



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103089631 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201210347125. 2

CN 1482364 A, 2004. 03. 17,

(22) 申请日 2012. 09. 18

CN 101498307 A, 2009. 08. 05,

(30) 优先权数据

CN 1734095 A, 2006. 02. 15,

2011-238605 2011. 10. 31 JP

JP S62195689 U, 1987. 12. 12,

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

审查员 马飞

地址 日本东京

(72) 发明人 新井聪经 谷真男 佐藤幸一

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王诣然

(51) Int. Cl.

F04C 23/00(2006. 01)

F04C 29/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1456813 A, 2003. 11. 19,

CN 101688535 A, 2010. 03. 31,

CN 2447567 Y, 2001. 09. 12,

CN 1456813 A, 2003. 11. 19,

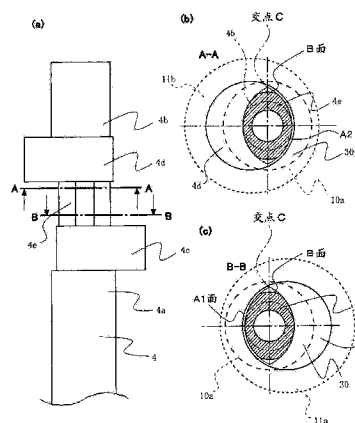
权利要求书1页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

旋转压缩机

(57) 摘要

本发明提供能确保曲柄轴的可靠性(刚性)、并且实现高输出化、高效率化的旋转压缩机。在双气缸旋转压缩机(100)中,借助(A1)面和(A2)面,中间轴(4e),在与曲柄轴(4)(更具体地说是中间轴(4e)的轴垂直的截面中,在与主轴侧偏心部(4c)及副轴侧偏心部(4d)的偏心方向成直角的方向上是凸状形状。另外,成为该凸状的端部的(B)面,形成在比(A1)面的假想延长线和(A2)面的假想延长线的交点(C)的位置更靠近轴中心侧。



1. 一种旋转压缩机,具有电动机、曲柄轴、第 1 活塞、第 2 活塞、第 1 气缸、第 2 气缸和分隔板;

上述电动机具有定子和转子;

上述曲柄轴由上述电动机驱动,具有固定在上述转子上的主轴、设在上述主轴的轴方向的相反侧的副轴、在上述主轴与上述副轴之间设有大致 180° 相位差地形成的主轴侧偏心部及副轴侧偏心部、以及设在上述主轴侧偏心部与上述副轴侧偏心部之间的中间轴;

上述第 1 活塞与上述主轴侧偏心部嵌合;

上述第 2 活塞与上述副轴侧偏心部嵌合;

上述第 1 气缸形成有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内配置上述主轴侧偏心部及上述第 1 活塞,形成压缩室;

上述第 2 气缸形成有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内配置上述副轴侧偏心部及上述第 2 活塞,形成压缩室;

上述分隔板形成有在内部配置上述中间轴的圆筒状贯通孔,将上述第 1 气缸的压缩室与上述第 2 气缸的压缩室分隔;其特征在于,

上述中间轴,借助形成在与上述主轴侧偏心部的反偏心侧的外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面更靠近轴中心侧的第 1 面 (A1),和形成在与上述副轴侧偏心部的反偏心侧的外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面更靠近轴中心侧的第 2 面 (A2),与轴方向成直角的截面在与上述主轴侧偏心部及上述副轴侧偏心部的偏心方向成直角的方向上是凸状的形状;

上述中间轴由第 3 面 (B) 形成,在该第 3 面 (B) 中,上述凸状的前端部配置在与轴方向成直角的截面中的比上述第 1 面 (A1) 和上述第 2 面 (A2) 的假想延长线的交点 (C) 更靠近轴中心侧,并且上述凸状的前端部由曲面和平坦面中的至少一个构成。

2. 根据权利要求 1 所述的旋转压缩机,其特征在于,上述分隔板,由穿过形成在该分隔板上的贯通孔的截面分割成多个。

3. 根据权利要求 1 所述的旋转压缩机,其特征在于,

上述分隔板由一体部件形成;

上述第 1 活塞及上述第 2 活塞从上述副轴侧嵌合;

成为上述副轴侧偏心部的反偏心侧的上述副轴的外周面,形成在比上述副轴侧偏心部的反偏心侧的外周面更靠近轴中心侧;

上述副轴的外径,形成为比上述主轴的外径细。

4. 根据权利要求 1 所述的旋转压缩机,其特征在于,

上述分隔板由一体部件形成;

上述第 1 活塞及上述第 2 活塞从上述主轴侧嵌合;

成为上述主轴侧偏心部的反偏心侧的上述主轴的外周面,形成在比上述主轴侧偏心部的反偏心侧的外周面更靠近轴中心侧;

上述主轴的外径,形成为比上述副轴的外径细。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的旋转压缩机,其特征在于,上述曲柄轴,由拉伸弹性模量为 150GPa 以上的材料形成。

旋转压缩机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在空调机、电冰箱等冷冻空调装置的制冷循环中使用的进行制冷剂气体的压缩的旋转压缩机。

背景技术

[0002] 在双气缸旋转压缩机中,分别在 2 个压缩室把低压制冷剂气体压缩成为高压制冷剂气体,在 2 级旋转压缩机中,在低级侧的压缩室把低压制冷剂气体压缩成中压制冷剂气体,在高级侧压缩室把中压制冷剂气体压缩成高压制冷剂气体,其中,在曲柄轴上,具有配置在气缸内的 2 个偏心部和设在这些偏心部之间的中间轴。已往,提出实现了将中间轴的刚性提高的双气缸旋转压缩机、2 级旋转压缩机。作为实现了这样的中间轴的刚性提高的、已往的双气缸旋转压缩机,例如,提出了把中间轴的外周面,沿着 2 个偏心部的反偏心侧外周面,形成在比该偏心侧外周面更靠近轴中心侧,与轴方向成直角的截面中的中间轴的形状,形成为大致橄榄球状(在与偏心部的偏心方向成直角的方向上呈凸状形状)(例如参照专利文献 1)。

[0003] 现有技术

[0004] 专利文献 1:国际公开 2009/028633 号(图 2A、图 2B)

发明内容

[0005] 发明要解决的课题

[0006] 双气缸旋转压缩机、2 级旋转压缩机,为了把与各偏心部对应形成的 2 个压缩室分隔,在各压缩室间设置了分隔板。由此,在分隔板上形成了圆筒状的贯通孔,中间轴配置在该贯通孔内部。因此,上述专利文献 1 记载的双气缸旋转压缩机,由于中间轴的截面形状形成为大致橄榄球状,所以,在内部配置中间轴的分隔板的贯通孔的内径(下面,也简称为分隔板的内径),需要大于中间轴的大致橄榄球状截面的最大长度(尖端部间的长度)。但是,若增大分隔板的内径,则与曲柄轴的偏心部嵌合的、将压缩室的低压侧空间和内径侧的高压空间密封的活塞的密封长度不足。

[0007] 为此,上述专利文献 1 记载的双气缸旋转压缩机,存在以下问题,即,活塞内周侧的成为高压的制冷剂气体泄漏到压缩室内的低压空间侧,吸入到压缩室的制冷剂气体的重量流量减少,导致冷冻能力降低、压缩效率恶化等。因此,为了解除这样的问题,也考虑过将中间轴形成为细圆柱状的结构。但是,在将中间轴形成为细圆柱状的情况下,曲柄轴的刚性降低,所以会产生以下问题,即,在来自压缩中的制冷剂气体的负载作用下,曲柄轴产生挠曲,给曲柄轴旋转自如地支承的轴承内的油膜产生带来妨碍,导致由润滑不足引起的轴承损伤。

[0008] 顺便提及,用一体部件构成分隔板的情况下,需要将曲柄轴从一方端部侧穿过分隔板的贯通孔,把分隔板配置在中间轴的位置。即,在用一体部件构成分隔板的情况下,需要将一个偏心部穿过分隔板的贯通孔,分隔板的内径需要形成为比该偏心部的外径大。因

此,在用一体部件构成分隔板的情况下,如果增大偏心部的偏心量,则分隔板的内径也增大,活塞的密封长度不足。因此,不能增大偏心部的偏心量。为此,已往也提出了一种旋转压缩机,在该旋转压缩机中,通过将分隔板分割形成,夹入中间轴地组装分隔板,使分隔板的内径形成为比偏心部小。这样,通过将分隔板分割,可以解除活塞的密封长度不足的问题,可以增大偏心部的偏心量。因此,可以扩大压缩室的容积,提高压缩机的冷冻能力。另外,在不变更压缩室容积的情况下,可以与压缩室的轴方向高度成为扁平的量相应地,增大气缸内径(配置有偏心部和活塞的气缸的贯通孔的内径)和活塞外径,所以,可以确保气缸内径和活塞的接近部位、即密封部的长度,可以改善压缩效率。

[0009] 但是,如专利文献 1 那样,在将中间轴形成为截面橄榄球状的情况下,即使将分隔板分割形成,分隔板的内径,也不能小于中间轴的大致橄榄球状截面的最大长度(尖端部间的长度)。因此,如专利文献 1 那样,将中间轴形成为截面橄榄球状时,即使将分隔板分割地形成,也不能解除活塞的密封长度不足、活塞内周侧的成为高压的制冷剂气体泄漏到压缩室内的低压空间侧的问题。

[0010] 本发明是为了解决上述课题而做出的,其目的是提供能确保曲柄轴的可靠性(刚性)、能实现高输出化、高效率化的旋转压缩机。

[0011] 解决课题的技术方案

[0012] 本发明的旋转压缩机,具有电动机、曲柄轴、第 1 活塞、第 2 活塞、第 1 气缸、第 2 气缸、和分隔板;上述电动机具有定子和转子;上述曲柄轴由上述电动机驱动,具有固定在上述转子上的主轴、设在上述主轴的轴方向的相反侧的副轴、在上述主轴与上述副轴之间设有大致 180° 相位差地形成的主轴侧偏心部及副轴侧偏心部、以及设在上述主轴侧偏心部与上述副轴侧偏心部之间的中间轴;上述第 1 活塞与上述主轴侧偏心部嵌合;上述第 2 活塞与上述副轴侧偏心部嵌合;上述第 1 气缸形成有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内配置有上述主轴侧偏心部及上述第 1 活塞,形成压缩室;上述第 2 气缸形成有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内配置有上述副轴侧偏心部及上述第 2 活塞,形成压缩室;上述分隔板形成有在内部配置有上述中间轴的圆筒状贯通孔,将上述第 1 气缸的压缩室与上述第 2 气缸的压缩室分隔。

[0013] 上述中间轴,借助形成在与上述主轴侧偏心部的反偏心侧外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面靠近轴中心侧的第 1 面 A1、和形成在与上述副轴侧偏心部的反偏心侧的外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面更靠近轴中心侧的第 2 面 A2,与轴方向成直角的截面形成为在与上述主轴侧偏心部及上述副轴侧偏心部的偏心方向成直角的方向,呈凸状的形状。上述中间轴由第 3 面 B 形成,在该第 3 面 B 中,上述凸状的前端部配置在与轴方向成直角的截面中的比上述第 1 面 A1 和上述第 2 面 A2 的假想延长线的交点 C 更靠近轴中心侧,并且上述凸状的前端部由曲面和平坦面中的至少一个构成。

[0014] 发明效果

[0015] 在本发明的旋转压缩机中,中间轴借助形成在与主轴侧偏心部的反偏心侧的外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面更靠近轴中心侧的第 1 面 A1、和形成在与副轴侧偏心部的反偏心侧的外周面同一位置、或者沿着该外周面形成在比该外周面更靠近轴中心侧的第 2 面 A2,与轴方向成直角的截面形成为在与主轴侧偏心部及副轴侧偏心部的偏心方向成直角的方向上呈凸状的形状。另外,凸状的前端部由第 3 面 B 形成,该第 3 面

B 由曲面和平坦面中的至少一个构成,在与轴方向成直角的截面中,该第 3 面 B 配置在比上述第 1 面 A1 和上述第 2 面 A2 的假想延长线的交点 C 更靠近轴中心侧。因此,本发明的旋转压缩机可提高中间轴的强度,减小分隔板的内径,可确保曲柄轴的可靠性,实现高输出化、高效率化。

附图说明

[0016] 图 1 是表示本发明实施方式 1 的图,是双气缸旋转压缩机 100 的纵剖视图。

[0017] 图 2 是表示本发明实施方式 1 的图,是曲柄轴 4 的中间轴 4e 的剖视图((a)是将曲柄轴 4 的一部分省略的俯视图,(b)是(a)的 A-A 剖视图,(c)是(a)的 B-B 剖视图)。

[0018] 图 3 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示通过螺栓连接将第 1 气缸 8 和主轴承 6 固定的状态的图。

[0019] 图 4 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示将曲柄轴 4 的主轴 4a 插入主轴承 6,接着使第 1 活塞 11a 依次通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d、中间轴 4e,组装在主轴侧偏心部 4c 上状态的图。

[0020] 图 5 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示将分隔板 10 通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d,临时组装在中间轴 4e 上的状态的图。

[0021] 图 6 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示将分隔板 10 组装在中间轴 4e 上的状态的图,表示了使分隔板 10 朝着轴成直角的方向移动,与第 1 气缸 8 对准中心的状态。

[0022] 图 7 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示将第 2 活塞 11b 通过副轴 4b 后插入副轴侧偏心部 4d,用螺栓 13 将第 2 气缸 9 和副轴承 7 固定并插入曲柄轴 4 的副轴 4b 的状态的图。

[0023] 图 8 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示将分隔板 10 夹在中间地从副轴承 7 的外侧用螺栓 15 把第 2 气缸 9 固定在第 1 气缸 8 上,同时将分隔板 10 夹在中间地从主轴承 6 的外侧用螺栓 12 把第 1 气缸 8 固定在第 2 气缸 9 上状态的图。

[0024] 图 9 是表示本发明实施方式 1 的图,是表示在第 1 活塞 11a 的内径轴方向两端,设置了退避形状 11a-1 时的、第 1 活塞 11a 往曲柄轴 4 上组装的顺序的图。

[0025] 图 10 是表示本发明实施方式 1 的图,是将图 9 和图 11 进行比较的图(图 10 (a)是比较例,图 10 (b)是本实施方式)。

[0026] 图 11 是表示比较例的图,是表示第 1 活塞 11a 往曲柄轴 4 上组装的顺序的图。

[0027] 图 12 是表示比较例的图,是表示在中间轴 4e 上设置了台阶部的曲柄轴 4 的图((a)是将曲柄轴 4 的一部分省略掉的俯视图,(b)是(a)的 A-A 剖视图,(c)是(a)的 B-B 剖视图)。

[0028] 图 13 是表示比较例的图,是表示把第 1 活塞 11a 组装到图 12 的曲柄轴 4 上的顺序的图。

[0029] 附图标记的说明

[0030] 1…密闭容器,2…电动机,2a…定子,2b…转子,3…压缩机构部,4…曲柄轴,4a…主轴,4b…副轴,4c 主轴侧偏心部,4d…副轴侧偏心部,4e…中间轴,4e-1…第 1 中间轴,4e-2…第 2 中间轴,4f…内径,6…主轴承,6a…螺栓通孔,7…副轴承,8…第 1 气缸,8a…螺栓通孔,9…第 2 气缸,10…分隔板,10a…内径,10b…螺栓通孔,11a…第 1 活塞,11a-1…

退避形状,11b…第2活塞,12…螺栓,13…螺栓,14…螺栓,20…给油孔,21…吸入连接管,22…吸入连接管,23…排出管,24…玻璃端子,25…导线,30…高压空间,40…储存器,100…双气缸旋转压缩机。

具体实施方式

[0031] 实施方式 1

[0032] 图 1 至图 2 是表示本发明实施方式 1 的图。图 1 是双气缸旋转压缩机 100 的纵剖视图。图 2 是曲柄轴 4 的中间轴 4e 的剖视图((a)是将曲柄轴 4 的一部分省略掉的俯视图,(b)是(a)的 A-A 剖视图,(c)是(a)的 B-B 剖视图)。图 3 是表示由螺栓连接将第 1 气缸 8 和主轴承 6 固定的状态的图。图 4 是表示将曲柄轴 4 插入主轴承 6,使第 1 活塞 11a 通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d、中间轴 4e,组装在主轴侧偏心部 4c 上的状态的图。图 5 是表示将分隔板 10 临时组装在中间轴 4e 上的状态的图。图 6 是表示将分隔板 10 组装在中间轴 4e 上的状态的图。图 7 是表示将第 2 活塞 11b 插入副轴侧偏心部 4d,将第 2 气缸 9 和副轴承 7 固定并插入曲柄轴 4 的副轴 4b 的状态的图。图 8 是表示将分隔板 10 夹在中间地从副轴承 7 的外侧把第 2 气缸 9 固定在第 1 气缸 8 上,同时将分隔板 10 夹在中间地从主轴承 6 的外侧把第 1 气缸 8 固定在第 2 气缸 9 上状态的图。图 9 是表示在第 1 活塞 11a 的内径轴方向两端,设置了退避形状 11a-1 时的、第 1 活塞 11a 往曲柄轴 4 上组装的顺序的图。图 10 是将图 9 和图 11 进行比较的图(图 10 (a)是比较例,图 10 (b)是本实施方式)。

[0033] 下面,用图 1 至图 10,说明本实施方式 1 的双气缸旋转压缩机 100。

[0034] 根据图 1,说明双气缸旋转压缩机 100 的构造。双气缸旋转压缩机 100,在高压环境的密闭容器 1 内,收容由定子 2a 和转子 2b 构成的电动机 2、和由电动机 2 驱动的压缩机构部 3。

[0035] 电动机 2 的旋转力,经曲柄轴 4 传递到压缩机构部 3。

[0036] 曲柄轴 4 具有固定在电动机 2 的转子 2b 上的主轴 4a、设在主轴 4a 的相反侧的副轴 4b、在主轴 4a 与副轴 4b 之间设有规定相位差(例如 180°)地形成的主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d、以及设在这些主轴侧偏心部 4c 与副轴侧偏心部 4d 之间的中间轴 4e。

[0037] 主轴承 6 具有用于与曲柄轴 4 的主轴 4a 滑动的间隙地与主轴 4a 嵌合,并旋转自如地轴支承主轴 4a。

[0038] 副轴承 7 具有用于与曲柄轴 4 的副轴 4b 滑动的间隙地与副轴 4b 嵌合,并旋转自如地轴支承副轴 4b。

[0039] 压缩机构部 3 具有主轴 4a 侧的第 1 气缸 8 和副轴 4b 侧的第 2 气缸 9。

[0040] 第 1 气缸 8 具有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内,设置旋转自如地与曲柄轴 4 的主轴侧偏心部 4c 嵌合的第 1 活塞 11a,另外,还设有随着主轴侧偏心部 4c 的旋转而往复运动的第 1 叶片(图未示)。

[0041] 用主轴承 6 和分隔板 10 把第 1 气缸 8 的贯通孔的轴方向两端面闭塞,形成压缩室,该第 1 气缸 8 收容了第 1 叶片和旋转自如地与曲柄轴 4 的主轴侧偏心部 4c 嵌合的第 1 活塞 11a。

[0042] 第 1 气缸 8 固定在密闭容器 1 的内周部上。

[0043] 第 2 气缸 9 也具有圆筒状的贯通孔,在该贯通孔内设置旋转自如地与曲柄轴 4 的

副轴侧偏心部 4d 嵌合的第 2 活塞 11b。另外,还设有随着副轴侧偏心部 4d 的旋转而往复运动的第 2 叶片(图未示)。

[0044] 用副轴承 7 和分隔板 10 把第 2 气缸 9 的贯通孔的轴方向两端面闭塞,形成压缩室,该第 2 气缸 9 收容了第 2 叶片和旋转自如地与曲柄轴 4 的副轴侧偏心部 4d 嵌合的第 2 活塞 11b。

[0045] 压缩机构部 3,在把第 1 气缸 8 和主轴承 6 进行螺栓连接、把第 2 气缸 9 和副轴承 7 进行螺栓连接后,将分隔板 10 夹在它们之间,沿着轴方向,从主轴承 6 的外侧螺栓连接固定到第 2 气缸 9,以及从副轴承 7 的外侧螺栓连接固定到第 1 气缸 8。

[0046] 图 1 所示的螺栓 12,是从主轴承 6 的外侧,沿轴方向,连接固定到第 2 气缸 9 的螺栓的一部分。

[0047] 另外,图 1 所示的螺栓 13 是连接第 2 气缸 9 和副轴承 7 的螺栓的一部分。

[0048] 与密闭容器 1 邻接地,设有储存器 40。吸入连接管 21、吸入连接管 22,分别将第 1 气缸 8、第 2 气缸 9 与储存器 40 连接。

[0049] 在第 1 气缸 8、第 2 气缸 9 中被压缩了的制冷剂气体,排出到密闭容器 1,从排出管 23,送出到冷冻空调装置的制冷循环中。

[0050] 另外,电力从玻璃端子 24 经由导线 25,供给到电动机 2。

[0051] 虽然未图示,但在密闭容器 1 内的底部,储存着将压缩机构部 3 的各滑动部润滑的润滑油(冷冻机油)。

[0052] 向压缩机构部 3 的各滑动部的润滑油的供给,由设置在曲柄轴 4 上的给油孔 20 进行,使储存在密闭容器 1 底部的润滑油,利用由曲柄轴 4 的旋转所产生离心力,沿着曲柄轴 4 的内径 4f 上升。图 1 的例中,给油孔 20 形成在 4 个部位。润滑油从各给油孔 20,被供给到主轴 4a 与主轴承 6、主轴侧偏心部 4c 与第 1 活塞 11a、副轴侧偏心部 4d 与第 2 活塞 11b、以及副轴 4b 与副轴承 7 之间的滑动部。

[0053] 为了抑制曲柄轴 4 因运转中的压缩气体负荷所产生的挠曲,曲柄轴 4 使用拉伸弹性模量为 150GPa 以上的材料。另外,为了抑制运转时的振动,主轴侧偏心部 4c 和副轴侧偏心部 4d 是大致同一形状(同一直径、同一轴方向长度)、大致同一偏心量,以保持旋转时的离心力的平衡。

[0054] 在此,在本实施方式 1 中,用一体部件形成分隔板 10。因此,基于下述理由,把主轴侧偏心部 4c 的反偏心侧外周面,形成在比主轴 4a 的外周面更靠近轴中心侧。把副轴 4b 的外径形成成为比主轴 4a 的外径细,把副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面,形成在比副轴 4b 的外周面更靠近反轴中心侧。

[0055] 如上所述,副轴侧偏心部 4d 与主轴侧偏心部 4c 是同一形状、同一偏心量。因此,如果在副轴 4b 的外径与主轴 4a 的外径相同的情况下,把主轴侧偏心部 4c 的反偏心侧外周面,形成在比主轴 4a 的外周面更靠近轴中心侧,则副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面,也比副轴 4b 的外周面更靠近轴中心侧。于是,如后所述,在从副轴 4b 侧安装第 1 活塞 11a 和第 2 活塞 11b 的情况下,不能将副轴侧偏心部 4d 插入第 1 活塞 11a 和第 2 活塞 11b。即,不能把第 1 活塞 11a 和第 2 活塞 11b 安装在主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 上。为此,在本实施方式 1 中,把副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面,形成在比副轴 4b 的外周面更靠近反轴中心侧,能够安装第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b。另外,对第 1 活塞 11a 及第 2 活塞

11b 的安装没有影响的主轴 4a, 为了确保曲柄轴 4 的强度, 使其外径比副轴 4b 的外径大。

[0056] 另外, 在本实施方式 1 中, 为了确保中间轴 4e 的强度, 并且为了增大主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心量, 做成图 2 所示的形状。图 2 (a) 中所示的曲柄轴 4, 其主轴 4a 在纸面下侧, 副轴 4b 在纸面上侧。

[0057] 如图 2 所示, 中间轴 4e 由相当于本发明第 1 面的 A1 面、相当于本发明第 2 面的 A2 面、和相当于本发明第 3 面的 B 面形成。在与曲柄轴 4 (具体地说是中间轴 4e) 的轴垂直的截面中, 在与主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心方向成直角的方向上是凸状形状。

[0058] 具体地说, A1 面形成在比主轴侧偏心部 4c 的反偏心侧的外周面更靠近轴中心侧, 是沿着主轴侧偏心部 4c 的反偏心侧的外周面的形状。同样地, A2 面形成在比副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧的外周面更靠近轴中心侧, 是沿着副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧的外周面的形状。这样, 通过用 A1 面和 A2 面构成中间轴 4e, 中间轴 4e 在与曲柄轴 4 (更具体地说是中间轴 4e) 的轴垂直的截面中, 在与主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心方向成直角方向上是凸状形状。因此, 中间轴 4e 的截面积增大, 可提高中间轴 4e 的强度。

[0059] 在此, 中间轴 4e, 如图 1 所示, 配置在形成于分隔板 10 的贯通孔的内部。因此, 分隔板 10 的贯通孔的内径 10a, 需要形成得比中间轴 4e 的、与轴方向成直角的截面中的最大长度大。这时, 上述专利文献 1 记载的中间轴中, 与主轴侧偏心部及副轴侧偏心部的偏心方向成直角方向的端部, 成为 A1 面的假想延长线和 A2 面的假想延长线的交点 C 的位置 (参照图 2)。因此, 分隔板 10 的内径 10a 增大。因此, 在要增大偏心部 (相当于本实施方式 1 的主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d) 的偏心量的情况下, 活塞的密封长度 (例如相当于图 2 (c) 所示的、第 1 活塞 11a 与分隔板 10 的内径 10a 间的距离) 不足, 活塞内周侧的成为高压的制冷剂气体, 泄漏到压缩室内的低压空间侧, 吸入压缩室的制冷剂气体的重量流量减少, 导致冷冻能力降低、压缩效率恶化。

[0060] 另一方面, 本实施方式 1 的中间轴 4e, 与主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心方向成直角方向的端部由 B 面构成。并且 B 面形成在比 A1 面的假想延长线和 A2 面的假想延长线的交点 C 的位置更靠近轴中心侧。由此, 可以减小分隔板 10 的内径 10a。因此, 即使增大主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心量, 也能充分确保活塞的密封长度 (即图 2 (c) 所示的第 1 活塞 11a 与分隔板 10 的内径 10a 间的距离、以及图 2 (b) 所示的第 2 活塞 11b 与分隔板 10 的内径 10a 间的距离)。因此, 通过如本实施方式 1 这样地形成中间轴 4e, 可以防止活塞内周侧的成为高压的制冷剂气体泄漏到压缩室内的低压空间侧, 防止吸入压缩室的制冷剂气体的重量流量减少。

[0061] 因此, 如本实施方式 1 这样地构成的曲柄轴 4, 可以增大主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心量, 扩大压缩室的排除容积, 实现双气缸旋转压缩机 100 的高输出化。

[0062] 换言之, 在相同输出的情形下, 可以减小压缩室的容积, 能够实现双气缸旋转压缩机 100 小型轻量化。

[0063] 再换言之, 在不变更压缩室容积的情况下, 与压缩室的轴方向高度成为扁平的量对应地, 即, 与将第 1 气缸 8 和第 2 气缸 9 的厚度减薄的量对应地, 增大这些第 1 气缸 8 及第 2 气缸 9 的气缸内径、和第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b 的外径。由此, 可以确保在第 1 气缸 8 的内径与第 1 活塞 11a 之间以及在第 2 气缸 9 的内径与第 2 活塞 11b 之间有长的密封

长度,可以改善压缩效率。

[0064] 另外,中间轴 4e 的形状,并不限定于上述形状,也可以是下述形状。例如,中间轴 4e 的 A1 面和 A2 面,也可以形成在与主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面相同的位置。如后所述,第 1 活塞 11a 通过了副轴侧偏心部 4d 及中间轴 4e 后,与主轴侧偏心部 4c 嵌合。这时,中间轴 4e 的 A1 面和 A2 面,如果不从主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面突出,可以将第 1 活塞 11a 与主轴侧偏心部 4c 嵌合。另外,例如也可以将 B 面的一部分或前部,做成平坦面。如果 B 面形成在比 A1 面的假想延长线和 A2 面的假想延长线的交点 C 的位置更靠近轴中心侧,则可以将分隔板 10 的内径 10a 较小地形成,可得到上述效果。

[0065] 下面,参照图 3 ~ 图 8,说明压缩机构部 3 的组装顺序。

[0066] (1)如图 3 所示,先用螺栓 14 将第 1 气缸 8 和主轴承 6 连接固定。螺栓 14 使用多根。

[0067] (2)如图 4 所示,从第 1 气缸 8 侧,把曲柄轴 4 的主轴 4a 插入主轴承 6。接着,将第 1 活塞 11a,依次通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d、中间轴 4e,组装在主轴侧偏心部 4c 上。

[0068] (3)如图 5 所示,将分隔板 10,通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d,组装在中间轴 4e 上。在该状态下,如箭头所示,仅是将分隔板 10 沿轴方向通过,所以,分隔板 10 的中心与第 1 气缸 8 的中心不一致。

[0069] (4)如图 6 所示,使分隔板 10 在与轴成直角的方向移动,与第 1 气缸 8 中心对准地进行放置。是为了将设在分隔板 10 上的螺栓通孔 10b、第 1 气缸 8 的螺栓通孔 8a、主轴承 6 的螺栓通孔 6a 的位置对准,使后述的螺栓穿过。

[0070] (5)如图 7 所示,将第 2 活塞 11b 通过副轴 4b 后,插入副轴侧偏心部 4d。

[0071] (6)另外,用螺栓 13 (多根)将第 2 气缸 9 和副轴承 7 固定。将其插入曲柄轴 4 的副轴 4b。

[0072] (7)如图 8 所示,把分隔板 10 夹在中间地从副轴承 7 的外侧,用螺栓 15 (多根)把第 2 气缸 9 固定在第 1 气缸 8 上。另外,同时把分隔板 10 夹在中间地从主轴承 6 的外侧,用螺栓 12 (多根)把第 1 气缸 8 固定在第 2 气缸 9 上。

[0073] 在此,上述专利文献 1 记载的、已往的双气缸旋转压缩机,如图 3 ~ 图 8 所示地组装压缩机构部时,存在以下问题。即,如上所述,专利文献 1 记载的已往的双气缸旋转压缩机,需要增大分隔板的内径,所以,活塞的密封长度不足,导致冷冻能力降低、压缩效率恶化。为了防止这一点,考虑到减小地形成分隔板的内径,使分隔板的内径尽量接近中间轴的外周部。但是,在这样地减小了分隔板的内径情况下,在使分隔板的内径中心轴与气缸中心轴对准地进行放置时(相当于实施方式 1 的图 6 的工序),因压缩机构部的构成部件的加工误差等,有时分隔板的内径与中间轴相干涉,不能将相互的中心轴对准。因此,在相当于本实施方式 1 的图 8 工序中,插入分隔板的螺栓通孔的螺栓(相当于螺栓 12、15),不能通过分隔板,需要重新组装压缩机构,组装作业效率低。

[0074] 另一方面,在本实施方式 1 的双气缸旋转压缩机 100 中,即使充分确保活塞的密封长度(即,图 2 (c)所示的第 1 活塞 11a 与分隔板 10 的内径 10a 间的距离、以及图 2 (b)所示的第 2 活塞 11b 与分隔板 10 的内径 10a 间的距离),也能在分隔板 10 的内径 10a 与中间轴 4e 的外周面之间形成充分的空隙。因此,在图 6 所示工序中,分隔板 10 的内径 10a 与中

间轴 4e 互不干涉,这样,在图 8 所示工序中,可以切实地将螺栓 12、15 穿过分隔板 10 的螺栓通孔 10b。因此,能够不必重新组装压缩机构部 3,压缩机构部 3 的组装作业效率提高。

[0075] 另外,实现了提高中间轴强度的曲柄轴,除了专利文献 1 公开的曲柄轴外,还有其它的方案。即使在那样的已往的曲柄轴中,也不能解决本实施方式 1 的双气缸旋转压缩机 100 所解决的课题,下面,基于图 12 和图 13 所示的比较例(实现了提高中间轴强度的已往的曲柄轴的一例),进行说明。

[0076] 如图 12、图 13 的比较例所示,已往,为了抑制由压缩负荷所产生的曲柄轴 4 的挠曲,把中间轴 4e 分成为主轴侧偏心部 4c 侧的第 1 中间轴 4e-1 和副轴侧偏心部 4d 侧的第 2 中间轴 4e-2。

[0077] 如图 12 (a)所示,第 1 中间轴 4e-1 和第 2 中间轴 4e-2,在径方向错开地形成。第 1 中间轴 4e-1 朝主轴侧偏心部 4c 的偏心方向偏心(突出)。另外,第 2 中间轴 4e-2 朝副轴侧偏心部 4d 的偏心方向偏心(突出)。

[0078] 如作为图 12 (a)的 B-B 剖面的图 12 (c)所示,第 1 中间轴 4e-1 与分隔板 10 的内径 10a 之间的间隔窄,特别是处于第 1 中间轴 4e-1 的偏心侧外周面与分隔板 10 的内径 10a 之间的间隔。

[0079] 另外,如作为图 12 (a)的 A-A 剖面的图 12 (b)所示,第 2 中间轴 4e-2 与分隔板 10 的内径 10a 之间的间隔窄,特别是处于第 2 中间轴 4e-2 的偏心侧外周面与分隔板 10 的内径 10a 之间的间隔。

[0080] 图 12 所示的比较例,为了把分隔板 10 放置在中间轴 4e 上,需要图 13 (a)~(d)所示的工序。即,在把分隔板 10 放置在中间轴 4e 上时,需要在第 2 中间轴 4e-2 和第 1 中间轴 4e-1 的交界处,将分隔板 10 倾斜,使其朝主轴侧偏心部 4c 方向移动,然后,再修正分隔板 10 的倾斜。

[0081] 另外,第 1 中间轴 4e-1 和第 2 中间轴 4e-2 朝偏心方向突出,与分隔板 10 的内径 10a 之间的间隔窄。因此,存在第 1 中间轴 4e-1 和第 2 中间轴 4e-2 的偏心侧的外周部容易与分隔板 10 的内径 10a 接触,将分隔板 10 与第 1 气缸 8 对准中心轴时,难以将中心轴对准的弊病。中心轴未对准的工件送出到后工序时,图 8 所示的螺栓 12、15 不能穿过分隔板 10,需要再组装,因此,组装作业效率低。

[0082] 另一方面,在本实施方式 1 的曲柄轴 4 中,与图 12、图 13 所示的比较例不同,中间轴 4e 不从主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 突出,也没有边界。中间轴 4e 位于主轴侧偏心部 4c 和副轴侧偏心部 4d 重合的区域内。

[0083] 这样,如图 5、图 6 所示,把分隔板 10 插入中间轴 4e 时,可以使分隔板 10 顺畅地移动。

[0084] 另外,如上面参照图 2 所述那样,可以扩大中间轴 4e 与分隔板 10 的内径 10a 的间隔,使其相互不接触。将分隔板 10 与第 1 气缸 8 对准中心轴时,没有障碍,组装作业效率提高。

[0085] 另外,图 12、图 13 所示的比较例,与本实施方式 1 的曲柄轴 4 比较,也存在以下问题。

[0086] 对于双气缸旋转压缩机 100,电动机 2 的旋转力矩,传递给转子 2b 和烧嵌固定在转子 2b 上的曲柄轴 4,在由第 1 气缸 8 及第 2 气缸 9 的气室、第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b、

第 1 叶片及第 2 叶片构成的各压缩室内,使与曲柄轴 4 的主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 嵌合的第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b 偏心旋转,据此,将制冷剂压缩。

[0087] 向压缩机构部 3 的各滑动部的给油,由设置在曲柄轴上的给油孔 20 进行,使储存在密闭容器 1 底部的润滑油,利用由曲柄轴 4 的旋转所产生的离心力,沿着曲柄轴 4 的内径 4f 上升。

[0088] 这里,从给油孔 20 排出的润滑油,供给到压缩机构部 3 的各滑动部,并且,存留在被中间轴 4e 和分隔板 10 的内径 10a 包围的高压空间 30 (参照图 1)内。中间轴 4e 在高压空间 30 内高速旋转,搅拌润滑油,这样,成为曲柄轴 4 的驱动力的损失,虽然已知上述情况,但如比较例(图 12、图 13)那样,在中间轴 4e 的第 1 中间轴 4e-1,朝主轴侧偏心部 4c 的偏心方向偏心(突出),第 2 中间轴 4e-2 朝副轴侧偏心部 4d 的偏心方向偏心(突出)的情况下,中间轴 4e 的旋转半径增大,使上述搅拌损失增加。

[0089] 本实施方式 1 的曲柄轴 4,如图 2 所示,可以把中间轴 4e 的旋转半径设计得小,把与分隔板 10 的内径 10a 的间隔也设计得宽,所以,可以大幅度地减小搅拌润滑油的损失。如果只是为了减小搅拌损失,当然也可以考虑把中间轴 4e 形成为直径小于或等于副轴 4b 的圆形,但是,若考虑到抑制曲柄轴 4 的挠曲,则在不妨碍组装作业性的范围内,使中间轴 4e 的截面积最大的、本实施方式 1 的形状是最合适的。

[0090] 顺便提及,本实施方式 1 的双气缸旋转压缩机 100,也研究了减短压缩机构部 3 的轴方向长度。这时,在不变更第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b 的轴方向长度的情况下、即不变更压缩室的轴方向高度时,担心第 1 活塞 11a 不能通过中间轴 4e。为了消除该担心的问题,考虑了将主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度减短的下述方法、将中间轴 4e 的轴方向长度减短的下述方法。

[0091] 虽然未图示,但将主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度减短的方法是指把主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度,形成为比安装在该偏心部上的活塞(第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b)的长度短的方法。这时,轴方向长度减短了的偏心部,是把在中间轴 4e 侧的部分削去,将轴方向的长度减短。

[0092] 如果中间轴 4e 的轴方向长度比第 1 活塞 11a 的轴方向长度长,则可以把第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上。

[0093] 即,将主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度形成为比安装在该偏心部上的活塞(第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b)的长度短,使得中间轴 4e 的轴方向长度成为能够把第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上的大致最小尺寸。这样,不变更第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b 的轴方向长度,就可以缩短压缩机构部 3 的轴方向长度。

[0094] 将压缩机构部 3 的轴方向长度缩短的另一方法,如图 9 所示,是使中间轴 4e 的轴方向长度比第 1 活塞 11a 的轴方向长度短,为了能把第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上,在第 1 活塞 11a 的内径的轴方向两端面上设置退避形状 11a-1 的方法。退避形状 11a-1 由倾斜面、台阶等形成。

[0095] 下面,用图 9 说明把第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上的顺序。

[0096] (1)如图 9 (a)所示,将第 1 活塞 11a,通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d,使第 1 活塞 11a 的轴方向一端与主轴侧偏心部 4c 抵接。

[0097] (2)接着,如图 9 (b)所示,将第 1 活塞 11a 倾斜(在图 9 (b)中,朝逆时针方向倾

斜)。

[0098] (3) 然后,如图 9 (c) 所示,使第 1 活塞 11a 以保持倾斜的状态原样地朝主轴侧偏心部 4c 的偏心方向移动。一直以保持倾斜的状态原样地移动到第 1 活塞 11a 的内径与主轴侧偏心部 4c 的反偏心方向外周面抵接为止。

[0099] (4) 最后,将第 1 活塞 11a 插入主轴侧偏心部 4c。

[0100] 对由在第 1 活塞 11a 的内径的轴方向两端面上设置退避形状 11a-1 所产生的效果进行说明之前,根据图 11,说明主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度、或中间轴 4e 的轴方向长度不减短的比较例。

[0101] 图 11 所示比较例的组装顺序,如下所述。

[0102] (1) 如图 11 (a) 所示,将第 1 活塞 11a,通过副轴 4b、副轴侧偏心部 4d,使第 1 活塞 11a 的轴方向一端与主轴侧偏心部 4c 抵接。

[0103] (2) 如图 11 (b) 所示,在中间轴 4e 处,将第 1 活塞 11a 移动到主轴侧偏心部 4c 侧。

[0104] (3) 如图 11 (c) 所示,将第 1 活塞 11a 插入主轴侧偏心部 4c。

[0105] 图 10 是将图 9 所示的、在第 1 活塞 11a 的内径的轴方向两端面上设置了退避形状 11a-1 的本实施方式、与图 11 所示的比较例进行比较的图。图 10 (a) 是相当于图 11 (c) 的图,图 10 (b) 是相当于图 9 (d) 的图。

[0106] 图 9 所示的、在第 1 活塞 11a 的内径轴方向两端面上设置了退避形状 11a-1 的曲柄轴 4,其中间轴 4e 的轴方向长度与比较例的中间轴 4e 的轴方向长度相比,短了尺寸 d 的量。因此,压缩机构部 3 的轴方向长度,也可缩短尺寸 d 的量。

[0107] 将主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度,形成为比安装在该偏心部上的活塞(第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b)的长度短的方法,或者,将中间轴 4e 的轴方向长度比第 1 活塞 11a 的轴方向长度减短、为了能将第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上而在第 1 活塞 11a 的内径的轴方向两端面上设置退避形状 11a-1 的方法,根据上述方法,如上所述,都具有能使压缩机构部紧凑化地设计的优点。

[0108] 另外,压缩气体负荷的作用点,即,曲柄轴 4 的主轴侧偏心部 4c 或副轴侧偏心部 4d 与成为支承点的主轴承 6 或副轴承 7 的间隔,可以减小,所以,即使处于相同的气体负荷,也可以抑制曲柄轴 4 的挠曲。如果曲柄轴 4 的挠曲增大,则曲柄轴 4 相对于主轴承 6 或副轴承 7 的倾斜增大,产生一端接触的现象。但是,通过抑制曲柄轴 4 的挠曲,来抑制一端接触,可提高主轴承 6 或副轴承 7 的可靠性。

[0109] 另外,也可以把以下方法组合起来进行实施,即,把主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 之中至少一方的轴方向长度,形成为比安装在该偏心部上的活塞(第 1 活塞 11a 及第 2 活塞 11b)的长度减短的方法、以及使中间轴 4e 的轴方向长度比第 1 活塞 11a 的轴方向长度减短、为了能将第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上而在第 1 活塞 11a 的内径轴方向两端面上设置退避形状 11a-1 的方法。这样,可以更加容易地把第 1 活塞 11a 组装到主轴侧偏心部 4c 上。

[0110] 如上所述,在如本实施方式 1 那样构成的双气缸旋转压缩机 100 中,借助 A1 面和 A2 面,中间轴 4e,在与曲柄轴 4 (具体地说是中间轴 4e) 的轴垂直的截面中,在与主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心方向成直角的方向上是凸状的形状。另外,成为该凸状

的端部的 B 面,形成在比 A1 面的假想延长线和 A2 面的假想延长线的交点 C 的位置更靠近轴中心侧。因此,本实施方式 1 的双气缸旋转压缩机 100,可实现提高中间轴的强度,并且减小分隔板的内径,所以,可确保曲柄轴 4 的可靠性,并且能实现高输出化、高效率化。

[0111] 另外,在本实施方式 1 中,虽然说明了一体部件的分隔板 10 的例子,但是,当然也可以采用由穿过内径 10a 的截面分割为多个的分隔板 10。这时,可以夹入中间轴 4e 地组装分隔板 10,可以使分隔板 10 的内径 10a 比主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的外径小地形成。因此,与使用一体部件的分隔板 10 的情况相比,可以更加增大主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心量。因此,可以更加扩大压缩室的容积,更加提高压缩机的冷冻能力。换言之,在得到相同输出的情形下,可减小压缩室的容积,可使得双气缸旋转压缩机 100 更加小型轻量化。另外,在不变更压缩室容积的情形下,可确保在第 1 气缸 8 的内径与第 1 活塞 11a 之间以及在第 2 气缸 9 的内径与第 2 活塞 11b 之间的密封部长度更加长,更加改善压缩效率。

[0112] 另外,在使用分割形成的分隔板 10 的情形下,在组装压缩机构部 3 时,不必将副轴 4b 穿过分隔板 10 的内径 10a。因此,可以使得副轴侧偏心部 4d 的反偏心侧外周面,比副轴 4b 的外周面更靠近轴中心侧地、将副轴 4b 的外径与主轴 4a 同样地较大地形成,更提高曲柄轴 4 的强度。这时,也可以将中间轴 4e 的 B 面,形成在比副轴 4b 的外周面更靠近轴中心侧,另外,分隔板 10 的内径 10a,也可以形成在比副轴 4b 的外周面更靠近轴中心侧。可以更加增大主轴侧偏心部 4c 及副轴侧偏心部 4d 的偏心量。

[0113] 另外,在本实施方式 1 中,在组装压缩机构部 3 时,从副轴 4b 侧安装第 1 活塞 11a、第 2 活塞 11b、及分隔板 10 等,但是,也可以从主轴 4a 侧安装这些部件。在使用一体部件的分隔板 10 的情况下,若把主轴侧偏心部 4c 的反偏心侧外周面形成在比主轴 4a 的外周面更靠近反轴中心侧,就可以安装第 1 活塞 11a、第 2 活塞 11b、和分隔板 10 等。这时,当然可以通过增大对第 1 活塞 11a、第 2 活塞 11b、和分隔板 10 等的安装没有影响的副轴 4b 的外径,提高曲柄轴 4 的强度。

[0114] 另外,在本实施方式 1 中,虽然以各压缩室的吸入制冷剂的压力及排出制冷剂的压力相同的双气缸旋转压缩机为例进行了说明,但是,当然也能够在 2 级旋转压缩机中实施本发明,该 2 级旋转压缩机在低级侧压缩室把低压制冷剂气体压缩成中压制冷剂气体、在高级侧压缩室把中压制冷剂气体压缩成高压制冷剂气体。

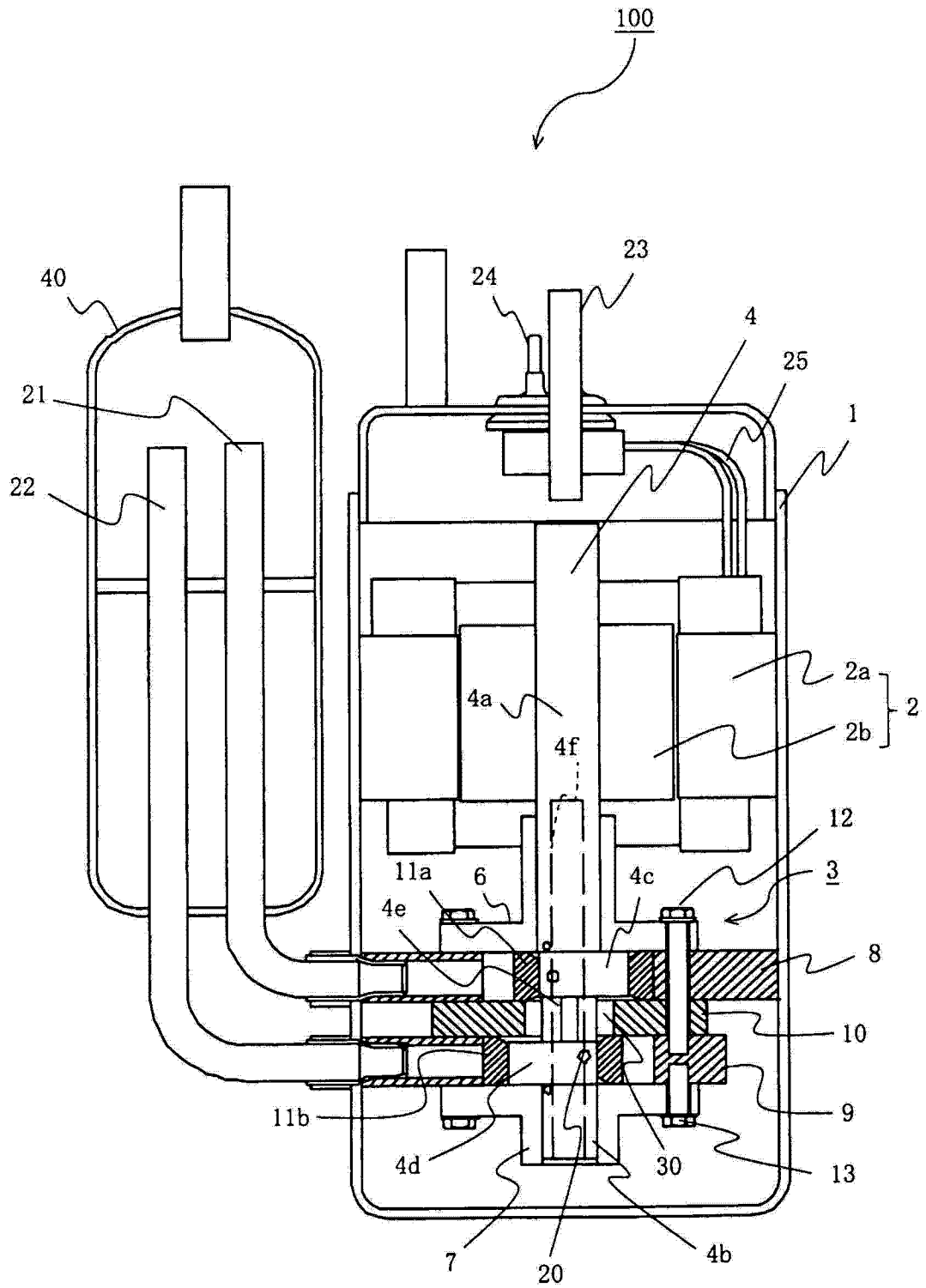


图 1

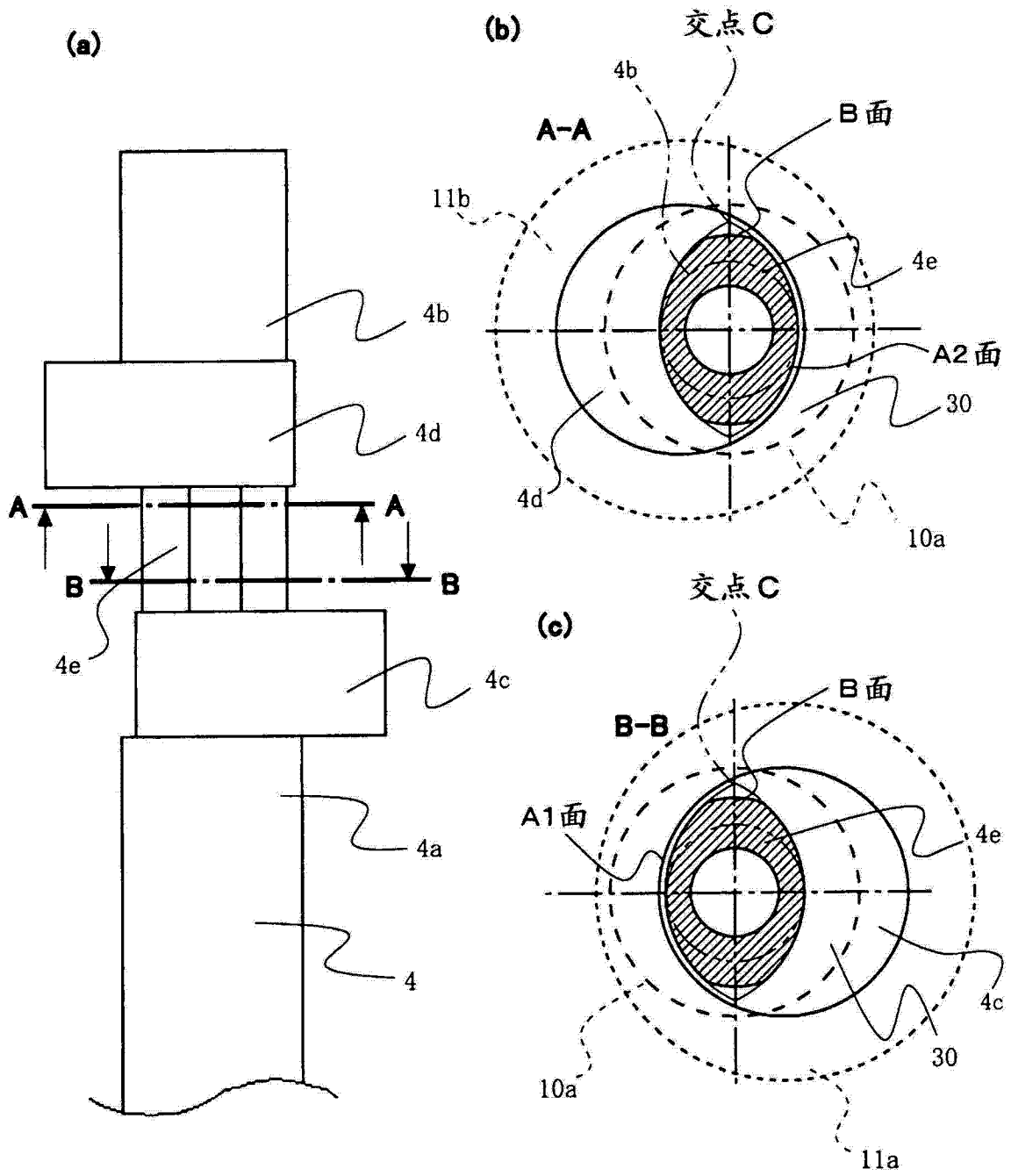


图 2

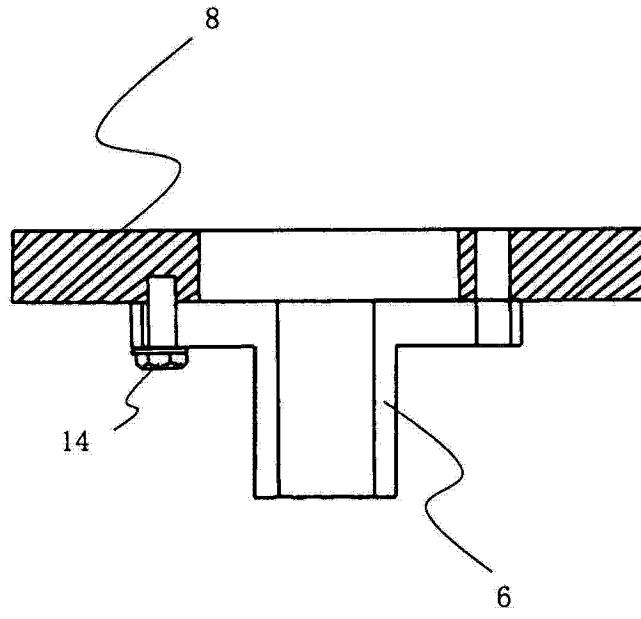


图 3

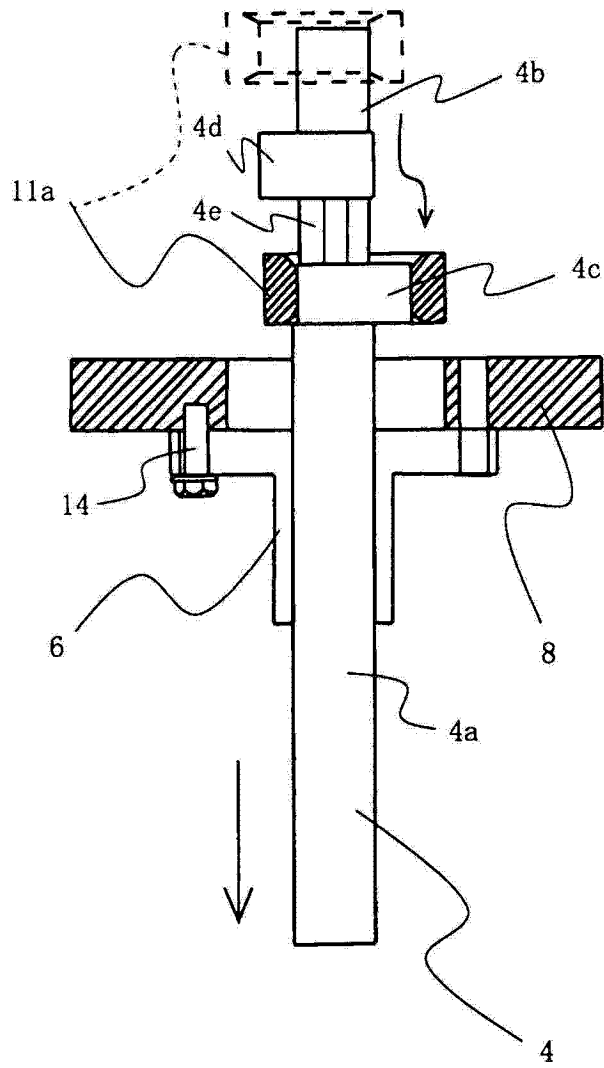


图 4

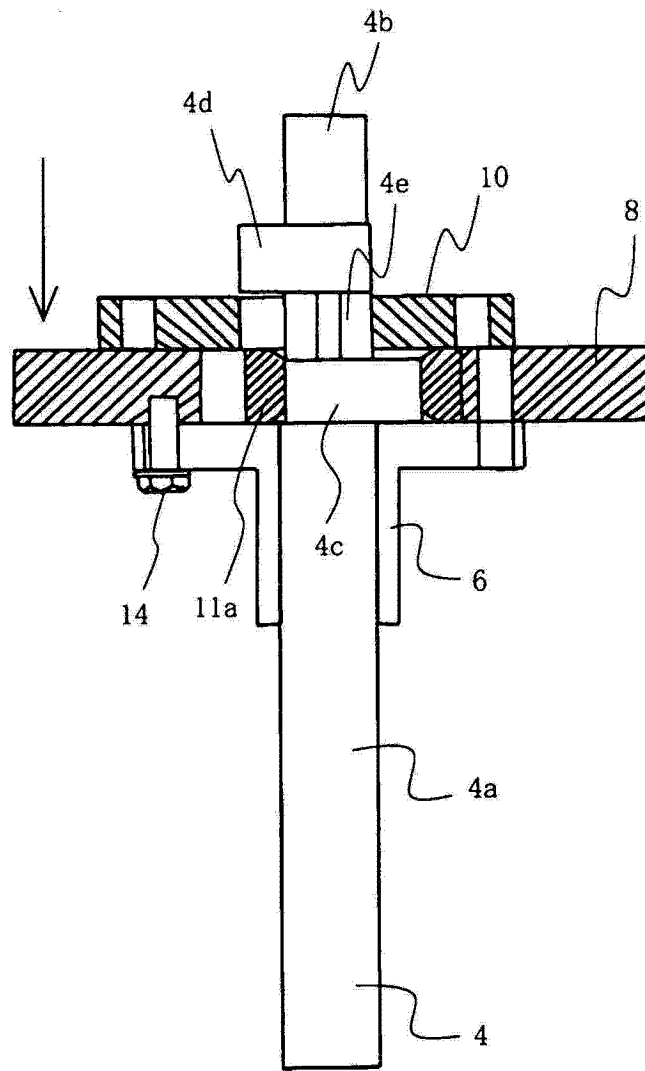


图 5

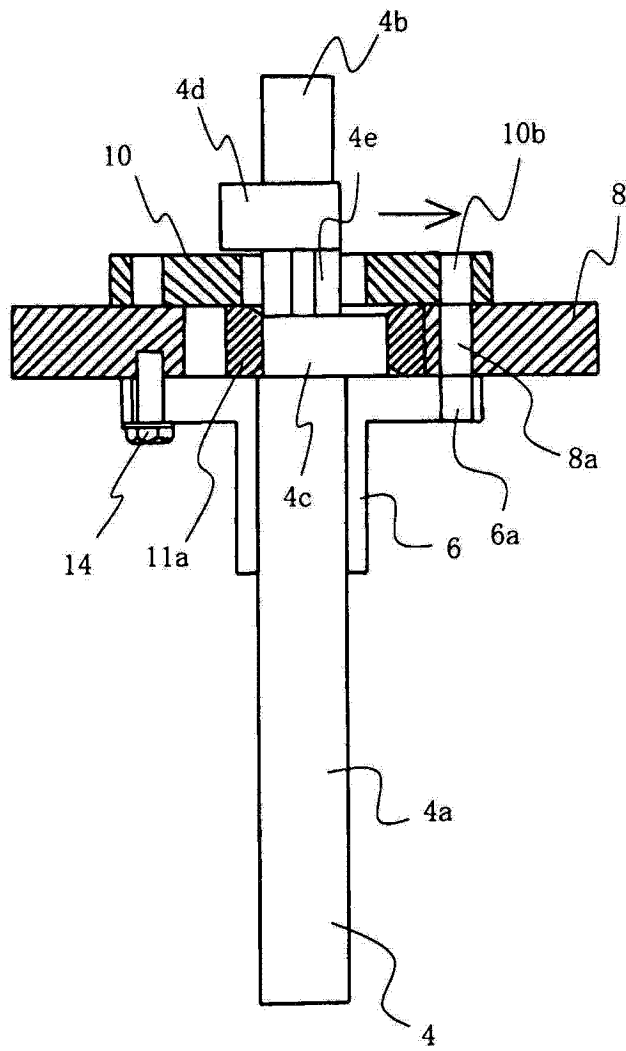


图 6

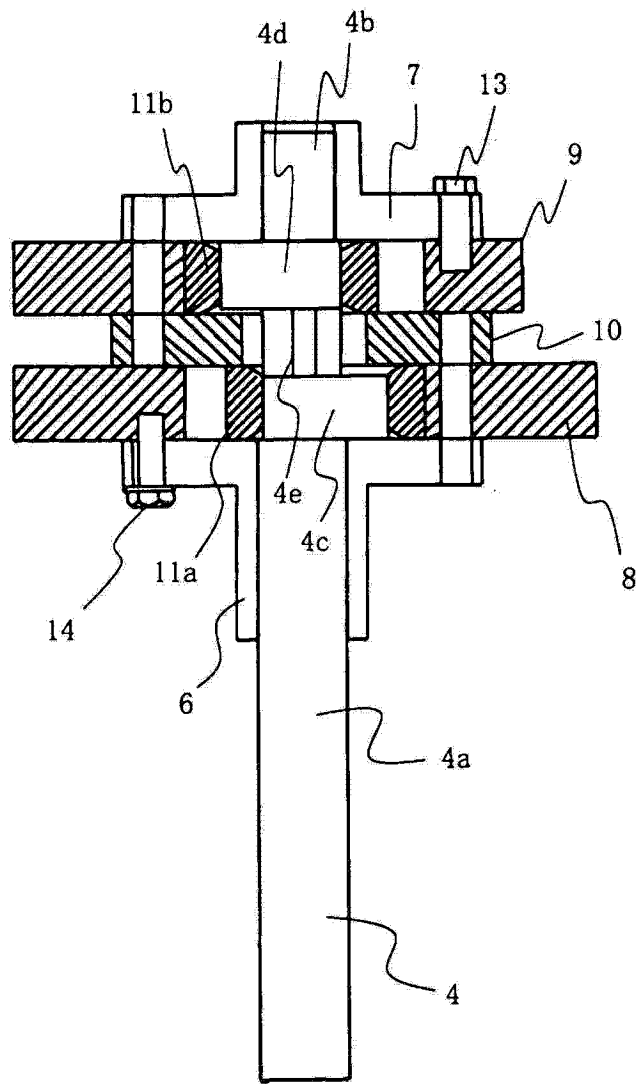


图 7

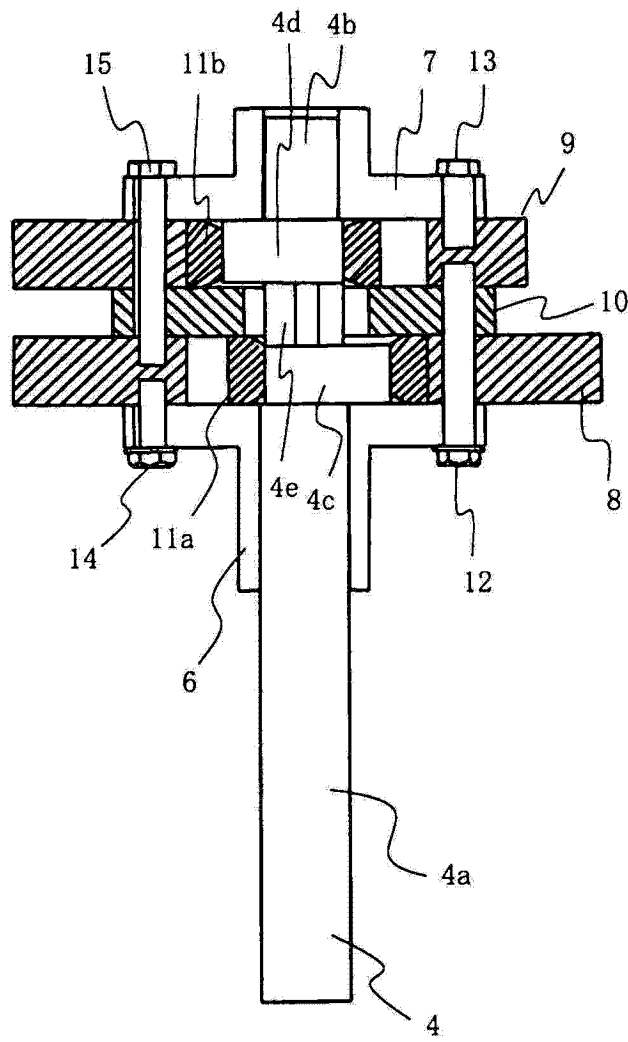


图 8

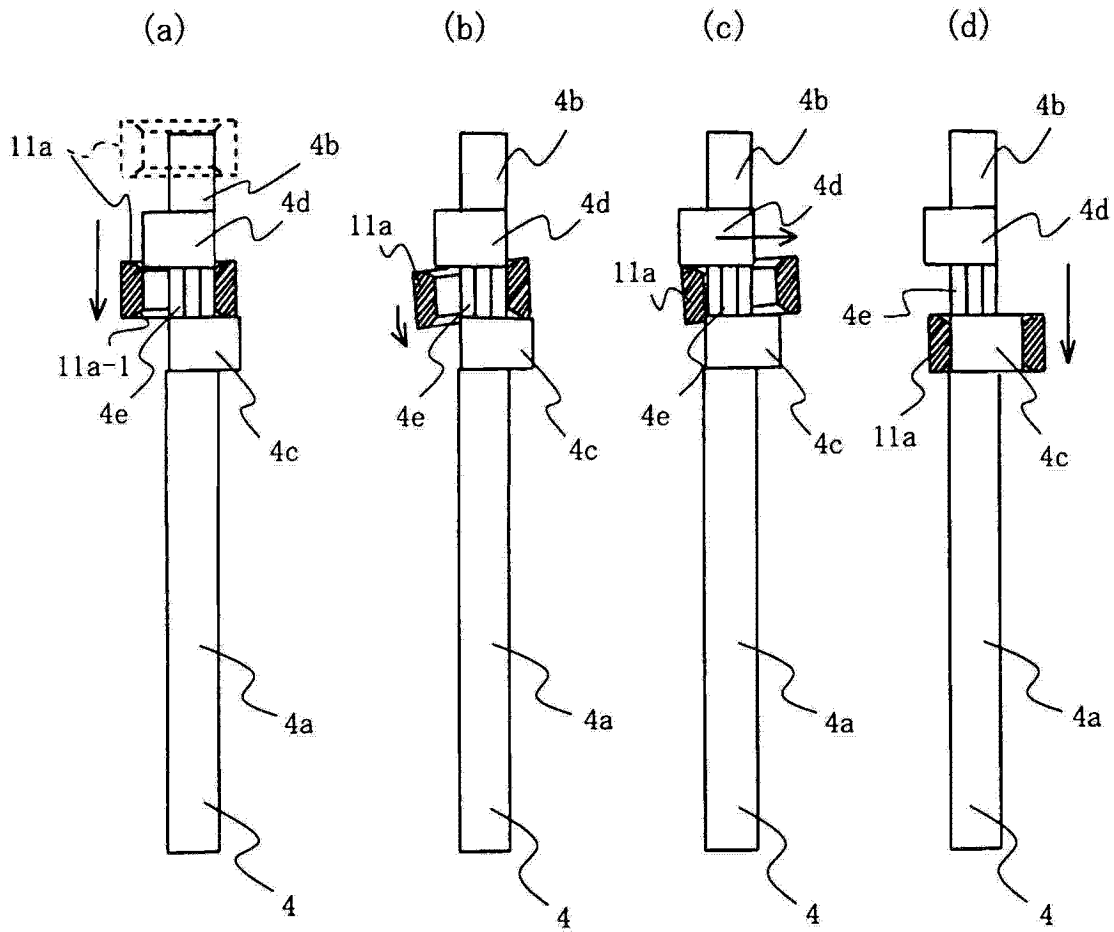


图 9

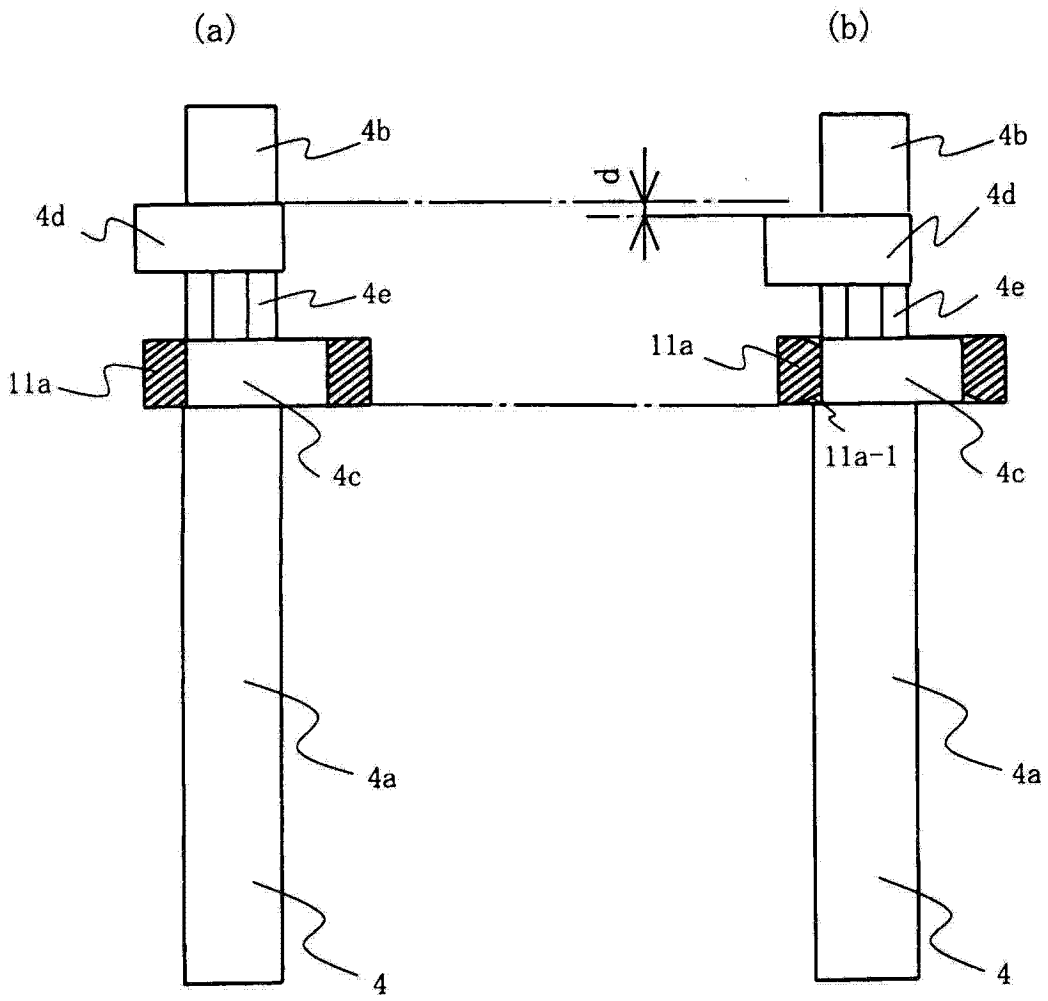


图 10

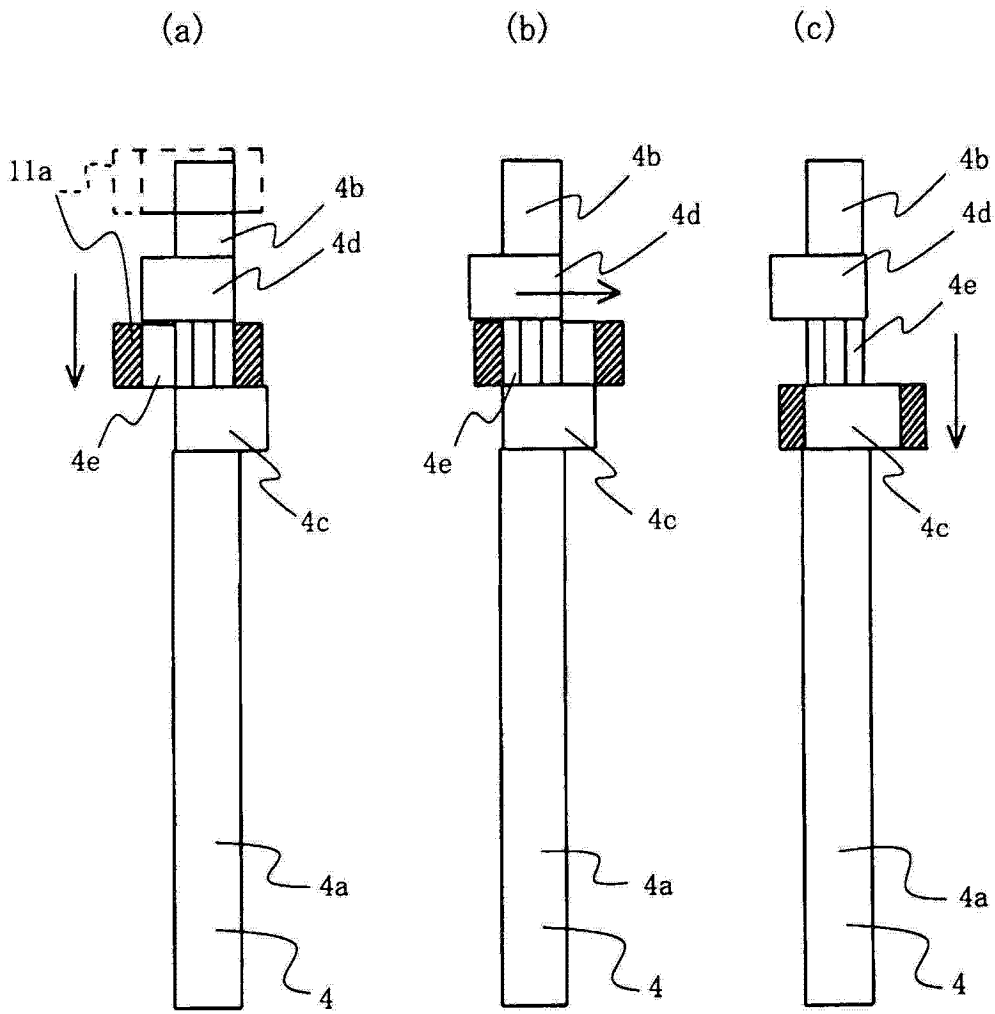


图 11

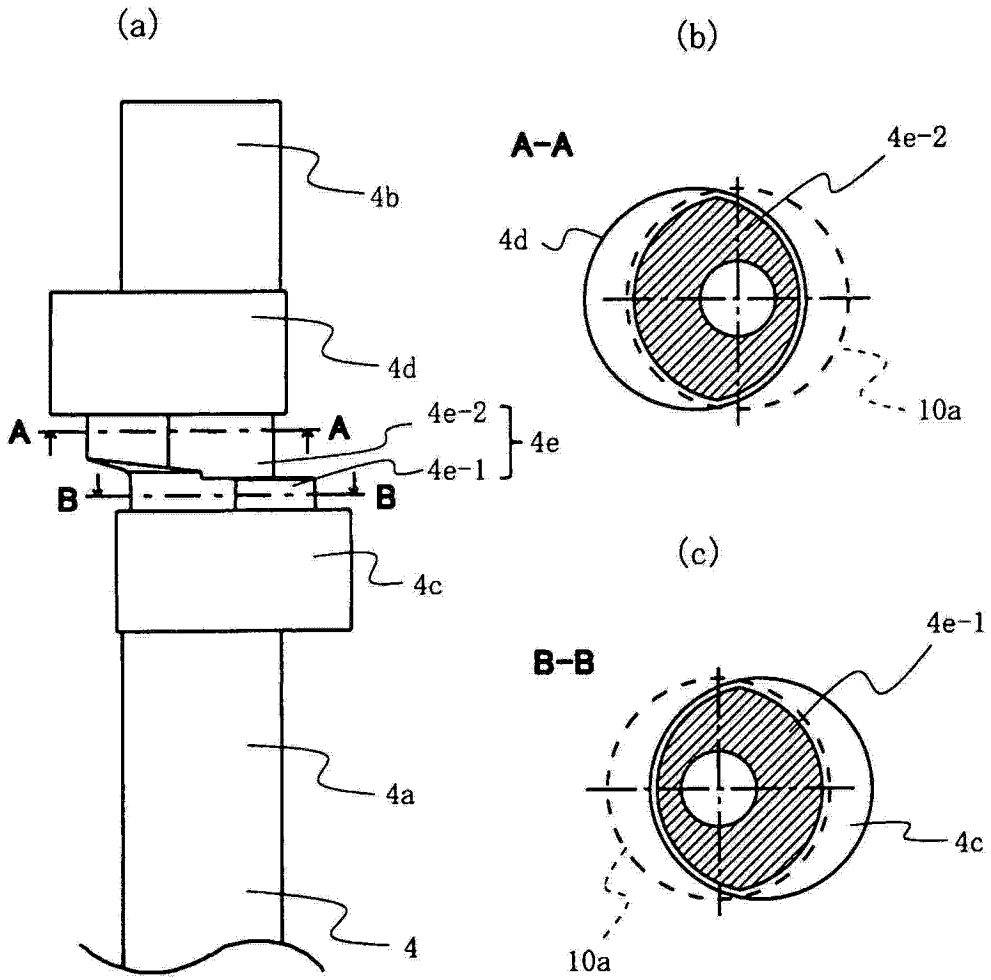


图 12

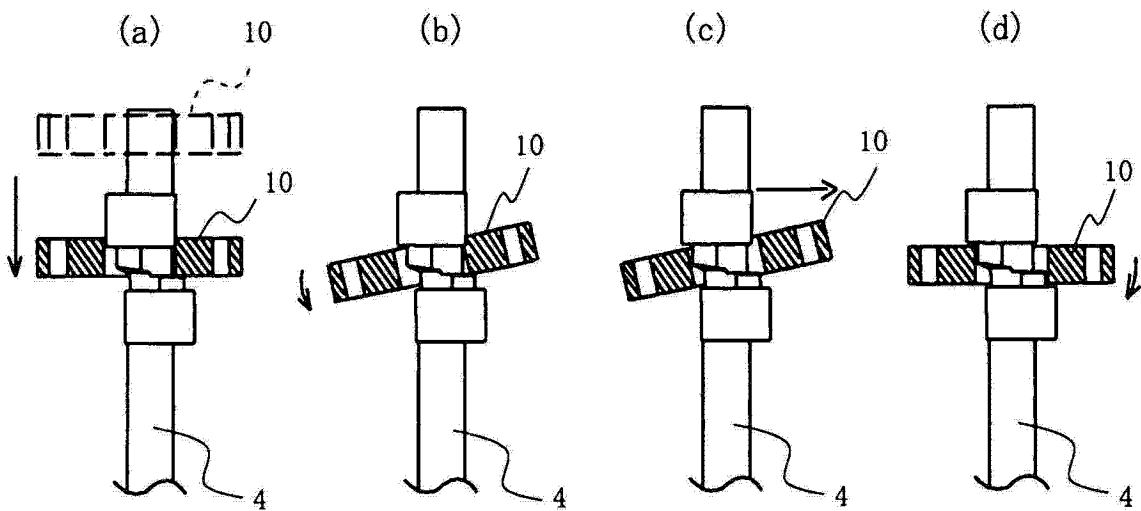


图 13