



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101929527 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201010217256. X

CN 1940350 A, 2007. 04. 04,

(22) 申请日 2010. 06. 22

CN 1142864 A, 1997. 02. 12,

(30) 优先权数据

US 2007180947 A1, 2007. 08. 09,

2009-148203 2009. 06. 23 JP

审查员 杨庆国

(73) 专利权人 谐波传动系统有限公司

地址 日本东京

(72) 发明人 金井觉

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 马淑香

(51) Int. Cl.

F16H 1/32(2006. 01)

F16H 55/17(2006. 01)

F16H 55/08(2006. 01)

(56) 对比文件

DE 10057594 A1, 2001. 05. 23,

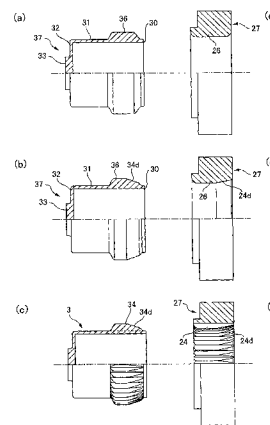
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

波动齿轮装置

(57) 摘要

一种杯型或礼帽型的波动齿轮装置,其中,柔轮呈挠曲量与距轮开口端侧的距离对应而逐渐减少的称为锥旋的挠曲状态。作为波动齿轮装置的刚轮和柔轮的齿形的基本齿形,采用齿底面(24a、34a)和齿尖面(24b、34b)沿齿线方向平行的固定齿深的齿形。通过在上述基本齿形中的轮开口端侧的齿线端侧的齿尖面部分具有锥面(24d、34d),从而得到修正齿形。该修正齿形用作两方的轮(2、3)的齿形。能在不产生因锥旋而引起的干扰的情况下使两个轮(2、3)啮合。两个轮(2、3)的齿轮加工也能采用一般的加工设备简单地进行。



1. 一种波动齿轮装置,具有:

刚性的刚轮,该刚轮在圆形内周面形成有内齿;

柔轮,该柔轮配置于所述刚轮的内侧,包括:可朝半径方向挠曲的圆筒状胴部、一端与所述圆筒状胴部的后端连接着的隔膜、形成于所述隔膜的另一端的刚性的凸缘、形成于所述圆筒状胴部的开口端侧的外周面部分的外齿;以及

波发生器,该波发生器将所述柔轮的圆筒状胴部挠曲成椭圆形从而使所述外齿与所述刚轮的内齿局部地啮合,使两个齿的啮合位置在圆周方向移动,从而在两个轮之间产生与两个齿的齿数差对应的相对旋转,

其特征在于,

因所述波发生器而挠曲成椭圆形的所述圆筒状胴部的椭圆的长轴位置上的朝向半径方向的挠曲量随着从所述后端朝向所述开口端逐渐增加,

所述外齿的齿形被对第一基本齿形进行修正而得到的第一修正齿形规定,

所述第一基本齿形为齿底面和齿尖面平行的固定齿深的齿形,

所述第一修正齿形形成为在位于所述柔轮的开口端侧的所述基本齿形的靠近齿线端一侧的齿尖面部分具有第一锥面的形状,以使所述第一修正齿形的齿深沿齿线方向朝向所述柔轮的开口端侧逐渐减小,

所述内齿的齿形被对第二基本齿形进行修正而得到的第二修正齿形规定,

所述第二基本齿形为齿底面和齿尖面平行的固定齿深的齿形,

所述第二修正齿形形成为在位于所述柔轮的开口端侧的所述第二基本齿形的靠近齿线端一侧的齿尖面部分具有第二锥面的形状,以使所述第二修正齿形的齿深沿齿线方向朝向所述柔轮的开口端侧逐渐减小,

对形成于所述外齿和所述内齿的所述第一锥面、所述第二锥面的锥面角度和齿线方向上的锥面形成范围进行设定,以使通过所述波发生器而成为啮合状态的所述内齿和外齿中的一方的齿的齿尖面不会与另一方的齿的齿根面干涉。

2. 如权利要求1所述的波动齿轮装置,其特征在于,所述第一基本齿形、所述第二基本齿形为直线齿形或渐开线齿形。

3. 一种柔轮的加工方法,是在权利要求1或2所述的波动齿轮装置中使用的所述柔轮的加工方法,其特征在于,包括:

制造包括所述圆筒状胴部、所述隔膜、所述凸缘和外齿形成部分的柔轮用坯料的工序;

对所述柔轮用坯料的所述外齿形成部分的成为所述柔轮的开口端侧的所述外齿的齿尖面部分的部位实施锥面加工的工序;以及

对锥面加工后的所述外齿形成部分通过直线加工实施切齿加工从而形成所述第一修正齿形的所述外齿的工序。

4. 一种刚轮的加工方法,是在权利要求1或2所述的波动齿轮装置中使用的所述刚轮的加工方法,其特征在于,包括:

制造在内周面部分包括内齿形成部分的圆环状的刚轮用坯料的工序;

对所述刚轮用坯料的所述内齿形成部分的成为位于所述柔轮的开口端侧的所述内齿的齿尖面部分的部位实施锥面加工的工序;以及

对锥面加工后的所述内齿形成部分通过直线加工实施切齿加工从而形成所述第二修正齿形的所述内齿的工序。

## 波动齿轮装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种波动齿轮装置,该波动齿轮装置将杯状或礼帽状的柔轮 (flexspline) 挠曲成椭圆状从而在椭圆的长轴两端的部分与刚轮 (circular spline) 啮合,通过使这两个轮的啮合位置在圆周方向移动从而在两个轮之间产生与两个轮的齿数差对应的相对旋转。更详细而言,涉及包括外齿形和内齿形的波动齿轮装置,其能使挠曲成半径方向上的挠曲量朝向开口端侧逐渐增加的状态的杯状或礼帽状的柔轮的外齿能在不与刚轮的内齿干扰的情况下啮合。

### 背景技术

[0002] 作为波动齿轮装置,已知有包括杯状的柔轮的杯型波动齿轮装置和包括礼帽状的柔轮的礼帽型波动齿轮装置。这些波动齿轮装置中的刚轮、柔轮的基本齿形为直线 (专利文献 1:美国专利第 2906143 号说明书)、也提出了渐开线 (involute) 齿形 (专利文献 2:日本专利特公昭 45-41171 号公报)。而且,还提出了通过以缩小比 1/2 对在柔轮相对于刚轮的齿的由齿条近似而成的移动轨迹上的、从啮合的点的临界点开始的上述轨迹的所需范围进行相似变换后所得到的曲线来规定两个轮的齿根面的齿形的方法 (专利文献 3:日本专利特开昭 63-115943 号公报)。

[0003] 在此,在杯型和礼帽型的波动齿轮装置中,因椭圆形轮廓的波发生器而挠曲成椭圆形的柔轮在用包括椭圆形的长轴的纵截面切断时,成为挠曲量从柔轮隔膜侧至开口端侧与距隔膜的距离近似成比例地逐渐增加的挠曲状态 (成为挠曲量从开口端侧至隔膜侧与距开口端的距离近似成比例地逐渐减少的挠曲状态)。上述三维的挠曲状态被称之为锥旋。

[0004] 由于进行上述锥旋,当将两个轮的齿形制成像在一般的平齿轮中所采用的这样的在齿线方向上的齿深相同的齿形时,在柔轮的开口端侧,一方的轮的齿的齿尖面与另一方的轮的齿的齿底面发生干扰,无法得到合适的啮合状态。

[0005] 以往,为了避免因锥旋而引起的齿的干扰,提出了在柔轮的外齿中,对其开口端侧的齿尖部分和齿底部分实施齿端修薄 (end relief) 加工从而从刚轮侧退开。这种齿形修正例如在专利文献 4 (国际公开 W096/19683 号的手册、图 11)、专利文献 5 (实用新型登录第 2535503 号公报、图 11) 中公开。

[0006] 然而,由于包括实施了这种齿形修正的齿形的柔轮的切齿加工无法像一般的平齿轮这样的通过直线加工来进行,因此存在所能利用的齿轮加工方法受到限制这样的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明基于上述问题,提出了一种波动齿轮装置,该波动齿轮装置包括可采用一般的切齿加工用的加工设备进行加工的、可避免因锥旋而引起的干扰的齿形。

[0008] 为解决上述课题,本发明的波动齿轮装置的特征在于,具有:

[0009] 刚性的刚轮,该刚轮在圆形内周面形成有内齿;

[0010] 柔轮,该柔轮配置于上述刚轮的内侧,包括:可朝半径方向挠曲的圆筒状胴部、一

端与上述圆筒状胴部的后端连接着的隔膜、形成于上述隔膜的另一端的刚性的凸缘、和形成于上述圆筒状胴部的开口端侧的外周面部分的外齿；以及

[0011] 波发生器,该波发生器将上述柔轮的圆筒状胴部挠曲成椭圆形从而使上述外齿与上述刚轮的内齿局部地啮合,将两个齿的啮合位置在圆周方向移动,从而在两个轮之间产生与两个齿的齿数差对应的相对旋转,

[0012] 因上述波发生器挠曲成椭圆形的上述圆筒状胴部的椭圆的长轴位置上的朝向半径方向的挠曲量随着从上述后端朝向上述开口端逐渐增加,

[0013] 上述外齿的齿形被通过对第一基本齿形进行修正而得到的第一修正齿形规定,

[0014] 上述第一基本齿形为齿底面和齿尖面平行的固定齿深的齿形,

[0015] 上述第一修正齿形形成为在位于上述柔轮的开口端侧的上述基本齿形的靠近齿线端一侧的齿尖面部分具有第一锥面的形状,以使上述第一修正齿形沿上述齿线方向朝向上述柔轮的开口端侧的齿深逐渐减小,

[0016] 上述内齿的齿形被通过对第二基本齿形进行修正而得到的第二修正齿形规定,

[0017] 上述第二基本齿形为齿底面和齿尖面平行的固定齿深的齿形,

[0018] 上述第二修正齿形形成为在位于上述柔轮的开口端侧的上述第二基本齿形的靠近齿线端一侧的齿尖面部分具有第二锥面的形状,以使上述第二修正齿形沿上述齿线方向朝向上述柔轮的开口端侧的齿深逐渐减小,

[0019] 形成于上述外齿和上述内齿的上述第一锥面、上述第二锥面均按照通过上述波发生器而成为啮合状态的上述内齿和外齿中的一方的齿的齿尖面不会与另一方的齿的齿根面干涉的要求设定这些锥面角度和齿线方向上的锥面形成范围。

[0020] 上述结构的波动齿轮装置中使用的柔轮能通过以下工序制造：

[0021] 制造包括圆筒状胴部、隔膜、凸缘和外齿形成部分的柔轮用坯料的工序；

[0022] 对上述柔轮用坯料的外齿形成部分的成为上述柔轮的开口端侧的齿尖面部分的部位实施锥面加工的工序；以及

[0023] 对锥面加工后的外齿形成部分实施通过直线加工的切齿加工从而得到包括第一修正齿形的上述外齿的工序，

[0024] 这样,便能与一般的直线状的平齿轮的加工一样通过直线加工来进行齿轮加工。因此,能采用线切割加工机等一般的加工设备进行以往困难的避免因锥旋而引起干扰用的柔轮的齿轮加工。

[0025] 同样,上述结构的波动齿轮装置中使用的刚轮能通过以下工序制造：

[0026] 制造在内周面部分包括内齿形成部分的圆环状的刚轮用坯料的工序；

[0027] 对上述刚轮用坯料的内齿形成部分的成为位于柔轮的开口端侧的上述刚轮的齿尖面部分的部位实施锥面加工的工序；以及

[0028] 对锥面加工后的内齿形成部分实施通过直线加工的切齿加工从而得到包括第二修正齿形的上述内齿的工序，

[0029] 此时也能采用一般的加工设备来对避免干扰用的内齿进行加工。

[0030] 在本发明的波动齿轮装置,作为刚轮和柔轮的齿形的基本齿形,采用齿底面和齿尖面沿齿线方向平行的固定齿深的齿形。此外,通过在上述基本齿形的轮开口端侧的齿线端侧的齿尖面部分具有锥面,从而得到修正齿形。所得到的修正齿形用作两方的轮的齿形。

其结果是,能在不产生因锥旋而引起的干扰的情况下使两个轮啮合。此外,两个轮的齿轮加工也能采用一般的加工设备简单地进行。

### 附图说明

[0031] 图 1(a) 是适用本发明的杯型的波动齿轮装置的立体图,图 1(b) 是其概略主视图。

[0032] 图 2 是图 1 波动齿轮装置的纵剖图。

[0033] 图 3 是表示图 1 的杯状的柔轮的锥旋的说明图。

[0034] 图 4(a) 是表示两个轮因锥旋而发生干扰状态的说明图,图 4(b) 是表示适用本发明的齿形的说明图。

[0035] 图 5(a) ~ 图 5(f) 是表示两个轮的齿轮加工工序的说明图。

### 具体实施方式

[0036] 以下,参照附图对适用本发明的波动齿轮装置进行说明。

[0037] 图 1 和图 2 是表示杯型的波动齿轮装置的纵剖图和概略主视图。杯型的波动齿轮装置 1 包括:刚性的刚轮 2;配置于该刚轮 2 内侧的杯状的柔轮 3;以及安装于该柔轮 3 内侧的椭圆形的波发生器 4。杯状的柔轮 3 处于被波发生器 4 挠曲成椭圆状的状态。当波发生器 4 旋转,这两个轮的啮合位置在圆周方向移动,在两个轮 2、3 之间发生与两个轮 2、3 的齿数差对应的相对旋转。

[0038] 图 3 是表示锥旋引起柔轮 3 的挠曲状态的说明图,图 3(a) 是表示变形前的状态的纵剖图,图 3(b) 是表示在因波发生器 4 而挠曲成椭圆状时的包括椭圆形的长轴 3a 的截面上的挠曲状态的纵剖图,图 3(c) 是表示在挠曲成椭圆状时包括椭圆形的短轴 3b 的截面上的挠曲状态的纵剖图。

[0039] 从图 3(b) 可知,在椭圆形的长轴上,柔轮 3 通过锥旋使在其圆状胴部 31 的开口端 30 上朝向半径方向外侧的挠曲量为最大,挠曲量与从开口端 30 朝向连接于圆筒状胴部 31 的后端的隔膜 32 的距离成比例地逐渐减少。在椭圆形的短轴上,从图 3(c) 可知,朝向半径方向的内侧的挠曲量逐渐减少。隔膜 32 的内周缘一体形成有为圆盘状的刚性的凸缘 33。

[0040] 另外,当在礼帽形的柔轮 3A 的情况下,如图中虚线所示,隔膜 32A 朝半径方向外侧扩展,在其外周缘上一体形成有为圆环形状的刚性的凸缘 33A。此时也在柔轮 3A 上产生锥旋。

[0041] 图 4(a) 是表示因锥旋而产生的两个轮 2、3 的啮合的干扰的说明图。在此,刚轮 2 的内齿 24 的齿形 24A(第二基本齿形)与其齿底面 24a 和齿尖面 24b 平行,且沿齿线方向整体为一定齿深的直线齿形或渐开线齿形。同样,柔轮 3 的外齿 34 的齿形 34A(第一基本齿形)与其齿底面 34a 和齿尖面 34b 平行,且在齿线方向整体上为一定齿深的直线齿形或渐开线齿形。此时,内齿 24 和外齿 34 通过锥旋在柔轮 3 的开口端 30 侧的齿线端 34c、24c 侧的部分上与另一方的齿底面 34a、24a 发生干扰。在图中,用斜线表示干扰部分。

[0042] 因此,在本例的刚轮 2 中,如图 4(b) 所示,采用通过在作为第二基本齿形的内齿形 24A 的开口端 30 侧的齿线端部分的齿尖面部分上形成平坦的第二锥面 24d 而得到的修正齿形 24B(第二修正齿形)。同样,在柔轮 3 中,采用通过在作为第一基本齿形的外齿形 34A 的开口端 30 侧的齿线端部分的齿尖面部分上形成平坦的第一锥面 34d 而得到的修正齿形

34B(第一修正齿形)。在此,各锥面 24d、34d 的角度  $\theta(24)$ 、 $\theta(34)$  和各锥面 24d、34d 的距齿线端 24c、34c 的齿线方向上的长度  $L(24)$ 、 $L(34)$  设定成能避免因锥旋而引起的干扰。

[0043] 图 5 是表示包括外齿 34 的柔轮 3 的加工方法的说明图。首先,如图 5(a) 所示,制造包括圆筒状胴部 31、隔膜 32、凸缘 33 和外齿形成部分 36 的柔轮用坯料 37。接着,如图 5(b) 所示,对柔轮用坯料 37 的开口端侧的外齿形成部分 36 的作为外齿齿尖面 34b 的部分实施锥面加工,从而形成具有固定角度的平坦的第一锥面 34d。接着,如图 5(c) 所示,对坯料 37 上的进行了锥面加工后的外齿形成部分 36 采用一般的齿轮加工设备来实施通过直线加工的切齿加工,从而形成带锥形的外齿 34。此后,实施规定的表面处理等后续处理。

[0044] 包括内齿 24 的刚轮 2 的情形也一样,如图 5(d) 所示,制造在内周面部分包括内齿形成部分 26 的圆环状的刚轮用坯料 27。接着,如图 5(e) 所示,对刚轮用坯料 27 的内齿形成部分 26 的位于柔轮开口端侧的齿线方向上的齿尖面部分实施锥面加工,从而形成具有固定角度的平坦的第二锥面 24d。此后,如图 5(f) 所示,对锥面加工后的内齿形成部分 26 实施通过直线加工的切齿加工从而形成带锥形的内齿 24。

[0045] 另外,上述例子是对于杯型的波动齿轮装置的例子,但礼帽型的波动齿轮装置的刚轮的内齿和柔轮的外齿均能采用与上述例子相同的齿形。

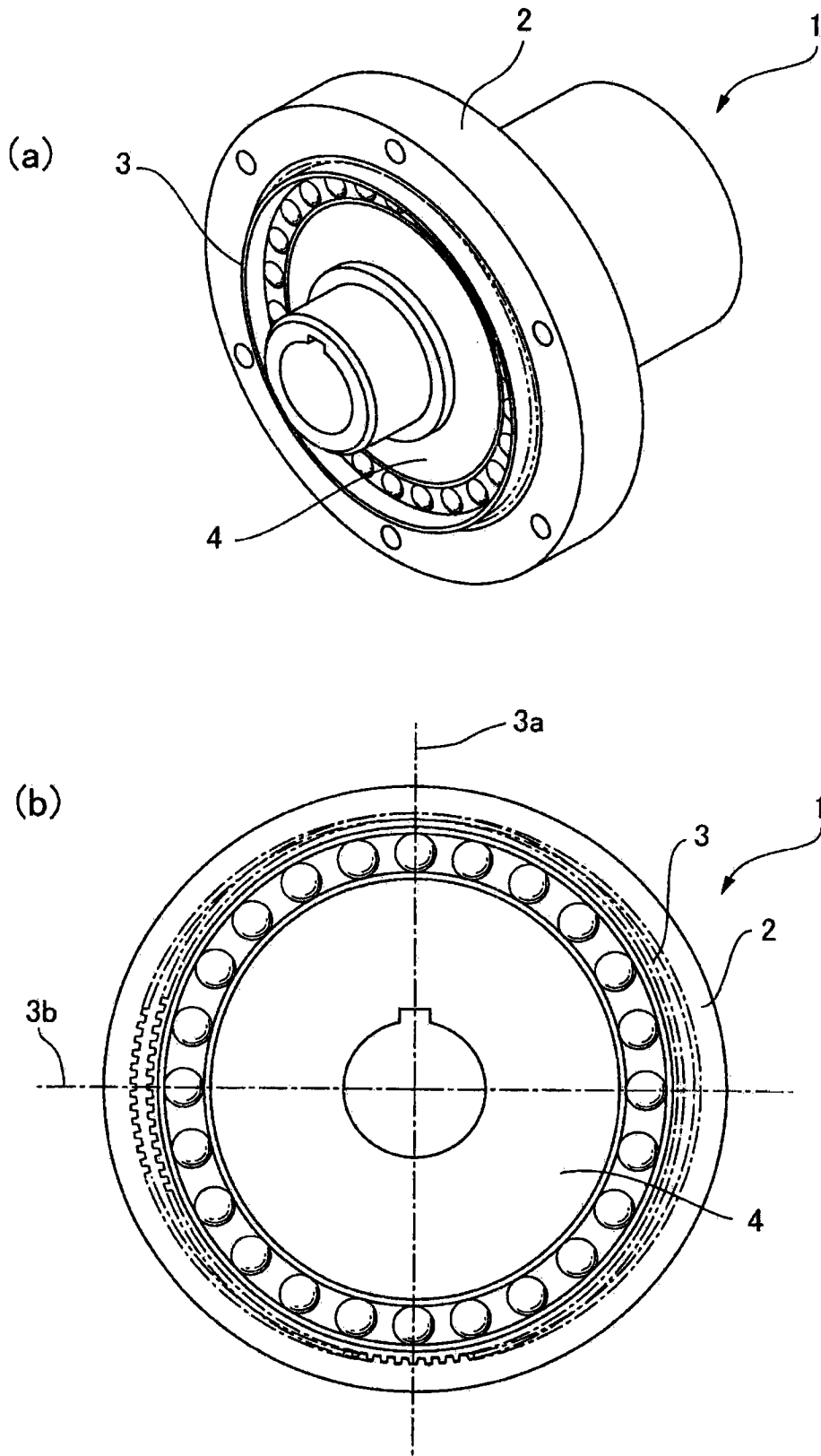


图 1

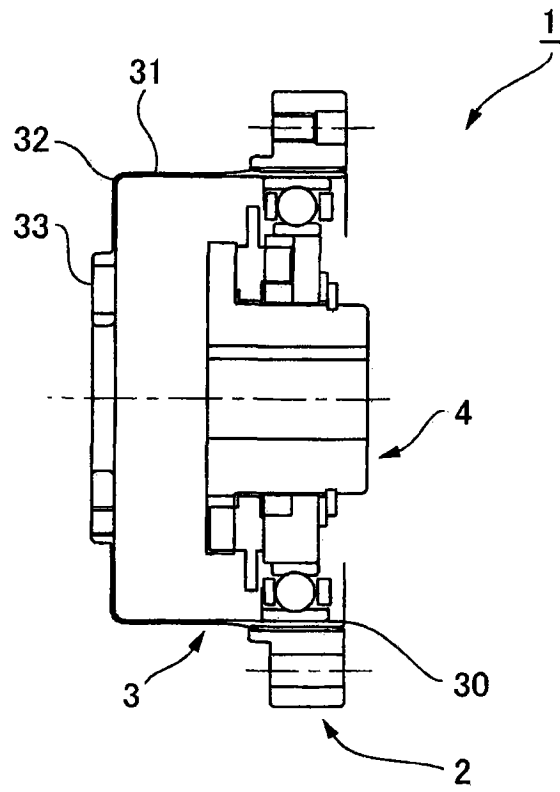


图 2

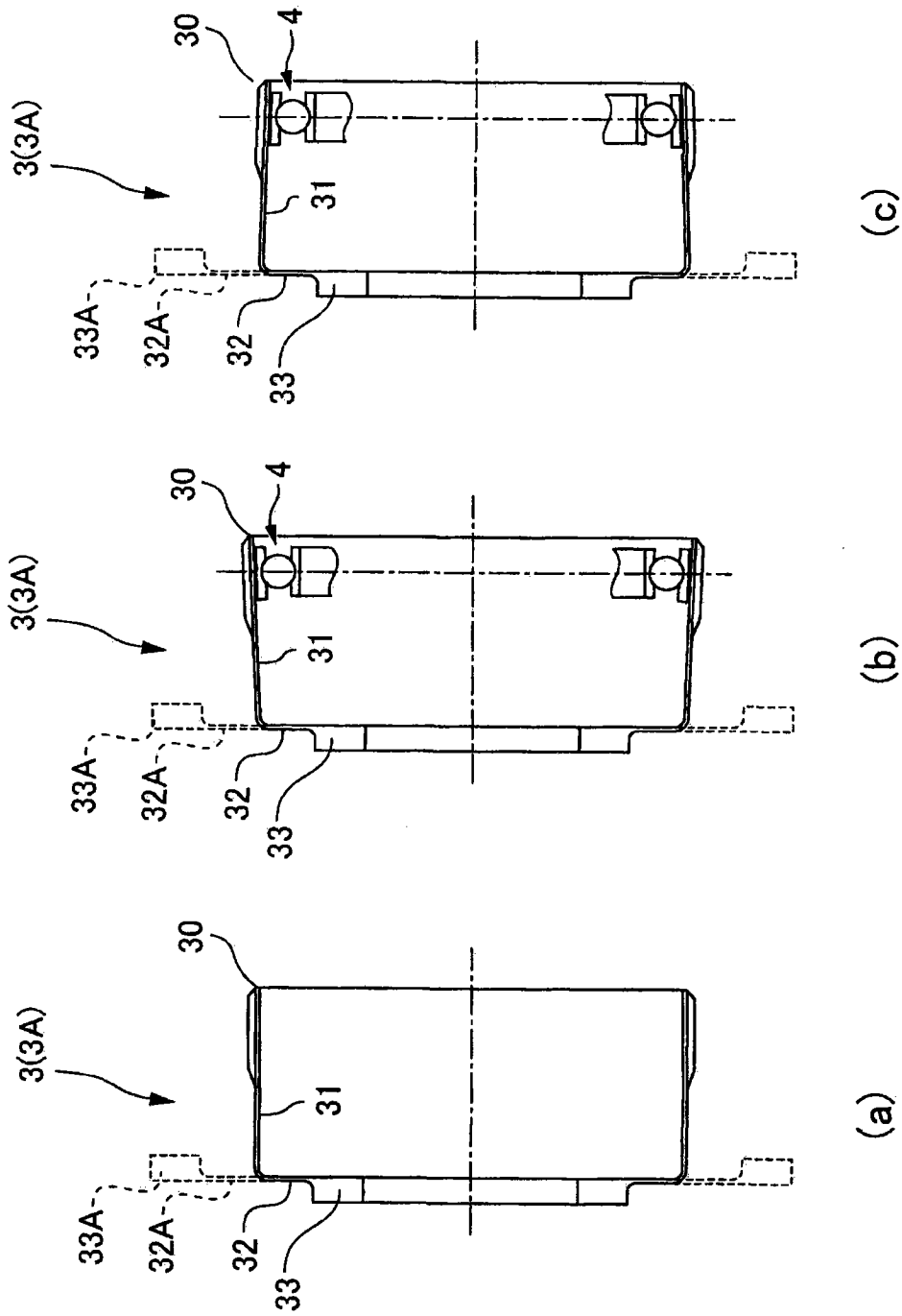
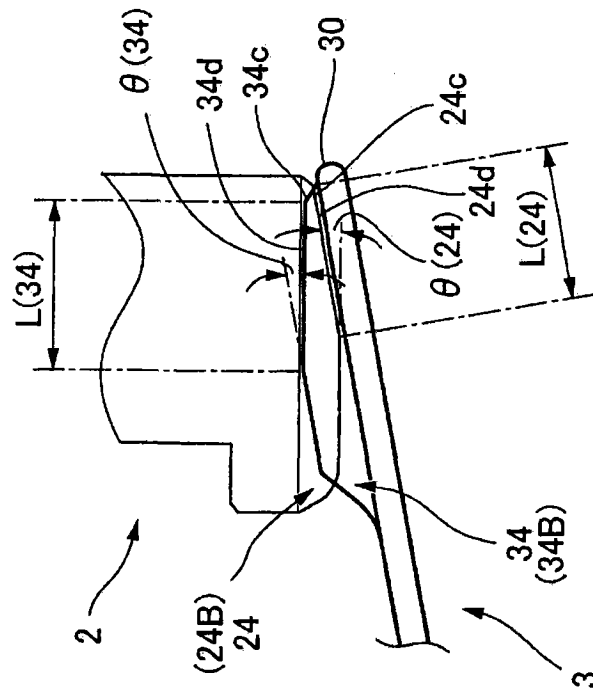
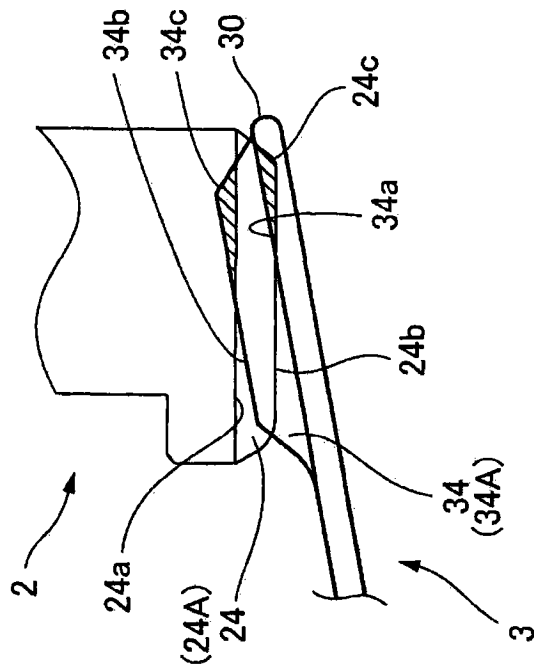


图 3



(b)



(a)

图 4

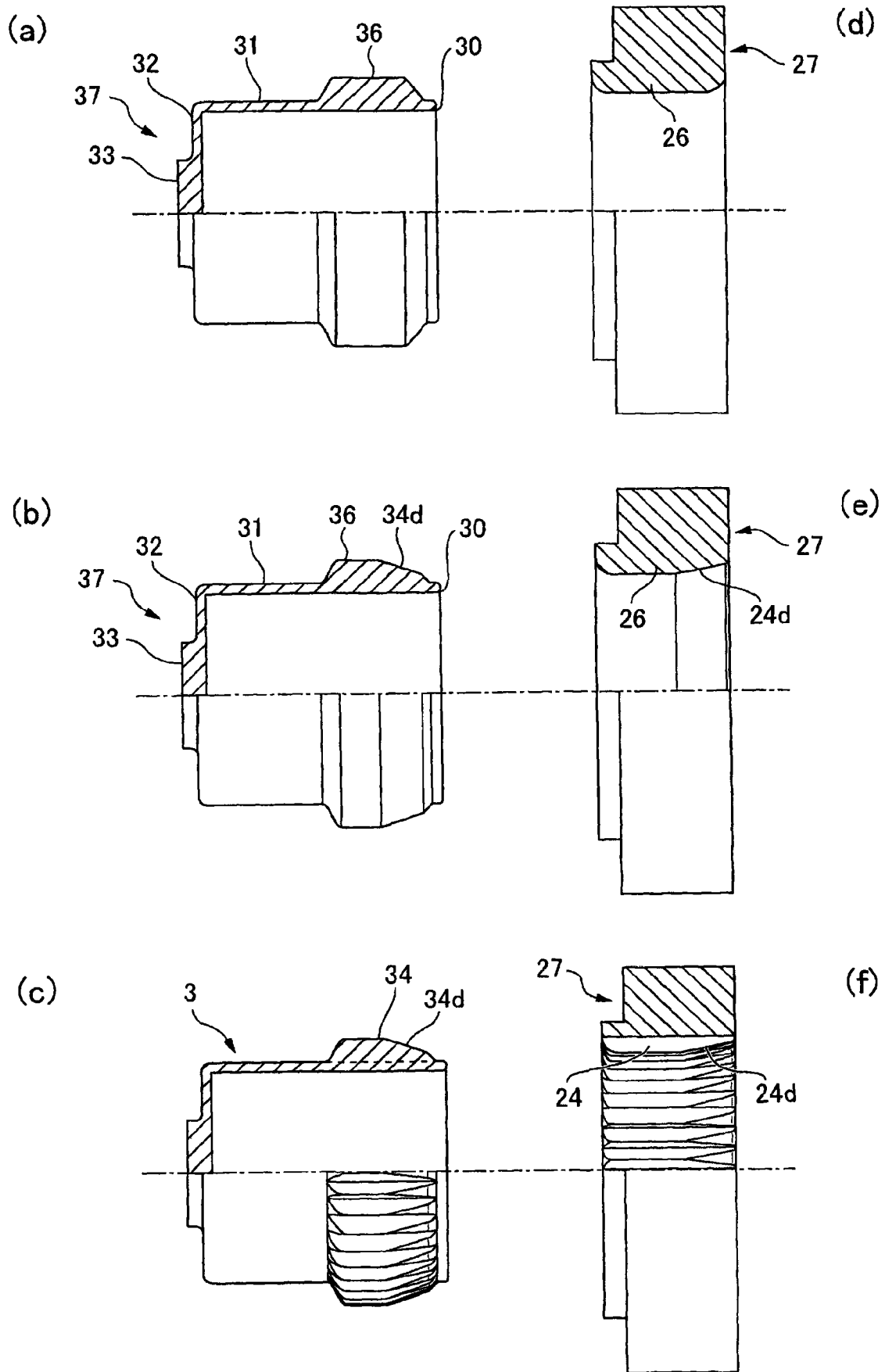


图 5