



(21) 申请号 201780068424.3

(22) 申请日 2017.11.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109923333 A

(43) 申请公布日 2019.06.21

(30) 优先权数据
2016-220442 2016.11.11 JP
2017-202935 2017.10.19 JP
2017-202936 2017.10.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.05.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/040647 2017.11.10

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/088540 JA 2018.05.17

(73) 专利权人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 梶原阳介 山本和史 信朝雅弘
永井豊 渡会裕介 森山正仁
胜野美昭

(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 徐丹 邓毅

(51) Int.Cl.
F16H 25/24 (2006.01)
F16C 19/16 (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01)
F16C 33/64 (2006.01)
F16C 43/06 (2006.01)
F16H 25/22 (2006.01)

审查员 朱志林

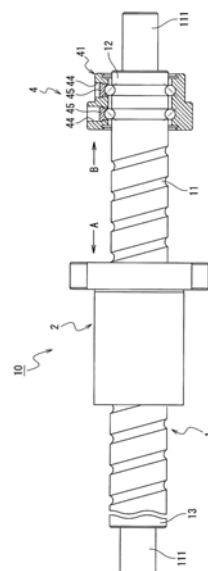
权利要求书1页 说明书28页 附图41页

(54) 发明名称

滚珠丝杠装置

(57) 摘要

滚珠丝杠装置(10)具有:丝杠轴(1);螺母(2);多个第一滚珠,它们滚动自如地被配置在由丝杠轴的螺旋槽(11)和螺母的螺旋槽构成的螺旋轨道内;内圈轨道槽,其形成于丝杠轴的轴向一端部(12)的外周面;外圈(41),其具有与内圈轨道槽对置的外圈轨道槽;和多个第二滚珠,它们滚动自如地被配置在内圈轨道槽与外圈轨道槽之间,借助以负载状态在螺旋轨道内滚动的的第一滚珠将丝杠轴的旋转转换成螺母的直线运动。外圈具有从外周面贯通到外圈轨道槽的滚动体插入孔(44)和将滚动体插入孔堵塞的盖(45),盖的内表面形成为构成外圈轨道槽的一部分的凹状。



1. 一种滚珠丝杠装置,所述滚珠丝杠装置具有:

丝杠轴;

螺母,其供所述丝杠轴贯穿插入,具有与所述丝杠轴的螺旋槽对置的螺旋槽;

多个第一滚珠,它们滚动自如地被配置在由所述丝杠轴的螺旋槽和所述螺母的螺旋槽构成的螺旋轨道内;

内圈轨道槽,其在所述丝杠轴的轴向上形成于与形成有所述螺旋槽的部分不同的部分的外周面;

外圈,其具有与所述内圈轨道槽对置的外圈轨道槽;和

多个第二滚珠,它们滚动自如地被配置在所述内圈轨道槽与所述外圈轨道槽之间,

由所述内圈轨道槽、所述外圈和所述第二滚珠构成滚动轴承,

所述外圈具有从外周面贯通到所述外圈轨道槽的滚动体插入孔和将所述滚动体插入孔堵塞的盖,所述盖的内表面形成为构成所述外圈轨道槽的一部分的凹状,

所述外圈还具有从所述外周面向径向外侧突出的凸缘部以及在轴向上贯通所述凸缘部的螺栓贯穿插入孔,

借助以负载状态在所述螺旋轨道内滚动的所述第一滚珠将所述丝杠轴的旋转转换成所述螺母的直线运动。

2. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠装置,其中,

所述丝杠轴的外周面的外径在形成有所述螺旋槽的部分和形成有所述内圈轨道槽的部分处相同。

3. 根据权利要求2所述的滚珠丝杠装置,其中,

所述丝杠轴的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%] 在形成有所述螺旋槽的部分和形成有所述内圈轨道槽的部分处满足下面的式(1):

[算式1]

$$\gamma_{RS} = \frac{\alpha_S + 1.14}{0.238} \cdots (1)$$

在式中, α_S 是丝杠轴的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_S > 1$ 。

4. 根据权利要求2所述的滚珠丝杠装置,其中,

所述丝杠轴的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%] 在轴向上的从形成有所述内圈轨道槽的部分到形成有所述螺旋槽的部分为止的范围中,满足下面的式(1):

[算式2]

$$\gamma_{RS} = \frac{\alpha_S + 1.14}{0.238} \cdots (1)$$

在式中, α_S 是丝杠轴的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_S > 1$ 。

滚珠丝杠装置

技术领域

[0001] 本发明涉及滚珠丝杠装置。

背景技术

[0002] 滚珠丝杠具有丝杠轴、螺母和多个滚珠。螺母供丝杠轴贯穿插入,并具有与丝杠轴的螺旋槽对置的螺旋槽。滚珠滚动自如地被配置在由丝杠轴的螺旋槽和螺母的螺旋槽构成的螺旋轨道内。滚珠丝杠是借助以负载状态在螺旋轨道内滚动的滚珠将丝杠轴的旋转转换成螺母的直线运动、或将螺母的旋转转换成丝杠轴的直线运动的装置。

[0003] 在机床等生产设备中,滚珠丝杠作为将丝杠轴的旋转转换为螺母的直线运动的装置来使用。在该情况下,需要将丝杠轴的轴向两端支承为旋转自如的支承轴承。

[0004] 在专利文献1中记载了在丝杠轴的轴向一端部的外周面形成作为支承轴承的滚动轴承的内圈轨道槽。由此,无需利用锁定螺母将滚动轴承的内圈固定于丝杠轴,也无需形成用于使锁定螺母螺合于丝杠轴的螺纹部。并且,在专利文献1的实施例1中,作为支承轴承而采用了具有两个外圈的多列角接触球轴承。

[0005] 即,在专利文献1中记载了一种滚珠丝杠装置,其具有滚珠丝杠和滚动轴承,所述滚动轴承由形成于其丝杠轴的轴向一端部的外周面的内圈轨道槽、具有与该内圈轨道槽对应的外圈轨道槽的外圈和滚动自如地被配置在这些内圈轨道槽与外圈轨道槽之间的多个滚珠构成。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2007-285480号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 根据专利文献1的实施例1中记载的滚珠丝杠装置,在将滚珠和外圈组装到设置于丝杠轴的轴向一端部的内圈轨道槽中作为滚动轴承时,由于需要将装入有滚珠的状态的外圈插入到丝杠轴的轴向一端部,因此,装配花费工夫。此外,若不改变内圈轨道槽,则无法改变滚动轴承的负载容量。

[0011] 本发明的课题在于,提供一种滚珠丝杠装置,其作为具备由设置于丝杠轴的轴向一端部的内圈轨道槽、外圈和滚珠构成的滚动轴承的滚珠丝杠装置,能够减少装配的麻烦,并能够改变滚动轴承的负载容量而无需改变内圈轨道槽。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 为了解决上述课题,本发明的一个方面的滚珠丝杠装置具有下面的结构(1)至结构(3)。

[0014] (1) 具有:丝杠轴;螺母,其供所述丝杠轴贯穿插入,具有与所述丝杠轴的螺旋槽对置的螺旋槽;多个第一滚珠,它们滚动自如地被配置在由所述丝杠轴的螺旋槽和所述螺母

的螺旋槽构成的螺旋轨道内；内圈轨道槽，其在所述丝杠轴的轴向上形成于与形成有所述螺旋槽的部分不同的部分的外周面；外圈，其具有与所述内圈轨道槽对置的外圈轨道槽；和多个第二滚珠，它们滚动自如地被配置在所述内圈轨道槽与所述外圈轨道槽之间。由所述内圈轨道槽、所述外圈和所述第二滚珠构成滚动轴承。

[0015] (2) 所述外圈具有从外周面贯通到所述外圈轨道槽的滚动体插入孔(所述第二滚珠的插入孔)和将所述滚动体插入孔堵塞的盖，所述盖的内表面形成为构成所述外圈轨道槽的一部分的凹状。

[0016] (2a) 所述外圈还具有从所述外周面向径向外侧突出的凸缘部以及在轴向上贯通所述凸缘部的螺栓贯穿插入孔。

[0017] (3) 是借助以负载状态在所述螺旋轨道内滚动的第一滚珠将所述丝杠轴的旋转转换成所述螺母的直线运动的装置。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明，能够提供一种滚珠丝杠装置，其作为具备由设置于丝杠轴的轴向一端部的内圈轨道槽、外圈和滚珠构成的滚动轴承的滚珠丝杠装置，能够减少装配的麻烦，并能够改变滚动轴承的负载容量而无需改变内圈轨道槽。

附图说明

[0020] 图1是示出第一实施方式的滚珠丝杠装置的局部截面侧视图，利用截面表示出滚动轴承的外圈。

[0021] 图2是局部地示出构成第一实施方式的滚珠丝杠装置的滚珠丝杠的侧视图。

[0022] 图3是图1和图2的A向视图。

[0023] 图4是示出构成第一实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0024] 图5是图1和图4的B向视图。

[0025] 图6是示出将构成第一实施方式的滚珠丝杠装置的外圈的滚动体插入孔堵塞的盖的图，(a)是俯视图，(b)是主视图，(c)是仰视图。

[0026] 图7是示出第二实施方式的滚珠丝杠装置的局部截面侧视图，利用截面表示出滚动轴承的外圈。

[0027] 图8是示出构成第三实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0028] 图9是示出构成第四实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0029] 图10是示出构成第五实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0030] 图11是示出构成第六实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0031] 图12是示出构成第七实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈的图。

[0032] 图13是示出构成第八实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的

外圈的图。

[0033] 图14是对第八实施方式的滚珠丝杠装置能够解决的课题进行说明的图。

[0034] 图15是示出构成第九实施方式的滚珠丝杠装置的丝杠轴的一端部和滚动轴承的外圈以及该滚珠丝杠装置相对于外壳的安装状态的图。

[0035] 图16是示出将构成第九实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的两个外圈分割体结合起来的止转部件的主视图(a)和(a)的b-b剖视图(b)。

[0036] 图17是图15的局部放大图。

[0037] 图18是示出第十实施方式的滚珠丝杠装置的局部截面侧视图,利用截面表示出滚动轴承的外圈。

[0038] 图19是示出构成第十实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0039] 图20是示出构成第十实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的俯视图(a)和侧视图(b)。

[0040] 图21是示出将构成第十实施方式、第十一实施方式和第十六实施方式的滚珠丝杠装置的外圈的滚动体插入孔堵塞的盖的图,(a)是俯视图,(b)是(a)的b向视图,并且一部分为B-B截面的图,(c)是(a)的C-C剖视图,(d)是仰视图。

[0041] 图22是示出第十一实施方式的滚珠丝杠装置的局部截面侧视图,利用截面表示出滚动轴承的外圈。

[0042] 图23是示出构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0043] 图24是示出构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的俯视图(a)和侧视图(b)。

[0044] 图25是示出构成第十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0045] 图26是示出构成第十三实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0046] 图27是示出构成第十四实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0047] 图28是示出构成第十五实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的图,示出了与轴向垂直的截面。

[0048] 图29是示出构成第十六实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的俯视图(a)和侧视图(b)。

[0049] 图30是图29的C-C剖视图。

[0050] 图31是示出图29的滚动轴承具有的保持件的图,(a)是主视图,(b)是侧视图,(c)是(a)的A-A剖视图。

[0051] 图32是示出构成第十七实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0052] 图33是示出将构成第十七实施方式的滚珠丝杠装置的外圈的滚动体插入孔堵塞的盖的图,(a)是俯视图,(b)是(a)的b向视图,(c)是主视图,(d)是仰视图。

[0053] 图34是示出构成第十七实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的俯视图(a)和侧视图(b)。

[0054] 图35是示出构成第十八实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图。

[0055] 图36是示出将构成第十八实施方式的滚珠丝杠装置的外圈的滚动体插入孔堵塞的盖的图,(a)是俯视图,(b)是(a)的A-A剖视图。

[0056] 图37是示出构成第十九实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的密封件的示例的

局部放大剖视图。

[0057] 图38是示出构成第二十实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的图。

[0058] 图39是示出构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承(具有供脂结构的滚动轴承)的放大剖视图,并且是示出在外圈设置有供脂结构的一例的图。

[0059] 图40是示出构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图,并且是示出在丝杠轴设置有供脂结构的示例的图。

[0060] 图41是示出构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的放大剖视图,并且是示出在外圈设置有供脂结构的另一例的图。

[0061] 图42是示出构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的俯视图,并且是示出在盖设置有供脂结构的示例的图。

[0062] 图43是示出构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的局部剖开放大剖视图,并且是示出在轨道槽设置有供脂结构的示例的图。

[0063] 图44是示出在构成第二十二实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承中设置有外圈的盖插入孔供脂结构的示例的图,(a)示出了卡合部,(b)是(a)的局部放大图。

[0064] 图45是示出第二十三实施方式的滚珠丝杠装置(具有冷却机构的滚珠丝杠装置)的局部截面侧视图,利用截面表示出滚动轴承的外圈的一部分。

[0065] 图46是示出构成第二十三实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承的图,并且是示出供冷却液通过的贯通孔的连接结构与图45的示例不同的示例的图。

具体实施方式

[0066] [关于本发明的一个方面的滚珠丝杠装置]

[0067] 如上所述,本发明的一个方面的滚珠丝杠装置具有上述结构(1)至结构(3),但除此以外还可以具有下面的结构(4)至结构(14)和结构(21)至结构(28)中的任一结构。

[0068] (4)对上述滚动轴承赋予预压。

[0069] (5)具有多列上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽,多个上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽的槽截面形状是单一圆弧形或者哥特式弧形。

[0070] (6)具有结构(5),并且具有两列上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽,上述滚动轴承通过偏置预压方式被赋予预压。

[0071] (7)具有结构(5),并且具有两列上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽,上述外圈由在两列上述外圈轨道槽之间被分割成的两个分割体构成,利用被配置在上述两个分割体之间的衬垫使上述滚动轴承被赋予预压。

[0072] (8)具有结构(5),并且具有两列上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽,上述滚动轴承通过超大滚珠方式被赋予预压。

[0073] (9)上述外圈的外周面是球面状。

[0074] (10)具有结构(5),并且具有两列上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽,上述外圈由在两列上述外圈轨道槽之间被分割成的两个分割体构成,在上述两个分割体的彼此接触的轴向端面分别形成有槽,利用被配置在由这些槽形成的空间中的止转部件在径向和轴向这两个方向上约束上述两个分割体。

[0075] (11)上述外圈具备外径不同的小径部和大径部,上述大径部具有与安装上述外圈

的外壳的轴向端面接的轴向端面,上述小径部具有与上述外壳的内周面接触的外周面,在由上述大径部的靠上述小径部侧的轴向端面和上述小径部的上述外周面构成的角部具有退避槽。

[0076] (12) 所述丝杠轴的外周面的外径在形成有所述螺旋槽的部分和形成有所述内圈轨道槽的部分处相同。

[0077] (13) 具有结构(12),并且,所述丝杠轴的表面(表层部)的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]在形成有所述螺旋槽的部分和形成有所述内圈轨道槽的部分处,满足下面的式(1):

[0078] [算式1]

$$[0079] \quad \gamma_{RS} = \frac{\alpha_s + 1.14}{0.238} \cdots (1)$$

[0080] (在式中, α_s 是丝杠轴的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_s > 1$ 。)

[0081] (14) 具有结构(12),并且,所述丝杠轴的表面(表层部)的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]在轴向上的从形成有所述内圈轨道槽的部分到形成有所述螺旋槽的部分为止的范围中,满足上面的式(1)。

[0082] (21) 上述第二滚珠是金属制或陶瓷制。

[0083] (22) 具有三列以上上述内圈轨道槽和上述外圈轨道槽。即,上述滚动轴承具有三列以上轨道。

[0084] (23) 一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途(例如,螺母被固定于电动注塑成型机或冲压机械的直线移动部并承受较大载荷的用途),所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且上述滚动轴承具有抑制随着上述载荷产生的轴向上的变形量的不均一性的结构。此外,将三列以上轨道中的一列(离上述载荷的作用点远的一侧)作为赋予预压用的轨道,将其它多列(离上述载荷的作用点近的一侧)作为负担载荷用的轨道。由此,作用于滚动轴承的负担载荷用轨道的每一列的载荷变小,因此,能够延长滚动轴承的寿命。

[0085] (24) 一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途,所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且,上述滚动轴承在多条负担载荷用轨道中靠近上述载荷的作用点的一侧的轨道中的预压量小于在离上述载荷的作用点较远的一侧的轨道中的预压量。在预压量全部相同的情况下,滚动轴承在靠近载荷作用点的一侧的轨道中的变形量大于在离载荷作用点较远的一侧的轨道中的变形量,通过这样地附有差异,从而与预压量全部相同的情况相比,可改善滚动轴承在轴向上的变形量的不均一性。

[0086] (25) 一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途,所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且上述第二滚珠的直径在多条负担载荷用轨道中靠近上述载荷的作用点的一侧的轨道中大于其它的轨道。由此,与在全部轨道中第二滚珠的大小相同的情况相比,靠近载荷的作用点的一侧的轨道的负载容量大而寿命长,因此,滚动轴承整体的寿命长。

[0087] (26) 一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途,所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且各列的上述滚动体插入孔在上述外圈的轴向上相邻的滚动体插入孔被配置在上述外圈的周向上不同的位置。由此,与全部列的滚动体插入孔被配置于外圈的周向上相同的位置的情况相比,能够抑制在与施加轴向载荷时的轴

垂直的面内外圈不均一地变形。此外,通过将各列的滚动体插入孔在外圈的周向上均等地配置,从而能够使与施加轴向载荷时的轴垂直的面内的外圈的变形均一化。

[0088] (27)一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途,所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且上述外圈具有凸缘,上述凸缘形成在如下部分:在与上述载荷的作用点相反的一侧的端部未形成上述外圈轨道槽的部分,或者形成在从上述多列负担载荷用的轨道的离上述载荷作用点第二近的位置到离上述载荷的作用点最远的位置的范围。由此,与凸缘形成在离上述载荷的作用点最近的位置的情况相比,可改善滚动轴承在轴向上的变形量的不均一性。

[0089] (28)一种滚珠丝杠装置,其被用于对上述滚动轴承在轴向上赋予不均一的载荷的用途,所述滚珠丝杠装置具有结构(22),并且在滚动轴承的与轴向垂直的截面中,上述外圈的在上述外圈轨道槽的槽底位置处的截面积与上述丝杠轴的形成有上述内圈轨道槽的部分的在上述内圈轨道槽的槽底位置处的截面积相同。因此,与二者的截面积存在差的情况相比,能够缩小外圈与丝杠轴的形成有内圈轨道槽的部分的变形量的差。

[0090] [关于结构(13)(14)]

[0091] 关于滚珠丝杠装置的寿命延长进行了研究,结果发现,在行程短的(例如,行程系数 f_s 低于4.8时使用的)滚珠丝杠装置中,在构成部件中由丝杠轴的剥离造成的破损较多。结构(13)和结构(14)正是基于此。

[0092] 此外,发现使丝杠轴的螺旋槽的表面的残留奥氏体量大于螺母的螺旋槽及第一滚珠的各表面的残留奥氏体量是有效的。即,根据表面的残留奥氏体量的大小关系规定构成滚珠丝杠部的丝杠轴、螺母和第一滚珠的组合。

[0093] 基于此,在具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置中,优选的是,上述螺母的螺旋槽的表面的残留奥氏体量 γ_{RN} [体积%]满足下面的式(2):

[0094] [算式2]

$$[0095] \quad \gamma_{RN} = \frac{\alpha_N + 3.74f_s^{-0.756}}{0.78If_s^{-0.756}} \cdots (2)$$

[0096] (在式中, α_N 是螺母的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_N > 1$ 。)

[0097] 此外,在具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置中,优选的是,上述丝杠轴的上述螺旋槽的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 与上述螺母的螺旋槽的表面的残留奥氏体量 γ_{RN} 处于“ $\gamma_{RS} > \gamma_{RN}$ ”的关系。

[0098] 此外,在具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置中,优选的是,上述丝杠轴的上述螺旋槽的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 、上述螺母的螺旋槽的表面的残留奥氏体量 γ_{RN} 、上述第一滚珠的表面的残留奥氏体量 γ_{RB} 处于“ $\gamma_{RS} > \gamma_{RN} > \gamma_{RB}$ ”的关系。

[0099] 此外,具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置作为电动注塑成型机用、电动伺服冲压机用、电动致动器用、伺服缸用、或者电动千斤顶用是有用的。

[0100] 在下面的说明中,“丝杠槽表面”是指“螺旋槽的表面”。

[0101] 根据具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置,通过规定滚珠丝杠装置的构成部件即丝杠轴和螺母的各丝杠槽表面的残留奥氏体量,并且规定二者的大小关系,从而能够延长寿命。此外,只要使丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量大于其它

的构成部件即可,螺母及第一滚珠也可以采用现有产品,因此,能够提高滚珠丝杠装置的生产效率,并能够抑制滚珠丝杠装置的成本上升。

[0102] 作为行程系数 f_s 低于4.8时使用的滚珠丝杠装置,有电动注塑成型机、电动伺服冲压机、伺服缸、电动千斤顶等,具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置对这些是有用的。另外,在代替第一滚珠而采用滚柱的滚柱丝杠装置的情况下也可得到同样的效果。

[0103] 在具有结构(13)的滚珠丝杠装置和具有结构(14)的滚珠丝杠装置中,丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]满足下面的式(1):

[0104] [算式3]

$$[0105] \quad \gamma_{RS} = \frac{\alpha_S + 1.14}{0.238} \cdots (1)$$

[0106] (在式中, α_S 是丝杠轴的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_S > 1$ 。)

[0107] 此外,优选的是,螺母的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RN} [体积%]满足下面的式(2):

[0108] [算式4]

$$[0109] \quad \gamma_{RN} = \frac{\alpha_N + 3.74f_s^{-0.756}}{0.781f_s^{-0.756}} \cdots (2)$$

[0110] (在式中, α_N 是螺母的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_N > 1$ 。)

[0111] 在通常的运转条件下的滚珠丝杠装置中,与滚动轴承不同,由轨道的扭曲引起的滚珠与丝杠轴或者螺母的轨道面(构成螺旋轨道的螺旋槽)之间的打滑大,因此,滚动疲劳导致的轨道面破损的形态为表面起点型剥离。在达到该表面起点型剥离的损伤的发生或进展与轨道面的表面的残留奥氏体量 γ_R 之间存在相互关系,通过使轨道面的表面的残留奥氏体量 γ_R 比以往增加,从而可期待得到寿命延长化的效果。

[0112] 并且,本发明人为了对由残留奥氏体量 γ_R 的增加产生的寿命延长化效果进行定量地评价,采用经高频热处理的、轨道面的表面的残留奥氏体量 γ_R 不同的各种要素试验片对表面起点型剥离寿命实验性地进行了调查。此外,对于采用现有的丝杠轴材料(SAE4150)的情况下的表面起点型剥离寿命(现有寿命)也通过相同方法进行了调查。

[0113] 其结果是,发现在由经高频热处理的材料构成的各试验片的表面的残留奥氏体量 γ_R [体积%]和各试验片的寿命与现有寿命之比 α 之间有下列的关系式(11)成立。

[0114] [算式5]

$$[0115] \quad \alpha = 0.238\gamma_R - 1.14 \cdots (11)$$

[0116] 根据式(11)可知,为了使得寿命长于现有的滚珠丝杠装置($\alpha > 1$),需要使丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_R 大于9体积%。此外,根据式(11)可知,能够推定可正好达成要求寿命的最适合的残留奥氏体量 γ_R 而不使寿命过长或过短于对滚珠丝杠装置要求的寿命。

[0117] 然而,当通过丝杠轴旋转使在轴向上被附加静载荷的滚珠丝杠装置驱动时,螺母相对于丝杠轴相对地在直线方向上移动。此时,螺母的轨道面在任意的部位受到由负载滚珠的通过产生的重复应力。另一方面,在丝杠轴中,随着螺母的直线移动,成为轨道面(构成

螺旋轨道的螺旋槽)的部分在轴向上移动。即,在丝杠轴中,由于负载滚珠的通过而受到应力的部分为轴向上的一部分。

[0118] 因此,在螺母的行程足够长的情况下,对于由于负载滚珠通过而使轨道面受到的应力的重复次数,螺母侧多于丝杠轴侧,因此,可知最初的滚动疲劳破损发生在螺母轨道面上。因此,以往,使螺母的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_R 大于丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_R 。

[0119] 但是,在被用于电动注塑成型机等滚珠丝杠装置中,由于螺母的行程短,因此,伴随着负载滚珠的通过引起的对轨道面的应力重复次数的大小关系逆转,丝杠轴侧多于螺母侧。因此,在行程短的运转条件下的滚珠丝杠耐久试验中,可确认到最初的滚动疲劳破损发生在丝杠轴侧这样的倾向。

[0120] 此外,滚珠与轨道面的接触面压在丝杠轴侧高于螺母侧,这也是证明最初的破损发生部位偏于丝杠轴侧的根据。

[0121] 基于上述这样的、由接触面压和应力重复次数引起的丝杠轴和螺母的轨道面的破损特性,轨道面的疲劳寿命与接触面压的9次方成反比,并且与应力重复次数成反比,因此,螺母轨道面的寿命与丝杠轴轨道面的寿命之比 β 可通过下式(12)表示。

[0122] [算式6]

$$[0123] \quad \beta = \left(\frac{P_S}{P_N} \right)^9 \frac{N_S}{N_N} \cdots (12)$$

[0124] 在式中, P_S 和 P_N 表示丝杠轴和螺母的轨道面上的接触面压, N_S 和 N_N 表示运转一个行程时的、丝杠轴和螺母的轨道面上的应力重复次数。

[0125] 并且,关于实际的使用条件下的滚珠丝杠装置,为了调查螺母的轨道面与丝杠轴的轨道面的寿命比 β ,根据实际提供的合计20个型号的面向电动注塑成型机的滚珠丝杠装置的轴向载荷和行程求出 P_S 和 P_N 以及 N_S 和 N_N 。此外,将这些值代入到式(12)中计算出各型号的 β 。

[0126] 其结果是,发现在寿命比 β 与行程系数 f_s 之间有下面的关系式(13)成立。如式(14)所示,行程系数 f_s 是行程(St)除以滚珠丝杠装置的有效匝数(ζ)、回路数(ξ)和导程(I)的积而得到的值。

[0127] [算式7]

$$[0128] \quad \beta = 3.28 f_s^{-0.756} \cdots (13)$$

[0129] [算式8]

$$[0130] \quad f_s = \frac{St}{\zeta \xi I} \cdots (14)$$

[0131] 根据式(13)可知,在电动注塑成型机用等的短行程($f_s < 4.8$)的条件下被驱动的滚珠丝杠装置的情况下,与丝杠轴相比,螺母的轨道面的寿命长($\beta > 1$)。

[0132] 因此,考虑前述的行程系数 f_s 低于4.8的情况下的、丝杠轴与螺母的轨道面寿命的关系,对于进一步提高生产率而言,优选的是,分别确定丝杠轴与螺母的各丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_R 以满足滚珠丝杠装置的要求寿命。

[0133] 因此,采用式(11)和式(13)分别推定丝杠轴和螺母的各丝杠槽表面所需的各残留奥氏体量 γ_{RS} 和 γ_{RN} 。

[0134] 如上所述,式(11)是根据与丝杠轴相关的实验得到的式子。因此,通过将式(11)中的 α 作为丝杠轴轨道面与滚珠丝杠装置的寿命比 α_s 并将式(11)变形,从而丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]通过下面的式(15)表示。

[0135] [算式9]

$$[0136] \quad \gamma_{RS} = \frac{\alpha_s + 1.14}{0.238} \dots (15)$$

[0137] 此外,根据丝杠轴轨道面与滚珠丝杠装置的寿命比 α_s 和螺母轨道面与滚珠丝杠装置的寿命比 α_N ,螺母轨道面与丝杠轴轨道面的寿命比 β 通过“ $\beta = \alpha_N / \alpha_s$ ”表示。将(13)式的右边代入到该式的 β 中,并将(11)式的右边代入到 α_s 中,通过将该式变形,从而螺母的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RN} [体积%]通过下面的式(16)表示。

[0138] [算式10]

$$[0139] \quad \gamma_{RN} = \frac{\alpha_N + 3.74f_s^{-0.756}}{0.781f_s^{-0.756}} \dots (16)$$

[0140] 因此,通过将“ $\alpha_s = \alpha_N = \alpha > 1$ ”代入到式(15)和式(16)中,从而可推定滚珠丝杠装置的要求寿命、丝杠轴轨道面的寿命和螺母轨道面的寿命一致那样的、丝杠轴和螺母的各丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 和 γ_{RN} 。

[0141] 即,为了延长行程系数 f_s 低于4.8时使用的滚珠丝杠装置的寿命而不损害生产率($\alpha > 1$),合理的是,将丝杠轴与螺母组合起来,使得通过式(15)表示的丝杠轴轨道面的残留奥氏体量 γ_{RS} 大于通过式(16)表示的螺母轨道面的残留奥氏体量 γ_{RN} 。

[0142] 如上所述,一个方面的滚珠丝杠装置的优选的方式之一是,丝杠轴和螺母的各丝杠槽表面(螺旋槽的表面)的残留奥氏体量 γ_{RS} 和 γ_{RN} 分别满足(1)式和(2)式,若进一步优选的是“ $\gamma_{RS} > \gamma_{RN}$ ”,则不限制丝杠轴和螺母的原材料。

[0143] 但是,从滚珠丝杠装置的生产率的角度而言,丝杠轴中应用高频热处理是主流,在适合高频热处理的材料中,为了使丝杠轴的丝杠槽表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 如上所述,作为丝杠轴材料,优选的是高碳轴承钢。

[0144] 此外,关于螺母,优选的是,与以往同样地使用渗碳钢并进行碳氮共渗处理。通过直接使用现有产品的螺母,从而能够使滚珠丝杠装置整体上低价。

[0145] 另外,高频热处理可采用公知的方法。那时,在实施了避开过热的方法的状态下,控制感应加热线圈的输出。

[0146] 此外,关于滚珠丝杠装置的又一构成部件即滚珠(第一滚珠、滚动体),由于滚珠随机地进行旋转,因此,很难按相同的标准计算寿命。但是,由于是随机旋转,因此,滚珠以负载状态与丝杠轴和螺母的轨道面接触的面时刻变化。因此,与丝杠轴和螺母的轨道面比较,滚珠的滚动面的各部分承受载荷的次数减少,因而滚珠达到最长寿命。

[0147] 因此,优选的是,滚珠的表面的残留奥氏体量 γ_{RB} 小于丝杠轴及螺母。

[0148] 即,优选的是,包括滚珠在内的三者的残留奥氏体量 γ_R 的大小关系是“ $\gamma_{RS} > \gamma_{RN} > \gamma_{RB}$ ”。若满足该三者的大小关系,即使在任一构成部件破损的情况下,也能够使功能与生产率的平衡最大化。

[0149] 另外,滚珠可使用现有产品。作为滚珠,通过使用现有产品、即将轴承钢浸入淬火后得到的产品等,从而能够抑制滚珠丝杠装置的成本上升。

[0150] <关于面向高负载用途的滚珠丝杠装置>

[0151] 近年来,关于注塑成型机等高负载机械,高循环化及环境改善作为需求而提高,要求延长驱动轴的寿命以及提高耐久性。

[0152] 面向注塑成型机等高负载用途的滚珠丝杠被设置成在确定的方向上施加较大的负载。在通常的滚珠丝杠中,在丝杠轴的轴向两端部设置小径部(外径小于形成有螺旋槽的部分的外径的部分),形成使角接触球轴承等在轴向上接触的面。即,进行借助于切削或研磨的带台阶加工。

[0153] 该小径部为轴承支承部,通常,轴承支承部被过盈地设计以避免内圈与轴承支承部发生蠕变,因此,在多数情况下,外周面与轴承接触的轴向端面成为被研磨的状态。随之,在轴承支承部形成退避槽或者R形状的角部,该角部成为结构上的薄弱部。因此,在施加较大轴向负载的用途中,需要采取防止应力集中于该角部而破坏的对策。

[0154] 作为该对策,将轴承支承部不是形成为小径部,而是形成为外径大于形成有螺旋槽的部分的凸缘状,将轴承的轴向端面压靠到该凸缘面上。但是,根据该对策,在制造丝杠轴时,为了将形成凸缘状的部分以外的外径缩小,对丝杠轴用棒材进行如下的加工:对比形成凸缘状的部分靠轴向中央侧的部分(形成螺旋槽的部分)和轴向端部进行切削、研磨,因此,加工成本增高。

[0155] 相对于此,若使丝杠轴的轴承支承部(轴向端部)与形成有螺旋槽的部分相同,并使包括轴承支承部在内的丝杠轴的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 满足上述式(1),则能够避免应力集中于轴承支承部而不会增加加工成本。

[0156] 此外,在本发明的一个方面的滚珠丝杠装置中,只要使得丝杠轴的表面的残留奥氏体量 γ_{RS} 在形成有螺旋槽的部分和形成有内圈轨道槽的部分处满足式(1),则滚珠丝杠装置的耐久性提高。

[0157] [实施方式]

[0158] 下面,对本发明的实施方式进行说明,本发明不限于下面所示的实施方式。在下面所示的实施方式中,为了实施本发明,进行了在技术上优选的限定,但该限定并非本发明的必须要素。

[0159] [第一实施方式]

[0160] 如图1至图5所示,第一实施方式的滚珠丝杠装置10具有滚珠丝杠,该滚珠丝杠具备:丝杠轴1,其在外周面具有螺旋槽11;螺母2,其在内周面具有螺旋槽21;和滚珠(第一滚珠)3。丝杠轴1的两端部被加工成直径小于形成有螺旋槽的部分的小径部111。在丝杠轴1的与马达连接一侧即轴向一端部(图1中的右端侧)12,在小径部111与螺旋槽形成部之间的未形成螺旋槽的部分设置有滚动轴承4。在丝杠轴1的轴向另一端部13也设置有小径部111。

[0161] 如图2和图3所示,螺母2由圆筒部2A和凸缘部2B构成,在凸缘部2B形成有在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔22。

[0162] 如图4所示,滚动轴承4由形成于丝杠轴1的轴向一端部12的外周面的两列内圈轨道槽12a、12b、具有与内圈轨道槽12a、12b对置的外圈轨道槽401a、401b的外圈41和多个滚珠(第二滚珠)42构成。多个滚珠42滚动自如地被配置在内圈轨道槽12a、12b与外圈轨道槽401a、401b之间。多个滚珠42是金属制或陶瓷制。

[0163] 此外,滚动轴承4是不具有保持器的总滚珠轴承。另外,也可以在滚珠42与滚珠42

之间配置有合成树脂制或金属制的间隔滚珠或合成树脂制的保持件。

[0164] 此外,内圈轨道槽12a、12b和外圈轨道槽401a、401b的槽截面形状是哥特式弧状。对滚动轴承4以偏置预压方式赋予DB(背面组合)结构的预压。即, $L1>L2$ 。

[0165] 此外,外圈41由形成有外圈轨道槽401a的第一轨道部41a和形成有外圈轨道槽401b的第二轨道部41b构成。在第二轨道部41b的外缘部(比第一轨道部41a向外侧伸出的部分)41c形成有在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔43。在第一轨道部41a和第二轨道部41b分别形成有从外周面贯通到外圈轨道槽401a、401b的滚动体插入孔44。两个滚动体插入孔44分别被盖45堵塞。

[0166] 如图6所示,盖45由轴部45a和头部45b构成,轴部45a的末端面(盖部的内表面)45c形成为构成外圈轨道槽401a、401b的一部分的凹状。如图4所示,滚动体插入孔44由供轴部45a嵌入的形狀的内侧部44a和供头部45b嵌入的形狀的外侧部44b构成。

[0167] 在将滚珠42放入到内圈轨道槽12a、12b与外圈轨道槽401a、401b之间后,使用C形止动环或粘接剂将盖45固定成不从滚动体插入孔44中抬起。

[0168] 将螺母2固定于直线移动的部件,借助外壳将滚动轴承4的外圈41固定于基座,并将马达连接于丝杠轴1的轴向一端部12的小径部111来使用滚珠丝杠装置10。将第一轨道部41a放入到外壳的内部,将第二轨道部41b压靠到外壳的轴向端面上,利用穿过第二轨道部41b的螺栓贯穿插入孔43的螺栓将外圈41固定于外壳。另外,将例如深槽球轴承安装于轴向另一端部13的小径部111,借助外壳将其外圈固定于基座。

[0169] 根据第一实施方式的滚珠丝杠装置10,由于被赋予预压的滚动轴承4与滚珠丝杠成为一体,因此,通过预先赋予满足要求的预压,从而无需客户在安装到机床等时进行预压调整。

[0170] 在由客户进行预压的赋予的情况下,有可能装配精度的误差大而旋转精度降低。相对于此,根据第一实施方式的滚珠丝杠装置10,由于无需客户在安装到机床等时进行预压调整,因此,无需担心旋转精度随着预压调整而降低。

[0171] 此外,在滚珠丝杠装置10中,由于多个滚珠42是金属制或陶瓷制,因此,滚动轴承4的耐久性高。

[0172] 此外,由于在外圈41上形成有滚动体插入孔44,因此,能够将滚珠42从外圈41的外周面侧简单地插入到内圈轨道槽12a、12b与外圈轨道槽401a、401b之间。因此,使外圈41插入到丝杠轴1的轴向一端部12,使外圈轨道槽401a、401b与内圈轨道槽12a、12b对置后,能够将滚珠42配置到两轨道槽之间。

[0173] 因此,与需要将装入有滚珠42的状态的外圈41插入到丝杠轴1的轴向一端部12的滚珠丝杠装置比较,能够减少滚动轴承的装配的麻烦。此外,无需改变内圈轨道槽12a、12b和外圈轨道槽401a、401b,通过改变所使用的滚珠42的直径也能够改变滚动轴承4的轴向和径向上的负载容量。

[0174] 此外,由于盖的末端面45c形成为构成外圈轨道槽401a、401b的一部分的凹状,因此,不妨碍作为滚动轴承4的功能。

[0175] [第二实施方式]

[0176] 如图7所示,根据第二实施方式的滚珠丝杠装置10A,对滚动轴承4A以偏置预压方式赋予DF(正面组合)结构的预压。即,在图7中, $L1<L2$ 。除此以外的方面与第一实施方式的

滚珠丝杠装置10相同。

[0177] [第三实施方式]

[0178] 如图8所示,根据第三实施方式的滚珠丝杠装置10B,使用单列的滚动轴承4B,通过例如超大滚珠方式预先赋予了满足要求的预压。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0179] [第四实施方式]

[0180] 如图9所示,根据第四实施方式的滚珠丝杠装置10C,使用单列的滚动轴承4C,通过例如超大滚珠方式预先赋予了满足要求的预压。此外,未设置小径部111。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0181] [第五实施方式]

[0182] 如图10所示,根据第五实施方式的滚珠丝杠装置10D,使用单列的滚动轴承4D,通过例如超大滚珠方式预先赋予了满足要求的预压。此外,不设置小径部111,在轴向一端部12的外周面的形成有螺旋槽11的部分设置有内圈轨道槽12a。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0183] [第六实施方式]

[0184] 如图11所示,根据第六实施方式的滚珠丝杠装置10E,滚动轴承4E的外圈41E由在两列外圈轨道槽401a、401b之间被分割而成的两个分割体411、412构成,在两个分割体411、412之间配置有衬垫413。通过利用衬垫413产生将两个分割体411、412之间扩宽的力,从而对滚动轴承4E赋予预压。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0185] [第七实施方式]

[0186] 如图12所示,根据第七实施方式的滚珠丝杠装置10F,使滚动轴承4F的滚珠42的直径大于由外圈轨道槽401a、401b和内圈轨道槽12a、12b形成的槽直角截面对置的圆弧间距离。由此,滚动轴承4E通过超大滚珠方式被赋予预压。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0187] [第八实施方式]

[0188] 如图13所示,根据第八实施方式的滚珠丝杠装置10G,滚动轴承4G的外圈41G的外周面为球面状。由此,使外圈41G具有相对于外壳的调心性。除此以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0189] 作为滚珠丝杠的安装误差,具体而言,存在图14(a)所示的倾斜误差及图14(b)所示的错心误差。由倾斜误差产生力矩载荷,由错心误差产生径向载荷。由于外圈41G具有调心性,因此,在使用滚珠丝杠装置10G时,能够吸收随着这样的滚珠丝杠的安装误差而产生的力矩载荷及径向载荷。

[0190] 因此,根据第八实施方式的滚珠丝杠装置10G,除了第一实施方式的滚珠丝杠装置10具有的效果以外,还可得到耐久性、转矩特性和进给精度提高的效果。

[0191] [第九实施方式]

[0192] 如图15所示,根据第九实施方式的滚珠丝杠装置10H,滚动轴承4H的外圈41H由在两列外圈轨道槽401a、401b之间被分割而成的两个分割体411、412构成。此外,外圈41H具有将两个分割体411、412结合起来的止转部件6。

[0193] 第一分割体411具有嵌入于外壳5的内周面51的外周面411a。第二分割体412由外

径大于第一分割体411的大径部414和外径与第一分割体411相同的小径部415构成。小径部415具有嵌入于外壳5的内周面51的外周面415a。

[0194] 如图16所示,止转部件6是一部分断开的环状部件,在内周面的宽度方向中央部具有周槽61。作为止转部件6的材质,可列举碳素钢、不锈钢、铍铜、镍铬合金等。此外,在外壳与外圈之间不发生微振磨损的情况下,也可以使用POM(聚甲醛)等合成树脂。

[0195] 如图17所示,在第一分割体411的与第二分割体412接触的轴向端面411b的外周部整体具有到达至外周面411a的缺口部(槽)411c。此外,在缺口部411c的轴向端面411b侧形成有向径向外侧突出的凸部411d。由此,在第一分割体411嵌入于外壳5的内周面51的状态下,由内周面51和缺口部411c形成槽54。

[0196] 在第二分割体412的与第一分割体411接触的轴向端面412b的外周部整体具有到达至小径部415的外周面415a的缺口部(槽)412c。此外,在缺口部412c的轴向端面412b侧形成有向径向外侧突出的凸部412d。由此,在第二分割体412的小径部415嵌入于外壳5的内周面51的状态下,由内周面51和缺口部412c形成槽55。

[0197] 并且,第二分割体412在由大径部414的靠小径部415侧的轴向端面414b和小径部415的外周面415a构成的角部具有退避槽416。

[0198] 第一分割体411的凸部411d和第二分割体412的凸部412d形成为相同尺寸,它们的宽度的合计值稍大于止转部件6的周槽61的宽度。因此,通过使第一分割体411与第二分割体412的轴向端面411b、412b彼此接触,并将止转部件6打开而将周槽61与凸部411d、412d嵌合,从而利用止转部件6在径向和轴向这两个方向上约束两个分割体411、412。

[0199] 此外,通过偏置预压方式对滚动轴承4H赋予DF(正面组合)结构的预压。

[0200] 除了上述以外的方面与第一实施方式的滚珠丝杠装置10相同。

[0201] 在使用滚珠丝杠装置10H时,如图15所示,将利用止转部件6使两个分割体411、412被结合起来而成的外圈41H的第一分割体411和第二分割体412的小径部415嵌入到被固定于基座7的外壳5的内周面51内,将与轴向端面411b相反一侧的轴向端面411e压靠到外壳5的台阶面53上。

[0202] 此外,使第二分割体412(的大径部414的靠小径部415侧)的轴向端面414b朝向外壳5的轴向端面52,利用穿过被设置于第二分割体412的外缘部的螺栓贯穿插入孔的螺栓将外圈41H固定于外壳5。

[0203] 另外,在轴向另一端部13的小径部111上安装例如深槽球轴承,借助外壳将其外圈固定于基座7。

[0204] 根据本实施方式的滚珠丝杠装置10H,由于利用止转部件6在径向和轴向这两个方向上约束两个分割体411、412,因此,在安装于外壳5的状态下,即使在外圈41H的第二分割体412的轴向端面414b与外壳5的轴向端面52之间产生间隙,也没有问题。

[0205] 此外,通过将第二分割体412的小径部415的外周面415a嵌入于外壳5的内周面51、以及将外壳5的内周面51与轴向端面52的角部配置在退避槽416内,从而能够容易地进行外圈41H的定心作业。

[0206] 另外,根据本实施方式的滚珠丝杠装置10H,使第一分割体411的凸部411d与第二分割体412的凸部412d的宽度的合计值稍大于止转部件6的周槽61的宽度,但也可以与止转部件6的周槽61的宽度相同或稍小于止转部件6的周槽61的宽度。

[0207] 并且,在该宽度的合计值小于周槽61的宽度的情况下,在外圈41H借助于上述螺栓而固定于外壳5时,通过将螺栓牢牢紧固,从而在周槽61内,凸部411d、412d向外壳5的台阶面53侧移动,因此,能够使第二分割体412的轴向端面414b紧贴于外壳5的轴向端面52。

[0208] [第十实施方式]

[0209] 如图18所示,第十实施方式的滚珠丝杠装置10Q具有滚珠丝杠和滚动轴承4Q的外圈41Q,所述滚珠丝杠具备丝杠轴1Q、螺母2和滚珠(第一滚珠)3。

[0210] 丝杠轴1Q被分成如下部分:螺旋槽形成部15,其在外周面形成有螺旋槽11;轨道槽形成部16,其形成有滚动轴承4Q的内圈轨道槽;螺旋槽形成部15与轨道槽形成部16之间的螺纹终止部17;和马达连接端部18。轨道槽形成部16被外圈41Q覆盖。马达连接端部18是与轨道槽形成部16的和螺纹终止部17相反的一侧连续的轴向端部。

[0211] 在螺旋槽形成部15、轨道槽形成部16、螺纹终止部17和马达连接端部18中,形成外周面的圆的直径均相同。即,除了倒角部以外,丝杠轴1Q的外周面的外径在轴向整体上相同。对丝杠轴1Q的两端部未实施带台阶的加工。丝杠轴1Q不具有图1的丝杠轴1那样的小径部111。

[0212] 此外,丝杠轴1Q在轴向上的图18中由A所示的范围、即从螺旋槽形成部15的与终止部17相反一侧的端部15a到轨道槽形成部16的与马达连接端部18的边界位置的范围,被实施热处理,使得表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]满足下面的式(1)。对马达连接端部18实施高频淬火回火。

[0213] [算式11]

$$[0214] \quad \gamma_{RS} = \frac{\alpha_s + 1.14}{0.238} \cdots (1)$$

[0215] (在式中, α_s 是丝杠轴的螺旋槽的寿命与滚珠丝杠装置的要求寿命之比, $\alpha_s > 1$ 。)

[0216] 具体而言,通过采用高碳轴承钢作为丝杠轴1Q的材料,并对范围A的部分实施高频热处理,从而在范围A的部分中,表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]满足式(1)。

[0217] 此外,螺母2的材料是渗碳钢,被实施碳氮共渗处理。滚珠3的材料是轴承钢,被实施浸入淬火。丝杠轴1Q、螺母2、滚珠3的各残留奥氏体量 γ_R 满足“ $\gamma_{RS} > \gamma_{RN} > \gamma_{RB}$ ”。

[0218] 如图18所示,在螺母2的内周面形成有螺旋槽21。此外,螺母2由圆筒部2A和凸缘部2B构成,在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔形成于凸缘部2B。

[0219] 如图19所示,滚动轴承4Q由形成于丝杠轴1Q的轨道槽形成部16的九列内圈轨道槽16a~16i、具有与内圈轨道槽16a~16i对置的外圈轨道槽401a~401i的外圈41Q、多个滚珠(第二滚珠)42和一对密封件46构成。多个滚珠42滚动自如地被配置在对置的内圈轨道槽16a~16i与外圈轨道槽401a~401i之间。各密封件46与丝杠轴1Q的螺纹终止部17和靠近马达连接端部18的轨道槽形成部16侧接触。

[0220] 如图19和图20所示,外圈41Q由圆筒部417和凸缘部418构成。在圆筒部417形成有外圈轨道槽401a~401i。在凸缘部418形成有在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔43。此外,在圆筒部417分别形成有从外周面贯通到各外圈轨道槽401a~401i的滚动体插入孔44。外圈41Q的九个滚动体插入孔44的轴向上彼此相邻的滚动体插入孔44形成在圆筒部417的错开90°的位置上。各滚动体插入孔44分别被盖47堵塞。

[0221] 如图21所示,盖47由轴部47a和头部47b构成,轴部47a的末端面(盖部的内表面)

47c形成构成外圈轨道槽401a~401i的一部分的凹状。在头部47b形成有螺栓贯穿插入孔47d和铰孔部47e。表示形成头部47b的椭圆的长度方向的直线Lc相对于与外圈41Q的轴向垂直的直线Lt倾斜。在图19中可看到图21(a)的A-A截面。

[0222] 如图19所示,外圈41Q的滚动体插入孔44由供盖47的轴部47a嵌入的形狀的内侧部44a和供头部47b嵌入的形狀的外侧部44b构成。此外,在滚动体插入孔44的内侧部44a与外侧部44b的边界面44c,在盖47的与各螺栓贯穿插入孔47d对应的位置上形成有内螺纹。

[0223] 如图19所示,在将滚珠42从各滚动体插入孔44放入到由内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i构成的各轨道中后,将盖47嵌入到各滚动体插入孔44中。然后,如图20所示,通过将螺栓49放入到螺栓贯穿插入孔47d中而与外圈41Q的内螺纹螺合,从而固定成盖47不从滚动体插入孔44中抬起。

[0224] 滚动轴承4Q也可以是不具有保持器的总滚珠轴承,也可以在滚珠42与滚珠42之间配置有合成树脂制或金属制的间隔滚珠或合成树脂制的保持件。

[0225] 此外,如图19所示,在滚动轴承4Q的靠马达连接端部18侧的两个轨道(由外圈轨道槽401a、401b和内圈轨道槽16a、16b构成的各轨道)之间,通过偏置预压方式被赋予DB(背面组合)结构的预压。即,最靠马达连接端部18侧的轨道(由外圈轨道槽401a和内圈轨道槽16a构成的轨道)是用于赋予预压的轨道,其具有与其它轨道(负担载荷用的多列轨道)相反方向的接触角。

[0226] 并且,将螺母2固定于直线移动的部件,借助外壳将滚动轴承4Q的外圈41Q固定于基座,并将马达连接于丝杠轴1Q的马达连接端部(轴向一端部)18来使用滚珠丝杠装置10Q。将圆筒部417放入到外壳的内部,将凸缘部418压靠到外壳的轴向端面上,利用穿过凸缘部418的螺栓贯穿插入孔43的螺栓将外圈41Q固定于外壳。

[0227] 将例如深槽球轴承安装于螺旋槽形成部15的端部15a,借助外壳将该外圈固定于基座。

[0228] 根据第十实施方式的滚珠丝杠装置10Q,由于被赋予预压的滚动轴承4Q与滚珠丝杠成为一体,因此,通过预先赋予满足要求的预压,从而无需客户在安装到机床等时进行预压调整。

[0229] 在由客户进行预压的赋予的情况下,有可能装配精度的误差大而旋转精度降低。相对于此,根据第十实施方式的滚珠丝杠装置10Q,由于无需客户在安装到机床等时进行预压调整,因此,无需担心旋转精度随着预压调整而降低。与使用锁定螺母将滚动轴承的内圈安装于丝杠轴的情况相比,还可得到如下效果:不使用锁定螺母也可抑制马达安装部的振摆回转。因此,在由客户安装于机床上时,不需要或容易进行振摆的调整。

[0230] 此外,由于在外圈41Q形成有滚动体插入孔44,因此,滚珠42能够从外圈41Q的外周面侧简单地插入到内圈轨道槽16a~16i与外圈轨道槽401a~401i之间。因此,在将外圈41Q插入到丝杠轴1Q的轴向一端部12而使外圈轨道槽401a~401i与内圈轨道槽16a~16i对置后,能够将滚珠42配置在两轨道槽之间。

[0231] 因此,与需要将装入有滚珠42的状态的外圈41Q插入到丝杠轴1Q的轴向一端部即马达连接端部18的滚珠丝杠装置比较,能够减少滚动轴承的装配的麻烦。此外,通过改变所使用的滚珠42的直径而无需改变内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i,也能够改变滚动轴承4Q的轴向和径向上的负载容量。

[0232] 此外,由于盖47的末端面47c形成为构成外圈轨道槽401a~401i的一部分的凹状,因此,不妨碍作为滚动轴承4Q的功能。

[0233] 此外,第十实施方式的滚珠丝杠装置10Q具有滚动轴承4Q,所述滚动轴承4Q具有九列轨道,但在丝杠轴1Q形成有九列内圈轨道槽16a~16i,在一个外圈41Q形成有九列外圈轨道槽401a~401i。由此,与将九个滚动轴承作为分体的部件组装于滚珠丝杠的情况比较,部件数量减少。部件的表面不一定均一,由于接触而发生微小的变形。因此,根据滚珠丝杠装置10Q,与部件之间的接触减少相应地,变形减少而刚性提高。

[0234] 此外,在使用滚珠丝杠装置10Q时,在对丝杠轴1的轨道槽形成部16施加在图18和图19中向右的较大的载荷的情况下,对滚动轴承4Q赋予在轴向上不均一的载荷(在轴向上对离螺母2近的一侧赋予比离螺母2远的一侧大的载荷)。在该情况下,滚动轴承4Q利用九列轨道中最靠马达连接端部18侧的预压赋予用轨道以外的八列轨道承担载荷,因此,每一列的载荷减小。因此,能够防止存在于滚动轴承4Q的施加最大载荷的凸缘部418侧的轨道中的滚珠42提前损坏。

[0235] 此外,由于九列滚动体插入孔44在外圈41Q的周向上均等地配置,因此,能够使施加轴向载荷时的与轴垂直的面内的外圈41Q的变形均一。由此,外圈41Q的寿命延长。

[0236] 这样,在对滚珠丝杠装置的丝杠轴的轨道槽形成部在轴向上施加不均一的较大的载荷的情况下,优选的是,滚动轴承的轨道的数量为三列以上,将三列以上的轨道中的一列(离所述载荷的作用点远的一侧)作为预压赋予用轨道,将其它多列(离所述载荷的作用点近的一侧)作为负担载荷用轨道而减轻每一列的载荷。

[0237] 此外,除了倒角部以外,丝杠轴1Q的外周面的外径在轴向整体上相同,未对丝杠轴1Q施加带台阶的加工。随之,由于在螺旋槽形成部15的端部15a和马达连接端部18不产生应力集中,因此,与实施带台阶的加工的丝杠轴比较,螺旋槽形成部15的端部15a和马达连接端部18的相对于扭转及弯曲的刚性提高,因此,耐久性提高。

[0238] 此外,由于在螺旋槽形成部15和轨道槽形成部16中丝杠轴1Q的外周面的外径相同,因此,与在螺旋槽形成部15和轨道槽形成部16中丝杠轴1Q的外周面的外径不同的情况比较,可避免应力集中,因此,耐久性提高,并且加工成本减少。

[0239] 此外,由于在螺旋槽形成部15的端部15a和马达连接端部18不存在带台阶的加工时的残留应力,因此,在这些端部不发生变形,因此,这些端部的振摆精度良好。由于不进行带台阶的加工,因此,能够减少加工成本。

[0240] 并且,根据第十实施方式的滚珠丝杠装置10Q,在丝杠轴1Q的轴向上的范围A中,即,在螺旋槽形成部15、轨道槽形成部16和螺纹终止部17中,由于表面的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]均满足式(1),因此,滚珠丝杠部和轴承部二者的耐久性提高。

[0241] 另外,密封件46的唇部与螺纹终止部17接触而滑动,但由于螺纹终止部17的残留奥氏体量 γ_{RS} [体积%]满足式(1),因此,能够减少螺纹终止部17的由密封件46造成的磨损。

[0242] [第十一实施方式]

[0243] 如图22所示,第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J具有滚珠丝杠和滚动轴承4J的外圈41J,所述滚珠丝杠具备丝杠轴1J、螺母2和滚珠(第一滚珠)3。

[0244] 丝杠轴1J被分成如下部分:螺旋槽形成部15,其在外周面形成有螺旋槽11;轨道槽形成部16,其形成有滚动轴承4J的内圈轨道槽;螺旋槽形成部15与轨道槽形成部16之间的

螺纹终止部17;和马达连接端部18。轨道槽形成部16被外圈41J覆盖。马达连接端部18是与轨道槽形成部16的和螺纹终止部17相反一侧连续的轴向端部。

[0245] 在螺旋槽形成部15、轨道槽形成部16和螺纹终止部17中,形成外周面的圆的直径相同。马达连接端部18的直径小于轨道槽形成部16的外径。即,马达连接端部18为小径部。

[0246] 如图22所示,在螺母2的内周面形成有螺旋槽21。此外,螺母2由圆筒部2A和凸缘部2B构成,在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔形成于凸缘部2B。

[0247] 如图23所示,滚动轴承4J由形成于丝杠轴1J的轨道槽形成部16的九列内圈轨道槽16a~16i、具有与内圈轨道槽16a~16i对置的外圈轨道槽401a~401i的外圈41J、多个滚珠(第二滚珠)42和一对密封件46构成。多个滚珠42滚动自如地被配置在对置的内圈轨道槽16a~16i与外圈轨道槽401a~401i之间。多个滚珠42为金属制或陶瓷制。各密封件46与丝杠轴1J的螺纹终止部17和靠近马达连接端部18的轨道槽形成部16侧接触。

[0248] 如图23和图24所示,外圈41J由圆筒部417和凸缘部418构成。在圆筒部417形成有外圈轨道槽401a~401i。在凸缘部418形成有在轴向上贯通的螺栓贯穿插入孔43。此外,在圆筒部417分别形成有从外周面贯通到各外圈轨道槽401a~401i的滚动体插入孔44。外圈41J的九个滚动体插入孔44的轴向上彼此相邻的滚动体插入孔44形成在圆筒部417的错开90°的位置上。各滚动体插入孔44分别被盖47堵塞。

[0249] 如图21所示,盖47由轴部47a和头部47b构成,轴部47a的末端面(盖部的内表面)47c形成成为构成外圈轨道槽401a~401i的一部分的凹状。在头部47b形成有螺栓贯穿插入孔47d和铰孔部47e。表示形成头部47b的椭圆的长度方向的直线Lc相对于与外圈41J的轴向垂直的直线Lt倾斜。在图23中可看到图21(a)的A-A截面。

[0250] 如图23所示,外圈41J的滚动体插入孔44由供盖47的轴部47a嵌入的形狀的内侧部44a和供头部47b嵌入的形狀的外侧部44b构成。此外,在滚动体插入孔44的内侧部44a与外侧部44b的边界面44c,在与各螺栓贯穿插入孔47d对应的位置上形成有内螺纹。

[0251] 如图23所示,在将滚珠42从各滚动体插入孔44放入到由内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i构成的各轨道中后,将盖47嵌入到各滚动体插入孔44中。然后,如图24所示,通过将螺栓49放入到螺栓贯穿插入孔47d中并与外圈41J的内螺纹螺合,从而固定成盖47不从滚动体插入孔44中抬起。

[0252] 滚动轴承4J也可以是不具有保持器的总滚珠轴承,也可以在滚珠42与滚珠42之间配置有合成树脂制或金属制的间隔滚珠或合成树脂制的保持件。

[0253] 此外,如图23所示,在滚动轴承4J的靠马达连接端部18侧的两个轨道(由外圈轨道槽401a、401b和内圈轨道槽16a、16b构成的各轨道)之间,与内圈轨道槽相比,在外圈轨道槽中,相邻的槽底之间的距离大。在其它轨道之间,在内圈轨道槽和外圈轨道槽中,相邻的槽底之间的距离相同。由此,通过偏置预压方式对滚动轴承4J赋予DB(背面组合)结构的预压。即,最靠马达连接端部18侧的轨道(由外圈轨道槽401a和内圈轨道槽16a构成的轨道)是用于赋予预压的轨道,其具有与其它轨道(负担载荷用的多列轨道)相反方向的接触角。

[0254] 例如,将螺母2固定于电动注塑成型机的合模单元的台板上,借助外壳将滚动轴承4J的外圈41J固定于基座,并将马达连接于丝杠轴1J的马达连接端部(轴向一端部)18来使用滚珠丝杠装置10J。将圆筒部417放入到外壳的内部,将凸缘部418压靠到外壳的轴向端面上,利用穿过凸缘部418的螺栓贯穿插入孔43的螺栓将外圈41J固定于外壳。

[0255] 根据第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J,由于被赋予预压的滚动轴承4J与滚珠丝杠成为一体,因此,通过预先赋予满足要求的预压,从而无需客户在安装到机床等时进行预压调整。

[0256] 在由客户进行预压的赋予的情况下,有可能装配精度的误差大而旋转精度降低。相对于此,根据第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J,由于无需客户在安装到机床等时进行预压调整,因此,无需担心旋转精度随着预压调整而降低。与使用锁定螺母将滚动轴承的内圈安装于丝杠轴的情况相比,还能够得到如下效果:不使用锁定螺母也可抑制马达安装部的偏摆回转。因此,在由客户安装于机床上时,不需要或容易进行振动的调整。

[0257] 此外,由于在外圈41J形成有滚动体插入孔44,因此,滚珠42能够从外圈41J的外周面侧简单地插入到内圈轨道槽16a~16i与外圈轨道槽401a~401i之间。因此,在将外圈41J插入到丝杠轴1J的轴向一端部12而使外圈轨道槽401a~401i与内圈轨道槽16a~16i对置后,能够将滚珠42配置在两轨道槽之间。

[0258] 因此,与需要将组装有滚珠42的状态的外圈41J插入到丝杠轴1J的轴向一端部即马达连接端部18的滚珠丝杠装置比较,能够减少滚动轴承的装配的麻烦。此外,通过改变所使用的滚珠42的直径而无需改变内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i,也能够改变滚动轴承4J的轴向和径向上的负载容量。

[0259] 此外,由于盖47的末端面47c形成为构成外圈轨道槽401a~401i的一部分的凹状,因此,不妨碍作为滚动轴承4J的功能。

[0260] 此外,第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J具有滚动轴承4J,所述滚动轴承4J具有九列轨道,但在丝杠轴1J形成有九列内圈轨道槽16a~16i,在一个外圈41J形成有九列外圈轨道槽401a~401i。由此,与将九个滚动轴承作为分体的部件组装于滚珠丝杠的情况比较,部件数量减少。部件的表面不一定均一,由于接触而发生微小的变形。因此,根据滚珠丝杠装置10J,与部件之间的接触减少相应地,变形减少而刚性提高。

[0261] 此外,由于在螺旋槽形成部15和轨道槽形成部16中丝杠轴1J的外周面的外径相同,因此,与在螺旋槽形成部15和轨道槽形成部16中丝杠轴1J的外周面的外径不同的情况比较,可避免应力集中,因此,耐久性提高,并且加工成本减少。

[0262] 此外,在螺母2被固定于上述台板上的情况下,在使用滚珠丝杠装置10J时,对丝杠轴1J的轨道槽形成部16施加在图22和图23中由箭头P所示的方向上的较大的载荷,对滚动轴承4J赋予在轴向上不均一的载荷(在轴向上对离螺母2近的一侧赋予比离螺母2远的一侧大的载荷)。

[0263] 相对于此,由于滚动轴承4J具有九列轨道,利用最靠马达连接端部18侧的预压赋予用轨道以外的八列轨道承担载荷,因此,每一列的载荷减小。因此,能够防止存在于滚动轴承4J的施加最大载荷的凸缘部418侧的轨道中的滚珠42提前损坏。此外,由于九列滚动体插入孔44在外圈41J的周向上均等地配置,因此,能够使施加轴向载荷时的与轴垂直的面内的外圈41J的变形均一。由此,外圈41J的寿命延长。

[0264] 根据以上所述,根据本实施方式的滚珠丝杠装置10J,能够将用于对滚动轴承4J在轴向上赋予不均一的载荷的用途中的情况下的滚动轴承4J的寿命延长。

[0265] [第十二实施方式]

[0266] 图25示出了构成第十二实施方式的滚珠丝杠装置10K的滚动轴承4K。第十二实施

方式的滚珠丝杠装置10K具有与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的外圈41J不同的外圈41K。滚珠丝杠装置10K的丝杠轴1K具有与滚珠丝杠装置10J的丝杠轴1J的轨道槽形成部16不同的轨道槽形成部16K。除了这些以外,第十二实施方式的滚珠丝杠装置10K与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。

[0267] 如图25所示,滚动轴承4K具有九列轨道,形成各轨道的内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i的槽截面形状为哥特式弧状。

[0268] 在滚动轴承4K的九列轨道中,在最远离凸缘部418的位置(图22所示的马达连接端部18侧)的两个轨道(由外圈轨道槽401a、401b和内圈轨道槽16a、16b构成的各轨道)之间,外圈轨道槽401a、401b的槽底间距离L11大于内圈轨道槽16a、16b的槽底间距离L21。

[0269] 此外,外圈轨道槽401b、401c的槽底间距离L12与内圈轨道槽16b、16c的槽底间距离L22相同。外圈轨道槽401c、401d的槽底间距离L13与内圈轨道槽16c、16d的槽底间距离L23相同。外圈轨道槽401d、401e的槽底间距离L14与内圈轨道槽16d、16e的槽底间距离L24相同。外圈轨道槽401e、401f的槽底间距离L15与内圈轨道槽16e、16f的槽底间距离L25相同。

[0270] 外圈轨道槽401f、401g的槽底间距离L16与内圈轨道槽16f、16g的槽底间距离L26相同。外圈轨道槽401g、401h的槽底间距离L17与内圈轨道槽16g、16h的槽底间距离L27相同。外圈轨道槽401h、401i的槽底间距离L14与内圈轨道槽16h、16i的槽底间距离L24相同。

[0271] 并且,在九列轨道中,在最靠近凸缘部418的两个轨道(由外圈轨道槽401h、401i和内圈轨道槽16h、16i构成的各轨道)之间,外圈轨道槽401h、401i的槽底间距离L18小于内圈轨道槽16h、16i的槽底间距离L28。由此,在九列轨道中最靠近凸缘部418的轨道(由外圈轨道槽401i和内圈轨道槽16i构成的轨道)中,预压量小于其它八个轨道。

[0272] 除了上述方面以外,滚动轴承4K与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0273] 该滚珠丝杠装置10K也与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J同样地例如将螺母2固定于电动注塑成型机的合模单元的台板上,借助外壳将滚动轴承4K的外圈41K固定于基座,并将马达连接于丝杠轴1K的马达连接端部(轴向一端部)18来使用。将圆筒部417放入到外壳的内部,将凸缘部418压靠到外壳的轴向端面上,利用穿过凸缘部418的螺栓贯穿插入孔43的螺栓将外圈41K固定于外壳。

[0274] 在该使用状态下,与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J同样地,对丝杠轴1K的轨道槽形成部16K施加图25中由箭头P所示的方向上的载荷,对滚动轴承4K在轴向上赋予不均一的载荷(在轴向上对离螺母2近的凸缘部侧赋予比离螺母2远的凸缘部侧的相反侧大的载荷)。

[0275] 随之,在离凸缘部418近的一侧的轨道中变形大于离凸缘部418远的一侧的轨道。即,在使预压量在轴向上全部相同的情况下,滚动轴承的轴向上的变形量不均一。相对于此,在第十二实施方式的滚珠丝杠装置10K中,由于在九列轨道中离凸缘部418最近的轨道中预压量小于其它八个轨道,因此,滚动轴承4K的轴向上的变形量被均一化。

[0276] 此外,除了上述效果以外,第十二实施方式的滚珠丝杠装置10K具有与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同的结构,因此,利用该结构起到与滚珠丝杠装置10J可得到的效果相同的效果。

[0277] [第十三实施方式]

[0278] 图26示出了构成第十三实施方式的滚珠丝杠装置10L的滚动轴承4L。除了滚动轴承4L的部分以外,第十三实施方式的滚珠丝杠装置10L与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。除了下面的方面以外,构成第十三实施方式的滚珠丝杠装置10L的滚动轴承4L与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0279] 如图26所示,在滚动轴承4L中,与滚动轴承4J同样地,在丝杠轴1L的轨道槽形成部16L形成有九列内圈轨道槽16a~16i,在外圈41L形成有九列外圈轨道槽401a~401i。在滚动轴承4J中,所有的轨道槽具有相同的形状和相同的尺寸,并配置有相同尺寸的滚珠42。

[0280] 相对于此,在滚动轴承4K中,在离凸缘部418最近的轨道(由内圈轨道槽16i和外圈轨道槽401i形成的轨道)及除此以外的轨道中,轨道槽的尺寸不同。具体而言,在离凸缘部418最近的轨道中轨道槽形成得大于除此以外的轨道。即,内圈轨道槽16i的宽度(轴向上的尺寸)和深度大于内圈轨道槽16a~16h的宽度和深度。外圈轨道槽401i的宽度(轴向上的尺寸)和深度大于外圈轨道槽401a~401h的宽度和深度。

[0281] 并且,被配置于离凸缘部418最近的轨道中的滚珠42a的直径大于被配置于除此以外的轨道中的滚珠42的直径。

[0282] 此外,将形成于离凸缘部418最近的轨道上的滚动体插入孔44堵塞的盖47的末端面47c是形成尺寸比其它大的外圈轨道槽401i的一部分的凹状,其形成与其它盖47不同的尺寸。

[0283] 在该滚珠丝杠装置10L为与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J同样的使用状态的情况下,与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J同样地,在凸缘部418侧(离载荷作用点近的一侧)的轨道中,变形大于与凸缘部418相反的一侧(远的一侧)的轨道。

[0284] 相对于此,在第十三实施方式的滚珠丝杠装置10L中,由于使离凸缘部418最近的轨道的尺寸大于其它轨道,并使滚珠42a的直径大于其它轨道的滚珠42,因此,承受最大载荷的轨道的负载容量大于其它轨道。即,由于采取了将承受最大载荷的轨道的寿命延长的对策,因此,滚动轴承4L的整体的寿命延长。

[0285] 此外,除了上述效果以外,第十三实施方式的滚珠丝杠装置10L具有与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同的结构,因此,利用该结构起到与滚珠丝杠装置10J可得到的效果相同的效果。

[0286] [第十四实施方式]

[0287] 图27示出了构成第十四实施方式的滚珠丝杠装置10M的滚动轴承4M。除了滚动轴承4M的部分以外,第十四实施方式的滚珠丝杠装置10M与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。除了下面的方面以外,构成第十四实施方式的滚珠丝杠装置10M的滚动轴承4M与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0288] 在滚动轴承4J的外圈41J中,将凸缘部418设置在离螺母2最近的位置,在滚动轴承4M的外圈41M中,将凸缘部418设置在离螺母2最远的位置。

[0289] 在该滚珠丝杠装置10M为与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J同样的使用状态的情况下,对丝杠轴1M的轨道槽形成部16M施加图27中由箭头P所示的方向上的载荷,对滚动轴承4M在轴向上赋予不均一的载荷(在轴向上对离螺母2近的一侧赋予比离螺母2远的一侧大的载荷)。

[0290] 相对于此,在第十四实施方式的滚珠丝杠装置10M中,由于将滚动轴承4M的外圈41M的凸缘部418设置在离螺母2最远的位置上,因此,与将凸缘部418设置在离螺母2最近的位置上的第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J比较,可改善滚动轴承的轴向上的变形量的不均一性。

[0291] 此外,除了上述效果以外,第十四实施方式的滚珠丝杠装置10M具有与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同的结构,因此,利用该结构起到与滚珠丝杠装置10J可得到的效果相同的效果。

[0292] [关于第十实施方式至第十四实施方式的备注]

[0293] 在构成第十至第十四实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承中,由于在外圈的圆筒部(形成有外圈轨道槽的部分)417的轴向两端部以外,不存在未设置滚动体插入孔44的部分,因此,将凸缘部418设置于外圈的圆筒部417的轴向端部。

[0294] 但是,也可以改变滚动体插入孔44的配置而在该部分设置凸缘,避免在外圈的圆筒部417的轴向两端部以外的部分(轴向中央部)存在滚动体插入孔44。在该情况下,在外圈的形成有凸缘的部分的内周面上也存在外圈轨道槽。并且,在这样地在外圈的轴向中央部配置有凸缘的情况下,与将凸缘部418设置在离螺母2最近的位置上的第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J比较,也可改善滚动轴承的轴向上的变形量的不均一性。

[0295] 在构成第十至第十四实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承中,通过在九列轨道中离载荷作用点最远的两个轨道之间使外圈轨道槽401a、401b的槽底间距离L11大于内圈轨道槽16a、16b的槽底间距离L21,从而通过偏置预压方式被赋予预压。即,具有一列用于赋予预压的轨道,具有八列那以外的轨道。

[0296] 但是,用于赋予预压的轨道也可以有多列,在该情况下,将除此以外的轨道设置得多于用于赋予预压的轨道的数量。此外,预压也可以通过偏置预压以外的方式被赋予。

[0297] [第十五实施方式]

[0298] 在图28中示出了构成滚珠丝杠装置的滚动轴承4N的与轴向垂直的截面(轨道槽底位置上的截面)。

[0299] 通过使外圈轨道槽401n的槽底位置上的外圈41N的截面积与丝杠轴的形成有内圈轨道槽的部分16N的内圈轨道槽16n的槽底位置上的截面积相同,从而与二者的截面积存在差的情况比较,能够缩小外圈41N与丝杠轴的形成有内圈轨道槽的部分16N的变形量之差。

[0300] 此外,即使在二者的截面积存在差的情况下,通过缩小该差,能够缩小外圈41N与丝杠轴的形成有内圈轨道槽的部分16N的变形量之差。

[0301] [第十六实施方式]

[0302] 图29示出了构成第十六实施方式的滚珠丝杠装置10R的滚动轴承4R。除了滚动轴承4R的部分以外,第十六实施方式的滚珠丝杠装置10R与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。除了下面的方面以外,构成第十六实施方式的滚珠丝杠装置10R的滚动轴承4R与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0303] 如图29的C-C剖视图即图30所示,在滚动轴承4R中,在滚珠42与滚珠42之间配置有保持件8。如图31所示,保持件8在圆柱体的两底面上形成有与滚珠42的球面对应的球面状的凹部81。

[0304] 由于配置有保持件8,因此,能够防止钢制的滚珠42彼此相竞,因此,滚珠42的耐久

性提高。此外,在使用冠型保持器的情况下,需要确保用于保持环状的厚度。即,通过采用保持件8,从而与采用冠型保持器的情况相比,能够缩小外圈内径与内圈外径的差。其结果是,能够将轨道槽加工得更深,因此,能够将接触角度尽量取得较大,因此,相对于轴向载荷的耐久性提高。

[0305] 另外,本实施方式的滚动轴承4R与第十一实施方式的滚动轴承4J同样地具有图21所示的盖47。如图21所示,表示形成盖47的头部47b的椭圆的长度方向的直线Lc相对于与外圈41R的轴向垂直的直线Lt倾斜。此外,两个螺栓贯穿插入孔47d的中心存在于直线Lc上。

[0306] 并且,如图30所示,在将盖47嵌入到外圈41R的滚动体插入孔44中后,如图29所示,将螺栓49螺合到形成于外圈41R的脊部(相邻的外圈轨道槽401之间的部分)402上的内螺纹孔中。由此,盖47被固定于外圈41R的滚动体插入孔44中。

[0307] 这样,由于内螺纹孔形成在比形成有外圈轨道槽401的部分厚的部分即脊部402上,因此,能够确保用于安装盖47的内螺纹的轴向尺寸(深度),并且能够缩小轴承外径。

[0308] [第十七实施方式]

[0309] 图32示出了构成第十七实施方式的滚珠丝杠装置10S的滚动轴承4S。除了滚动轴承4S的部分以外,第十七实施方式的滚珠丝杠装置10S与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。除了下面的方面以外,构成第十七实施方式的滚珠丝杠装置10S的滚动轴承4S与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0310] 本实施方式的滚动轴承4S具有图33所示的盖48以代替图21所示的盖47。如图33所示,盖48由轴部48a和头部48b构成。轴部48a的平面形状是长孔形状,轴部48a的末端面(盖部的内表面)48c形成为构成外圈轨道槽401a~401i的一部分的凹状。

[0311] 头部48b的平面形状是长孔形状,在头部48b形成有螺栓贯穿插入孔48d和铰孔部48e。表示形成头部48b的椭圆的长度方向的直线Lc相对于与外圈41S的轴向垂直的直线Lt倾斜。两个螺栓贯穿插入孔48d的中心存在于相对于直线Lt的倾斜大于直线Lc的直线Ld上而不在直线Lc上。在图32中可看到图33(a)的A-A截面。

[0312] 如图32所示,外圈41S的滚动体插入孔44由供盖48的轴部48a嵌入的形狀的内侧部44a和供头部48b嵌入的形狀的外侧部44b构成。此外,在滚动体插入孔44的内侧部44a与外侧部44b的边界面44c上,在与各螺栓贯穿插入孔48d对应的位置形成有内螺纹。

[0313] 在将盖47嵌入到外圈41S的滚动体插入孔44中后,如图34所示,将螺栓49螺合到形成于外圈41S的脊部(相邻的外圈轨道槽401之间的部分)402的内螺纹孔中。由此,盖48被固定于外圈41S的滚动体插入孔44中。

[0314] 这样,由于内螺纹孔形成在比形成有外圈轨道槽401的部分厚的部分即脊部402上,因此,能够确保用于安装盖48的内螺纹的轴向尺寸(深度),并且能够缩小轴承外径。

[0315] 此外,由于轴部48a的平面形状是长孔形状,因此,滚动体插入孔44的内侧部44a也是长孔状。在滚动体插入孔的内侧部44a是圆形的情况下,被插入的轴部48a旋转而与滚珠42或保持器干涉,存在滚动轴承4S的动作性变差的可能性。若滚动体插入孔44的内侧部44a是长孔状,则没有该可能性。因此,通过采用轴部48a的平面形状为长孔形状的盖48,从而滚动轴承4S的动作性改善。

[0316] [第十八实施方式]

[0317] 图35示出了构成第十八实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承4T。除了滚动轴承4T

的部分以外,第十八实施方式的滚珠丝杠装置与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。除了下面的方面以外,构成第十八实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承4T与构成第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J相同。

[0318] 本实施方式的滚动轴承4T具有图36所示的盖471以代替图21所示的盖47。如图35所示,外圈41T具有跨着全部外圈轨道槽401a~401i而形成的一个滚动体插入孔44,滚动体插入孔44被一个盖471堵塞。

[0319] 如图36所示,盖471由轴部471a和头部471b构成,在轴部471a的末端面(盖部的内表面)形成有构成各外圈轨道槽401a~401i的一部分的九列凹部471c。在头部471b的长度方向两端形成有螺栓贯穿插入孔471d和铰孔部471e。

[0320] 如图35所示,外圈41T的滚动体插入孔44由供盖471的轴部471a嵌入的形狀的内侧部44a和供头部471b嵌入的形狀的外侧部44b构成。此外,在滚动体插入孔44的内侧部44a与外侧部44b的边界面44c上,在与盖471的各螺栓贯穿插入孔471d对应的位置形成有内螺纹。

[0321] 将滚珠42从滚动体插入孔44放入到由内圈轨道槽16a~16i和外圈轨道槽401a~401i构成的各轨道中后,将盖471嵌入到滚动体插入孔44中。然后,通过将螺栓放入到两端的螺栓贯穿插入孔471d中而与外圈41T的内螺纹螺合,从而盖471固定成不从滚动体插入孔44中抬起。

[0322] 这样,在第十八实施方式的滚珠丝杠装置中,滚动轴承4T具有九列轨道,但在从一个滚动体插入孔44进行滚珠42相对于这些所有轨道的插入后,利用一个盖471将滚动体插入孔44堵塞,从而能够装配滚动轴承4T。因此,与在各轨道设置滚动体插入孔而利用盖堵塞各滚动体插入孔的第十一实施方式的滚珠丝杠装置相比,滚动轴承的装配作业效率提高。

[0323] 即,在具有多列结构的滚动轴承的滚珠丝杠装置的情况下,在每两列以上的轨道设置滚动体插入孔,并利用与之对应的盖堵塞滚动体插入孔,从而能够提高作业效率。

[0324] [第十九实施方式]

[0325] 本实施方式是第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的变形例,作为构成滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J的密封件46而采用图37(a)所示的通常的接触密封件46A或图37(b)所示的低摩擦型的接触密封件46B。接触密封件46A、46B由芯件46a和橡胶等高弹性成型体46b构成。

[0326] 通过使用接触密封件,从而能够防止异物从外部进入。此外,通过使得低摩擦,从而可得到节能效果。

[0327] 低摩擦型的接触密封件46B使密封唇的与内圈接触的部份的形状A最优化,并且通过设定唇部的尺寸B而使对内圈的按压力(唇反作用力)最优化。通过采用低摩擦型的接触密封件46B,从而能够缩短丝杠轴的轴向长度。随之,能够将丝杠轴的旋转惯性矩抑制得较小,因此,能够缩小对马达的负载。

[0328] [第二十实施方式]

[0329] 本实施方式是第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的变形例,在构成滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J中使用了密封件46,但在构成本实施方式的滚珠丝杠装置的滚动轴承4U中,取而代之地采用了图38所示的空气密封结构。

[0330] 空气密封是非接触密封,与使用接触密封件的情况相比,能够尽量缩小密封转矩(密封的阻力)。

[0331] 在图38的示例中,外圈41U具有在轴向上延伸的长的贯通孔419,使空气从凸缘部418和凸缘部418的相反侧的圆筒部417的端部这双方流到贯通孔419中。由此,能够减少空气的流入口。

[0332] [第二十一实施方式]

[0333] 本实施方式是第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的变形例,作为构成滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J的滚珠42而使用了由密度低于轴承钢的材料构成的滚珠。作为具体例,可列举陶瓷(氮化硅、碳化硅、氧化铝等)。

[0334] 由于设计成对面向注塑成型机等高负载用途的滚珠丝杠在确定的方向上施加较大的外加负载载荷,因此,通过增大滚珠42的直径而增加负载容量。另一方面,近年来,注塑成型机的高循环化作为需求而提高,使滚珠丝杠高速旋转这样的要求提高。

[0335] 在构成滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J中,从设置于外圈41J的滚动体插入孔44放入滚珠42,将盖47盖在滚动体插入孔44中,利用螺栓49固定盖47。因此,通过高速旋转作用于滚珠42上的较大的离心力断续地施加于盖47的螺栓49,存在螺栓49不能耐受该离心力的可能性。作为对策,可考虑通过增加螺栓49的根数或螺栓49的有效直径来提高螺栓49的耐力的方法。但是,根据该方法,需要增加部件数量或增大外圈41J的外径。

[0336] 相对于此,若使用由陶瓷等密度低于轴承钢的材料构成的滚珠42,则滚珠42变轻,因此,离心力减少。其结果是,能够减少对将盖47固定起来的螺栓49施加的载荷。随之,即使不增加对盖47进行固定的螺栓49的有效直径或根数,螺栓49也能够耐受高速旋转时产生的滚珠42的离心力。

[0337] [第二十二实施方式]

[0338] 本实施方式是第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J的变形例,作为构成滚珠丝杠装置10J的滚动轴承4J具有供脂结构。

[0339] 作为供脂结构的示例,如图39所示,可列举在外圈41J设置有供脂路的结构。

[0340] 该供脂路由如下部分构成:贯通孔140,其沿着外圈41J的轴向延伸;供脂孔141b、141d、141f、141h,其从贯通孔140垂直地朝向外圈轨道槽401b、401d、401f、401h;和在径向延伸的贯通孔142,其形成于凸缘部418。

[0341] 贯通孔140的两端被塞子143堵塞。在圆筒部417为将供脂孔141b、141d、141f、141h打开而产生的外周部的开口部也被塞子143堵塞。在凸缘部418的贯通孔142的外周侧的端部连接有润滑脂(或润滑油)配管144的接头145。

[0342] 在图39的示例中,通过越远离供脂路的上游侧即凸缘部418越增大供脂孔的截面积,从而使向各供脂孔流入的润滑脂(或润滑油)量均等化。即,供脂孔的截面积的关系满足供脂孔141h<供脂孔141f<供脂孔141d<供脂孔141b。

[0343] 此外,各供脂孔141b、141d、141f、141h按滚珠42不与供脂孔接触的程度大小形成在各外圈轨道槽的宽度方向中心部。由此,可得到良好的供脂效果。

[0344] 作为供脂结构的另一示例,如图40所示,可列举在丝杠轴1J设置有供脂路的结构。

[0345] 该供脂路具有:中心孔146,其在丝杠轴1的轴向上延伸;和供脂孔141a~141i,其从中心孔146垂直地朝向各内圈轨道槽16a~16i。中心孔146形成在包括马达连接端部18、轨道槽形成部16和螺纹终止部17的范围。中心孔146的两端被塞子143堵塞。

[0346] 在马达连接端部18的与轨道槽形成部16的边界部外嵌有圆环部件147。在马达连

接端部18的供圆环部件147嵌合的部分形成有从中心孔146垂直地延伸的孔146a、146b。圆环部件147的凹部具有与这些孔146a、146b连通的内周槽147a、147b。圆环部件147具有从内周槽147a沿着径向到达至外周端的孔146c。在孔146c的外周侧的端部连接有润滑脂(或润滑油)配管144的接头145。

[0347] 在圆环部件147与轨道槽形成部16和马达连接端部18之间配置有密闭密封件150。内周槽147b是润滑剂积存部。箭头示出润滑脂(或润滑油)的流动。

[0348] 在图40的示例中,通过设置朝向所有内圈轨道槽16a~16i的供脂孔141a~141i,从而可得到高的供脂效果。此外,通过丝杠轴的旋转(离心力)能够有效地补给润滑脂(或润滑油)。通过越远离供脂路的上游侧即圆环部件147越增大供脂孔的截面积,从而使向各供脂孔流入的润滑脂(或润滑油)量均等化。

[0349] 图41所示的示例与图39的示例同样地是在外圈41J设置有供脂路的示例,但在一个外圈轨道槽401的周向上具有多个供脂路,这点与图39中的示例不同。在图41所示的示例中,由贯通孔140和供脂孔141构成的供脂路按90°间隔设置有四个。这样,通过在一个轨道上设置多个供脂孔,从而能够提高供脂效果。此外,通过均等配置多个供脂孔,从而可得到更高的供脂效果。

[0350] 在图42所示的示例中,在盖47设置有供脂孔141。供脂孔141形成为,在安装了盖47时沿着外圈41J的径向延伸。供脂孔141被塞子143堵塞。在图42所示的示例中,在一个盖47形成有一个供脂孔141,但也可以在一个盖47设置多个供脂孔来提高供脂效果。

[0351] 此外,也可以使固体润滑覆膜附着于盖47的内周面。此外,也可以利用含有固体润滑剂的材料形成盖47。

[0352] 此外,也可以使固体润滑覆膜附着于保持器或保持件8等滚珠保持部件的与滚珠42接触的部分。此外,也可以利用含有固体润滑剂的材料形成保持器或保持件8等滚珠保持部件。

[0353] 此外,也可以如图43所示地使固体润滑覆膜附着于外圈41J的外圈轨道槽的与滚珠42接触的面4011、内圈轨道槽形成部16的内圈轨道槽的与滚珠42接触的面161。通常,若增厚不与滚珠42接触一侧的面4012、162的固体润滑覆膜、或在形状上设法使得与滚珠42接触,则能够进一步提高润滑效果。

[0354] 此外,也可以如图44所示地为如下的结构:在滚珠42从外圈轨道槽401向盖47的末端面47c移动时接触的部分(滚动体插入孔44与外圈轨道槽401的角部)设置凸起(倾斜部),并在该部分积存润滑脂。

[0355] [第二十三实施方式]

[0356] 如图45所示,本实施方式的滚珠丝杠装置10V具有冷却机构。除此以外的方面与第十一实施方式的滚珠丝杠装置10J相同。

[0357] 在图45的示例中,在丝杠轴1V的轴心形成有在轴向上延伸的贯通孔1001。在贯通孔1001的一端连接有冷却液供给配管1002,在另一端连接有冷却液排出配管1003。由此,被提供至冷却液供给配管1002的冷却液在通过被配置于丝杠轴1V的轴向整体的贯通孔1001后从冷却液排出配管1003被排出到外部。利用该冷却液使丝杠轴1V冷却。

[0358] 在螺母2V的周向上的四处(多处)形成有在轴向上延伸的贯通孔1201。在圆筒部2A的与凸缘部2B相反一侧的轴向端部,在一个贯通孔1201连接有冷却液供给配管1202,在相

邻的贯通孔1201连接有冷却液排出配管1203。这些以外的两个贯通孔1201通过配管1204被连接起来。

[0359] 在凸缘部2B侧的端部,一端被连接于冷却液供给配管1202的贯通孔1201的另一端通过配管1205而与其相邻的贯通孔1201连接起来,一端被连接于冷却液供给配管1203的贯通孔1201的另一端通过配管1206而与其相邻的贯通孔1201连接起来。由此,被提供至冷却液供给配管1202的冷却液在通过螺母2V的所有的贯通孔1201后从冷却液排出配管1203被排出到外部。利用该冷却液使螺母2V冷却。

[0360] 在滚动轴承4V的外圈41V的周向上的四处(多处)形成有在轴向上延伸的贯通孔1401。在圆筒部417的与凸缘部418相反一侧的轴向端部,在一个贯通孔1401连接有冷却液供给配管1402,在相邻的贯通孔1401连接有冷却液排出配管1403。这些以外的两个贯通孔1401通过配管1404被连接起来。

[0361] 在凸缘部418侧的端部,一端被连接于冷却液供给配管1402的贯通孔1401的另一端通过配管1405而与其相邻的贯通孔1401连接起来,一端被连接于冷却液排出配管1403的贯通孔1401的另一端通过配管1406而与其相邻的贯通孔1401连接起来。由此,被提供至冷却液供给配管1402的冷却液在通过外圈41V的所有的贯通孔1401后从冷却液排出配管1403被排出到外部。利用该冷却液使外圈41V冷却。

[0362] 在滚珠丝杠装置10V中,在丝杠轴1V、螺母2V、外圈41V中均沿着轴向流有冷却液。此外,在螺母2V和外圈4V中冷却液流向多个串联设置的贯通孔中。通过使冷却液以成为紊流(雷诺数为2000以上)的方式流动,从而可得到更高的冷却效果。

[0363] 滚珠丝杠装置10V不仅对螺母2V和外圈41V进行冷却,对包括形成有内圈轨道槽的轨道槽形成部16的丝杠轴1V也进行冷却,因此,作为系统而功能稳定且寿命长。

[0364] 这样,根据第二十三实施方式的滚珠丝杠装置10V,由于具有冷却机构,因而可抑制滚珠丝杠和滚动轴承发热,因此,具有抑制提前损伤和功能稳定化的效果。

[0365] 在图45的示例中,多个贯通孔1401在靠凸缘部418侧的端部通过配管1205、1206被连接起来,但也可以采用图46所示的那样的圆环状的连接部件1500进行该连接。

[0366] 在图46的示例中,连接部件1500具有沿着周向的冷却水通路1501和与多个贯通孔1401重叠的连接口1402。在外圈41V的靠凸缘部418侧的轴向端部形成有小径部4180,连接部件1500具有被嵌在小径部4180外的结合部1503。在小径部4180与连接部件1500之间安装有密封件1600。

[0367] 在图46的示例中,代替配管1205、1206而采用连接部件1500,从而比图45的示例小且接缝少,因而漏液风险降低。此外,使用图46那样的连接部件1500的连接实际被用于滚珠丝杠的冷却结构中的示例较多。

[0368] 标号说明

[0369] 10、10A~10H、10J~10M、10Q 滚珠丝杠装置

[0370] 1 丝杠轴

[0371] 11 丝杠轴的螺旋槽

[0372] 12 丝杠轴的轴向一端部

[0373] 12a、12b 内圈轨道槽

[0374] 15 螺旋槽形成部(形成有螺旋槽的部分)

- [0375] 16、16K~16N 轨道槽形成部 (形成有内圈轨道槽的部分)
- [0376] 16a 内圈轨道槽
- [0377] 16b 内圈轨道槽
- [0378] 16c 内圈轨道槽
- [0379] 16d 内圈轨道槽
- [0380] 16e 内圈轨道槽
- [0381] 16f 内圈轨道槽
- [0382] 16g 内圈轨道槽
- [0383] 16h 内圈轨道槽
- [0384] 16i 内圈轨道槽
- [0385] 16n 内圈轨道槽
- [0386] 17 螺纹终止部
- [0387] 18 马达连接端部
- [0388] 2 螺母
- [0389] 21 螺母的螺旋槽
- [0390] 3 滚珠 (第一滚珠)
- [0391] 4、4A~4H、4J~4M、4Q 滚动轴承
- [0392] 41、41A~41H、41J~41N、41Q 外圈
- [0393] 401a 外圈轨道槽
- [0394] 401b 外圈轨道槽
- [0395] 401c 外圈轨道槽
- [0396] 401d 外圈轨道槽
- [0397] 401e 外圈轨道槽
- [0398] 401f 外圈轨道槽
- [0399] 401g 外圈轨道槽
- [0400] 401h 外圈轨道槽
- [0401] 401i 外圈轨道槽
- [0402] 401n 外圈轨道槽
- [0403] 411、412 分割体
- [0404] 411b、412b 轴向端面
- [0405] 411c 缺口部 (槽)
- [0406] 412c 缺口部 (槽)
- [0407] 413 衬垫
- [0408] 414 大径部 (外圈的大径部)
- [0409] 414b 大径部的轴向端面
- [0410] 415 小径部 (外圈的小径部)
- [0411] 415a 小径部的外周面
- [0412] 416 退避槽
- [0413] 417 外圈的圆筒部

- [0414] 418 外圈的凸缘部
- [0415] 42、42a 滚珠 (第二滚珠)
- [0416] 44 滚动体插入孔
- [0417] 45 盖
- [0418] 45c 末端面 (盖部的内表面)
- [0419] 47 盖
- [0420] 47c 末端面 (盖部的内表面)
- [0421] 6 止转部件

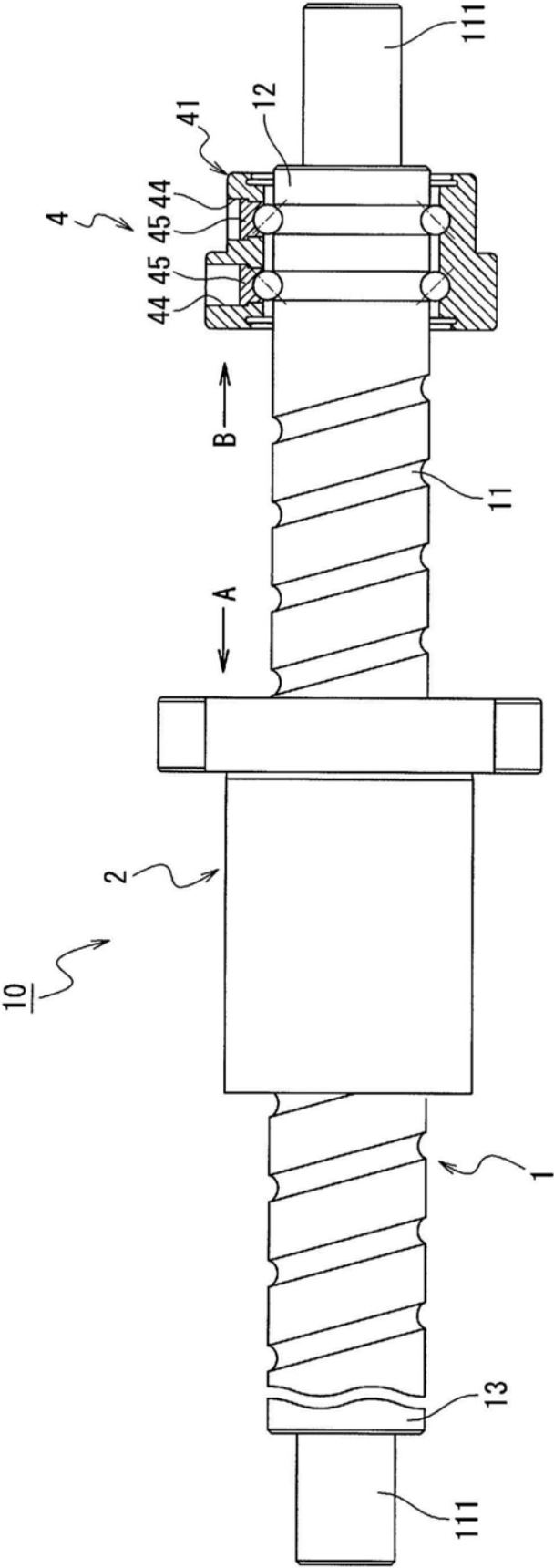


图1

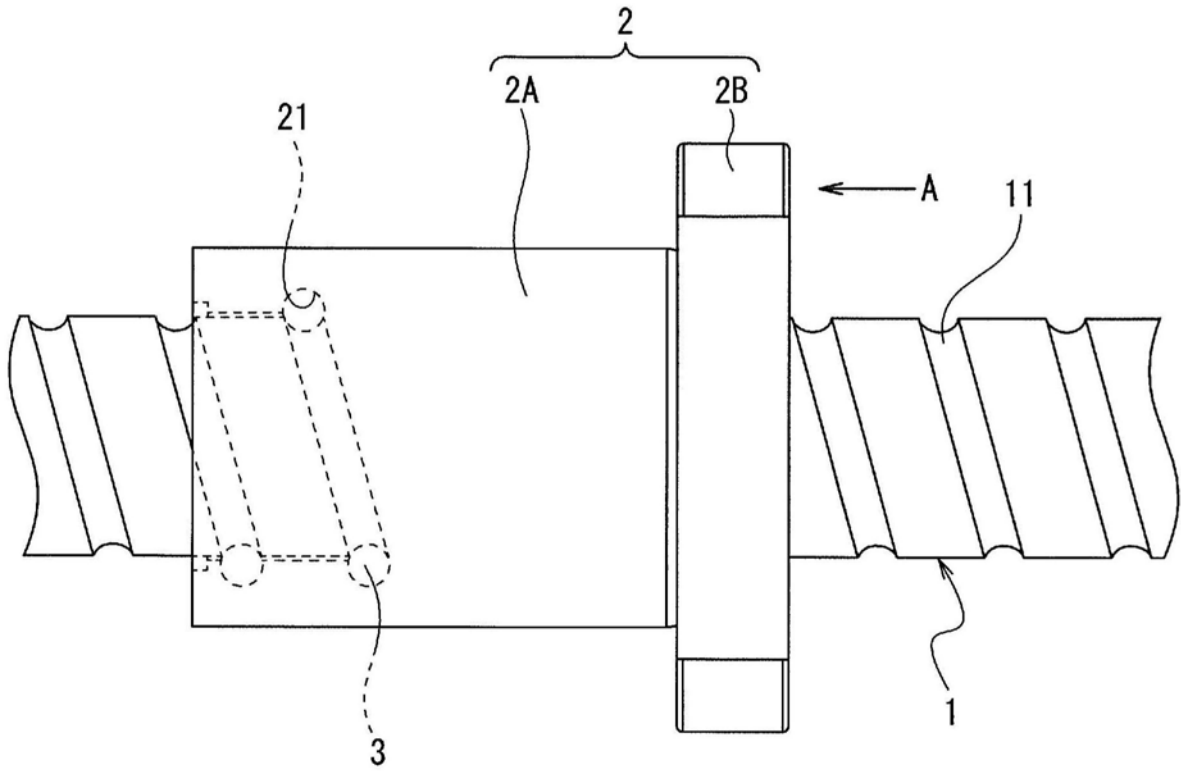


图2

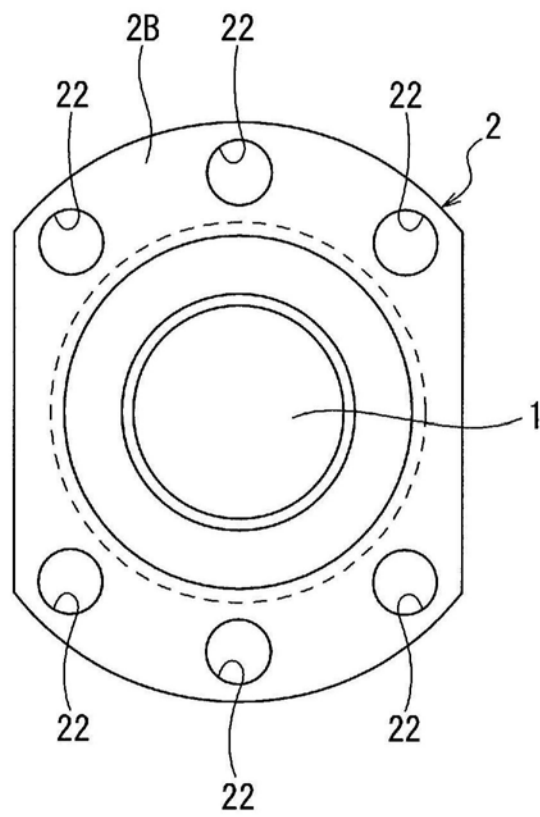


图3

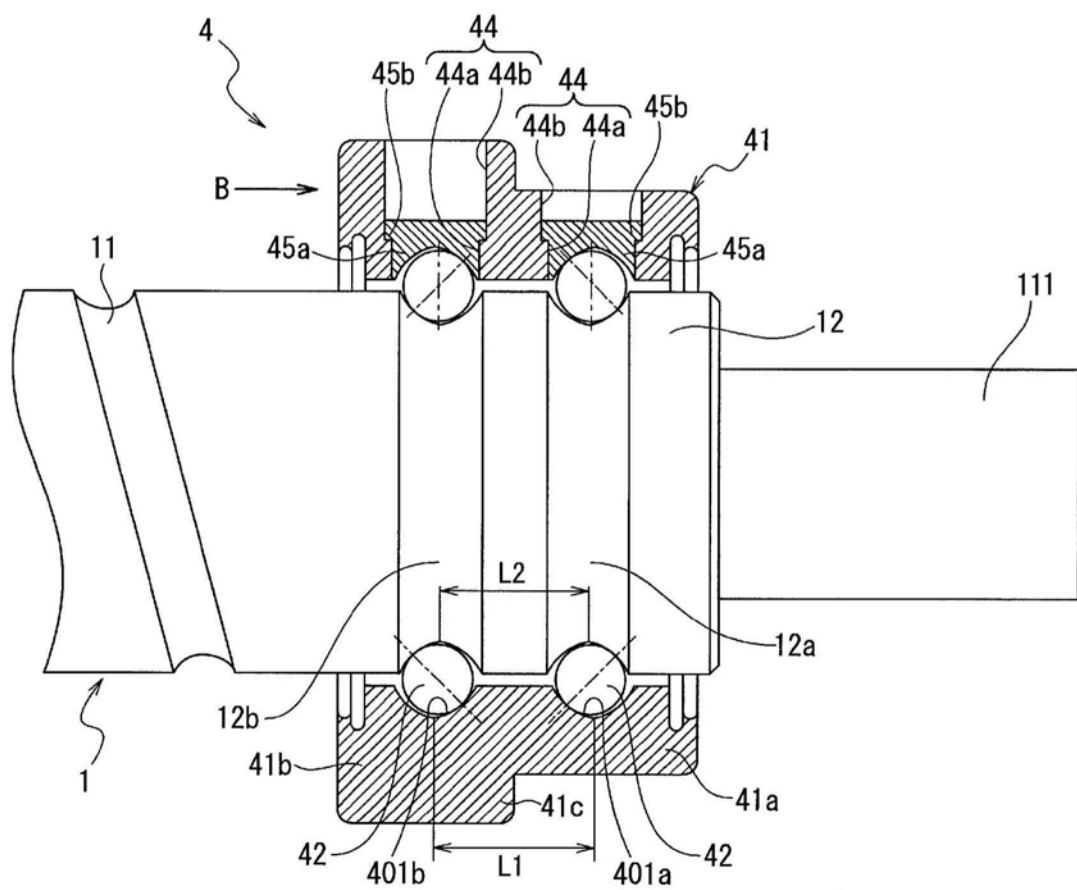


图4

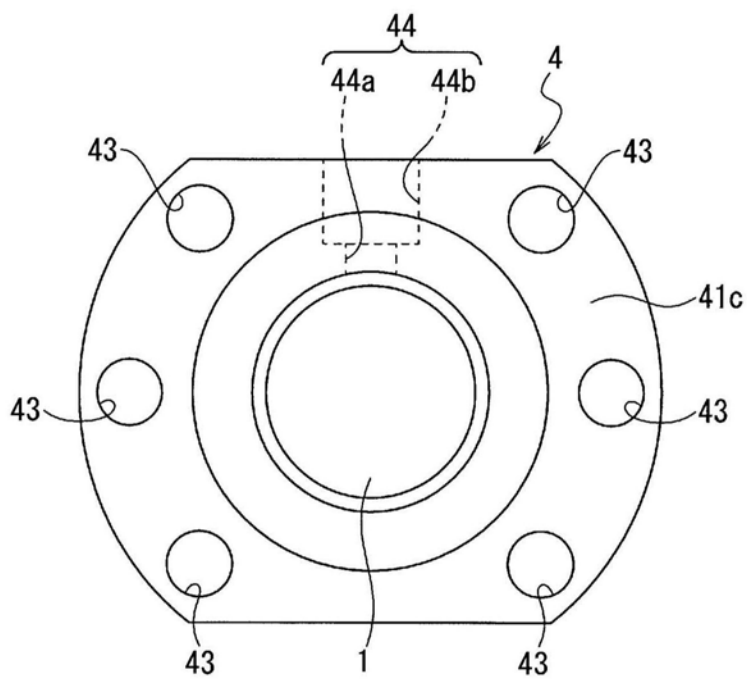


图5

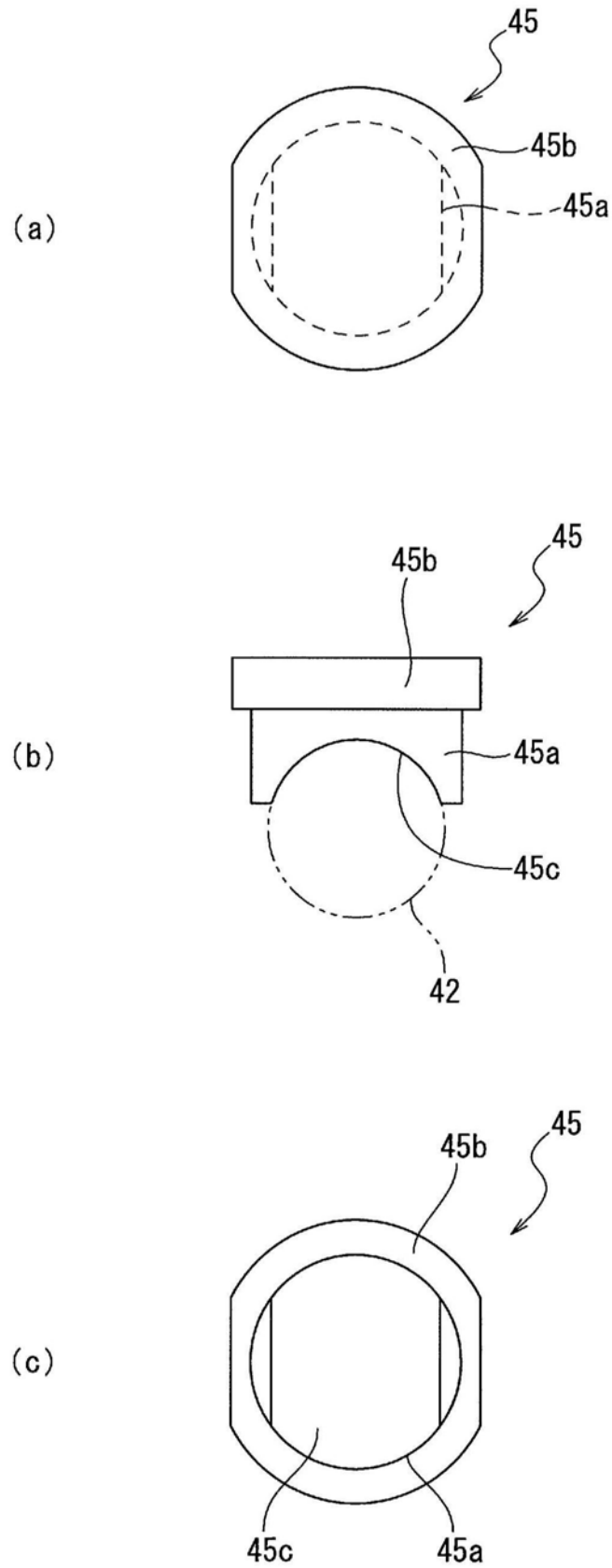


图6

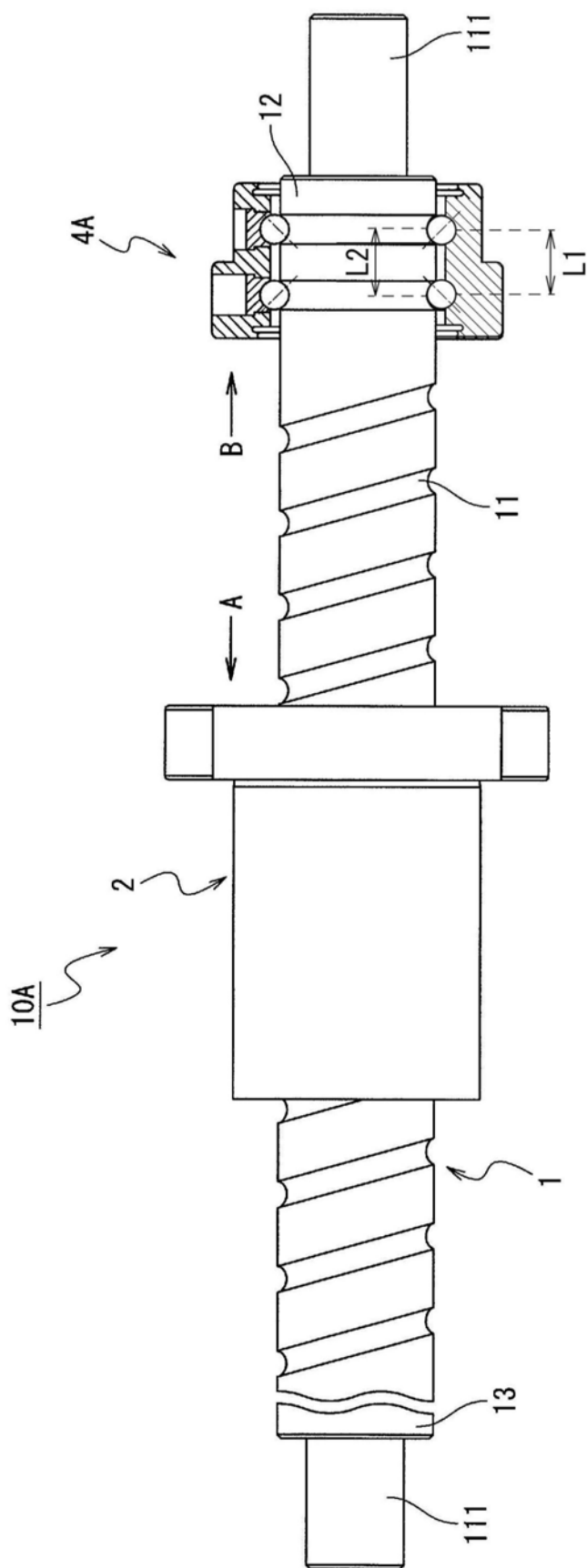


图7

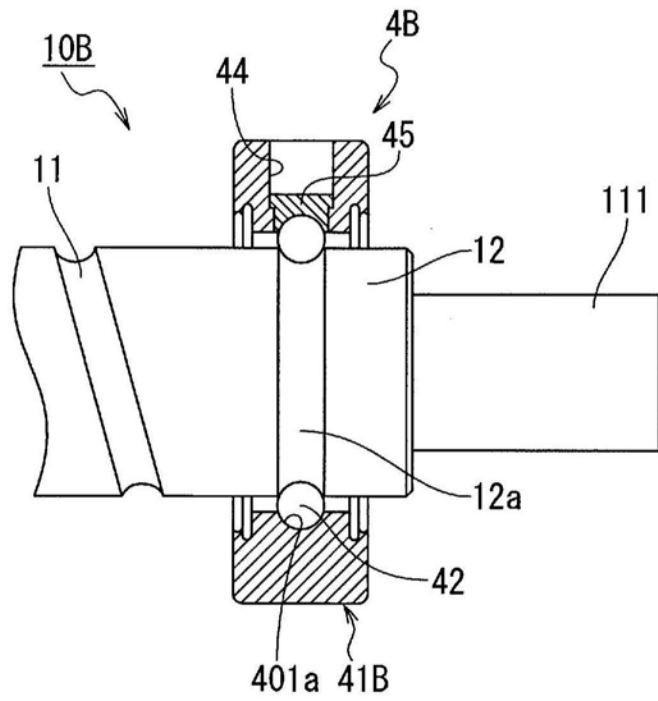


图8

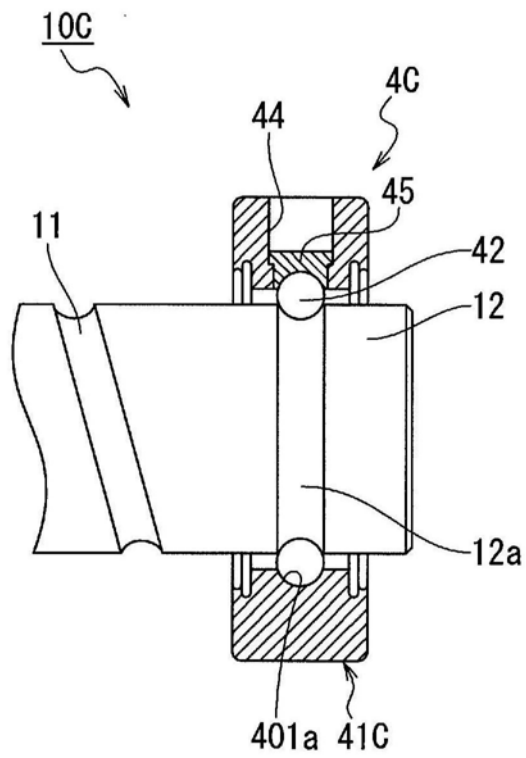


图9

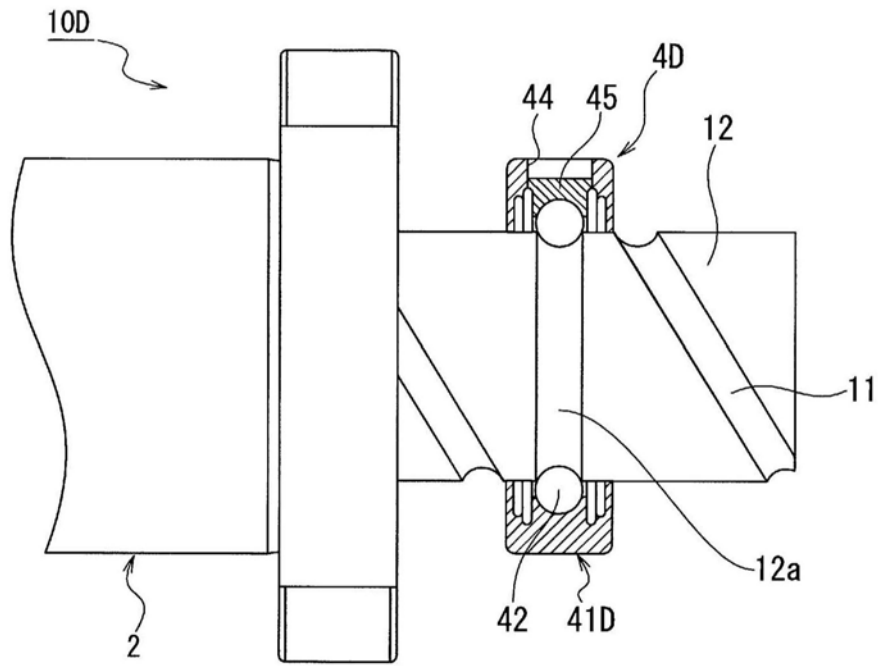


图10

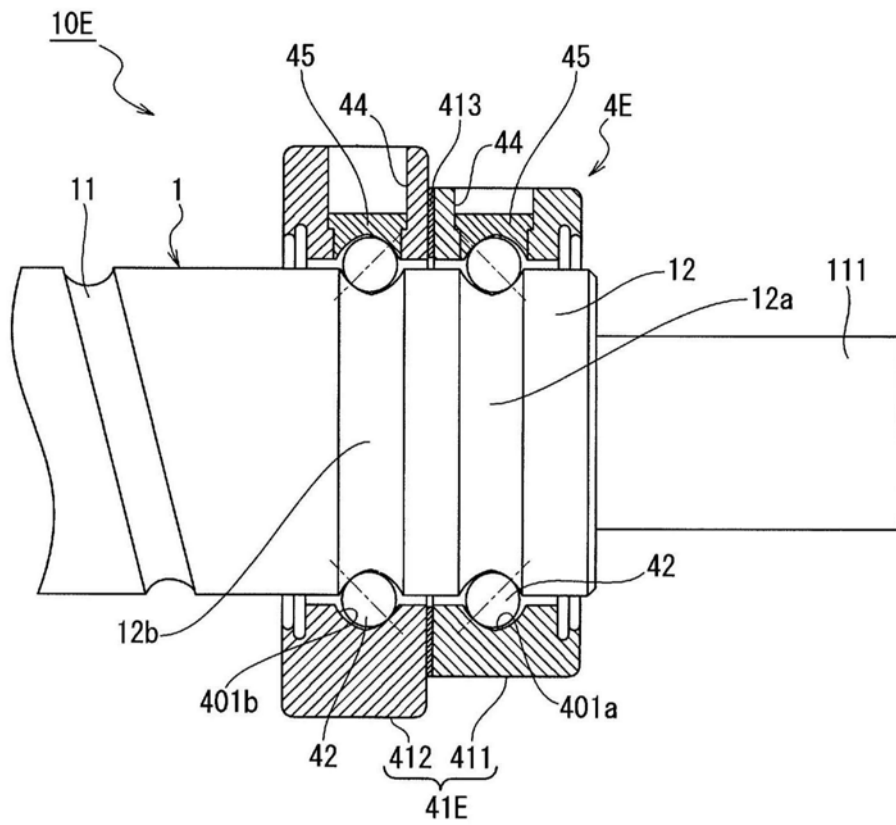


图11

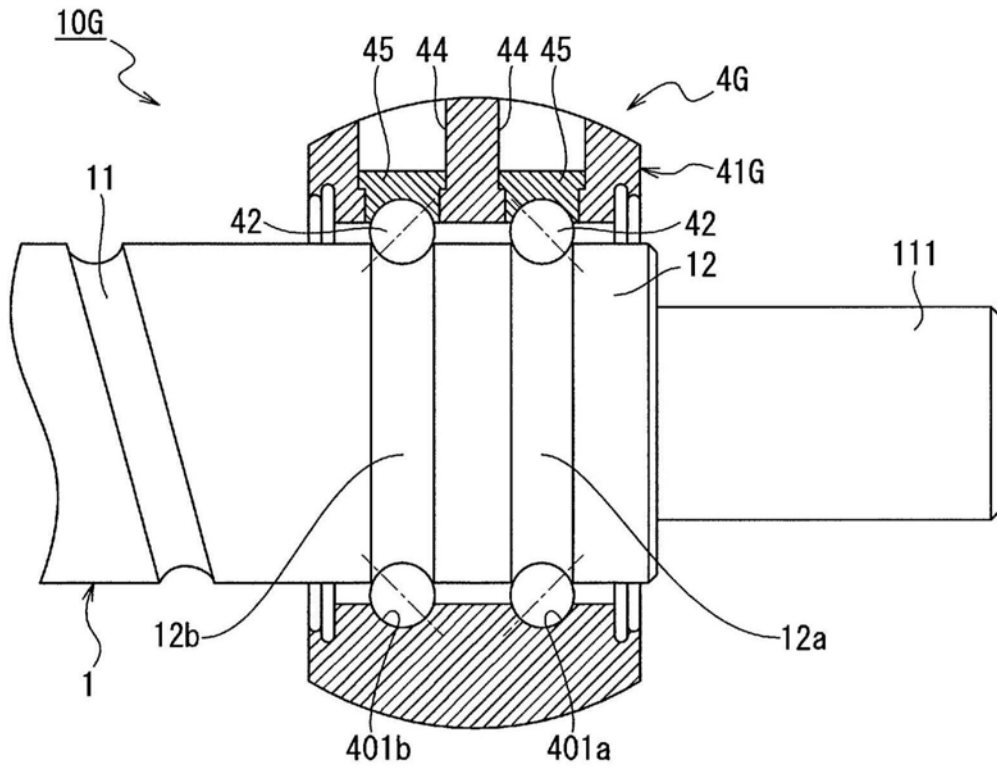


图13

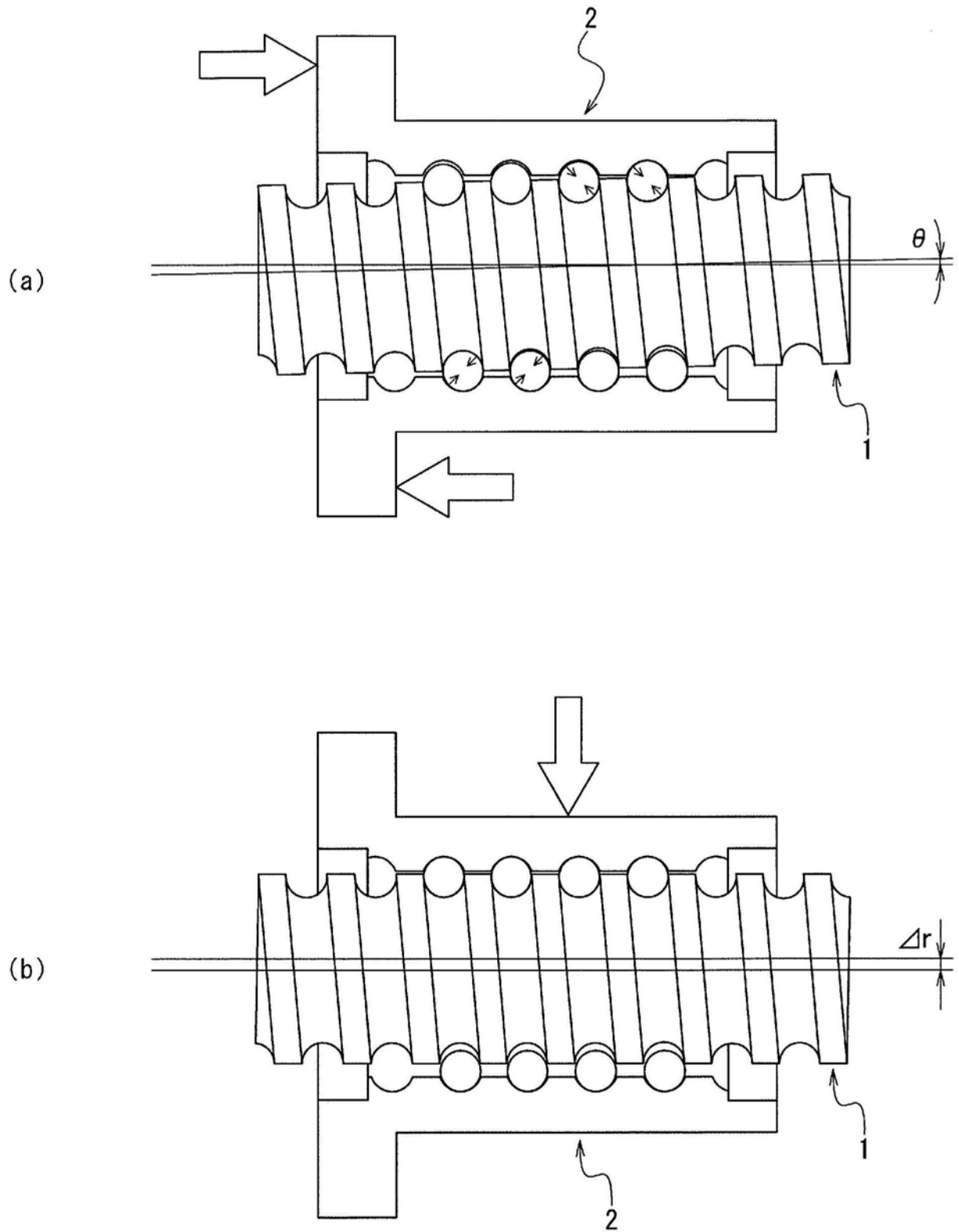


图14

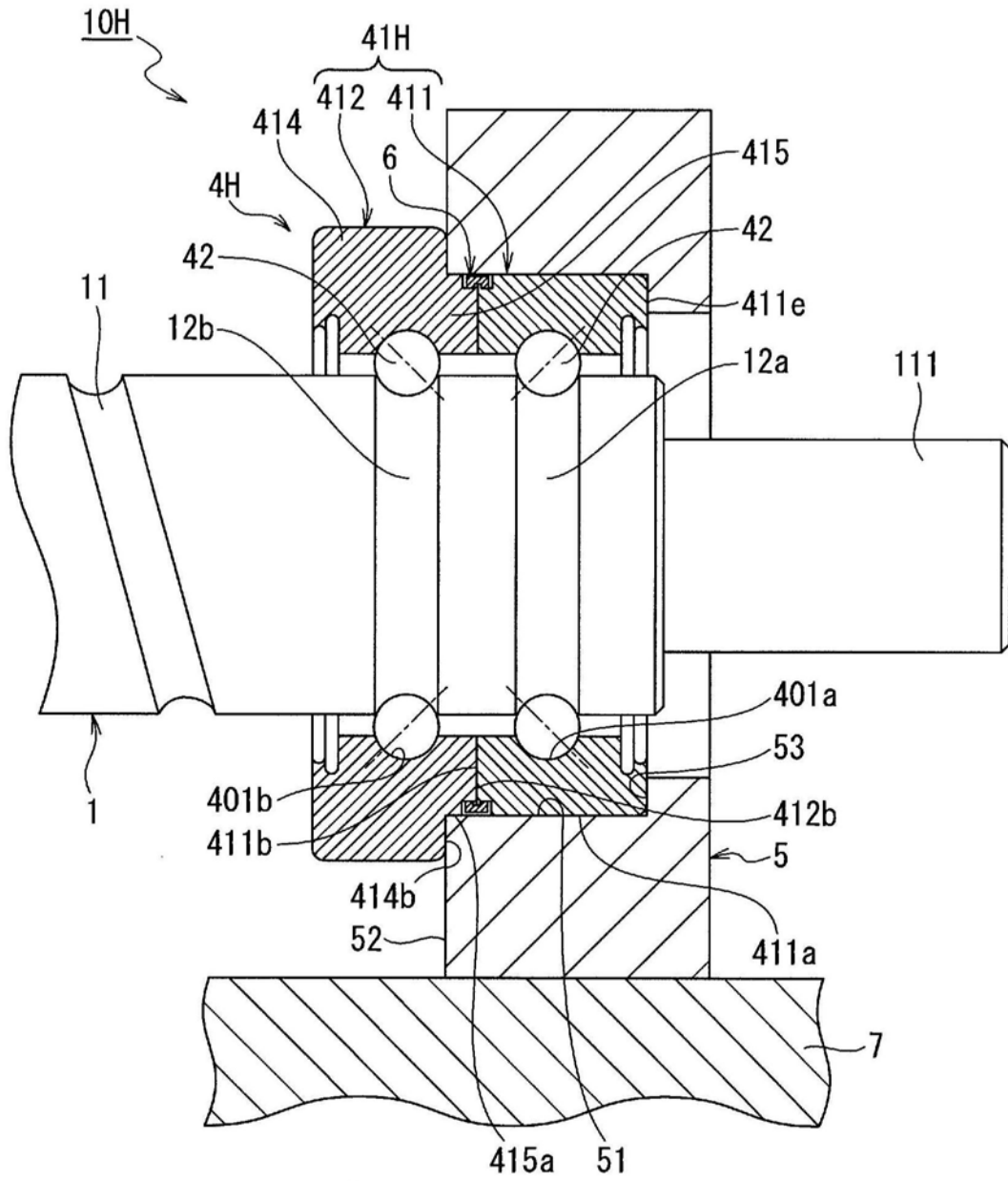


图15

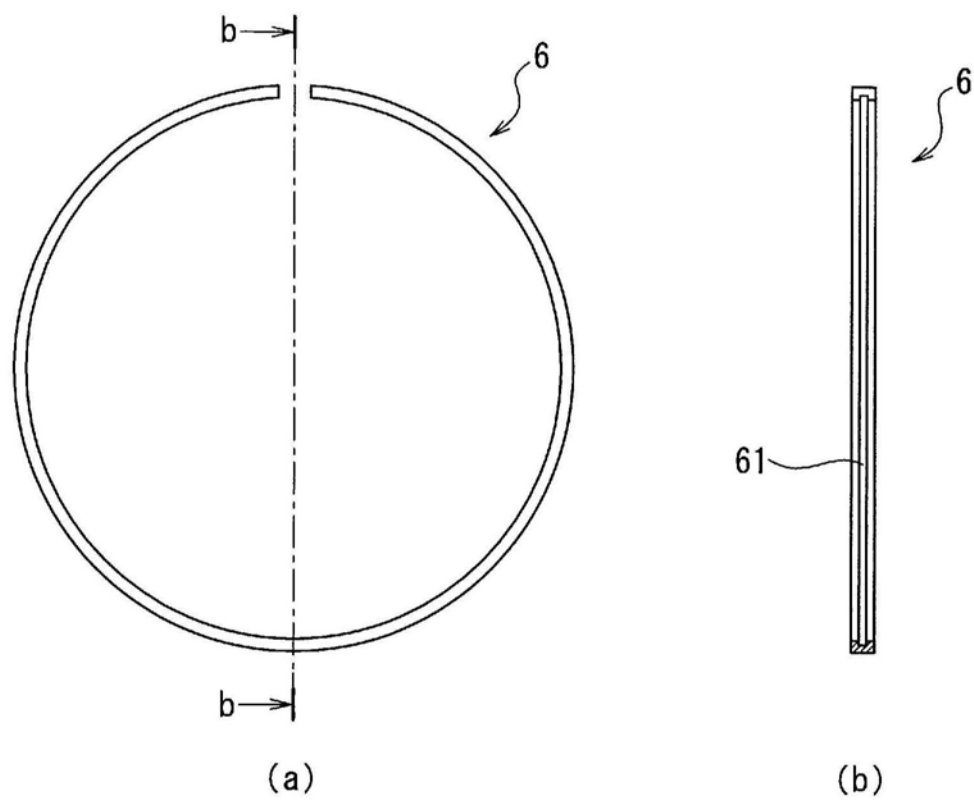


图16

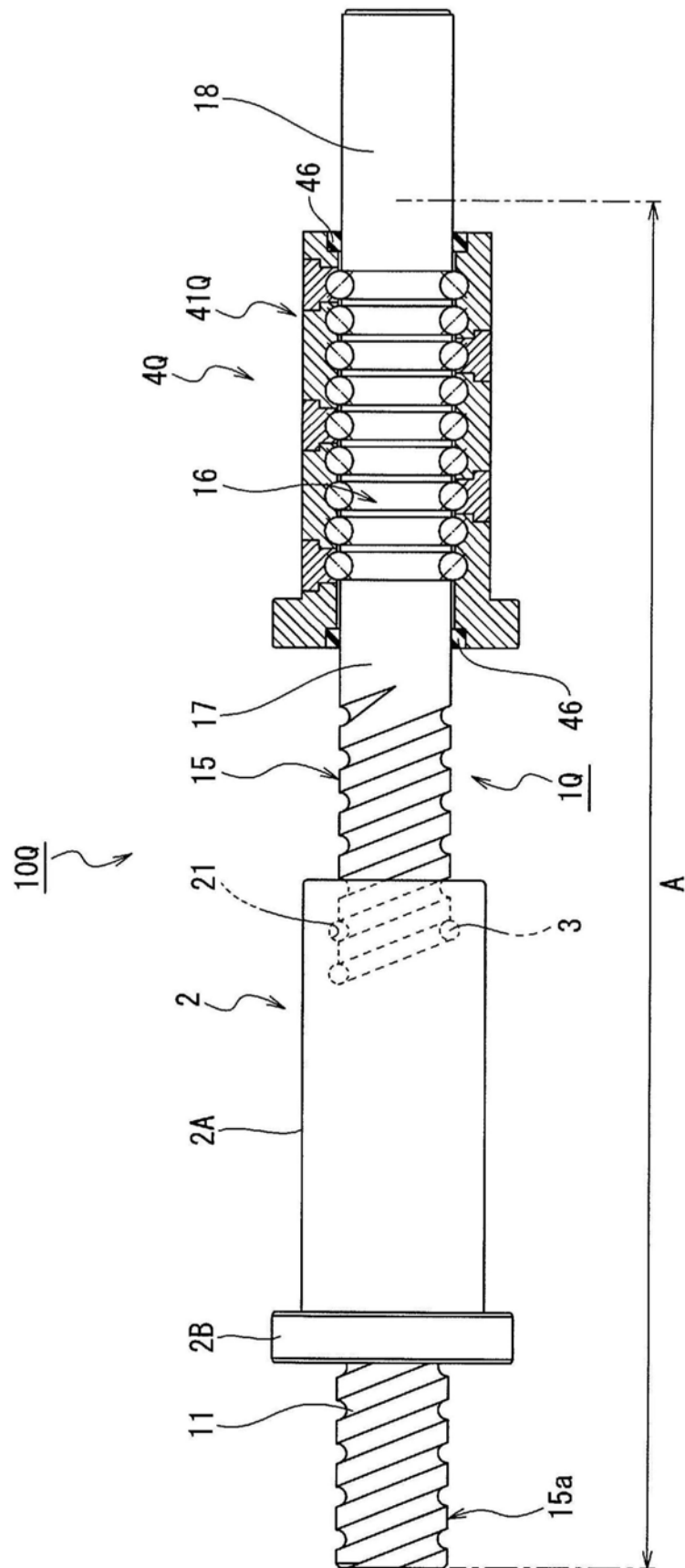


图18

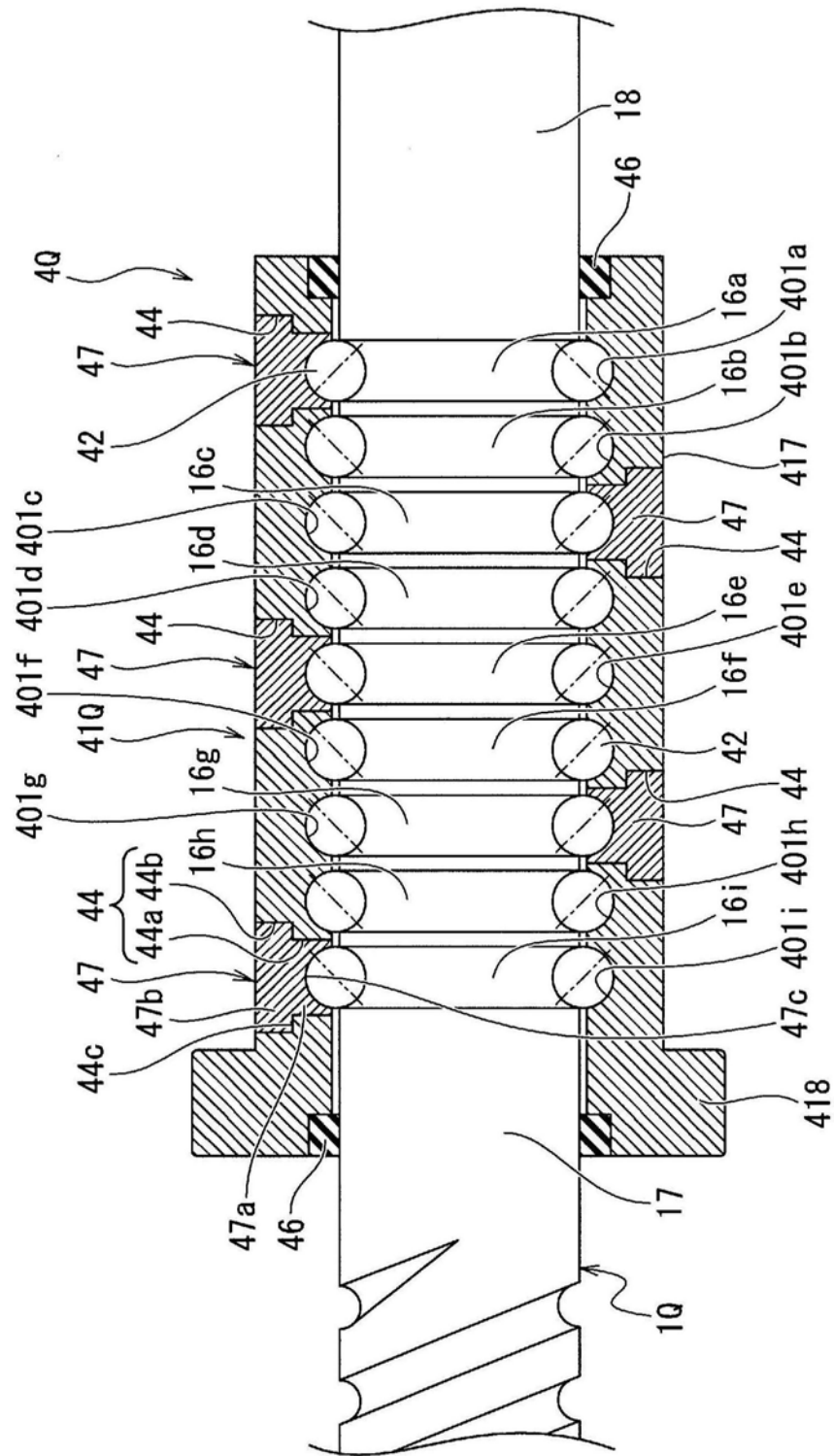


图19

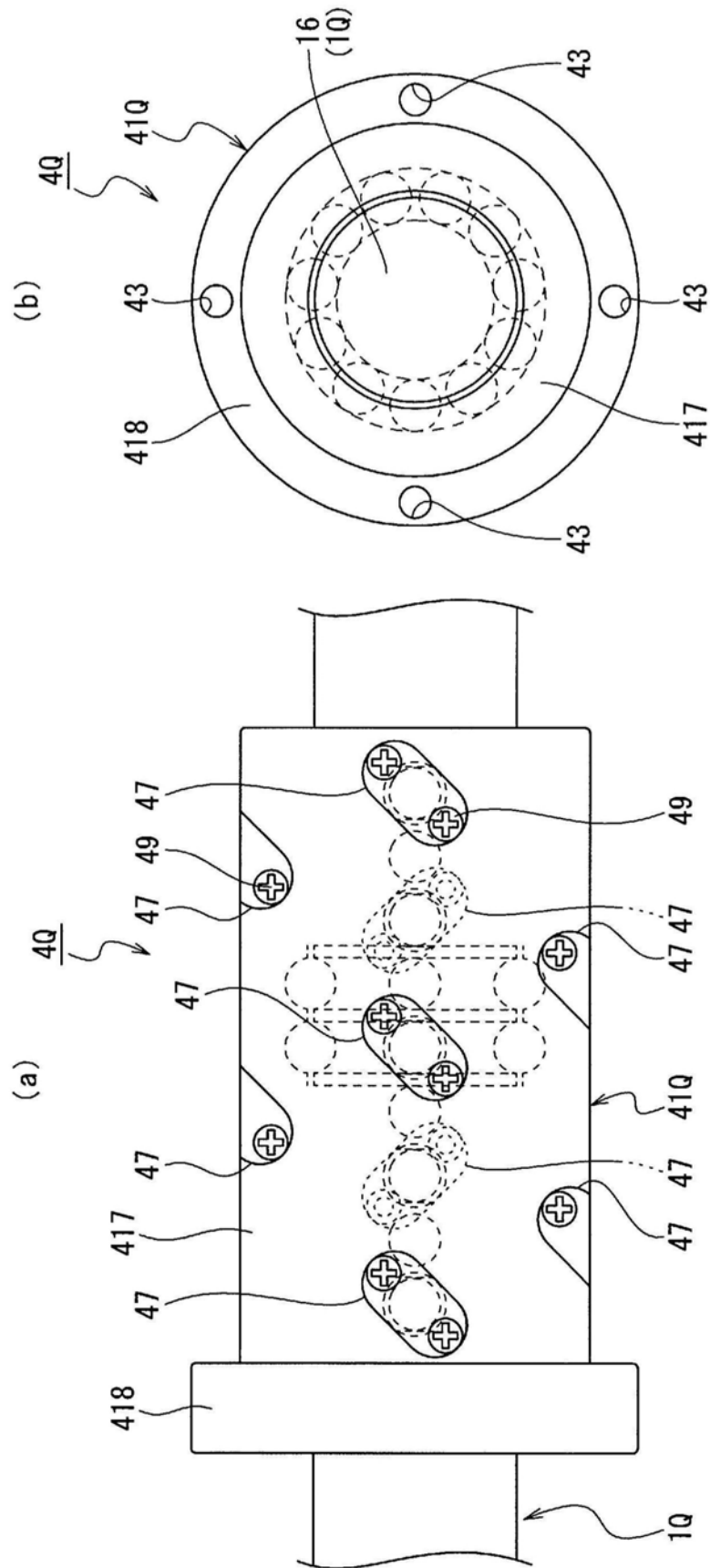


图20

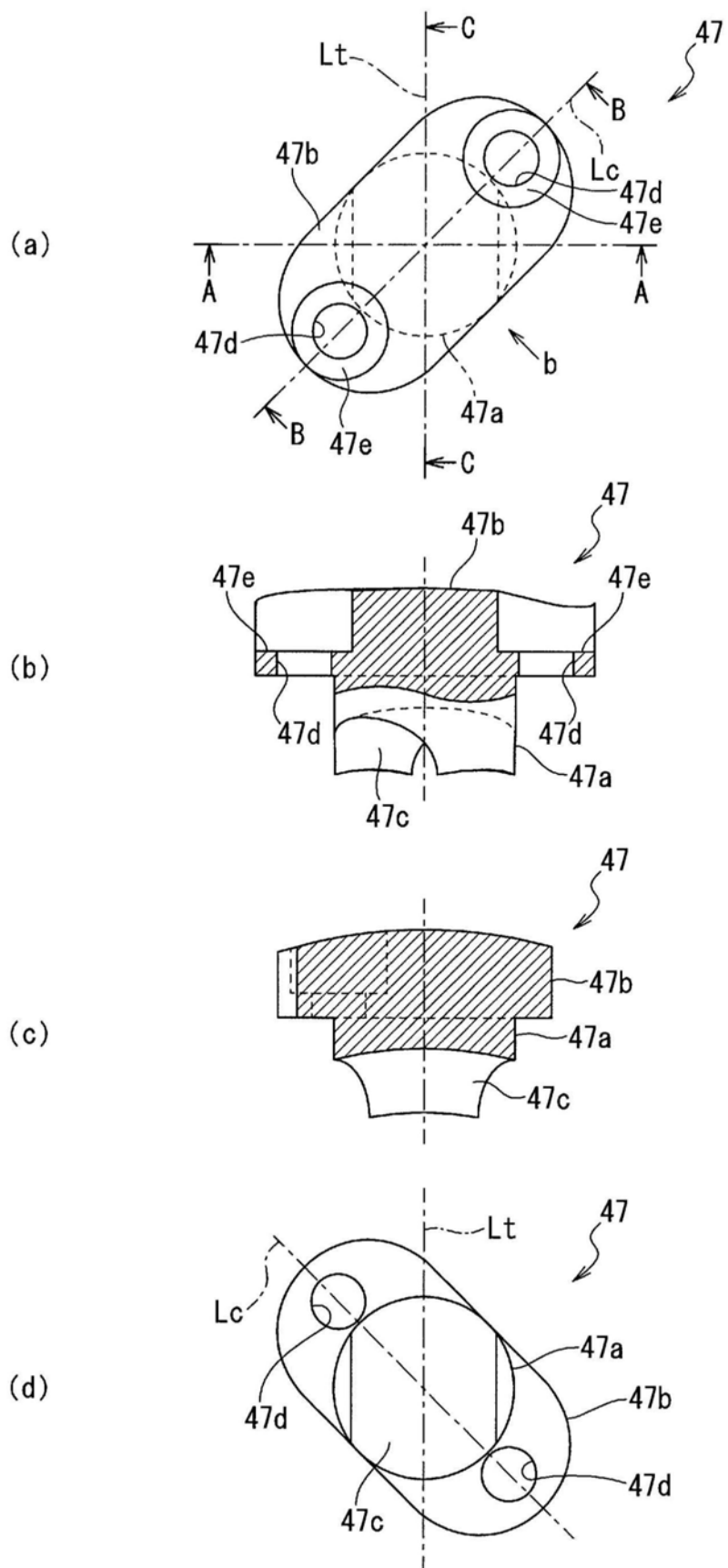


图21

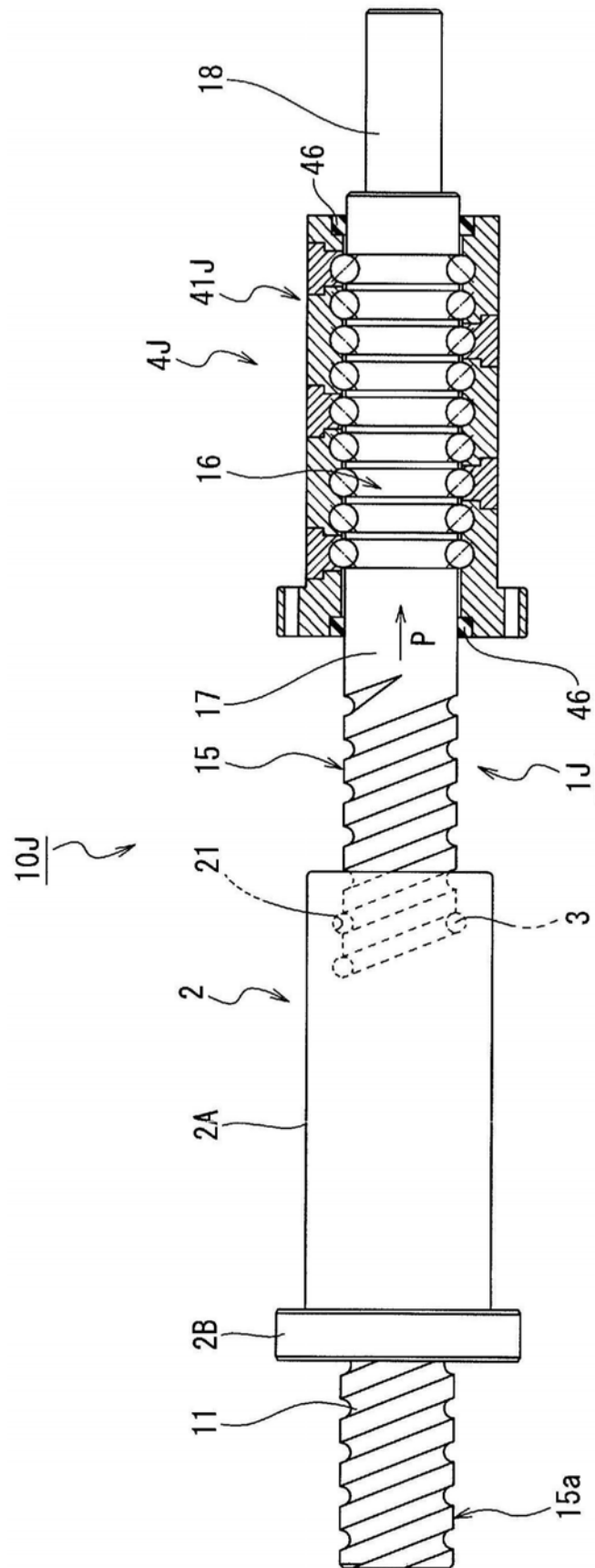


图22

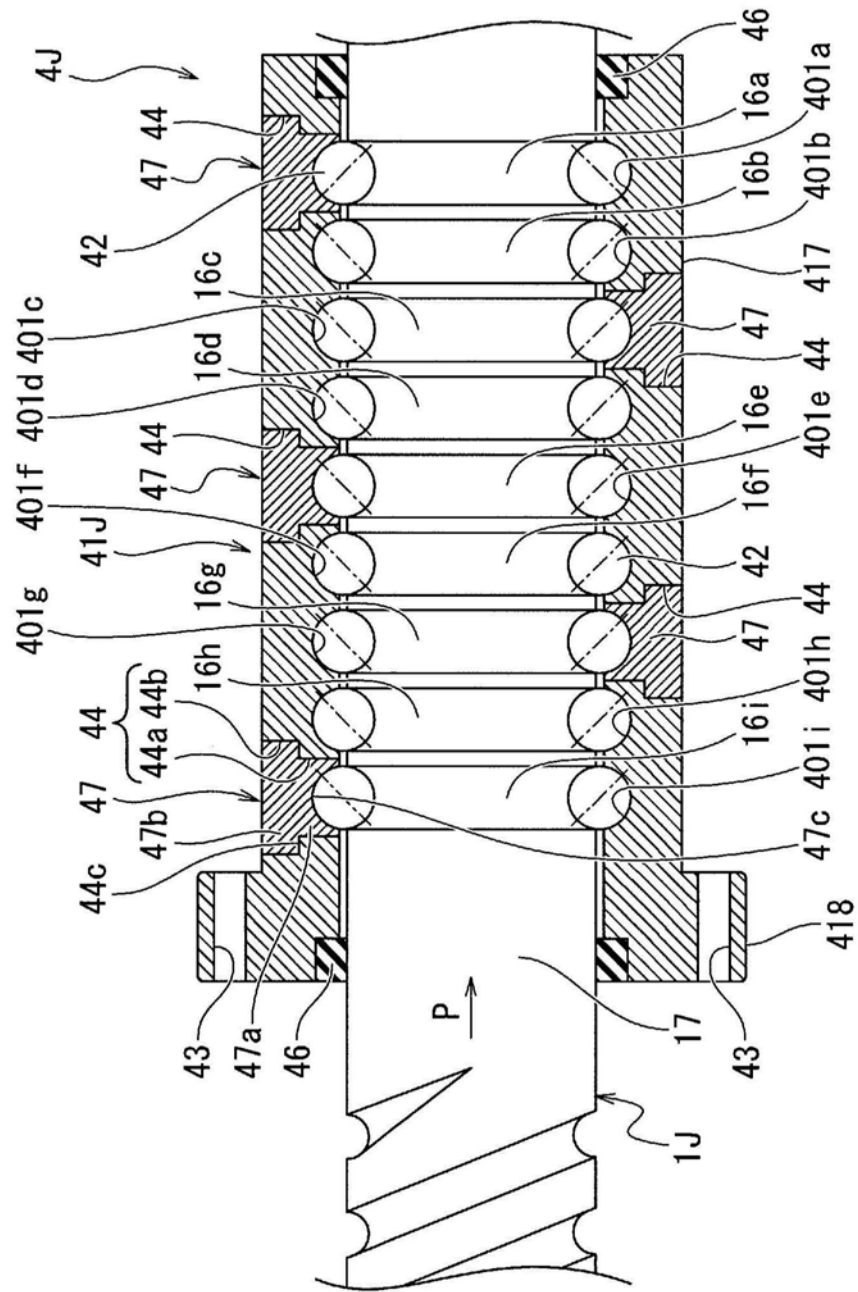


图23

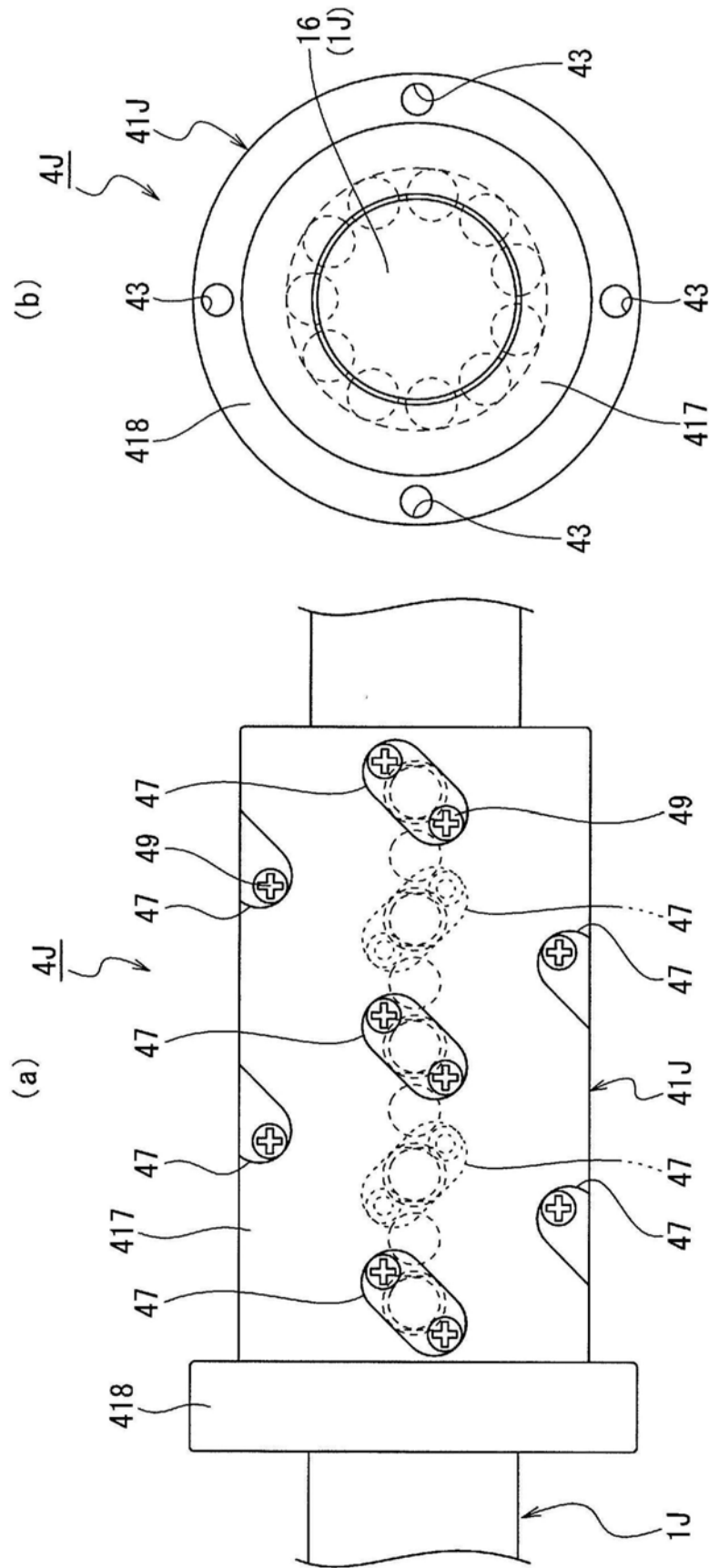


图24

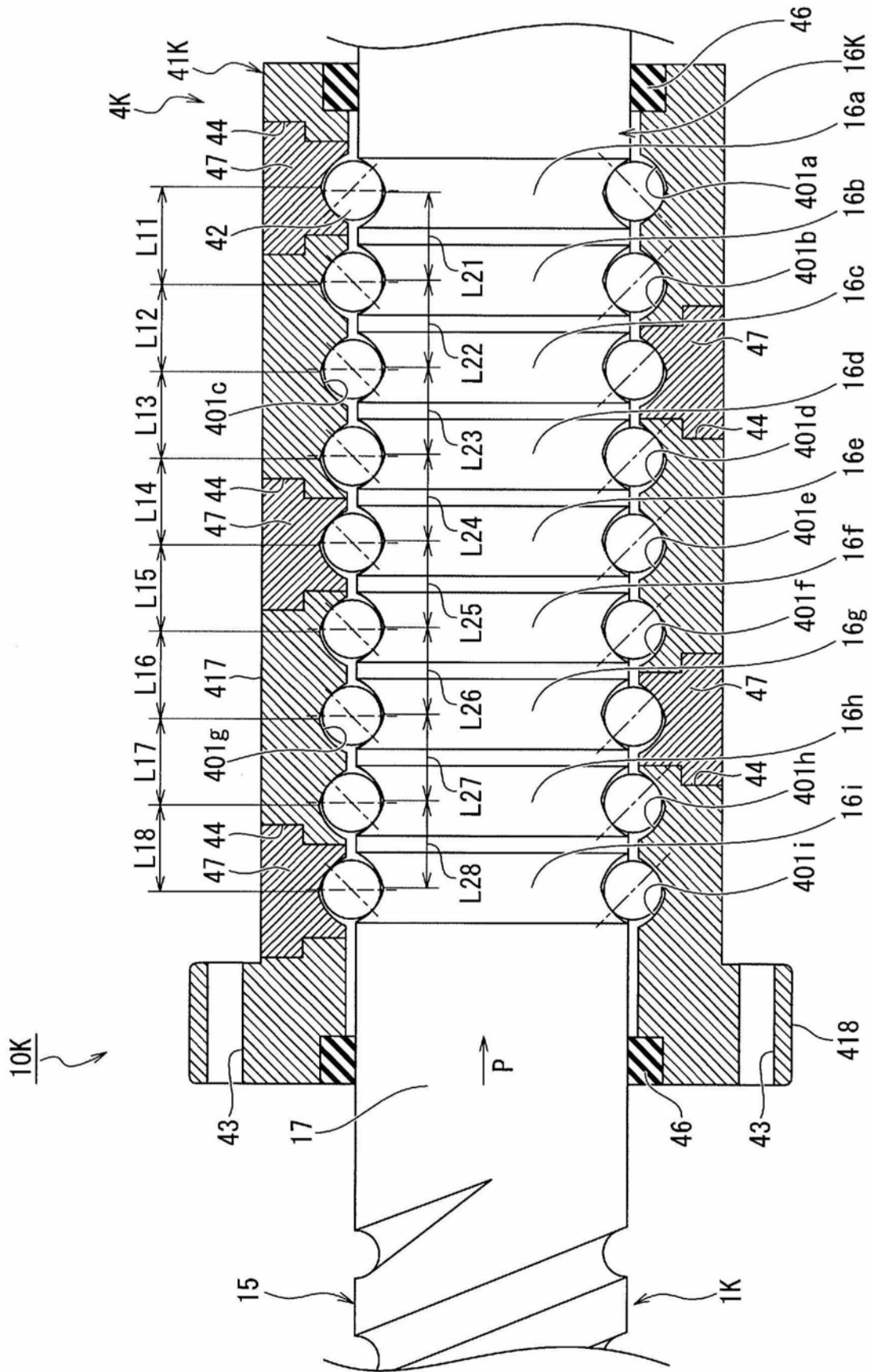


图25

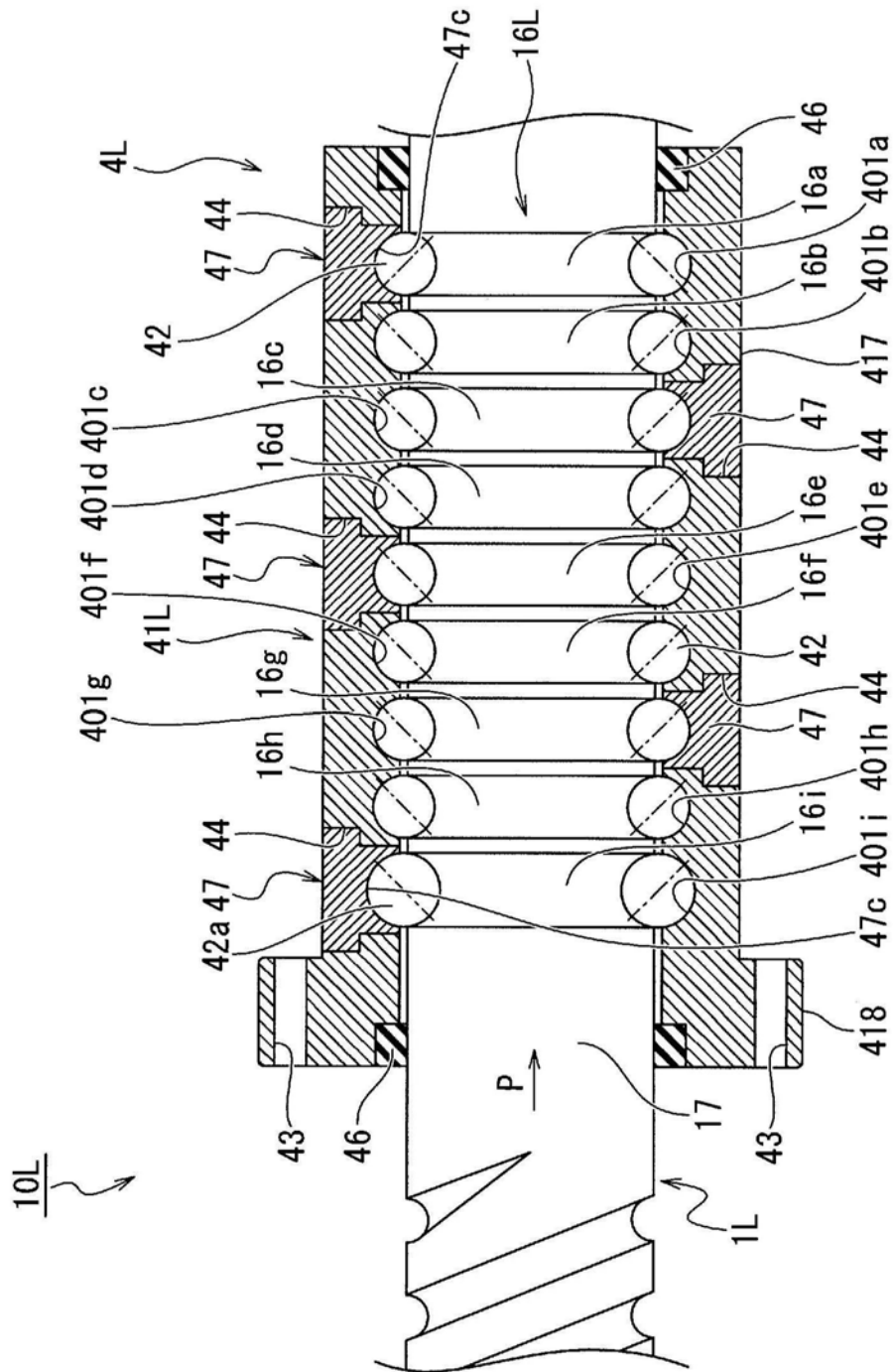


图26

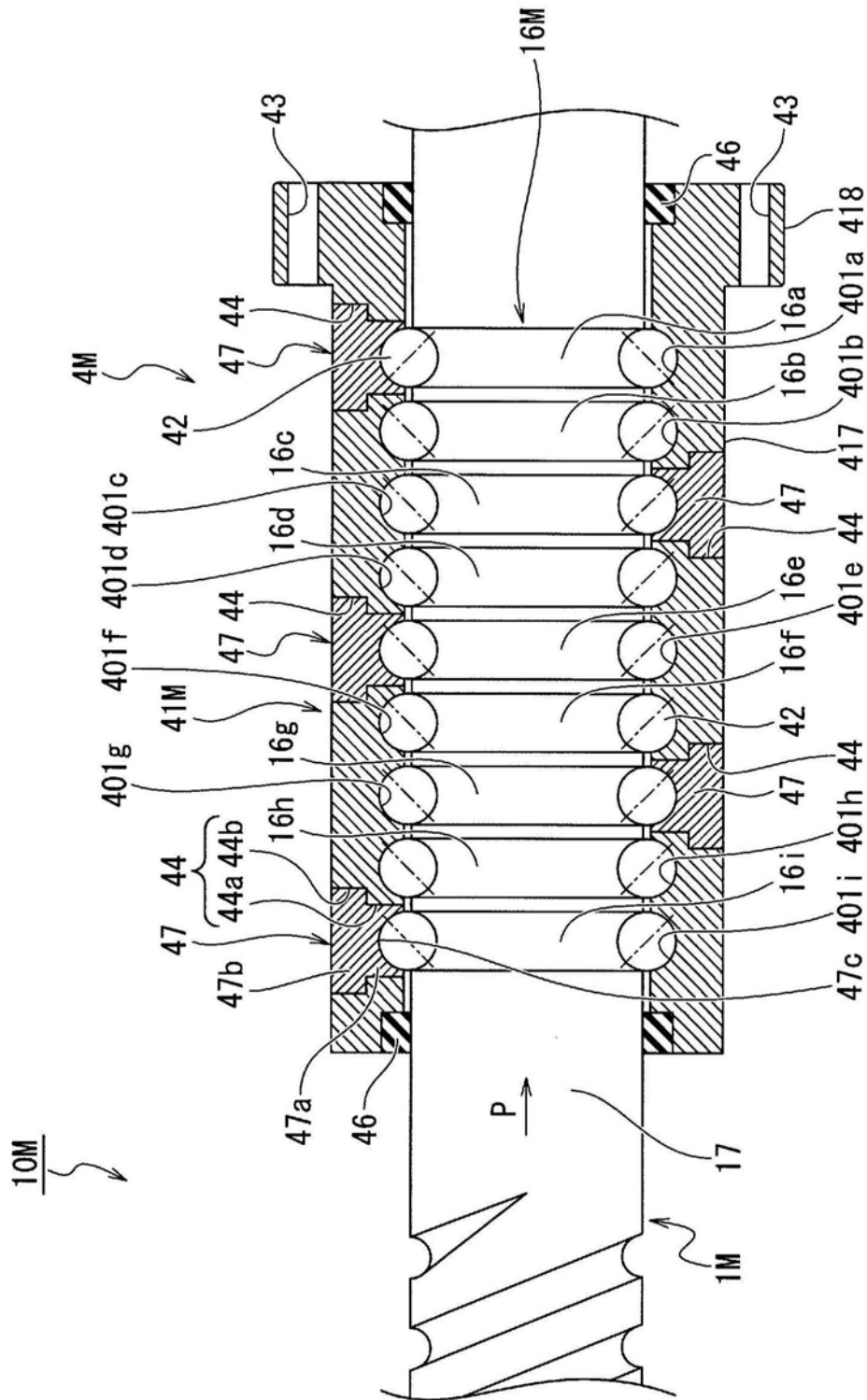


图27

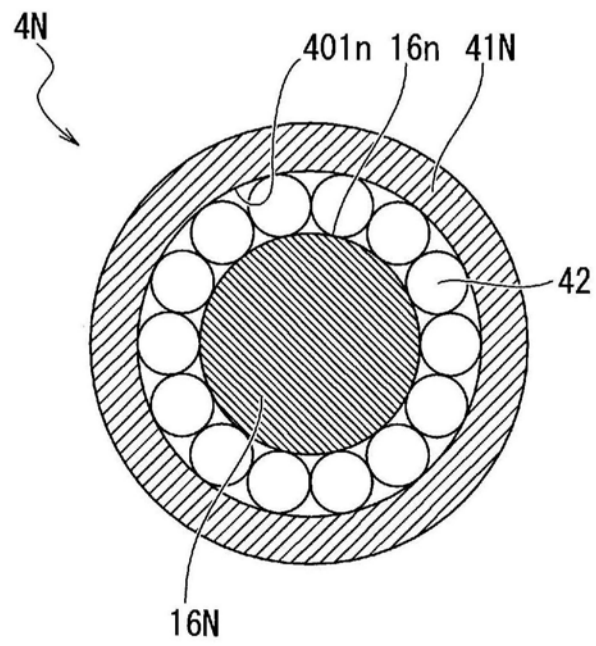


图28

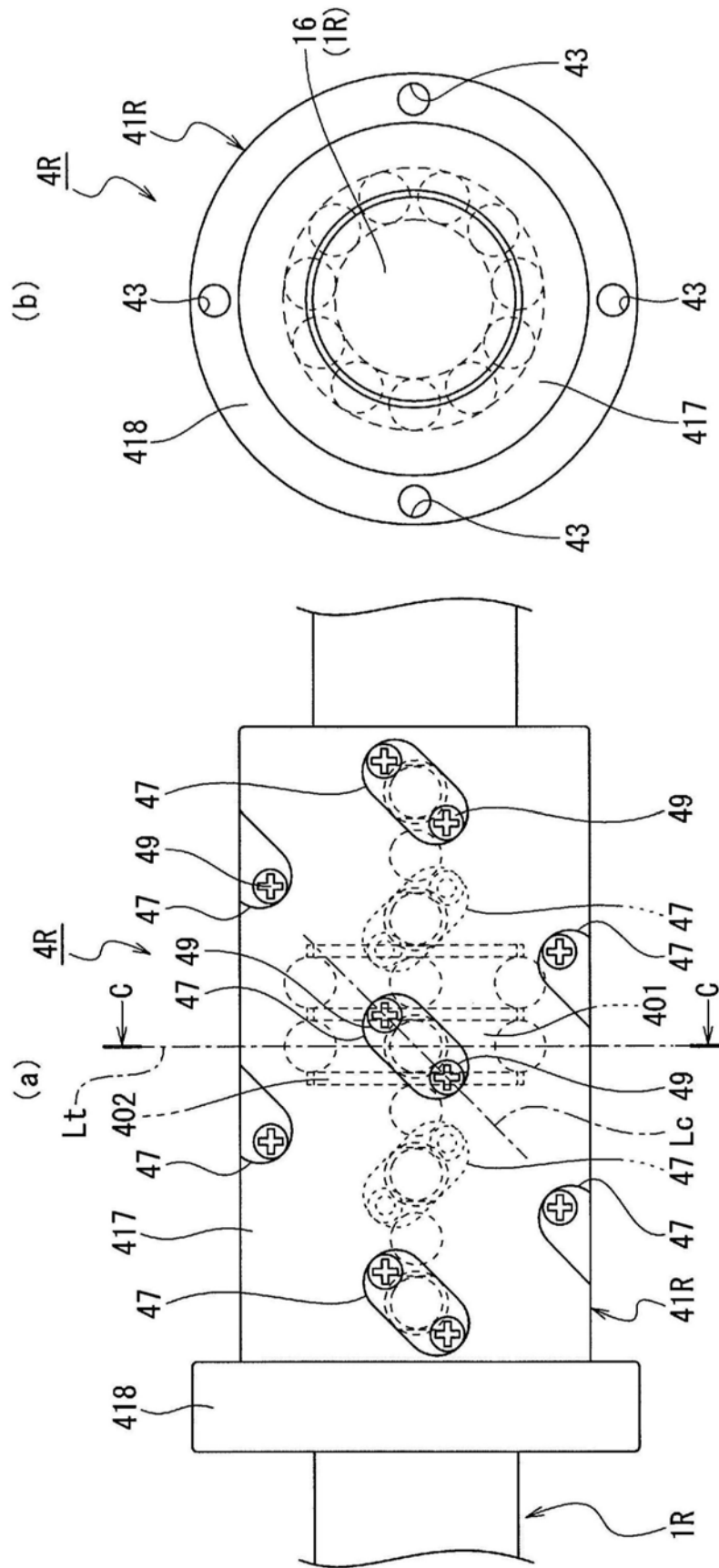


图29

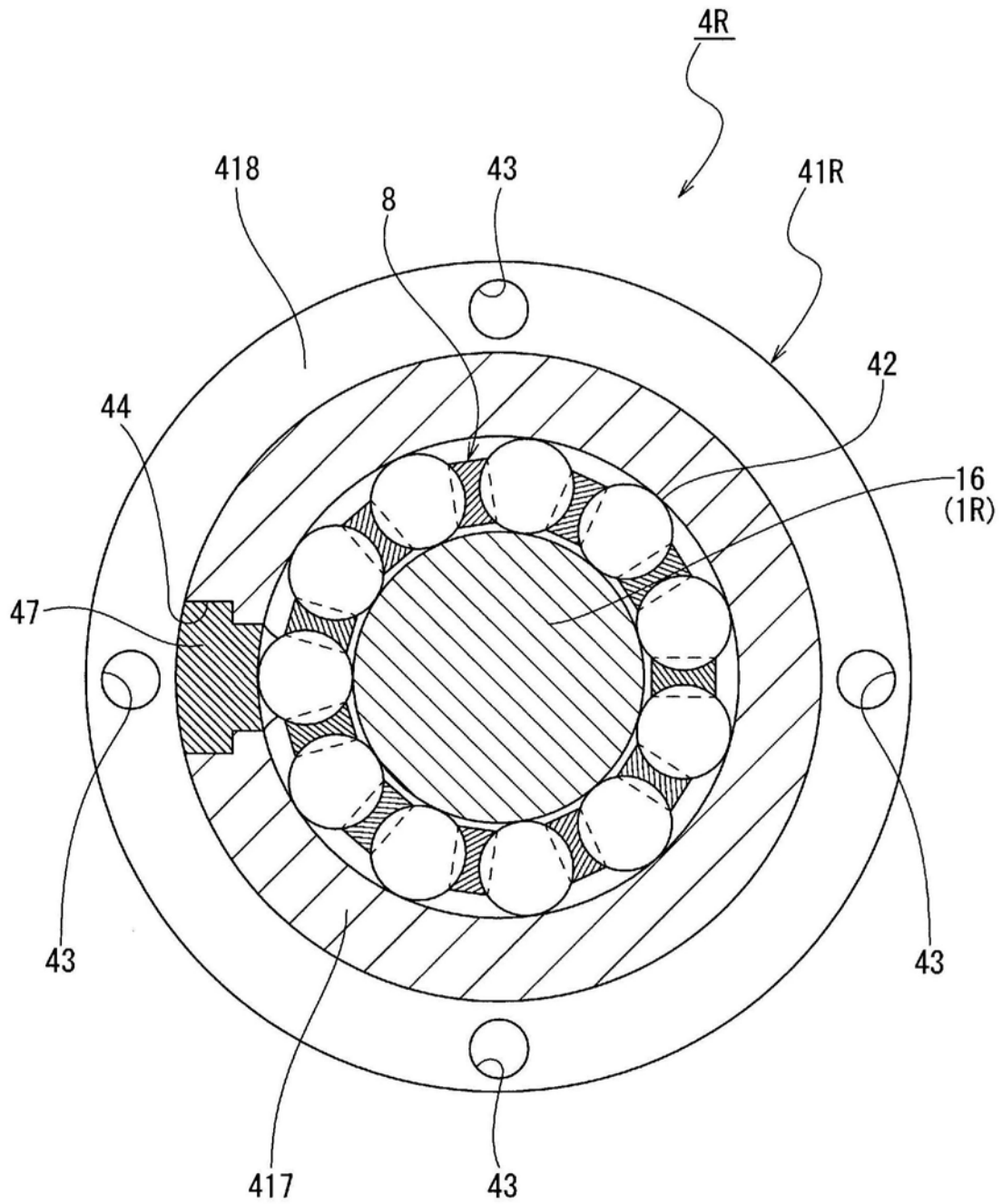


图30

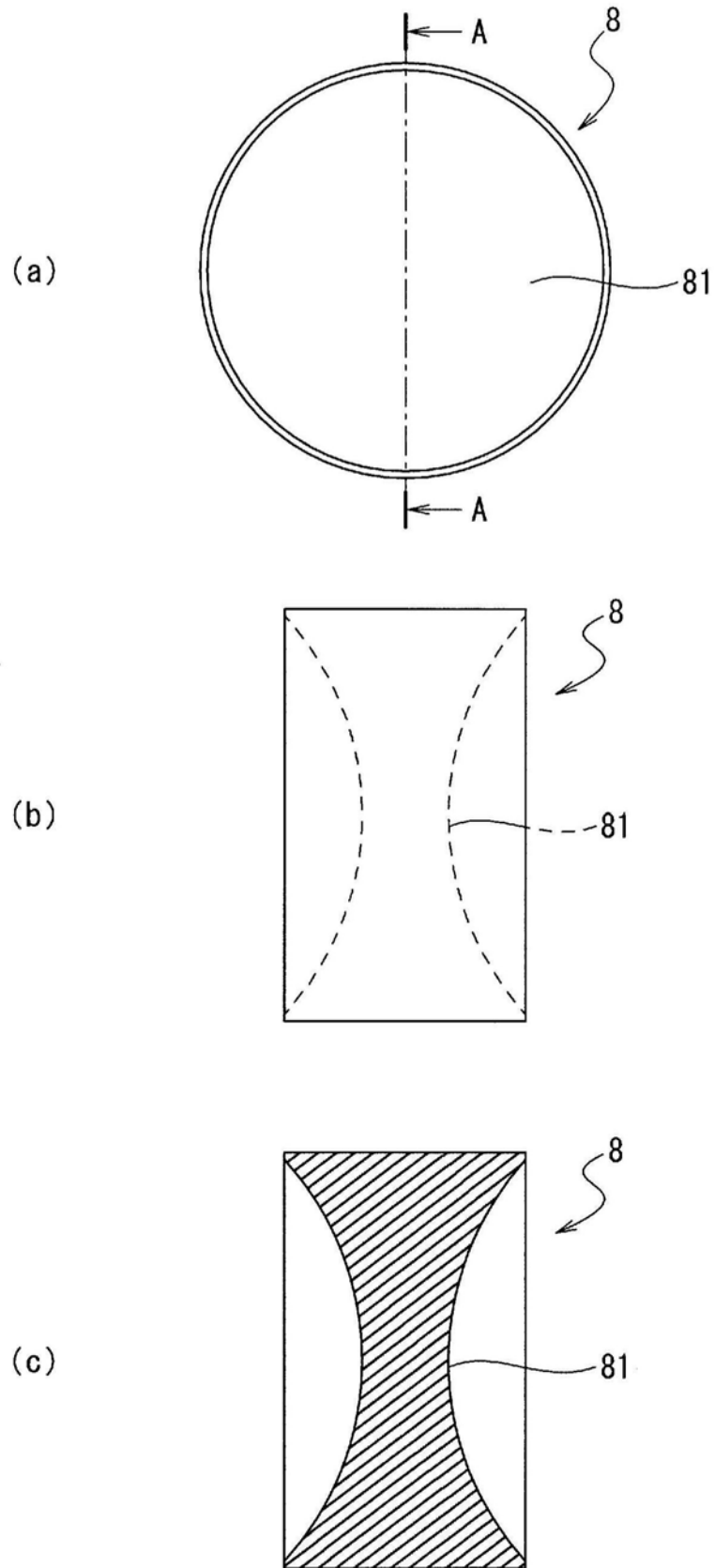


图31

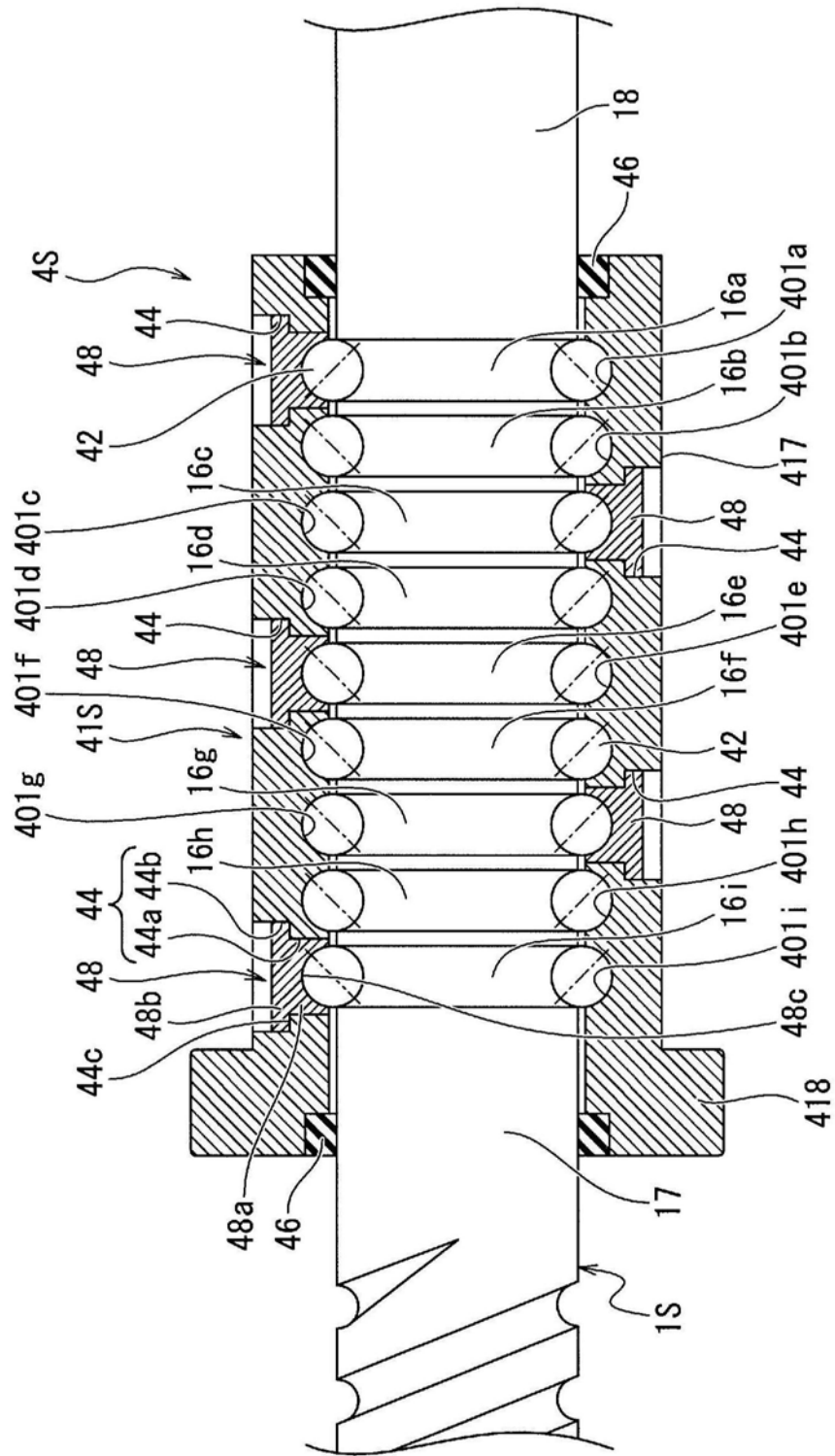


图32

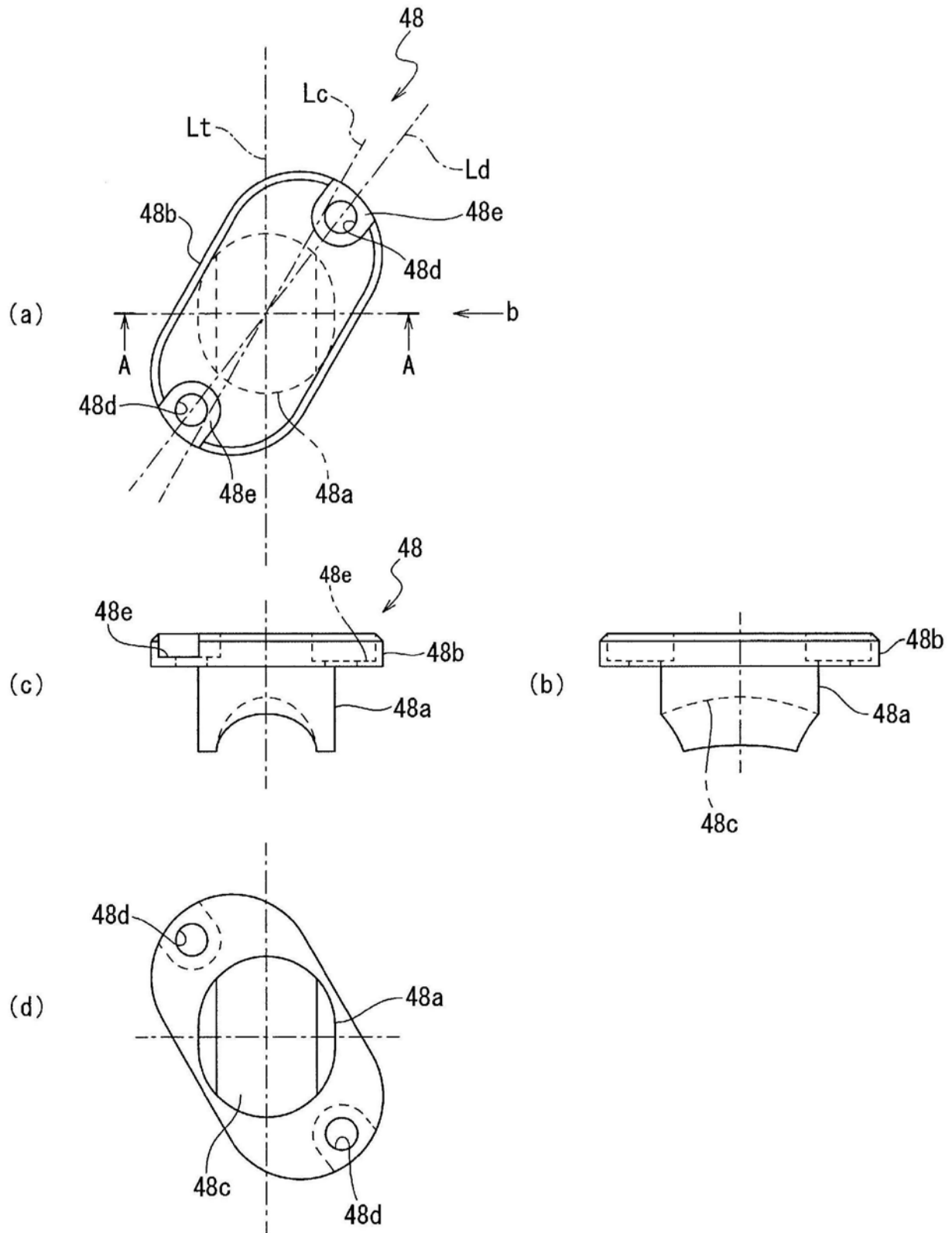


图33

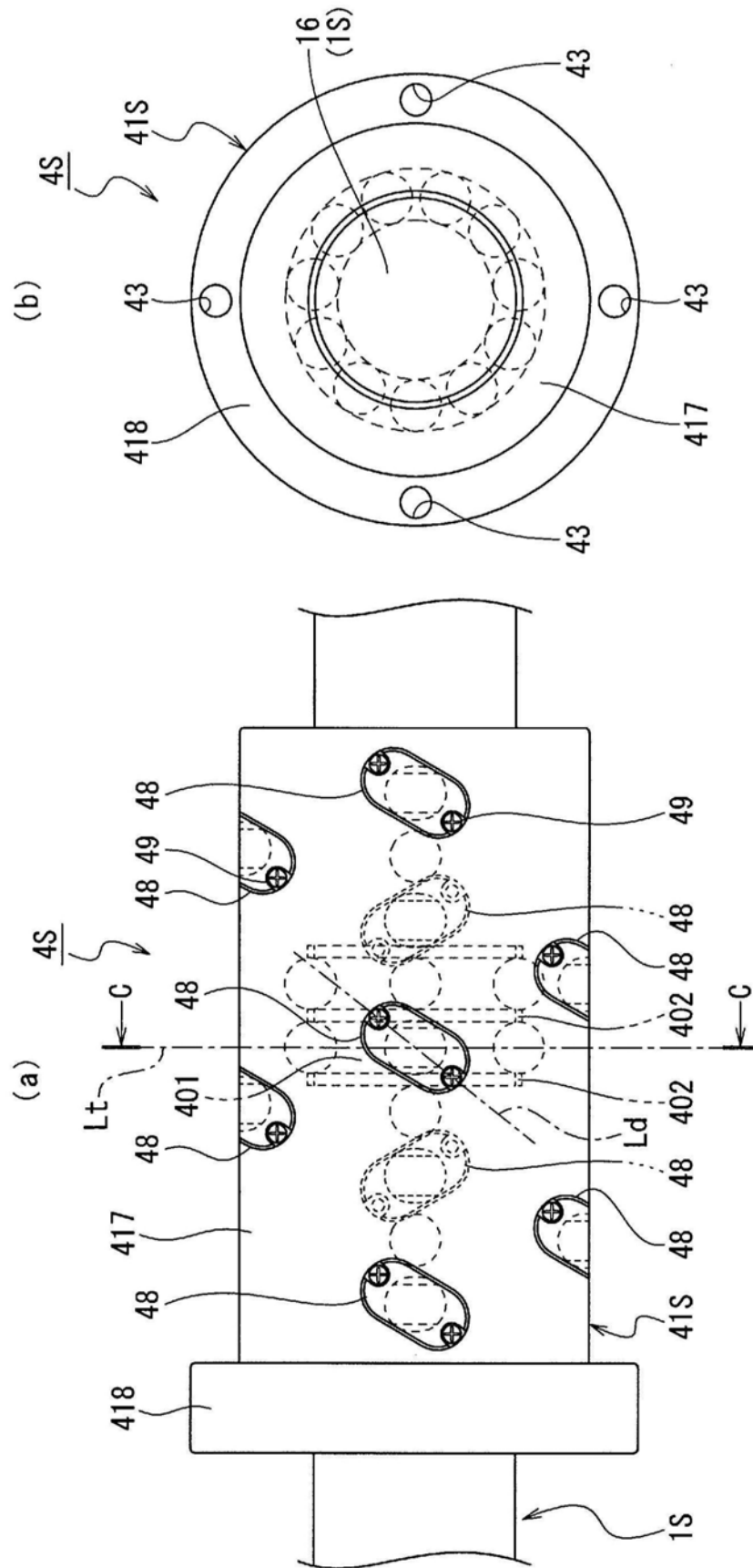


图34

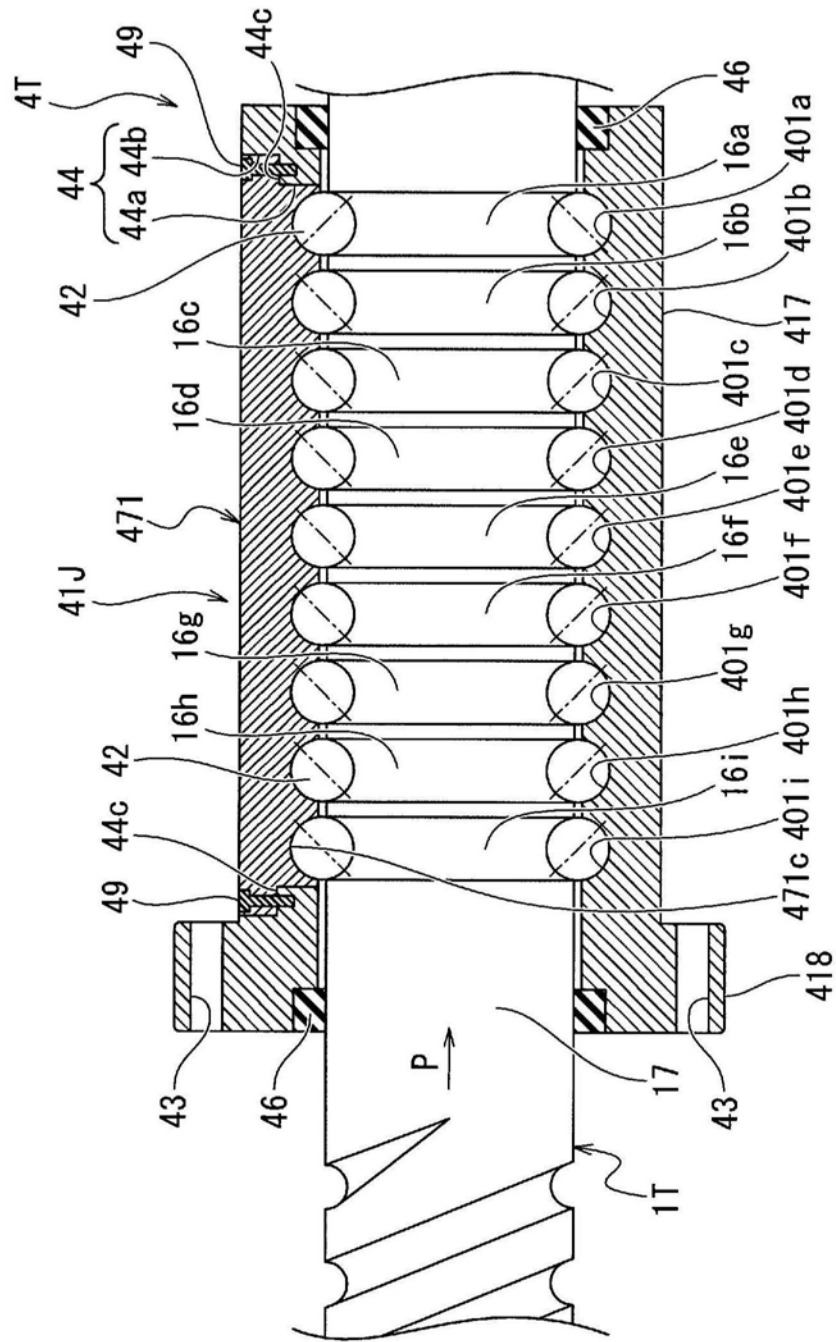


图35

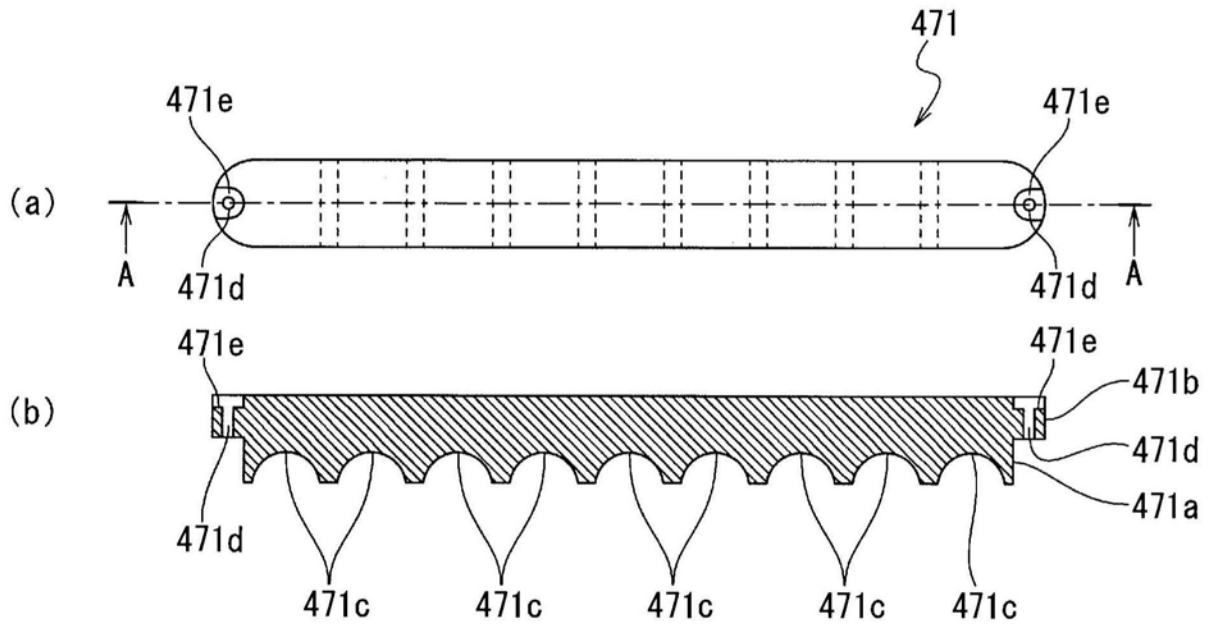


图36

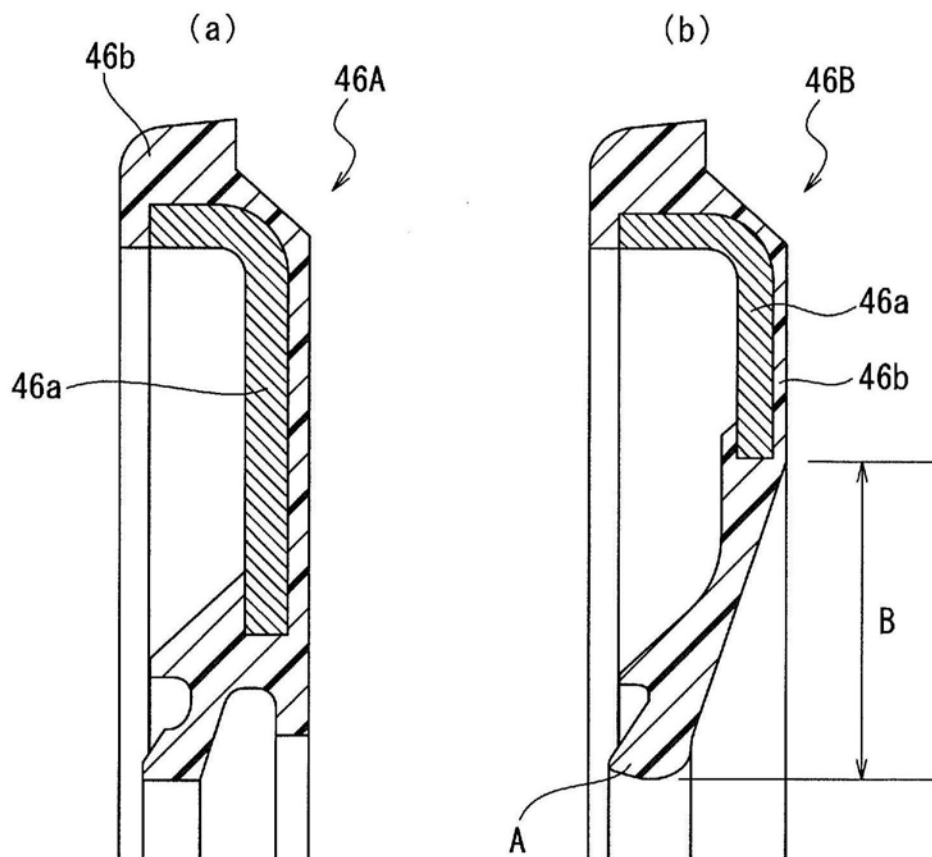


图37

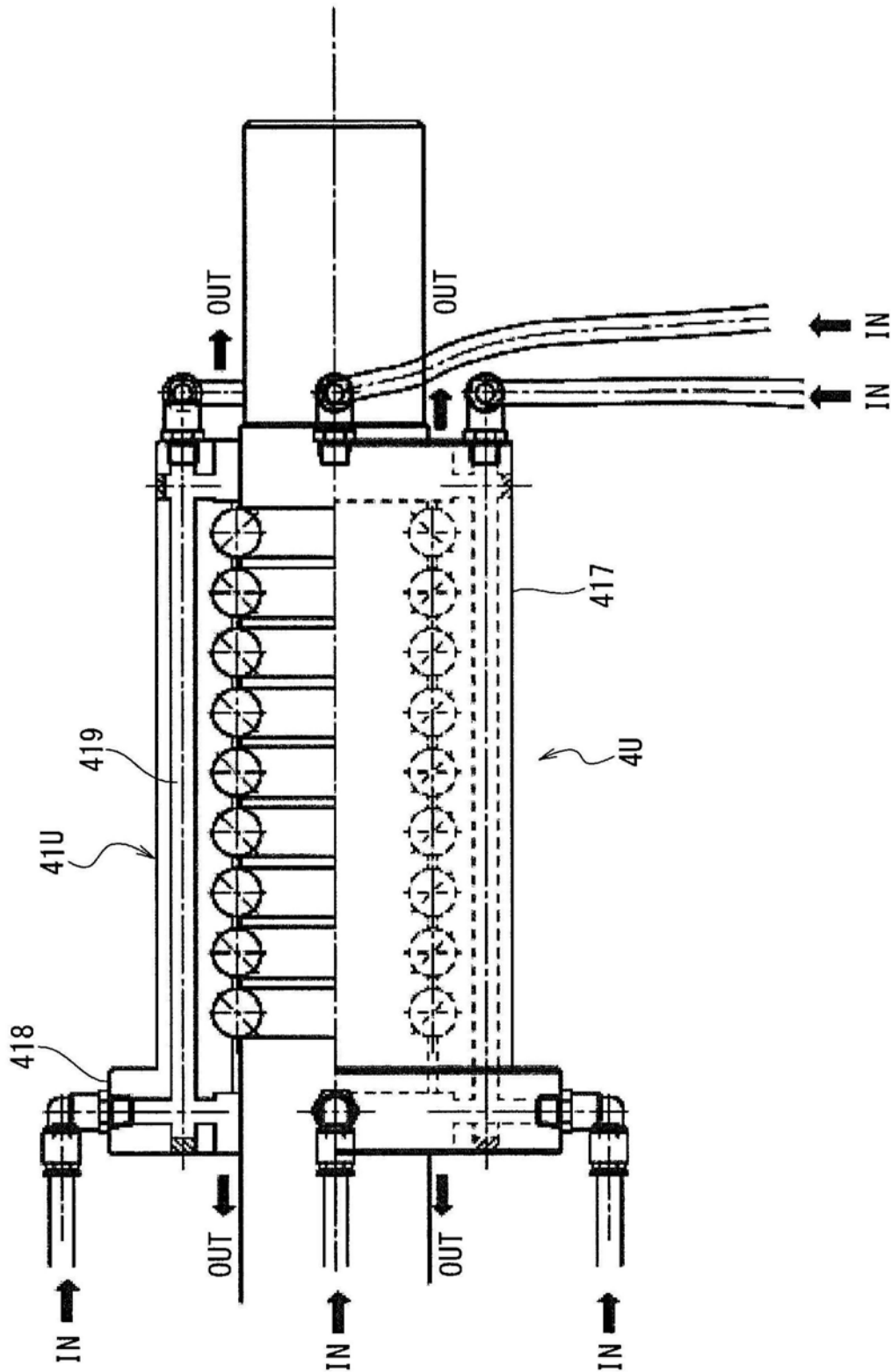


图38

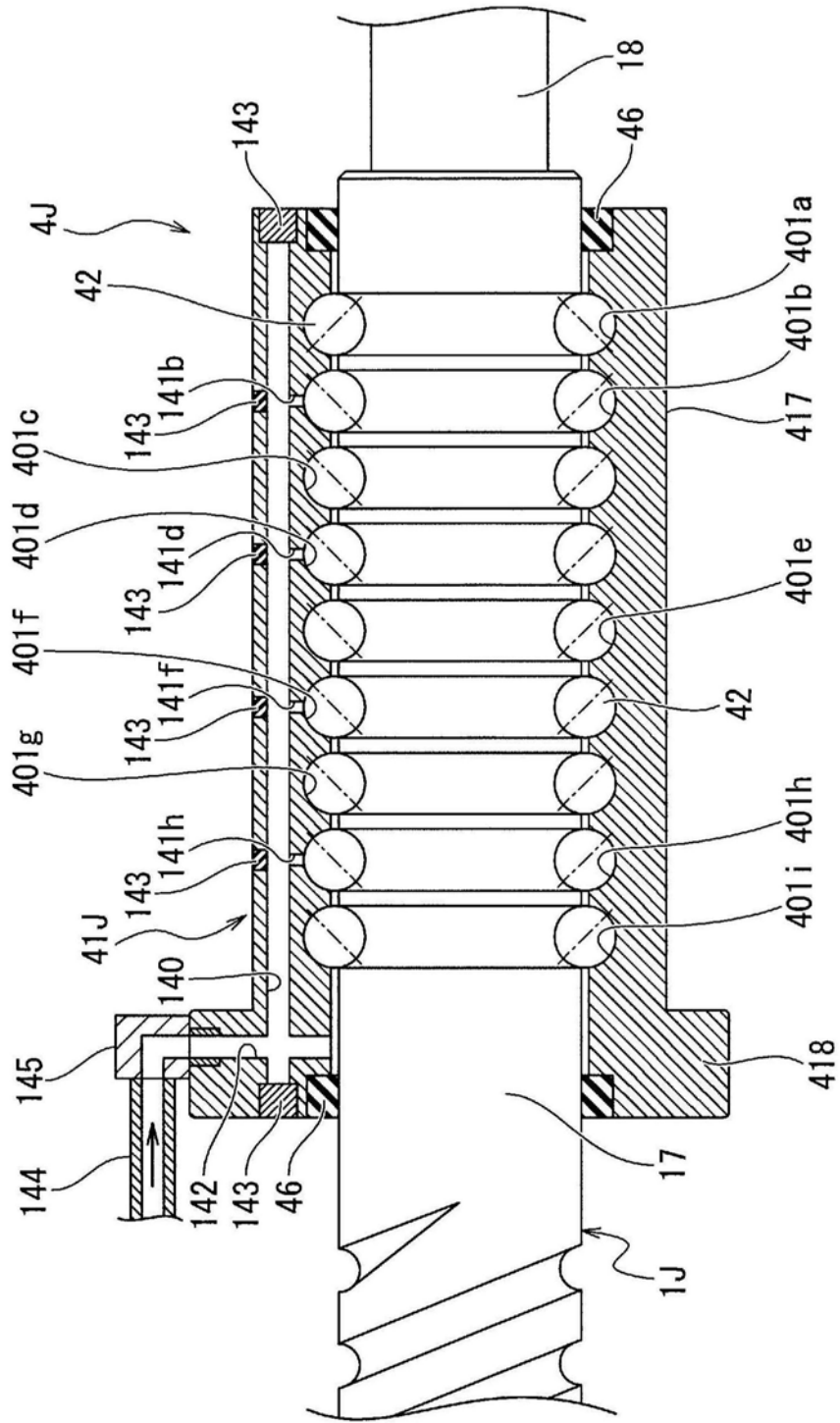


图39

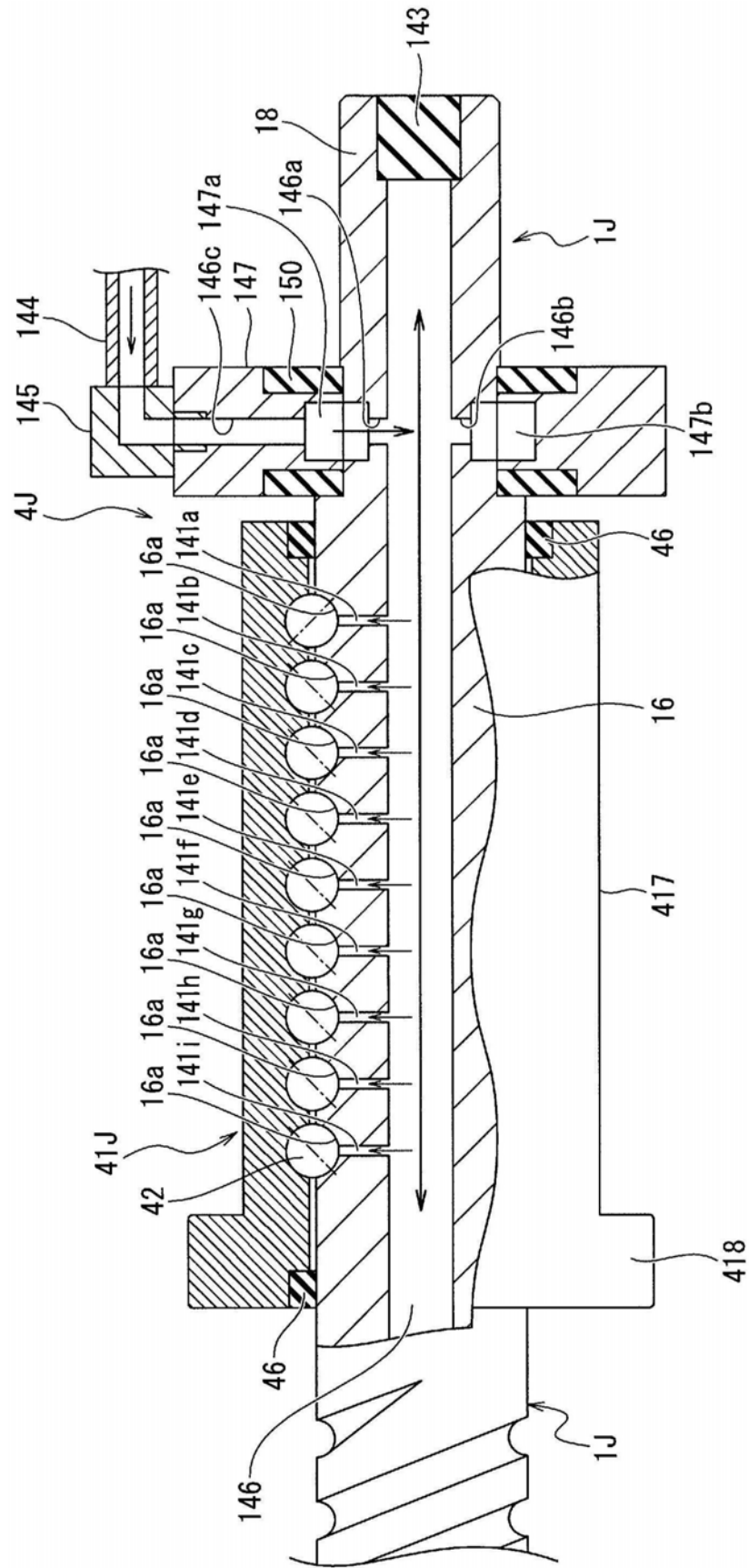


图40

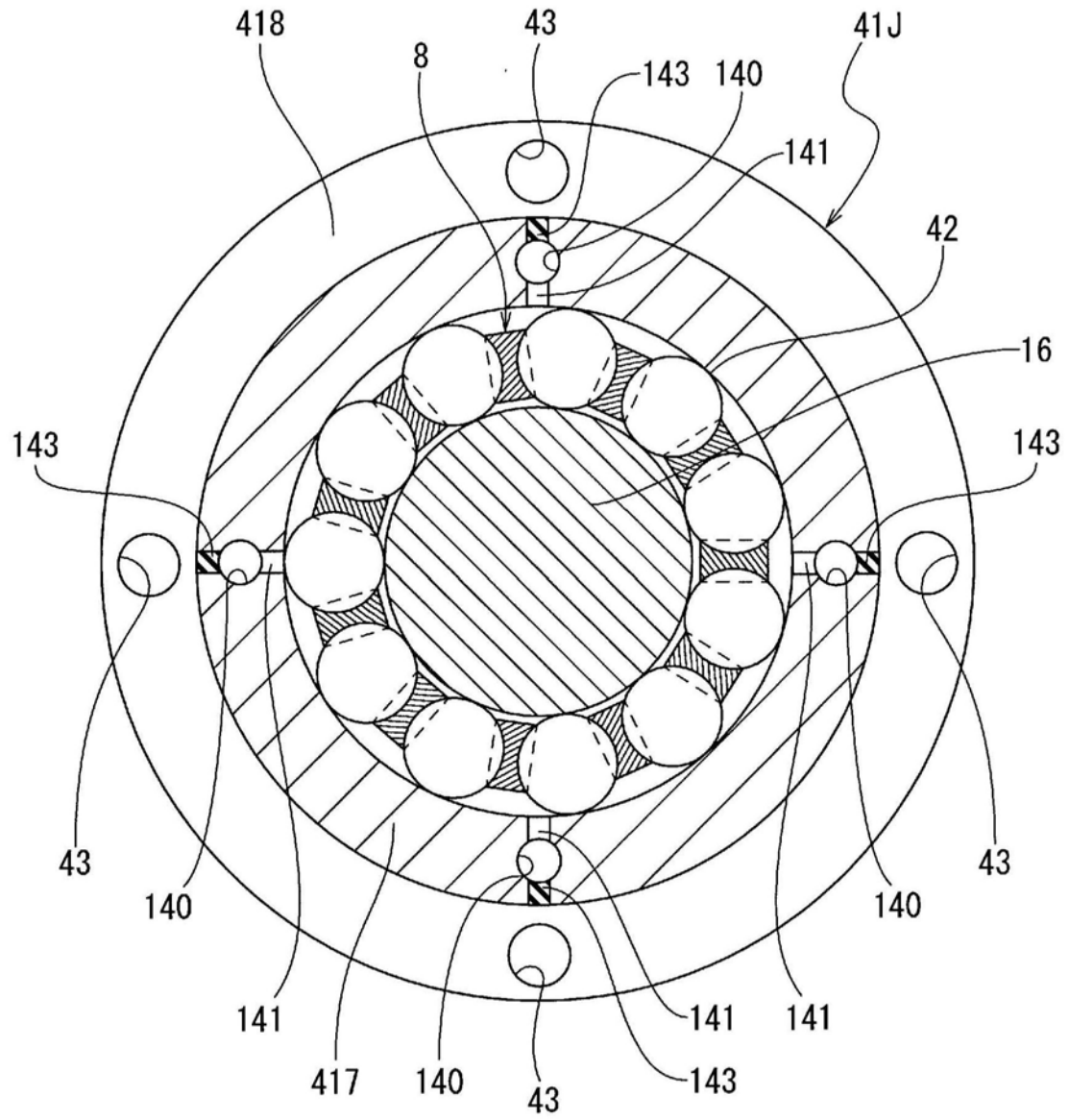


图41

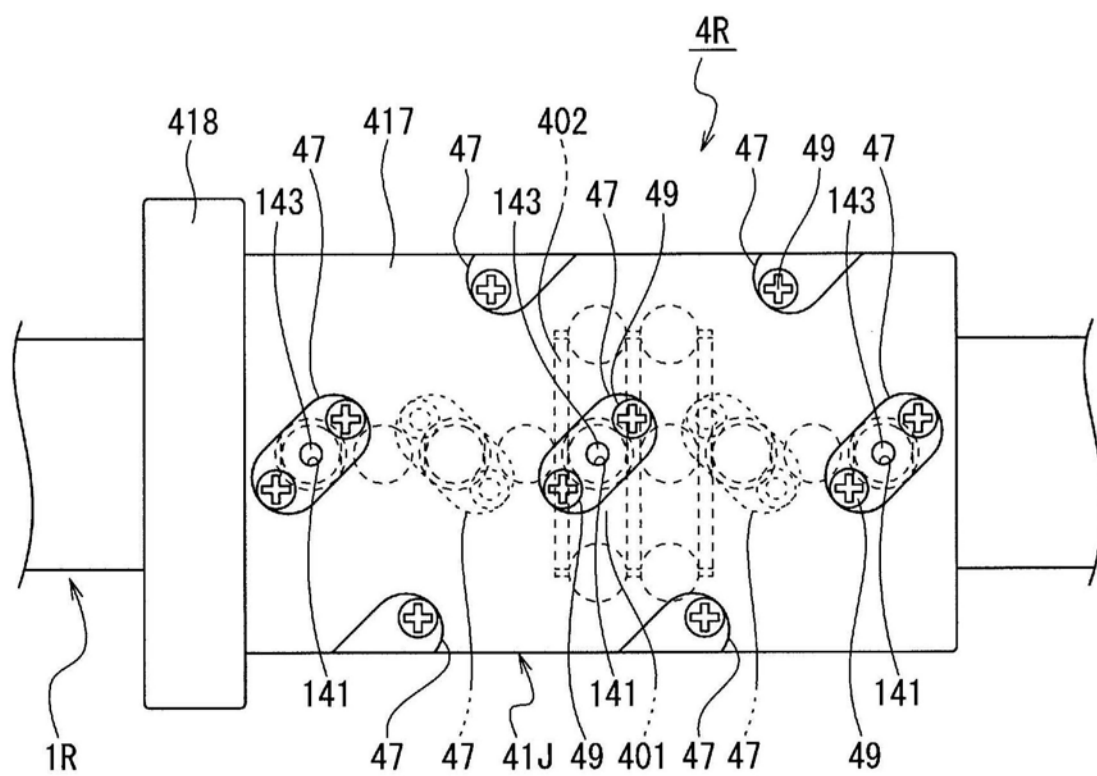


图42

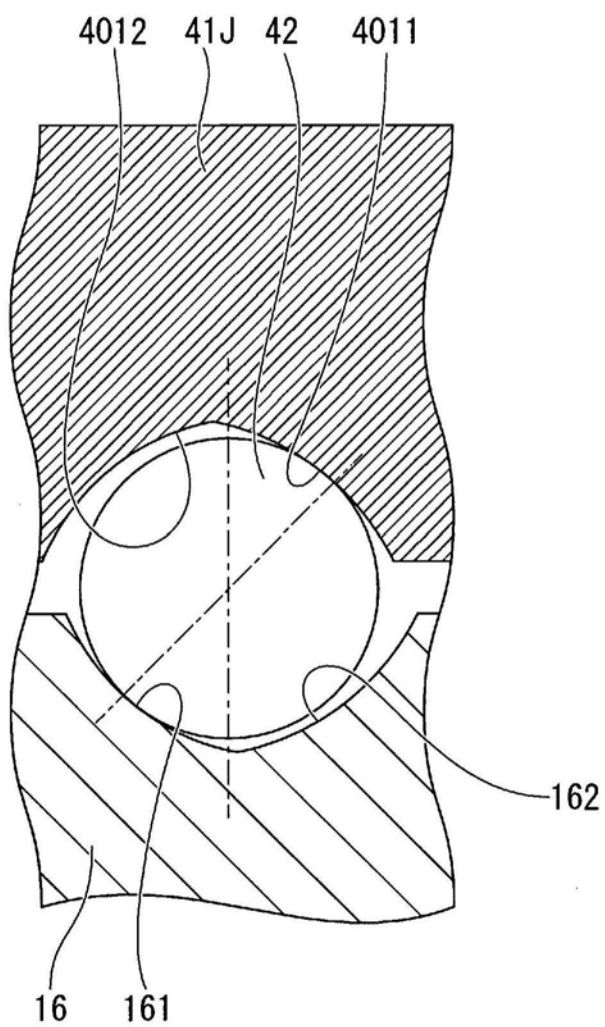


图43

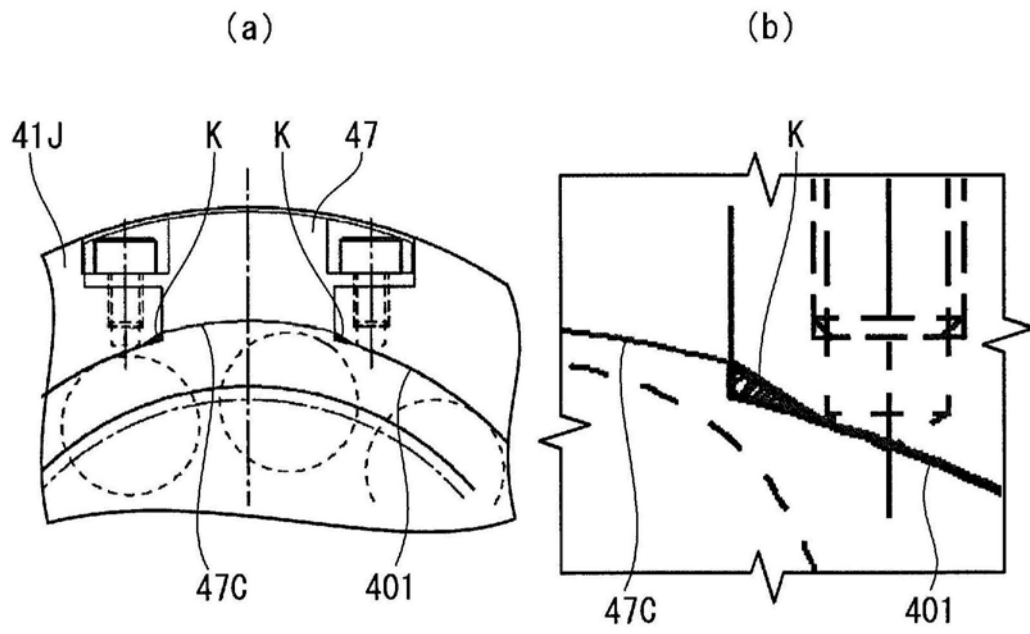


图44

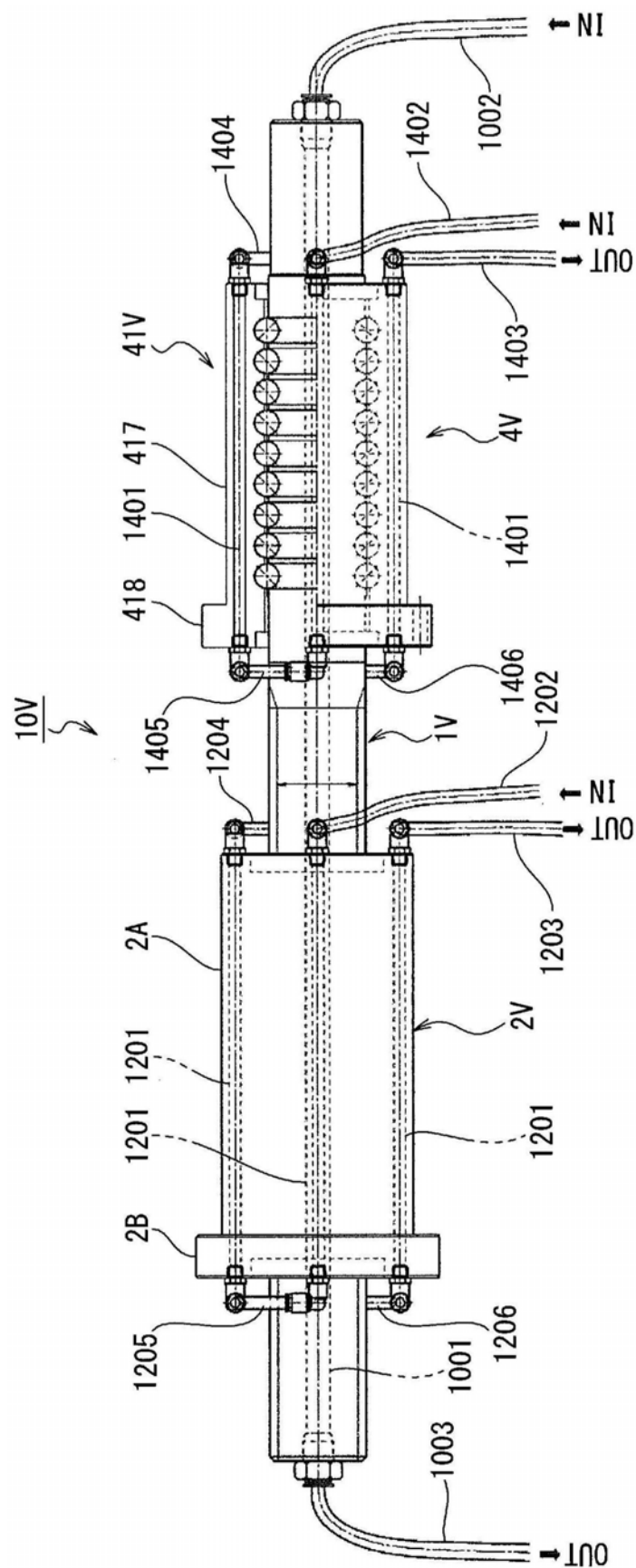


图45

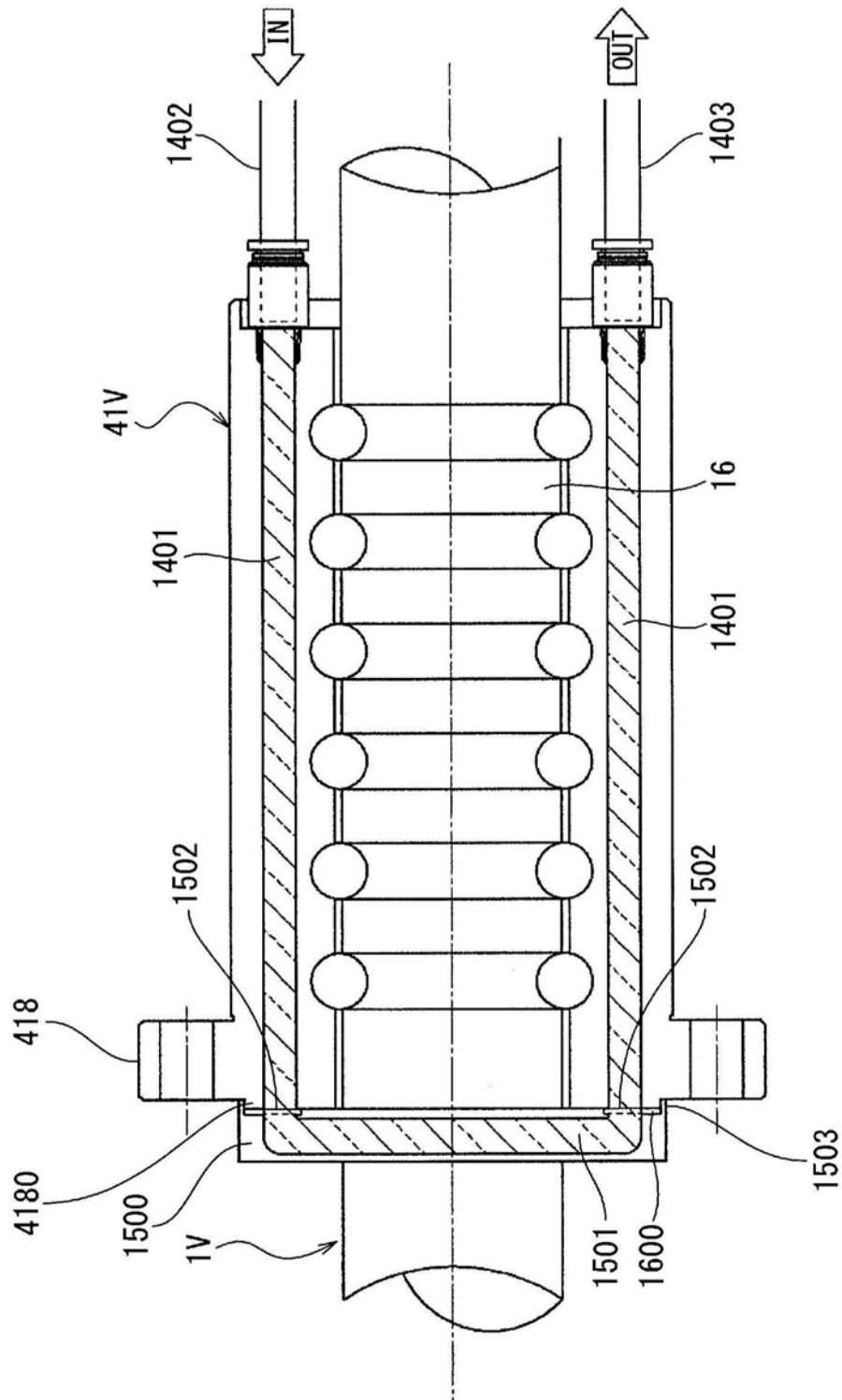


图46