曲变形的机构。波动产生器30B具有非正圆凸轮31B和波动轴承32B。

[0065] 非正圆凸轮31B是以中心轴线9B为中心呈环状扩展的部件。非正圆凸轮31B的内周面例如使用沿轴向延伸的固定部件的键103B,相互不能相对旋转地固定在用于从波动齿轮装置100B的外部获得动力的输入部101B的外周面上。由此,非正圆凸轮31B与输入部101B一起以中心轴线9B为中心以减速前的转速旋转。但是,非正圆凸轮31B也可以使用粘接或压入等其他方法固定在输入部101B上。本实施方式的非正圆凸轮31B具有椭圆形的凸轮轮廓。即,非正圆凸轮31B具有根据周向位置而不同的外径。

[0066] 波动轴承32B是位于刚性内齿齿轮10B以及挠性筒状主体部25B的径向内侧的挠性轴承。波动轴承32B具有内圈321B、多个滚珠322B和能够弹性变形的圈323B。内圈321B固定于非正圆凸轮31B的外周面。多个滚珠322B介于内圈321B与圈323B之间,沿周向排列。圈323B经由内圈321B和滚珠322B弹性变形(挠曲变形),以反映旋转的非正圆凸轮31B的凸轮轮廓。另外,圈323B与挠性筒状主体部25B中的在外周面形成外齿21B的部位的内周面接触。这样,在本实施方式的波动轴承32B中使用球轴承。但是,也可以使用滚柱轴承等其他方式的轴承来代替球轴承。

[0067] 在这种结构的波动齿轮装置100B中,当上述输入部101B以减速前的转速旋转时,波动产生器30B的非正圆凸轮31B以及波动轴承32B一体地以中心轴线9B为中心旋转。另外,伴随波动产生器30B的以中心轴线9B为中心的旋转,从径向内侧按压挠性筒状主体部25B,由此挠性筒状主体部25B沿径向挠曲,从轴向观察变形为椭圆状。而且,在非正圆凸轮31B所成的椭圆的长轴的两端的两处的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20B的外齿21B与刚性内齿齿轮10B的内齿11B啮合。在非正圆凸轮31B所成的椭圆的短轴的两端的两处的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20B的外齿21B与刚性内齿齿轮10B的内齿11B不啮合。即,在本实施方式中,外齿21B与内齿11B在周向上相互部分啮合。另外,在本实施方式中,在周向上内齿11B与外齿21B啮合的位置,内齿11B的齿向和外齿21B的齿向分别与中心轴线9B平行。

[0068] 当非正圆凸轮31B旋转时,非正圆凸轮31B所成的椭圆的长轴的两端的位置沿周向移动,因此外齿21B与内齿11B的啮合位置也沿周向移动。在此,如上所述,刚性内齿齿轮10B的内齿11B的齿数与挠性外齿齿轮20B的外齿21B的齿数稍微不同。因此,在非正圆凸轮31B每旋转一周时,内齿11B与外齿21B的啮合位置稍微变化。另一方面,在本实施方式中,挠性外齿齿轮20B与第2连结部152B一起固定在配置有波动齿轮装置100B的箱体上,因此不沿周向旋转。结果,刚性内齿齿轮10B和输出轴相对于挠性外齿齿轮20B以减速的转速旋转。即,刚性内齿齿轮10B以及输出轴一边使挠性外齿齿轮20B的外齿21B与刚性内齿齿轮10B的内齿11B的啮合位置沿周向移动,一边根据外齿21B与内齿11B的齿数的不同而相对于挠性外齿齿轮20B相对旋转。

[0069] <2-2. 挠性外齿齿轮的详细的结构>

[0070] 接着,对挠性外齿齿轮20B的详细结构进行说明。图10是第2实施方式的挠性外齿齿轮20B的局部纵剖视图。另外,以下,也适当参照图9进行说明。进而,以下,对挠性外齿齿轮20B与刚性内齿齿轮10B以及波动产生器30B一起组装前的状态、即在波动齿轮装置100B的制造前以单体配置的状态的挠性外齿齿轮20B进行记载。

[0071] 如图10所示,本实施方式的挠性筒状主体部25B具有第1主体部251B和第2主体部252B。多个外齿21B分别从第1主体部251B的外周面向径向外侧突出。第2主体部252B位于比第1主体部251B靠轴向另一侧的位置。另外,本实施方式的挠性外齿齿轮20B的外齿21B的齿顶211B位于比第2主体部252B的外周面靠径向内侧的位置。本实施方式的第1主体部251B的母线、第2主体部252B的母线以及外齿21B的齿向分别与中心轴线9B平行。

[0072] 另外,如图10所示,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,在挠性筒状主体部25B的至少一部分形成有倾斜部250B。倾斜部250B是随着朝向轴向一侧而相对于平板部26B扩展的径向外侧向径向内侧倾斜的部位。在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,本实施方式的挠性筒状主体部25B以及外齿21B的齿顶211B不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。

[0073] 本实施方式的挠性外齿齿轮20B以金属玻璃为材料,通过铸造制造。由此,与树脂制的挠性外齿齿轮相比,能够提高挠性外齿齿轮20B的弹性以及强度。另外,能够改善制造挠性外齿齿轮20B后的、与刚性内齿齿轮10B以及波动产生器30B一起组装后的状态下的、挠性外齿齿轮20B的外齿21B与刚性内齿齿轮10B的内齿11B的啮合状态,并且提高耐久性。

[0074] 图11是示出第2实施方式的挠性外齿齿轮20B的成型时的情况的纵剖视图。如图11所示,在通过铸造成型挠性外齿齿轮20B时,首先,准备成型用的第1模具91B以及第2模具

92B。第1模具91B以中心轴线9B为中心沿径向以圆盘板状扩展。第1模具91B在径向外侧的端部附近具有遍及周向的全周向轴向另一侧突出的突出部911B。第2模具92B沿着中心轴线9B在轴向上以圆柱状延伸。另外,第2模具92B在轴向另一侧的端部附近具有沿周向的整周向径向外侧突出的突出部921B。

[0075] 接着,使第1模具91B的突出部911B的轴向另一侧的端面910B与第2模具92B的突出部921B的轴向一侧的端面920B接触。由此,在第1模具91B和第2模具92B的轴向之间形成空洞90B。进而,在空洞90B内流入高温液体状的金属玻璃。然后,使该流动状态的金属玻璃遍布空洞90B内后,进行冷却、固化。由此,得到沿着第1模具91B以及第2模具92B的形状形成的挠性外齿齿轮20B。

[0076] 进而,通过使第1模具91B和第2模具92B在轴向上分离,取出挠性外齿齿轮20B。在此,如上所述,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,本实施方式的挠性筒状主体部25B以及外齿21B的齿顶211B不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部延伸至轴向一侧的端部。因此,在将第1模具91B以及第2模具92B相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25B的一部分不会成为钩挂于第1模具91B或第2模具92B等的障碍。另外,如上所述,在挠性筒状主体部25B的一部分形成有随着朝向轴向一侧而向径向内侧倾斜的倾斜部250B。由此,能够在轴向上更容易地拆卸第1模具91B以及第2模具92B。

[0077] 但是,挠性外齿齿轮20B的形状并不限于此。图12以及图13分别是变形例的挠性外齿齿轮20B的局部纵剖视图。在图12的例子中,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,挠性筒状主体部25B以及外齿21B的齿顶211B不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20B时,在将第1模具91B以及第2模具92B相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25B的一部分不会成为钩挂于第1模具91B或第2模具92B等的障碍。另外,在本变形例中,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,遍及挠性筒状主体部25B的整体,形成有随着朝向轴向一侧而向径向内侧倾斜的倾斜部250B。由此,能够在轴向上更容易地拆卸第1模具91B以及第2模具92B。

[0078] 在图13的例子中,多个外齿21B分别从挠性筒状主体部25B的轴向整体向径向外侧突出。即,本变形例的挠性筒状主体部25B整体成为第1主体部251B。在本变形例中,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,挠性筒状主体部25B以及外齿21B的齿顶211B不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20B时,在将第1模具91B以及第2模具92B相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25B的一部分不会成为钩挂于第1模具91B或第2模具92B等的障碍。另外,在挠性外齿齿轮20B以单体配置的状态下,遍及挠性筒状主体部25B的整体,形成有随着朝向轴向一侧而向径向内侧倾斜的倾斜部250B。由此,能够更容易地将第1模具91B以及第2模具92B沿轴向卸下,作业性提高。

[0079] 在通过铸造成型挠性外齿齿轮20B之后,进一步对外齿21B的表面进行机械加工等,由此提高外齿21B的尺寸精度。如上所述,在本实施方式中,通过对挠性外齿齿轮20B的挠性筒状主体部25B的形状进行设计,能够与所使用的材料或硬度无关地使用一对第1模具91B和第2模具92B容易地制造挠性外齿齿轮20B。即,在本实施方式中,能够通过铸造容易地成型挠性外齿齿轮20B,因此能够抑制制造成本。另外,挠性外齿齿轮20B也可以以树脂为材料,通过注射成型来制造。由此,能够使挠性外齿齿轮20B进一步轻量化。

[0080] 另外,挠性外齿齿轮20B也可以通过冲压加工成型。在该情况下,通过用第1模具

91B和第2模具92B沿轴向夹入金属玻璃制的板,能够生成挠性外齿齿轮20B。

[0081] <3.第3实施方式>

[0082] 接着,对本发明的第3实施方式的波动齿轮装置100C的结构进行说明。另外,以下,以与第1实施方式以及第2实施方式的不同点为中心进行说明,对于与第1实施方式以及第2实施方式同等的部分,省略重复说明。另外,在第3实施方式中,将径向内侧定义为“径向一侧”,将径向外侧定义为“径向另一侧”。

[0083] 图14是第3实施方式的波动齿轮装置100C的纵剖视图。图15是从轴向观察图14的II-II位置时的波动齿轮装置100C的横剖视图。另外,在图15中,示意性地表示后述的内齿11C以及外齿21C的形状。如图14以及图15所示,波动齿轮装置100C具有刚性内齿齿轮10C、挠性外齿齿轮20C、波动产生器30C。本实施方式的波动齿轮装置100C主要是波动产生器30C的结构与上述第1实施方式不同。另外,在波动齿轮装置100C上设置有用于从外部获得动力的输入部101C。输入部101C以中心轴线9C为中心旋转。

[0084] 由于刚性内齿齿轮10C具有与第1实施方式的刚性内齿齿轮10相同的结构,因此省略重复说明。

[0085] 挠性外齿齿轮20C也具有与第1实施方式的挠性外齿齿轮20相同的结构。即,挠性外齿齿轮20C具有挠性筒状主体部25C、多个外齿21C和平板部26C。多个外齿21C分别从挠性筒状主体部25C的轴向一侧的端部向径向外侧突出。在平板部26C的中央固定有用于取出减速后的动力的输出轴(省略图示)。

[0086] 另外,与第1实施方式以及第2实施方式同样,本实施方式的挠性外齿齿轮20C以金属玻璃为材料,通过铸造来制造。由此,与树脂制的挠性外齿齿轮相比,能够提高挠性外齿齿轮20C的弹性以及强度。另外,能够改善制造挠性外齿齿轮20C后的、与刚性内齿齿轮10C以及波动产生器30C一起组装后的状态下的、挠性外齿齿轮20C的外齿21C与刚性内齿齿轮10C的内齿11C的啮合状态,并且提高耐久性。

[0087] 另外,与第1实施方式同样,在挠性外齿齿轮20C以单体配置的状态下,在挠性筒状主体部25C的至少一部分形成有倾斜部。倾斜部是随着朝向轴向一侧而相对于平板部26C扩展的径向内侧向径向外侧倾斜的部位。进而,在挠性外齿齿轮20C以单体配置的状态下,本实施方式的挠性筒状主体部25C以及外齿21C的齿顶不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20C时,在将具有与第1实施方式的第1模具91以及第2模具92相同的结构的一对模具相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25C的一部分不会成为钩挂于该一对模具等的障碍。另外,在挠性外齿齿轮20C以单体配置的状态下,通过在挠性筒状主体部25C形成上述倾斜部250C,能够更容易地将该一对模具沿轴向卸下。

[0088] 波动产生器30C是用于使挠性外齿齿轮20C挠曲变形的机构。本实施方式的波动产生器30C具有圆环状的行星架33C、多个(在本实施方式中为两个)支承销34C、多个(在本实施方式中为两个)轴承35C。

[0089] 行星架33C是分别保持两个轴承35C的部件。行星架33C在挠性筒状主体部25C的径向内侧,以相互不能相对旋转的方式固定在输入部101C的外周面上。由此,行星架33C与输入部101C一起以中心轴线9C为中心以减速前的转速旋转。

[0090] 两个支承销34C相对于中心轴线9C相互位于相反侧。各支承销34C以相对于中心轴

线9C倾斜的姿势固定在行星架33C上。具体而言,支承销34C的轴向一侧的端部比支承销34C的轴向另一侧的端部远离中心轴线9C。并且,各支承销34C的轴向另一侧的端部固定在行星架33C上。

[0091] 在各支承销34C的轴向一侧的端部安装有轴承35C。即,两个轴承35C以中心轴线9C为中心相互在周向上隔开180度的间隔配置。各轴承35C位于刚性内齿齿轮10C以及挠性筒状主体部25C的径向内侧。另外,各轴承35C具有内圈351C、多个滚珠352C、外圈353C。内圈351C固定在各支承销34C的外周面上。多个滚珠352C介于内圈351C与外圈353C之间。由此,各轴承35C的外圈353C能够以支承销34C为中心旋转(自转)。即,本实施方式的外圈353C以随着朝向轴向一侧而距中心轴线9C的距离变大的方式,以相对于中心轴线9C倾斜的旋转轴线19C为中心旋转(自转)。这样,轴承35C使用球轴承。但是,也可以使用滚柱轴承等其他方式的轴承来代替球轴承。

[0092] 在这种结构的波动齿轮装置100C中,当上述输入部101C以减速前的转速旋转时,首先,各轴承35C从输入部101C经由行星架33C以及支承销34C,以中心轴线9C为中心以减速前的转速公转(旋转)。另外,各轴承35C的外圈353C与挠性筒状主体部25C中的刚性内齿齿轮10C的内齿11C和挠性外齿齿轮20C的外齿21C的后述的啮合位置的内周面直接接触而承受摩擦力。由此,各轴承35C通过该摩擦力而自转。即,各轴承35C在以中心轴线9C为中心公转的同时自转。

[0093] 另外,伴随波动产生器30C的两个轴承35C的以中心轴线9C为中心的旋转(公转),从径向内侧按压挠性筒状主体部25C,由此挠性筒状主体部25C沿径向挠曲,从轴向观察变形为椭圆状。而且,挠性筒状主体部25C在两个轴承35C的径向外侧附近,向随着朝向轴向一侧的端部而扩径的方向倾斜。由此,如图15所示,在两个轴承35C的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20C的外齿21C与刚性内齿齿轮10C的内齿11C啮合。另外,在本实施方式中,在内齿11C与外齿21C在周向上啮合的位置,延长了内齿11C的齿向而得的直线与延长了外齿21C的齿向而得的直线在中心轴线9C上的一点交叉。

[0094] 另外,在挠性筒状主体部25C中,在周向上的以中心轴线9C为中心从两个轴承35C沿周向离开90度左右的位置的径向外侧,挠性外齿齿轮20C的外齿21C与刚性内齿齿轮10C的内齿11C不啮合。即,外齿21C与内齿11C在周向上相互部分啮合。

[0095] 当两个轴承35C公转时,外齿21C与内齿11C的啮合位置也沿周向移动。在此,刚性内齿齿轮10C的内齿11C的齿数与挠性外齿齿轮20C的外齿21C的齿数稍微不同。因此,在各轴承35C每进行一次公转时,内齿11C与外齿21C啮合的位置稍微变化。另一方面,在本实施方式中,刚性内齿齿轮10C固定在配置波动齿轮装置100C的箱体上,因此不沿周向旋转。结果,挠性外齿齿轮20C和输出轴相对于刚性内齿齿轮10C以减速的转速旋转。即,挠性外齿齿轮20C以及输出轴一边使挠性外齿齿轮20C的外齿21C与刚性内齿齿轮10C的内齿11C的啮合位置沿周向移动,一边根据外齿21C与内齿11C的齿数的不同而相对于刚性内齿齿轮10C相对旋转。

[0096] <4. 第4实施方式>

[0097] 接着,对本发明的第4实施方式的波动齿轮装置100D的结构进行说明。另外,以下,以与第1实施方式~第3实施方式的不同点为中心进行说明,对于与第1实施方式~第3实施方式同等的部分,省略重复说明。另外,在第4实施方式中,将径向外侧定义为“径向一侧”,

将径向内侧定义为“径向另一侧”。

[0098] 图16是第4实施方式的波动齿轮装置100D的纵剖视图。如图16所示,波动齿轮装置100D具有刚性内齿齿轮10D、第1连结部151D、第2连结部152D、挠性外齿齿轮20D、波动产生器30D。刚性内齿齿轮10D、第1连结部151D、第2连结部152D以及挠性外齿齿轮20D具有与第2实施方式刚性内齿齿轮10B、第1连结部151B、第2连结部152B以及挠性外齿齿轮20B相同的结构。另外,在波动齿轮装置100D上设置有用于从外部获得动力的输入部101D。输入部101D以中心轴线9D为中心旋转。在刚性内齿齿轮10D的轴向一侧固定有用于取出减速后的动力的输出轴(省略图示)。

[0099] 本实施方式的挠性外齿齿轮20D具有挠性筒状主体部25D、多个外齿21D和平板部26D。多个外齿21D分别从挠性筒状主体部25D的轴向一侧的端部向径向外侧突出。

[0100] 另外,与第1实施方式~第3实施方式同样,本实施方式的挠性外齿齿轮20D以金属玻璃为材料,通过铸造来制造。由此,与树脂制的挠性外齿齿轮相比,能够提高挠性外齿齿轮20D的弹性以及强度。另外,能够改善制造挠性外齿齿轮20D后的、与刚性内齿齿轮10D以及波动产生器30D一起组装后的状态下的、挠性外齿齿轮20D的外齿21D与刚性内齿齿轮10D的内齿11D的啮合状态,并且提高耐久性。

[0101] 另外,与第2实施方式同样,在挠性外齿齿轮20D以单体配置的状态下,在挠性筒状主体部25D的至少一部分形成有倾斜部。倾斜部是随着朝向轴向一侧而相对于平板部26D扩展的径向外侧向径向内侧倾斜的部位。进而,在挠性外齿齿轮20D以单体配置的状态下,本实施方式的挠性筒状主体部25D以及外齿21D的齿顶不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部延伸至轴向一侧的端部。因此,在制造挠性外齿齿轮20D时,在将具有与第2实施方式的第1模具91B以及第2模具92B相同的结构的一对模具相互沿轴向卸下时,挠性筒状主体部25D的一部分不会成为钩挂于该一对模具等的障碍。另外,在挠性外齿齿轮20D以单体配置的状态下,通过在挠性筒状主体部25D形成上述倾斜部250D,能够更容易地将该一对模具沿轴向卸下。

[0102] 本实施方式的波动产生器30D除了圆环状的行星架33D、多个(在本实施方式中为两个)支承销34D以及多个(在本实施方式中为两个)轴承35D之外,还具有固定在各轴承35D的外圈353D上的辊36D。本实施方式行星架33D、支承销34D以及两个轴承35D具有与第3实施方式的行星架33C、支承销34C以及两个轴承35C同等的结构。

[0103] 在波动齿轮装置100D中,当上述输入部101D以减速前的转速旋转时,首先,各轴承35D从输入部101D经由行星架33D以及支承销34D,以中心轴线9D为中心以减速前的转速公转(旋转)。另外,各轴承35D的外圈353D经由上述辊36D与挠性筒状主体部25D中的刚性内齿齿轮10D的内齿11D和挠性外齿齿轮20D的外齿21D的后述的啮合位置的内周面间接地接触而受到摩擦力。由此,各轴承35D以及辊36D通过该摩擦力而自转。即,各轴承35D以及辊36D在以中心轴线9D为中心公转的同时自转。

[0104] 另外,伴随波动产生器30D的两个轴承35D以及辊36D的以中心轴线9D为中心的旋转(公转),从径向内侧按压挠性筒状主体部25D,由此挠性筒状主体部25D沿径向挠曲,从轴向观察变形为椭圆状。而且,在两个轴承35D以及辊36D的径向外侧附近,挠性外齿齿轮20D的外齿21D与刚性内齿齿轮10D的内齿11D啮合。另外,在挠性筒状主体部25D中,周向上的、以中心轴线9D为中心从两个轴承35D沿周向离开90度左右的位置的径向外侧附近,挠性外

齿齿轮20D的外齿21D与刚性内齿齿轮10D的内齿11D不啮合。即,外齿21D与内齿11D在周向上相互部分啮合。

[0105] 当两个轴承35D以及辊36D公转时,外齿21D与内齿11D的啮合位置也沿周向移动。在此,刚性内齿齿轮10D的内齿11D的齿数与挠性外齿齿轮20D的外齿21D的齿数稍微不同。因此,在各轴承35D以及辊36D每进行一次公转时,内齿11D与外齿21D的啮合位置稍微变化。另一方面,在本实施方式中,挠性外齿齿轮20D与第2连结部152D一起固定在配置有波动齿轮装置100D的箱体上,因此不沿周向旋转。结果,刚性内齿齿轮10D和上述输出轴相对于挠性外齿齿轮20D以减速的转速旋转。即,刚性内齿齿轮10D以及输出轴一边使挠性外齿齿轮20D的外齿21D与刚性内齿齿轮10D的内齿11D的啮合位置沿周向移动,一边根据外齿21D与内齿11D的齿数的不同而相对于挠性外齿齿轮20D相对旋转。

[0106] <5.变形例>

[0107] 以上,对本发明的例示性实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式。

[0108] 在上述实施方式中,以金属玻璃为材料,通过铸造或冲压加工来制造挠性外齿齿轮。但是,除了上述铸造或冲压加工以外,也可以通过拉深加工来制造挠性外齿齿轮。

[0109] 如上所述,第1实施方式以及第3实施方式的挠性外齿齿轮具有平板部从挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部向径向内侧扩展的所谓“杯状”。另外,在挠性外齿齿轮以单体配置的状态下,挠性筒状主体部以及外齿的齿顶具有不向径向内侧缩径地从轴向另一侧的端部到轴向一侧的端部延伸的结构。另外,第2实施方式以及第4实施方式的挠性外齿齿轮具有平板部从挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部向径向外侧扩展的所谓“帽形状”。另外,在挠性外齿齿轮以单体配置的状态下,挠性筒状主体部以及外齿的齿顶具有不向径向外侧扩径地从轴向另一侧的端部到轴向一侧的端部延伸的结构。即,本发明的挠性外齿齿轮具有从挠性筒状主体部的轴向另一侧的端部向径向一侧扩展的平板部,并且,在以单体配置的状态下,挠性筒状主体部以及外齿的齿顶只要具有不向径向一侧倾斜地从轴向另一侧的端部延伸到轴向一侧的端部的结构即可。

[0110] 在上述实施方式中,在挠性外齿齿轮的挠性筒状主体部的至少一部分或全部设置有一个倾斜部。但是,设置在挠性筒状主体部上的倾斜部的数量也可以是2个以上。

[0111] 另外,关于波动齿轮装置的细部的形状,也可以与上述实施方式的各图所示的形状不同。

[0112] 产业上的可利用性

[0113] 本申请可用于挠性外齿齿轮和波动齿轮装置。

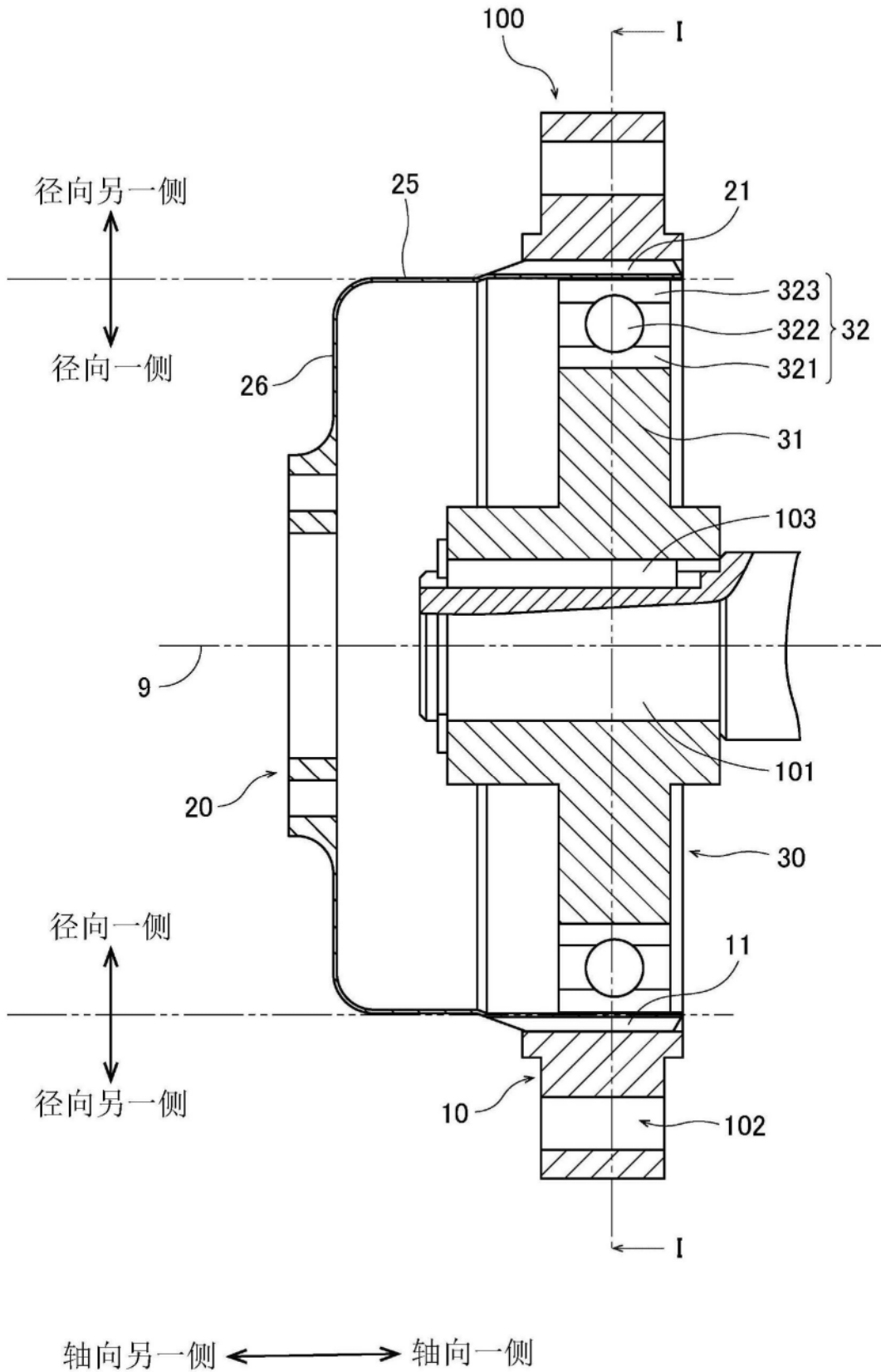


图1



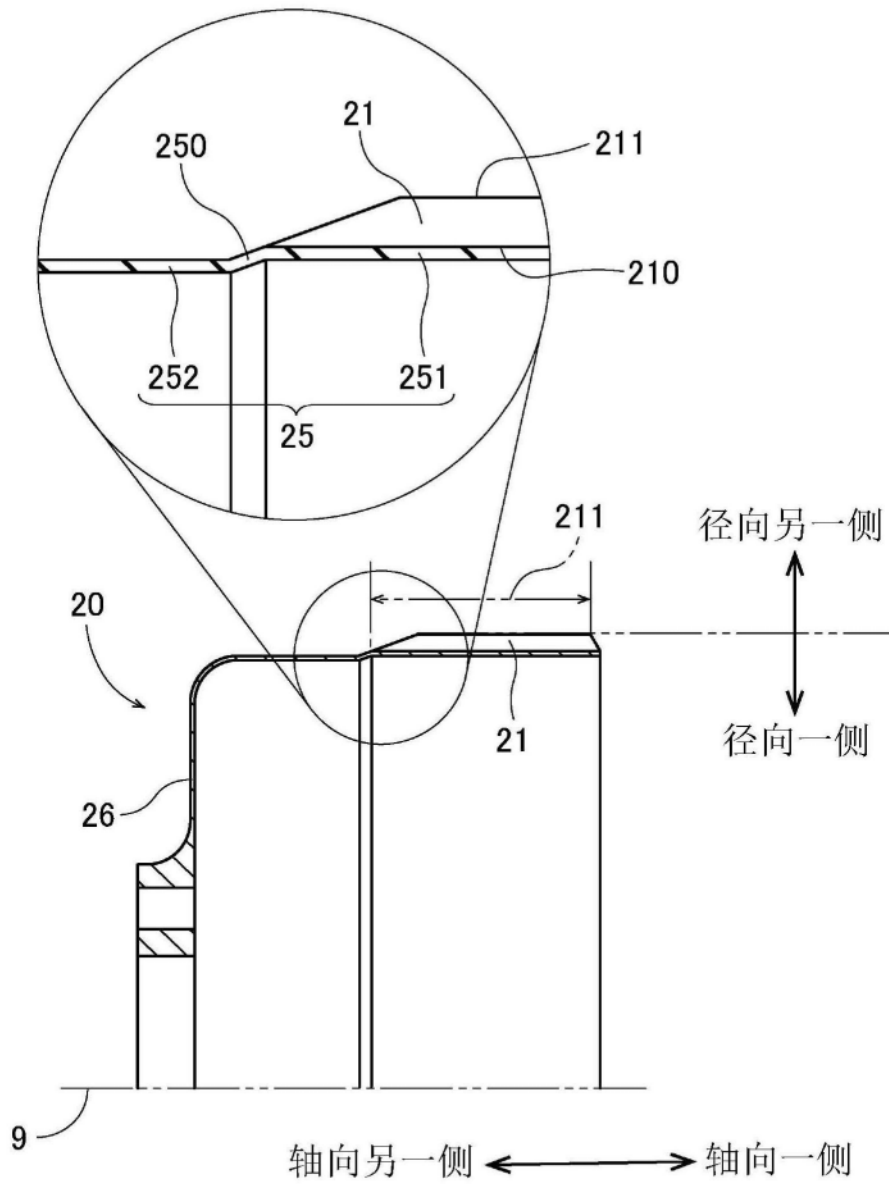


图3

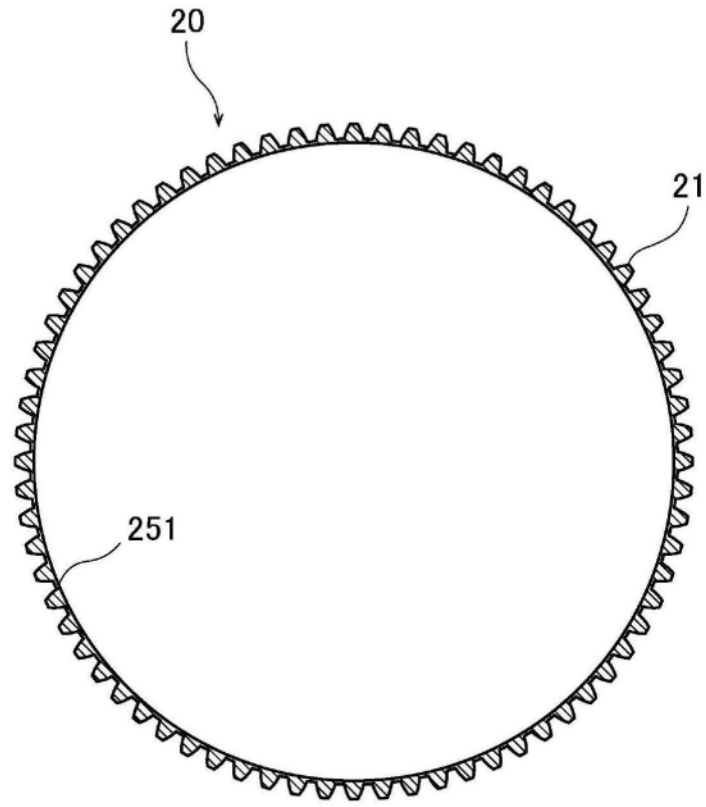


图4

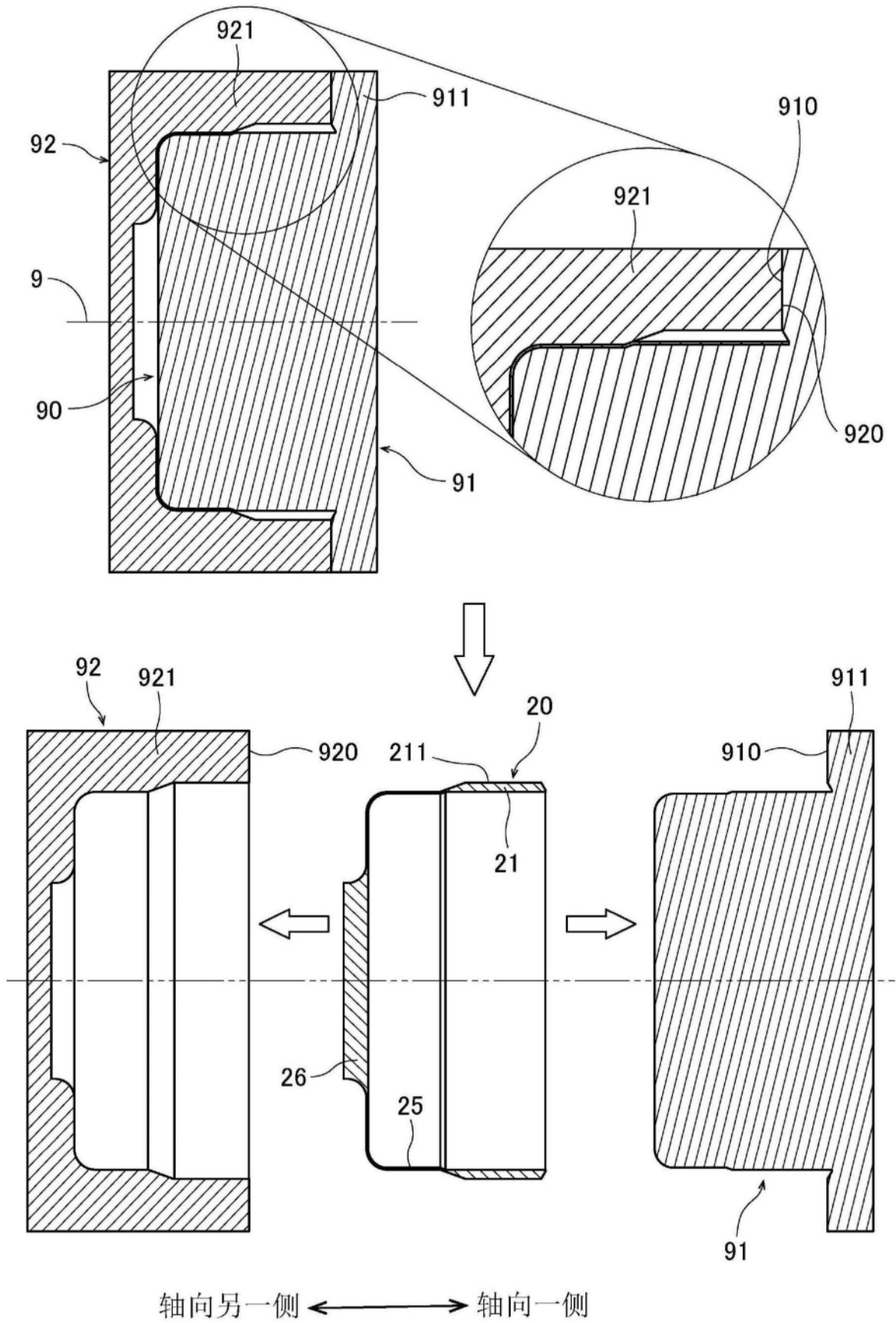


图5

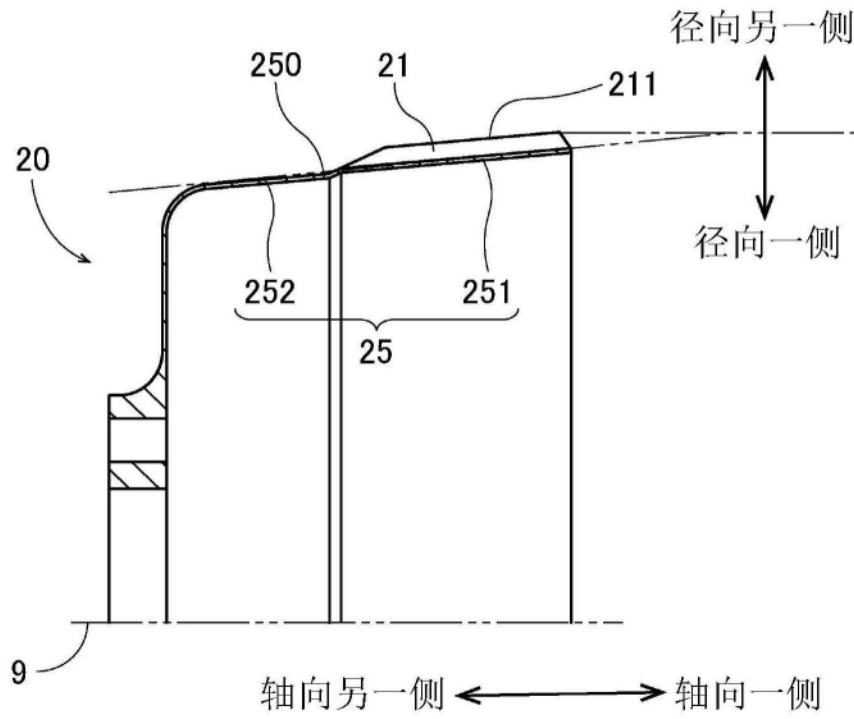


图6

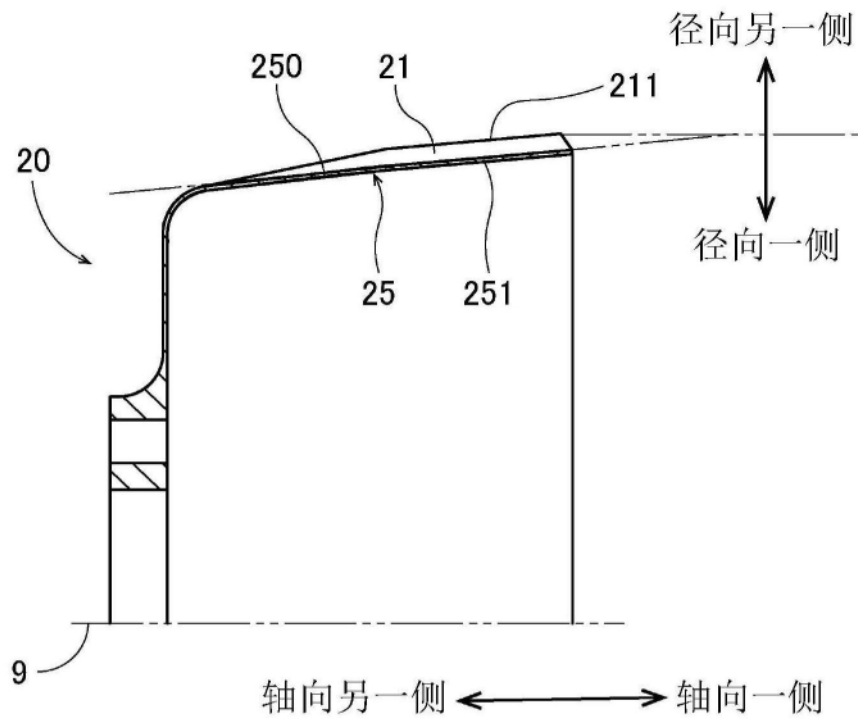


图7

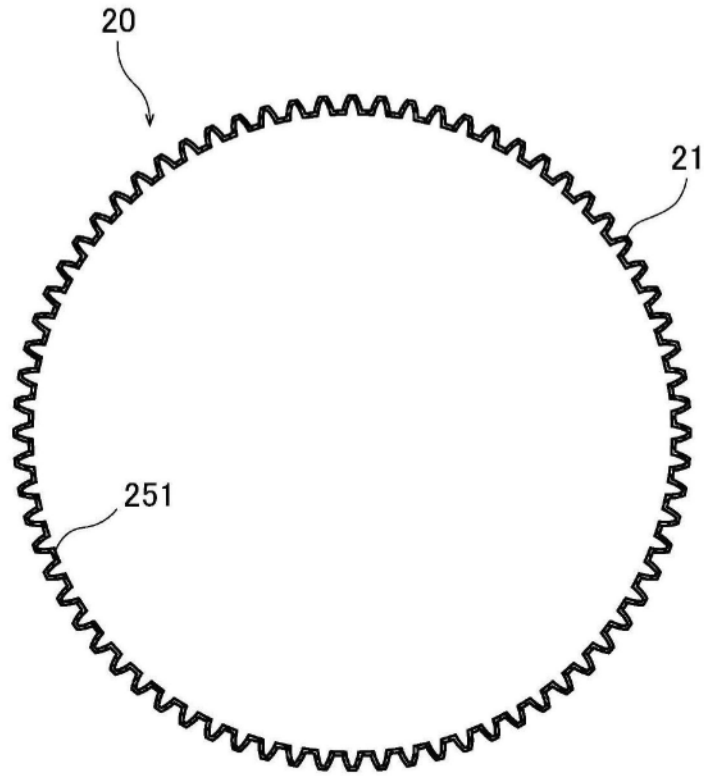


图8

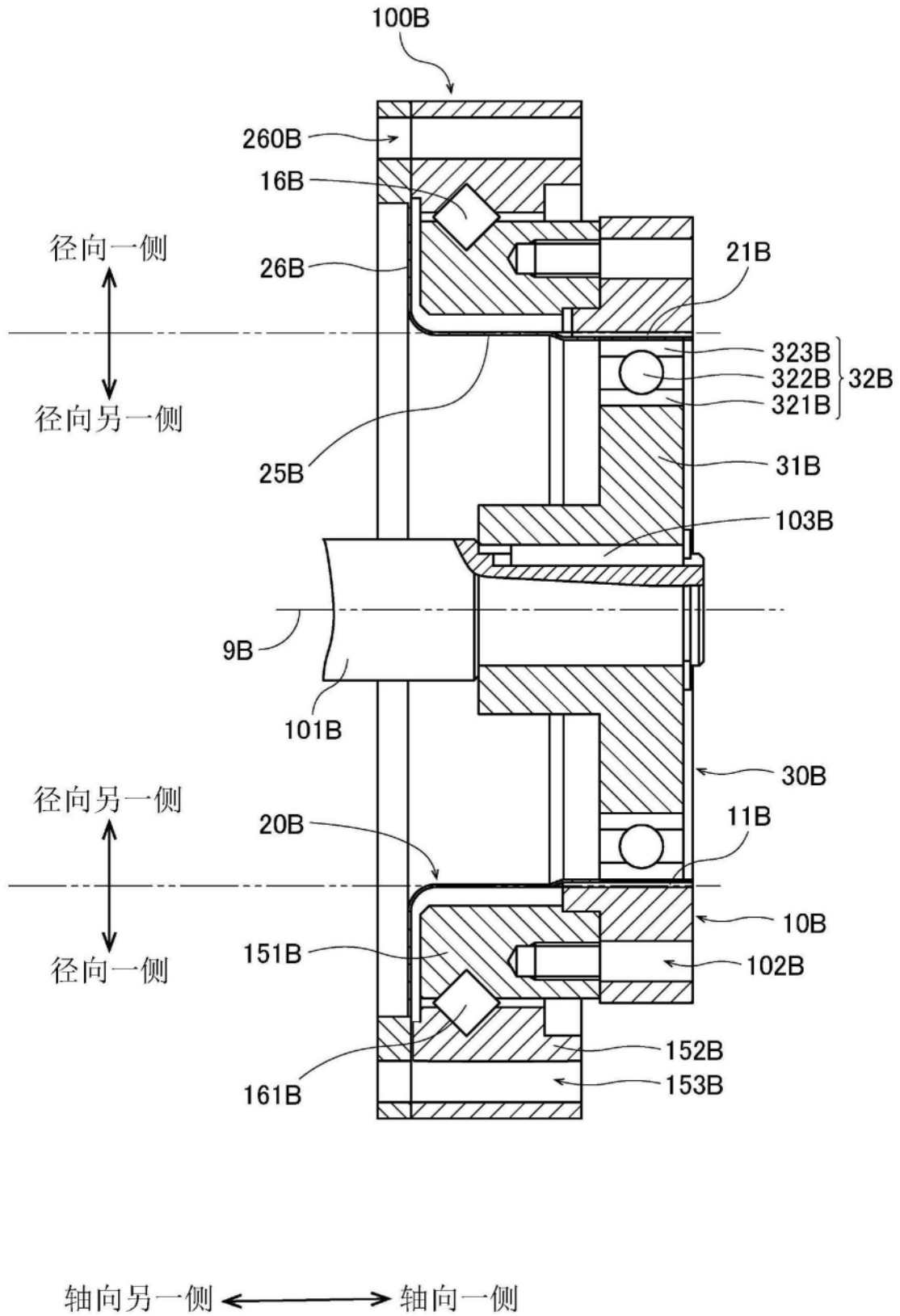


图9

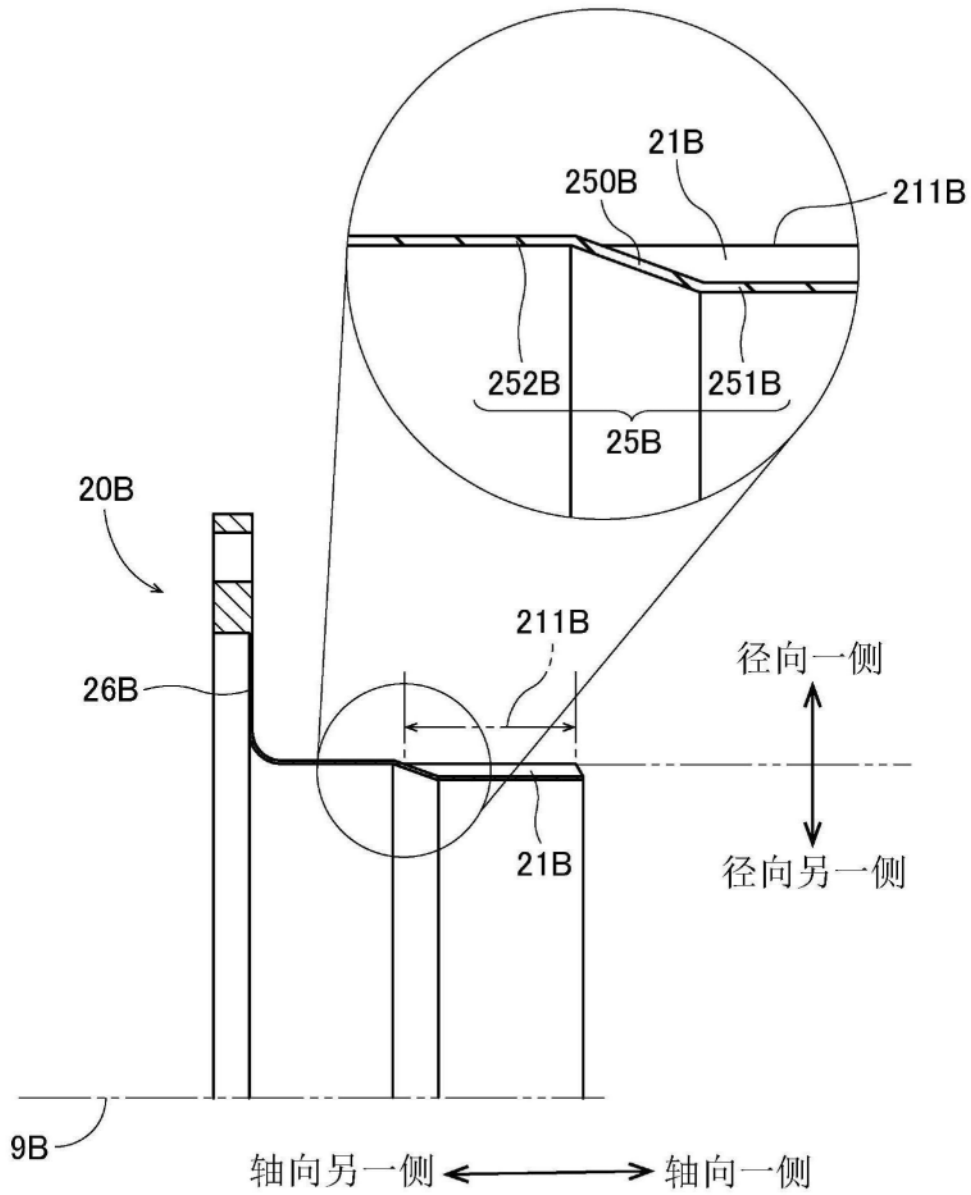


图10



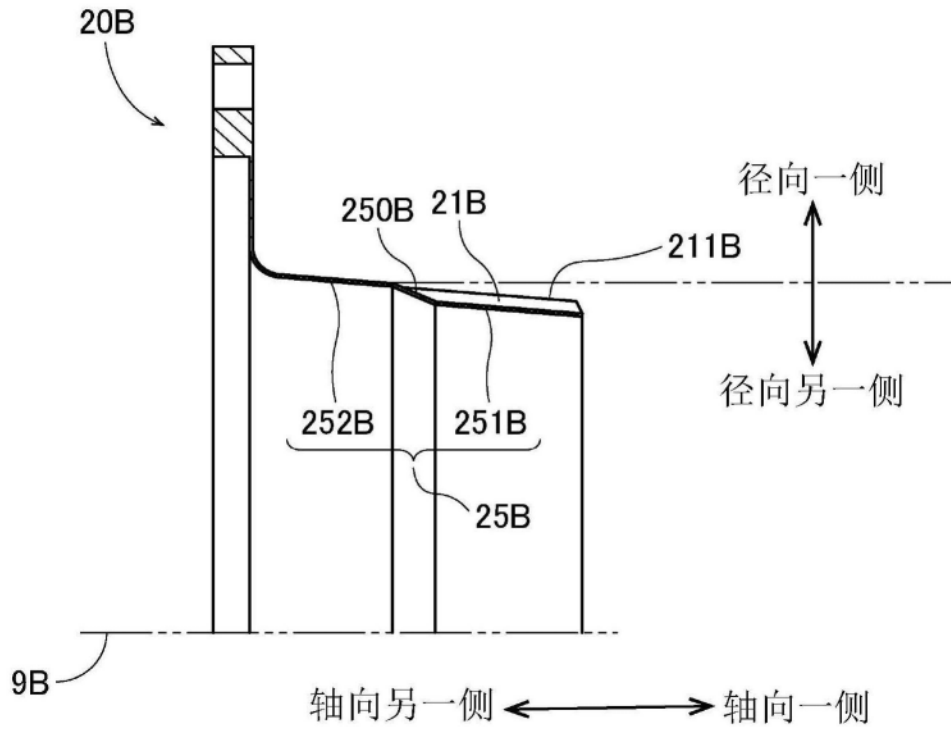


图12

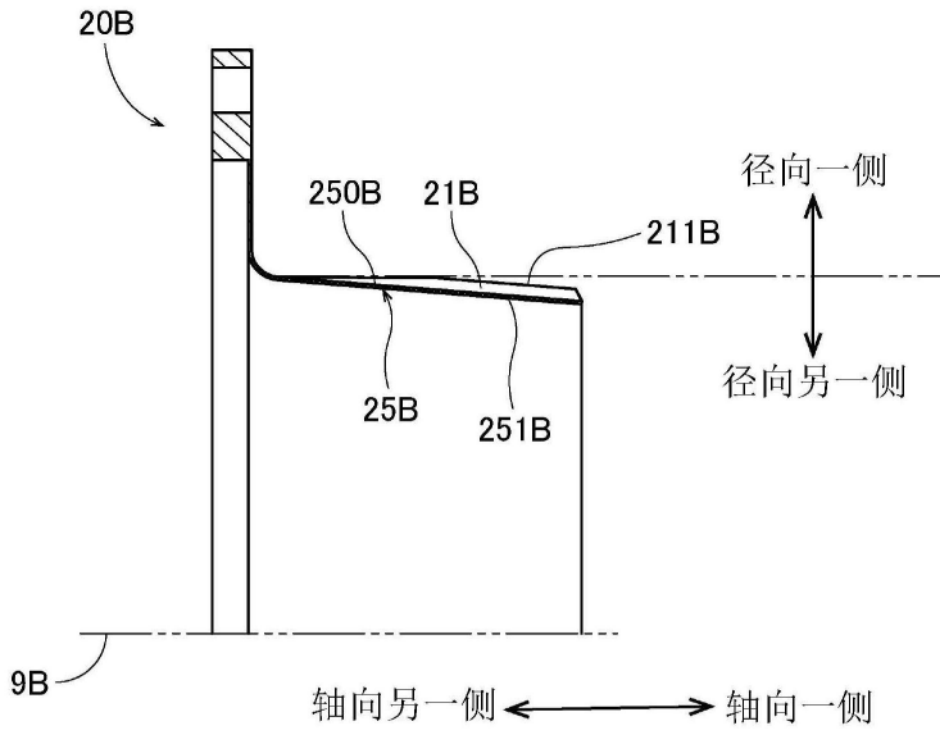


图13

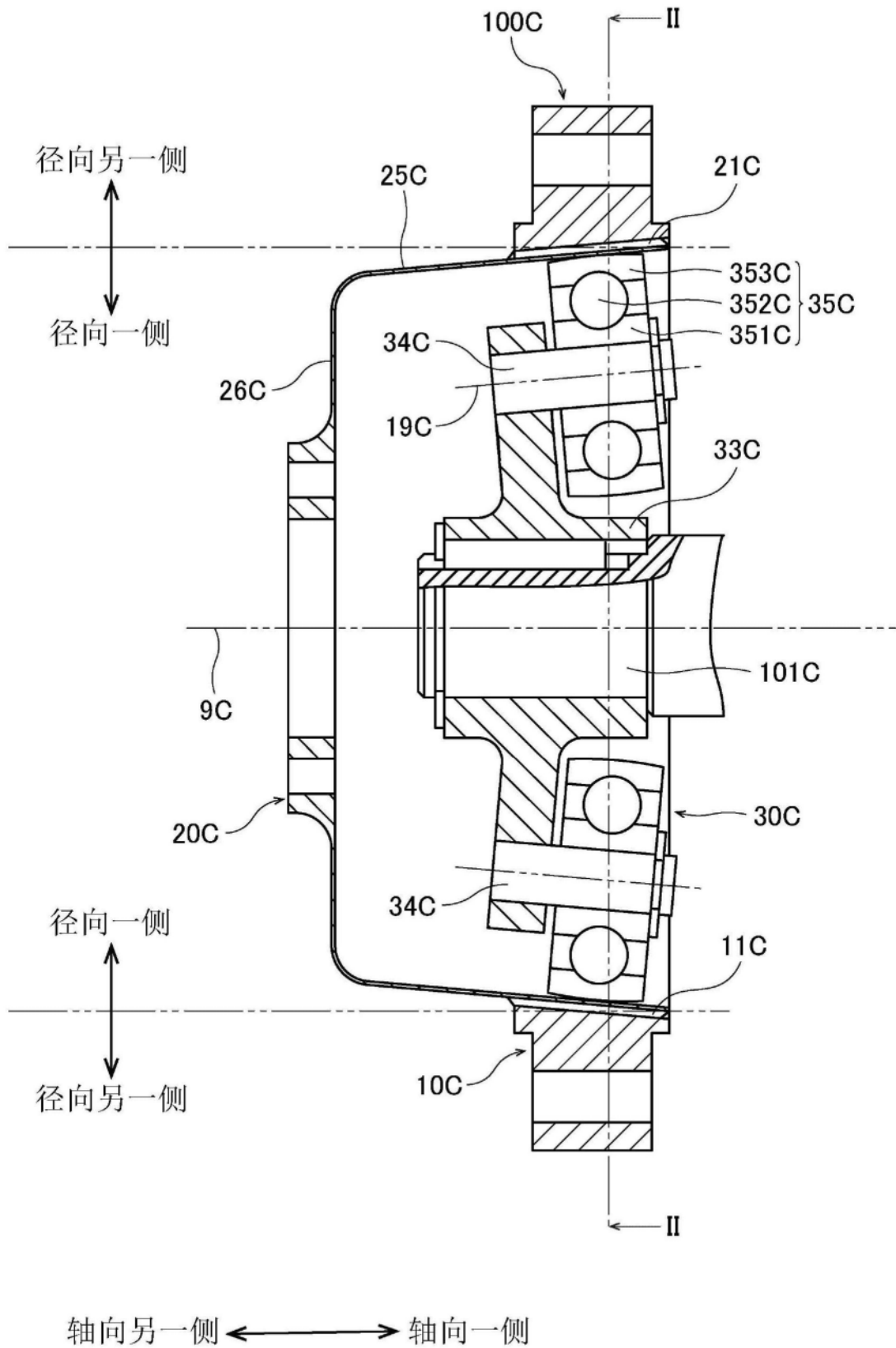


图14

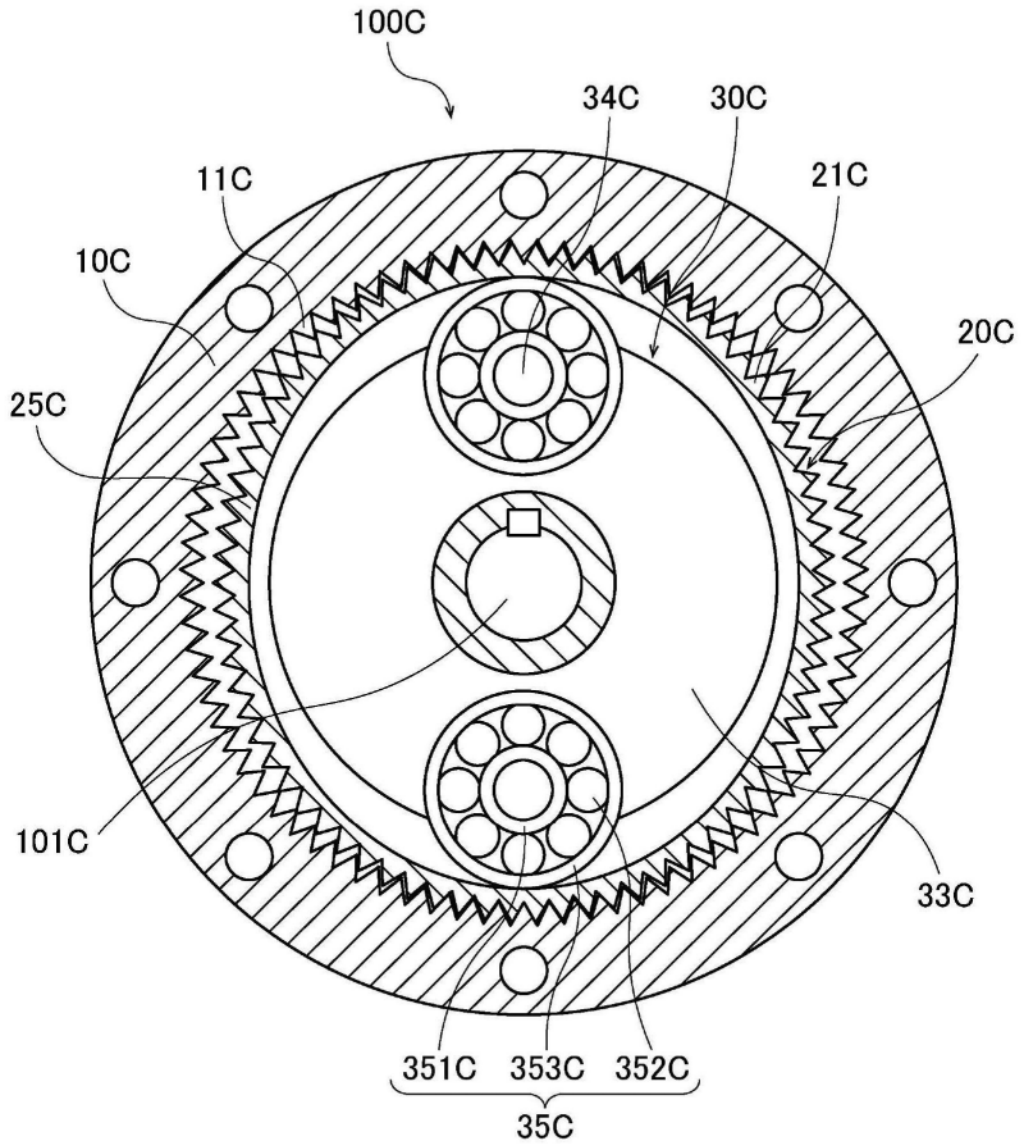


图15

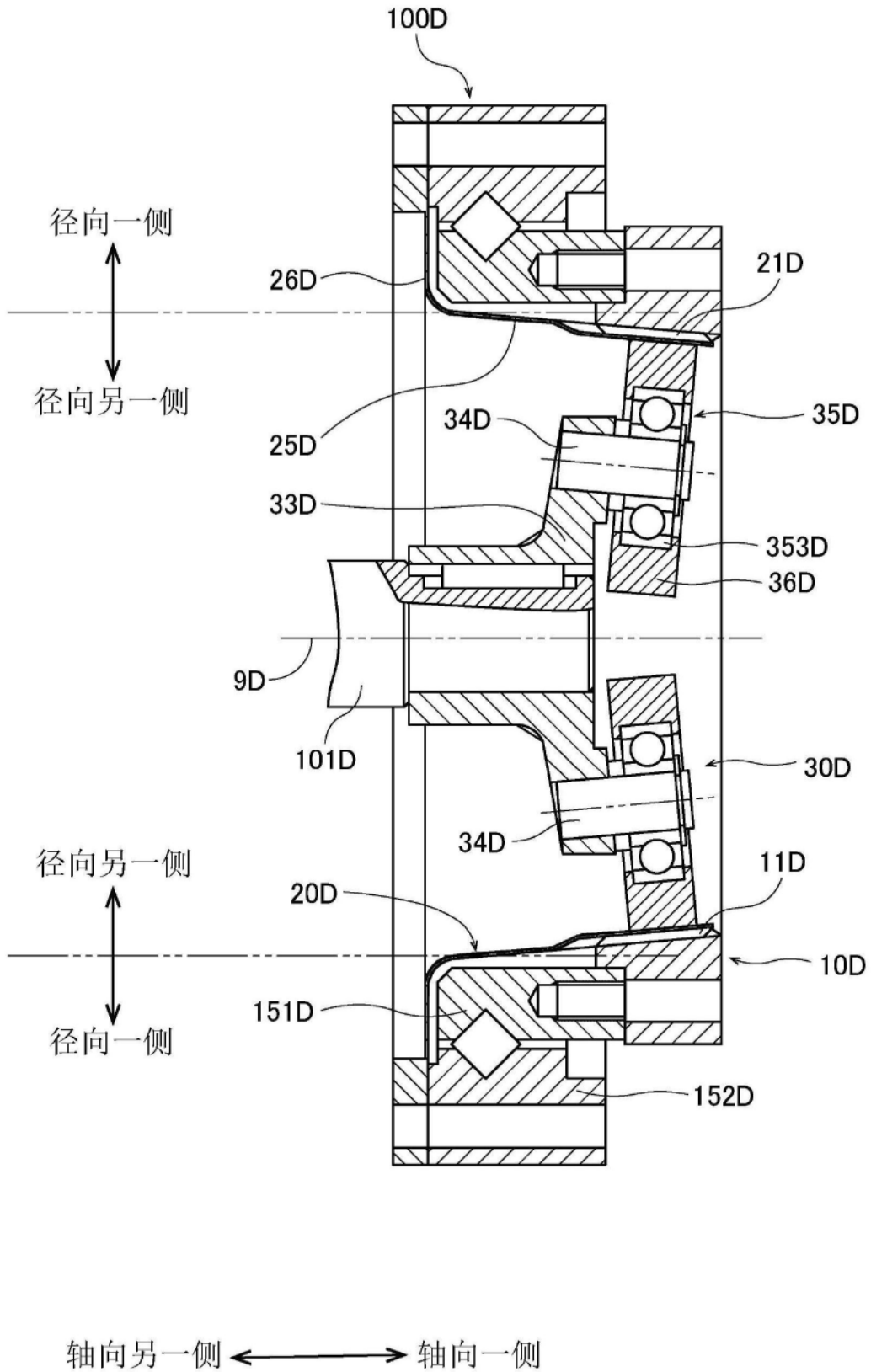


图16