

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102667248 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080049262. 7

(22) 申请日 2010. 10. 28

(30) 优先权数据

61/255, 525 2009. 10. 28 US

12/914, 087 2010. 10. 28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/054437 2010. 10. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02011/053686 EN 2011. 05. 05

(71) 申请人 全球制冷有限公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 大卫·M·伯科维茨

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

F16H 29/02(2006. 01)

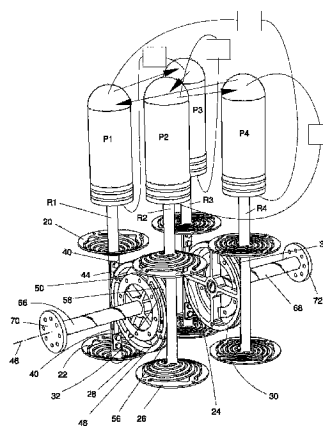
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 8 页

(54) 发明名称

具有驱动连接至以旋转振荡方式移动的旋转电磁转换器的往复运动活塞的无润滑剂、质量块减小、自由活塞斯特林机

(57) 摘要

本发明提供了驱动地连接到至少一个旋转电磁转换器的自由活塞斯特林机。至少一个滑轮定位在往复运动活塞连接杆的平面中。至少一个运动转换驱动连杆通过至少两个带将所述连接杆连接到滑轮以使滑轮以旋转振荡运动的方式移动。两个带沿着滑轮的弓形表面延伸成在两个间隔的位置处与活塞杆连接。滑轮连接到旋转电磁转换器以使两者都以旋转振荡的方式运动。优选地，活塞弹簧使活塞在斯特林机的操作频率下共振并且扭簧使滑轮在斯特林机的操作频率下以旋转振荡的方式共振。



1. 一种驱动耦接的自由活塞斯特林机和至少一个旋转电磁转换器,并且具有壳体,所述斯特林机包括在其缸体中往复运动的至少一个活塞并且具有固定至所述活塞的连接杆,所述耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器更具体地包括:

(a) 至少一个滑轮,所述至少一个滑轮定向在所述连接杆的平面中并且具有垂直于所述平面的旋转轴线,所述滑轮具有邻近于所述连接杆延伸的弓形周向表面;

(b) 至少一个运动转换驱动连杆,所述运动转换驱动连杆通过至少两个带将所述连接杆驱动地连接至所述滑轮并且以所述滑轮的旋转振荡运动的方式驱动所述滑轮或被所述滑轮驱动,

(i) 一个带固定到所述滑轮的远离所述活塞的一个侧面并且沿着第一方向(顺时针或逆时针)沿着所述滑轮的周向弓形表面延伸至在沿所述活塞杆的位置处与所述连接杆固定连接,该位置比所述滑轮旋转轴线更靠近所述活塞;

(ii) 另一个带固定到所述滑轮的靠近所述活塞的一个侧面并且沿着与第一方向相反的方向沿着所述滑轮的周向弓形表面延伸至在沿所述活塞杆的位置处与所述连接杆固定连接,该位置比所述滑轮旋转轴线更远离所述活塞;以及

(c) 机械驱动连杆,所述机械驱动连杆位于每个滑轮与旋转电磁转换器之间,并且以旋转振荡运动的方式使所述旋转电磁转换器和所述滑轮移动。

2. 根据权利要求1所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,并且还包括:

(a) 连接到活塞的活塞弹簧,所述活塞弹簧使得所述活塞和刚性地连接到所述活塞的质量块在所述斯特林机的一操作频率下共振;以及

(b) 扭簧,所述扭簧连接到每个滑轮并且使所述滑轮与刚性地连接到所述滑轮的质量块在所述斯特林机的所述操作频率下以旋转振荡的方式共振。

3. 根据权利要求2所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中

(a) 所述自由活塞斯特林机是包括热动力地相互连接的四个所述活塞和连接杆的阿尔法构造机,以便以 0° 、 90° 、 180° 和 270° 的相位角操作,所述活塞物理地布置以便将以 0° 和 180° 操作的第一对活塞的活塞杆定位在第一平面中,并且将以 90° 和 270° 操作的第二对活塞的活塞杆定位在第二平面中;

(b) 所述第一滑轮定位在所述第一平面中位于所述第一对活塞的所述活塞杆之间;

(c) 所述第二滑轮定位在所述第二平面中位于所述第二对活塞的所述活塞杆之间;

(d) 至少四个运动转换驱动连杆,每个驱动连杆均如前所述并且将连接杆驱动地连接到位于其平面中的相邻滑轮。

4. 根据权利要求3所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,每个带均以弹性地预张紧的状态安装。

5. 根据权利要求4所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,每个滑轮均固定到不同的扭簧并且每个扭簧均从其相关联的滑轮延伸至与所述壳体固定连接。

6. 根据权利要求5所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,每个扭簧均是杆或者棒。

7. 根据权利要求4所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,固定到所述滑轮的远离所述活塞的一个侧面的所述带由沿着这些带所连接的所述滑轮的周向弓形表面延伸总共大致 180° 的单根带材料形成,并且固定到所述滑轮的靠近所述活塞的一

个侧面的所述带由沿着这些带所连接的所述滑轮的周向弓形表面延伸总共大致 180° 的单根带材料形成。

8. 根据权利要求 7 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,存在第二旋转电磁转换器,一个旋转电磁转换器驱动地连接到所述滑轮中的一个并且所述第二旋转电磁转换器驱动地连接到所述滑轮中的另一个。

9. 根据权利要求 8 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,存在驱动地连接在所述两个滑轮之间的第三旋转电磁转换器。

10. 根据权利要求 8 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,连接到每个活塞的共振活塞弹簧包括一对平面弹簧,所述一对平面弹簧中的每个均在相对于所述壳体的固定位置之间延伸至与其相关的活塞杆连接,用于每个活塞的这对平面弹簧均定位在所述滑轮的相对侧上,邻近于这对平面弹簧所连接的所述活塞杆。

11. 根据权利要求 10 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中每个活塞杆均具有面向其相邻滑轮的平坦的平表面,每个平坦的平表面均沿着所述活塞杆定位并且延伸以便抵靠所述带,所述带连接到其上形成有所述表面的所述活塞杆。

12. 根据权利要求 11 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中每个扭簧均是杆或者棒。

13. 根据权利要求 12 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,存在驱动地连接在所述两个滑轮之间的第三旋转电磁转换器。

14. 根据权利要求 1 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,所述自由活塞斯特林机是贝塔构造的斯特林机。

15. 根据权利要求 14 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,并且还包

括:

(a) 连接到活塞的活塞弹簧,所述活塞弹簧使得所述活塞和刚性地连接到所述活塞的质量块在所述斯特林机的一操作频率下共振;以及

(b) 扭簧,所述扭簧连接到每个滑轮并且使所述滑轮和刚性地连接到所述滑轮的质量块在所述斯特林机的所述操作频率下以旋转振荡的方式共振。

16. 根据权利要求 15 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中:

(a) 所述第二滑轮定位在所述活塞杆的与所述第一滑轮相对的相对侧面上;

(b) 所述第二运动转换驱动连杆将所述连接杆驱动地连接到所述第二滑轮。

17. 根据权利要求 16 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,每个带均以弹性地预张紧的状态安装。

18. 根据权利要求 16 所述的耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器,其中,每个扭簧均是杆或者棒。

具有驱动连接至以旋转振荡方式移动的旋转电磁转换器的 往复运动活塞的无润滑剂、质量块减小、自由活塞斯特林机

背景技术

[0001] 本发明涉及斯特林机 (Stirling machine), 涉及斯特林发动机和斯特林冷却器或者加热泵, 它们均驱动地连接至旋转电机和交流发电机形式的电磁转换器, 以便产生电能或者利用电能驱动自由活塞斯特林机作为冷却器或加热泵。本发明提供了一种构造它们的方式, 该方式使它们的质量块减小并且消除在它们之间转化驱动的运动的摩擦, 从而消除了润滑剂的需要, 润滑剂会污染斯特林机的工作气体。本发明提高了耦接的斯特林机和转换器的寿命、可靠性和成本, 同时还避免了工作气体受到润滑剂污染的可能性。本发明通过使用旋转转换器提供了较高的功率与质量比率, 从而减小了耦接的装置的尺寸、重量、和体积, 并且通过使用无摩擦且因此不需要润滑剂的驱动连接而消除了润滑剂的需要。本发明具有旋转交流发电机 / 电机的优点而没有污染工作气体的润滑剂的弊端。本发明特别地适于阿尔法 (alpha) 构造斯特林机, 而且还可以应用于贝塔 (beta) 构造的斯特林机。

[0002] 在现有技术中斯特林机 (尤其是自由活塞斯特林机) 是众所周知的, 并且因此在本专利中不描述它们的操作的细节。本发明使用本技术领域中的已知技术用于本发明的斯特林机的部件, 到此程度以外的结构和变型将予以描述。类似地, 除了本发明中使用的旋转电磁转换器以不同于传统驱动模式的方式驱动以外, 本发明使用本技术领域中公知的用于旋转电磁转换器的技术。

[0003] 自由活塞斯特林机是斯特林技术中已证明具有长可靠操作寿命的仅有的形式。为了进行将斯特林发动机连接至电磁转换器以便产生电能的实际实施, 线性交流发电机的一些形式已经被本领域的所有实践者使用。

[0004] 图 1 和图 2 示出了驱动地连接到线性电磁转换器的斯特林机的这种现有实施的实例。图 1 示出了驱动地连接到线性交流发电机或电机的传统贝塔构造的自由活塞斯特林发动机或者加热泵。该构造是用于自由活塞实施的传统车辆。排出器 1 使气体在膨胀空间 2 与压缩空间 3 之间穿梭, 同时当大部分气体在压缩空间中时活塞 4 压缩气体并且当大部分气体在膨胀空间中时活塞 4 使气体膨胀。线性交流发电机或者电机 5 根据机器是发动机 (原动机) 还是加热泵而分别取得输出或者提供输入。由于线性交流发电机或电机 5 的移动磁体 7 直接地连接到活塞 4, 因此活塞 4 与磁体 7 的振幅是相同的。因此活塞 4 与磁体 7 的峰值速度也相同。平衡质量块 6 在操作频率下或接近操作频率共振以减小剩余振动。贝塔构造因其不利于改变至高功率而遭遇中心困难。在约 1kw 的较高功率下, 机器变得极大。阿尔法构造是用于较高功率的优选实施方式但是线性交流发电机 / 电机不很好改变至较高的功率, 并且因此导致很大笨重的实施方式和 / 或需要用于磁通路径的昂贵材料 (如钴支撑合金)。

[0005] 为了将自由活塞概念应用于阿尔法构造的斯特林机, 如在 Berchowicz 和 Kwon 的美国专利 7, 171, 811 或者如图 2 中怀特等人的美国专利 7, 134, 279 中所示的, 可以将线性交流发电机 / 电机 124 添加给每个活塞。然而, 与旋转交流发电机或电机相比, 线性交流发电机或电机具有更大的质量块, 因此难于应用于阿尔法构造的斯特林机, 特别是在几千瓦

或以上的较高功率级下。更具体地说,“功率密度”和“比功率”是用于描述平均或最大功率与质量比率的工程参数的术语。尽管理想的是具有最大的实际功率密度(每单位质量的功率),但线性电磁转换器具有比旋转电磁转换器更低的功率密度。因此,可能理想的是,具有将阿尔法构造的斯特林机连接至旋转电磁转换器的实用方式。

[0006] 图 2 示出了根据美国专利 7, 134, 279 的四缸体阿尔法机,其构造为具有在每个活塞上实验线性交流发电机的自由活塞驱动。因为线性交流发电机很笨重,因此从热动力学和包装观点来看,活塞轴被迫比可能理想的情况分得更开。图 2 示出了用于四缸体阿尔法构造自由活塞斯特林机的活塞组件 118 和线性交流发电机组件 124。该草图是从美国专利 7, 134, 279 中截取的并且相应地标号。设有附加的气弹簧 228。曲柄驱动阿尔法构造机遭遇以下情况:需要油润滑;将工作气体与油分离的极其紧的密封;形成的磨损导致低的操作寿命以及差的可靠性。直到现在,没有用于具有贝塔型自由活塞机的固有可靠性的阿尔法机的实用机构。

[0007] 大多数大功率阿尔法斯特林机使用曲柄机构驱动旋转交流发电机。然而,阿尔法机在用于将它们活塞的往复运动转化为旋转运动的运动转化机构中也遭遇有关于摩擦的大问题。它们使用的运动转换机构需要以传统的汽油为基础的传统润滑或者其它润滑剂。它们还消耗大量能量来克服摩擦,该摩擦使得它们过快地磨损。在将斯特林循环工作气体(通常是氦气或氢气)从需要润滑它们的运动转化机构的油润滑剂分离时这些现有技术机器遭遇严重的困难。将工作流体与油分离的密封件遭遇致使能量损失以及快速磨损的高度摩擦。如在现有技术中很好建立的,自由活塞机它们自身不需要油润滑并且因此不需要油分离密封件。理想地,如果阿尔法构造机成为寿命长的并且可靠的,那么有必要找到这样一种机构,其提供目前由贝塔构造的自由活塞装置享有的无油操作的所有优点,而没有与线性交流发电机相关的不良比功率(功率密度)。

[0008] 因此,本发明的一个基本目标和目的是提供一种阿尔法(alpha)构造的斯特林机,该斯特林机以消除组合它们所需的实际屏障的方式驱动地耦接至旋转电磁转换器,所述屏障导致其高摩擦且导致对润滑剂的需求,以便提供作为结果形成的耦接的斯特林机和电磁转换,其不需要油润滑、无摩擦操作、极小机构磨损、以及高的功率密度。

发明内容

[0009] 本发明是驱动耦接的自由活塞斯特林机和至少一个旋转电磁转换器。至少一个滑轮,并且优选地两个滑轮,定位在连接杆的平面中并且具有垂直于该平面的旋转轴线。滑轮具有在连接杆附近延伸的弓形周向表面。至少一个运动转换(motion translating)驱动连杆通过至少两个带驱动地将所述连接杆连接至滑轮以使得滑轮以旋转振动运动方式移动。一个带固定至滑轮的远离活塞的一侧并且在第一方向上沿着滑轮的周向弓形表面在沿活塞杆的位置处延伸为与连接杆的固定连接,所述位置比滑轮旋转轴线更靠近所述活塞。另一个带固定至滑轮的靠近活塞的一侧并且在与第一方向相反的方向上沿着滑轮的周向弓形表面在沿活塞杆的位置处延伸为与连接杆的固定连接,所述位置比滑轮旋转轴线更远离所述活塞。每个滑轮与旋转电磁转换器之间的机械驱动连杆致使旋转电磁转换器和滑轮两者以旋转振动运动的方式移动。优选地,活塞弹簧连接至活塞以使活塞在斯特林机的操作频率下往复地共振,并且扭簧连接至滑轮以使滑轮在斯特林机的操作频率下旋转振荡地

共振。

附图说明

- [0010] 图 1 是现有技术的贝塔 (beta) 构造、自由活塞、斯特林机的轴向截面图。
- [0011] 图 2 是现有技术的四个活塞、阿尔法构造、自由活塞斯特林机的主要部件的立体图。
- [0012] 图 3 是体现本发明的四个活塞、阿尔法构造、自由活塞斯特林机的竖直截面图。
- [0013] 图 4 是图 3 中示出的本发明的实施方式的主要部件的立体图。
- [0014] 图 5 是图 2 中示出的本发明优选实施方式的简图, 示出了本发明的操作原理。
- [0015] 图 6 是沿着垂直于可用于本发明实施方式中且以旋转的振荡运动操作的具有八个极的旋转交流发电机或电机的旋转轴线的大致的平面截取的截面图。
- [0016] 图 7 是体现本发明的贝塔构造、自由活塞斯特林机的轴向截面图。
- [0017] 图 8 是图表, 示出了图 3 中示出的本发明实施方式的热动力连接和活塞定位。
- [0018] 图 9 是矢量图, 示出在本发明的一个实施方式中的往复运动的活塞的相对相位。
- [0019] 图 10 是与图 4 相似但电磁转换器驱动地连接到斯特林机的立体图。
- [0020] 图 11 是从图 4 的角度的立体图, 并且示出了通过至少两个带将连接杆驱动地连接至滑轮的运动转换驱动连杆。
- [0021] 图 12 是示出了连接在两滑轮之间的电磁转换器的侧视图。
- [0022] 在附图中示出的本发明优选实施方式的描述中, 为了清楚起见, 将采用特定的术语。然而, 不意味着本发明限定于如此选定的术语, 并且应该理解的是每个特定术语均包括以类似方式操作以实现类似目的的所有技术等同物。例如, 经常使用术语连接或者与其类似的术语。它们不限于直接连接, 而且包括通过其它结构的连接, 其中该连接被本领域中的这些技术人员视为等同。本领域中的这些技术人员将意识到存在许多且在将来可能是附加的、另选的结构, 因为它们提供相同的功能因此其被现有技术当作等同物。

具体实施方式

[0023] 通过引用的方式包含在该申请中的是: 本发明人在 2009 年 10 月 28 日提交的临时申请 61/255525; 美国专利 5, 753, 985; 美国专利 7, 134, 279; 以及美国专利 7, 171, 811, 其中本发明人是共同发明人。

[0024] 定义

[0025] 在本发明的描述中, 使用多个术语。尽管本领域中的这些技术人员知道这些术语的定义和范围, 提供一些它们的解释也可能是有帮助的。

[0026] “斯特林机, 斯特林发动机, 斯特林冷却器 - 加热泵”。如本领域中众所周知的, 在斯特林机中工作气体限定在包括膨胀空间和压缩空间的工作空间中。工作气体交替地膨胀和压缩以便工作或者泵送热量。工作气体在通过热接收器、再发生器与热喷射器流体连接的压缩空间与膨胀空间之间循环地穿梭。循环地穿梭改变了工作气体在各空间中的相对比例。处于膨胀空间中的气体 (以及通过再发生器与膨胀空间之间的热交换器 (接收器) 流入到膨胀空间中的气体) 接收来自周围表面的热量。处于压缩空间中的气体 (以及通过再发生器与压缩空间之间的热交换器 (喷射器) 流入到压缩空间中的气体) 将热量喷射到周

围表面。因为膨胀空间和压缩空间通过具有较低流动阻力的路径相互连接,因此在整个工作空间中在任何时刻的气体压力均大致相同。然而,在整体的工作空间中工作气体的压力循环地并且周期性地改变。当大部分的工作气体处于压缩空间中时,热量从气体喷出。当大部分的工作气体处于膨胀空间中时,气体接收热量。这是机器当作热泵还是当做发动机工作的真实情况。在产生的功或者泵送的热之间进行区分的唯一要求,是执行膨胀过程的温度。如果膨胀过程温度高于压缩空间的温度,那么装置便倾向于产生功以使其能够起到发动机的作用并且如果该膨胀过程温度低于压缩空间温度,那么机器将会从冷源将热量泵送至温暖的散热器。

[0027] 如同样在本领域中众所周知的,存在三种主要的斯特林机的构造。阿尔法构造在分离的缸体中具有至少两个活塞,并且由每个活塞限定的膨胀空间连接至由另一个缸体中的另一个活塞限定的压缩空间。这些连接布置在连接多个缸体的膨胀空间与压缩空间的一连串环中。贝塔构造具有布置在与置换活塞相同缸体中的单个功率活塞。伽马斯特林与贝塔斯特林类似,但是其功率活塞安装在置换活塞缸体旁边的独立缸体中。

[0028] 斯特林机可以以两种模式中的任一个操作以提供:(1) 发动机,该发动机通过将热能的外部源施加到膨胀空间并且将热传递得远离压缩空间而使其活塞或者多个活塞被驱动,并且因此能够成为用于机械载荷的原动机,或者(2) 热泵,该热泵使得动力活塞或多个活塞(并且有时是置换活塞)周期地通过原动机驱动,以便将热从膨胀空间泵送到压缩空间并且因此能够将热能从较冷质量块泵送到较温暖质量块。热泵模式允许斯特林机用来冷却与其膨胀空间热连接的物体(包括至低温),或者用于加热与其压缩空间热连接的物体,诸如家庭加热的热交换器。因此,术语斯特林“机”通常地用于包括斯特林发动机和斯特林热泵,后者有时被称作为冷却器。斯特林发动机和斯特林热泵均是基本上相同的能量转换器结构,能够在机械能与热能两种类型的能量之间沿着任一方向转换能量。

[0029] “电磁转换器”。如本领域所公知的,电机和交流发电机是类似的相同的基本装置。它们是具有定子的电磁转换器,通常具有电枢绕组,以及包括磁体(通常是永磁体)的旋转或往复运动件。它们在电能与机械能之间沿着任一方向转换能量。电机/交流发电机结构可以通过原动机机械地驱动以产生电能输出,或者电机/交流发电机可以通过交流电力源来驱动以用作提供机械输出的电机。

[0030] 因此,斯特林机和电机/交流发电机结构都是能以两种模式中的任一种操作的能量转换器。它们可以驱动地连接在一起,一个用作原动机并且另一个做功,或者产生电力或者传送热量。在本发明中,电磁转换器是旋转交流发电机/电机,其或者由斯特林机以旋转地振荡运动的方式驱动,作为斯特林发动机操作以产生电能,或者交流发电机/电机被操作作为电机,其通过电能以旋转地振荡运动的方式被驱动并且驱动斯特林机以传送热量并且从而提供了热泵或者冷却器。

[0031] 尽管在本发明中通过旋转振荡运动的方式操作,但是用于本发明的交流发电机/电机也可以是市场上广泛可获得类型的传统旋转电机或者交流发电机。当然其可以具有特别地适于本发明的修改的结构。

[0032] “活塞杆”。如在本说明书中所使用的,“连接杆”是将活塞连接到另一个部件的大致刚性的连杆。通常地,连接“杆”是实心圆柱形杆,但是当沿着横截面观察时,连接杆没有必要贯穿其横截面都是实心材料,并且其没有必要具有圆柱形周向表面,甚至是对称外周

向表面。例如连接杆可以是管子或者具有 I- 梁或者 L 梁横截面。因此,使用术语“杆”但不限于实心杆,而是包括刚性连接臂的其它形状,包括一起机械地起到单个连接臂作用的多个较小臂。

[0033] “共振”意味着弹簧链接或连接至本体并且弹簧与本体的质量块具有形成具有共振频率的共振系统的特性。弹簧的弹簧常数、力常数或者扭转系数与本体的总质量相关,因此它们具有固有振荡频率,或是角振荡(对于旋转振荡本体来说)或是直线(往复运动)振荡。本发明中本体的共振频率是斯特林机的操作频率。当描述共振系统中的一个或多个本体的振荡运动时,主要结构(诸如活塞或滑轮)有时会称为共振。然而,应该理解的是,共振系统中本体的有效质量块包括附接至本体且随其移动的所有结构的质量块。相对于使活塞共振,活塞质量包括活塞杆的质量以及附接至活塞或者活塞杆的其它质量。相对于使滑轮共振来说,该质量块包括刚性地连接至滑轮的质量块,包括旋转电磁转换器的刚性附接部件。

[0034] “弹簧”用在本发明中以使振荡和往复运动质量块共振。术语“弹簧”包括机械弹簧(诸如盘簧、片簧、平面弹簧、螺旋弹簧或者内卷弹簧)、诸如通过具有在限定体积中移动的面的活塞形成的气弹簧、电磁弹簧以及本领域中公知的其它弹簧或者从它们中选定出来的组合。在斯特林机中,气弹簧还包括工作空间中的工作气体,在一些实施中,还可以包括后空间,因为当空间的容积改变时气体向限定空间的移动壁施加弹簧力。如本领域中所公知的这些,通常地说弹簧是一种将力施加到两个本体的结构或者结构的组合,其中一个本体相对于另一个本体的位移成比例。涉及弹簧力与位移相关的比例常数被称作弹簧常数、力常数或者扭转系数。

[0035] 为了使将要描述的本发明的旋转电磁转换器部件共振,优选的是扭簧,但是也可以使用像时钟的游丝一样的螺旋或内卷弹簧。

[0036] 具体实施方式

[0037] 图 3、图 4 和图 5 示出了不同的视图并且示出了本发明的优选实施方式的方面。优选的实施方式是阿尔法构造中的自由活塞斯特林机,其具有布置在平行缸体中的四个活塞 P1、P2、P3 和 P4,其中心轴线在长方形的角处。然而,图 3 和图 5 是端视图并且因此仅可看到活塞 P1 和 P2。活塞 P1 与 P2 之间的关系以及在图 3 和图 5 中可以看到且与活塞 P1 和 P2 相关并配合的结构跟活塞 P3 和 P4 大致的相同,除非另有指明或者对于本领域的技术人员是显而易见的。图 3、图 4 和图 5 的优选实施方式将首先以一些通用术语来描述。然后为了提供附加的信息来详细描述本说明书。

[0038] 图 3- 图 5 示出了驱动地耦接至至少一个旋转电磁转换器的自由活塞斯特林机 10。然而,该旋转电磁转换器略去了显示其它部件并且在图 6、图 10 和图 12 中示出了它们自身。这些部件封装在壳体 14 中。斯特林机包括在其缸体中往复运动的至少一个活塞并且具有固定至活塞的连接杆。图 3- 图 5 的自由活塞斯特林机 10 是阿尔法构造机且具有四个活塞 P1、P2、P3 和 P4。有四个连接杆 R1、R2、R3 和 R4,每个连接杆均连接至活塞中的一个。

[0039] 缸体和它们的活塞热动力地相互连接以便在 0° 、 90° 、 180° 和 270° 的相位角下操作。这些热动力连接与通常用于现有技术阿尔法构造的自由活塞斯特林机相同。尽管本发明中的热动力连接与现有技术中的类似,但是缸体和活塞的物理定位与一般现有技术的定位是不同的并且在本发明中很重要。现在对其进一步解释。如现有技术中已知的,

在阿尔法构造的斯特林机中,每个缸体的压缩空间在各活塞的端部通过热喷射器、再发生器以及热接收器以串联连接的方式连接到另一个缸体的膨胀空间和其活塞。这在美国专利 7,171,811 中示出了。所有四个缸体和活塞均通过这种方式以菊花链的方式连接。这些膨胀空间与压缩空间通过这种方式的连接被称作斯特林机的热动力连接。仍参照美国专利 7,171,811 的图 1,可以看到活塞的往复运动轴是平行的并且活塞定位在正方形的顶点处。当一个沿着围绕正方形的路径运行时,每个活塞的相位相对于沿着该路径的下一个活塞的相位是 90° 。沿着正方形任一侧的每对活塞均以它们之间具有 90° 相位角的方式操作。

[0040] 尽管在本发明中使用相同的热动力连接,但是活塞及其缸体的物理定位是不同的并且可以认为已经被重新布置,以使沿着正方形一侧的活塞以彼此 180° 的相位差操作,并且使沿着正方形另一相对侧的活塞以彼此 180° 的相位差操作。那还意味着沿着正方形那些侧面中一个的活塞的相位相对于沿着正方形的相对侧面的活塞以 90° (或者 270°) 异相地操作。图 9 的矢量图示出了这些相位关系。本发明的一个重要的特征是存在一对活塞,这对活塞的往复运动轴与其相应活塞杆在一个平面中且相对于彼此以 180° 往复运动,还存在第二对活塞,所述第二对活塞的往复运动轴与其相应活塞杆在一个平面中且相对于彼此以 180° 往复运动。尽管第一对活塞和缸体没有必要相互之间具有特定的物理定位关系,但是理想的是所有活塞均沿着以对称方式布置的平行轴往复运动以使振动最小化。在图 3 中通过表示流动路径的直线示意性地示出了本发明的热动力连接,从每个活塞的端部延伸通过表示一系列热喷射器、再发生器和热接收器的盒子,其中一直线延续至另一个活塞的相对端部上。在图 8 中还示意性地示出了本发明的热动力连接以及活塞和它们的缸体的物理定位。因为这对活塞 P1 和 P2 在图 3 和图 5 中是可见的,所以在这里活塞对 P1 和 P2 可以称作向前或者前对。它们以彼此 180° 的相位关系操作。这里活塞对 P3 和 P4 可以称作后对。它们以彼此 180° 的相位关系操作。所有这些的后果是,在本发明的优选的实施方式中,活塞物理地布置,以便将在 0° 和 180° 操作的第一对活塞的活塞杆定位在第一平面中以及将在 90° 和 270° 操作的第二对活塞的活塞杆定位在第二平面中。

[0041] 活塞弹簧

[0042] 每个活塞均连接到活塞弹簧以使活塞和刚性地连接至活塞的质量块以斯特林机设计好的操作频率振荡。因此,对于每个活塞来说,设计者选择弹簧的比例常数与总往复运动质量块来的组合以便以机器的期望操作频率来提供共振系统。在图 3 至图 5 的实施方式中,活塞 P1、P2、P3 和 P4 中的每个均通过弹簧的组合而共振,所述弹簧全部在活塞上施加弹簧力分量。这些弹簧主要是一对平面弹簧,其次是工作气体。例如,活塞 P1 主要通过连接在活塞杆 R1 与壳体 14 之间或者另选地连接至相对于壳体固定的结构的两个平面弹簧 20 和 22 而共振。活塞 P2 通过连接在活塞杆 R2 与壳体 14 之间的两个平面弹簧 24 和 26 而共振。平面弹簧还提供活塞杆的径向支撑。如图 4 中所见,活塞 P3 和 P4 以相同的方式共振并且被支撑。如在图 4 中最佳可见,存在两个滑轮 28 和 30。用于使每个活塞共振的这对平面弹簧优选地定位在滑轮的相对侧上,所述滑轮邻近与这对平面弹簧相连接的活塞杆。例如,平面弹簧 20 位于滑轮 28 的上方并且平面弹簧 22 位于滑轮 22 的下方。

[0043] 滑轮

[0044] 本发明具有定位于至少一个连接杆的平面中的至少一个滑轮。滑轮或多个滑轮具有垂直于那个平面的旋转轴线。如上所述,在图 3 至图 5 中的优选的实施方式中,活塞物理

地布置,以便将在 0° 和 180° 的相位下操作的第一对活塞的活塞杆定位在第一平面中以及将在 90° 和 270° 的相位下操作的第二对活塞的活塞杆定位在第二平面中。因此,第一滑轮 28 定位在第一平面中位于第一对活塞 P1 和 P2 的活塞杆 R1 和 R2 之间。类似地,第二滑轮 30 定位在第二平面中位于第二对活塞 P3 和 P4 的活塞杆 R3 和 R4 之间。每个滑轮 28 和 30 均具有延伸得邻近于至少一个(且优选两个)连接杆附近的弓形周向表面 32、34。“邻近连接杆”表示其靠近、刚好在其附近,以使得通过带(下面描述)施加在活塞杆上的张力以及通过活塞杆施加在带上的力具有与活塞的中心轴线尽可能平行的方向,以避免活塞杆上的侧面负载(即避免具有径向地作用于活塞轴线上的分量的力)。在描述这些带以后将会明白的是,在滑轮与连接杆的外表面之间必须具有一些空间,但所述空间是仅足够允许带位于其间的空间。滑轮的外周向表面可以在滑轮的弓形周向表面中具有用于接收带的凹槽或者槽。

[0045] 带驱动连杆

[0046] 在本发明的实施方式中,每个连接杆均连接至运动转换驱动连杆,该运动转换驱动连杆将连接杆驱动地连接至滑轮。每个运动转换驱动连杆均包括两个带,每个带均连接在滑轮上的两个点处并且在活塞杆上的两个点处连接到其相关联的活塞杆。在图 3 至图 5 的实施方式中,前对活塞杆 R1 和 R2 每个都通过这种驱动连杆连接到滑轮 28。类似地,活塞杆 R3 和 R4 每个都通过这种驱动连杆连接到滑轮 30。因为存在四个活塞杆,所以存在四个运动转换驱动连杆,每个驱动连杆均将连接杆连接到其平面中的相邻滑轮。驱动连杆的目的是在活塞杆的往复运动与滑轮的旋转振荡运动之间进行转换。这允许活塞的往复运动驱动滑轮的旋转振荡运动或被滑轮的旋转振荡运动所驱动。

[0047] 图 4、图 5 和图 11 示出了将每个连接杆驱动地连接到滑轮的运动转换驱动连杆的带。在图 5 的图表中,通过实黑线示意性地示出了一对带并且通过虚黑线示出了另一对带。关于连接杆 R1 到滑轮 28 的连接,一个带 42 固定到滑轮 28 的远离活塞 P1 的侧面。“远离”表示滑轮的该侧面距活塞的距离更长或者更远,在图 3- 图 5 中其是滑轮的下侧。带 42 固定到滑轮 28 的点 48 处,诸如通过焊接或者更优选地通过钥匙孔状狭槽固定,带 42 插入到该狭槽中并且然后通过确定地适配到狭槽的圆形孔部分中的销子固定在位置处并且不能径向地向外移动通过狭槽的定位在圆形孔径向向外的较窄部分。当然,存在将带固定到滑轮的许多其它方式。第一带 42 沿着第一方向(在此情形中是顺时针)沿着滑轮 28 的周向弓形表面 32 延伸至与连接杆 R1 在沿着活塞杆 P1 的位置 44 处固定连接,所述位置 44 比滑轮旋转轴线 46 更靠近活塞 P1。

[0048] 另一个带 40 以与带 42 固定到滑轮相同的方式固定到滑轮的靠近活塞的侧面。“靠近”表示滑轮的该侧面距离活塞更近,在图 3 至图 5 中其是滑轮的上侧。带 40 固定到滑轮 28 的点 50 处并且沿着与第一方向相反的方向(逆时针)沿着滑轮 28 的周向弓形表面 32 延伸至与连接杆 R1 在沿着活塞杆 R1 的位置 52 处固定连接,所述位置 52 比滑轮旋转轴线 46 更远离活塞 P1。

[0049] 活塞杆 R2 还通过另一对带连接到滑轮 28。带 56 从与活塞杆 R2 在点 60 处的固定连接处延伸并且沿着滑轮 28 的周向弓形表面 32 沿着顺时针方向延伸至与滑轮 28 在点 48 处连接。类似地,第二带 56 从与活塞杆 R2 在点 62 处的连接沿着逆时针方向沿着滑轮 28 的周向弓形表面 32 延伸至与滑轮在点 50 处连接。活塞杆 R3 和 R4 通过类似构造和布置的

带连接到后滑轮 30。

[0050] 尽管连接到每个活塞杆的带都在功能性方面描述为沿部分地在滑轮的周向弓形表面周围的相反方向延伸的两个带,但是当存在驱动连接到相同滑轮的两个活塞杆时,有利的是形成这样的两个带,这两个带在固定到滑轮中心处的带材料的一个整体件外部将活塞杆的两个远端连接到滑轮。类似地,将活塞杆的两个近端连接至滑轮的远端侧面的两个带优选地由固定到滑轮中心的带材料的一个整体件形成。换句话说,固定到滑轮的远离活塞的一侧的带可以由单根(a single length of)带材料形成,所述单根带材料沿着与它们连接的滑轮的周向弓形表面延伸总共大致 180° 。类似地,固定到滑轮的靠近活塞的一侧的带有利地由单根带材料形成,所述单根带材料沿着与它们连接的滑轮的周向弓形表面延伸总共大致 180° 。因此,尽管每个带均功能性且概念性地围绕滑轮延伸 90° ,但是形成两个带的单个件的带材料总共延伸 180° 。

[0051] 另选地,每个带均可以围绕滑轮延伸小于 90° 但是那会使振荡的角度范围限定于较小的振荡角幅度。在每个带延伸 90° 且组合的整个带延伸总共 180° 的情况下,角振荡的最大范围是接近 180° 。然而,预期在本发明实施方式的正常操作期间,取决于该实施方式的能量需求,振荡的角幅度将会变化并且通常小于 180° 。

[0052] 应该明白的是,在操作中,张力被施加到带。还很明白的是,连接到每个活塞杆的两个带沿着相反的旋转方向将它们的张力施加到滑轮(当活塞驱动滑轮时);也就是说它们沿着相反的方向施加转矩。相同的两个带均固定地连接至相同的刚性活塞杆。为了防止活塞杆与滑轮之间的带连接中的任何反冲或者溅溢,理想的是每个带均以弹性地预张紧的状态安装。由于优选的带材料是诸如不锈钢的金属,并且金属具有一些弹性,因此带优选地以张力方式预张紧,只要在操作中不超过它们的弹性极限即可。

[0053] 此外还理想的是每个活塞杆均形成有诸如表面 64 的面向其相邻滑轮的平坦的平表面。每个平坦的平表面均沿着活塞杆定位并且延伸以便抵靠连接至其上形成有表面的活塞杆的带。

[0054] 术语“带”用于描述本发明的张紧部件。然而带可以具有更通常地描述为线、丝、条或带的形状。本发明的带具有抵抗张力的特性,因此其能够将张力从一个位置传送到另一个位置,其具有足够的柔性因此它不会疲劳与劣化,其仅具有很小的弹性系数因此它不延展并允许反冲,并且其足够薄以至于它能够围绕滑轮弯曲而不超过其弹性极限因此它不会疲劳。优选的形状是其宽度远大于其厚度,这有助于这些特性。然而,它可以具有诸如环形线的其它的横截面形状。尽管金属是优选的材料,但是也能够使用现有技术中已知的诸如复合材料的多种其它材料。

[0055] 每个驱动带均可以是整体一件带,两个带附接到轴向偏移布置的每个活塞杆,因此它们并排位于滑轮的弓形表面上。然而,该构造可能导致带在滑轮上在直径轴线周围施加转矩,所述直径轴线在滑轮最靠近于活塞杆的点之间(在图中是水平方向)延伸。因此,优选地,一个驱动带被再分成平行的、间隔开的部分带,它们作为单个带一起操作。另一个带是在分成两部分的带的两个带部分之间操作的单个带。

[0056] 在图 11 中示出了这种分成两部分的带。分成两部分的带可以沿着滑轮的近端或者远端侧延伸,单个带沿着另一个侧延伸。此外,分成两部分的带和单个带可以在两个滑轮上相同地定向或者相反地定向。图 11 示出了沿着后滑轮 30 延伸的带,但是与图 4 中示出

的相比它们相对地定向。参照图 11,带 358 被分成两个外带 358A 和 358B,这两个外带均向下地延伸并且沿着滑轮的弓形周向表面延伸至与滑轮在销子 348 处固定连接。优选地,与这两个部分带相同的带材料继续沿着滑轮 30 的周向弓形表面形成与活塞杆 R3 的连接,通过借助加工螺钉 372 和 374 固定到活塞杆 R3 的夹持板 370 夹持到活塞杆 R3 上。另一个带 356 是在分成的两部分 358A 与 358B 之间穿过且沿着滑轮 30 的近端(上端)弓形表面延伸并且通过销子 350 固定至滑轮的单个件带材料。形成带 356 的带材料 356 从销子 350 继续沿着滑轮的弓形表面并且与活塞杆 R3 形成固定连接且通过借助加工螺钉 378 和 380 固定至活塞杆 R3 的夹持板 376 固定到活塞杆 R3。该分成两部分的构造平衡了由带施加到滑轮的力,同时允许带穿过彼此而不抵靠彼此滑动以及干涉。

[0057] 扭簧

[0058] 不同的扭簧连接到每个滑轮并且使滑轮与刚性地连接至滑轮的质量块在斯特林机的操作频率下旋转振荡的方式共振。每个扭簧均从其相关联的滑轮延伸至与壳体固定连接。参照图 3 和图 4,扭簧 66 从其与滑轮 28 的固定连接延伸至与壳体 14 固定连接。优选的扭簧是如所示出的杆 (rod) 或者棒 (bar)。扭簧 66 通过穿过毂 70 中的孔的螺栓而固定到壳体。类似地,扭簧 68 借助于毂 72 从其与滑轮 30 的固定连接延伸至与壳体 14 固定连接。另选地,在附图中示出的扭簧可以被允许滑轮在轴承上旋转运动的刚性轴和其它类型的弹簧(诸如盘簧或内卷弹簧)取代,以使滑轮共振。然而,其部分地不是优选的,因为其较为复杂并且连接到轴承的滑轮可能出现摩擦以及润滑问题。

[0059] 旋转转换器

[0060] 在每个滑轮与旋转电磁转换器之间具有机械驱动连杆,使得每个旋转电磁转换器通过滑轮以旋转共振运动的方式驱动。在具有两个滑轮的情况下,每个滑轮均连接到不同的旋转电磁转换器,以使一个旋转电磁转换器驱动地连接到所述滑轮中的一个并且第二旋转电磁转换器驱动地连接到另一滑轮。如本领域中公知的,旋转电磁转换器通常具有转子和定子。每个都可以驱动地连接到滑轮,并且另一个,对于每个转换器来说,连接至壳体以允许滑轮以旋转振动运动的方式相对于另一个移动,而另一个保持静止。

[0061] 图 10 与图 4 类似但是附加地示出了两个旋转电磁转换器 402 和 404。诸如通过将毂固定到转子轴上(像图 4 中的毂 70)以及通过螺栓将毂连接到滑轮使得螺栓和毂成为转换器与滑轮之间的机械连杆,而使得它们的转子连接到滑轮。用于将转子连接到滑轮的这种布置可以与图 12 中示出的布置中示出的相同并且在下面描述。然后定子诸如通过臂 406 和 408 固定到壳体,所述臂 406 和 408 固定到定子并且向外地延伸至与壳体固定连接。

[0062] 如图 12 中所示,第三旋转电磁转换器可以驱动地连接在两个滑轮之间。在那种情形中,转子连接到一个滑轮并且“定子”连接到另一个滑轮,以使转子与定子被不同的滑轮驱动,或者以旋转振荡运动的方式驱动滑轮。参照图 12,旋转电磁转换器的定子 420 固定到滑轮 28。转子轴 422 固定至毂 424,毂 424 固定到滑轮 30。因为改进了电磁转换器的总数量的加和的能量密度,所以使用第三电磁转换器改进了耦接的自由活塞斯特林机和旋转电磁转换器的能量密度。因为其有助于能量产生或者更多旋转电磁转换器之间的电机能量消耗以使每个均产生或者使用较小比例的总能量,所以能量密度提高了。因此,每个电磁转换器均可以被制成更小的并且因此具有较高的能量密度。如果每个滑轮都以 180° 振荡,那么连接在它们之间的电磁转换器以 360° 振荡并且它们的运动是 90° 异相的。

[0063] 尽管优选的旋转电磁转换器是非整流电子交流发电机或电机,但是也可以使用整流的 DC 电机。例如,两个极 DC 电机可以与定位的刷子一起使用,从而在旋转振动过程中它们绝不会旋转到它们转换(整流)位置的点。本发明的实施方式要求具有永磁体或电磁体的电磁转换器以提供磁场和电枢绕组,其中在其磁场与电枢绕组之间具有相对旋转振荡运动。

[0064] 阿尔法构造的详细描述

[0065] 现在出于提供附加的观点和信息的目的而回顾图 3- 图 5。图 3 示出了当前的发明当安装在较大阿尔法式斯特林发动机中时它可能呈现的样子。该视图是端视图,因此仅可见一对活塞并且该对活塞位于其逆时针旋转的极点处或者最大差别冲程处。活塞组件通过平面弹簧定位在它们的直线运动中,而振荡滑轮通过扭簧以及连接至活塞杆与滑轮的张紧带旋转地定位。示出的活塞对相互连接并且连接到振荡滑轮以使它们在 180° 下异相操作。第二对活塞同样地构造并且因此也 180° 下彼此异相地操作。两个活塞组件对中的每个均以 90° 彼此异相地操作,从而可以容纳适于四活塞阿尔法构造斯特林机的 90° 热动力相位。在该视图中的两个活塞没有通过热动力循环连接件相互连接。

[0066] 这意味着存在在 180° 下彼此异相操作的两个双活塞组合件。该双活塞组合件在 90° 下彼此异相操作。在图 3 中,活塞 P1 和 P2 是在 180° 异相对中并且在它们冲程的极点处示出。在该视图中第二对是不可见的。热动力循环以图 4 中示出且以上所述的方式连接在 90° 异相的空间之间。平面弹簧 20 和 22 支撑并且引导连接杆 R1,并且平面弹簧 24 和 26 支撑并引导连接杆 R2。平面弹簧用于第二个目的并且其用于提供超出气压提供的任何所需附加弹动,以使活塞和连接杆的线性移动组件想操作频率下共振。因此弹簧平衡了惯性力。滑轮 28 安装在扭簧 66 上,以便在操作频率下通过扭簧平衡旋转惯性。滑轮周边上的张紧带以图 4 中更清晰地示出的方式连接到活塞。

[0067] 图 4 中以立体图示出了振荡机构设置在两对活塞上,每对活塞彼此以 90° 操作。如上所述的平面弹簧组件使活塞共振并加以引导,而扭簧使滑轮定位和共振。张紧带将每个活塞对跟与它们相关的滑轮连接。该两个滑轮又连接至旋转振荡交流发电机或电机。如果需要的话,第三交流发电机或者电机可以位于滑轮之间。

[0068] 参照图 4,张紧带通过接合销 48 和 50 连接到滑轮 28。接合销将张紧带锁定到滑轮,因此在滑轮与张紧带之间没有相对的接触运动发生。连接杆上的夹具类似地确保在带与连接杆之间没有相对的接触运动。具有活塞 P1 和 P2 的前振荡组件示出为在其最大逆时针位置处,以使得平面弹簧 24 和 26 示出为最大地朝向“内”方向偏转,而平面弹簧 20 和 22 最大地朝向“外”方向偏转。由于具有活塞 P3 和 P4 的后振荡组件相对于前振荡组件 90° 异相,因此后组件中的所有平面弹簧均未偏转并且当前组件位于“内”或者“外”的最大位置时该组件位于其中间位置处。当平面弹簧与气体压力一起使活塞组件共振时,扭簧使包括滑轮的旋转部分的旋转惯性共振。通过使线性部件与旋转部件分离地共振,仅有的工作力通过张紧带来传送。工作力远小于惯性力和弹簧力。前扭簧和后扭簧通过凸缘或者毂 70 和 72 安装到壳体。从滑轮 28 和 30 得到供给的或者汲取的工作耦接,所述滑轮附接至通常称作非整流电机或者交流发电机的旋转振荡电机机械转换器。如由活塞上方的直箭头所示的,热动力循环形成在 90° 异相活塞之间。

[0069] 图 5 是示出张紧带的位置的活塞对以及它们如何将旋转振荡运动施加到滑轮的

草图。在这种情形中示出了用于引导活塞杆的气体轴承。活塞 P1 和 P2 (类似活塞 P3 和 P4) 通过轴承 104 与 106 引导。这些轴承优选地是气体轴承以保持组件无磨损。因为在本领域中气体轴承是众所周知的,因此未示出气体轴承的细节。对于原动机来说,即,当功从活塞传送时,循环气体压力使活塞沿着“外”方向 108 受力。这使张紧带 40 处于张紧中,由虚线指示,并且沿着方向 110 拉动,从而沿逆时针方向使得滑轮组件 28 在其扭簧 66 上旋转。张紧带 58 还拉动第二活塞 P2,以使其沿着“内”方向 112 移动。当活塞沿着相反方向移动时,张紧带 40 和 58 保持因此作为原动机的张紧件,因为其与气体传送和压缩相关,因此通过活塞提供输出力并且“内”运动被抵抗。在原动机构造中张紧带 42 和 56 未将大量的力传送到活塞而是用于将滑轮组件 28 相对于活塞连接杆保持和定位在其相对位置处。然而,在热泵构造中,功被传送到系统,并且取决于运动的方向,张紧带 40、42、56 和 58 交替地变为张紧。在操作过程中,张紧带中的张紧力将会周期性地改变以用于原动机或者热泵,并且这些作用力不对称。

[0070] 在上述方式中,线性振荡部件独立于旋转振荡部件共振。这使得张紧带上的力最小化。如果活塞与滑轮全都共振,那么在带上的作用力便较小。弹簧交替地存储并给出能量,因此它们交替地吸收功和做功。弹簧将力施加至往复运动与旋转振荡质量块。当活塞和滑轮共振时,由带施加的唯一的力是每个循环期间的附加的功输入。用于使旋转振荡和往复运动质量块加速的大部分力来自于弹簧,并且吸收的大部分能量预计使旋转振荡和往复运动质量块减速的力施加到弹簧。当然,实际的考虑事项可以导致不同混合的线性和旋转振荡部件共振。然而,对于线性部件和旋转部件二者来说全部的共振弹簧力可以仅来自于工作气体,在这种情形中将不再需要扭簧或者活塞弹簧。在另一个方面,在示出的优选实施方式中附加的弹动是理想的。在线性部件与旋转部件不是独立共振的所有情形中,在张紧带中将产生较高的力。在机器被驱动的热泵的情形中,通常能够驱散导致张紧带中的较高的力的共振。要求通常的工程设计实践以确保张紧带和它们的安装不会受到过应力。

[0071] 在本发明的实施方式中,旋转振荡输出连接到与图 6 中示出的相类似的交流发电机或电机,作为未整流交流发电机或电机的例子。图 6 示出了具有八个柱的旋转振荡交流发电机或者电机。铁可以是平面包装层压材料。可以调节距磁体的径向距离以便优化材料和包装的最佳使用。“+”和“-”标记表示绕组的方向并且箭头指示磁体上的磁化的方向。磁体环随着滑轮的运动可旋转地来回振荡。存在许多不同构造的电机械转换器,其均起到这种作用。这仅仅是一个实例。

[0072] 铁包括外环 240 和内部铁 241。沿着箭头径向地磁化的永磁体 242,物理地连接至来自驱动机构的旋转振荡输出。磁体因此以箭头 244 所示的旋转振荡的方式被驱动,并且使铁受到交替电磁场,所述交替电磁在绕组中引发从窗户 243 中的“+”到“-”的电流。在电机中,交流电提供到绕组并且这在铁中设定了交替绕组场,该绕组场迫使磁体以旋转振荡的方式移动。旋转振荡交流发电机或者电机具有优于线性交流发电机或电机的两个主要的优势。首先,旋转振荡设计允许铁在平面包装叠层存储之外装配,因此极大地增加了优于线性电机的径向包装叠层的包装密度。其次,可以通过将磁体设置在比输出滑轮更大的半径上而任意地增加磁体速度(在实践极限以内)。这增加了优于线性电机的能量密度,在线性电机中活塞速度与磁体速度必须相同。Redlich 在美国专利 5,753,985 中公开了一种另选的旋转振荡交流发电机或者电机。

[0073] 贝塔构造

[0074] 图 7 示出了以贝塔构造应用到自由活塞斯特林机的本发明实施方式。与图 1 中示出的现有技术类似,贝塔构造的斯特林机具有壳体 80、活塞 82 以及置换器 84,所述置换器 84 具有延伸穿过活塞 82 中的中心孔的置换杆 86。活塞 82 具有活塞杆 88,在其上端固定到活塞 82。活塞杆可以是管子,置换器杆可以往复运动穿过该管子,一对向下延伸的臂在它们上端固定到活塞 82 或者是另一种形式。

[0075] 尽管可以使用单个滑轮,但其将会造成不平衡的力和振动。因此,本发明的优选的贝塔的实施具有两个滑轮 90、92,所述滑轮定向在包括活塞连接杆 88 的轴线的平面中。滑轮 90 和滑轮 92 具有垂直于那个平面的旋转轴线。两个滑轮都具有在连接杆 88 附近延伸的弓形周向表面。两个运动转换驱动连杆驱动地将活塞连接杆 88 连接到两个滑轮中的每个。两个运动转换驱动连杆中的每个均具有至少两个带,并且构造为与上述的用于阿尔法构造的斯特林机的驱动连杆类似。

[0076] 带 93 通过钥匙孔槽和销子 91 固定到滑轮 92 的远离活塞 82 的一个侧面并且沿着第一方向(逆时针)沿着滑轮 92 的周向弓形表面延伸至在沿活塞杆 88 的位置处与连接杆 88 固定连接,所述位置 94 比滑轮旋转轴线 95 更靠近活塞 82。第二带 93 通过钥匙孔槽和销子 97 固定到滑轮 92 的靠近活塞 82 的一个侧面并且沿着相反方向(顺时针)沿着滑轮 92 的周向弓形表面延伸至在沿着活塞杆 88 的位置 98 处与连接杆 88 固定连接,所述位置 98 比滑轮旋转轴线 95 更远离活塞 82。带 99 和 100 以相同的方式连接在连接杆 88 与滑轮 90 之间。尽管示出的带每个都沿着与它们相关的滑轮的弓形表面延伸约 90°,但在该实施方式中它们都能够延伸 180° 以允许 360° 的最大旋转振荡范围。扭簧 101 和 102 以与图 3-图 5 中示出的相同的方式连接到每个滑轮并且连接到壳体 80,并且使它们相关的滑轮和刚性连接到滑轮的质量块在斯特林机的操作频率下以旋转振荡的方式共振。

[0077] 滑轮 90 与 92 中的每个还在每个滑轮与旋转电磁转换器之间具有机械驱动连杆,并且以旋转振荡运动的方式驱动旋转电磁转换器。尽管在图 7 中未示出电磁转换器,但它们也可以以与在阿尔法构造实施方式中描述的这些类似方式连接或者以对本领域普通技术人员来说从该描述中显而易见的任何其它的方式连接。

[0078] 滑轮还可以使用平衡质量块以使没有残余的力被传送到机器的壳体。将旋转振荡机构应用于贝塔构造自由活塞斯特林原动机和热泵可以是有利的。参照图 7,置换器 84 和活塞 82 是贝塔斯特林机的往复运动元件。活塞 82 具有在活塞下方形成活塞杆 88 的延伸部以容纳并且锚定张紧带。(通过实线与虚线区分)张紧带还连接到两个滑轮。扭簧 101 和 102 可以帮助旋转共振。这里示出的本发明独一无二的方面是,应用了平衡质量块 302 和 304,每个均固定在不同的滑轮上。平衡质量块 302 和 304 沿着与活塞相反的方向移动并且可以用于平衡来自活塞的竖直反作用力。由于对称,平衡质量块 302 和 304 不形成并排的作用力。上述方式的交流发电机或者电机可以根据其是原动机还是热泵而用于汲取能量或者将能量提供到机器。尽管平衡质量块 302 和 304 优选地固定到滑轮 90 和 92 上,但它们也可以被固定在旋转振荡的交流发电机或者电机上或者固定到任何其它质量块上,所述其它质量块固定至滑轮并且随着滑轮一起旋转地振荡。

[0079] 结合附图的详细描述旨在主要用作本发明的当前优选实施方式的描述,并且不旨在表示本发明可以被构造或者利用的仅有形式。该说明书结合示出的实施方式阐述了实施

本发明的设计、功能、方式、以及方法。然而,应该理解的是,相同或等同的功能和特征可以通过不同的实施方式来完成,所述实施方式也旨在包含在本发明的精神和范围以内,而且在不偏离本发明或所附权利要求范围的前提下可以采用多种变型。

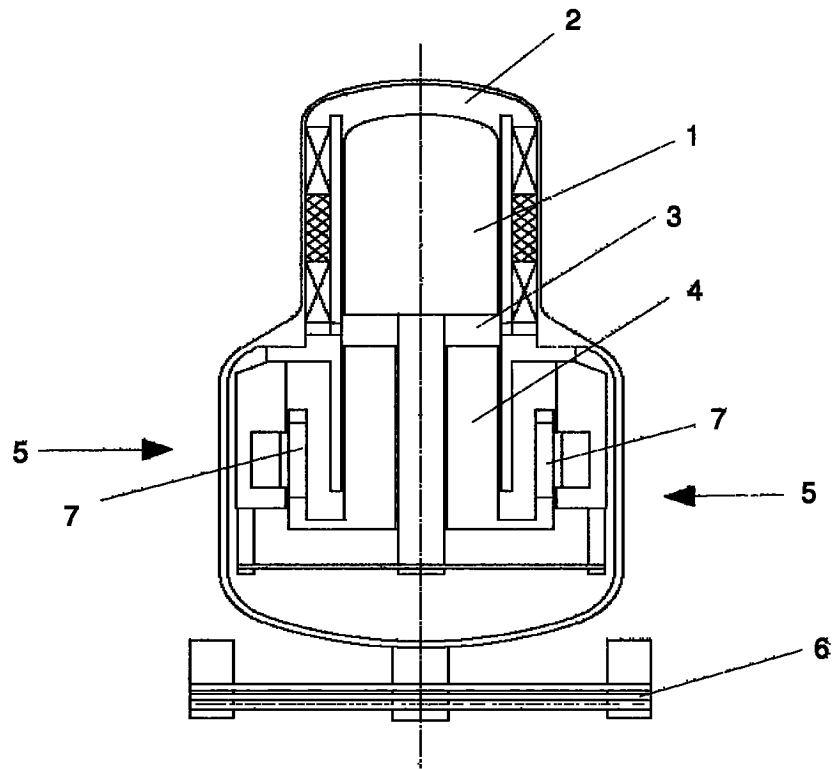


图 1(现有技术)

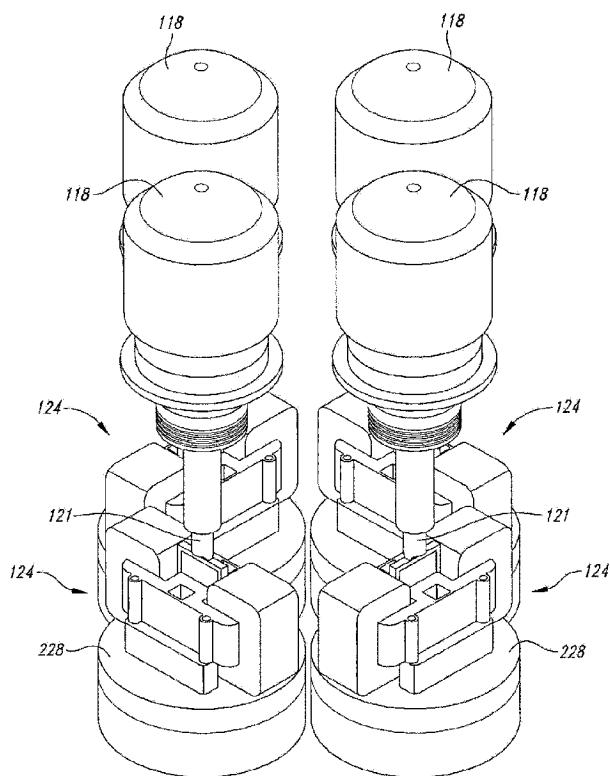


图 2(现有技术)

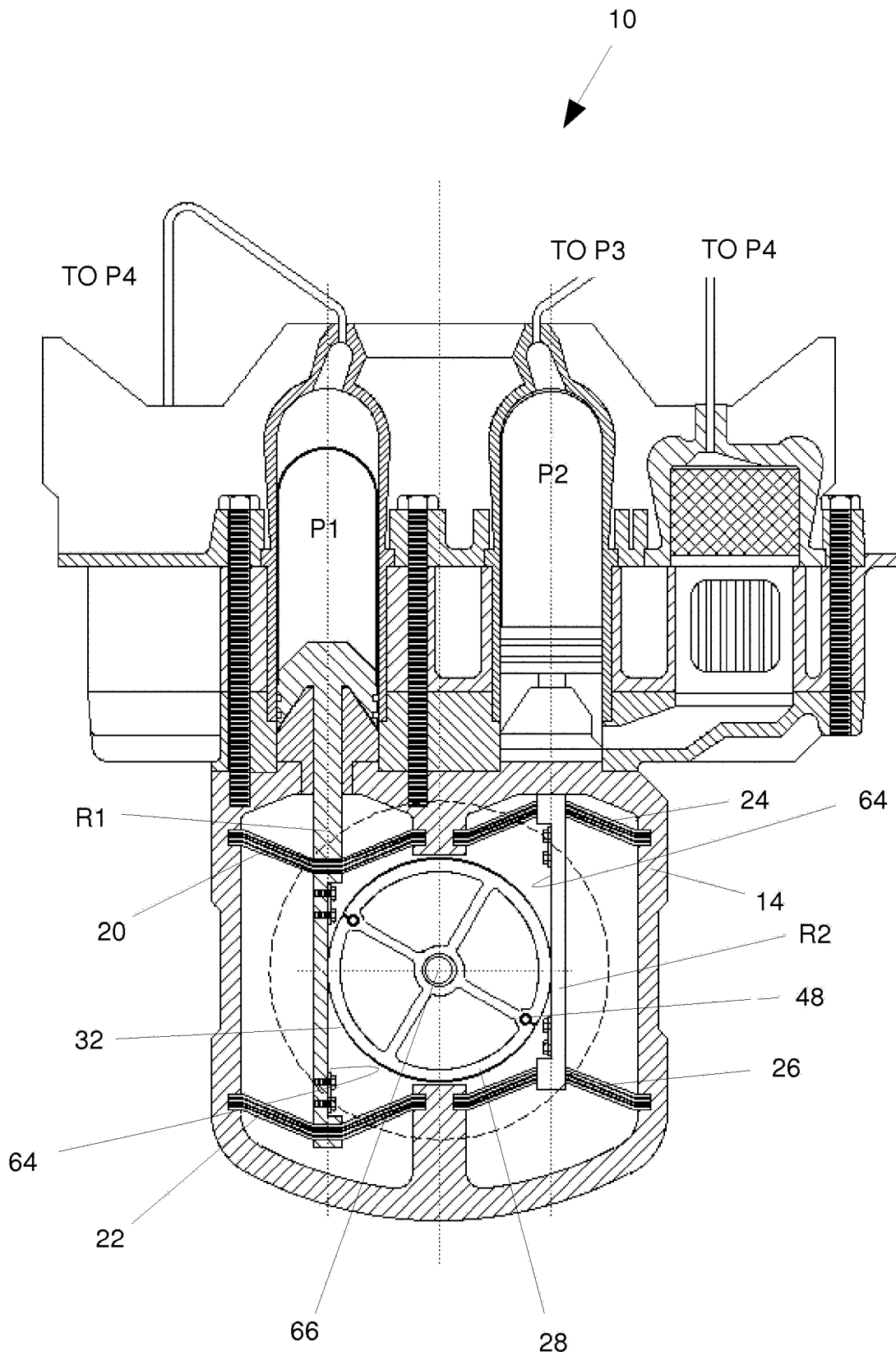


图 3

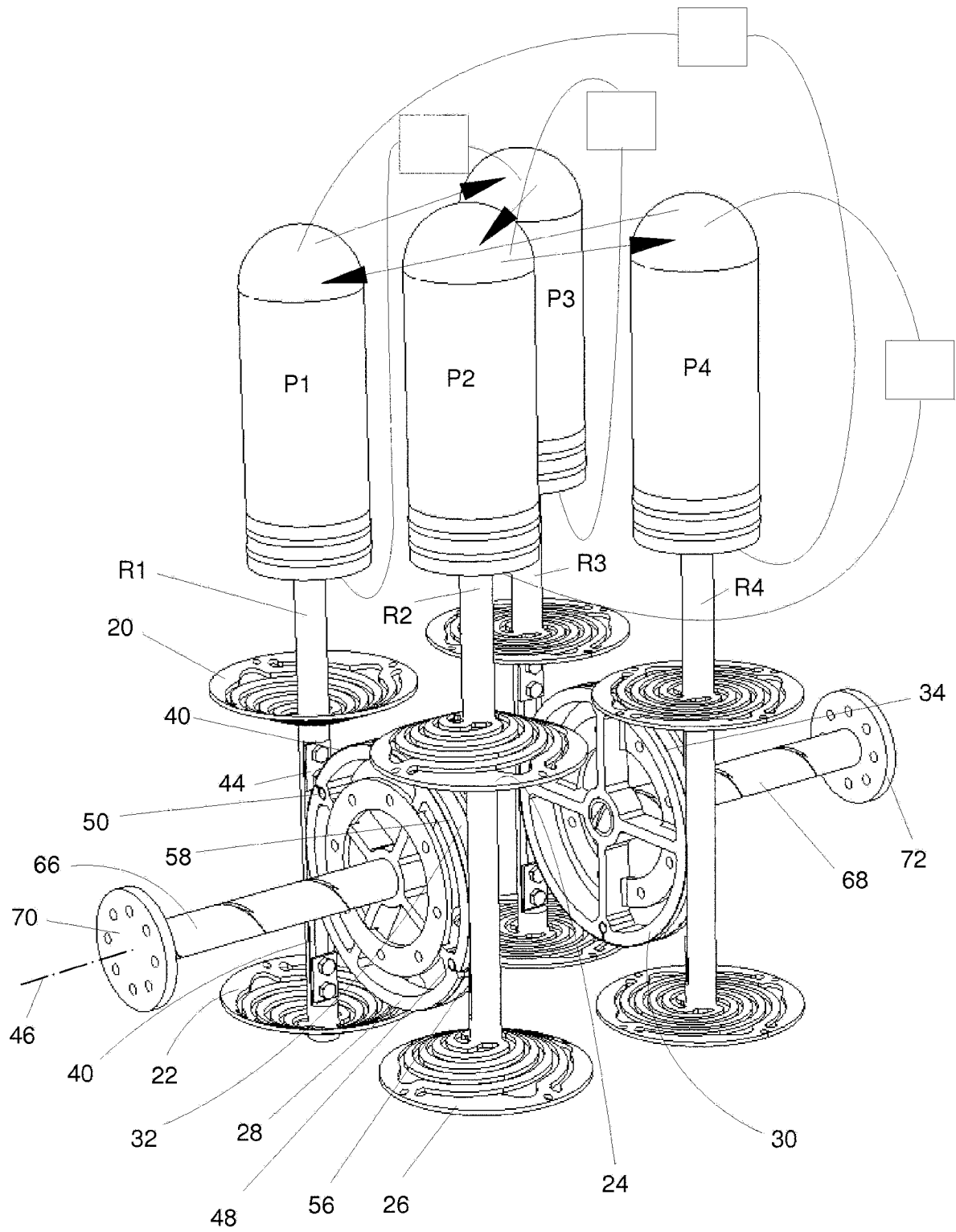


图 4

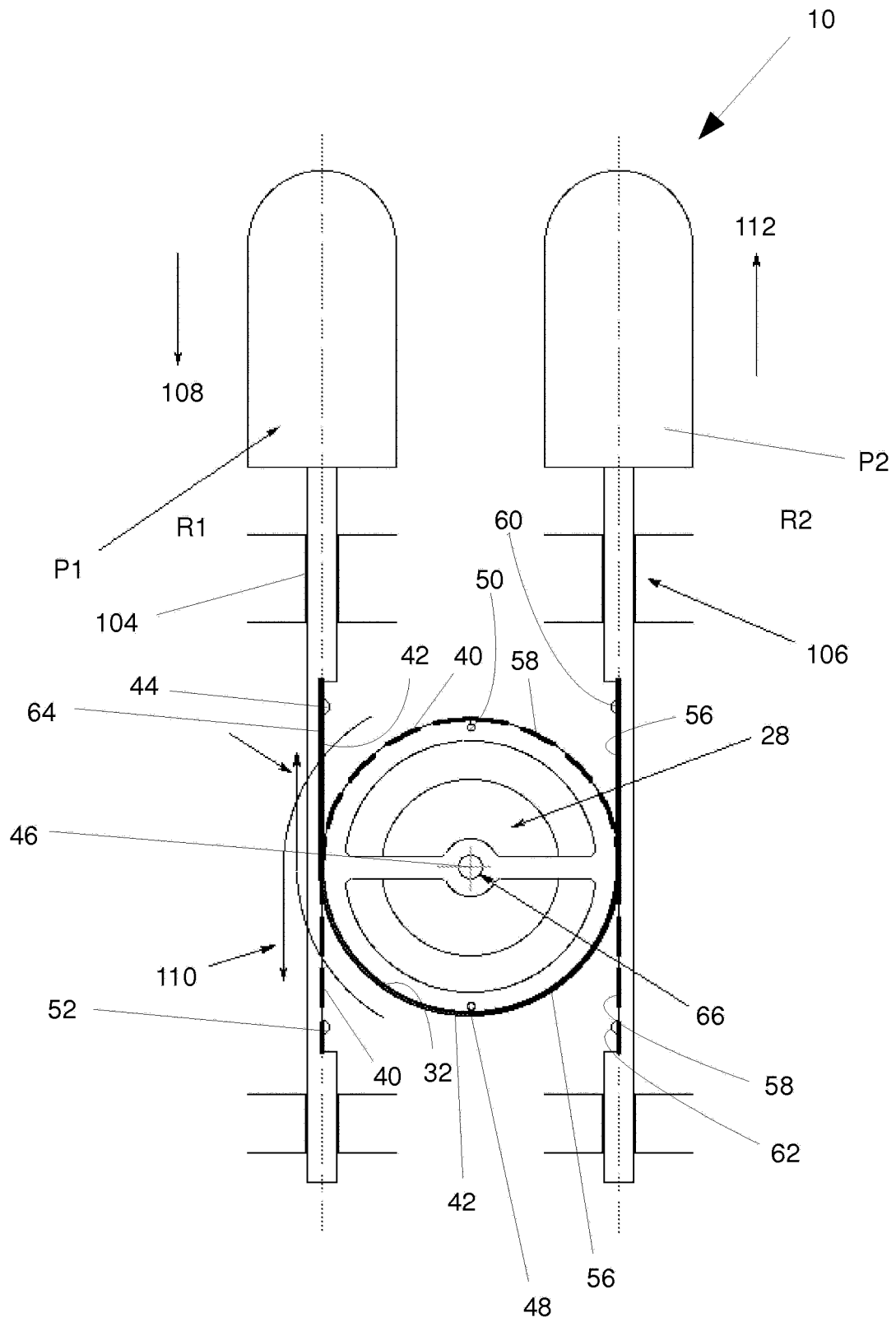


图 5

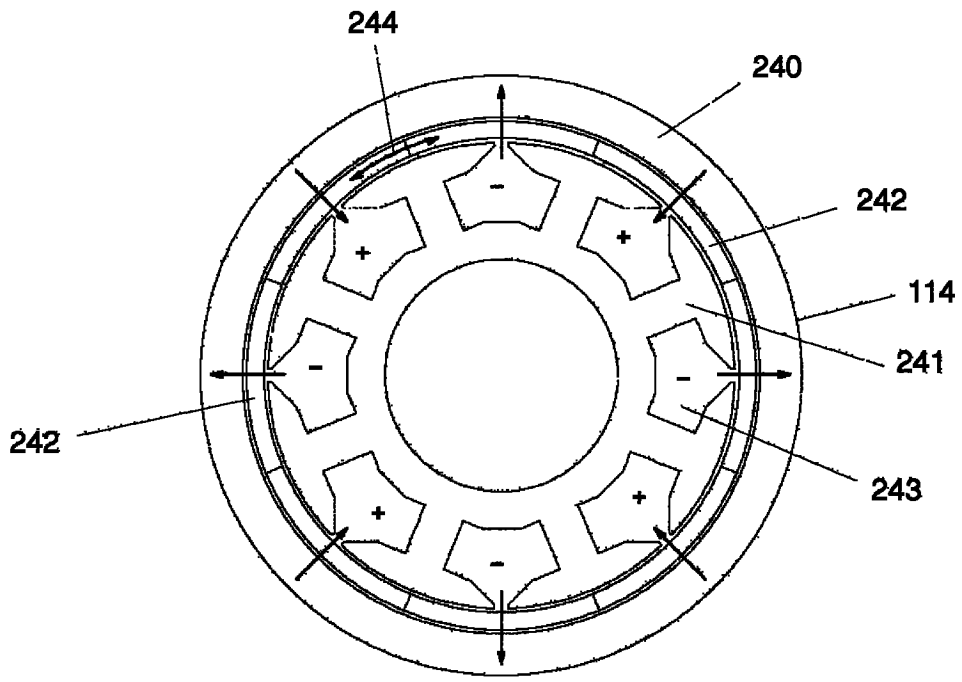


图 6

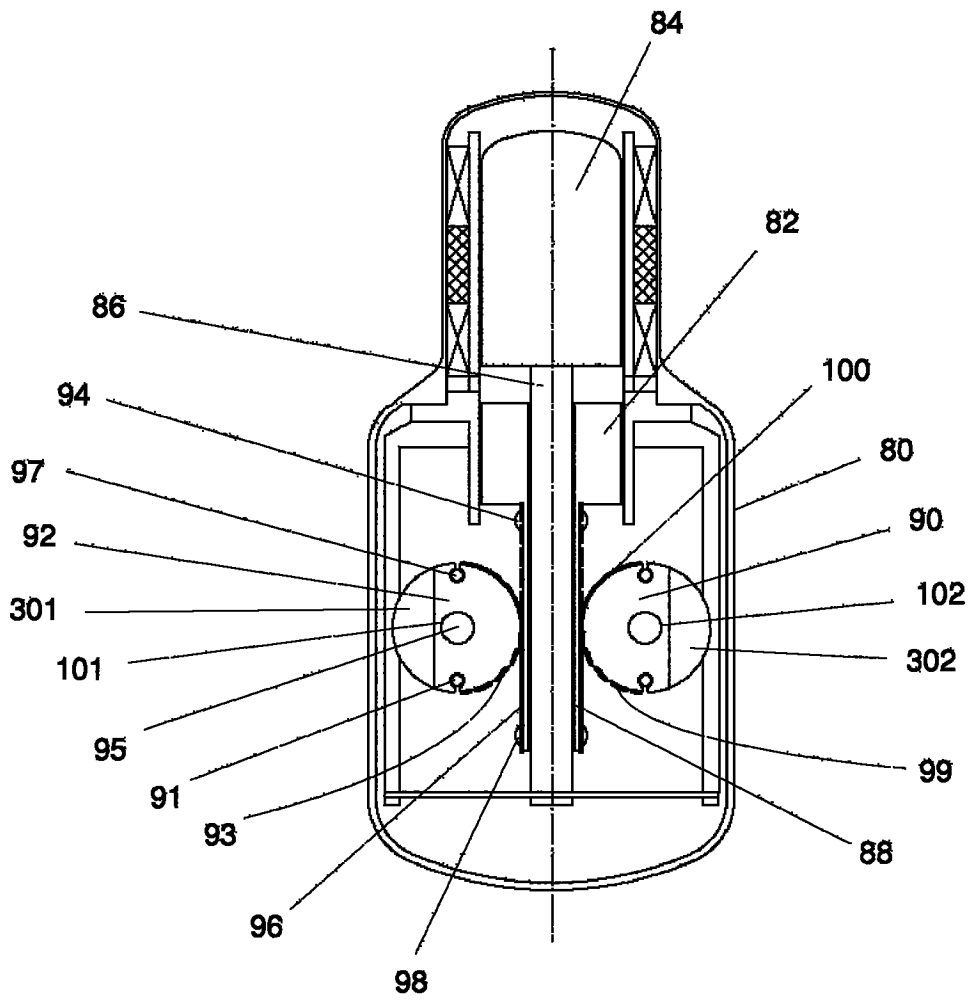


图 7

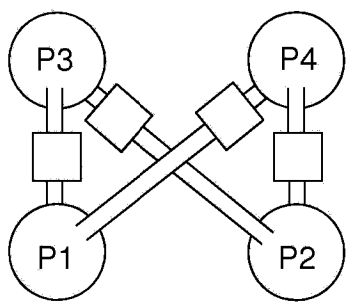


图 8

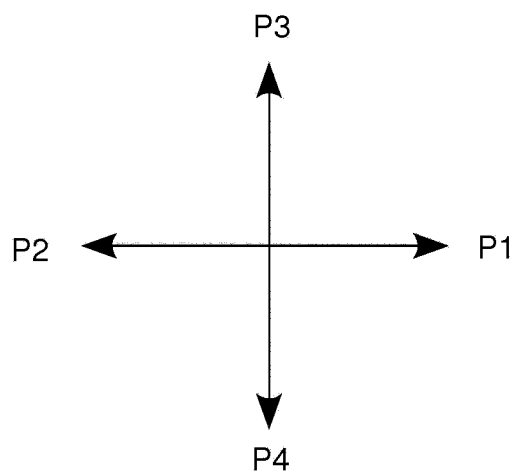


图 9

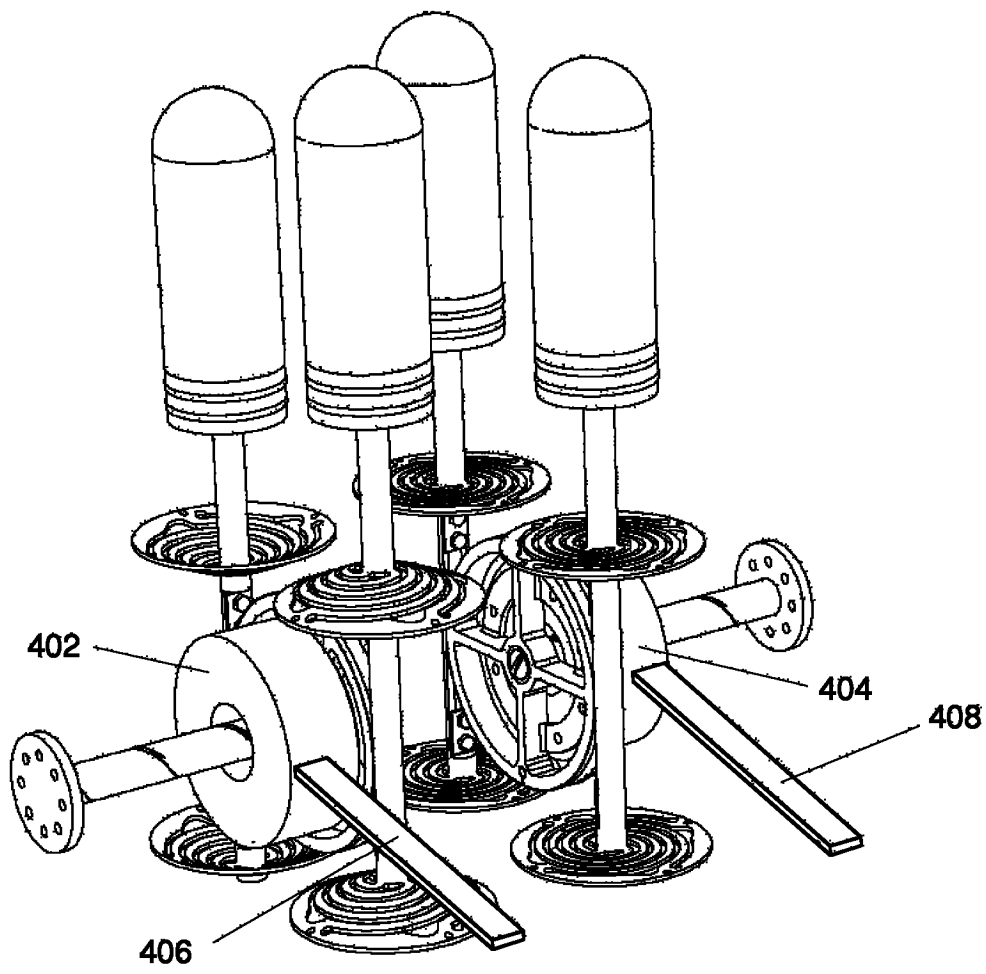


图 10

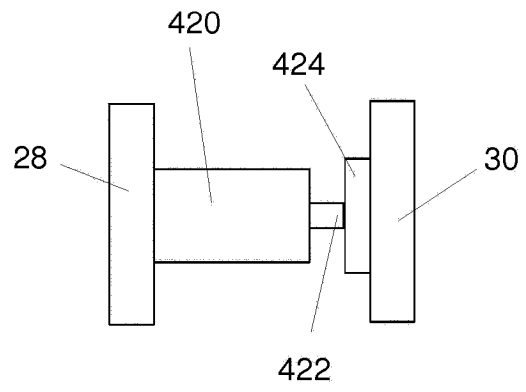


图 12

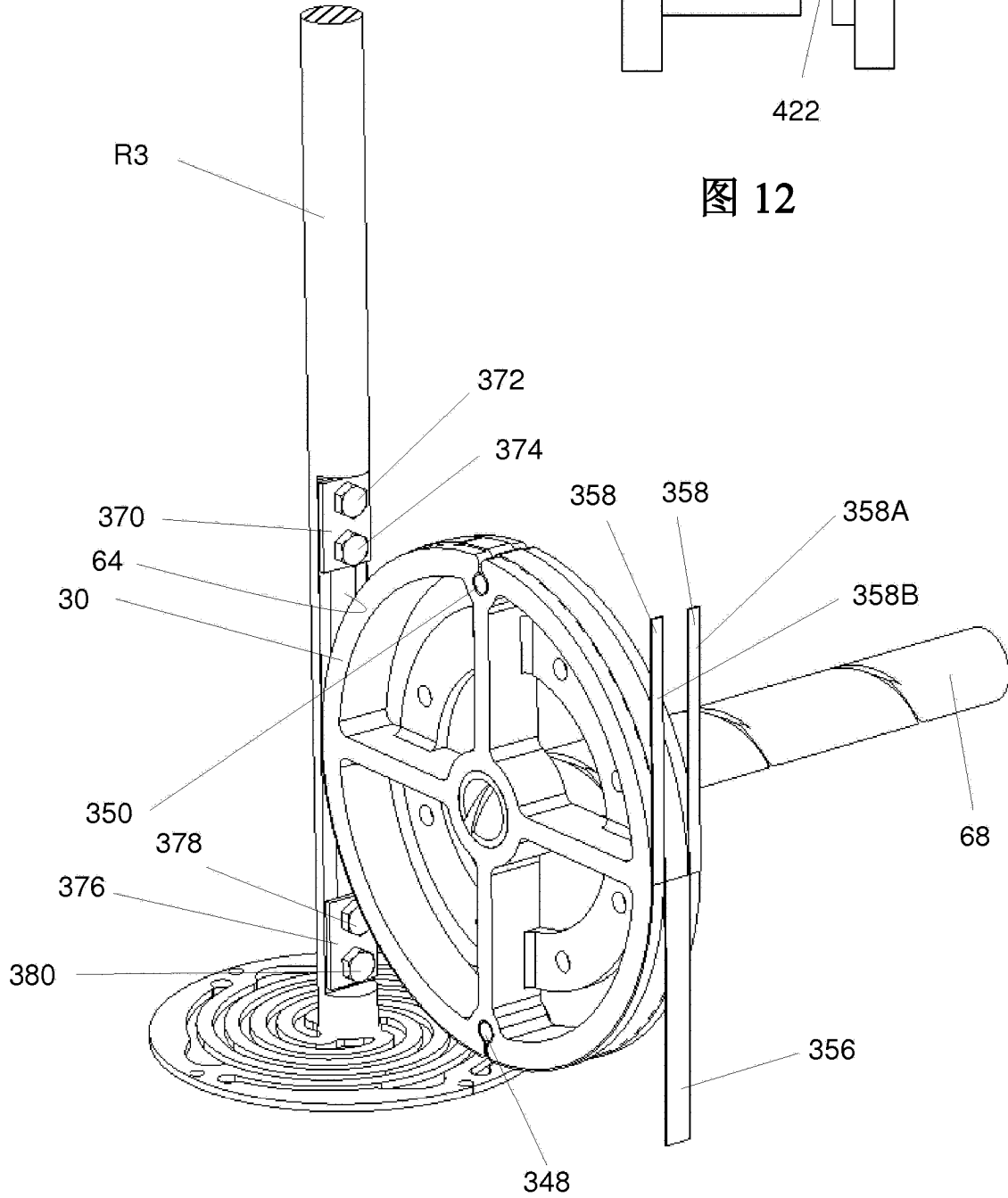


图 11