

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 9/14 (2006.01)

F02G 1/053 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480021188.2

[43] 公开日 2006年8月30日

[11] 公开号 CN 1826497A

[22] 申请日 2004.7.20

[21] 申请号 200480021188.2

[30] 优先权

[32] 2003.7.22 [33] JP [31] 199683/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/010296 2004.7.20

[87] 国际公布 WO2005/008149 日 2005.1.27

[85] 进入国家阶段日期 2006.1.23

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府大阪市

[72] 发明人 坂元仁 吉村和士 高井健二

山上真司 北村义之 安村浩至

大野公隆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张天安

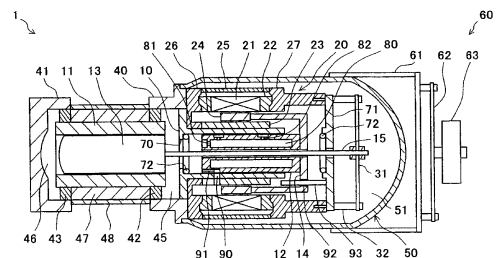
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

[54] 发明名称

斯特林发动机

[57] 摘要

在斯特林发动机中，如果线性马达使活塞在压力缸中往复运动，则换置器也在收容它的压力缸中往复运动。由此，工作气体在压缩空间与膨胀空间之间移动。在换置器上组合有共振发生用的弹簧，但没有活塞的共振发生用弹簧。在活塞上沿轴线方向隔开间隔地在2处以上设置有空气轴承。在压力缸的端部上形成的内凸缘与固定在线性马达上的挡板决定活塞的移动边界。通过将挡板突出的销装入到磁铁支架的透孔中，来防止活塞的旋转。



1、一种斯特林发动机，具有使工作气体在压缩空间与膨胀空间之间移动的换置器、和在动力源的作用下在压力缸内往复运动的活塞，通过上述活塞往复运动，上述换置器也往复运动，产生上述工作气体的移动；

没有上述活塞的共振发生用弹簧。

2、如权利要求1所述的斯特林发动机，
在上述活塞的外周面与上述压力缸的内周面之间形成气体轴承，并且该气体轴承在活塞的轴线方向上隔开间隔地配置在2处以上。

3、如权利要求1所述的斯特林发动机，
设有防止上述活塞在上述压力缸中绕轴线旋转的旋转防止机构。

4、如权利要求1所述的斯特林发动机，
设有决定上述活塞的往复运动范围的移动限制机构。

5、如权利要求4所述的斯特林发动机，
在上述活塞与移动限制机构之间配置有冲击缓冲用的弹性体。

6、如权利要求1~4中任一项所述的斯特林发动机，
采用线性马达作为上述动力源。

斯特林发动机

技术领域

本发明涉及斯特林发动机。

背景技术

斯特林发动机由于使用氦气、氢气、氖气等而不是氟隆作为工作气体，所以作为不会导致臭氧层破坏的热机而受到关注。在特许文献1-4中可以看到斯特林发动机的例子。

特许文献1：特开2000-337725号公报（第2-4页，图1-4）

特许文献2：特开2001-231239号公报（第2-4页，图1-4）

特许文献3：特开2002-213831号公报（第3-4页，图1）

特许文献4：特开2002-349347号公报（第5-6页，图1-4）

发明内容

关于斯特林发动机，用来使性能提高及成本降低的研究正在广泛地进行着。

本发明是鉴于上述情况而做出的，其目的是通过削减零部件数量来使构造简洁化、实现成本降低。

为了达到上述目的，在本发明中，如下地构成斯特林发动机。即，在具有使工作气体在压缩空间与膨胀空间之间移动的换置器，和在动力源的作用下在压力缸内往复运动的活塞，通过上述活塞往复运动、上述换置器也往复运动，而产生上述工作气体的移动的斯特林发动机中，没有上述活塞的共振发生用弹簧。

根据该结构，由于对活塞没有使用弹簧，所以减少了零部件数量。通过零部件数量削减而降低了零部件成本，并且不再需要将活塞连结到弹簧上时的活塞的定心工序，组装成本也降低。零部件数量减少而使构造简洁化，故障也变少。

此外，本发明是在上述结构的斯特林发动机中，在上述活塞的外周面与上述压力缸的内周面之间形成气体轴承，并且该气体轴承在活塞的轴线方向上隔开间隔地配置在2处以上。

根据该结构，由于气体轴承在活塞的轴线方向上隔开间隔地配置在2处以上，所以在往复运动时活塞不会相对于压力缸倾斜。因而，

可靠地避免了活塞与压力缸的接触，不会发生因活塞与压力缸的摩擦造成的能量损失、或者接触部位的磨损的问题。

此外，本发明是在上述结构的斯特林发动机中，设有防止上述活塞在上述压力缸中绕轴线旋转的旋转防止机构。

根据该结构，气体轴承的气体从压缩空间供给，向回弹空间流动。为了取得回弹空间与压缩空间的压力平衡，需要形成从压力缸的外侧通过活塞而通向压缩空间的返回流路。只要活塞不在压力缸中绕轴线旋转，返回通路就能可靠地发挥其功能。能够避免形成气体轴承的销孔连通到返回流路，还能够避免气体轴承的功能损失的情况。

此外，本发明是在上述结构的斯特林发动机中，设有决定上述活塞的往复运动范围的移动限制机构。

根据该结构，能够防止没有了弹簧的约束的活塞从压力缸中飞出。

此外，本发明是在上述结构的斯特林发动机中，在上述活塞与移动限制机构之间配置有冲击缓冲用的弹性体。

根据该结构，即使万一活塞与移动限制机构碰撞也能够缓和其冲击，能够防止噪声的发生及机构的损坏。如果使用作为一般的机械部件的O形圈作为上述弹性体，则弹性体的购买变得容易，成本也便宜。此外，O形圈由于对于温度、油、化学物质的耐久性较高，所以即使在压力容器中处于高压的工作气体中，劣化的可能性也较小。

此外，本发明是在上述结构的斯特林发动机中，采用线性马达作为上述动力源。

根据该结构，能够不使用曲柄和连杆那样的运动变换机械而使活塞往复运动，是高效率的。

附图说明

图1是有关本发明的第1实施方式的斯特林发动机的剖视图。

图2是表示性能试验结果的表。

图3是有关本发明的第2实施方式的斯特林发动机的部分剖视图。

图4是有关本发明的第3实施方式的斯特林发动机的部分剖视图。

图5是有关本发明的第4实施方式的斯特林发动机的剖视图。

附图标记说明

- 1 斯特林发动机
- 10、11 压力缸
- 12 活塞
- 13 换置器（移动限制机构）
- 14 磁铁支架
- 20 线性马达
- 31 弹簧（共振发生用）
- 45 压缩空间
- 46 膨胀空间
- 50 压力容器
- 51 回弹空间
- 70 内凸缘（移动限制机构）
- 71 挡板（移动限制机构）
- 72 O形圈
- 80 空洞
- 81 连通孔
- 82 销孔（气体轴承形成用）
- 90 固定返回流路
- 91 移动返回流路
- 92 透孔（旋转防止机构）
- 93 销（旋转防止机构）

具体实施方式

下面，根据图 1、图 2 说明本发明的第 1 实施方式。图 1 是斯特林发动机的剖视图，图 2 是表示性能试验结果的表。

作为斯特林发动机 1 的组装的中心的是压力缸 10、11。压力缸 10、11 的轴线在同一直线上排列。在压力缸 10 中插入着活塞 12，在压力缸 11 中插入着换置器 13。活塞 12 及换置器 13 具有相位差地运动。

在活塞 12 的一端固定着杯状的磁铁支架 14。换置器轴 15 从换置器 13 的一端突出。换置器轴 15 可沿轴线方向自由滑动地贯穿活塞 12 及磁支架 14。

压力缸 10 将线性马达 20 保持在与活塞 12 的动作区域相对应的部

分的外侧。线性马达 20 具有：外侧轭架 22，具有线圈 21；内侧轭架 23，设置为与压力缸 10 的外表面接触；环状的磁铁 24，插入在外侧轭架 22 和内侧轭架 23 之间的环状空间中；管体 25，包围着外侧轭架 22；合成树脂制的尾架 26、27，将外侧轭架 22、内侧轭架 23、以及管体 25 保持为规定的位置关系。磁铁 24 固定在磁铁支架 14 上。

在换置器轴 15 上固定着弹簧 31 的中心部。弹簧 31 的外周部经由隔件 32 固定在尾架 27 上。弹簧 31 是在圆板形的平板材料上形成了螺旋状的切口，起到使换置器 13 相对于活塞 12 具有规定的相位差而发生共振的作用。

在压力缸 11 中的与换置器 13 的动作区域相对应的部分的外侧配置有传热头 40、41。传热头 40 为环状、传热头 41 为帽状，都由铜或铜合金等热传导性较好的金属构成。传热头 40、41 以分别夹着内部热交换器 42、43 的形态支撑在压力缸 11 的外侧。内部热交换器 42、43 分别具有透气性，将通过内部的工作气体的热量传递给传热头 40、41。在传热头 40 上连结着压力缸 10 及压力容器 50。

由传热头 40、压力缸 10、11、活塞 12、换置器 13、换置器轴 15、以及内部热交换器 42 围成的环状的空间成为压缩空间 45。由传热头 41、压力缸 11、换置器 13、以及内部热交换器 43 围成的空间成为膨胀空间 46。

在内部热交换器 42、43 之间配置有再生器 47。再生器 47 也具有透气性，工作气体通过其内部。再生器软管 48 包围再生器 47 的外侧。再生器软管 48 在传热头 40、41 之间构成气密通路。

筒状的压力容器 50 覆盖线性马达 20、压力缸 10、以及活塞 12。压力容器 50 的内部成为回弹空间 51。

在压力容器 50 上安装有振动抑制装置 60。振动抑制装置 60 由固定在压力容器 50 上的框架 61、支撑在框架 61 上的板状的弹簧 62、和受弹簧 62 支撑的物体（质量）63 构成。

与通常的斯特林发动机不同，没有活塞 12 的共振发生用弹簧。但是，由于有在此状态下将活塞 12 从压力缸 10 拔出的可能性，所以设置了决定活塞 12 的往复运动范围的移动限制机构。在本实施方式中，在压缩空间 45 侧构成移动限制机构的是设在压力缸 10 的端部上的内凸缘部 70。在回弹空间 51 侧构成移动限制机构的是固定在线性马达

20的尾架27上的挡板71。只要在该往复移动范围中，磁铁24就处于受线圈21驱动的状态。即，将磁铁24维持在线性马达20的磁回路中。

内凸缘70承受活塞12的端面，挡板71承受磁铁支架14的端面。由于如果这些部件直接碰撞会发出噪声和振动，所以配置了冲击缓冲用的弹性体。在本实施方式中，使用O形圈72作为弹性体。内凸缘70与挡板71分别通过粘接材料等适当的结合手段保持着O形圈72。也可以使O形圈72的位置颠倒，将O形圈72安装在活塞12及磁铁支架14侧。

销12的内部为空洞80。空洞80经由设在活塞12的端面上的连通口81连通到压缩空间45。在活塞12的外周面穿设着通到空洞80中的销孔82。销孔82是用来形成气体轴承的，在同一圆周上以规定的角度间隔配置有多个。销孔82在活塞12的轴线方向上隔开间隔配置在2处以上。即在2处以上形成气体轴承。在图示的实施例中将气体轴承设置在2处，但并不限于该数量。

与销孔82分开地设有使回弹空间51内的气体返回到压缩空间45中的返回流路。返回流路由固定返回流路90和移动返回流路91构成，所述固定返回流路90贯通线性马达20的内部支架23和压力缸10而设置，所述移动返回流路91以弯曲成L字形的形状设置在活塞12的内部中。

在从端面的方向观察压力缸10与活塞12的情况下，固定返回流路90与移动返回流路91必须为同一角度位置。即，压力缸10与活塞12的相对角度必须总为一定。所以，设置了旋转防止机构，以使活塞12不在压力缸10中绕轴线旋转。在本实施方式中，在磁铁支架14上设置了透孔92，将从挡板71突出的销93穿过该透孔92，来防止活塞12的旋转。由此能够避免销孔82与固定返回流路90一致而发生损害空气轴承的功能的情况。

斯特林发动机1如下这样动作。如果对线性马达20的线圈21供给交流电流，则在外侧轭架22和内侧轭架23之间产生贯通磁铁24的磁场，磁铁24沿轴线方向往复运动。经由磁铁支架14与磁铁24连结的活塞12也在轴线方向上往复运动。

如果活塞12往复运动，则在活塞12左侧的整个空间中产生了相同的压力变动。这里，如果观察作用在换置器13上的压力，则作用在

膨胀空间 46 侧的端面上的压力与作用在压缩空间 45 侧的端面上的压力由帕斯卡原理而变为相同、相互抵消。但是，换置器轴 15 由于突出到活塞 12 右侧的回弹空间 51 中，所以在换置器轴 15 上作用着对应于其截面积的背压。

背压与压缩空间 45 的压力变动逆相变动，所以换置器 13 两侧的压力没有完全抵消，而是产生压力差。即，如果活塞 12 向换置器 13 侧前进，则换置器 13 朝向活塞 12 后退，压缩空间 45 的容积缩小，并且膨胀空间 46 的容积扩大。压缩空间 45 的容积缩小部分的工作气体通过再生器 47 流入到膨胀空间 46 中。

反之，如果活塞 12 远离换置器 13 而后退，则换置器 13 远离活塞 12 而前进，膨胀空间 46 的容积缩小，并且压缩空间 45 的容积扩大。膨胀空间 46 的容积缩小部分的工作气体通过再生器 47 返回到压缩空间 45 中。

如上述那样，自由活塞构造的换置器 13 与活塞 12 的振动频率同步振动。为了有效地维持该振动，将由换置器系统（换置器 13、换置器轴 15、以及弹簧 31）的总质量和弹簧 31 的弹簧常数决定的共振频率设定为与活塞 12 的驱动频率共振。由此，活塞系统与换置器系统很好地保持一定的相位差而同步振动。

通过活塞 12 与换置器 13 的同步振动发生压缩/膨胀的循环。如果适当地设定振动的相位差，则在压缩空间 45 中发生较多由隔热压缩造成的发热，在膨胀空间 46 中发生较多由隔热膨胀造成的冷却。因此，压缩空间 45 的温度上升，膨胀空间 46 的温度下降。

在运转过程中，在压缩空间 45 与膨胀空间 46 之间往复运动的工作气体在通过内部热交换器 42、43 时，将其所具有的热量通过内部热交换器 42、43 传递给传热头 40、41。从压缩空间 45 喷出的工作气体是高温的，传热头 40 被加热。即传热头 40 成为暖头。从压缩空间 46 喷出的工作气体是低温的，传热头 41 被冷却。即传热头 41 成为冷头。通过从传热头 40 散热，由传热头 41 将特定空间的温度降低，从而斯特林发动机 1 发挥作为冷冻机构的功能。

再生器 47 起到不将压缩空间 45 与膨胀空间 46 的热量传递给对方侧的空间、而仅使工作气体通过的作用。从压缩空间 45 经由内部热交换器 42 进入到再生器 47 中的高温的工作气体在通过再生器 47 时将其

热量传给再生器 47, 在温度降低后的状态下流入到膨胀空间 46 中。从压缩空间 46 经由内部热交换器 43 进入到再生器 47 中的低温的工作气体在通过再生器 47 时从再生器 47 回收热量, 在温度升高后的状态下流入到压缩空间 45 中。即, 再生器 47 发挥作为热量的保管库的作用。

压缩空间 45 中的高压的工作气体的一部分从连通口 81 进入到活塞 12 的空洞 80 中。并且从销孔 82 喷出。通过喷出的工作气体在活塞 12 的外周面和压力缸 10 的内周面之间形成气体膜, 防止活塞 12 与压力缸 10 的接触。也可以将与其同样的气体轴承设在换置器 13 与压力缸 11 之间。

由于活塞 12 的气体轴承在轴线方向上隔开间隔地设置了 2 个以上, 所以在往复运动时活塞 12 不会相对于压力缸 10 向轴线方向上倾斜。因而, 可靠地避免了活塞 12 与压力缸 10 的接触, 不会发生因活塞 12 与压力缸 10 的摩擦而造成的能量损失、或者接触部位的磨损的问题。

如果使活塞 12 连续地往复运动, 则回弹空间 51 内的气压逐渐变高, 压缩空间 45 与回弹空间 51 之间的压力平衡被破坏。固定返回流路 90 和移动返回流路 91 是为了防止这种现象而存在的。即, 如果活塞 12 往复运动, 则在某一时刻返回流路 90、91 相一致。此时, 气体从回弹空间 51 通过固定返回流路 90 及移动返回流路 91 返回到压缩空间 45 中, 恢复了压力平衡。

如上述那样, 活塞 12 与压力缸 10 的相对旋转被由透孔 92 与销 93 构成的旋转防止机构阻止。因而, 在活塞 12 的往复运动过程中, 固定返回流路 90 与移动返回流路 91 在规定的时刻一定一致。同时, 由于防止了销孔 82 与固定返回流路 90 一致, 所以不会损害气体轴承的功能。

活塞 12 与换置器 13 往复运动, 工作气体移动, 则在斯特林发动机 1 中产生振动。振动抑制装置 60 抑制该振动。

将对于上述结构的斯特林发动机的性能进行实验的结果在图 2 中表示。实验是将相同结构的斯特林发动机在“无活塞弹簧”的条件和“有活塞弹簧”的条件下运转、用前者的输出除以后者的输出而求出输出指数的。根据实验, 输入 60W 时的输出指数为 0.983, 输入 80W 时同样为 0.976, 输入 100W 时同样为 0.970。即, 即使去掉了活塞弹

簧，输出也几乎没有变化。

图3表示本发明的第2实施方式。第2实施方式是关于活塞与压力缸之间的阻止旋转的结构，图3是仅表示关联的结构要素的部分剖视图。

在第2实施方式中，在压力缸10的内表面上形成沿轴线方向延伸的槽94，在活塞12上形成与槽94卡合的突起95，来阻止旋转。

图4表示本发明的第3实施方式。第3实施方式也是关于活塞与压力缸之间的阻止旋转的结构，图4是仅表示关联的结构要素的部分剖视图。

在第3实施方式中，使外部支架22及尾架26、27的内表面的截面形状为多边形。图中的情况为八边形。在该八边形的内面侧的角上形成了沿轴线方向延伸的槽96。磁铁14的外表面的截面形状也为八边形，在各角上形成与槽96卡合的突起97，来阻止旋转。

图5表示本发明的第4实施方式。图5是斯特林发动机的剖视图。第5实施方式的斯特林发动机的大部分结构要素与第1实施方式相同。所以，对于与第1实施方式相同的结构要素赋予与在第1实施方式中所使用的相同的标号，而省略说明。

在第4实施方式的斯特林发动机1中，决定活塞12的移动边界的移动限制机构的结构与第1实施方式不同。在压缩空间45中，活塞12与换置器13不是如第1实施方式时那样由设在压力缸10上的内凸缘隔开而是对置的。即，这里换置器13构成移动限制机构。在活塞12的端面上安装有冲击缓冲用的O形圈72。该O形圈72也可以配置在换置器13一侧。在回弹空间51中，在磁铁支架14侧固定着O形圈72。

此外，在本实施方式中，在膨胀空间46中，在换置器13的端面上安装着冲击缓冲用的O形圈72，作为有换置器13与传热头41冲突那样的情况的装备。该O形圈72也可以配置在传热头41侧。

在该实施方式的情况下，如果活塞12向换置器13侧前进过多，则经由O形圈72与朝向活塞12后退途中的换置器13碰撞。该碰撞由于是在磁铁24与尾架26相碰之前发生的，所以线性马达20不会受到伤害。

以上说明了本发明的各实施方式，但在不脱离发明主旨的范围内还可以施加各种改变来实施。

工业实用性

本发明可以广泛用于自由活塞构造的斯特林发动机。

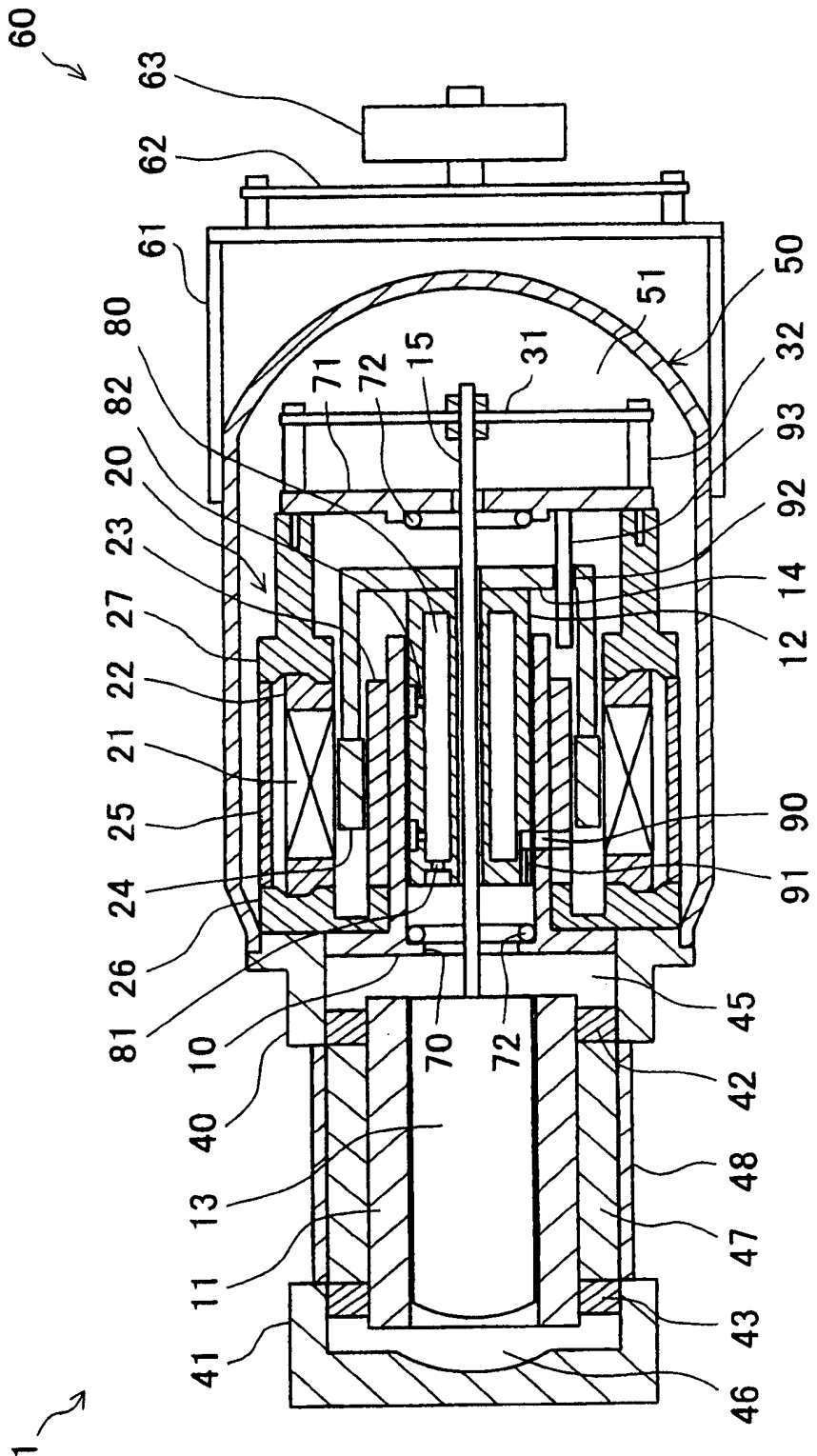


图 1

输出指数	
输入(W)	(无活塞弹簧) / (有活塞弹簧)
60	0.983
80	0.976
100	0.970

图 2

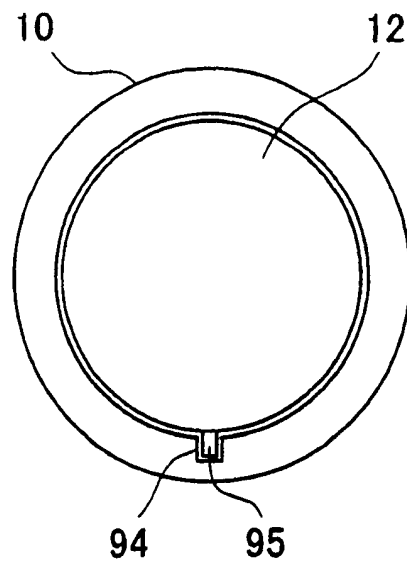


图 3

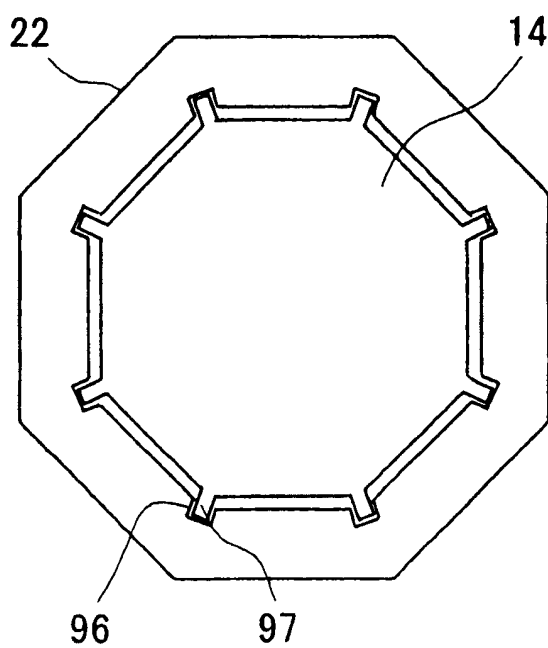


图 4

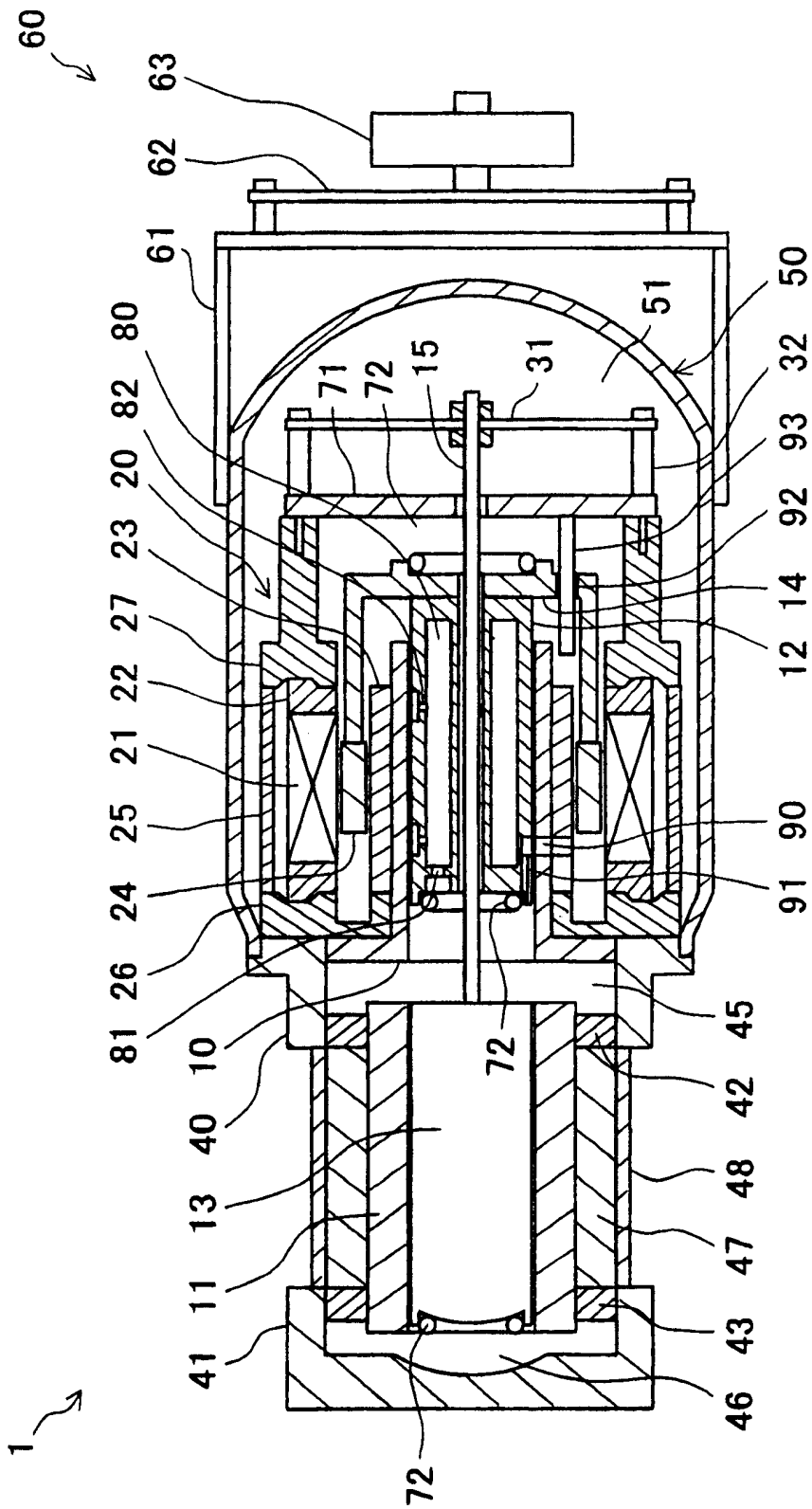


图 5