



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102112779 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 200980129582. 0

代理人 岳雪兰

(22) 申请日 2009. 10. 06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F16H 13/08 (2006. 01)

265333/08 2008. 10. 14 JP

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

JP 特开平 6-94092 A, 1994. 04. 05,

2011. 01. 28

CN 2051318 U, 1990. 01. 17,

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 1080699 A, 1994. 01. 12,

PCT/JP2009/067409 2009. 10. 06

JP 特开 2003-278866 A, 2003. 10. 02,

(87) PCT国际申请的公布数据

JP 特开 2003-336705 A, 2003. 11. 28,

W02010/044357 JA 2010. 04. 22

审查员 王志波

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

专利权人 学校法人早稻田大学

(72) 发明人 东崎康嘉 吉见壮司 园部浩之

盐津勇 松本将

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

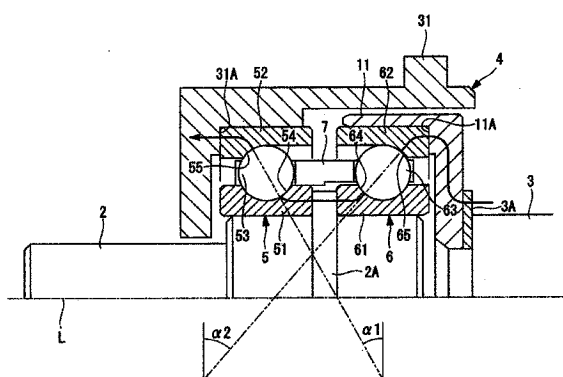
权利要求书3页 说明书17页 附图12页

(54) 发明名称

增减速装置

(57) 摘要

一种增减速装置。第一旋转轴 (2) 和第二旋转轴 (3) 被配置为能够绕旋转轴线 (L) 旋转。第二旋转轴 (3) 具有覆盖第一旋转轴 (2) 端部的圆筒状支承部 (11)。壳体 (4) 支承第一旋转轴 (2) 及第二旋转轴 (3)。第一滚动轴承 (5) 配置在第一旋转轴 (2) 与壳体 (4) 之间, 可旋转地支承第一旋转轴 (2)。第二滚动轴承 (6) 配置在支承部 (11) 与第一旋转轴 (2) 之间, 可相对旋转地支承第一旋转轴 (2) 及第二旋转轴 (3)。第二旋转轴 (3) 的传递部 (11A) 将向第一旋转轴 (2) 侧挤压第二旋转轴 (3) 的预压力传递至第二滚动轴承 (6)。壳体 (4) 的受压部 (31A) 承受从第二滚动轴承 (6) 传递至第一滚动轴承 (5) 的预压力。



1. 一种增减速装置,包括:

第一旋转轴,其被配置为能够绕旋转轴线旋转;

第二旋转轴,其被配置为能够绕所述旋转轴线旋转,具有覆盖所述第一旋转轴端部的圆筒状支承部;

壳体,其支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

第一滚动轴承,其配置在所述第一旋转轴与所述壳体之间,可旋转地支承所述第一旋转轴;

第二滚动轴承,其配置在所述支承部与所述第一旋转轴之间,可相对旋转地支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

预压部,其设置在所述壳体上,施加将所述第二旋转轴向所述第一旋转轴侧挤压的预压力;

所述第二旋转轴的传递部,其将施加至所述第二旋转轴的所述预压力传递至所述第二滚动轴承;

所述壳体的受压部,其承受从所述第二滚动轴承传递至所述第一滚动轴承的所述预压力,

所述第一滚动轴承具有:

第一内轮,其与所述第二滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第一内侧滚动面,所述第一内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;

第一外轮,其与所述受压部相连接而能够传递所述预压力,设有第一外侧滚动面,所述第一外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;

第一滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第一内侧滚动面及所述第一外侧滚动面之间滚动,

所述第二滚动轴承具有:

第二外轮,其与所述传递部相连接而能够传递所述预压力,设有第二外侧滚动面,所述第二外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;

第二内轮,其与所述第一滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第二内侧滚动面,所述第二内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;

第二滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第二内侧滚动面及所述第二外侧滚动面之间滚动,其特征在于,

用所述第一内侧滚动面的轨道直径 F1、所述第一外侧滚动面的轨道直径 E1、所述第二内轮滚动面的轨道直径 F2、所述第二外轮滚动面的轨道直径 E2 按以下公式表示所述第一旋转轴的转速 n_1 与所述第二旋转轴的转速 n_5 的转速比 i ,

$$i = n_1/n_5$$

$$= E_2(F_1+E_1)/(E_2F_1 - E_1F_2)。$$

2. 根据权利要求 1 所述的增减速装置,其特征在于,

通过改变所述第一滚动轴承的第一接触角来调整所述第一内侧滚动面的轨道直径 F1 及所述第一外侧滚动面的轨道直径 E1。

3. 根据权利要求 1 所述的增减速装置,其特征在于,

通过改变所述第二滚动轴承的第二接触角来调整所述第二内侧滚动面的轨道直径 F2 及所述第二外侧滚动面的轨道直径 E2。

4. 一种增减速装置,包括:

第一旋转轴,其被配置为能够绕旋转轴线旋转;

第二旋转轴,其被配置为能够绕所述旋转轴线旋转,具有覆盖所述第一旋转轴端部的圆筒状支承部;

壳体,其支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

第一滚动轴承,其配置在所述第一旋转轴与所述壳体之间,可旋转地支承所述第一旋转轴;

第二滚动轴承,其配置在所述支承部与所述第一旋转轴之间,可相对旋转地支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

预压部,其设置在所述壳体上,施加将所述第二旋转轴向所述第一旋转轴侧挤压的预压力;

所述第二旋转轴的传递部,其将施加至所述第二旋转轴的所述预压力传递至所述第二滚动轴承;

所述壳体的受压部,其承受从所述第二滚动轴承传递至所述第一滚动轴承的所述预压力,

所述第一滚动轴承具有:

第一内轮,其与所述第二滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第一内侧滚动面,所述第一内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;

第一外轮,其与所述受压部相连接而能够传递所述预压力,设有第一外侧滚动面,所述第一外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;

第一滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第一内侧滚动面及所述第一外侧滚动面之间滚动,

所述第二滚动轴承具有:

第二外轮,其与所述传递部相连接而能够传递所述预压力,设有第二外侧滚动面,所述第二外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;

第二内轮,其与所述第一滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第二内侧滚动面,所述第二内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;

第二滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第二内侧滚动面及所述第二外侧滚动面之间滚动,其特征在于,

所述第一滚动体及所述第二滚动体中的至少一方大致为圆锥滚子状。

5. 一种增减速装置,包括:

第一旋转轴,其被配置为能够绕旋转轴线旋转;

第二旋转轴,其被配置为能够绕所述旋转轴线旋转,具有覆盖所述第一旋转轴端部的圆筒状支承部;

壳体,其支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

第一滚动轴承,其配置在所述第一旋转轴与所述壳体之间,可旋转地支承所述第一旋转轴;

第二滚动轴承,其配置在所述支承部与所述第一旋转轴之间,可相对旋转地支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;

预压部,其设置在所述壳体上,施加将所述第二旋转轴向所述第一旋转轴侧挤压的预压力;

所述第二旋转轴的传递部,其将施加至所述第二旋转轴的所述预压力传递至所述第二滚动轴承;

所述壳体的受压部,其承受从所述第二滚动轴承传递至所述第一滚动轴承的所述预压力,

可旋转支承所述第二旋转轴的第三滚动轴承及第四滚动轴承沿所述旋转轴线方向排列设置在所述第二旋转轴与所述壳体之间,其特征在于,

所述第四滚动轴承为具有大致圆筒状滚动体的滚子轴承,

所述预压部经由所述第四滚动轴承的第四外轮向所述第三滚动轴承施加预压力,

所述第三滚动轴承将所述预压力传递至所述第二旋转轴。

增减速装置

技术领域

[0001] 本发明涉及增减速装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有一种牵引驱动器,其作为增减速装置,在传递动力的同时改变从输入轴输入的转速并从输出轴输出(例如,参考专利文献1及非专利文献1)。

[0003] 专利文献1:(日本)特开2002-243011号公报

[0004] 非专利文献1:丹羽政人、关启明、神谷好承、正津正利,“使用行星机构的轴承转用式减速器”2007年度精密工学会春季大会学术演讲会演讲论文集,2007年,979-980页

[0005] 与使用齿轮的增减速装置相比,上述牵引驱动器具有噪音、振动小的优点。但是,也有在一级内难以实现大范围的减速比的问题。

[0006] 另一方面,在非专利文献1中公开的牵引驱动器(轴承转用式减速器)中,存在打滑率随输出转矩的增加而增加的问题。

[0007] 即,在非专利文献1中公开的结构中,通过使径向止推滚珠轴承的外轮相对壳体沿轴向移动来施加预压。在该结构中,利用作用于外轮与壳体之间的摩擦力而静止,如果输出转矩增加,则作用于外轮的旋转力超过摩擦力,可能使外轮与壳体之间发生打滑(打滑率增加)。

发明内容

[0008] 鉴于以上问题,本发明的目的在于,提供一种能够抑制振动、噪音、打滑的发生并且能够实现大范围减速比的增减速装置。

[0009] 为了达成以上目的,本发明提供了以下技术。

[0010] 本发明的增减速装置包括:第一旋转轴,其被配置为能够绕旋转轴线旋转;第二旋转轴,其被配置为能够绕所述旋转轴线旋转,具有覆盖所述第一旋转轴端部的圆筒状支承部;壳体,其支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;第一滚动轴承,其配置在所述第一旋转轴与所述壳体之间,可旋转地支承所述第一旋转轴;第二滚动轴承,其配置在所述支承部与所述第一旋转轴之间,可相对旋转地支承所述第一旋转轴及所述第二旋转轴;预压部,其设置在所述壳体上,施加将所述第二旋转轴向所述第一旋转轴侧挤压的预压力;所述第二旋转轴的传递部,其将施加至所述第二旋转轴的所述预压力传递至所述第二滚动轴承;所述壳体的受压部,其承受从所述第二滚动轴承传递至所述第一滚动轴承的所述预压力。

[0011] 根据本发明,从预压部施加至第二旋转轴上的预压力,在经由传递部传递至第二滚动轴承后,经由第二滚动轴承及第一滚动轴承而由壳体的受压部承受。在此,由于预压部及受压部都设置在壳体上,因此能够可靠地向第二滚动轴承及第一滚动轴承施加预压力,在转矩传递上施加充分的预压。

[0012] 通过将第二旋转轴向第一旋转轴侧挤压而向第二滚动轴承施加预压力,因此不会使第二滚动轴承与支承部及第一旋转轴之间沿旋转轴线方向相对位移,从而第二滚动轴承

施被预压。同样,由于向第一滚动轴承施加预压力,因此不会使第一滚动轴承与壳体及第一旋转轴之间沿旋转轴线方向相对位移,从而第一滚动轴承被施加预压。

[0013] 换言之,即使利用使第二滚动轴承不能相对支承部及第一旋转轴移动、使第一滚动轴承不能相对壳体及第一旋转轴移动的方法安装第一滚动轴承及第二滚动轴承,也能够转矩传递充分地对第一滚动轴承及第二滚动轴承施加预压,从而能够防止第一滚动轴承及第二滚动轴承中的打滑。

[0014] 在上述发明中,优选使所述第一滚动轴承具有:第一内轮,其与所述第二滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第一内侧滚动面,所述第一内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;第一外轮,其与所述受压部相连接而能够传递所述预压力,设有第一外侧滚动面,所述第一外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向外侧倾斜的面;第一滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第一内侧滚动面及所述第一外侧滚动面之间滚动。优选使所述第二滚动轴承具有:第二外轮,其与所述传递部相连接而能够传递所述预压力,设有第二外侧滚动面,所述第二外侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;第二内轮,其与所述第一滚动轴承相连接而能够传递所述预压力,设有第二内侧滚动面,所述第二内侧滚动面至少具有从所述第一旋转轴向所述第二旋转轴朝径向内侧倾斜的面;第二滚动体,其被配置为多个并且能够在所述第二内侧滚动面及所述第二外侧滚动面之间滚动。

[0015] 根据本发明,从预压部施加至第二旋转轴的预压力经由传递部而传递至第二滚动轴承的第二外轮。传递至第二外轮的预压力经由第二外侧滚动面、第二滚动体及第二内侧滚动面而传递至第二内轮,并进一步传递至第一滚动轴承的第一内轮。

[0016] 传递至第一内轮的预压力经由第一内侧滚动面、第一滚动体及第一外侧滚动面而传递至第一外轮。传递至第一外轮的预压力由壳体的受压部承受。

[0017] 作用于与预压力相反的方向的反作用力从受压部传递至第一内轮。因此,在第一内轮与第一外轮之间,第一滚动体被向压缩方向挤压。换言之,第一滚动体以挤压在第一内侧滚动面与第一外侧滚动面之间的并且被施加预压。

[0018] 反作用力从受压部经由第一滚动轴承而传递至第二内轮。因此,在第二内轮及第二外轮之间,第二滚动体被向压缩方向挤压。换言之,第二滚动体被挤压在第二内侧滚动面与第二外侧滚动面之间并且被施加预压。

[0019] 在上述发明中,优选第一内侧滚动面的轨道直径 F1、第一外侧滚动面的轨道直径 E1、第二内侧滚动面的轨道直径 F2、第二外侧滚动面的轨道直径 E2 按以下式(1)来表示第一旋转轴的转速 n_1 与第二旋转轴的转速 n_5 的转速比 i 。

[0020]
$$i = n_1 / n_5 = E_2 (F_1 + E_1) / (E_2 F_1 - E_1 F_2) \cdots (1)$$

[0021] 根据本发明,通过调节第二外侧滚动面的轨道直径 E2 和第一内侧滚动面的轨道直径 F1 的乘积与第一外侧滚动面的轨道直径 E1 和第二内侧滚动面的轨道直径 F2 的乘积的差值,能够调节第一旋转轴的转速 n_1 与第二旋转轴的转速 n_5 的转速比 i 。

[0022] 在上述发明中,优选通过改变所述第一滚动轴承的第一接触角来调整所述第一内侧滚动面的轨道直径 F1 及所述第一外侧滚动面的轨道直径 E1。

[0023] 在上述发明中,优选通过改变所述第二滚动轴承的第二接触角来调整所述第二内侧滚动面的轨道直径 F2 及所述第二外侧滚动面的轨道直径 E2。

[0024] 根据本发明,能够使用大致相同规格的第一滚动轴承与第二滚动轴承,并且能够调节第一旋转轴的转速 n_1 与第二旋转轴的转速 n_5 的转速比 i 。

[0025] 换言之,即使旋转轴线为中心的第一滚动体与第二滚动体的公转半径大致相等,通过调节第一接触角或第二接触角,也能够调节旋转速度比 i 。

[0026] 还有,由于第一滚动体与第二滚动体的公转直径大致能够相等,所以能够使保持部成为比较容易形成的大致圆筒状。

[0027] 在上述发明中,优选使所述第一滚动体及所述第二滚动体中的至少一方大致为球状。

[0028] 根据本发明,第一滚动体与第一内轮及第一外轮的接触、第二滚动体与第二内轮及第二外轮的接触为点接触。例如,与使滚动体与内轮及外轮的接触为线接触的情况相比,第一滚动体或第二滚动体转动时的搅动(搅拌)损失减小。

[0029] 在上述发明中,优选使所述第一滚动体及所述第二滚动体中的至少一方大致为圆锥滚子状。

[0030] 根据本发明,第一滚动体与第一内轮及第一外轮的接触、第二滚动体与第二内轮及第二外轮的接触为线接触。例如,与使滚动体与内轮及外轮的接触为点接触的情况相比,第一旋转体与第二旋转体之间的转矩传递面积增大。

[0031] 在上述发明中,优选使可旋转支承所述第二旋转轴的所述第三滚动轴承及第四滚动轴承沿所述旋转轴线方向排列设置在所述第二旋转轴与所述壳体之间。

[0032] 根据本发明,由于作用于第二旋转轴的旋转轴线振动方向的力矩由第三滚动轴承及第四滚动轴承承受,因此能够使第二旋转轴稳定地绕旋转轴线旋转。

[0033] 在上述发明中,优选使所述第四滚动轴承为具有大致圆筒状滚动体的滚子轴承,使所述预压部经由所述第四滚动轴承的第四外轮向所述第三滚动轴承施加预压力,使所述第三滚动轴承将所述预压力传递至所述第二旋转轴。

[0034] 根据本发明,由于使第四滚动轴承为滚子轴承,因此能够进一步可靠地承受作用于第二旋转轴的旋转轴线振动方向的力矩,使第二旋转轴稳定地绕旋转轴线旋转。

[0035] 预压力在从第四外轮传递至第三滚动轴承,并且从第三滚动轴承传递至第二旋转轴。在此,由于第四滚动轴承为滚动体是大致圆筒状的滚子轴承,因此,即使第四外轮相对第四滚动轴承的旋转体在旋转轴线方向上相对移动,也能够持续可旋转支承第二旋转轴。

[0036] 根据本发明的增减速装置,通过从预压部施加至第二旋转轴上的预压力,能够可靠地向第一滚动轴承及第二滚动轴承施加预压力,因此能够起到抑制打滑的发生并且实现大范围减速比的效果。进一步,由于利用第一滚动轴承及第二滚动轴承进行转速的增减,与利用齿轮进行转速增减的情况相比,能够起到抑制振动、噪音的发生并且实现大范围减速比的效果。

附图说明

[0037] 图 1 是说明本发明第一实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0038] 图 2 是说明图 1 的输入轴周围结构的局部放大图。

[0039] 图 3 是说明图 1 的输出轴周围结构的局部放大图。

[0040] 图 4 是说明图 1 的输入侧径向止推滚珠轴承及输出侧径向止推滚珠轴承结构的局

部放大图。

[0041] 图 5 是说明本发明第二实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0042] 图 6 是说明图 5 的输入侧圆锥滚子轴承及输出侧圆锥滚子轴承结构的局部放大图。

[0043] 图 7 是说明图 6 的输入侧圆锥滚子轴承及输出侧圆锥滚子轴承结构的局部放大图。

[0044] 图 8 是说明本发明第三实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0045] 图 9 是说明图 8 的转矩凸轮(トルクカム)结构的局部放大图。

[0046] 图 10 是说明图 9 的转矩凸轮的预压增加时状态的局部放大图。

[0047] 图 11 是说明图 8 的增减速装置的其他实施方式的示意图。

[0048] 图 12 是说明本发明第四实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0049] 图 13 是说明图 12 的输入侧行星滚子部及输出侧行星滚子部结构的局部放大图。

[0050] 附图标记说明

[0051] 1,101,201,301 增减速装置

[0052] 2 输入轴(第一旋转轴)

[0053] 3 输出轴(第二旋转轴)

[0054] 4 壳体

[0055] 5,105 输入侧径向止推滚珠轴承(第一滚动轴承)

[0056] 6,106 输出侧径向止推滚珠轴承(第二滚动轴承)

[0057] 7,107 保持部

[0058] 11 外轮支承部(支承部)

[0059] 11A 传递面(传递部)

[0060] 12 第一支承轴承(第三滚动轴承)

[0061] 13 第二支承轴承(第四滚动轴承)

[0062] 24 第二支承外轮(第四外轮)

[0063] 31A 受压面(受压部)

[0064] 32 预压部

[0065] 51,151 输入侧内轮(第一内轮)

[0066] 52,152 输入侧外轮(第一外轮)

[0067] 53 输入侧滚珠(第一滚动体)

[0068] 54,154,354 输入侧内侧滚动面(第一内侧滚动面)

[0069] 55,155,355 输入侧外侧滚动面(第一外侧滚动面)

[0070] 61,161 输出侧内轮(第二内轮)

[0071] 62,162 输出侧外轮(第二外轮)

[0072] 63 输出侧滚珠(第二滚动体)

[0073] 64,164,364 输出侧内侧滚动面(第二内侧滚动面)

[0074] 65,165,365 输出侧外侧滚动面(第二外侧滚动面)

[0075] 153 输入侧圆锥滚子(第一滚动体)

[0076] 163 输出侧圆锥滚子(第二滚动体)

- [0077] 307 行星销(保持部)
- [0078] 353 输入侧行星滚子(第一滚动体)
- [0079] 363 输出侧行星滚子(第二滚动体)
- [0080] L 旋转轴线
- [0081] $\alpha 1$ 接触角(第一接触角)
- [0082] $\alpha 2$ 接触角(第二接触角)

具体实施方式

[0083] [第一实施方式]

[0084] 以下,参考图 1 至图 4 对本发明第一实施方式的增减速装置进行说明。

[0085] 图 1 是说明本实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0086] 在本实施方式中,本发明的增减速装置 1 是用于使输入的旋转驱动力的转速减速的例子,但也可用于加速,并未特别限定。

[0087] 如图 1 所示,增减速装置 1 具有:通过外部驱动源(未图示)而被以规定转速旋转驱动的输入轴(第一旋转轴)2;基于规定的转速比 i 而以减速的转速旋转的输出轴(第二旋转轴)3;能够使输入轴 2 及输出轴 3 绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3 的壳体 4;将旋转从输入轴 2 传递至输出轴 3 的输入侧径向止推滚珠轴承(第一滚动轴承)5、输出侧径向止推滚珠轴承(第二滚动轴承)6 和保持部 7。

[0088] 另外,可使用牵引润滑油作为本实施方式的增减速装置 1 的润滑油。与使用其他润滑油的情况相比,使用牵引润滑油能够传递更大的力。

[0089] 图 2 是说明图 1 的输入轴周围结构的局部放大图。

[0090] 输入轴 2 是由外部的驱动源旋转驱动的大致圆柱状部件,用于将旋转驱动力传递至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 等。

[0091] 如图 1 及图 2 所示,输入轴 2 沿旋转轴线 L 延伸,并且其输出轴 3 侧(图 1 的右侧)配置于壳体 4 的内部。还有,输入轴 2 的输出轴 3 侧的端部配置于输出轴 3 的外轮支承部 11 的内侧。

[0092] 在输入轴 2 与外轮支承部 11 之间,设置有输出侧径向止推滚珠轴承 6,在输入轴 2 与壳体 4 之间,设置有输入侧径向止推滚珠轴承 5。还有,在输入轴 2 的输出侧径向止推滚珠轴承 6 与输入侧径向止推滚珠轴承 5 之间,设置有锲部 2A,所述锲部 2A 从输入轴 2 的圆周面朝径向外侧突出,与输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧内轮 61 及输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51 相接触。

[0093] 换言之,在输入轴 2 的输出轴 3 侧的端部(图 1 的右侧端部)上,从右向左依次设置有输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输入侧内轮 61,锲部 2A、输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51。

[0094] 图 3 是说明图 1 的输出轴周围结构的局部放大图。

[0095] 输出轴 3 是以通过输入侧径向止推滚珠轴承 5、输出侧径向止推滚珠轴承 6 等减速的转速进行旋转驱动的大致圆柱状部件。

[0096] 如图 1 及图 3 所示,输出轴 3 沿旋转轴线 L 延伸,并且其输入轴 2 侧(图 1 的左侧)配置于壳体 4 的内部。还有,在输出轴 3 的输入轴 2 侧的端部上,配置有以旋转轴线 L 为旋

转轴线的大致圆筒状外轮支承部(支承部)11,在外轮支承部 11 的内周面侧设有将预压力传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 的传递面(传递部)11A。

[0097] 传递面 11A 是相对于旋转轴线 L 在垂直方向延伸的大致环状的面,与输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧外轮 62 相接触。

[0098] 如图 2 所示,在外轮支承部 11 与输入轴 2 之间,设有输出侧径向止推滚珠轴承 6,如图 3 所示,在输出轴 3 与壳体 4 之间,从输入轴 2 侧开始依次设有第一支承轴承(第三滚动轴承)12 和第二支承轴承(第四滚动轴承)13。

[0099] 换言之,在外轮支承部 11 的内周面上设有输出侧外轮 62,在输出轴 3 的圆周面上,从输入轴 2 侧开始依次设有第一支承内轮 22 和第二支承内轮 25。

[0100] 第一支承轴承 12 及第二支承轴承 13 在旋转轴线 L 方向上隔有间隔排列配置,并且能够绕旋转轴线 L 旋转地支承输出轴 3。

[0101] 由此,作用于输出轴 3 的旋转轴线 L 振动方向的力矩由第一支承轴承 12 及第二支承轴承 13 所承受,因此能够使输出轴 3 稳定地绕旋转轴线 L 旋转。

[0102] 在第一支承轴承 12 上设置有第一支承外轮 21、第一支承内轮 22、第一支承滚动体 23。在第二支承轴承 13 上设置有第二支承外轮(第四外轮)24、第二支承内轮 25、第二支承滚动体 26。

[0103] 第一支承内轮 22 被配置为与台阶部 3A 相接触,该台阶部 3A 朝输入轴 2 侧从输出轴 3 向径向外侧突出。

[0104] 第一支承外轮 21 及第二支承外轮 24 能够相对于壳体 4 沿旋转轴线 L 方向移动,在第一支承外轮 21 及第二支承外轮 24 之间配置有预压用环 27,该预压用环 27 将施加至第二支承外轮 24 的预压力传递至第一外轮 21。

[0105] 在本实施方式中,将第一支承轴承 12 适用于径向止推滚珠轴承,将第二支承轴承 13 适用于圆柱滚子轴承。

[0106] 通过将第二支承轴承 13 适用于圆柱滚子轴承,而能够进一步可靠的承受作用于输出轴 3 的旋转轴线 L 振动方向的力矩,能够使输出轴 3 稳定地绕旋转轴线 L 旋转。

[0107] 还有,预压力从第二支承外轮 24 传递至第一支承轴承 12,并且从第一支承轴承 12 传递至输出轴 3。在此,由于第二支承轴承 13 的滚动体大致为圆柱状滚子轴承,因此,即使第二支承外轮 24 相对第二支承轴承 13 的滚动体沿旋转轴线 L 方向移动,也能够持续可旋转地支承输出轴 3。

[0108] 如图 1 至图 3 所示,壳体 4 能够使输入轴 2 及输出轴 3 绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3。

[0109] 在外壳 4 上设有:内部收容有输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 等的盖部 31、对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压的预压部 32、安装有盖部 31 及预压部 32 的壳体主体 33。

[0110] 如图 1 及图 2 所示,通过将盖部 31 安装在壳体主体 33 的输入轴 2 侧而在盖部 31 与壳体主体 33 之间形成有圆柱状的空间,在所形成的空间内收容有外轮支承部 11、输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6。

[0111] 盖部 31 为在输出轴 3 侧具有开口的有底圆筒状部件,在输入轴 2 侧的端面上形成有使输入轴 2 插入的贯通孔。

[0112] 在盖部 31 与输入轴 2 之间设有输入侧径向止推滚珠轴承 5, 在盖部 31 与外轮支承部 11 之间设有间隙。换言之, 在盖部 31 的内周面上设有输入侧外轮 52, 在盖部 31 与外轮支承部 11 之间形成有能够使外轮支承部 11 旋转的间隙。

[0113] 在盖部 31 上设有受压面(受压部) 31A, 受压面 31A 与输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入外轮 52 相接触, 承受预压力。受压面 31A 为朝输出轴 3 侧向径向外侧延伸的环状台阶面。

[0114] 如图 1 至图 3 所示, 预压部 32 经由第一支承轴承 12、第二支承轴承 13 及输出轴 3 向输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压力, 施加预压。

[0115] 在预压部 32 上设有: 产生预压的预压螺栓 41、第一挤压部 42 及第二挤压部 43、测量预压的测力传感器 44。

[0116] 预压螺栓 41 在将第一挤压部 42 及第二挤压部 43 与第一支承外轮 21 及第二支承外轮 24 一起压向输入轴 2 侧, 从而产生对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。

[0117] 预压螺栓 41 贯穿形成于第一挤压部 42 及第二挤压部 43 的第一贯通孔 45 及第二贯通孔 46, 与壳体主体 33 的螺纹孔 48 螺合。

[0118] 第一挤压部 42 与预压螺栓 41 及第二挤压部 43 一起, 将第一支承外轮 21 及第二支承外轮 24 压向输入轴 2 侧, 而产生对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。

[0119] 第一挤压部 42 为形成有使输出轴 3 贯穿的孔的板状部件, 配置在比第二挤压部 43 更靠输出轴 3 侧(图 3 的右侧)的位置。

[0120] 在第一挤压部 42 上形成有使预压螺栓 41 贯穿的第一贯通孔 45, 在与第二挤压部 43 相对的面上配置有测力传感器 44。

[0121] 第二挤压部 43 与预压螺栓 41 及第一挤压部 42 一起, 将第一支承外轮 21 及第二支承外轮 24 压向输入轴 2 侧, 而产生对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。

[0122] 第二挤压部 43 为形成有使输出轴 3 贯穿的孔的板状部件, 配置在第一挤压部 42 与壳体主体 33 之间。

[0123] 在第二挤压部 43 上形成有使预压螺栓 41 贯穿的第二贯通孔 46, 在与壳体 33 相对的面上形成有挤压第二支承外轮 24 的圆筒部 47。

[0124] 测力传感器 44 配置在第一挤压部 42 与第二挤压部 43 之间, 用于测量传递至输入侧径向止推滚珠轴承 5 等的预压。

[0125] 另外, 可使用公知的装置作为测力传感器 44, 但并未特别限定。

[0126] 在上述实施方式中, 已对使用测力传感器 44 来测量预压的例进行了说明, 但也可在预压螺栓 41 与第一挤压部 42 之间配置螺旋弹簧等弹性部件并基于螺旋弹簧的压缩量来测量预压, 并未特别限定。

[0127] 在壳体主体 33 上安装有盖部件 31 及预压部 32, 壳体主体 33 使输入轴 2 及输出轴 3 能够绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3。

[0128] 如图 1 及图 3 所示, 在壳体主体 33 上形成有与预压螺栓 41 螺合的螺栓孔 48。还有, 在壳体主体 33 与输出轴 3 之间设有第一支承轴承 12 及第二支承轴承 13, 在第一支承轴

承 12 与第二支承轴承 13 之间设有预压用环 27。

[0129] 如图 1 及图 2 所示,输入侧径向止推滚珠轴承 5 是设于盖部 31 与输入轴 2 之间的径向止推滚珠轴承,与输出侧径向止推滚珠轴承 6 及保持部 7 一起,将输入轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0130] 在输入侧径向止推滚珠轴承 5 上设有:输入侧内轮(第一内轮)51、输入侧外轮(第一外轮)52、输入侧滚珠(第一滚动体)53。

[0131] 输入侧内轮 51 是设置在输入轴 2 的圆周面上的环状部件。

[0132] 在输入侧内轮 51 的径向外侧设有输入侧滚珠 53 进行滚动的输入侧内侧滚动面(第一内侧滚动面)54。在输入侧内侧滚动面 54 上设有从输入轴 2 向输出轴 3 朝径向外侧倾斜的面,即,承受预压力的面。

[0133] 输入侧外轮 52 是设置在盖部 31 内周面上的环状部件,例如,与盖部 31 的内周面过盈配合。

[0134] 在输入侧外轮 52 的径向内侧设有输入侧滚珠 53 进行滚动的输入侧外侧滚动面(第一外侧滚动面)55。在输入侧外侧滚动面 55 上设有从输入轴 2 向输出轴 3 朝径向外侧倾斜的面,换言之,设有承受预压力的面。

[0135] 在本实施方式中,适当地说明了使输入侧径向止推滚珠轴承 5 的接触角(第一接触角) $\alpha 1$ 为 30° 左右的情况。

[0136] 在此,接触角 $\alpha 1$ 是作用线与径向平面所成的角,所述作用线是输入侧滚珠 53 和输入侧内侧滚动面 54 的接触点与输入侧滚珠 53 和输入侧外侧滚动面 55 的接触点之间的连线。

[0137] 输入侧径向止推滚珠轴承 5 被配置为作用线朝旋转轴线 L 向输出轴 3 侧倾斜。

[0138] 如图 1 及图 2 所示,输出侧径向止推滚珠轴承 6 是设于外轮支承部 11 与输入轴 2 之间的径向止推滚珠轴承,与输入侧径向止推滚珠轴承 5 及保持部 7 一起,将输入轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0139] 在输出侧径向止推滚珠轴承 6 上设有:输出侧内轮(第二内轮)61、输出侧外轮(第二外轮)62、输出侧滚珠(第二滚动体)63。

[0140] 输入侧内轮 61 是设置在输入轴 2 的圆周面上的环状部件,在输出侧内轮 61 的径向外侧设有输出侧滚珠 63 进行滚动的输出侧内侧滚动面(第一内侧滚动面)64。在输出侧内侧滚动面 64 上设有从输出轴 2 向输出轴 3 朝径向内侧倾斜的面,换言之,设有承受预压力的面。

[0141] 输出侧外轮 62 是设置在外轮支承部 11 的内周面上的环状部件,例如,与外轮支承部 11 过盈配合。

[0142] 在输出侧外轮 62 的径向内侧设有输出侧滚珠 63 进行滚动的输出侧外侧滚动面(第二外侧滚动面)65。在输出侧外侧滚动面 65 上设有从输出轴 2 向输出轴 3 朝径向内侧倾斜的面,换言之,设有承受预压力的面。

[0143] 在本实施方式中,说明了适用于使输出侧径向止推滚珠轴承 6 的接触角(第二接触角) $\alpha 2$ 约 40° 左右的情况。

[0144] 在此,接触角 $\alpha 2$ 是作用线与径向平面所成的角,所述作用线是输出侧滚珠 63 和输出侧内侧滚动面 64 的接触点与输出侧滚珠 63 和输出侧外侧滚动面 65 的接触点之间的

连线。

[0145] 输出侧径向止推滚珠轴承 6 被配置为作用线朝旋转轴线 L 向输入轴 2 侧倾斜。

[0146] 如图 1 及图 2 所示,保持部 7 是由例如铜合金等材料形成的大致圆筒状部件,用于保持输入侧滚珠 53 及输出侧滚珠 63。

[0147] 通过利用由铜合金形成的保持部 7,与使用其它材料的情况相比,能够延长保持部 7 的寿命,增大可传递的转矩。

[0148] 保持部 7 为沿旋转轴线 L 延伸的大致圆筒状部件,能够以旋转轴线 L 为中心旋转。在保持部 7 的输入轴 2 侧端部上,形成有助于保持输入侧滚珠 53 的切口部,该切口部的数量与输入侧滚珠 53 的数量对应。在输出轴 3 侧端部上,形成有助于保持输出侧滚珠 63 的切口部,该切口部的数量与输出侧滚珠 63 的数量对应。

[0149] 还有,在保持部 7 的与输入侧滚珠 53 及输出侧滚珠 63 的滑动面上,配置有具有润滑性的树脂,例如,聚四氟乙烯(特氟龙,注册商标)等。由此,能够减少保持部 7 与输入侧滚珠 53 及输出侧滚珠 63 之间的滑动损失。

[0150] 下面,对上述结构的增减速装置 1 的作用进行说明。

[0151] 首先,对从输入轴 2 到输出轴 3 的旋转传递路径进行说明。

[0152] 如图 1 及图 2 所示,输入轴 2 的旋转经由输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51 而传递至输入侧滚珠 53,输入侧滚珠 53 以旋转轴线 L 为中心公转。输入侧滚珠 53 的公转经由保持部 7 而传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧滚珠 63。通过输出侧滚珠 63 以旋转轴线 L 为中心公转,旋转传递至输出侧外轮 62,旋转从输出侧外轮 62 经由外轮支承部 11 而传递至输出轴 3。

[0153] 下面,说明对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压的方法。

[0154] 如图 1 及图 3 所示,在施加预压时,通过使预压螺栓 41 旋转,产生朝输入轴 2 侧(图 3 的左侧)作用于第一挤压部 42 的力(以下,记作“预压力”)。预压力从第一挤压部 42 经由测力传感器 44 而传递至第二挤压部 43,其大小通过测力传感器 44 而被测量出。

[0155] 由此,能够获知施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压的大小。

[0156] 传递至第二挤压部 43 的预压力从第二挤压部 43 的圆筒部 47 经由第二支承外轮 24、预压用环 27 而传递至第一支承外轮 21。由于第一支承外轮 21、预压用环 27 及第二支承外轮 24 被配置为能够相对于壳体 33 沿旋转轴线 L 方向移动,因此预压力能够传递至第一支承外轮 21。还有,由于第二支承轴承 13 为圆柱滚子轴承,因此不会妨碍预压力的传递。

[0157] 由于第一支承轴承 12 为径向止推滚珠轴承,因此传递至第一支承外轮 21 的预压力沿其作用线传递至第一支承内轮 22,进而从台阶部 3A 传递至输出轴 3。

[0158] 如图 1 及图 2 所示,传递至输出轴 3 的预压力从传递面 11A 传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧外轮 62,从而对输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。

[0159] 还有,预压力在沿输出侧径向止推滚珠轴承 6 的作用线传递至输入轴 2 的锒部 2A 后,从锒部 2A 传递至输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51,对输入侧径向止推滚珠轴承 5 施加预压。

[0160] 下面,对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的转速减速进

行说明。

[0161] 图4是说明图1的输入侧径向止推滚珠轴承及输出侧径向止推滚珠轴承结构的局部放大图。

[0162] 首先,输入侧径向止推滚珠轴承5的输入侧滚珠53的公转方向上的转速由以下式(2)表示。

$$[0163] \quad n_3 = (F_1 \cdot n_1 + E_1 \cdot n_2) / (F_1 + E_1) \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0164] 其中, n_1 为输入侧内轮51的转速, n_2 为输入侧外轮52的转速, n_3 为输入侧滚珠53的公转方向上的转速。另外, F_1 为输入侧内轮51的轨道直径, E_1 为输入侧外轮52的轨道直径(参考图4)。

[0165] 轨道直径 F_1 是与输入侧内侧滚动面54与输入侧滚珠53的接触点相关的直径,即,该接触点的集合的圆的直径。同样轨道直径 E_1 是与输入侧外侧滚动面55与输入侧滚珠53的接触点相关的直径。

[0166] 由于输入侧外轮52配置在盖部31上而不旋转,因此,转速为零($n_2=0$),从而,上述式(2)可表示为以下式(3)。

$$[0167] \quad n_3 = (F_1 \cdot n_1) / (F_1 + E_1) \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0168] 另外,输出侧径向止推滚珠轴承6的输出侧滚珠63的公转方向上的转速由以下式(4)表示。

$$[0169] \quad n_6 = (F_2 \cdot n_4 + E_2 \cdot n_5) / (F_2 + E_2) \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0170] 其中, n_4 为输出侧内轮61的转速, n_5 为输出侧外轮62的转速, n_6 为输出侧滚珠63的公转方向上的转速。另外, F_2 为输出侧内轮61的轨道直径, E_2 为输出侧外轮62的轨道直径(参考图4)。

[0171] 轨道直径 F_2 是与输出侧内侧滚动面64与输出侧滚珠63的接触点相关的直径,即,该接触点的集合的圆的直径。同样轨道直径 E_2 是与输出侧外侧滚动面65与输出侧滚珠63的接触点相关的直径。

[0172] 因此,输出侧外轮62的转速由以下式(5)表示。

$$[0173] \quad n_5 = ((F_2 + E_2) n_6 + F_2 \cdot n_4) / E_2 \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0174] 由于输入侧滚珠53及输出侧滚珠63由保持部7保持并公转,两者的公转方向上的旋转速度相等($n_3=n_6$)。因此,将式(3)代入式(5)并消去 n_6 ,得到以下式(6)。

$$[0175] \quad n_5 = ((E_2 F_1 - E_1 F_2) / E_2 (F_1 + E_1)) n_1 \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0176] 基于上述式(6),输入轴2与输出轴3之间的转速比 i ,即减速比 i 由以下式(7)表示。

$$[0177] \quad i = n_1 / n_5 = E_2 (F_1 + E_1) / (E_2 F_1 - E_1 F_2) \cdot \cdot \cdot (7)$$

[0178] 因此,通过调节各轨道直径 F_1 、 E_1 、 F_2 、 E_2 ,能够实现各种值的转速比 i 。例如,能够示例出转速比的值 i 为2.5、10、50、100等值。

[0179] 还有,通过调节式(7)中 $(E_2 F_1 - E_1 F_2)$ 的符号,能够使输入轴2与输出轴3向相同方向旋转或向相反方向旋转。

[0180] 下面,对各轨道直径 F_1 、 E_1 、 F_2 、 E_2 的值的调节方法进行说明。具体而言,对各轨道直径 F_1 、 E_1 与接触角 α_1 的关系、各轨道直径 F_2 、 E_2 与接触角 α_2 的关系进行说明。

[0181] 如图4所示,各轨道直径 F_1 、 E_1 和接触角 α_1 具有以下式(8)及式(9)的关系。

[0182] $F1 = Dpw1 + (Dw1 \cdot \cos \alpha 1) / 2 \cdot \cdot \cdot (8)$

[0183] $E1 = Dpw1 - (Dw1 \cdot \cos \alpha 1) / 2 \cdot \cdot \cdot (9)$

[0184] 其中, $Dpw1$ 是输入侧径向止推滚珠轴承 5 的节圆直径, $Dw1$ 是输入侧滚珠 53 的直径。

[0185] 同样, 各轨道直径 $F2$ 、 $E2$ 与接触角 $\alpha 2$ 具有以下式(10)及式(11)的关系。

[0186] $F2 = Dpw2 + (Dw2 \cdot \cos \alpha 2) / 2 \cdot \cdot \cdot (10)$

[0187] $E2 = Dpw2 - (Dw2 \cdot \cos \alpha 2) / 2 \cdot \cdot \cdot (11)$

[0188] 其中, $Dpw2$ 是输出侧径向止推滚珠轴承 6 的节圆直径, $Dw2$ 是输出侧滚珠 63 的直径。

[0189] 根据上述式(8)至式(11)可知: 由于节圆 $Dpw1$ 、 $Dpw2$ 、输入侧滚珠 53 $Dw1$ 、输出侧滚珠 63 $Dw2$ 不变, 因此通过调节接触角 $\alpha 1$ 、接触角 $\alpha 2$ 能够调节各轨道直径 $F1$ 、 $E1$ 及各轨道直径 $F2$ 、 $E2$ 的值。

[0190] 因此, 通过调节输入侧径向止推滚珠轴承 5 的接触角 $\alpha 1$ 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的接触角 $\alpha 2$, 能够调节转速比 i 。

[0191] 根据上述结构, 从预压部 32 施加至输出轴 3 的预压力, 在经由传递面 11A 而传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 后, 经由输出侧径向止推滚珠轴承 6 及输入侧径向止推滚珠轴承 5 而由壳体 4 的受压面 31A 承受。此时, 由于预压部 32 及受压面 31A 都设置在壳体 4 上, 因此, 能够可靠地对输出侧径向止推滚珠轴承 6 及输入侧径向止推滚珠轴承 5 施加预压力, 从而能够施加转矩传递充分的预压。

[0192] 通过将输出轴 3 压向输入轴 2 侧而向输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压力, 因此能够不使输出侧径向止推滚珠轴承 6、外轮支承部 11、输入轴 2 之间沿旋转轴 L 方向相对移动, 从而能够对输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。同样, 通过向输入侧径向止推滚珠轴承 5 施加预压力, 能够不使输入侧径向止推滚珠轴承 5、壳体 4、输入轴 2 之间沿旋转轴 L 方向相对移动, 从而能够对输入侧径向止推滚珠轴承 5 施加预压。

[0193] 换言之, 用使输出侧径向止推滚珠轴承 6 不能相对外轮支承部 11 及输入轴 2 移动、使输入侧径向止推滚珠轴承 5 不能相对壳体 4 及输入轴 2 移动的方法来安装输出侧径向止推滚珠轴承 6 及输入侧径向止推滚珠轴承 5, 能够转矩传递充分地对输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 施加预压。从而能够防止输入侧径向止推滚珠轴承 5 及第二滚动轴承发生打滑。

[0194] 具体而言, 从预压部 32 施加至输出轴 3 的预压力经由传递面 11A 而传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧外轮 62。传递至输出侧外轮 62 的预压力经由输出侧外侧滚动面 65、输出侧滚珠 63、输出侧内侧滚动面 64 而传递至输出侧内轮 61, 进而传递至输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51。

[0195] 传递至内轮 51 的预压力经由输入侧内侧滚动面 54、输入侧滚珠 53、输入侧外侧滚动面 55 而传递至输入侧外轮 52。传递至输入侧外轮 52 的预压力由壳体 4 的受压面 31A 承受。

[0196] 作用方向与预压力相反的反作用力从受压面 31A 传递至输入侧内轮 51。因此, 在输入侧内轮 51 及输入侧外轮 52 之间, 输入侧滚珠 53 被向压缩方向挤压。换言之, 输入侧滚珠 53 被以挤压在输入侧内侧滚动面 54 及输入侧外侧滚动面 55 之间并且施加预压。

[0197] 反作用力从受压面 31A 经由输入侧径向止推滚珠轴承 5 传递至输出侧内轮 61。因此,在输出侧内轮 61 及输出侧外轮 62 之间,输出侧滚珠 63 被向压缩方向挤压。换言之,输出侧滚珠 63 被以挤压在输出侧内侧滚动面 64 及输出侧外侧滚动面 65 之间并且施加预压。

[0198] 如式(7)所示,通过调节输出侧外侧滚动面 65 的轨道直径 E2 与输入侧内侧滚动面 54 的轨道直径 F1 的乘积与输入侧外侧滚动面 55 的轨道直径 E1 与输出侧内侧滚动面 64 的轨道直径 F2 的乘积的差的值,能够调节输入轴 2 的转速 n_1 与输出轴 3 的转速 n_2 的转速比 i 。

[0199] 还有,由于调节的是输入侧径向止推滚珠轴承 5 的接触角 α_1 或输出侧径向止推滚珠轴承 6 的接触角 α_2 及调节的是各轨道直径 F1、E1、F2、E2 的值,因此能够使用大致相同规格(体格)的输入侧径向止推滚珠轴承 5 或输出侧径向止推滚珠轴承 6,并且能够调节转速比 i 。

[0200] 换言之,即使以旋转轴线 L 为中心的输入侧滚珠 53 与输出侧滚珠 63 的公转半径大致相等,也能够通过调节接触角 α_1 及接触角 α_2 来调节转速比 i 。还有,由于输入侧滚珠 53 与输出侧滚珠 63 的公转半径大致相等,能够使保持部 7 的形状为容易形成的大致圆筒状。

[0201] 由于使用输入侧径向止推滚珠轴承 5,因此输入侧滚珠 53 与第一内轮及第一外轮的接触,即,与输入侧内侧滚动面 54 及输入侧外侧滚动面 55 的接触为点接触。同样,通过使用输出侧径向止推滚珠轴承 6,输出侧滚珠 63 与第二内轮及第二外轮,即,输出侧内侧滚动面 64 及输出侧外侧滚动面 65 的接触为点接触。

[0202] 因此,与滚动体与滚动面的接触为线接触的情况相比,输入侧滚珠 53、输出侧滚珠 63 转动时的搅动损失小,因此能够将本实施方式的增减速装置 1 应用于高转速领域的增减速。

[0203] 另外,作为示例出的上述实施方式的增减速装置 1 的各个要素为:作为滚动体的输入侧滚珠 53 的球径 D_{w1} 及输出侧滚珠 63 的球径 D_{w2} 为约 4.5mm ($D_{w1}=D_{w2}=4.5\text{mm}$),输入侧内轮 51 的轨道直径 F1 及输入侧外轮 52 的轨道直径 E1 的平均值、输出侧内轮 61 的轨道直径 F2 及输出侧外轮 62 的轨道直径 E2 的平均值都为约 11mm ($(F1+E1)/2=(F2+E2)/2=11\text{mm}$),接触角 α_1 为 30° 左右,接触角 α_2 为 40° 左右,减速比为 62 左右,但并不限于此。

[0204] 此外,在上述实施方式中,说明的是适用于通过调节接触角 α_1 及接触角 α_2 来调节转速比 i 的例子,但也可通过选择输入侧滚珠 53 的球径 D_{w1} 、输出侧滚珠 63 的球径 D_{w2} 来调节转速比 i ,也可通过选择轨道直径 F1、轨道直径 F2 来调节转速比 i ,并未特别限定。

[0205] 在上述实施方式中,是使用输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 作为例子进行的说明,但也可取代径向止推滚珠轴承而使用深槽球轴承,并未特别限定。

[0206] [第二实施方式]

[0207] 下面,参考图 5 至图 7 对本发明第二实施方式进行说明。

[0208] 本实施方式的增减速装置的基本结构要素与第一实施方式相同,但增减速的轴承的结构与第一实施方式相异。因此,仅参考图 5 至图 7 对本实施方式的轴承周围进行说明,其他结构等的说明省略。

[0209] 图 5 是说明本实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0210] 另外,对与第一实施方式相同的结构付以同一附图标记,其说明省略。

[0211] 如图 5 所示,增减速装置 101 具有:通过外部驱动源(未图示)而被以规定转速旋转驱动的输入轴 2;基于规定的转速比 i 而以减速的转速旋转的输出轴 3;使输入轴 2 及输出轴 3 能够绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3 的壳体 4;将旋转从输入轴 2 传递至输出轴 3 的输入侧圆锥滚子轴承(第一滚动轴承) 105、输出侧圆锥滚子轴承(第二滚动轴承) 106、保持部 7。

[0212] 图 6 是说明图 5 的输入侧圆锥滚子轴承及输出侧圆锥滚子轴承结构的局部放大图。

[0213] 如图 5 及图 6 所示,输入侧圆锥滚子轴承 105 是设于盖部 31 与输入轴 2 之间的圆锥滚子轴承,与输出侧圆锥滚子轴承 106 及保持部 107 一起,将输入轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0214] 在输入侧圆锥滚子轴承 105 上设置有:输入侧内轮(第一内轮) 151、输入侧外轮(第一外轮) 152、输入侧圆锥滚子(第一滚动体) 153。

[0215] 输入侧内轮 151 是设置在输入轴 2 的圆周面上的环状部件,在输入侧内轮 151 的径向外侧设有输入侧圆锥滚子 153 滚动的倾斜面的输入侧内侧滚动面(第一内侧滚动面) 154。

[0216] 输入侧外轮 152 是设置在盖部 31 内周面上的环状部件,在输入侧外轮 152 的径向内侧设有输入侧圆锥滚子 153 滚动的倾斜面的输入侧外侧滚动面(第一外侧滚动面) 155。

[0217] 如图 5 及图 6 所示,输出侧圆锥滚子轴承 106 是设于外轮支承部 11 与输入轴 2 之间的圆锥滚子轴承,与输入侧圆锥滚子轴承 105 及保持部 107 一起,将输出轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0218] 在输出侧圆锥滚子轴承 106 上设置有:输出侧内轮(第二内轮) 161、输出侧外轮(第二外轮) 162、输出侧圆锥滚子(第二滚动体) 163。

[0219] 输出侧内轮 161 是设置在输入轴 2 的圆周面上的环状部件,在输出侧内轮 161 的径向外侧设有输出侧圆锥滚子 163 滚动的倾斜面的输出侧内侧滚动面(第二内侧滚动面) 164。

[0220] 输出侧外轮 162 是设置在外轮支承部 11 内周面上的环状部件,在输出侧外轮 162 的径向内侧设有输出侧圆锥滚子 163 滚动的倾斜面的输出侧外侧滚动面(第二外侧滚动面) 165。

[0221] 如图 5 及图 6 所示,保持部 107 是大致圆筒状部件,并且是保持输入侧圆锥滚子 153 及输出侧圆锥滚子 163 的部件。

[0222] 保持部 107 为沿旋转轴线 L 延伸的大致圆筒状部件,输入轴 2 侧的端部具有朝输入轴 2 方向(图 6 的左方向)靠近旋转轴线 L 的倾斜面,输出轴 3 侧的端部具有朝输出轴 3 方向(图 6 的右方向)靠近旋转轴线的倾斜面。

[0223] 还有,在保持部 7 的输入轴 2 侧端部上,形成有保持输入侧圆锥滚子 153 的切口部,该切口部的数量与输入侧圆锥滚子 153 的数量对应。在输出轴 3 侧端部上,形成有保持输出侧圆锥滚子 163 的切口部,该切口部的数量与输出侧圆锥滚子 163 的数量对应。

[0224] 下面,对上述结构的增减速装置 101 的作用进行说明。

[0225] 首先,对从输入轴 2 到输出轴 3 的旋转传递路径进行说明。

[0226] 如图 5 及图 6 所示,输入轴 2 的旋转经由输入侧圆锥滚子轴承 105 的输入侧内轮 151 而传递至输入侧圆锥滚子 153,输入侧圆锥滚子 153 以旋转轴线 L 为中心公转。输入侧圆锥滚子 153 的公转经由保持部 107 而传递至输出侧圆锥滚子轴承 106 的输出侧圆锥滚子 163。由于输出侧圆锥滚子 163 以旋转轴线 L 为中心公转,因此旋转传递至输出侧外轮 162,进而旋转从输出侧外轮 162 经由外轮支承部 11 而传递至输出轴 3。

[0227] 输入侧圆锥滚子轴承 105 及输出侧圆锥滚子轴承 106 的预压方法与第一实施方式相同,其说明省略。

[0228] 下面,对输入侧圆锥滚子轴承 105 及输出侧圆锥滚子轴承 106 的转速减速进行说明。

[0229] 图 7 是说明图 6 的输入侧圆锥滚子轴承及输出侧圆锥滚子轴承结构的说明图。

[0230] 说明输入侧圆锥滚子轴承 105 及输出侧圆锥滚子轴承 106 的转速减速的式子与第一实施方式中所使用的式子相同,因此,这里仅对各数值的定义进行说明。

[0231] 如图 7 所示,轨道直径 F1 是与输入侧圆锥滚子 153 的中央部与输入侧内侧滚动面 154 的接触点相关的直径,即,该接触点的集合的圆的直径。同样轨道直径 E1 是与输入侧圆锥滚子 153 的中央部与输入侧外侧滚动面 155 的接触点相关的直径。

[0232] 轨道直径 F2 是与输出侧圆锥滚子 163 的中央部与输出侧内侧滚动面 164 的接触点相关的直径,即,该接触点的集合的圆的直径。同样轨道直径 E2 是与输出侧圆锥滚子 163 的中央部与输出侧外侧滚动面 165 的接触点相关的直径。

[0233] D_{pw1} 是输入侧圆锥滚子 153 的中央节圆直径, D_{w1} 是输入侧圆锥滚子 153 中央剖面的直径。

[0234] D_{pw2} 是输出侧圆锥滚子 163 的中央节圆直径, D_{w2} 是输出侧圆锥滚子 163 中央剖面的直径。

[0235] 根据上述结构,输入侧圆锥滚子 153 与输入侧内侧滚动面 154 及输入侧外侧滚动面 155 的接触、输出侧圆锥滚子 163 与输出侧内侧滚动面 164 及输出侧外侧滚动面 165 的接触为线接触。因此,与滚动体与滚动面的接触为点接触的情况相比,本实施方式的减速装置 101 的输入轴 2 与输出轴 3 之间的转矩传递面积增大,从而能够传递较大的转矩。

[0236] [第三实施方式]

[0237] 下面,参考图 8 至图 11 对本发明第三实施方式进行说明。

[0238] 本实施方式的增减速装置的基本结构与第一实施方式相同,但增减速的轴承的结构与第一实施方式相异。因此,仅参考图 8 至图 11 对本实施方式的轴承周围进行说明,其他结构等的说明省略。

[0239] 图 8 是说明本实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0240] 另外,对与第一实施方式相同的结构付以同一附图标记,其说明省略。

[0241] 如图 8 所示,增减速装置 201 具有:通过外部驱动源(未图示)而被以规定转速旋转驱动的输入轴 2;基于规定的转速比 i 而以减速的转速旋转的输出轴 3;使输入轴 2 及输出轴 3 能够绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3 的壳体 4;将旋转从输入轴 2 传递至输出轴 3 的输入侧径向止推滚珠轴承 5、输出侧径向止推滚珠轴承 6、保持部 7;用于调节施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压的转矩凸轮 208。

[0242] 图 9 是说明图 8 的转矩凸轮结构的局部放大图。

[0243] 如图 8 及图 9 所示,转矩凸轮 208 配置于输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 之间,用于调节施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压。

[0244] 如图 9 所示,在转矩凸轮 208 上设置有输入侧凸轮部 211、输出侧凸轮部 212、引导滚子 213。

[0245] 输入侧凸轮部 211 是大致圆板状部件,其与输出侧凸轮部 212 及引导滚子 213 一起,产生沿旋转轴线 L 方向的作用力。输入侧凸轮部 211 被配置为与输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51 相接触,并且其中心轴线与旋转轴线 L 大致一致。

[0246] 在输入侧凸轮部 211 的与输出侧凸轮部 212 相对的面上,形成有与引导滚子 213 相接触的引导槽 214。在引导槽 214 上形成有倾斜面,该倾斜面从中央向两端部靠近输出侧凸轮部 212。

[0247] 输出侧凸轮部 212 是大致圆板状部件,与输入侧凸轮部 211 及引导滚子 213 一起,产生沿旋转轴线 L 方向的作用力。输出侧凸轮部 212 与输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧内轮 61 相接触,其中心轴线与旋转轴线 L 大致一致。

[0248] 在输出侧凸轮部 212 的与输入侧凸轮部 211 相对的面上,形成有与引导滚子 213 相接触的引导槽 214。在引导槽 214 上形成有倾斜面,该倾斜面从中央向两端部逐渐靠近输出侧凸轮部 212。

[0249] 引导滚子 213 与输入侧凸轮部 211 及输出侧凸轮部 212 一起,产生沿旋转轴线 L 方向的作用力。

[0250] 引导滚子 213 配置在输入侧凸轮部 211 的引导槽 214 与输出侧凸轮部 212 的引导槽 214 之间,可相对于输入侧凸轮部 211 及输出侧凸轮部 212 滚动。

[0251] 下面,对转矩凸轮的预压调节方法进行说明。

[0252] 如图 9 所示,在未对转矩凸轮 208 施加绕旋转轴线 L 旋转的转矩的情况下,预压部 32 未施加预压,因此引导滚子 213 移动至引导槽 214 的槽深最深的位置。

[0253] 换言之,输入侧凸轮部 211 与输出侧凸轮部 212 在最接近的位置。

[0254] 图 10 是说明由图 9 的转矩凸轮产生的预压被增加时状态的局部放大图。

[0255] 其后,如图 10 所示,如果对转矩凸轮 208 施加绕旋转轴线 L 旋转的转矩,则输入侧凸轮部 211 与输出侧凸轮部 212 之间的相位出现偏差。即,输入侧凸轮部 211 的引导槽 214 与输出侧凸轮部 212 的引导槽 214 之间出现相位差。引导滚子 213 相对输入侧凸轮部 211 及输出侧凸轮部 212 滚动,成为与引导槽 214 的倾斜面相切。

[0256] 通过引导滚子 213 而产生作用于使输入侧凸轮部 211 及输出侧凸轮部 212 彼此分离方向的力。

[0257] 换言之,沿旋转轴线 L 向输入轴 2 侧(图 10 的左侧)的力作用于输入侧凸轮部 211,该力被传递至输入侧径向止推滚珠轴承 5 的输入侧内轮 51。沿旋转轴线 L 向输出轴 3 侧(图 10 的右侧)的力作用于输出侧凸轮部 212,该力被传递至输出侧径向止推滚珠轴承 6 的输出侧内轮 61。

[0258] 如此,在输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 上作用沿使其彼此分离方向的力,该力使预压增大。

[0259] 转矩凸轮 208 施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压与转矩凸轮 208 所施加的转矩值的大小大致成比例。

[0260] 根据以上结构,施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压能够根据施加至增减速装置 201 的转矩值的大小自动调节。因此,与仅通过预压部 32 来调节施加至输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的预压的方法相比,能够可靠地防止输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 发生打滑等。

[0261] 图 11 是说明图 8 的增减速装置的其他实施方式的示意图。

[0262] 另外,在上述实施方式中,说明的是将转矩凸轮 208 用于具有输入侧径向止推滚珠轴承 5 及输出侧径向止推滚珠轴承 6 的增减速装置 201 的例子,但如图 11 所示,也可将转矩凸轮 208 用于具有输入侧圆锥滚子轴承 105 及输出侧圆锥滚子轴承 106 的增减速装置 201,并未特别限定。

[0263] [第四实施方式]

[0264] 下面,参考图 12 至图 13 对本发明第四实施方式进行说明。

[0265] 本实施方式的增减速装置的基本结构与第一实施方式相同,但采用复合行星式轴的结构与第一实施方式相异。因此,参考图 12 至图 13 仅对本实施方式的相异结构要素进行说明,其他结构要素等的说明省略。

[0266] 图 12 是说明本实施方式的增减速装置结构的示意图。

[0267] 另外,对与第一实施方式相同的结构付以同一附图标记,其说明省略。

[0268] 如图 12 所示,增减速装置 301 具有:通过外部驱动源(未图示)而被以规定转速旋转驱动的输入轴 2;基于规定的转速比 i 而以减速的转速旋转的输出轴 3;使输入轴 2 及输出轴 3 能够绕旋转轴线 L 旋转地支承输入轴 2 及输出轴 3 的壳体 4;将旋转从输入轴 2 传递至输出轴 3 的输入侧行星滚子部 305、输出侧行星滚子部 306、行星销(保持部) 307。

[0269] 图 13 是说明图 12 的输入侧行星滚子部及输出侧行星滚子部结构的局部放大图。

[0270] 如图 12 及图 13 所示,输入侧行星滚子部 305 为设于壳体 4 与输入轴 2 之间的行星滚子,与输出侧行星滚子部 306 及行星销 307 一起,将输入轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0271] 在输入侧行星滚子部 305 上设置有:设置在输入轴 2 的圆周面上的输入侧内侧滚动面(第一内侧滚动面)354、形成有输入侧外侧滚动面(第一外侧滚动面)355 的输入侧外轮 352、输入侧行星滚子(第一滚动体) 353。

[0272] 输入侧内侧滚动面 354 设置在输入轴 2 的圆周面上,是输入侧行星滚子 353 滚动的面。输入侧外侧滚动面 355 设置在输入外轮 352 的内周面上,是输入侧行星滚子 353 滚动的面。输入外轮 352 配置在壳体 4 上。

[0273] 输入侧行星滚子 353 是大致圆筒状部件,在输入侧内侧滚动面 354 与输入侧外侧滚动面 355 之间滚动,经由行星销 307 而与输出侧行星滚子 363 连接。

[0274] 如图 12 及图 13 所示,输出侧行星滚子部 306 为行星滚子,设于外轮支承部 11 与输入轴 2 之间,与输入侧行星滚子部 305 及行星销 307 一起,将输出轴 2 的转速降低并传递至输出轴 3。

[0275] 在输出侧行星滚子部 306 上设置有:设置在输入轴 2 的圆周面上的输出侧内侧滚动面(第二内侧滚动面)364、形成有输出侧外侧滚动面(第二外侧滚动面)365 的输出侧外轮

362、输出侧行星滚子(第二滚动体) 363。

[0276] 输出侧内侧滚动面 364 设置在输入轴 2 的圆周面上,是输出侧行星滚子 363 的滚动面。输出侧外侧滚动面 365 设置在输出外轮 362 的内周面上,是输出侧行星滚子 363 的滚动面。输出外轮 362 配置在外轮支承部 11 上。

[0277] 输出侧行星滚子 363 是大致圆筒状部件,在输出侧内侧滚动面 364 与输出侧外侧滚动面 365 之间滚动,经由行星销 307 而与输入侧行星滚子 353 连接。

[0278] 如图 12 及图 13 所示,行星销 307 是大致圆柱状部件,是保持输入侧行星滚子 353 及输出侧行星滚子 363 的部件。

[0279] 行星销 307 沿旋转轴线 L 延伸,在输入轴 2 侧的端部配置有输入侧行星滚子 353,在输出轴 3 侧的端部配置有输出侧行星滚子 363。输入侧行星滚子 353 及输出侧行星滚子 363 可被配置为与行星销 307 一起绕旋转轴 L 公转。

[0280] 对上述结构的增减速装置 301 的作用进行说明。

[0281] 首先,对从输入轴 2 到输出轴 3 的旋转传递路径进行说明。

[0282] 如图 12 及图 13 所示,输入轴 2 的旋转经由输入侧行星滚子部 305 的输入侧内侧滚动面 354 而传递至输入侧行星滚子 353,输入侧行星滚子 353 以旋转轴线 L 为中心公转。输入侧行星滚子 353 的公转经由行星销 307 而传递至输出侧行星滚子部 306 的输出侧行星滚子 363。通过输出侧行星滚子 363 以旋转轴线 L 为中心公转,旋转传递至输出侧外轮 362,进而旋转从输出侧外轮 362 经由外轮支承部 11 而传递至输出轴 3。

[0283] 下面,对输入侧行星滚子部 305 及输出侧行星滚子部 306 的转速减速进行说明。

[0284] 在接触角 α_1 及接触角 α_2 为零($\alpha_1=0, \alpha_2=0$)情况下,用于说明输入侧行星滚子部 305 及输出侧行星滚子部 306 的转速减速的式与第一实施方式子中所使用的式子相同,因此,这里仅对各数值的定义进行说明。

[0285] 如图 13 所示,轨道直径 F1 是与输入侧行星滚子 353 与输入侧内侧滚动面 354 的接触部相关的直径,是输入侧内侧滚动面 354 的直径。同样轨道直径 E1 是输入侧外侧滚动面 355 的直径。

[0286] 轨道直径 F2 是与输出侧行星滚子 363 与输出侧内侧滚动面 364 的接触部相关的直径,即,输出侧内侧滚动面 364 的直径。同样轨道直径 E2 是输出侧外侧滚动面 365 的直径。

[0287] D_{pw1} 是输入侧行星滚子 353 的节圆直径, D_{w1} 是输入侧行星滚子 353 的直径。

[0288] D_{pw2} 是输出侧行星滚子 363 的节圆直径, D_{w2} 是输出侧行星滚子 363 的直径。其中,输入侧行星滚子 353 与输出侧行星滚子 363 的节圆直径大致相等。

[0289] 根据以上结构,与分别设置具有输入侧内侧滚动面 354 及输出侧内侧滚动面 364 等部件情况相比,能够减少必要的部件数量。

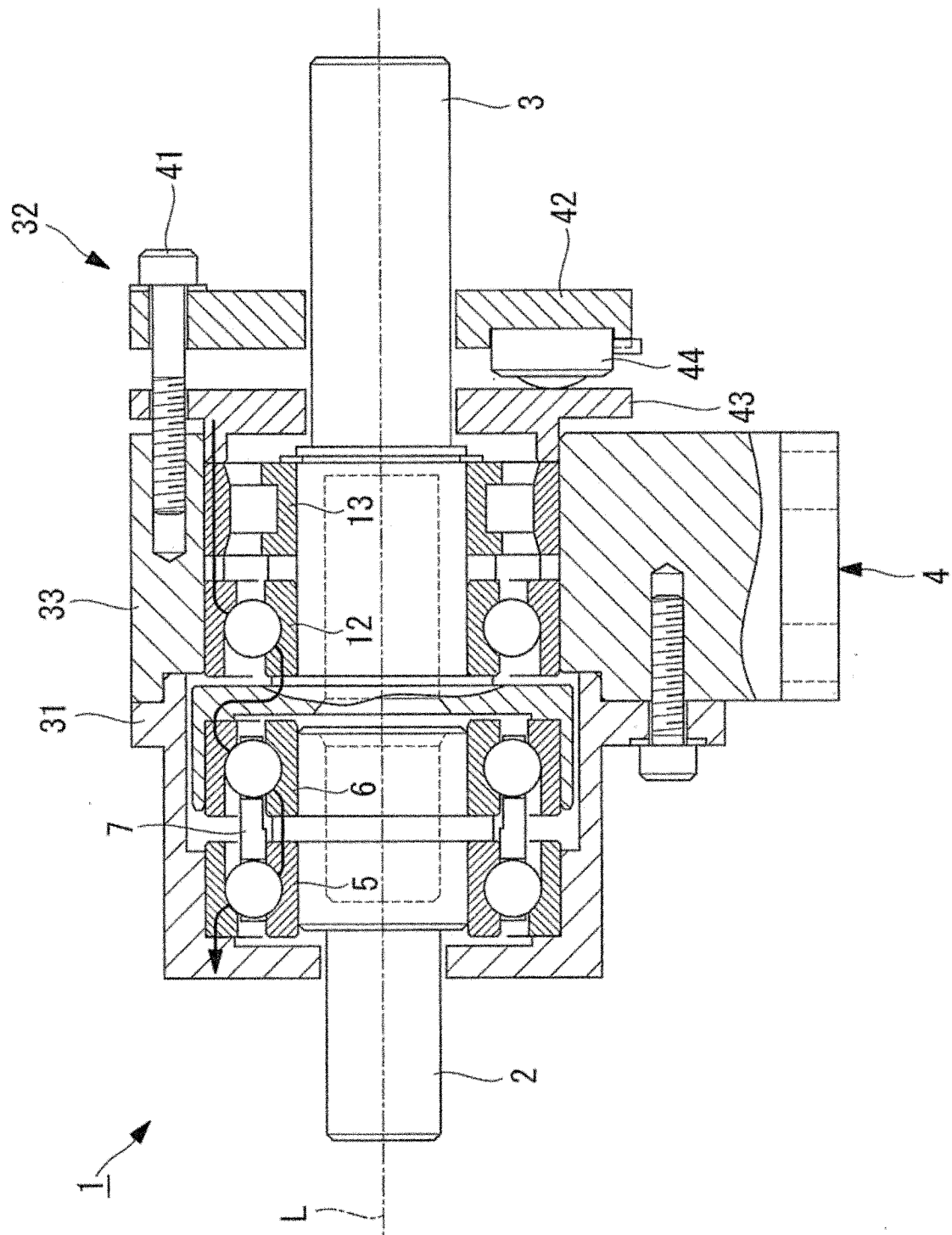


图 1

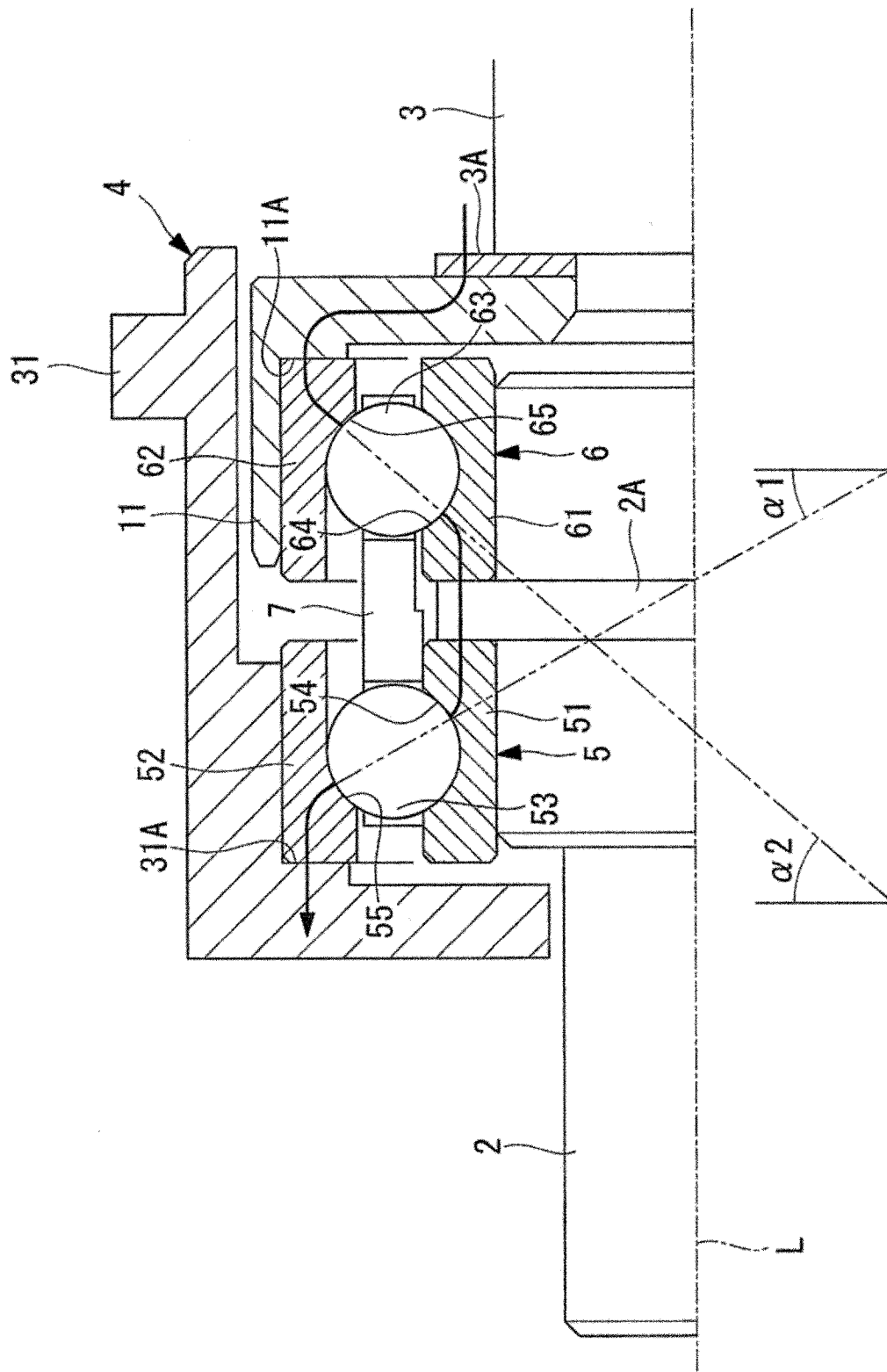


图 2

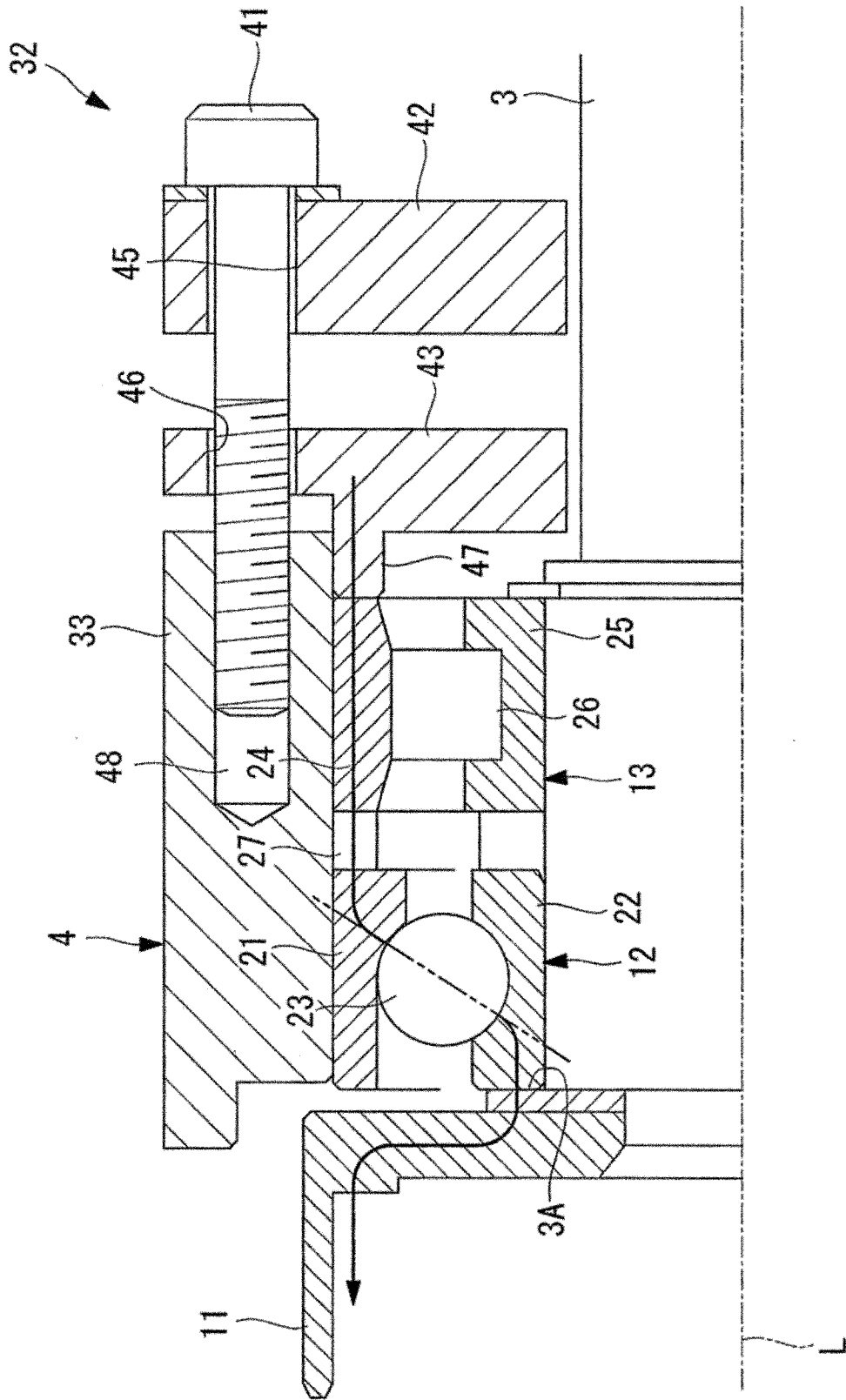


图 3

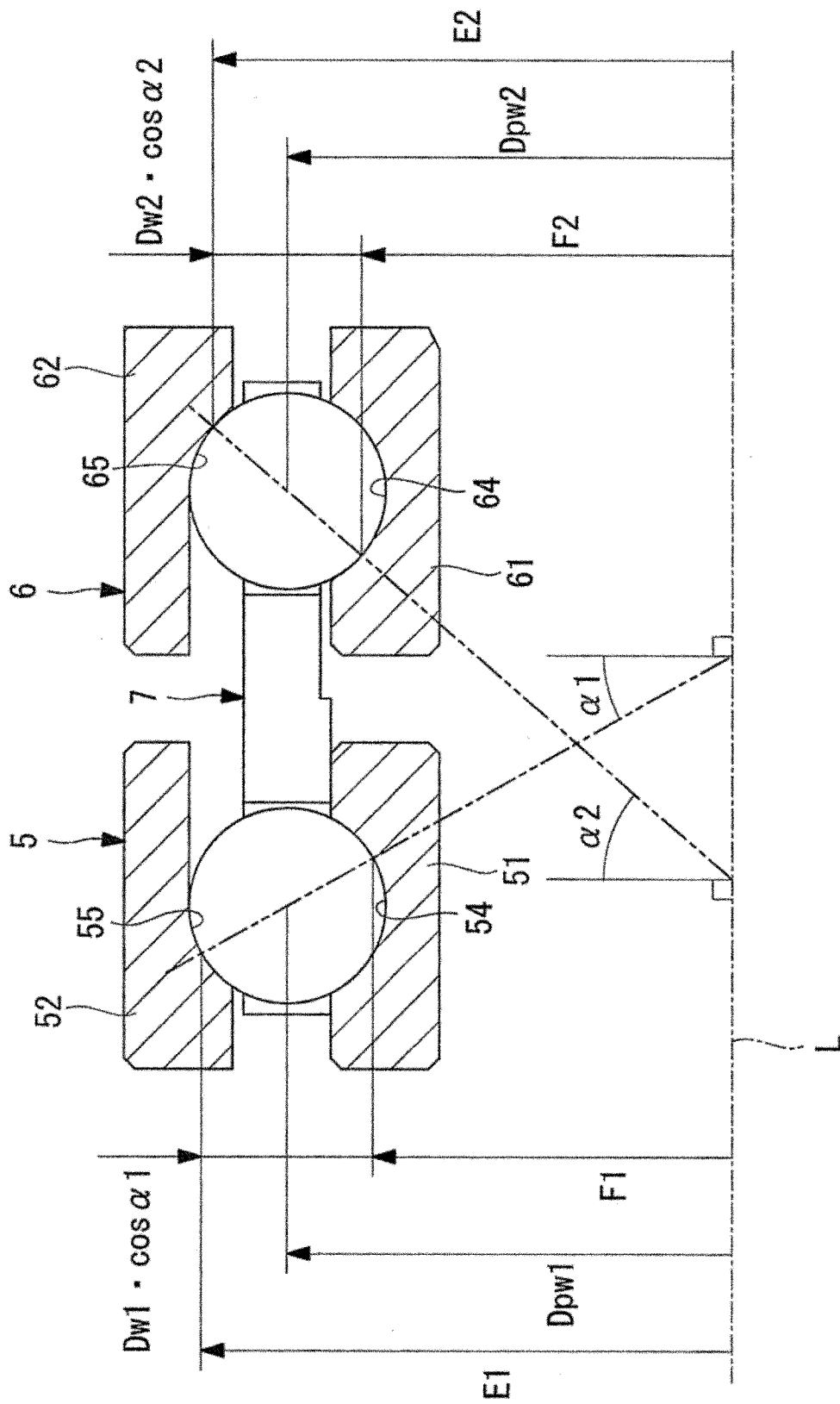


图 4

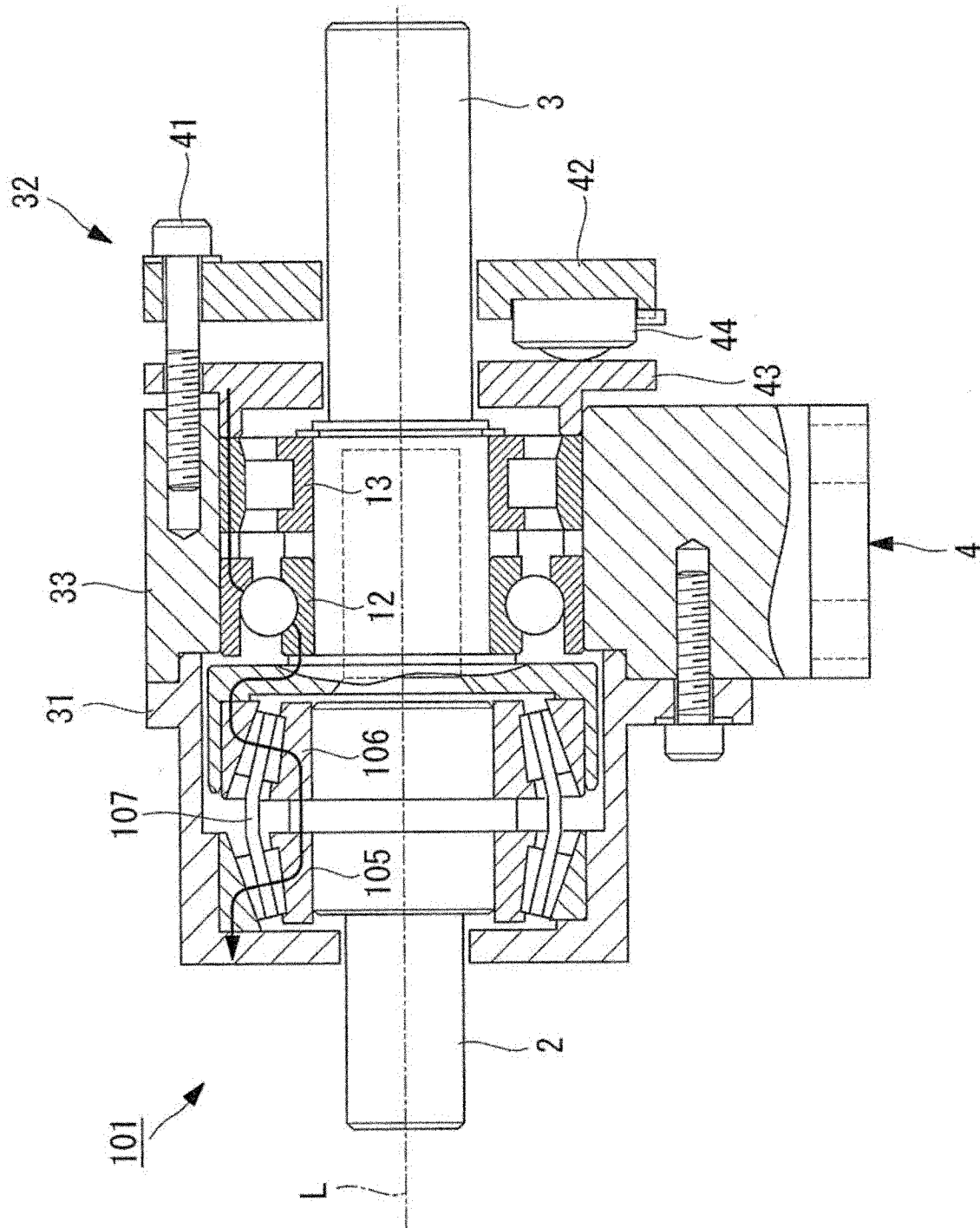


图 5

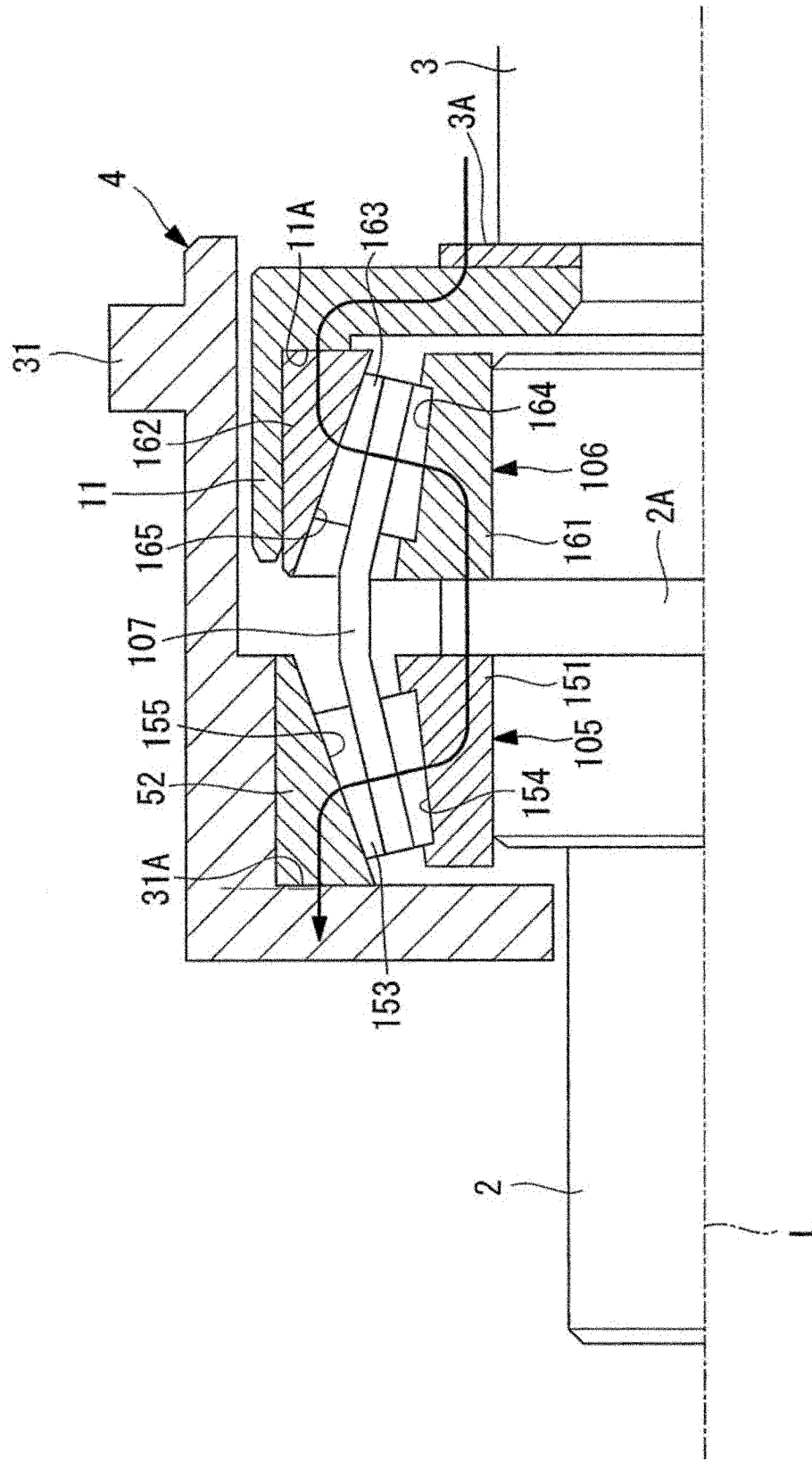


图 6

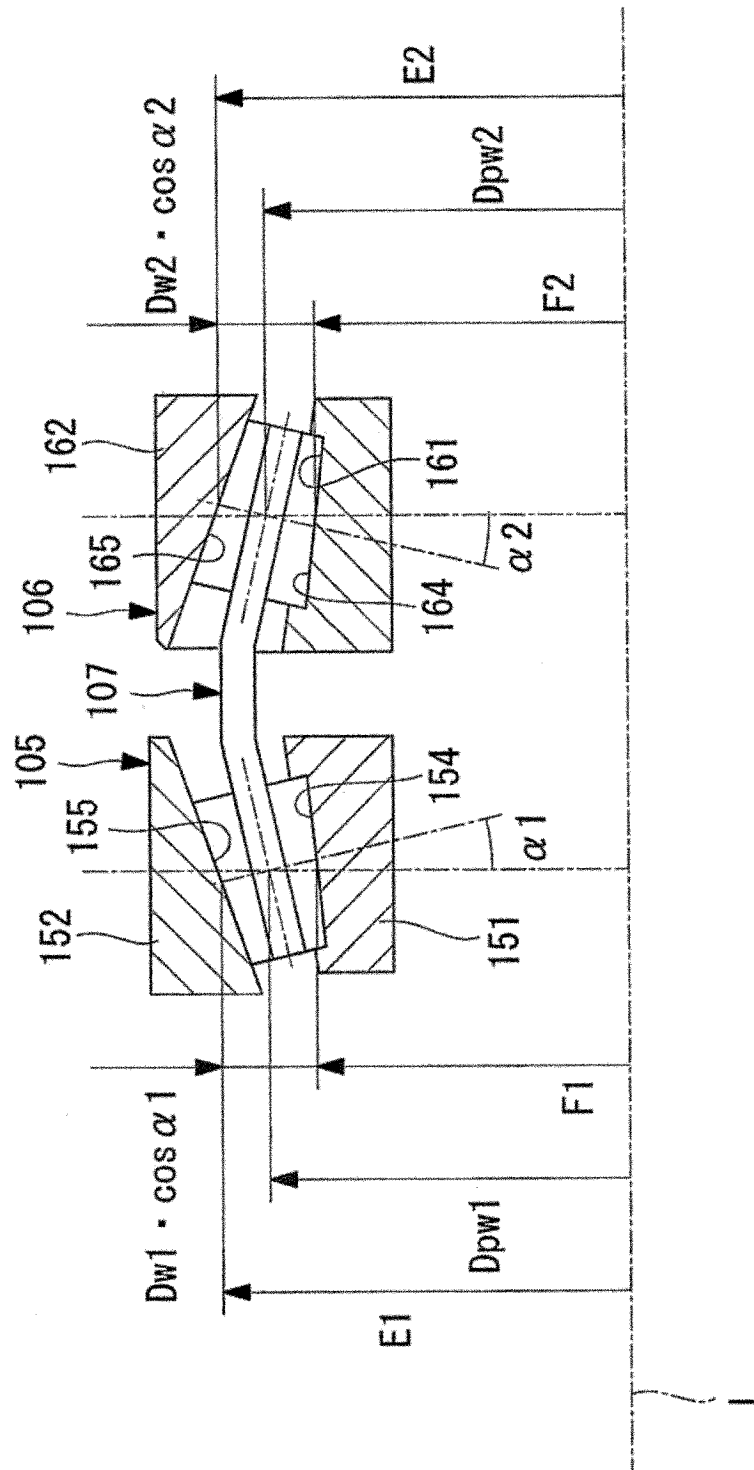


图 7

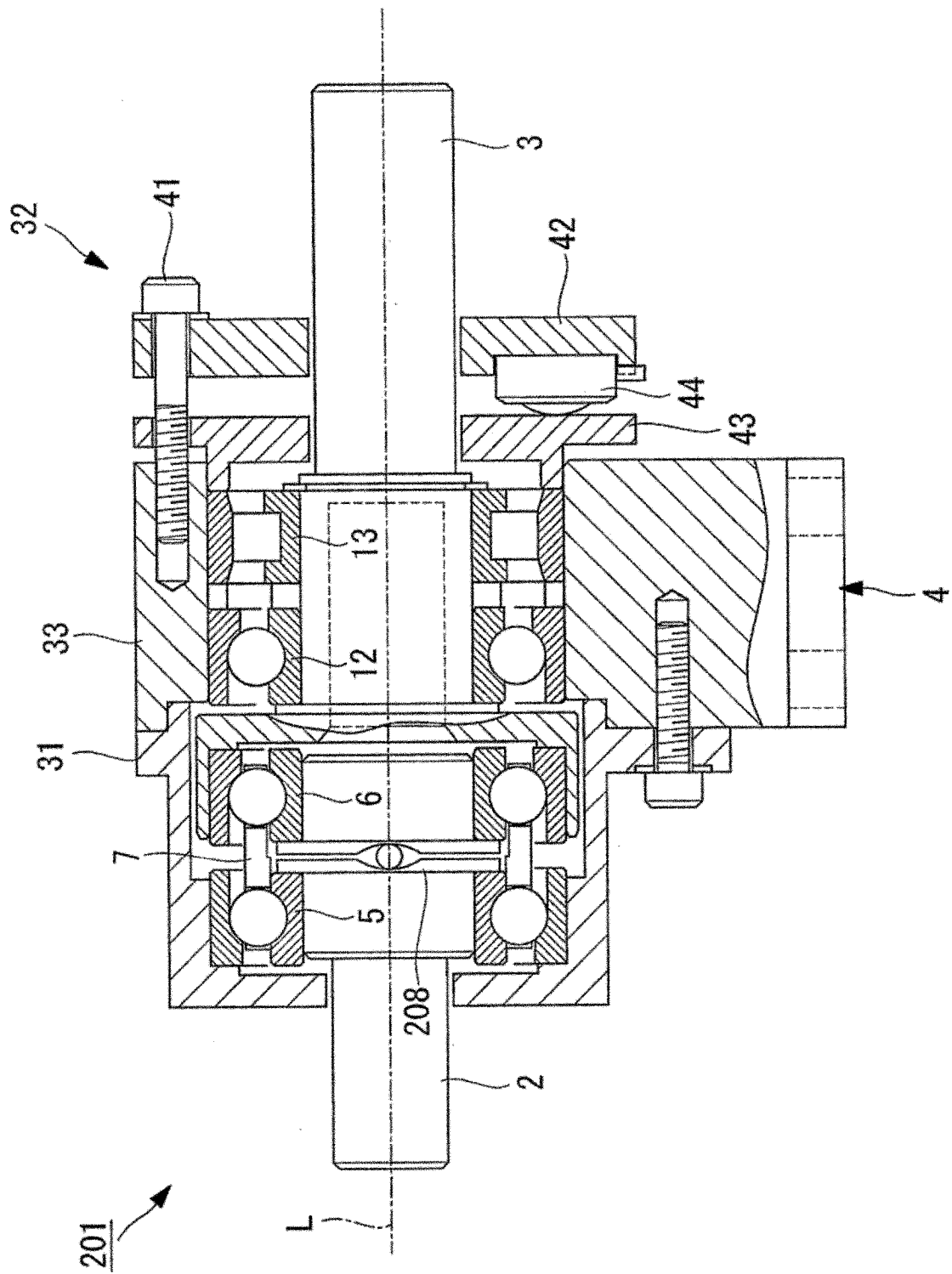


图 8

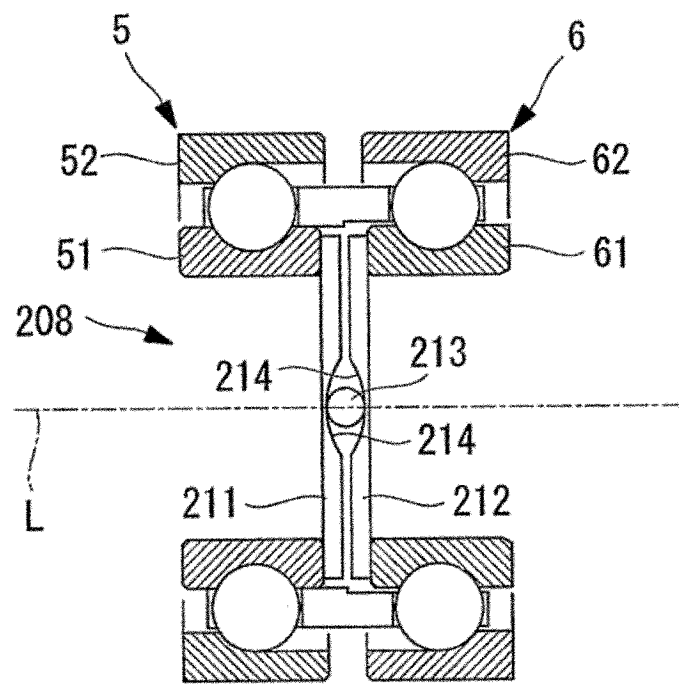


图 9

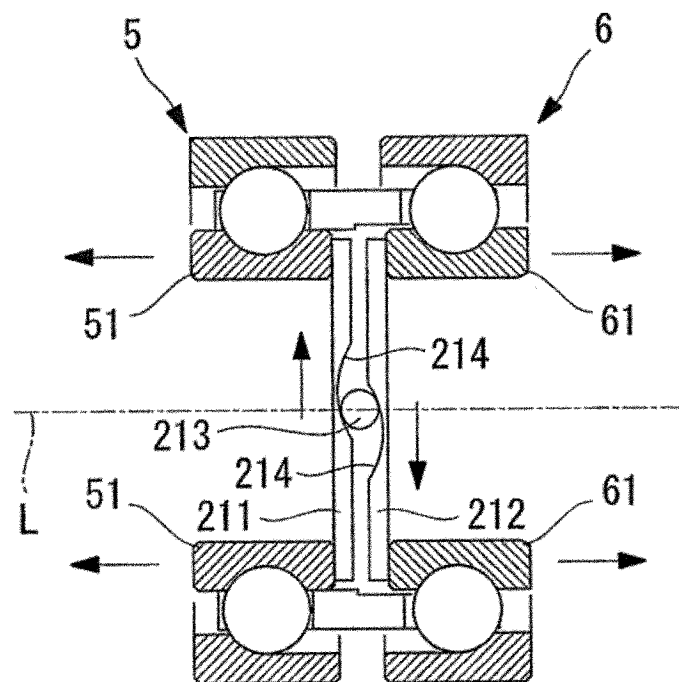


图 10

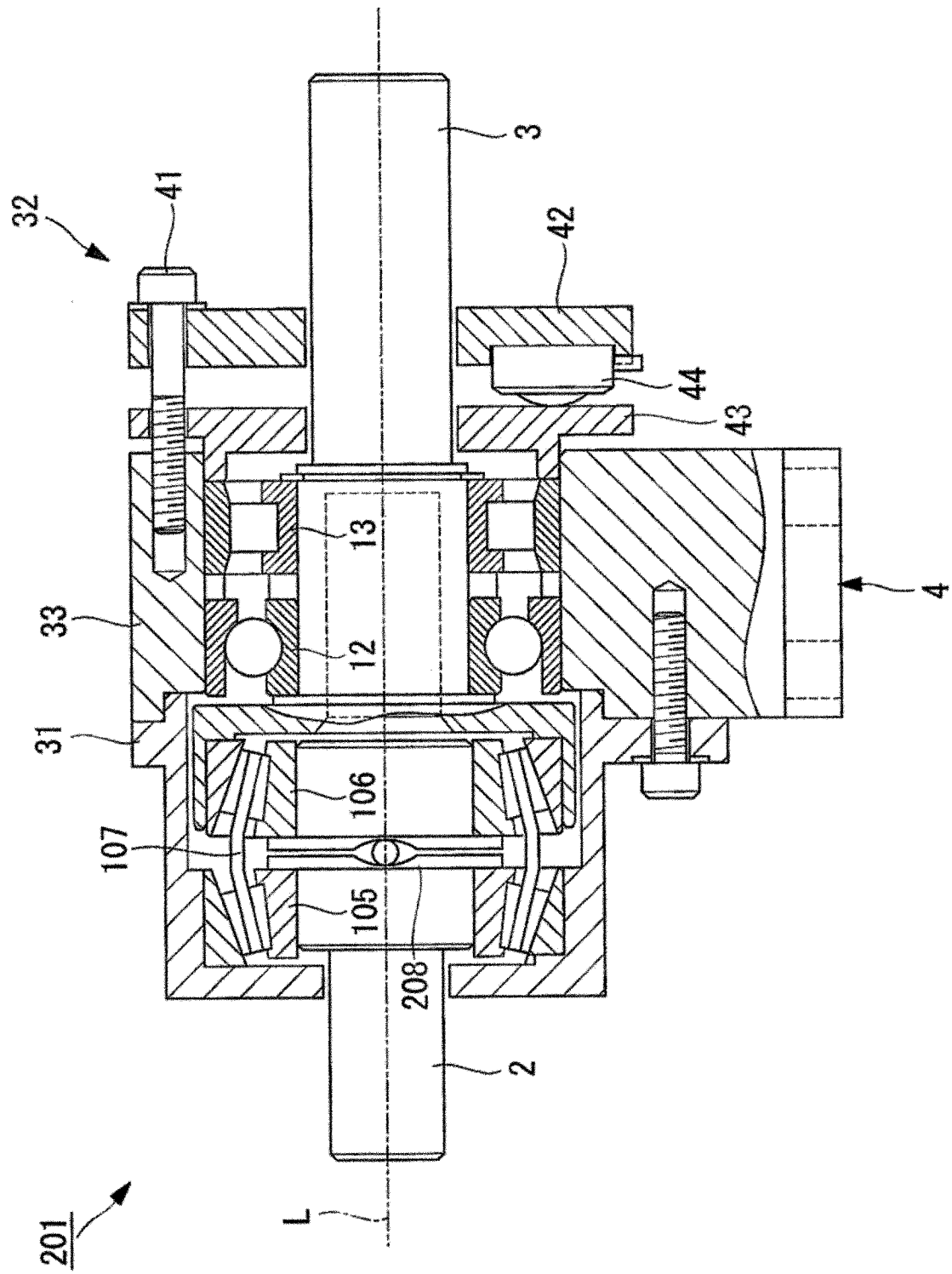


图 11

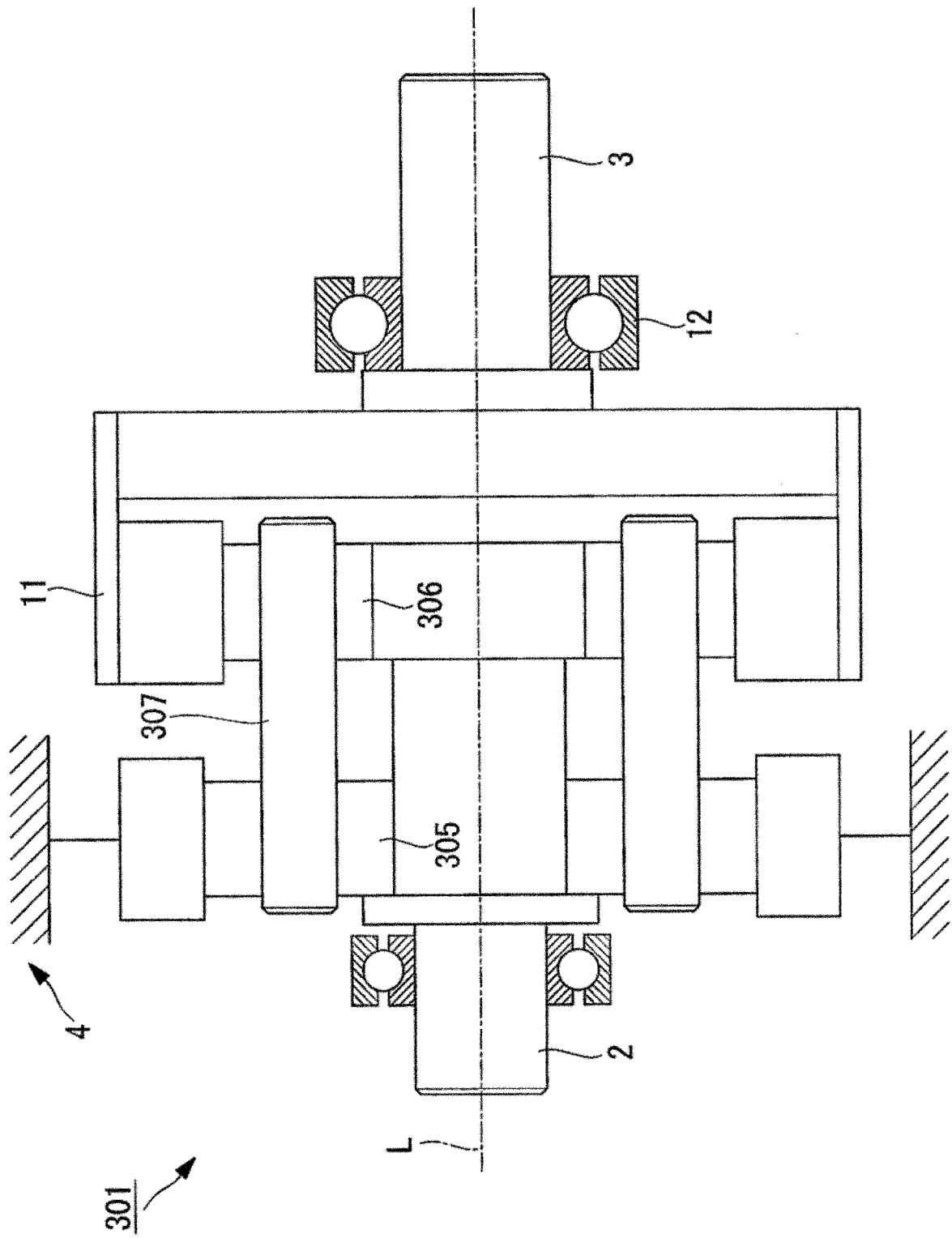


图 12

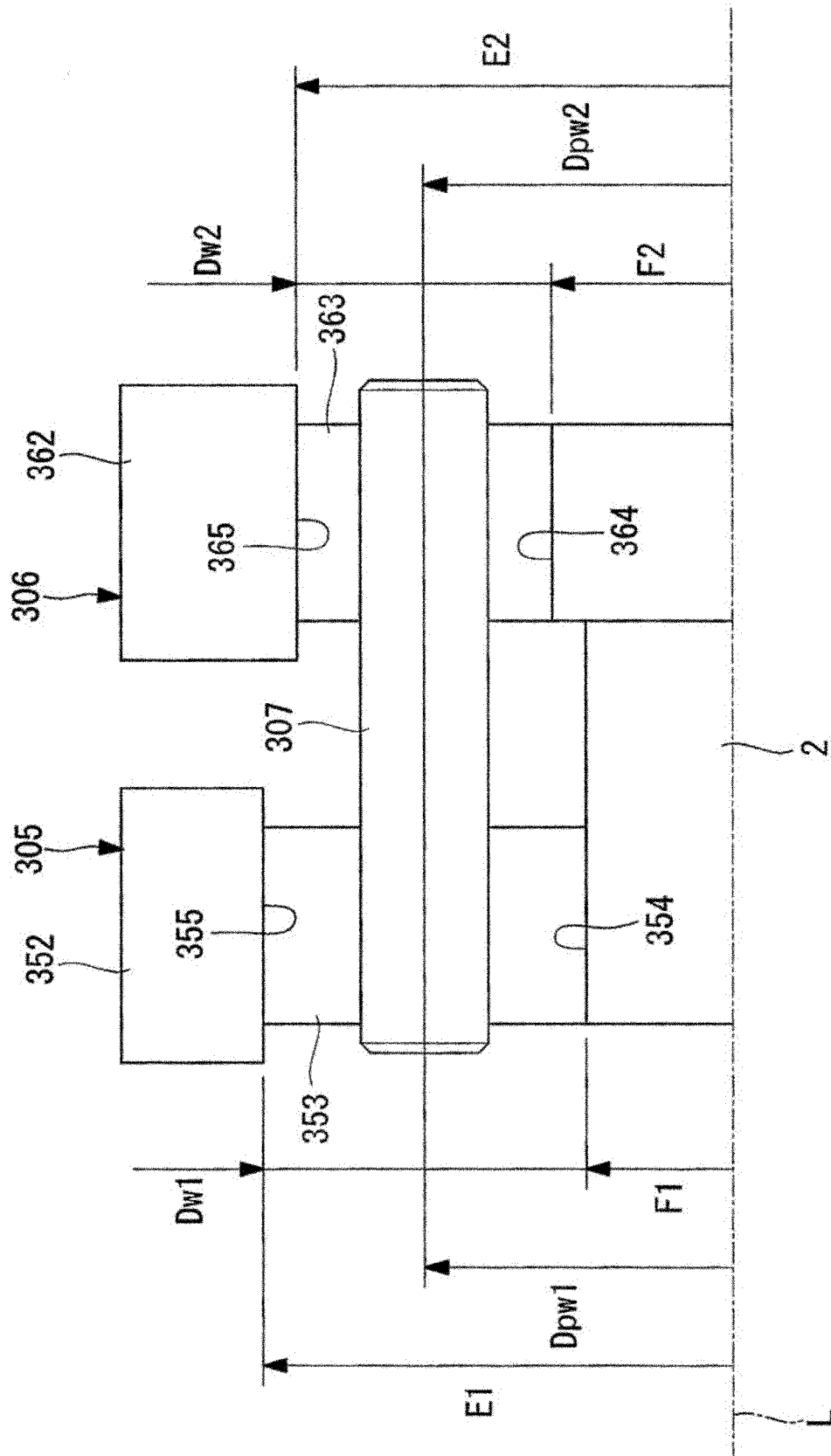


图 13