



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101512108 B

(45) 授权公告日 2012.06.13

(21) 申请号 200780032805.2

F16C 19/26(2006.01)

(22) 申请日 2007.08.30

F16C 19/44(2006.01)

(30) 优先权数据

F16C 33/58(2006.01)

238431/2006 2006.09.04 JP

F16C 33/60(2006.01)

238430/2006 2006.09.04 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.03.04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/066943 2007.08.30

(87) PCT申请的公布数据

W02008/029715 JA 2008.03.13

(73) 专利权人 NTN 株式会社

地址 日本大阪

专利权人 本田技研工业株式会社

(72) 发明人 阿部克史 土山弘树 大石真司

藤井德明 藤本智也 吉田惠子

阿部一人 甲村公典

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

F01L 1/04(2006.01)

F02F 1/24(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2002227852 A, 2002.08.14,

JP 2006125606 A, 2006.05.18,

US 2005084192 A1, 2005.04.21,

DE 19844203 A1, 2000.03.30,

CN 2338536 Y, 1999.09.15,

US 3883194 A, 1975.05.13,

JP 2006183837 A, 2006.07.13,

审查员 高瑞孜

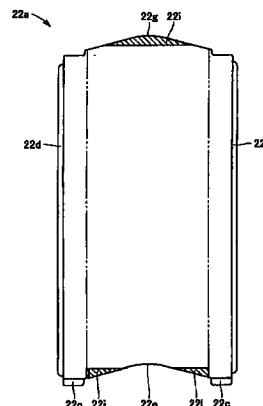
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 12 页

(54) 发明名称

滚柱轴承、凸轮轴支承构造及内燃机

(57) 摘要

本发明提供一种滚柱轴承、凸轮轴支承构造及内燃机。本发明的滚柱轴承具备：将多个圆弧形的外圈构件在圆周方向上相连而形成的外圈；沿外圈的内径面配置的多个滚柱。并且，在外圈构件(22a)的内径面的至少一侧的圆周方向端部设置有倾斜面(22i)，倾斜面(22i)的等高线朝向与滚柱的公转方向正交的方向。



1. 一种滚柱轴承,其具备:

将多个圆弧形状的外圈构件在圆周方向上相连而形成的外圈;

沿所述外圈的内径面配置的多个滚柱,

所述滚柱轴承的特征在于,

所述外圈构件在其圆周方向的一侧端部具有与箱体卡合地向径向外侧折弯的卡合爪,

所述卡合爪在所述外圈构件的避开作为轨道面的轴向中央部的两端部,配置在与所述滚柱轴承的旋转轴线平行的直线上,

在所述外圈构件的内径面的至少一侧的圆周方向端部设置有倾斜面,所述倾斜面的等高线朝向与所述滚柱的公转方向正交的方向。

2. 根据权利要求1所述的滚柱轴承,其中,

当将所述外圈构件的最厚部的板厚设定为 t_0 ,将圆周方向最端部的所述倾斜面的板厚设定为 t 时,满足

$$0.05 \leq t/t_0 \leq 0.5。$$

3. 根据权利要求1所述的滚柱轴承,其中,

当将所述倾斜面的倾斜角度设定为 θ 时,满足

$$10^\circ \leq \theta \leq 45^\circ。$$

4. 一种凸轮轴支承构造,其具备:

凸轮轴;

收容所述凸轮轴的箱体;

支承所述凸轮轴并使其相对于所述箱体旋转自如的权利要求1所述的滚柱轴承。

5. 根据权利要求4所述的凸轮轴支承构造,其中,

所述外圈构件配置于所述凸轮轴的包括负荷区域的位置。

6. 一种凸轮轴支承构造,其具备:

凸轮轴;

收容所述凸轮轴的箱体;

支承所述凸轮轴使其相对于所述箱体旋转自如的滚柱轴承,

其中,所述滚柱轴承具备圆弧形状的外圈构件和多个滚柱,

所述外圈构件在其圆周方向的一侧端部具有与箱体卡合地向径向外侧折弯的卡合爪,

所述卡合爪在所述外圈构件的避开作为轨道面的轴向中央部的两端部,配置在与所述滚柱轴承的旋转轴线平行的直线上,

位于所述多个滚柱的径向外侧的轨道面由嵌入所述箱体的收容所述凸轮轴的区域中的所述外圈构件的内径面和与所述外圈构件的圆周方向端部相连的所述箱体的内周面形成。

7. 一种内燃机,其具备:

箱体;

设置于所述箱体内的汽缸;

开闭与所述汽缸连通的吸气路及排气路的阀;

控制所述阀的开闭时刻的凸轮轴;

支承所述凸轮轴并使其旋转自如的权利要求1所述的滚柱轴承。

滚柱轴承、凸轮轴支承构造及内燃机

技术领域

[0001] 本发明涉及支承汽车发动机用的凸轮轴、曲轴及摇臂轴等的滚柱轴承、采用滚柱轴承的凸轮轴支承构造及内燃机。

背景技术

[0002] 例如在日本特开 2005-180459 号公报中记载了支承汽车用发动机的凸轮轴的现有轴承。参照图 21 可知,该公报记载的凸轮轴 101 具有凸轮凸角 101a、由滚柱轴承 102 支承的圆筒状的轴颈部 101b 和端部大径部 101c。

[0003] 在此,轴颈部 101b 的外径尺寸比凸轮凸角 101a 的外径的最大尺寸及端部大径部 101c 的外径尺寸小。因此,配置于轴颈部 101b 且支承凸轮轴 101 使其旋转自如的滚柱轴承 102 不能够从凸轮轴 101 的轴向插入。

[0004] 滚柱轴承 102 具有:多个滚柱 103;在周向上分成两部分的大致半圆筒状的保持体 104、105;配置在汽缸盖 108 及轴承盖 (cap) 109 之间且在周向上分成两部分的大致半圆筒状的滚道板 106、107。

[0005] 该滚道板 106、107 具有分别从圆周方向中央部的轴向两端面向径向外侧突出的突起 106a、107a。另一方面,在汽缸盖 108 及轴承盖 109 上设置有接受滚道板 106、107 的突起 106a、107a 的凹部 108a、109a。并且,通过使突起 106a、107a 与凹部 108a、109a 分别卡合,而能够阻止滚道板 106、107 的圆周方向及轴向的移动。

[0006] 另外,参照图 22 可知,滚道板 106 的圆周方向的一侧端部为中央部突出的楔形状的凸部 106b,圆周方向的另一侧端部为中央部凹入的谷形状凹部 106c。并且,对该圆周方向两端部分别实施面推压(面押し)加工。由此,由于修整因冲压加工而在圆周方向端部产生的毛刺和飞边,另外,端部形状也被修整,因此提高了组装精度。

[0007] 再有,上述结构的滚道板 106、107 一般是通过对冷轧钢板 (SPC) 等钢板进行冲压加工而制造的。另外,为了得到硬度等规定的机械性质而实施热处理,并且,对构成滚柱 103 的轨道面的内径面实施抛光加工而能够使滚柱 103 顺利旋转。

[0008] 在上述公报中虽然没有明示对上述结构的滚道板 106 的圆周方向两端部实施面推压加工的方向,但根据修整毛刺和飞边的目的、修整端部形状的目的考虑,认为在与加工部分的外形轮廓线垂直的方向上(图 22 的箭头方向)进行面推压加工。

[0009] 但是,按上述方向形成的面推压加工部相对于滚柱 103 的滚动方向向左右的任一方倾斜,因此,通过滚道板 106、107 的对接部分的滚柱 103 的动作有因该面推压加工部而被扰乱的可能性。

[0010] 另外,在上述结构的凸轮轴支承构造中,由于凸轮轴 101 在旋转时作用有偏向规定方向的载荷,因此,在其圆周方向上,划分为负荷有相对较大载荷的区域(以下称为“负荷区域”)和仅负荷相对较小的载荷的区域(以下称为“非负荷区域”)。

[0011] 从而,由于在配置于包括负荷区域的位置的滚道板上负荷有较大载荷,因此,为了维持滚柱 103 顺利旋转而要求高的加工精度。另一方面,由于在滚道板的制造中需要如上

所述的较多的工序,因此,滚道板的制造成本在滚柱轴承 102 整体的制造成本中占有较大比重。该倾向在需要高精度加工时尤其显著。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于提供一种支承汽车用发动机的凸轮轴等的轴承,该轴承是能够使滚柱顺利旋转的滚柱轴承。另外,其目的还在于提供一种采用这种滚柱轴承来作为支承凸轮轴的轴承的凸轮轴支承构造及内燃机。

[0013] 另外,本发明的另一目的在于通过采用在抑制制造成本的同时能够使滚柱顺利旋转的滚柱轴承而提供一种可靠性高的凸轮轴支承构造及具备这种凸轮轴支承构造的内燃机。

[0014] 本发明的滚柱轴承具备:将多个圆弧形状的外圈构件在圆周方向上相连而形成的外圈;沿外圈的内径面配置的多个滚柱。并且,在外圈构件的至少一侧的圆周方向端部设置有倾斜面,倾斜面的等高线朝向与滚柱的公转方向正交的方向。

[0015] 如上述结构那样,通过在外圈构件的圆周方向端部设置沿滚柱的滚动方向的倾斜面,使得通过相邻的外圈构件的对接部分的滚柱能够顺利滚动。此外,倾斜面只要设置在各外圈构件的两个部位的圆周方向端部中的滚柱最初接触的一侧的圆周方向端部,即能够得到本发明的效果。

[0016] 优选的是,当将外圈构件的最厚部的板厚设定为 t_0 ,将圆周方向最端部的倾斜面的板厚设定为 t 时,满足 $0.05 \leq t/t_0 \leq 0.5$ 。进而优选的是,当将倾斜面的倾斜角度设定为 θ 时,满足 $10^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ 。为了得到基于本发明的充分效果,优选将倾斜面的板厚及倾斜角度设定在上述范围内。

[0017] 本发明的凸轮轴支承构造具备:凸轮轴;收容凸轮轴的箱体;支承凸轮轴使其相对于箱体旋转自如的滚柱轴承。受关注的滚柱轴承具备:将多个圆弧形状的外圈构件在圆周方向上相连而形成的外圈;沿外圈的内径面配置的多个滚柱。并且,在外圈构件的至少一侧的圆周方向端部设置有倾斜面,倾斜面的等高线朝向与滚柱的公转方向正交的方向。

[0018] 优选的是,位于多个滚柱的径向外侧的轨道面由嵌入箱体的收容凸轮轴的区域中的外圈构件的内径面和与外圈构件的圆周方向端部相连的箱体的内周面形成。

[0019] 如上述结构那样,通过将滚柱的轨道面的一部分设定为箱体的内周面,能够削减滚柱轴承的部件个数,因此,能够抑制作为整体的制造成本。其结果,能够以低成本得到可靠性高的凸轮轴支承构造。

[0020] 优选的是,外圈构件配置在凸轮轴的包括负荷区域的位置。特别是,通过将外圈构件配置于凸轮轴的包括负荷区域的位置,能够维持滚柱的顺利旋转。

[0021] 本发明的内燃机具备:箱体;设置于箱体内的汽缸;开闭与汽缸连通的吸气路及排气路的阀;控制阀的开闭时刻的凸轮轴;支承凸轮轴并使其旋转自如的滚柱轴承。受关注的滚柱轴承具备:将多个圆弧形状的外圈构件在圆周方向上相连而形成的外圈;沿外圈的内径面配置的多个滚柱。并且,在外圈构件的至少一侧的圆周方向端部设置有倾斜面,倾斜面的等高线朝向与滚柱的公转方向正交的方向。

[0022] 通过采用上述结构的滚柱轴承,能够得到寿命长且可靠性高的凸轮轴支承构造及内燃机。

[0023] 根据本发明,通过在外圈构件的内径面的圆周方向端部设置向滚柱的滚动方向倾斜的倾斜面,使得通过相邻的外圈构件的对接部分的滚柱的动作稳定。其结果,可得到滚柱能够顺利旋转的滚柱轴承。另外,通过采用这种滚柱轴承,能够得到寿命长且可靠性高的凸轮轴支承构造及内燃机。

[0024] 本发明的凸轮轴支承构造具备:凸轮轴;收容凸轮轴的箱体;支承凸轮轴并使其相对于箱体旋转自如的滚柱轴承。受关注的滚柱轴承具备圆弧形状的外圈构件和多个滚柱,位于多个滚柱的径向外侧的轨道面由嵌入箱体的收容凸轮轴的区域中的外圈构件的内径面和与外圈构件的圆周方向端部相连的箱体的内周面形成。

[0025] 如上述结构那样,通过将滚柱轨道面的一部分设定为箱体的内周面,能够削减滚柱轴承的部件个数,因此,能够抑制作为整体的制造成本。其结果,能够以低成本得到可靠性高的凸轮轴支承构造。

[0026] 优选的是,外圈构件配置在凸轮轴的包括负荷区域的位置,特别是,通过将外圈构件配置在凸轮轴的包括负荷区域的位置,能够维持滚柱的顺利旋转。

[0027] 本发明的内燃机具备:箱体;设置于箱体内的汽缸;开闭与汽缸连通的吸气路及排气路的阀;控制阀的开闭时刻的凸轮轴;支承凸轮轴并使其旋转自如的滚柱轴承。受关注的滚柱轴承具备圆弧形状的外圈构件和多个滚柱,位于多个滚柱的径向外侧的轨道面由嵌入箱体的收容凸轮轴的区域中的外圈构件的内径面和与外圈构件的圆周方向端部相连的箱体的内周面形成。

[0028] 通过采用上述结构的凸轮轴支承构造,能够得到可靠性高的内燃机。

[0029] 根据本发明,仅在滚柱的轨道面中需要高精度的部分(负荷区域)配置外圈构件,其他部分由箱体的内周面构成,由此能够在抑制制造成本的同时维持滚柱的顺利旋转。其结果,能够以低成本得到可靠性高的凸轮轴支承构造及内燃机。

附图说明

[0030] 图 1 是表示本发明一实施方式的凸轮轴支承构造的组装前的状态的图。

[0031] 图 2 是表示本发明一实施方式的滚柱轴承的外圈构件的图。

[0032] 图 3 是从图 2 的 III 方向观察的图。

[0033] 图 4 是从图 2 的 IV 方向观察的图。

[0034] 图 5 是表示图 2 的外圈构件的内径面的图。

[0035] 图 6 是对接图 2 的外圈构件时的对接部分的放大图。

[0036] 图 7 是表示本发明一实施方式的滚柱轴承的保持器的侧视图。

[0037] 图 8 是包括图 7 的保持器的分割部分的局部剖视图。

[0038] 图 9 是从轴向观察图 1 的凸轮轴支承构造的组装后的状态的剖视图。

[0039] 图 10 是从径向观察图 1 的凸轮轴支承构造的组装后的状态的剖视图。

[0040] 图 11 是表示本发明一实施方式的外圈构件的制造工序的一部分的图,上层是俯视图,下层是剖视图。

[0041] 图 12 是表示本发明其他实施方式的凸轮轴支承构造的组装前的状态的图。

[0042] 图 13 是表示图 12 的滚柱轴承的外圈构件的图。

[0043] 图 14 是从轴向观察图 12 的凸轮轴支承构造的组装后的状态的剖视图。

- [0044] 图 15 是从径向观察图 12 的凸轮轴支承构造的组装后的状态的剖视图。
- [0045] 图 16 是表示图 12 的其他实施方式的凸轮轴支承构造的图。
- [0046] 图 17 是表示图 12 的又一实施方式的凸轮轴支承构造的图。
- [0047] 图 18 是表示本发明一实施方式的内燃机的一个汽缸的剖视图。
- [0048] 图 19 是表示图 18 的内燃机中采用的曲轴的图。
- [0049] 图 20 是表示图 18 的内燃机中采用的凸轮轴的图。
- [0050] 图 21 是表示现有的凸轮轴支承构造的图。
- [0051] 图 22 是图 21 的滚柱轴承的滚道板的放大图。

具体实施方式

[0052] 参照图 18 ~ 图 20 说明本发明一实施方式的内燃机 11。图 18 是表示本发明一实施方式的内燃机 11 的一个汽缸的剖视图, 图 19 是表示在内燃机 11 中使用的曲轴 15 的图, 图 20 是表示在内燃机 11 中使用的凸轮轴 19 的图。

[0053] 首先, 参照图 18 进行说明, 内燃机 11 为往复式发动机, 其具备: 作为箱体的汽缸体 12 及汽缸盖 13; 将往复运动变换为旋转运动的运动变换机构; 进行混合气的吸气及燃料废气的排气的给排气机构; 作为点火装置的火花塞 20。

[0054] 运动变换机构具备: 活塞 14, 其收容于汽缸体 12, 在设置于汽缸体 12 内的汽缸 12a 的内部往复运动; 曲轴 15, 其通过飞轮 (省略图示) 和联轴器 (省略图示) 与传动装置 (省略图示) 连接; 连杆 16, 其一端与活塞 14 连接, 另一端与曲轴 15 连接, 将活塞 14 的往复运动变换为曲轴 15 的旋转运动。

[0055] 给排气机构具备: 吸气路 13a 及排气路 13b, 其形成于汽缸盖 13, 与汽缸 12a 连通; 吸气阀 17, 其作为配置于汽缸 12a 及吸气路 13a 之间的阀; 排气阀 18, 其作为配置于汽缸 12a 及排气路 13b 之间的阀; 凸轮轴 19, 其对吸气阀 17 及排气阀 18 的开闭时刻进行控制。

[0056] 吸气阀 17 包括: 阀杆 17a; 设置于阀杆 17a 的一侧端部的阀头 17b; 对吸气阀 17 向闭锁吸气路 13a 的方向施力的阀簧 17c, 在阀杆 17a 的另一侧端部连接有凸轮轴 19。排气阀 18 是与吸气阀 17 相同的结构, 因此省略说明。

[0057] 参照图 19 进行说明, 在内燃机 11 中使用的曲轴 15 具有: 轴部 15a; 曲轴臂 15b; 用于在相邻的曲轴臂 15b 之间配置连杆 16 的曲柄销 15c。该曲轴 15 的轴部 15a 被后述的本发明一实施方式的滚针轴承 21 支承并旋转自如。另外, 曲柄销 15c 与内燃机 11 的汽缸数设定为相同数量。

[0058] 参照图 20 进行说明, 在内燃机 11 中使用的凸轮轴 19 包括轴部 19a 和多个凸轮 19b。轴部 19a 被后述的本发明一实施方式的滚针轴承 21 支承并旋转自如。该凸轮轴 19 通过曲轴 15 和正时带 (省略图示) 连结, 伴随曲轴 15 的旋转而旋转。

[0059] 凸轮 19b 分别与吸气阀 17 或排气阀 18 连接, 因此, 与阀 17、18 设定为相同数量。另外, 如图 18 所示, 凸轮 19b 包括直径相对大的长径部 19c 和直径相对小的短径部 19d, 如图 20 所示, 多个凸轮 19b 以长径部 19c 的位置在圆周方向上错开的方式进行配置。由此, 能够使分别与多个凸轮 19b 连接的阀 17、18 错开时刻地进行开闭。

[0060] 此外, 内燃机 11 是凸轮轴 19 配置于汽缸盖 13 的上侧, 且分别设置于吸气阀 17 侧和排气阀 18 侧的 DOHC (Double Over Head Camshaft, 定置双凸轮轴) 方式的发动机。

[0061] 以下,对该内燃机的工作原理进行说明。

[0062] 首先,当将活塞 14 在汽缸 12a 内最上限的位置(上死点)和最下限位置(下死点)之间移动的工序称作一工序时,该内燃机 11 是由吸气工序、压缩工序、燃烧工序及排气工序这四工序构成的四冲程式发动机。

[0063] 在吸气工序中,在吸气阀 17 打开的状态且排气阀 18 关闭的状态下,活塞 14 从上死点移动到下死点。由此,汽缸 12a 内部(指活塞 14 的上侧的空间,以下相同)的容积增加而内部压力降低,因此,混合气从吸气路 13a 流入汽缸 12a 内部。混合气是指空气(氧气)和雾状的汽油的混合物。

[0064] 在压缩工序中,在吸气阀 17 及排气阀 18 关闭状态下,活塞 14 从下死点移动到上死点。由此,汽缸 12a 内部的容积减少而内部压力上升。

[0065] 在燃烧工序中,在吸气阀 17 及排气阀 18 关闭的状态下,对火花塞 20 进行点火。由此,通过燃烧压缩状态的混合气而迅速膨胀,将活塞 14 从上死点推压到下死点。连杆 16 将该力作为旋转运动传递给曲轴 15,从而产生驱动力。

[0066] 在排气工序中,在吸气阀 17 关闭的状态且排气阀 18 打开的状态下,活塞 14 从下死点移动到上死点。由此,汽缸 12a 内部的容积减少,燃烧废气从排气路 13b 流出。此外,在该工序中,在活塞 14 到达上死点之后返回吸气工序。

[0067] 在上述各工序中,“吸气阀 17 打开的状态”是指凸轮 19b 的长径部 19c 与吸气阀 17 抵接,吸气阀 17 抵抗阀簧 17c 被向下方按压的状态,“吸气阀 17 关闭的状态”是指凸轮 19b 的短径部 19d 与吸气阀 17 抵接,吸气阀 17 被阀簧 17c 的回复力向上方推压的状态。另外,对排气阀 18 而言也相同,省略说明。

[0068] 在上述各工序中,仅在燃烧工序产生驱动力,在其他工序中,通过在其他汽缸产生的驱动力,活塞 14 往复运动。因此,从维持曲轴 15 的顺利旋转的观点出发,优选在多个汽缸中错开燃烧工序的时刻。

[0069] 参照图 1~图 10,对作为本发明一实施方式的滚柱轴承的滚针轴承 21 和使用该滚针轴承 21 的凸轮轴支承构造进行说明。图 1、图 9 及图 10 是表示本发明一实施方式的凸轮轴支承构造的组装前后的状态的图,图 2~图 8 是表示本发明一实施方式的滚针轴承 21 的各结构要素的图。

[0070] 首先,参照图 1 进行说明,本发明一实施方式的凸轮轴支承构造具备:凸轮轴 19;作为收容凸轮轴 19 的箱体的汽缸盖 13 及轴承盖 13c;支承凸轮轴 19 使其相对于箱体旋转自如的滚针轴承 21。

[0071] 滚针轴承 21 具备:将多个圆弧形状的外圈构件 22a、22b 在圆周方向上相连而形成的外圈 22;沿外圈 22 的内径面配置的作为多个滚柱的滚针 23;在圆周上的一个部位具有沿轴承的轴线方向延伸的分割线并保持多个滚针 23 的间隔的保持器 24。

[0072] 作为支承凸轮轴 19 的轴承,通常采用滚针轴承 21。由于滚针轴承 21 使滚针 23 与轨道面线接触,因此,虽然轴承投影面积比较小,但能够得到高负荷容量和高刚性。从而,在能够维持负荷容量的同时削减支承部分的径向厚度尺寸这方面是优选的。

[0073] 参照图 2~图 6 说明外圈构件 22a。图 2 是外圈构件 22a 的侧视图,图 3 是从 III 方向观察图 2 的图,图 4 是从 IV 方向观察图 2 的图,图 5 是从内径面侧观察外圈构件 22a 的图,图 6 是表示外圈构件 22a、22b 的对接部分的图。另外,外圈构件 22b 与外圈构件 22a

为相同形状,因此省略说明。

[0074] 首先,参照图 2 进行说明,外圈构件 22a 是中心角为 180° 的半圆形状,具有在圆周方向的一侧端部向径向外侧折弯的卡合爪 22c 和从轴向两端部向径向内侧突出的凸缘部 22d。卡合爪 22c 与汽缸盖 13 卡合防止外圈构件 22a 相对于箱体旋转。凸缘部 22d 在限制保持器 24 向轴向移动的同时,提高轴承的润滑油保持性。并且,将该两个外圈构件 22a、22b 在圆周方向上相连而形成圆环形状的外圈 22。另外,外圈 22 的内径面的轴向中央部作为滚针 23 的轨道面而起作用。

[0075] 另外,参照图 3 进行说明,在外圈构件 22a 的圆周方向一侧端部,在轴向两端部设置两个卡合爪 22c,在两个卡合爪 22c 之间形成有向圆周方向凹下的大致 V 字型的凹部 22e。此外,两个卡合爪 22c 避开构成外圈构件 22a 的轨道面的轴向中央部而配置在两端部,且配置在与滚针轴承 21 的旋转轴线平行的直线上。即,两个卡合爪 22c 之间的长度 L 设定为比滚针 23 的有效长度 l 长。此外,在本说明书中“滚柱的有效长度”是指从滚柱长度中除去两端的倒角部的长度而得到的长度。

[0076] 另外,参照图 4 进行说明,在外圈构件 22a 的圆周方向另一侧端部,在轴向两端部设有宽度与卡合爪 22c 的轴向宽度相同的两个平坦部 22f,在两个平坦部 22f 之间设有前端以圆弧形向圆周方向突出的大致 V 字型的凸部 22g。此外,在将外圈构件 22a、22b 在圆周方向上相连时,凹部 22e 接受相邻的外圈构件的凸部 22g。如上所述,通过将对接部分的形状设定为大致 V 字型,能够使滚针 23 顺利地旋转。此外,外圈构件 22a、22b 的对接部分的形状并不限于大致 V 字型,也可以为滚针 23 能够顺利旋转的任意形状,例如大致 W 字型。

[0077] 另外,参照图 3 及图 4 进行说明,在外圈构件 22a 设置有从外径侧向内径侧贯通的油孔 22h。该油孔 22h 设置于与在箱体设置的油路(省略图示)相对的位置,将润滑油供给于滚针轴承 21 内部。此外,油孔 22h 的大小、位置、个数依赖于设置在箱体的油路的大小、位置和个数。

[0078] 另外,参照图 5 进行说明,在外圈构件 22a 的内径面的圆周方向两端部设置有倾斜面 22i(图 5 的斜线部),该倾斜面 22i 的等高线(contour line)朝向与滚针 23 的公转方向正交的方向。如上所述,在外圈构件 22a、22b 的圆周方向两端部设置有向滚针 23 的滚动方向倾斜的倾斜面 22i,由此,通过相邻的外圈构件 22a、22b 的对接部分的滚针 23 能够顺利地滚动。

[0079] 此外,在该实施方式中,形成有凸部 22g 的一侧(图 5 的上侧)的倾斜面 22i 设置在轴向中央部即凸部 22g 的前端部周边。另一方面,形成有凹部 22e 的一侧(图 5 的下侧)的倾斜面 22i 设置在轴向两端部即凹部 22e 的开口部的两侧。

[0080] 进而,参照图 6 进行说明,倾斜面 22i 是从圆周方向最端部向圆周方向中央部以规定倾斜角度 θ 倾斜的锥面。板厚在圆周方向最端部最小(t),圆周方向中央部即两个部位的倾斜面 22i 之间的区域为一定(t_0)。在此,为了得到基于本发明的充分的效果,优选设定为 $0.05 \leq t/t_0 \leq 0.5$, $10^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ 。此外,“倾斜角度 θ ”是指与外圈构件 22a 的圆周方向端面正交的直线和倾斜面所成的角。

[0081] 关于板厚,当设定为 $t_0/t < 0.05$ 时,通过相邻的外圈构件 22a、22b 的对接部分的滚针 23 与形成在圆周方向端部的角部碰撞,导致扰乱滚针 23 的动作或划伤滚动面。另一方面,当 $t_0/t > 0.5$ 时,滚针 23 嵌入形成在外圈构件 22a、22b 的对接部分的凹坑,妨碍滚

针轴承 21 的顺利旋转。

[0082] 关于倾斜角度,当设定为 $\theta < 10^\circ$ 时,为了得到基于本发明的充分的效果,必须使 t_0 小到某一程度,其结果,倾斜面 22i 的圆周方向的长度变长。这成为外圈构件 22a、22b 强度降低的原因。另一方面,当 $\theta > 45^\circ$ 时,通过相邻的外圈构件 22a、22b 的对接部分的滚针 23 与形成在倾斜面 22i 的终点(圆周方向中央侧)的角部碰撞,导致扰乱滚针 23 的动作或划伤滚动面。因此,为了避免上述弊病,优选板厚及倾斜角度在上述范围内。

[0083] 接着,参照图 7 及图 8 对保持器 24 进行说明。图 7 是保持器 24 的侧视图,图 8 是包括保持器 24 的分割部分的局部剖视图。保持器 24 是在圆周上的一个部位具有沿轴承的轴线方向延伸的分割线的大致 C 型形状,收容滚针 23 的兜孔 (pocket) 24c 在圆周方向上以等间隔设置。另外,该保持器 24 通过射出成型树脂材料而形成。

[0084] 另外,在分割部分的圆周方向一侧的切断端面 24a 设置有凹部 24d,在另一侧的切断端面 24b 设置有与凹部 24d 对应的凸部 24e,凹部 24d 及凸部 24e 卡合,由此,能够得到圆环形状的保持器 24。在该实施方式中,设定为凸部 24e 的前端部分的宽度比根部大,凹部 24d 设定为开口部分的宽度比最里侧小。由此,使凹部 24d 和凸部 24e 的卡合可靠。

[0085] 接着,参照图 1、图 9 及图 10 对将滚针轴承 21 组装于凸轮轴 19 的顺序进行说明。

[0086] 首先,将滚针 23 分别组装于保持器 24 的兜孔 24c。接着,利用保持器 24 的弹性使分割部分扩展,组装于凸轮轴 19。进而,将凹部 24d 与凸部 24e 卡合而使保持器 24 不会脱落。

[0087] 接着,在汽缸盖 13 上,依次组装一侧的外圈构件 22a、卷绕保持器 24 而固定的凸轮轴 19、另一侧的外圈构件 22b 及轴承盖 13c,用螺栓等固定汽缸盖 13 和轴承盖 13c。这时,配置为外圈构件 22a 的凹部 22e 和外圈构件 22b 的凸部 22g 对接,外圈构件 22a 的凸部 22g 与外圈构件 22b 的凹部 22e 对接。

[0088] 此外,外圈构件 22a 的卡合爪 22c 与在汽缸盖 13 的与轴承盖 13c 的对接面上设置的卡合槽 13d 卡合,外圈构件 22b 的卡合爪 22c 与在轴承盖 13c 的与汽缸盖 13 的对接面上设置的卡合槽 13d 卡合。由此,能够防止外圈构件 22a、22b 在轴承旋转中在箱体内部旋转。

[0089] 在上述实施方式中,示出了采用滚针轴承 21 作为支承凸轮轴 19 的轴承的例子,但是,本发明也能够适用其他滚柱轴承,例如圆柱滚子轴承和长圆柱滚子轴承。

[0090] 另外,对上述实施方式的滚针轴承 21 示出了包括外圈 21、滚针 23 和保持器 24 的例子,但是并不限于此,也可以是省略保持器 24 的全部滚柱形式 (full complement roller bearing) 的滚柱轴承。

[0091] 另外,对上述实施方式的倾斜面 22i 示出了倾斜角度为 θ 的锥面的例子,但是,并不限于此,也可以是任意形状。例如,可以是凸状曲面等。

[0092] 另外,对上述实施方式的倾斜面 22i 可以设置在轨道面(图 5 的用双点划线所围的区域)宽度的整个区域,但是,如该实施方式所示,也可以设置在轨道面的宽度中的一部分。这时,只要设置在通过相邻的外圈构件 22a、22b 的对接部分的滚针 23 最初接触的部分即图 5 的斜线部分,即能够得到本发明的效果。

[0093] 另外,对上述实施方式的外圈 22 示出了在圆周方向的两个部位分割外圈构件 22a、22b 的例子,但是,并不限于此,也可以分割为任意个数。例如,可以在圆周方向上连接三个中心角为 120° 的外圈构件来形成外圈。另外,也可以相互组合中心角不同的多个外

圈构件来形成圆环形状的外圈。相同地,针对保持器 24 也可以采用任意方式的保持器。

[0094] 另外,对上述实施方式的保持器 24 示出了生产效率高,且弹性变形性高的树脂制保持器的例子,但是并不限于此,也可以是利用切削加工的切削保持器,或者,也可以是对钢板进行冲压加工的冲压保持器。

[0095] 另外,上述实施方式的滚针轴承 21 不仅作为支承凸轮轴 19 的轴承,也可以作为支承图 19 所示的曲轴 15 的轴部 15a 和摇臂轴等的轴承而广泛应用。

[0096] 进而,本发明可以应用于单缸内燃机,但是,也优选作为对诸如图 19 所示的多缸发动机中采用的曲轴 15 的轴部 15a 和图 20 所示的凸轮轴 19 的轴部 19b 那样不能从轴向插入滚针轴承 21 的部位进行支承的轴承。

[0097] 此外,在上述实施方式中,示出了在外圈构件 22a、22b 使用本发明的例子,该外圈构件 22a、22b 在圆周方向端部具备与箱体卡合的卡合爪 22c,在轴向两端部具备限制保持器 24 的轴向移动的凸缘部 22d,但是,卡合爪 22c 和凸缘部 22b 并不是本发明的必须结构要素,也可以使用各种形式的外圈构件。

[0098] 接着,参照图 11 对本发明一实施方式的外圈构件 22a 的制作方法进行说明。图 11 是表示外圈构件 22a 的制造工序的一部分的图,上层是俯视图,下层是侧视图。另外,由于外圈构件 22b 的制造方法与外圈构件 22a 相同,所以省略说明。

[0099] 首先,作为初始材料,使用碳含量为 0.15wt% 以上、1.1wt% 以下的碳钢。具体而言,考虑碳含量为 0.15wt% 以上、0.5wt% 以下的 SCM415 和 S50C 等,或碳含量为 0.5wt% 以上、1.1wt% 以下的 SAE1070 和 SK5 等。

[0100] 此外,碳含量不足 0.15wt% 的碳钢通过淬火处理不易形成渗碳硬化层,为了得到外圈构件 22a 所需的硬度,需要进行碳氮共渗处理。碳氮共渗处理与后述的各淬火处理比较,设备费用昂贵,因此,其结果导致滚针轴承 21 的制造成本上升。另外,存在碳含量不足 0.15wt% 的碳钢即使进行了碳氮共渗处理也得不到充分的渗碳硬化层的情况,有在轨道面过早产生表面起点型的剥离之虞。另一方面,因为碳含量超过 1.1wt% 的碳钢加工性显著降低,所以存在加工精度降低以及因加工工时增加而引起的制造成本上升的问题。

[0101] 参照图 11 进行说明,作为第一工序,冲压加工钢板而形成外圈构件 22a 的外形(a 工序)。在长度方向的一方侧端部形成构成凹部 22e 及卡合爪 22c 的部分,在另一侧端部形成平坦部 22f 及凸部 22g。另外,也可以在形成外形的同时加工油孔 22h。

[0102] 这时,外圈构件 22a 的长度方向的长度基于凸轮轴 19 的直径而决定,宽度方向的长度基于使用的滚针 23 的滚柱长度而决定。但是,宽度方向包括构成凸缘部 22d 的部分,因此,在该工序的宽度方向的长度比外圈构件 22a 的完成品的轴向宽度尺寸长。

[0103] 该工序可以在一次的冲压加工中冲压全部部分,也可以反复多次冲压加工来得到规定的形状。此外,在使用连续冲压的情况下,在形成用于决定各加工工序的加工位置的导向孔 25 的同时,在与相邻的外圈构件之间设置连结部 26。

[0104] 作为第二工序,利用面推压加工在外圈构件 22a 的圆周方向端部形成倾斜面 22i (b 工序)。

[0105] 作为第三工序,利用弯曲加工将外圈构件 22a 的圆周方向端部向径向外侧折弯,形成卡合爪 22c (c 工序)。卡合爪 22c 的弯曲角度为沿箱体的卡合槽 13c 的角度。此外,在该实施方式中,卡合爪 22c 折弯为相对于外圈构件 22a 成为 90° 的角度。

[0106] 作为第四工序,包括利用弯曲加工将弯曲构件 22a 的外形弯曲为规定曲率的工序和在外圈构件 22a 的轴向两端部形成向径向内侧突出的凸缘部 22d 的工序(d 工序~h 工序)。具体而言,除了包括连结部 26 的中央部分以外,从长度方向两端部侧顺次弯曲(d 工序,e 工序)。接着,针对实施了弯曲加工的长度方向两端部,对宽度方向两端部实施弯曲加工而形成凸缘部 22d(f 工序)。接着,对长度方向中央部也进行弯曲加工,使外圈构件 22a 的外形成为规定的曲率(g 工序)。最后,除去连结部 26,在长度方向中央部形成凸缘部 22d(h 工序)。

[0107] 上述冲压加工工序结束之后,为了得到对于外圈构件 22a 而言所必要的硬度等规定的机械性质,进行热处理。此外,作为轨道圈发挥作用的外圈构件 22a 的内径面的表面硬度 Hv 需要为 635 以上。

[0108] 为了使外圈构件 22a 得到足够深度的硬化层,需要根据初始材料的碳含量选择合适的热处理方法。具体而言,在碳含量为 0.15wt% 以上、0.5wt% 以下的材料的情况下进行渗碳淬火处理,在碳含量为 0.5wt% 以上、1.1wt% 以下的材料的情况下进行光亮淬火处理或高频淬火处理。

[0109] 渗碳淬火处理是利用高温钢中固溶碳的现象的热处理方法,能够在钢内部碳量低的情况下,得到碳量高的表面层(渗碳硬化层)。由此,得到表面硬、内部柔软韧性高的性质。另外,与碳氮共渗处理设备比较,设备费用低廉。

[0110] 光亮淬火处理是指通过在保护气氛或真空中进行加热而在防止钢表面氧化的同时进行的淬火处理。另外,与碳氮共渗处理设备和渗碳淬火处理设备比较,设备费用低廉。

[0111] 高频淬火处理是利用感应加热原理而使钢表面迅速加热、骤冷而制作淬火硬化层的方法。与其他淬火处理设备比较,设备费用大幅度降低,并且,在热处理工序中不使用气体,因此具有环境优良的优点。另外,在能够局部淬火处理这一点也是有利的。

[0112] 进而,为了减少因淬火而产生的残余应力和内部应变,提高韧性并使尺寸稳定,优选在上述淬火处理之后进行回火处理。

[0113] 此外,在该实施方式中,示出了使形成外圈构件 22a 的外形曲率的工序与形成凸缘部 22d 的工序并行进行的例子,但是,并不限于此,也可以使形成外形的曲率的工序和形成凸缘部 22d 的工序独立进行。

[0114] 从上述第一工序到第四工序是本发明的外圈构件的制造方法的一个例子,也可以将各工序再细分,或进一步追加必要的工序。另外,加工工序的顺序也可以任意更换。

[0115] 另外,上述各工序(a 工序~h 工序)可以作为各自分开的工序在专用冲压机进行,也可以通过连续冲压或多工位冲压进行。由此,能够连续进行各工序。另外,通过使用具有适合于上述各工序(a 工序~h 工序)的全部或一部分的加工部的外圈构件 22a 的制造装置,能够提高生产率,其结果,能够抑制滚针轴承 21 的产品价格。

[0116] 此外,在本说明书中“连续冲压”是指在冲压机内具有多个加工工序,将材料通过冲压机入口的进料器在各工序中移动,连续加工材料的方法。另外,在本说明书中“多工位冲压”是指在需要多个加工工序的情况下,将进行各工序的承载台设置成需要的多个,在通过输送装置移动工序件的同时,在各承载台进行加工的方法。

[0117] 参照图 12~图 15,对作为本发明其他实施方式的滚柱轴承的滚针轴承 41 和使用该滚针轴承 41 的凸轮轴支承构造进行说明。滚针轴承 41 的基本结构与滚针轴承 21 相同,

省略相同点的说明,以不同点为主进行说明。另外,图 12、图 14 及图 15 是表示凸轮轴支承构造的组装前后的状态的图,图 13 是表示外圈构件 42 的图。

[0118] 首先,参照图 12 进行说明,凸轮轴支承构造具备:凸轮轴 19;作为收容凸轮轴 19 的箱体的汽缸盖 33 及轴承盖 33c;支承凸轮轴 19 使其相对于箱体旋转自如的滚针轴承 41。

[0119] 滚针轴承 41 具备:圆弧形的外圈构件 42;作为滚柱的滚针 43;在圆周上的一个部位具有沿轴承轴线方向延伸的分割线并保持多个滚针 43 的间隔的保持器 44。

[0120] 图 13 是外圈构件 42 的侧视图。参照图 13 进行说明,外圈构件 42 是中心角为 180° 的半圆形状,具有从轴向两端部向径向内侧突出而限制保持器 44 向轴向的移动的凸缘部 42a 和从外径面贯通至内径面的油孔 42b。另外,外圈构件 42 的内径面的轴向中央部作为滚针 43 的轨道面发挥作用。此外,油孔 42b 设置于与在箱体设置的油路(省略图示)相对的位置,从而将润滑油供给于滚针轴承 41 内部。另外,油孔 42b 的大小、位置、个数依赖于设置在箱体的油路的大小、位置、个数。

[0121] 此外,保持器 44 的结构与图 7 及图 8 所示的保持器 24 相同,因此省略说明。

[0122] 下面,参照图 12、图 14 及图 15,对将滚针轴承 41 组装于凸轮轴 19 的顺序进行说明。

[0123] 首先,将滚针 43 分别组装于保持器 44 的兜孔 44c 中。接着,利用保持器 44 的弹性使分割部分扩展而组装于凸轮轴 19。接着,将凹部 44d 与凸部 44e 卡合,使保持器 44 不会脱落。

[0124] 接着,在汽缸盖 33 上依次组装卷绕保持器 44 而固定的凸轮轴 19、外圈构件 42 及轴承盖 33c,用螺栓等固定汽缸盖 33 和轴承盖 33c。

[0125] 利用上述组装顺序,能够将凸轮轴 19、外圈构件 42、保持器 44 和箱体配置为同心圆状,得到滚针 43 能够稳定旋转的滚针轴承 41。

[0126] 位于滚针 43 的径向外侧的轨道面由外圈构件 42 的内径面和作为箱体的汽缸盖 33 的内周面构成。因此,为使外圈构件 42 和汽缸盖 33 的内径面的连接部分平滑,将汽缸盖 33 的内径尺寸设定为比轴承盖 33c 的外径尺寸小外圈构件 42 的板厚的量。另外,考虑到热膨胀和制造误差,在外圈构件 42 与汽缸盖 33 之间设置微小的间隙。

[0127] 如上所述,通过由外圈构件 42 的内径面和与外圈构件 42 的圆周方向端部相连的汽缸盖 33 的内周面构成滚针 43 的轨道面,能够抑制滚针轴承 41 的制造成本。此外,在将凸轮轴 19 沿圆周方向分为负荷区域和非负荷区域的情况下,外圈构件 42 优选配置在包括负荷区域的位置。为了得到滚针 43 的轨道面所需的机械性质和表面粗糙度等,外圈构件 42 经由如后所述的多个加工工序而制造。因此,即使在配置于包括负荷有大的载荷的负荷区域的情况下,也能够维持滚针 43 的顺利旋转。

[0128] 此外,所谓“负荷区域”是指以滚针轴承 41 所负荷的来自凸轮轴 19 的最大载荷的方向(图 14 中假想线 11 所示的方向)为中心的左右 90° 的区域(图 14 中的圆弧 α 所示的 180° 的区域)。另一方面,“非负荷区域”是指与最大负荷方向相反侧的 180° 的区域(图 14 中圆弧 β 所示的区域),与负荷区域比较仅作用有相对较小的载荷的区域(包括负荷为 0 的情况)。

[0129] 另外,在图 18 所示的内燃机 11 中,滚针轴承 41 所负荷的来自凸轮轴 19 的最大负荷是将阀 17、18 抵抗阀簧 17c、18c 向下方按压的力的反作用,其方向是与凸轮轴 19 按压阀

17、18 的方向相反的方向（图 18 中的箭头方向）。

[0130] 进而，将由汽缸盖 33 及轴承盖 33c 构成的箱体的油路（省略图示）和设于外圈构件 42 的油孔 42b 相一致地进行组装。由此，供给于轴承内部的润滑油量增加，滚针轴承 41 的润滑性提高。

[0131] 上述实施方式的凸轮轴支承构造示出了由汽缸盖 33 的内周面构成滚针 43 的轨道面的一部分的例子，但是，也可以在汽缸盖 33 的内周面嵌入其他构件而构成轨道面。例如，如图 16 所示，可以将圆形状的环构件 45 与外圈构件 42 的圆周方向端部相连设置。因为该环构件配置在非负荷区域，所以可以将金属以规定的曲率冲压加工而形成，也可以射出成型树脂材料而形成。此外，在该实施方式中，环构件 45 应该作为构成箱体的结构要素来予以把握。

[0132] 另外，在上述实施方式中，示出了采用滚针轴承 41 作为支承凸轮轴 19 的轴承的例子，但是，本发明也可以适用其他滚柱轴承，例如圆柱滚子轴承和长圆柱滚子轴承。

[0133] 另外，对上述实施方式的外圈构件 42 示出了中心角为 180° 的半圆形状的例子，但是并不限于此，只要是能够包括整个负荷区域的大小，则可以采用任意中心角的外圈构件 42。例如，当在负荷小的环境中使用时，可以使用中心角小的外圈构件，当在负荷大的环境中使用时，可以使用中心角大的外圈构件等。相同地，对保持器 44 而言也可以采用任意形式的器件。

[0134] 另外，上述实施方式的保持器 44 示出了生产效率高且弹性变形性高的树脂制保持器的例子，但是，并不限于此，也可以是利用切削加工的切削保持器，或者，也可以是对钢板进行冲压加工的冲压保持器。

[0135] 另外，上述实施方式的滚针轴承 41 不仅作为支承凸轮轴 19 的轴承，也可以作为支承图 19 所示的曲轴 15 的轴部 15a 和摇臂轴等的轴承而广泛使用。

[0136] 另外，本发明也可以适用于单缸内燃机，但是，也优选作为对诸如图 19 所示的多缸发动机中采用的曲轴 15 的轴部 15a 和图 20 所示的凸轮轴 19 的轴部 19b 那样不能从轴向插入滚针轴承 41 的部位进行支承的轴承。

[0137] 进而，参照图 17 对图 12 的其他实施方式的凸轮轴支承构造进行说明。由于该凸轮轴支承构造的基本结构与图 14 所示的凸轮轴支承构造相同，所以省略相同点的说明，对不同点进行说明。

[0138] 参照图 17 进行说明，凸轮轴支承构造具备：箱体 33、33c；凸轮轴 19；支承凸轮轴 19 使其相对于箱体 33、33c 旋转自如的滚针轴承 51。滚针轴承 51 中采用的外圈构件 52 是中心角为 180° 的半圆形状，具有从轴向两端部向径向内侧突出而限制保持器 54 向轴向的移动的凸缘部 52a。该凸缘部 52a 还具有从外圈构件 52 的圆周方向两端部向圆周方向突出的突出部 52c。

[0139] 通过具有上述结构，能够更加可靠地进行保持器 54 的轴向定位。特别是，在采用将多个扇形体在圆周方向上相连而构成的扇形体保持器的情况下效果显著。此外，该突出部 52c 可以在后述的冲压加工工序中一体形成，也可以在形成外圈构件 52 之后利用焊接等随后安装。

[0140] 接着，说明图 13 所示的外圈构件 42 的制造方法。此外，省略与外圈构件 22a 的制造方法的相同点的说明，以不同点为中心进行说明。具体而言，因为初始材料的组成及热处

理工序相同,所以省略说明。

[0141] 作为外圈构件 42 的具体制造工序,首先,对钢板进行冲压加工而形成外圈构件 42 的外形。当使用连续冲压时,可以在形成用于决定各加工工序的加工位置的导向孔的同时,在与相邻的外圈构件之间设置连结部。

[0142] 接着,利用弯曲加工使平板状的外圈构件 42 折弯为规定曲率,并且,将轴向两端部向径向内侧折弯而形成凸缘部 42a。在该工序中,为了防止材料的破损等而分数次进行弯曲加工。

[0143] 在上述冲压加工工序结束之后,为了得到对于外圈构件 42 而言所必要的硬度等规定的机械性质,进行热处理。此外,作为轨道圈发挥作用的外圈构件 42 的内径面的表面硬度 Hv 需要为 635 以上。

[0144] 热处理之后,为了使成为滚针 43 的轨道面的内径面成为平滑的面而实施抛光加工 (grinding)。作为抛光方法采用滚筒抛光 (barrel polishing)。

[0145] 以上,参照附图对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于图示的实施方式。对于图示的实施方式,可以在与本发明相同的范围内或相等同的范围内加以各种修正和变形。

[0146] 工业实用性

[0147] 本发明益于在支承汽车用发动机的凸轮轴的滚柱轴承、凸轮轴支承构造和内燃机中使用。

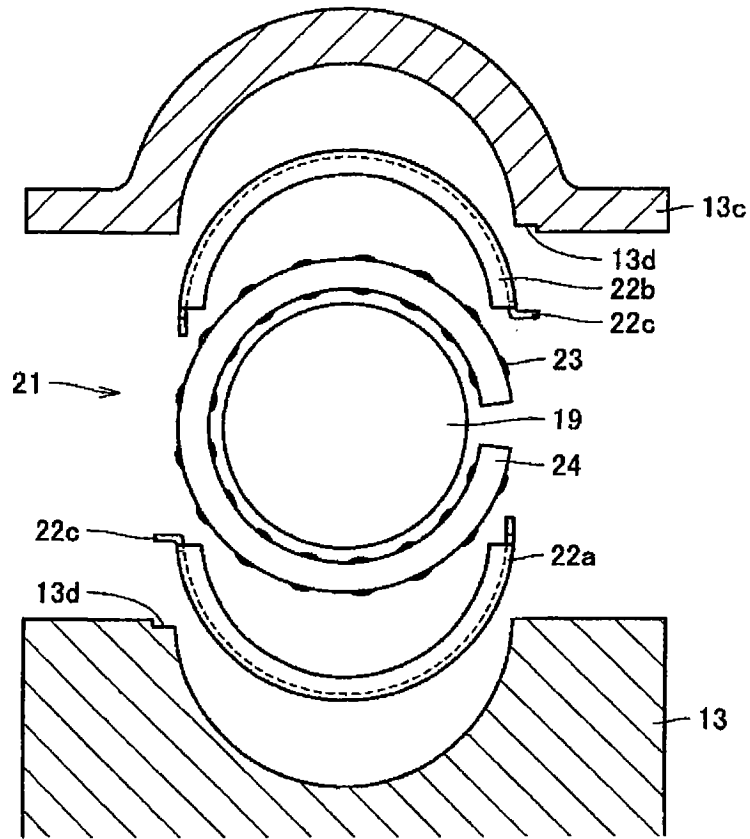


图 1

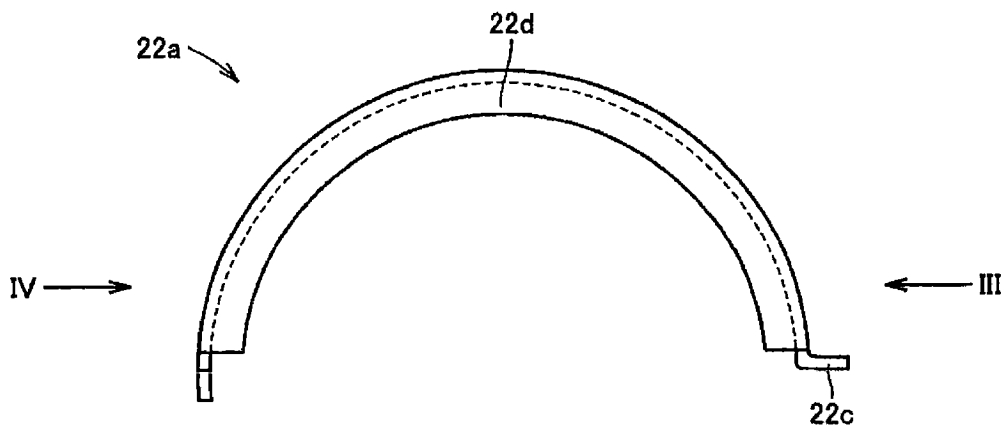


图 2

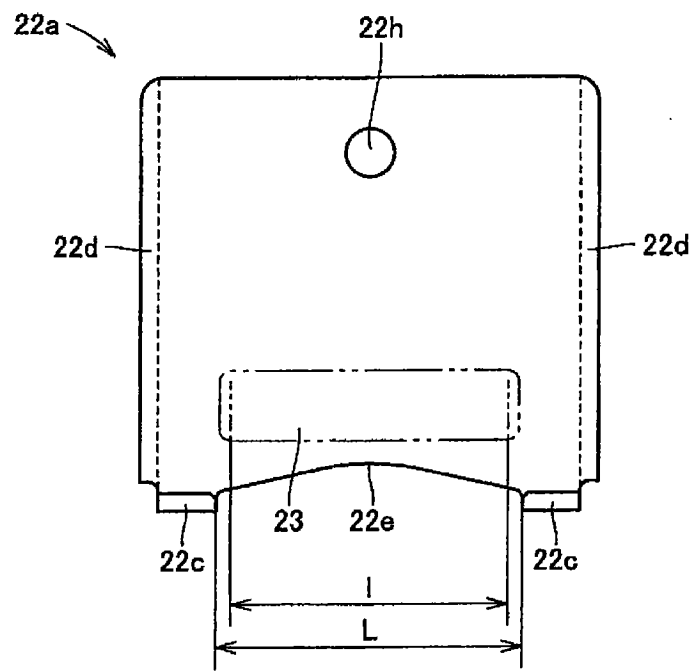


图 3

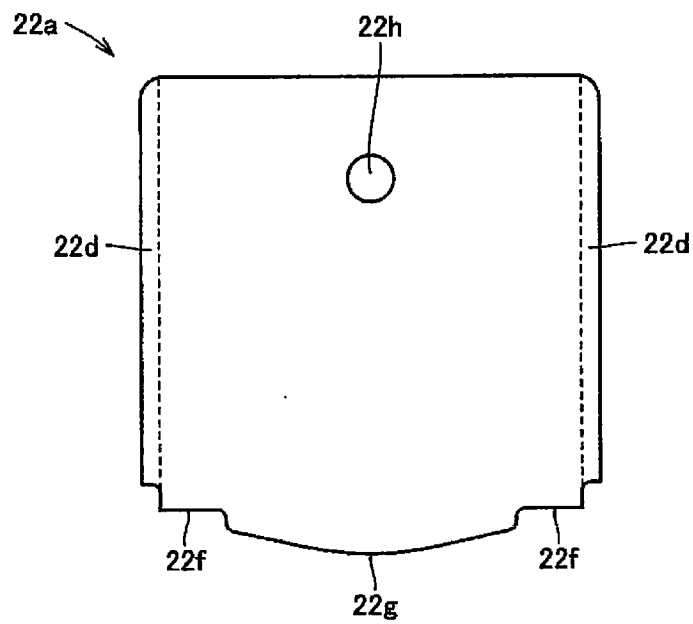


图 4

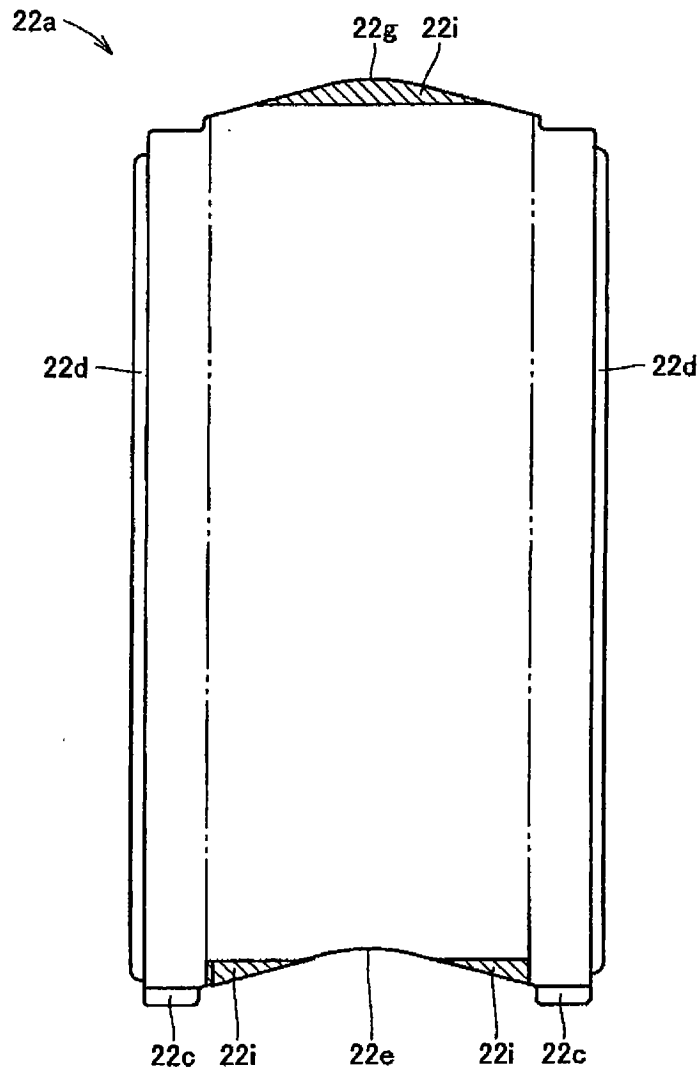


图 5

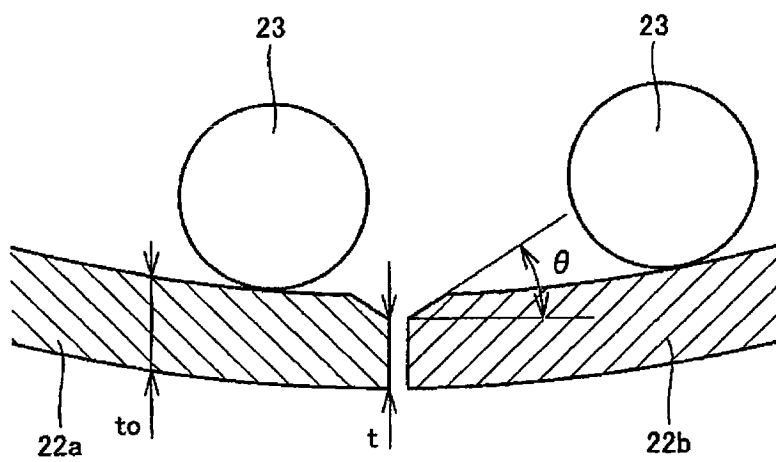


图 6

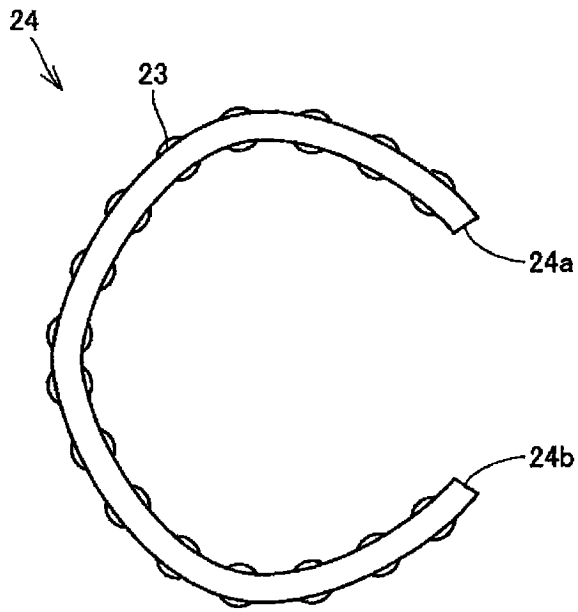


图 7

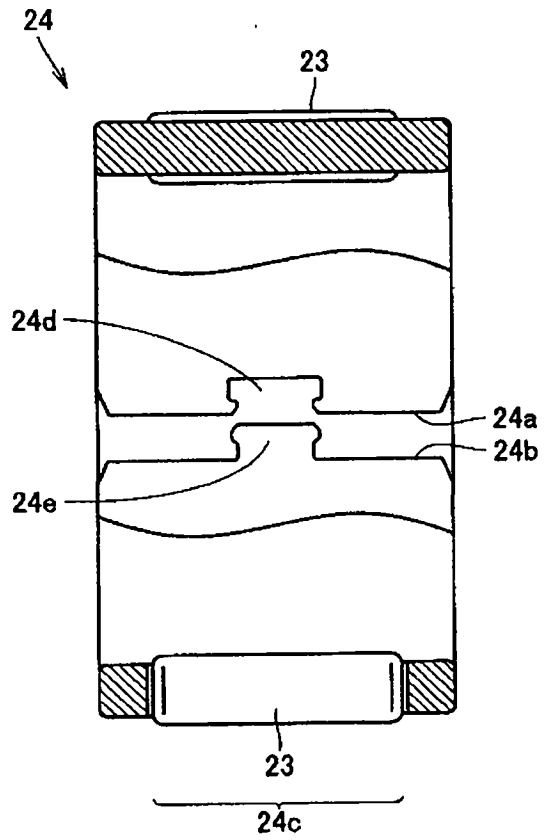


图 8

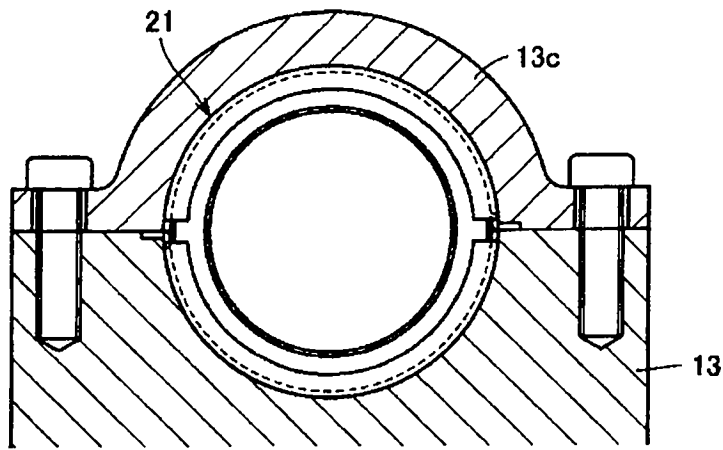


图 9

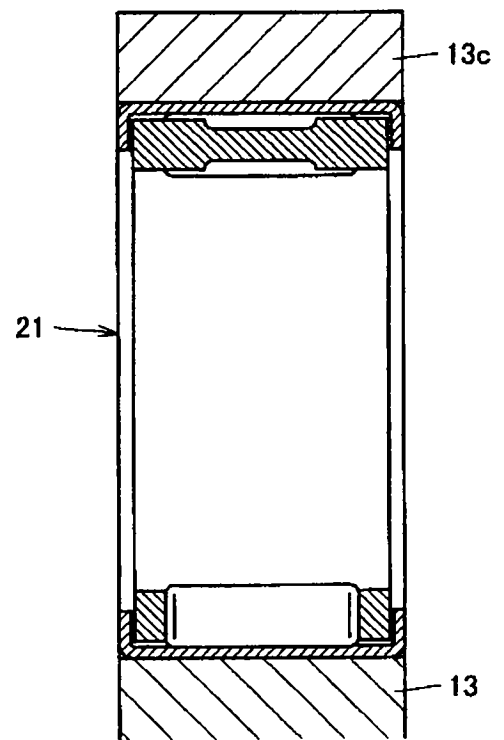


图 10

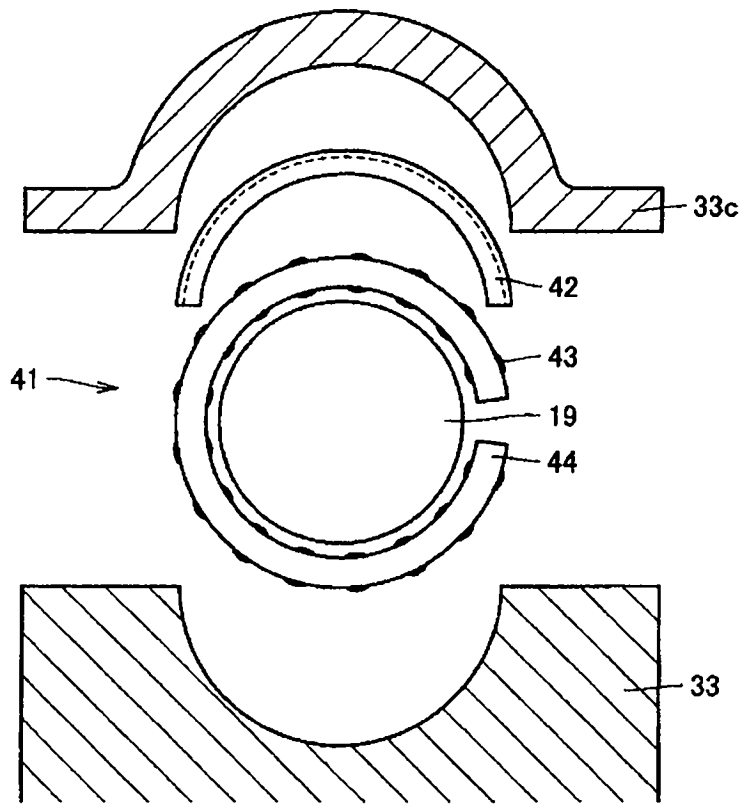


图 12

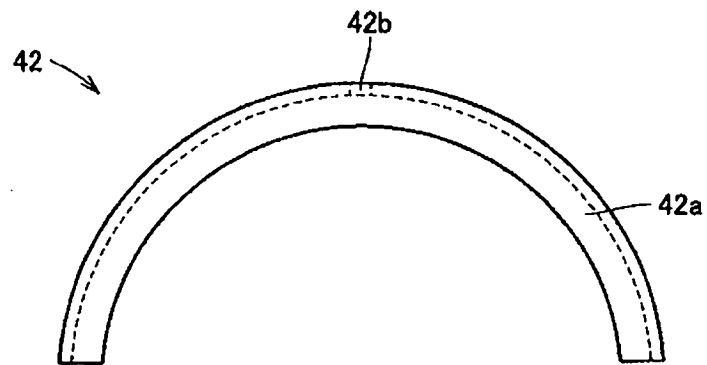


图 13

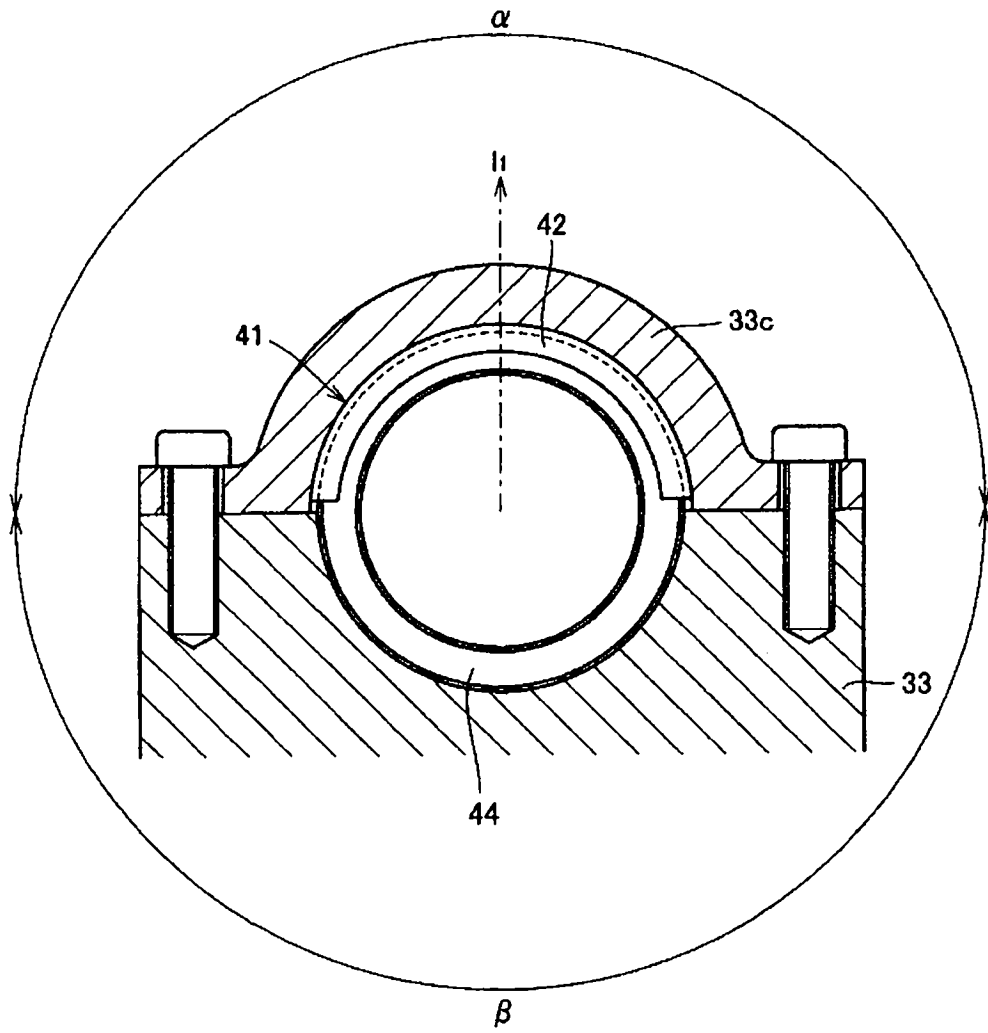


图 14

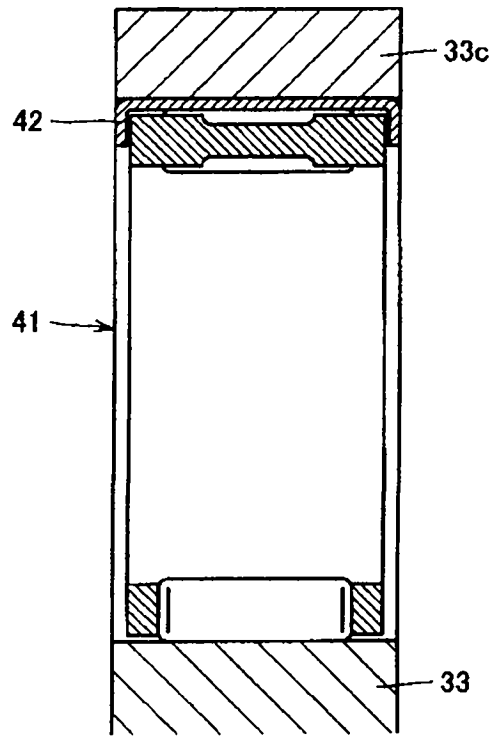


图 15

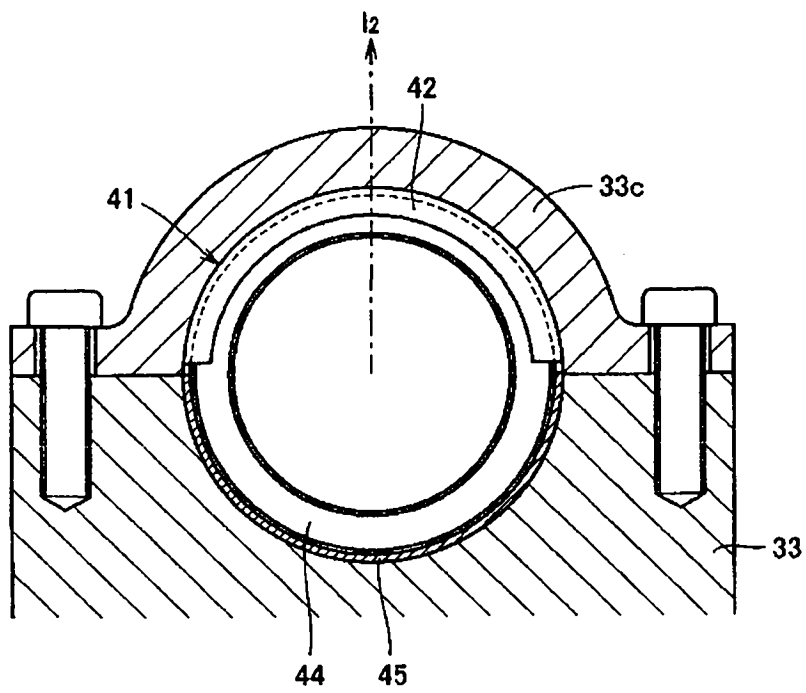


图 16

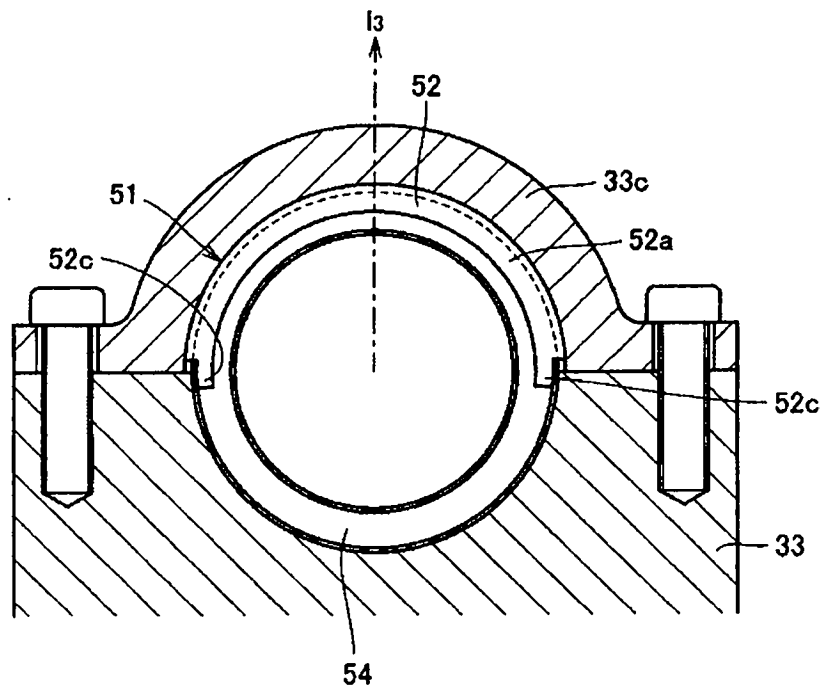


图 17

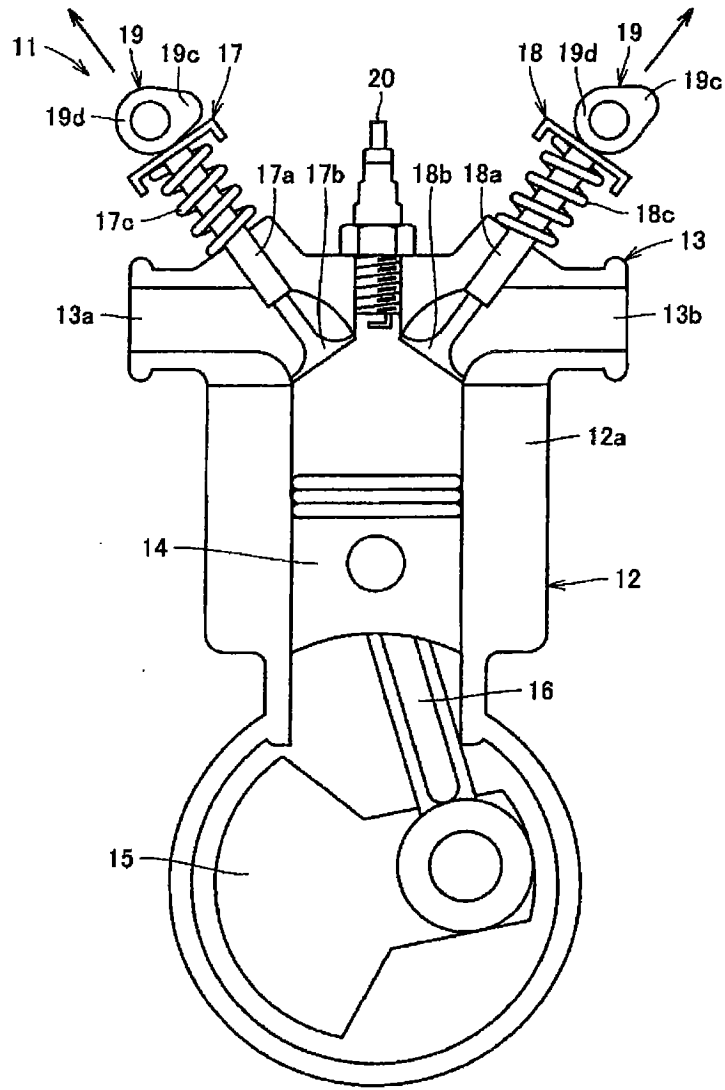


图 18

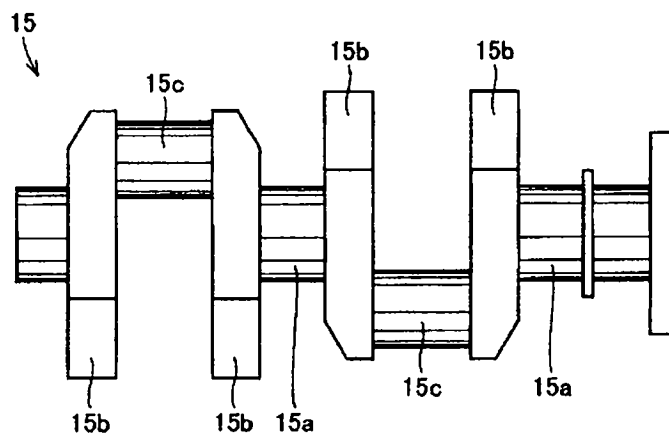


图 19

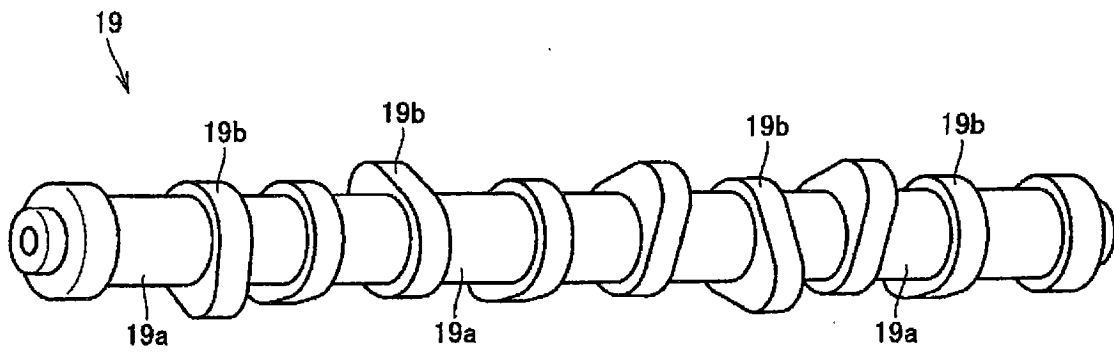


图 20

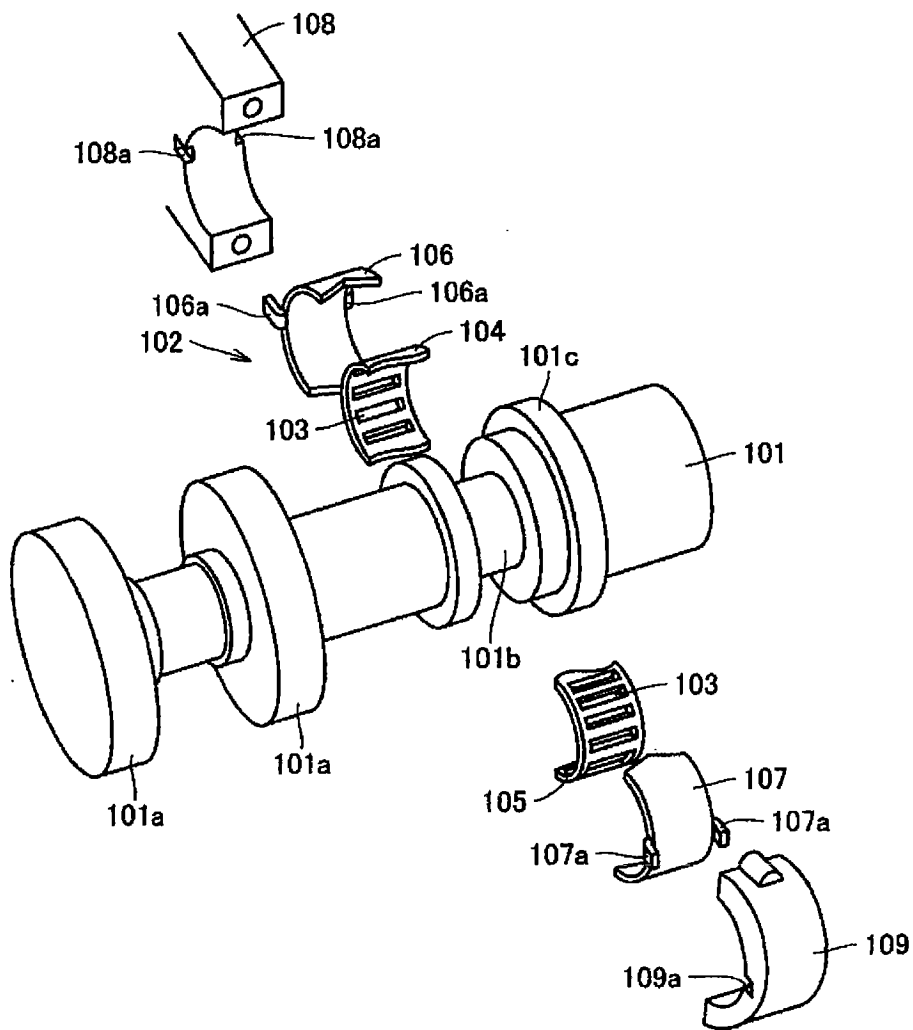


图 21

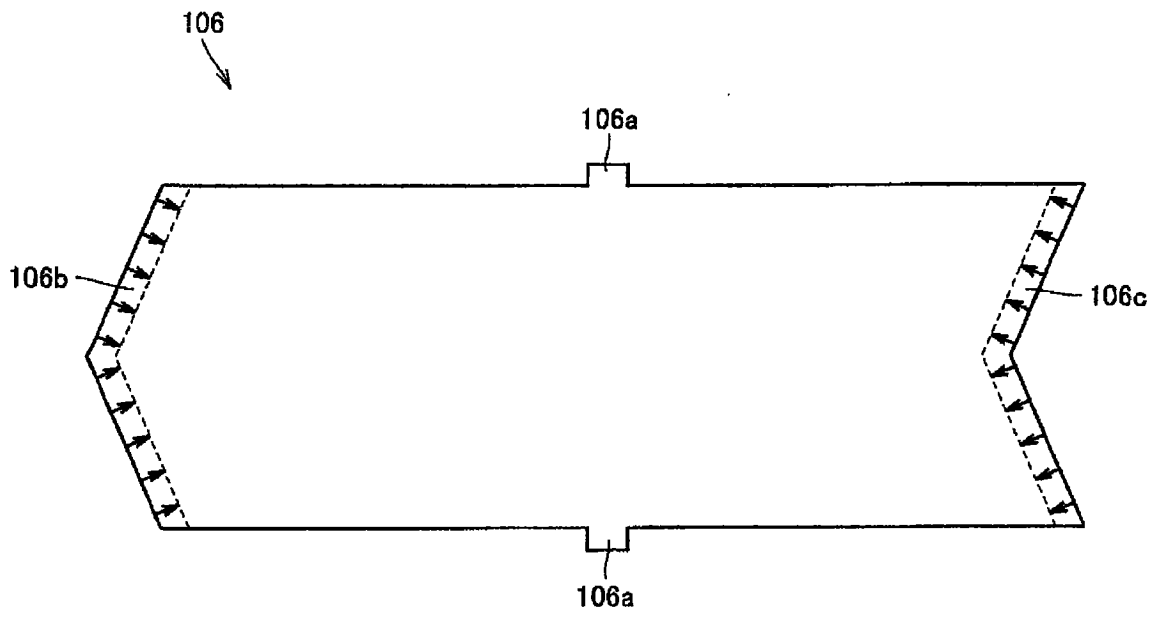


图 22