

[19] Patents Registry
The Hong Kong Special Administrative Region
香港特別行政區
專利註冊處

[11] 1160552 B
CN 102265489 B

[12]

STANDARD PATENT SPECIFICATION
標準專利說明書

[21] Application No. 申請編號
12100736.5

[51] Int.C1.⁸ H02K

[22] Date of filing 提交日期
26.01.2012

[54] MULTIPLE ARMATURE LINEAR MOTOR/ALTERNATOR HAVING MAGNETIC SPRING WITH NO FRINGE FIELDS AND INCREASED POWER OUTPUT 無邊緣場且增加功率輸出的、具有磁性彈簧的多電樞線性電動機/發電機

[30] Priority 優先權

04.11.2008 US 61/111,030

02.11.2009 US 12/610,587

[43] Date of publication of application 申請發表日期

17.08.2012

[45] Publication of the grant of the patent 批予專利的發表日期

30.05.2014

CN Application No. & Date 中國專利申請編號及日期

CN 200980153136.3 03.11.2009

CN Publication No. & Date 中國專利申請發表編號及日期

CN 102265489 30.11.2011

Date of Grant in Designated Patent Office 指定專利當局批予專利日期

25.12.2013

[73] Proprietor 專利所有人

SUNPOWER, INC.

182 Mill Street

Athens, OH 45701

UNITED STATES/UNITED STATES OF AMERICA

聖波爾股份有限公司

美國/美利堅合眾國

[72] Inventor 發明人

UNGER, Reuven, Z-M R · Z-M · 昂格爾

[74] Agent and / or address for service 代理人及/或送達地址

WENPING & CO.

1701 Tung Wai Commercial Building

111 Gloucester Road, HONG KONG



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102265489 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 200980153136. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 11. 03

H02K 35/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/111, 030 2008. 11. 04 US

12/610, 587 2009. 11. 02 US

(56) 对比文件

US 2006028072 A1, 2006. 02. 09,

US 4870306 A, 1989. 09. 26,

CN 101252305 A, 2008. 08. 27,

US 5175457 A, 1992. 12. 29,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 24

审查员 薛梅

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/063031 2009. 11. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02010/053886 EN 2010. 05. 14

(73) 专利权人 圣波尔股份有限公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 R·Z·M·昂格尔

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 马洪

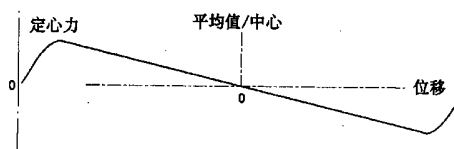
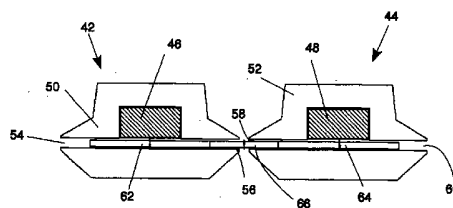
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

无边缘场且增加功率输出的、具有磁性弹簧的多电枢线性电动机 / 发电机

(57) 摘要

一种电磁式往复式线性电动机或发电机, 具有沿往复轴线相邻的至少两个电枢。所述电枢具有的间隙沿平行于所述轴线的间隙路径线性对齐。场磁体在所述间隙路径内往复运动。所述场磁体包括与每个电枢关联的主要磁体, 各主要磁体具有在跨过所述间隙路径的相同方向中的磁极化。辅助磁体提供了定心弹簧力且插在所述主要磁体之间。上述辅助磁体在一个轴向方向中从一个电枢芯的间隙之内延伸到在相邻电枢芯的相邻间隙之内。所述辅助磁体在与所述主要磁体的极化相反的方向被磁性极化。



1. 一种电磁式往复式线性电动机或发电机,包括具有往复轴线、额定设计行程和平均位置的、可往复运动的致动器,所述线性发电机或电动机包括:

(a) 沿所述轴线相邻的至少两个电枢,每个电枢具有相关的电枢绕组和相关的芯以形成低磁阻的磁通量回路,每个芯的回路具有一对分开的间隙,所述间隙被对齐为平行于所述轴线和被一个电枢绕组槽隔开,每个间隙被两个相对置的极面限定,所述电枢的间隙沿着平行于所述轴线的一个间隙路径线性地对齐;和

(b) 安装在所述致动器上用于在所述间隙路径中往复运动的场磁体,包括:

(i) 多个主要场磁体,每个主要场磁体均与电枢关联,每个主要场磁体在轴向方向中从在与其相关的芯的一个间隙内延伸到在与其相关的芯的另一个间隙内,所述主要场磁体具有在跨过所述间隙路径的相同方向中的磁性极化;

(ii) 在轴向方向中延伸并被机械安装以与所述主要场磁体一起在所述间隙路径内进行往复运动的至少一个辅助磁体,所述辅助磁体被插在所述主要场磁体之间,且在轴向方向中从在一个芯的间隙内延伸到在相邻芯的相邻间隙内,每个辅助磁体在与所述主要场磁体的极化相反的方向中被磁性极化。

2. 根据权利要求1的线性发电机或电动机,特征在于,当所述致动器在其平均位置时,从每个主要场磁体的每个轴向相对置的边缘到其相关的间隙的最近的边缘的距离小于所述额定设计行程的一半,使得所述主要场磁体不会往复运动到它们的相关间隙之外。

3. 根据权利要求2的线性发电机或电动机,特征在于每个辅助磁体的轴向长度大于所述额定设计行程。

4. 根据权利要求3的线性发电机或电动机,特征在于相邻电枢的芯被分开,每个辅助磁体的轴向长度大于所述额定设计行程和所述芯被分开的距离之和。

5. 根据权利要求4的线性发电机或电动机,特征在于,当所述致动器在其平均位置时,每个主要场磁体在轴向方向中从基本上在其相关的芯的一个间隙的中间延伸到基本上在其相关的芯的另一个间隙的中间,且每个辅助磁体在轴向方向中基本上延伸到其间插入所述辅助磁体的主要场磁体处。

6. 根据权利要求5的线性发电机或电动机,特征在于所述辅助磁体的数量比所述主要场磁体的数量少一个。

7. 根据权利要求6的线性发电机或电动机,特征在于具有沿所述轴线堆叠的多于两个的主要场磁体和电枢。

8. 根据权利要求1的线性发电机或电动机,特征在于所述辅助磁体的数量比所述主要场磁体的数量少一个。

9. 根据权利要求1的线性发电机或电动机,特征在于,当所述致动器在其平均位置时,每个主要场磁体在轴向方向中从基本上在与其相关的芯的一个间隙的中间延伸到基本上在与其相关的芯的另一个间隙的中间,且每个辅助磁体在轴向方向中基本上延伸到其间插入所述辅助磁体的主要场磁体处。

无边场且增加功率输出的、具有磁性弹簧的多电枢线性 电动机 / 发电机

技术领域

[0001] 本发明一般涉及用于驱动负载或者被原动机驱动的电磁 - 机械换能器,更具体地,涉及往复式线性电动机和往复式线性发电机。

背景技术

[0002] 往复式线性发电机用于在被各种原动机(包括斯特林发动机)驱动时产生电力,而线性电动机用于在被交流电源供电时驱动各种机械负载。类似于旋转电动机、发电机和发电机,这种线性电动机和线性发电机的基本相同之处在于它们都具有相同的基本元件,而不同之处在于它们的连接和工作方式。因此,它们统称为线性电动机 / 发电机。

[0003] 现有技术包括图 3 所示类型的基本线性电机 / 发电机,其也在美国专利 US4602174 以及美国专利 US4623808 中有描述,它们在这里引入作为参考。虽然线性电动机 / 发电机可按现有技术中已知的多种配置构造,优选的配置是一种轴对称配置,其中一个带有永久磁体的致动器在一个电枢内沿往复轴线执行往复运动。永久磁体以一个与所述轴线同心的圆筒形结构安装在所述往复的致动器上。电枢芯的主要部分与电枢线圈或绕组也安装在一个围绕所述磁体的同心的圆筒形结构中,并安装在一个框架上,使它们保持静止。所述芯的其余部分完成由所述芯形成的磁通环路,并且也以圆筒形结构安装在所述静止的框架上。所述芯的上述其余部分与所述芯的上述主要部分向内隔开,以在所述芯的高磁阻的磁通量路径中形成线性对准的间隙。所述线性对准的间隙平行于所述轴线。所述磁体(或环形磁体)在所述芯内形成的所述间隙中往复运动。所述电枢可以是围绕所述圆筒形结构的一个圆隔开布置的一系列单独的电枢,它也可以是具有在圆形槽中的圆形线圈的一个圆形电枢。类似地,所述磁体可以是并排放置在圆筒形结构中的离散的磁体或一个圆环形的磁体。作为现有技术中的另一种选择,所述线圈可以绕所述芯的一个腿缠绕。在所有这些替换的配置中,在所述芯中的时变磁通量会在所述线圈中感应出电流,所述线圈中的电流会在所述芯中感应出磁通量。这些结构配置被图示和描述在上述的两个专利和美国专利 US 5 148 066 中,其在这里引入作为参考。

[0004] 图 3 显示现有技术的线性电动机 / 发电机的基本元件。对于轴对称线性电动机 / 发电机,图 3 是在往复轴线 10 所在的一个平面中且沿来自所述轴的一个径向的剖视图。沿相反的径向且在同一平面上的这些基本元件的剖视图是图 3 的镜像,因此没有重复画出。

[0005] 参照图 3,电枢 12 具有相关的电枢线圈 14 和相关的芯 16。电枢线圈 14 缠绕在与所述轴线 10 同心的一个圆形构型中。所述芯 16 形成低磁阻的磁通回路,其由 U 型的主要部分 18 和其余部分 20 组成,所述两个部分都由铁或本领域中公知的其它高磁导率材料的叠层构成。所述芯的回路具有一对隔开的间隙 22 和 24,它们平行于所述往复轴线 10、且彼此被电枢绕组槽 26 分开。所述间隙 22 和 24 的每一个间隙通过两个相对的极面限定,其中极面 28 和 30 限定间隙 22,且极面 32 和 34 限定间隙 24。

[0006] 间隙 22 和 24 沿着平行于所述轴线的间隙线性对齐,使得与所述电枢 12 相关

的场磁体 36 可以在所述间隙 22 和 24 内在一个轴线方向中往复运动。场磁体 36 安装在可往复运动的致动器 38 上,其中所述致动器 38 承载所有磁体,使得所述磁体在间隙 22 和 24 的间隙路径内往复运动。场磁体 36 被极化跨过间隙 22 和 24,优选地垂直于极面 28-34,如在磁体 36 的中心所画的箭头所示。致动器 38 驱动连接到原动机或负载 40,这取决于图 3 的线性电动机 / 发电机是用作线性发电机还是用作线性电动机。由于磁体 36 往复运动以交替地在间隙 22 和 24 之间进入,在所述芯中由磁体 36 产生的磁通量交替地反转。由于穿过所述芯的磁通路径延伸通过所述电枢线圈且随时间变化,以本领域技术人员公知的方式,在所述线圈中会感应出一个 EMF,且所述线圈中的电流会在所述芯中产生一个磁通量,所述磁通量向所述磁体施加一个力。

[0007] 上述的线性电动机 / 发电机结构向许多线性电动机 / 发电机应用提供了合适的性能。然而,对于某些应用,期望可以将弹簧力施加到往复运动的致动器。例如,如果线性电动机 / 发电机是由自由活塞斯特林电动机驱动的或者是用于驱动自由活塞斯特林制冷机,在朝着定心所述致动器的方向中施加的弹簧力是期望的,以将这种自由活塞机器的轴向平均位置维持在一个选定的中心位置,因为这种斯特林机具有使它们的平均位置漂移离开额定的中心位置的趋势。作为另一个例子,有时候期望一个线性电动机 / 发电机的致动器及其负荷或原动机在一个谐振系统中往复运动,这就需要一个弹簧。作为另一个例子,如果致动器及其负荷或原动机的往复运动具有一个垂直的分量,则有时需要在所述致动器上提供一个定心的弹簧力,以抵抗重力和防止所述致动器从它的平均位置移动到了其行程的最低极限。

[0008] 机械弹簧可以和已被用于这一目的。然而,机械弹簧有一些有害的特点。上述的美国专利 US5148066 公开了在线性电动机 / 发电机中引入磁性弹簧力的方式。如该专利所描述的,一对较小的辅助磁体被放置在主要磁体的相对两侧并且与主要磁体相反地极化。这些辅助磁体导致,每当所述次级磁体之一从限定所述两个间隙之一的所述极面之间向外延伸时,一个定心力将被施加在所述往复运动的致动器上。由于所述定心的弹簧力只在一个辅助磁体移出一个间隙时才施加在所述致动器上,所述辅助磁体从所述主要磁体一直延伸到它们的相应间隙的外边缘。这样,在平均的中心位置周围没有死区,其中没有弹簧力施加致动器以使所述致动器趋于返回到其平均位置。在美国专利 US5148066 中图示和描述的这三个磁体的组合从一个间隙的外边缘延伸到另一个间隙的相反的外边缘。当致动器移动时,一个辅助磁体移出在所述极面之间的间隙,造成在朝着定心所述磁体的一个方向中施加的力,该力的幅值与所述磁体移出所述间隙的位移成正比。

[0009] 然而,从以下事实会产生一些问题:所述辅助磁体之一基本上总是移出所述间隙之外,使得弹簧力将施加在所述致动器上而没有功率产生。本发明的目的、目标和特点是消除这些问题。第一个问题是:所述辅助磁体延伸离开所述间隙进入到空气中越远,所述辅助磁体对在发电机中产生电能或在电动机的应用中在电动机中产生驱动能量的贡献就减少得越多。其原因是,空气的磁导率非常低,因此在所述芯中来自辅助磁体的磁通量较小。第二个问题的产生是因为,所述辅助磁体的从在所述间隙中到延伸离开其间隙的一个位置的交替的往复运动产生了一个在所述极面以外的随时间变化的磁边缘场。这个交变的磁边缘场与周围的铁磁材料耦合,并且在所述铁磁材料中感应出产生电阻性电力损耗的涡流。此外,所述相同的交变边缘场耦合到附近的导体,这会干扰这些导体中的电流。

发明内容

[0010] 本发明是一种电磁式往复式线性电动机或发电机,具有至少两个沿往复轴线相邻的电枢。安装在致动器上的场磁体不仅包括多个主要的场磁体,其中每个主要的场磁体与一个电枢有关,还包括插在所述主要的磁体之间的辅助磁体,所述辅助磁体沿着轴线方向从在一个电枢芯的间隙之内延伸到在相邻的电枢芯的邻近间隙之内。每个辅助磁体在与所述主要磁体的极化相反的方向中被磁性极化。没有产生边缘场,因为在往复运动的过程中没有磁体被移动得足以延伸出所述间隙之外进入到空气中;并且所述辅助磁体对所述线性电动机/发电机的功率有贡献,因为所述辅助磁体总是在相邻的电枢芯的间隙中往复地移入移出。

附图说明

[0011] 图 1 是沿往复轴线的任何径向的、本发明的优选实施方案在径向截面的示意图。

[0012] 图 2 显示应用于本发明的、作为致动器位移的函数的定心力的示意图。

[0013] 图 3 是现有技术的线性电动机/发电机的径向截面的示意图。

[0014] 图 4 显示应用于本发明的、作为致动器位移的函数的定心力的一个实际例子的示意图。

[0015] 图 5 是沿往复轴线的任何径向的、本发明的替换实施方案在径向截面的示意图。

[0016] 在描述附图所示的本发明优选实施例时,为清晰起见,将采用特定的术语。然而,其目的不是将发明限制在所选用的特定术语,可以理解的是,每一个具体的术语都包括以类似的方式操作来完成类似的目标的所有技术等同物。例如,词语“连接的”或类似的术语是经常使用的。它们不限于直接连接,而是包括通过其它电路元件的连接,其中这种连接可以被本领域普通技术人员认为是等同的。

具体实施方式

[0017] 图 1 显示与本发明的实施例相关的一个电磁式往复式线性电动机或发电机的各个元件。至少两个电枢 42 和 44 彼此相邻地按照图 3 所示的单个电枢的方式沿一个往复轴线安装。每个电枢类似于图 3 所示的单个电枢,但是在发明中,有两个或更多个电枢彼此相邻地安装。每一个电枢分别具有相关的电枢绕组 46 和 48 和相关的芯 50 和 52,分别形成低磁阻的磁通量回路。每个芯的磁通量回路具有一对分开的间隙,它们平行于所述轴线对齐和被一个电枢绕组槽分开。电枢 42 具有间隙 54 和 56,电枢 44 具有间隙 58 和 60,其中每个间隙按照图 3 所示的方式由两个相对置的极面限定。相邻电枢的间隙沿着一个平行于所述轴线的间隙路径是线性排列的,使得场磁体可以沿所述间隙路径往复运动。图 1 的实施例也具有可往复运动的致动器,其按照如图 3 所示的相同方式常规地连接到原动机或负载,并沿一个往复轴线进行往复运动。所述致动器及其负载或原动机没有显示在图 1 中,以避免减小图 1 的尺寸。一般来说,对于线性电动机/发电机,图 1 的线性电机/发电机具有一个额定设计的往复运动冲程和一个平均位置。冲程是指致动器的往复运动的幅值(长度),类似于从活塞的上死区中心到下死区中心的位移。致动器的平均位置以及因此它的场磁体是指在致动器往复运动的极限位置之间的中心。

[0018] 两个电枢 42 和 44 被描述为相邻的,这意味着它们是并排的和靠近的。优选地,电枢和它们的芯不能接触它们的极面,而是具有在它们的极面之间的狭小空间。由于铁的磁导率比空气的磁导率大三个数量级,所述电枢可以(并且优选地)被非常接近地定位,不会有从一个电枢到另一个电枢的很多磁耦合。但是,它们可以相互接触,但这样会因为从一个芯到另一个芯的磁耦合而导致在性能上的小的劣化。它们也可以分开更远,但这不必要地扩大了线性电动机/发电机的长度。因此,它们之间的首选距离是在使磁耦合的劣化最小化和使线性电动机/发电机长度最小化且具有紧凑性之间的一种工程上的折衷判断。

[0019] 图 1 的线性电动机/发电机也具有场磁体,所述场磁体安装在致动器上以在所述间隙路径的内部、按照图 3 的磁体 36 往复运动的方式进行往复运动。图 1 的场磁体包括多个主要场磁体 62 和 64,其中每个主要场磁体都与一个电枢相关联。每个主要场磁体 62 和 64 在一个轴线方向中延伸,所述轴线方向为从在与其相关的芯的一个间隙内到与其相关的芯的另一个间隙内。主要场磁体 62 和 64 具有跨过所述间隙路径的同一个方向中的磁性极化,如在所述场磁体 62 和 64 的所述中心处画出的箭头方向所示。

[0020] 对于本发明极为重要的是,在主要磁体 62 和 64 之间的辅助磁体 66 的位置。像主要磁体 62 和 64 一样,辅助磁体 66 也在一个轴向方向中延伸,且被机械安装在致动器上以与主要磁体一起在所述间隙路径内进行往复运动。所述辅助磁体 66 插在所述主要磁体 62 和 64 之间,并且从在一个芯的间隙 56 内延伸到在邻近的芯的相邻间隙 58 内。重要的是,所述辅助磁体 66 在与主要磁体 62 和 64 的极化相反的方向被磁性极化。

[0021] 为了使本发明的效果最大,优选的是在所述轴向方向中设计所述磁体的长度,使得它们与额定设计行程以及与到间隙边缘的距离具有需要的关系。当致动器在其平均位置中时,从各个主要磁体的每个轴向相对置的边缘到与之相关的间隙的最近外边缘之间的距离最好是略少于额定设计行程的一半。这确保了当所述致动器在其设计行程的极限之内往复运动时,所述主要磁体不会往复运动到它们的相关间隙之外。这种关系可防止在所述间隙的外边缘处的边缘场和限制所述磁通量从主要磁体到所述芯,其中磁通量可耦合到所述电枢线圈。

[0022] 另外期望的是,每个辅助磁体的轴向长度大于所述额定设计行程。这种关系确保了辅助磁体的边缘也不会移出一个间隙,并造成在所述间隙边缘的边缘场。这种关系也可以保证从所述辅助磁体产生的弹簧力维持为与所述致动器的位移成线性关系。如果辅助磁体的一个边缘移动到在所述极面之间的一个间隙之外,则所述弹簧力会显著地和非线性地减小。

[0023] 虽然如上所述是非优选的,相邻电枢的芯可以被分开一段很长的距离。为了防止所述辅助磁体的内边缘移动到一个间隙之外,每个辅助磁体的轴向长度应略大于所述额定设计行程和所述芯被隔开的距离之和,即,所述芯之间的距离和它们的间隙之和。

[0024] 为了使所述芯中的磁通量随时间变化最大,优选的是,当致动器在其平均位置时,每个主要磁体在轴向方向中从基本上在其相关的芯的一个间隙的中间延伸到在其相关的芯的另一个间隙的中间。为了使由所述辅助磁体施加的定心力的幅值最大,优选的是,每个辅助磁体在一个轴向方向中基本上延伸到其间插入所述辅助磁体的主要磁体。

[0025] 通过使限定所述间隙的所述极面的长度稍微大于所述设计额定行程,可以最佳地实现这些关系。通常情况下,最优选的是使所述极面加长 10%。

[0026] 如在工程领域和在本领域的技术人员所公知的,不遵守这些优选的关系可以造成性能的劣化或下降。略微背离将只有轻微的影响,而明显的背离将有重大的影响。

[0027] 图 2 是显示施加到本发明实施例中的致动器上的定心磁性弹簧力的图。当磁体和致动器以它们的平均位置为中心时,所述弹簧力为零。在任一往复方向中的运动会产生与所述致动器和它携带的磁体的位移成正比的定心弹簧力。

[0028] 图 4 是用于具有代表性的位移 x_p 的线性电动机 / 发电机的弹簧力的类似图形。只画出了该图的一半,因为另一半具有相同的数值、但在相反的方向(总是朝着定心所述磁体)。

[0029] 本发明的线性电动机 / 发电机的应用不限于如图 1 所示的具有一个辅助磁体的两个电枢。例如,图 5 显示了沿往复轴线 78 堆叠的四个电枢 70、72、74 和 76。每个这些电枢分别具有一个关联的具有上述特征的主要磁体 80、82、84 和 86。辅助磁体 90、92 和 94 插在主要磁体 80、82、84 和 86 之间。本发明可以实施为按上述结构布置的两个或两个以上的相邻电枢。在每一种情况下,辅助磁体的数量比主要磁体的数量少一个。本发明没有末端磁体,其往复运动到间隙之外到空气中,以在所述相邻电枢组的端部产生不希望的边缘场,因为辅助磁体只会处于主要磁体之间。

[0030] 本发明的重要特征是,所述辅助磁体(或者在三个或更多个电枢的情况中的多个磁体)不仅提供了一个朝着定心所述磁体和致动器的弹簧力,而且还有助于在发电机中产生功率或者向电动机提供功率。如在本领域的技术人员已知的,在一个线圈产生的 EMF 与链接到该线圈的磁通量的变化率成正比。由于辅助磁体的磁极性与主要磁体的磁极性相反,所述辅助磁体总是导致在与相邻的主要磁体相同的方向中的磁通量变化。例如,当辅助磁体移动进入一个间隙中时,相邻的主要磁体则是移出这个间隙。因此,来自离开的主要磁体的磁通量变化的方向与由进入的辅助磁体产生的磁通量变化的方向相同。在主要磁体的方向中磁通量不断下降,且在辅助磁体的相反方向中磁通量不断增加,它们都在同一时间发生。

[0031] 在本发明实施例中的定心弹簧力不如在美国专利 US 5 148 066 中的线性电动机 / 发电机(其中定心磁体往复运动到所述间隙之外和进入空气中)的定心弹簧力那样强。但是,由于本发明的辅助磁体对功率产生作出了重大和实质性的贡献,本发明提供了更多的发电机或电动机功率。本发明特别适用于较大的、高功率电动机 / 发电机,其中需要大量的功率。两个较小电枢的使用允许发动机 / 发电机的构造比使用单个大型的电枢的小得多。因此,本发明还提供了一个机会以设计一个具有改进的高宽比的线性电动机 / 发电机,即使电动机 / 发电机没有那么庸肿的一个高宽比,并允许附加的斯特林发动机的原动机的压力容器具有较小的直径,这减少了在斯特林发动机的压力容器上的压力。

[0032] 上述与附图相结合的详细说明原则上作为本发明的目前首选的实施例的说明,并无意代表其中本发明可以建造或使用的唯一形式。上述说明与所示的实施例结合描述了实施本发明的设计、功能、装置和方法。但是,可以理解的是,提供不同的实施例可以实现相同或等同的功能和特征,所述不同的实施例也倾向于包含在本发明的精神和范围中,且在不背离本发明或下列权利要求的范围的情况下,可以采纳各种修改。

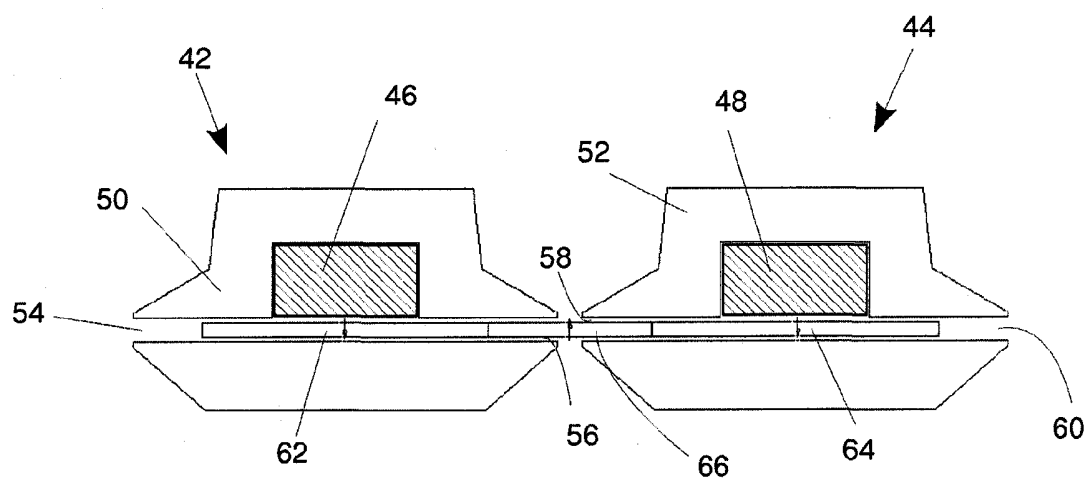


图 1

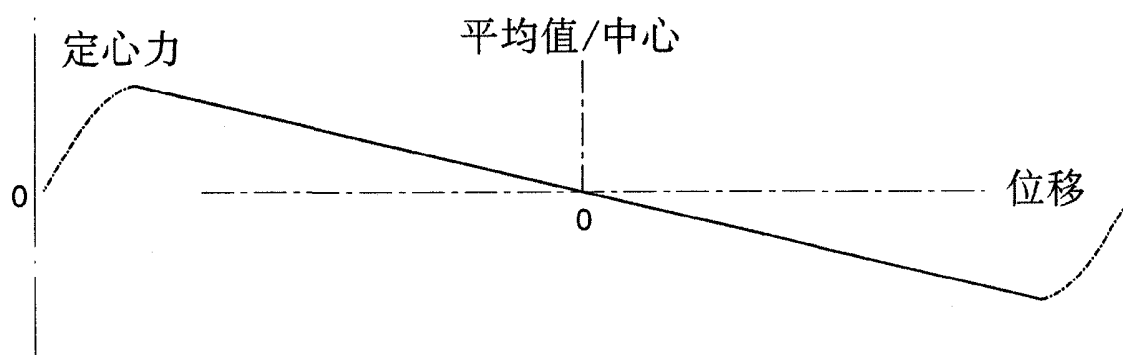


图 2

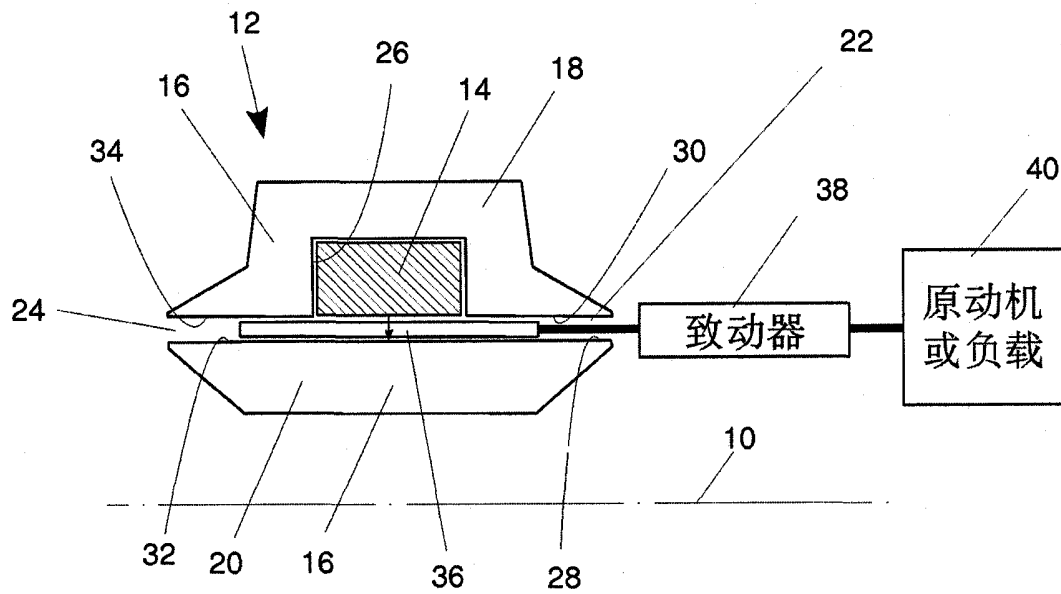


图 3 (现有技术)

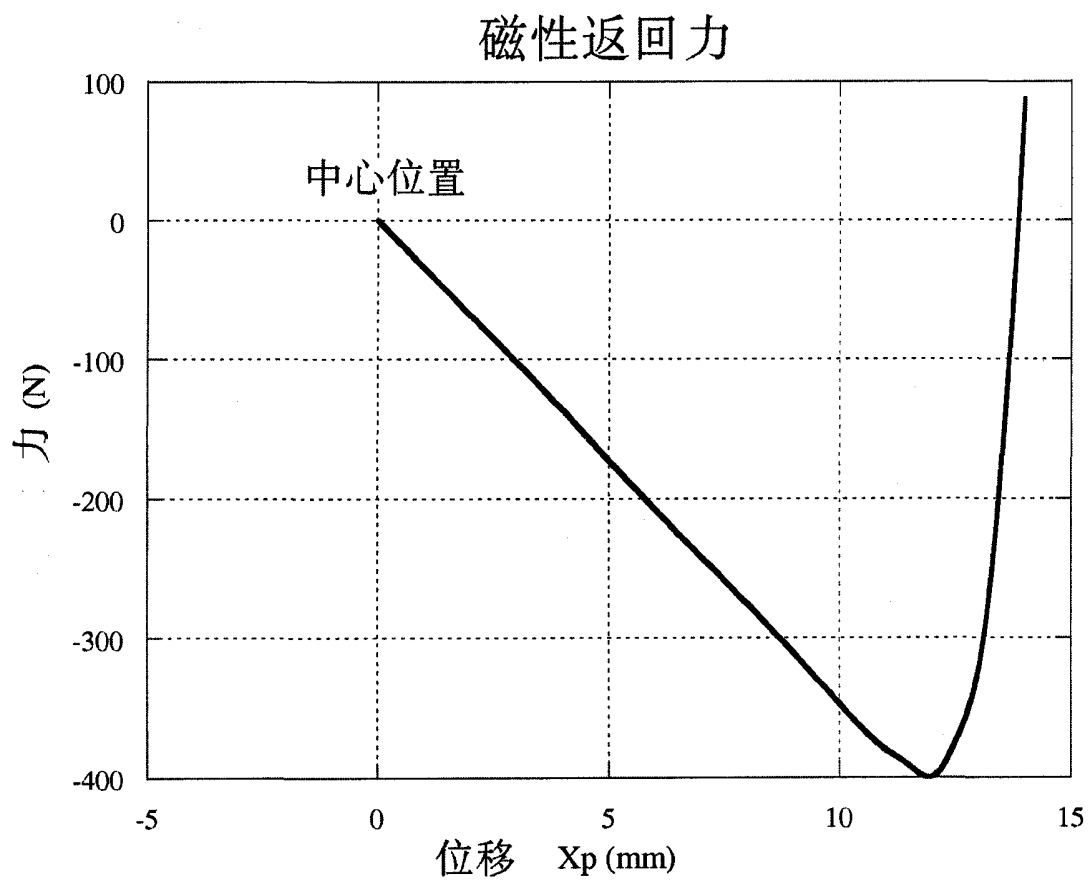


图 4

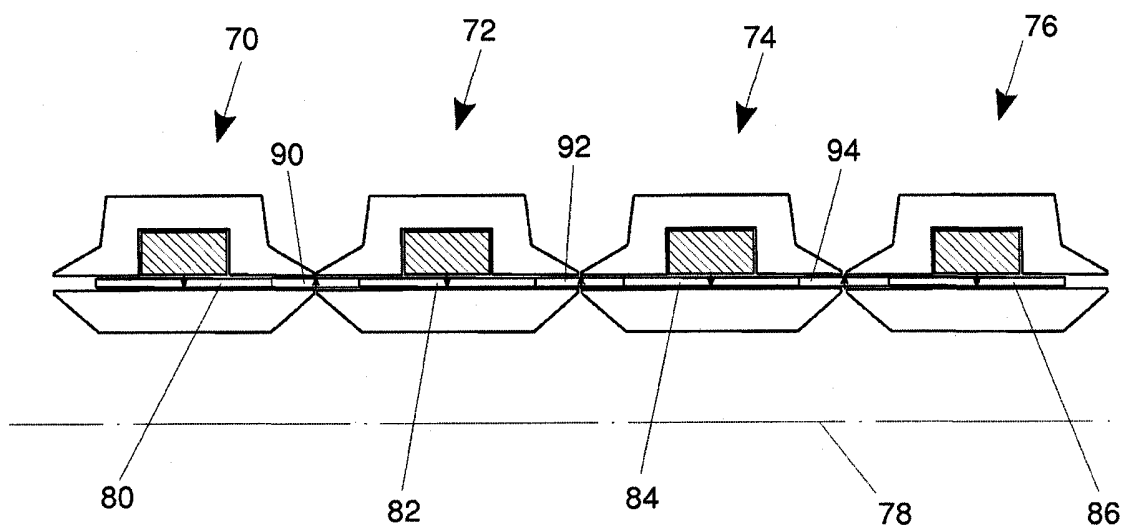


图 5