



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111448375 B

(45) 授权公告日 2022.07.15

(21) 申请号 201880079466.1

(22) 申请日 2018.10.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111448375 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(30) 优先权数据
1751294-8 2017.10.18 SE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.06.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/SE2018/051062 2018.10.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/078776 EN 2019.04.25

(73) 专利权人 奥尔沙马尔星云公司
地址 瑞典斯科尔蒙

(72) 发明人 马茨·奥尔沙马尔

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
专利代理师 翟洪玲 周艳玲

(51) Int.Cl.
F02B 41/06 (2006.01)
F02B 37/12 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 1580515 A, 2005.02.16
CN 101680355 A, 2010.03.24
DE 2947280 A1, 1981.05.27
DE 4409581 A1, 1995.09.28
JP S59113239 A, 1984.06.29
US 2002050253 A1, 2002.05.02
US 2016222872 A1, 2016.08.04

审查员 闫玲

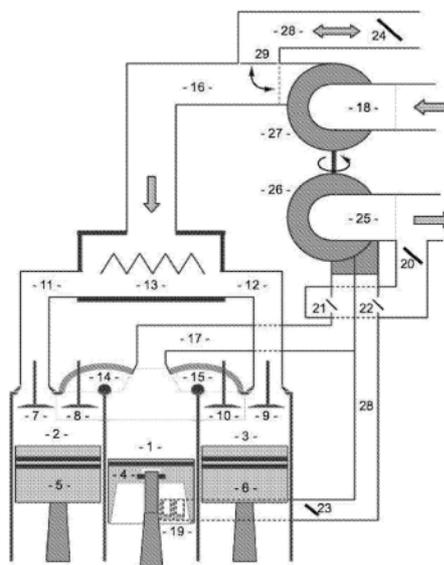
权利要求书3页 说明书13页 附图26页

(54) 发明名称

具有涡轮增压装置的内燃机

(57) 摘要

本发明涉及一种内燃机,包括:燃烧气缸,设置有活塞和燃烧室;进气阀;排气阀;排气管和涡轮增压装置。发动机进一步包括:排气气缸,设置有排气活塞和排气室,其中,排气室被布置为通过能够由排气阀关闭的通道或开口与燃烧室流体连通,并且其中,排气室被布置为与排气管开放式流体连通,从而允许在排气阀打开时离开燃烧室的废气在排气室与排气管之间分配。



1. 内燃机, 包括:

设置有第一活塞 (5、6、104、105、106、205、206、207、208) 的至少第一燃烧气缸, 所述第一活塞 (5、6、104、105、106、205、206、207、208) 布置为在所述第一燃烧气缸的轴向方向上往复运动;

与所述第一燃烧 气缸的端部相关联的第一燃烧室 (2、3、101、102、103、201、202、203、204), 其中, 所述第一燃烧室的容积随着所述第一活塞的位置而变化;

用于向所述第一燃烧室供应空气和燃料的装置;

第一进气阀 (7、9、113、215), 用于控制到所述第一燃烧室的空气的流动;

第一排气阀 (8、10、112、216), 用于控制来自所述第一燃烧室的废气的流出;

排气管 (17), 用于将已经从所述第一燃烧室流出的废气引导出去,

用于压缩供应到所述内燃机的空气的涡轮增压装置 (26、27), 其中, 所述涡轮增压装置包括涡轮 (26), 所述涡轮 (26) 布置为与所述排气管 (17) 流体连通, 以允许所述涡轮被废气流驱动,

其中, 所述内燃机进一步包括:

设置有排气活塞 (4) 的排气气缸, 所述排气活塞 (4) 被布置为在所述排气气缸的轴向方向上往复运动,

与所述排气气缸的端部相关联的排气室 (1), 其中, 所述排气室 (1) 的容积随着所述排气活塞 (4) 的位置而变化,

其中, 所述排气室 (1) 被布置为通过能够被所述第一排气阀 (8、10、112、216) 关闭的通道或开口 (14、15、109、110、111、211、212、213、214) 与所述第一燃烧室 (2、3、101、102、103、201、202、203、204) 流体连通,

其中, 所述排气室 (1) 被布置为通过布置为与所述排气气缸的所述端部相关联的排气管入口与所述排气管 (17) 开放式流体连通, 使得在所述内燃机运转期间, 允许在所述第一排气阀 (8、10、112、216) 打开时离开所述第一燃烧室 (2、3、101、102、103、201、202、203、204) 的废气在所述排气室 (1) 与所述排气管 (17) 之间分配, 并且

其中所述内燃机被配置为能够在所述第一排气阀 (8、10、112、216) 打开时使所述排气活塞 (4) 在远离或朝向所述排气室 (1) 的方向上运动, 并且其中所述内燃机被配置为允许在所述第一燃烧气缸的工作循环与所述排气气缸的工作循环之间发生相移, 使得所述排气活塞 (4) 能够根据所述内燃机的运转模式而在所述第一排气阀 (8、10、112、216) 打开时在远离或朝向所述排气室 (1) 的方向上运动。

2. 根据权利要求1所述的内燃机, 其中, 所述内燃机包括至少一个另一燃烧气缸, 设置有另一活塞、另一燃烧室、另一排气阀, 其中, 所述排气室 (1) 被布置为也通过所述另一排气阀与所述另一燃烧室流体连通, 使得在所述内燃机运转期间, 允许在所述另一排气阀打开时也离开所述另一燃烧室的废气在所述排气室 (1) 与所述排气管 (17) 之间分配。

3. 根据权利要求1所述的内燃机, 其中, 所述第一活塞 (5、6、104、105、106、205、206、207、208) 被布置在第一曲轴上, 以驱动所述第一活塞, 并且其中, 所述排气活塞 (4) 也布置在所述第一曲轴上, 以驱动所述排气活塞 (4)。

4. 根据权利要求1所述的内燃机, 其中, 所述第一活塞 (5、6、104、105、106、205、206、207、208) 被布置在第一曲轴上, 以驱动所述第一活塞, 并且其中, 所述排气活塞 (4) 被布置

在第二曲轴上,以驱动所述排气活塞(4)。

5. 根据权利要求4所述的内燃机,其中,所述内燃机包括允许所述第一曲轴驱动所述第二曲轴的驱动装置。

6. 根据权利要求5所述的内燃机,其中,用于驱动所述第二曲轴的所述驱动装置包括被配置为允许在所述第一曲轴与所述第二曲轴之间发生相移的轮(107、209)。

7. 根据权利要求1所述的内燃机,其中,所述排气活塞(4)是由线性致动器或发电机驱动的自由活塞。

8. 根据权利要求1所述的内燃机,其中,旁通通道被布置为允许流过所述排气管(17)的废气绕过所述涡轮增压装置的所述涡轮(26),其中,第一阀(21)被布置为控制所述排气管(17)中的流在所述涡轮(26)与所述旁通通道之间的分配。

9. 根据权利要求8所述的内燃机,其中,旁通阀(20)被布置在所述旁通通道中,以控制通过所述旁通通道的流。

10. 根据权利要求9所述的内燃机,其中,所述内燃机包括附加排气管(28),所述附加排气管(28)具有入口(19),所述入口(19)被布置在所述排气气缸中且距离所述排气气缸的所述端部一定距离,以仅在所述排气活塞(4)处于或接近其下止点位置时才通向所述排气室(1)且与所述排气室(1)流体连通。

11. 根据权利要求10所述的内燃机,其中,第二阀(22)被布置为控制所述附加排气管(28)中的流在所述涡轮(26)与所述旁通通道之间的分配。

12. 根据权利要求11所述的内燃机,其中,第三阀(23)被布置在所述附加排气管(28)中,以控制通过所述附加排气管(28)的流。

13. 根据权利要求12所述的内燃机,其中,所述第一阀(21)、所述旁通阀(20)、所述第二阀(22)和所述第三阀(23)为翻板阀。

14. 根据权利要求12所述的内燃机,其中,所述排气管(17)连接到所述涡轮(26)的第一入口,并且其中,所述附加排气管(28)连接到所述涡轮(26)的第二入口。

15. 根据权利要求14所述的内燃机,其中,所述涡轮旁通通道被布置为分别通过所述第一阀(21)和所述第二阀(22)在所述涡轮(26)的上游与所述排气管(17)和所述附加排气管(28)流体连通。

16. 用于运转根据权利要求1所述的内燃机的方法,所述方法包括以下步骤:

在保持所述第一排气阀(8、10、112、216)打开的同时,使所述排气活塞(4)在远离所述排气室(1)的方向上运动,或者

在保持所述第一排气阀(8、10、112、216)打开的同时,使所述排气活塞(4)在朝向所述排气室(1)的方向上运动,

其中所述方法进一步包括以下步骤:

在所述第一燃烧气缸的工作循环与所述排气气缸的工作循环之间切换相位,以根据所述内燃机的运转模式在保持所述第一排气阀(8、10、112、216)打开的同时使所述排气活塞(4)在远离或朝向所述排气室(1)的方向上运动。

17. 用于运转根据权利要求14所述的内燃机的方法,其中,所述方法包括以下步骤:

在保持所述第一排气阀(8、10、112、216)打开的同时,使所述排气活塞(4)在远离所述排气室(1)的方向上运动;并且

其中,所述方法进一步包括以下步骤中的一个:

i) 保持所有阀(20-23)打开,从而允许废气经由所述排气管(17)或所述附加排气管(28)流过所述涡轮旁通通道或所述涡轮(26);

ii) 保持所有阀(20-23)关闭,从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道和所述附加排气管(28),但允许废气朝向所述涡轮(26)流过所述排气管(17)并经由所述涡轮(26)的所述第一入口流入到所述涡轮(26)中;

iii) 保持所述第三阀(23)打开且保持其他阀(20-22)关闭,从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道,但允许废气朝向所述涡轮(26)流过所述排气管(17)或所述附加排气管(28)并经由对应的第一入口和第二入口流入到所述涡轮(26)中;或者

iv) 保持所述第一阀(21)、所述第二阀(22)和所述第三阀(23)打开且保持所述旁通阀(20)关闭,从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道,但允许废气朝向所述涡轮(26)流过所述排气管(17)或所述附加排气管(28),并且进一步允许废气在所述涡轮(26)的上游进行混合,从而允许所述排气管(17)和所述附加排气管(28)中的混合废气流在所述涡轮(26)的所述第一入口与所述涡轮(26)的第二入口之间分配。

18. 车辆,包括被布置用于推进所述车辆的内燃机,其中,所述内燃机被根据权利要求1-10中的任一项布置。

具有涡轮增压装置的内燃机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种设置有涡轮增压装置的内燃机。本发明还涉及一种用于运转这种发动机的方法以及一种设置有这种发动机以推进车辆的车辆。

背景技术

[0002] 来自内燃机的废气包含可用在涡轮增压器中的能量,其中,废气驱动连接到压缩机的涡轮,压缩机压缩供给到发动机的进气。

[0003] 如果在正常气压下吸入的空气体积与冲程体积一样大,则燃烧气缸的容积效率(VE)为100%。当进气歧管和排气歧管发生共振时,自然吸气发动机能够达到100%的VE。涡轮增压发动机可以达到 $VE > 100\%$ 。

[0004] 通常,当发动机转速(每分钟转数)低时,即当发动机速度低时,小型涡轮增压器是有效的。在高转速下,废气的体积太大,无法由涡轮增压器处理,并且一些废气被允许通过废气门。因此,小型涡轮增压器在高转速下效率不高。另一方面,大型涡轮增压器在高发动机速度下是有效的,但在转速低时却不是,并且大型涡轮增压器还具有更多的涡轮增压迟滞,即,具有更显著的响应延迟。

[0005] 借助电动混合技术,由于电动马达提供即时扭矩并且能够补偿涡轮增压迟滞,因此可以减少或消除大型涡轮增压器的缺点。涡轮增压器还可以设置有电机/发电机,其可以使用电来使涡轮增压器旋转得更快或更慢以存储能量。然而,这些措施需要一定的能量供应。

[0006] 高压废气可以将大量能量传递给涡轮增压器。然而,如果压力太高,则由于高的背压,在排气冲程中会在气缸中留下太多的废气。留在燃烧室中的废气稀释了在随后的进气冲程中引入的空气,并对发动机的效率产生负面影响。

[0007] 气缸少的发动机具有不均匀的废气,即,废气压力随时间变化很大,并且这种发动机不能向涡轮增压器提供与气缸更多的发动机一样高的平均废气压力。

[0008] 图1至图3分别示出1缸4冲程发动机、2缸4冲程发动机和3缸4冲程发动机的废气流。 x 轴示出曲轴的旋转的度数(因此也示出时间),并且 y 轴示出从气缸出来的废气流表示。由于如果连杆无限长,则这将是活塞运动,因此来自每个气缸的流已近似为正弦曲线。然后,在活塞将废气推出的阶段期间,该正弦曲线乘以1,并且在排气阀关闭的其余时间期间,该正弦曲线乘以0。一个完整的4冲程循环对应于曲轴的两转(720度)。在1/2转(180度)期间,废气从每个气缸排出;在剩余的1 1/2转(540度)期间,没有废气排出。实际上,排气阀可以稍早打开并且稍晚关闭,如此每个废气循环可因此实际上比180度稍长一些,并且在开始时更强劲。

[0009] 如果排气歧管的体积较小,则可以增加涡轮增压器的压力。如果转速较低,则此方法效果很好,但如果转速较高,则排气歧管的背压将阻止气缸呼气,并且过多的废气将保留在气缸中。因此,如果能够在避免与高背压有关的负面影响的同时提供高废气压力,则将是有利的。

[0010] 为了减小背压,已经提出增加排气歧管的体积。与这种布置相关联的缺点是涡轮增压器响应的延迟以及较大的排气歧管需要更多的空间。另外,传送到涡轮增压器的废气的压力降低。

[0011] 另外,通常期望使涡轮增压器适应不同的工作负荷。为此,已经提出了几何结构可变的涡轮增压装置。与这种布置相关联的一些一般挑战是成本、可靠性和控制。

[0012] 在该领域中仍然需要改进。

发明内容

[0013] 本发明的一般目的是提高涡轮增压内燃机的效率。

[0014] 本发明涉及一种内燃机,包括:

[0015] 设置有第一活塞的至少第一燃烧气缸,所述第一活塞布置为在所述第一燃烧气缸的轴向方向上往复运动;

[0016] 与所述第一气缸的端部相关联的第一燃烧室,其中,所述第一燃烧室的容积随着所述第一活塞的位置而变化;

[0017] 用于向所述第一燃烧室供应空气和燃料的装置;

[0018] 第一进气阀,用于控制到所述第一燃烧室的空气的流动;

[0019] 第一排气阀,用于控制来自所述第一燃烧室的废气的流出;

[0020] 排气管,用于将已经从所述第一燃烧室流出的废气引导出去,

[0021] 用于压缩供应到所述发动机的空气的涡轮增压装置,其中,所述涡轮增压装置包括涡轮,所述涡轮布置为与所述排气管流体连通,以允许所述涡轮被废气流驱动,

[0022] 本发明的特征在于,所述发动机进一步包括:

[0023] 设置有排气活塞的排气气缸,所述排气活塞被布置为在所述排气气缸的轴向方向上往复运动,

[0024] 与所述排气气缸的端部相关联的排气室,其中,所述排气室的容积随着所述排气活塞的位置而变化,

[0025] 其中,所述排气室被布置为通过能够被所述第一排气阀关闭的通道或开口与所述第一燃烧室流体连通,并且

[0026] 其中,所述排气室被布置为通过布置为与所述排气气缸的所述端部相关联的排气管入口与所述排气管开放式流体连通,使得在所述发动机运转期间,允许在所述第一排气阀打开时离开所述第一燃烧室的废气在所述排气室与所述排气管之间分配。

[0027] 因此,本发明的发动机包括可以是常规类型的一个或多个燃烧气缸以及至少一个排气气缸,至少一个排气气缸能够通过开放式排气管影响来自燃烧气缸的废气流,但是其中没有燃烧发生。因此,没有进气或燃料被供给到排气气缸,仅有废气被供给到排气气缸。

[0028] 这种发动机的主要优点在于,它允许控制通过排气管流向涡轮增压装置的废气的压力特性。这可以用于提高涡轮增压装置的效率,这进而可以用于提高发动机的燃料效率。

[0029] 在第一排气阀打开时(即,在第一燃烧气缸的排气冲程期间废气从第一燃烧室流出时),通过使排气活塞在远离排气室的方向上运动,废气将在排气管与膨胀的排气室之间分配。这降低了背压。在随后的排气活塞的返回冲程中,废气中的在上一冲程期间进入排气室的部分将从排气室推出到排气管中。因此,来自第一燃烧气缸的排气脉冲将在更长的时

间段内分配。这在用于切割和分配排气脉冲的波峰的高负载情况下(即,在涡轮增压装置的涡轮不能处理脉冲波峰处的高压力的情况下)是有用的。代替必须让废气流(溢流)的一部分绕过涡轮,这部分由于排气气缸而被延迟并且可以用在涡轮增压器中而无需旁通。这提高了涡轮增压装置的效率。

[0030] 第一排气阀可以在比排气活塞的膨胀冲程稍长的时间内保持打开,即比排气活塞从其上止点运动到其下止点所花费的时间稍长,但是第一排气阀通常将至少在排气活塞远离排气气缸的端部运动并且使排气室膨胀(即,只要排气活塞从其上止点朝向其下止点运动)的时间段期间是打开的。

[0031] 相反,通过在第一排气阀打开时使排气活塞在朝向排气室的方向上运动,仍允许废气在排气管与膨胀的排气室之间分配,但在这种情况下,排气室的尺寸减小,由此排气活塞有助于压缩传递到排气管的废气,从而增加排气脉冲中的压力。这在废气压力波峰高度低于涡轮增压器的涡轮的设计极限且增加的波峰高度提高涡轮增压装置的效率的低负载情况下有用。

[0032] 优选地,发动机被配置为允许在第一燃烧气缸的工作循环与排气气缸的工作循环之间发生相移,使得排气活塞能够根据发动机的运转模式而在第一排气阀打开时在远离或朝向排气室的方向上运动。因此,可以在高负载情况下减小背压和压力波峰高度,并且可以在低负载情况下增加压力。

[0033] 可以通过将燃烧活塞和排气活塞布置在单独的曲轴上并让“燃烧曲轴”通过能够提供相移的轮(例如,与用于改变凸轮轴的相位的可变凸轮相位器类似)驱动“排气曲轴”来提供这种相移。替代地,排气活塞可以是自由活塞,其可以由线性发动机/发电机独立于“燃烧曲轴”进行控制。

[0034] 排气室被布置为与排气管开放式流体连通,这意味着排气管连续地向排气室开放,并且没有阻止源自第一燃烧室的废气流入排气管中的阀或类似物。

[0035] 排气管入口被布置为与排气气缸的端部相关联,这意味着排气室与排气管流体连通,而与排气活塞的位置无关。这意味着在排气活塞在其上止点和下止点之间运动时排气管入口不被排气活塞覆盖。通常,排气管的入口布置在发动机的气缸盖中。

[0036] 第一燃烧室和排气室之间的流体连通可以以各种方式布置,例如,该流体连通简单地通过布置在可被第一排气阀关闭的端口/开口处的通道来布置。

[0037] 排气气缸/活塞/室的尺寸取决于应用。通常,排气气缸的尺寸(即,排气气缸在膨胀时的尺寸)可以类似于(每个)燃烧气缸的尺寸。如果排气活塞是自由活塞类型,则行程长度可以变化,因此排气室的容积也可以变化。

[0038] 排气气缸可以或多或少地使流向涡轮增压器的废气流均匀化。然后,燃烧气缸可以更容易地呼气,并且废气压力可以更有效地用于涡轮增压器,这将改善涡轮增压器功率和燃料消耗。排气脉冲波峰处的过高压力被“切割”并在较低压力的时间段内分配。这允许使用可以更有效地使用的较小的涡轮增压器,或者允许在不降低涡轮增压器效率的情况下使发动机更努力地工作的可能性。

[0039] 对于具有2+1个气缸(即,两个燃烧气缸和一个排气气缸)的发动机,排气活塞可以具有较小的排量。

[0040] 例如,从US6553977已知使用附加的排气气缸。然而,US6553977没有解决涡轮增压

器效率,而是着重于通过以下方式增加内燃机的能量输出和功率密度:使压缩比和膨胀比解耦,并且在第五冲程中通过附加排气阀排出废气之前允许废气在相对大且封闭的排气气缸中发生第二次膨胀。US6553977中提出的发动机没有降低废气背压。此外,大型排气气缸/活塞和附加的排气阀一起产生高摩擦力。

[0041] 在本发明的实施例中,所述发动机被配置为能够在所述第一排气阀打开时使所述排气活塞在远离所述排气室的方向上运动。

[0042] 在本发明的实施例中,所述发动机被配置为能够在所述第一排气阀打开时使所述排气活塞在朝向所述排气室的方向上运动。

[0043] 在本发明的实施例中,所述发动机被配置为允许在所述第一燃烧气缸的工作循环与所述排气气缸的工作循环之间发生相移,使得所述排气活塞能够根据所述发动机的运转模式而在所述第一排气阀打开时在远离所述排气室或朝向所述排气室的方向上运动。

[0044] 在本发明的实施例中,所述发动机包括类似于所述第一燃烧气缸的至少一个另一燃烧气缸,设置有另一活塞、另一燃烧室、另一排气阀等,其中,所述排气室被布置为也通过所述另一排气阀与所述另一燃烧室流体连通,使得在所述发动机运转期间,允许在所述另一排气阀打开时也离开所述另一燃烧室的废气在所述排气室与所述排气管之间分配。

[0045] 在本发明的实施例中,所述第一活塞被布置在第一曲轴上,以驱动所述第一活塞,并且其中,所述排气活塞也布置在所述第一曲轴上,以驱动所述排气活塞。

[0046] 在本发明的实施例中,所述第一活塞被布置在第一曲轴上,以驱动所述第一活塞,并且其中,所述排气活塞被布置在第二曲轴上,以驱动所述排气活塞。

[0047] 在本发明的实施例中,所述发动机包括允许所述第一曲轴驱动所述第二曲轴的驱动装置。

[0048] 在本发明的实施例中,用于驱动所述第二曲轴的所述驱动装置包括被配置为允许在所述第一曲轴与所述第二曲轴之间发生相移的轮。

[0049] 在本发明的实施例中,所述排气活塞是由线性致动器/发电机驱动的自由活塞。

[0050] 在本发明的实施例中,旁通通道被布置为允许流过所述排气管的废气绕过所述涡轮增压装置的所述涡轮,其中,第一阀/翻板阀被布置为控制所述排气管中的流在所述涡轮与所述旁通通道之间的分配。

[0051] 在本发明的实施例中,旁通阀/翻板阀被布置在所述旁通通道中,以控制通过所述旁通通道的流。

[0052] 在本发明的实施例中,所述发动机包括附加排气管,所述附加排气管具有入口,所述入口被布置在所述排气气缸中且距离所述排气气缸的所述端部一定距离,以仅在所述排气活塞处于或接近其下止点位置时才通向所述排气室且与所述排气室流体连通。

[0053] 在本发明的实施例中,第二阀/翻板阀被布置为控制所述附加排气管中的流在所述涡轮与所述旁通通道之间的分配。

[0054] 在本发明的实施例中,第三阀/翻板阀被布置在所述附加排气管中,以控制通过所述附加排气管的流。

[0055] 在本发明的实施例中,所述排气管连接到所述涡轮的第一入口,并且其中,所述附加排气管连接到所述涡轮的第二入口。

[0056] 在本发明的实施例中,所述涡轮旁通通道被布置为分别通过所述第一阀/翻板阀

和所述第二阀/翻板阀在所述涡轮的上游与所述排气管和所述附加排气管流体连通。

[0057] 本发明还涉及一种用于运转上述类型的内燃机的方法。所述方法的特征在于其包括以下步骤：在保持所述第一排气阀打开的同时，使所述排气活塞在远离所述排气室的方向上运动，或者在保持所述第一排气阀打开的同时，使所述排气活塞在朝向所述排气室的方向上运动。

[0058] 在本发明的实施例中，所述方法进一步包括以下步骤：在所述第一燃烧气缸的工作循环与所述排气气缸的工作循环之间切换相位，以根据所述发动机的运转模式在保持所述第一排气阀打开的同时使所述排气活塞在远离或朝向所述排气室的方向上运动。

[0059] 本发明还涉及一种用于运转上述类型的内燃机的方法，所述内燃机包括用于控制排气室下游的废气流的涡轮旁通通道和阀/翻板阀。该方法包括以下步骤：在保持第一排气阀打开的同时，使排气活塞在远离排气室的方向上运动，并且，所述方法进一步包括以下步骤中的一个：

[0060] i) 保持所有阀/翻板阀打开，从而允许废气经由所述排气管或所述附加排气管流过所述涡轮旁通通道或所述涡轮；

[0061] ii) 保持所有阀/翻板阀关闭，从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道和所述附加排气管，但允许废气朝向所述涡轮流过所述排气管并经由所述涡轮的所述第一入口流入到所述涡轮中；

[0062] iii) 保持所述第三阀/翻板阀打开且保持其他阀/翻板阀关闭，从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道，但允许废气朝向所述涡轮流过所述排气管或所述附加排气管并经由对应的第一入口和第二入口流入到所述涡轮中；或者

[0063] iv) 保持所述第一阀/翻板阀、所述第二阀/翻板阀和所述第三阀/翻板阀打开且保持所述旁通阀/翻板阀关闭，从而阻止废气流过所述涡轮旁通通道，但允许废气朝向所述涡轮流过所述排气管或所述附加排气管，并且进一步允许废气在所述涡轮的上游进行混合，从而允许所述排气管和所述附加排气管中的混合废气流在所述涡轮的所述第一入口与所述涡轮的所述第二入口之间分配。

[0064] 本发明还涉及一种车辆，所述车辆包括被布置用于推进车辆的内燃机，其中，所述内燃机为上述类型。

附图说明

[0065] 图1：来自1缸4冲程发动机的废气流。

[0066] 图2：来自2缸4冲程发动机的废气流。

[0067] 图3：来自3缸4冲程发动机的废气流。

[0068] 图4：具有3个气缸和1个排气气缸的4冲程发动机的废气流。

[0069] 图5：2缸4冲程发动机的扭矩（估计幅度：-0.5至0.8）。

[0070] 图6：具有2个气缸和排气气缸的4冲程发动机的扭矩（较小幅度：-0.3至0.7）。

[0071] 图7：2个气缸+1个排气气缸+1个另一排气气缸。

[0072] 图8：基本布局：2+1个气缸。

[0073] 图9a：根据图8的设计的4个冲程中的第一冲程。气缸(1)将剩余气体排放到涡轮增压器。气缸(2)为进气冲程。气缸(3)为做功冲程。

- [0074] 图9b:根据图8的设计的4个冲程中的第二冲程。气缸(1):接近50%废气推动活塞(4),其余部分直接排放到涡轮增压器。气缸(2)为压缩冲程。气缸(3)为排气冲程。
- [0075] 图9c:根据图8的设计的4个冲程中的第三冲程。气缸(1)将剩余气体排放到涡轮增压器。气缸(2)为做功冲程。气缸(3)为进气冲程。
- [0076] 图9d:根据图8的设计的4个冲程中的第四冲程。气缸(1):接近50%废气推动活塞(4),其余部分直接排放到涡轮增压器。气缸(2)为排气冲程。气缸(3)为压缩冲程。
- [0077] 图10a:来自根据图8的设计(2+1个气缸)的废气。灰线-燃烧气缸。黑线-排气气缸。
- [0078] 图10b:来自根据图8的设计(2+1个气缸)的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。
- [0079] 图11:根据图8的设计(2+1个气缸)的变型。该变型适用于不同的转速/工作负荷。
- [0080] 图12a:处于怠速状况-无涡轮增压的图11的变型。阀20、21、22和23打开。
- [0081] 图12b:处于低转速/工作负荷的图11的变型。使用双涡旋涡轮增压器的一半。阀20、21、22、23关闭。
- [0082] 图12c:处于中等转速/工作负荷的图11的变型。在涡轮增压器中使用双涡旋件。阀23打开,阀20、21和22关闭。
- [0083] 图12d:处于高转速/工作负荷的图11的变型。使用双涡旋件。阀21、22、23打开。阀20关闭。
- [0084] 图12e:处于溢流的图11的变型。使用双涡旋件。阀20、21、22和23打开。
- [0085] 图13:具有3+1个气缸的变型。左边是气缸(101)、(102)和(103),右边是排气气缸(1)。轮(107)以1.5的速比驱动轮(108),以允许1个排气气缸为3个燃烧气缸服务。
- [0086] 图14a:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 0° 相移的废气。黑线-燃烧气缸。灰线-排气气缸。
- [0087] 图14b:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 0° 相移的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。
- [0088] 图15a:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -60° 相移的废气。黑线-燃烧气缸。灰线-排气气缸。
- [0089] 图15b:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -60° 相移的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。
- [0090] 图16a:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -120° 相移的废气。黑线-燃烧气缸。灰线-排气气缸。
- [0091] 图16b:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -120° 相移的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。
- [0092] 图17a:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -180° 相移的废气。黑线-燃烧气缸。灰线-排气气缸。
- [0093] 图17b:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -180° 相移的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。
- [0094] 图18a:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -240° 相移的废气。黑线-燃烧气缸。灰线-排气气缸。
- [0095] 图18b:来自根据图13的设计(3+1个气缸)的处于 -240° 相移的废气。来自燃烧气缸

和排气气缸的混合废气。

[0096] 图19:具有4+1个气缸的变型。左边是气缸(201)、(202)、(203)和(204),右边是排气气缸(1)。轮(209)以2的速比驱动轮(201),以允许1个排气气缸为4个燃烧气缸服务。相移是可能的。

[0097] 图20a:来自根据图19的设计(4+1个气缸)的处于 0° 相移的废气。上线-燃烧气缸。下线-排气气缸。

[0098] 图20b:来自根据图19的设计(4+1个气缸)的处于 0° 相移的废气。来自燃烧气缸和排气气缸的混合废气。

[0099] 图21:具有3+1个气缸的自由活塞变型。该变型包括连接到常规曲轴的3个燃烧活塞和连接到线性致动器/发动机/发电机的1个排气活塞。

[0100] 图22:具有6+2个气缸的自由活塞变型。该变型包括连接到常规曲轴的6个燃烧活塞(左)和连接到线性致动器/发动机/发电机的双排气活塞(右)。

具体实施方式

[0101] 图10a至图10b示意性地示出来自具有2个气缸和1个排气气缸的4冲程发动机的废气流。排气气缸中没有燃料燃烧,并且该气缸朝向排气歧管完全打开,并且没有阀。排气气缸的任务是,首先接收来自燃烧气缸中的一个的废气的一部分(废气的其他部分直接到排气歧管/管),然后等待发动机旋转半圈,并且通过排气活塞将废气的容纳部分发送到排气管和涡轮增压器,然后接收来自另一燃烧气缸的废气的一部分,并且重复。这使排气歧管在所有转速下均产生共振。

[0102] 当排气活塞(远离排气室)被压下时,具有2个气缸和1个排气气缸的4冲程发动机提供正扭矩,与传统的2缸4冲程发动机相比,这使扭矩曲线变化较小。通过比较图5和图6可以看出这一点,其中图5示出传统的2缸4冲程发动机的扭矩(估计幅度为-0.5至0.8)以及具有2个气缸和1个排气气缸的4冲程发动机的扭矩(较小的幅度-0.3至0.7)。

[0103] 本发明适用于不同数量的气缸。下面括号内的数字以以下方式表示连接的气缸的数量:(X+Y)意味着燃烧气缸的数量为X,排气气缸的数量为Y。

[0104] (1+1) 当一个燃烧活塞运动两圈(一个4冲程循环-曲轴两圈)时,一个排气活塞运动一圈。

[0105] (2+1) 使用两个燃烧活塞(4冲程),排气活塞可以以相同的转速运动。例如,见图8至图12e。

[0106] (3+1) 当三个燃烧活塞运动两圈(一个4冲程循环)时,一个小的排气活塞可以运动三圈。排气活塞的转速高50%并不是问题,因为该活塞的负载较小并且气缸没有阀。

[0107] 图3示出来自具有三个气缸的传统的4冲程发动机的废气流,图4示出来自(3+1)发动机的废气流。排气活塞切割波峰,并且使该流运动到波谷。一个完整的4冲程循环对于3个大的燃烧活塞而言是 720° ,而小的排气活塞运动 1080° 。在没有排气气缸的情况下,废气流在0与1之间变化,而在具有排气气缸的情况下,废气流在约0.7与1之间变化。这种(3+1)方案是非常合适的。

[0108] 通过比较图4和图10b,可以看出(3+1)的废气流比(2+1)的废气流更均匀。

[0109] 具有4个燃烧活塞/气缸的(4+1)或(4+2),可以选择两种不同的配置。(4+1)可以具

有成排的4个燃烧活塞和以两倍的转速旋转的1个排气活塞。(4+2)可以是90度V4,类似于2个联合的(2+1)。关于废气流,这些版本中没有一个是比(3+1)更好。图20a至图20b示出(4+1)的示例。

[0110] (5+1)可以构造,但是并没有提供太多优势。

[0111] (6+1)、(6+2)或(6+3)都是可能的。普通的V6发动机提供相当均匀的废气流,但是作为3个联合的(2+1)的W布局的(6+3)提供更平顺的废气流。并且,(6+2)类似于V布局的2 x (3+1)。

[0112] 具有7、8、9、10或11个燃烧活塞的配置是可能的,但没有提供特别的优势。但是(12+6)配置将提供极其均匀的废气流,即使其构造成本很高,也可能带来利益。

[0113] 通过使用附加的第二排气气缸可以使(2+1)发动机的废气流(见图10b)更加平顺,附加的第二排气气缸布置为使其排气室与第一排气室开放式流体连通。第二排气气缸可以具有第一排气气缸的冲程体积的一半,但第二排气气缸的转速是第一排气气缸的转速的两倍。该第二排气气缸可以从图10b中示出的四个波峰吸收废气,并将该废气添加到四个波谷。如果需要,原则上还可以向发动机的其他变型增设第三、第四和更多个排气气缸。

[0114] 对于2+1配置,可以将所有活塞(即两个燃烧活塞和一个排气活塞)连接到同一曲轴。

[0115] 对于3+1配置,可以将小的排气活塞连接到单独的曲轴,该单独的曲轴旋转三圈,而三个燃烧活塞的曲轴旋转两圈。但是,还有不需要额外曲轴的其他方案。排气活塞不需要额外的外部能量来运动,因为它从排气脉冲吸收能量,该能量可以在压力较低时用于回弹。因此,排气活塞可以作用在弹簧上,该弹簧可以调整为与所需的转速共振。也可以增加气动、液压、电磁或其他动力来控制排气活塞运动。这还使排气活塞具有不同的冲程长度和相位,这取决于发动机负载、转速等。还可以从排气活塞的运动中提取能量。

[0116] 这些设计原理可以用在具有脉冲废气的其他内燃机上,如无活塞旋转发动机(也称为旋转燃烧发动机)。

[0117] 图8示出4冲程(2+1)气缸发动机的实施例。发动机包括主进气管16和通向第一燃烧气缸和第二燃烧气缸的进气管11、12,第一燃烧气缸具有布置在气缸的与发动机的气缸盖相关联的端部处的第一燃烧活塞5和第一燃烧室2,第二燃烧气缸具有布置在气缸的与发动机的气缸盖相关联的端部处的第二燃烧活塞6和第二燃烧室3。第一进气阀7和第二进气阀9布置为控制从管11、12进入燃烧室2、3的空气流。发动机还设置有用于将燃料(未示出)供应到燃烧室2、3中的装置。

[0118] 热交换器13设置在主进气管16中。

[0119] 发动机还设置有具有排气活塞4和排气室1的排气气缸。第一排气阀8和第二排气阀10布置为控制从燃烧室2、3流出且通过通道14、15至排气室和排气管17的废气的流动。在该示例中,排气管17的入口布置在气缸盖中,在排气气缸的在排气室1的顶部处的端部的中间。排气管入口是持续开放的。

[0120] 在排气室1中没有燃烧发生,因此没有新鲜空气或燃料被供给到排气室1,仅有来自燃烧气缸的废气。

[0121] 排气管17和与气缸盖相关联的室1-3布置在气缸的同一侧上,并且通向用于压缩通过进气口16供应到发动机的空气的涡轮增压装置(未示出)。涡轮增压装置包括布置为与

排气管17流体连通的涡轮,以允许涡轮被废气流驱动。

[0122] 排气室1被布置为通过第一排气阀8和第二排气阀10(在这种情况下经由通道14和15)与第一燃烧室2和第二燃烧室3流体连通。即,当排气阀8、10关闭时,在燃烧室2、3与排气室1之间没有流体连通,并且当排气阀8、10中的一个打开时,在排气室1与对应的燃烧室之间存在流体连通。(在发动机正常运转期间,两个排气阀不会同时打开。另一方面,在运转期间的大约一半时间内两个排气阀均同时关闭,见下文)。

[0123] 此外,排气室1被布置为与排气管17开放式流体连通(与排气活塞4的位置无关,见下文的另一实施例)。这意味着没有防止排气室1与排气管17之间的流体连通的另一排气阀或类似物。这意味着在发动机运转期间,允许当第一排气阀8或第二排气阀10打开时离开第一燃烧室2或第二燃烧室3的废气在排气室1与排气管17之间分配。

[0124] 在该示例中,所有活塞4-6都连接到相同的曲轴(未示出),从而以相同的频率在气缸的轴向方向上往复摆动。燃烧气缸、进气阀和排气阀基本上以与传统内燃机相同的方式工作。

[0125] 图8中示出的发动机的变型在涡轮增压器的设计转速/工作负荷下效果最佳。下文描述了在变化的转速/工作负荷下更有效的适应性变型。

[0126] 图9a至9d示出图8的发动机的四个冲程。

[0127] 图9a例示第一冲程,其中,排气阀8、10被关闭并且排气气缸的排气活塞4朝向排气室1(向上)运动并将剩余的废气推到排气管17并且进一步推到涡轮增压装置。第一燃烧气缸已经开始进气冲程;在第一燃烧活塞5远离第一燃烧室2(向下)运动时,进气阀7打开并且空气流入第一燃烧室2。在第二燃烧活塞6远离第二燃烧室3(向下)运动并且两个阀9、10都关闭的情况下,第二燃烧气缸3已经开始做功冲程(膨胀冲程)。

[0128] 图9b例示第二冲程,其中,所有活塞4-6都经过了止点(上止点或下止点),并且现在与图9a相比沿相反的方向运动。在两个阀7、8都关闭的情况下,第一燃烧气缸已经开始压缩冲程。第二燃烧气缸已经开始排气冲程,其中,第二排气阀10打开并且进气阀9关闭,使得废气通过通道15从第二燃烧室3被推出到排气室1和排气管17中。从第二燃烧气缸排出的废气的大约50%被推到排气活塞4上并且保留在排气室1中(随着排气活塞4向下运动,排气室1的容积会增大),而其余废气则直接排放到排气管17并且进一步排放到涡轮增压装置。

[0129] 图9c例示第三冲程,其中,所有活塞4-6已经再次经过止点(上止点或下止点),并且现在沿与图9a相同的方向运动。图9c示出了与图9a相同的东西,除了在图9c中第一燃烧气缸2已经开始做功冲程(膨胀冲程)且第二燃烧气缸3已经开始进气冲程之外。

[0130] 图9d例示第四冲程,其中,所有活塞4-6已经再次经过止点(上止点或下止点),并且现在沿与图9b相同的方向运动。图9d示出了与图9b相同的东西,除了在图9d中第一燃烧气缸2已经开始排气冲程(排气阀8打开)且第二燃烧气缸已经开始压缩冲程(两个阀都关闭)之外。通过通道14从第一燃烧室2推出的废气以与关于图9b所述类似的方式分配。

[0131] 图10a至图10b例示来自根据图8的发动机设计(2+1个气缸)的废气流。图10a示出用于燃烧气缸(灰线)和排气气缸(黑线)的分开线,而图10b示出从燃烧气缸和排气气缸得到的混合废气。

[0132] 从上面可以看出并理解,排气气缸通过使排气室1膨胀和扩大以容纳在燃烧气缸的排气冲程期间排放的废气的一部分来显著地降低背压。由于这部分废气在冲程期间被推

到排气管中(在传统发动机中,没有将废气供应到排气管中),因此所产生的到涡轮增压装置的废气流变得更加均匀。通过将图10b与图10a(或图2)的灰线进行比较,可以看出,图8中示出的布置显著地使所得到的到达涡轮增压装置的废气流随着时间推移而更加均匀。

[0133] 图11示出根据图8的设计(2+1个气缸)的变型。进气口16、11、12、气缸、活塞4-6、腔室1-3、阀7-10和主排气管17与图8所示的相似。这些部件的功能如同上面已经描述的。图11中的变型包括与进气和废气有关的其他部件。

[0134] 图11中的发动机设置有涡轮增压装置,该涡轮增压装置包括连接到压缩机27的涡轮26、压缩机27的空气入口18和涡轮26的废气出口25。图11中的涡轮增压装置是所谓的双涡旋涡轮增压器,具有适用于不同废气流的两个废气入口。双涡旋涡轮增压器如同已知的。

[0135] 主排气管17连接到涡轮26的第一入口。附加排气管28连接到涡轮26的第二入口。附加排气管28的入口19被布置在排气气缸中,距离排气气缸的端部一定距离,以仅在排气活塞4处于或接近其下止点时才通向排气室1且与排气室1流体连通。因此,附加排气管28的入口19被定位为距离发动机的气缸盖(排气阀等位于气缸盖处)一定距离(在图11中向下)。因此,在发动机运转期间,入口19大部分时间都对排气室1关闭(因为排气活塞4大部分时间都没有位于或接近其下止点)。

[0136] 涡轮增压器旁通管/通道被布置为允许废气部分地或完全地绕过涡轮26。旁通阀/翻板阀20被布置用于关闭/打开旁通管。旁通管被布置为分别通过第一阀/翻板阀21和第二阀/翻板阀22在涡轮26的上游与主排气管17和附加排气管28流体连通。

[0137] 当阀/翻板阀21关闭时,主排气管17中的废气被引导为(通过第一涡轮入口)流入涡轮26中。当阀/翻板阀22关闭时,附加排气管28中的废气被引导为(通过第二涡轮入口)流入涡轮26中。

[0138] 当阀/翻板阀21打开时,主排气管17中的废气被引导为流入涡轮旁通管(并且在旁通阀/翻板阀20也打开的情况下流经旁通管)。当阀/翻板阀22打开时,附加排气管28中的废气被引导为流入涡轮旁通管(并且在旁通阀/翻板阀20也打开的情况下流经旁通管)。阀/翻板阀21、22可以被布置为使得当它们通向旁通管时,它们也通向涡轮26的入口。

[0139] 当两个阀/翻板阀21和22都打开时,主排气管17和附加排气管28中的废气可在涡轮26的上游混合,使得来自主管17的废气在涡轮的上游进入附加管28,反之亦然。

[0140] 第三阀/翻板阀23布置在附加排气管28中,用于关闭/打开附加排气管28。

[0141] 图11中示出的发动机还包括节气门24、辅助进气歧管28和翻板阀/阀29,用于在涡轮增压器不运转时(诸如在启动时)向发动机提供空气。

[0142] 如现在将参照图12a至图12e描述的,发动机可以适应于不同的工作负荷。灰色区域表示流动的废气的位置。所有附图均示出了排气活塞4位于其下止点的时刻,此时入口19通向附加排气管28。

[0143] 图12a示出在怠速条件下的图11的发动机。所有阀20-23均打开,使得所有废气都绕过涡轮26。因此,涡轮增压装置不运转。所有阀均打开,以提供尽可能低的流动阻力。可以允许废气流过涡轮26,但在具有低废气压力的怠速条件下,废气通常流过旁通通道。

[0144] 图12b示出处于低转速/工作负荷的图11的发动机。使用双涡旋涡轮增压器的一半(第一入口)。所有阀20-23均关闭,使得废气仅通过主排气管17流向涡轮26的第一入口。在此,废气流不足以在两个涡轮增压器涡旋件上产生足够的压降。

[0145] 图12c示出处于中等转速/工作负荷的图11的发动机。在涡轮增压器中使用双涡旋件(两个入口)。阀23打开,而阀20-22关闭。因此,废气通过两个管17、28流到涡轮26处的对应入口。在此,废气流足以产生两个涡旋件设计的压降。

[0146] 图12d示出处于高转速/工作负荷的图11的发动机。在涡轮增压器中使用双涡旋件(两个入口)。阀21-23打开,而阀20关闭,因此废气通过两个管17、28流动。由于两个阀21和22均是打开的,因此允许在涡轮26的上游在管17和28之间产生废气的交叉流。这使两个管17、28之间并因此使两个涡轮入口之间的废气流均匀,并且最大量的废气可以通过双涡旋涡轮增压器。

[0147] 图12e示出处于溢流(转速/工作负荷过高)的图11的发动机。在涡轮增压器中使用双涡旋件(两个入口)。所有阀20-23均打开。与图12d中的高工作负荷相比,差异在于旁通阀20已打开,以允许废气的一部分绕过涡轮26。两个阀21-22均打开,使得允许来自两个管17和28的废气混合并且通过旁通管流动。阀20-24以与图12a相同的方式布置,但是在该情况下,废气压力足以驱动涡轮26,同时还流过旁通通道。

[0148] 原则上,如果允许来自两个管17和28的废气在涡轮26的上游混合,则可以使用单涡旋涡轮增压器。

[0149] 图13示出具有3+1个气缸的四冲程发动机的变型。左边布置有三个燃烧气缸,其具有对应的燃烧室101、102、103和燃烧活塞104、105、106,类似于上面关于图8和图11所描述的燃烧气缸。三个燃烧气缸成排布置,并且图13中仅示出了第一(最接近的)燃烧气缸。三个燃烧室中的每个设置有进气阀和排气阀,与上述类似。图13示出第一燃烧室101的排气阀112和进气阀113。第二燃烧室102和第三燃烧室103的另外的排气阀和进气阀未在图中示出。

[0150] 右边布置有排气气缸,排气气缸具有排气室1和排气活塞4,类似于上面关于图8和图11所描述的排气气缸。通道109、110、111将每个燃烧室101、102、103通过对应的排气阀(其中在图13中仅示出了第一排气阀112)与排气室1连接。因此,当燃烧室101、102、103的排气阀打开时,允许废气通过对应的通道109、110、111流向排气室1,并允许废气在排气室1与主排气管17之间分配。

[0151] 图13中的排气系统类似于上面关于图11所描述的排气系统(主排气管17、附加排气管28、阀20-23、具有涡轮26的双涡旋涡轮增压装置等)。

[0152] 如关于图11所描述的,当排气活塞4接近其下止点并且当附加排气管28中的阀23打开时,分配到排气室1中的废气还可以进一步通过附加排气管28流动。

[0153] 燃烧活塞104-106连接到第一曲轴(未示出)并驱动第一曲轴,在第一曲轴上布置有第一轮107。排气活塞4连接到第二曲轴(未示出)并由第二曲轴驱动,在第二曲轴上布置有第二轮108。带被布置为连接第一轮107和第二轮108,以使第一曲轴能够通过两个轮107、108驱动(旋转)第二曲轴,并因此驱动排气活塞4。链条、齿轮等可以代替皮带使用,以可运转地连接第一曲轴和第二曲轴。

[0154] 调整轮的尺寸,以使第一轮107以1.5的速比驱动第二轮108,即,当第一曲轴和第一轮107旋转两圈(720°,一个燃烧气缸的四个冲程)时,第二轮108和第二曲轴旋转三圈。在这三圈期间,排气活塞4在下止点与上止点之间摆动三次,并且回到下止点。发动机被布置为使得燃烧气缸的四个冲程在时间上均匀分配,即,在燃烧气缸中的一个的特定类型的一

个冲程(诸如排气冲程)与下一燃烧气缸的相同类型的冲程之间具有 $720/3=240^\circ$ 。因此,在 720° 期间每种类型的冲程将有3次。因此,传动比1:1.5允许单个排气气缸以与上述2+1发动机(其中传动比为1:1)类似的方式为三个燃烧气缸服务。

[0155] 在该示例中,第一轮107具有基本上类似于用于改变凸轮轴的相位的可变凸轮相位器的结构。因此,第一轮107的主要结构是已知的,在此不再赘述。在这种情况下,该主要结构用于不同的目的,即允许(通过第一轮107和第二轮108)在第一曲轴与第二曲轴之间发生相移。

[0156] 图14a至图18b示出来自根据图13的发动机的在某些不同的相移下的废气流。这些图中的图“a”示出了单独的废气流,其中,黑线用于三个燃烧气缸,灰线用于单个排气气缸,这些图中的图“b”示出了到涡轮增压器的混合废气。

[0157] 图14a和图14b涉及 0° 相移。每个图的相移减小 60° 。

[0158] 如在图14a和图14b中可以看出的,排气脉冲已经以与图10a和图10b中2+1发动机所示类似的方式被均匀化。在 0° 相移下,排气活塞4远离排气室1运动(即,排气活塞4在图中向下运动并且使排气室1膨胀),同时燃烧气缸中的一个执行排气冲程,其中燃烧活塞104-106在图中向上运动,并且其对应的排气阀112打开。

[0159] 如在图16a和图16b中可以看出的,图16a和图16b示出了 -120° 的相移,废气波峰同时产生并位于彼此的顶部(图16a),从而产生最大可能的组合波峰(图16b)。在 -120° 相移下,排气活塞4朝向排气室1运动,同时燃烧气缸中的一个执行排气冲程。效果是排气活塞4增加了通过主排气管17排出的废气的压力。

[0160] 从废气传递到涡轮增压器的(涡轮)的能量是涡轮前后的废气流质量流量和压力差的函数。对于小的废气质量流量,如果以脉冲形式出现流量,则通常具有优势,因为涡轮可以处理小流量中的脉冲,并且与恒定流量相比,脉冲提供更好的压差和增强的能量传递。对于大的废气质量流量,如果流量恒定(均匀),则通常具有优势。脉冲的大的废气质量流量是不好的,因为涡轮无法在这种波峰流量下处理过高的压力。

[0161] 0° 相移(图14a和图14b)向涡轮提供平稳流量。这允许涡轮处理大流量,并且能量被排气活塞吸收并传递到曲轴,这提高了燃料经济性。

[0162] -120° 相移(图16a和图16b)产生尖锐脉冲。这会在小流量时将更多的能量传递给涡轮,并且当需要额外增压时有用。在低气流时,额外的背压不是问题,并且当从燃烧气缸抽取废气时波谷中的负压是有益的,当进气歧管中尚未建立增压时,这一点尤为重要。在这种情况下,能量从曲轴传递到排气活塞,然后传递到涡轮。

[0163] 图19示出具有4+1个气缸的四冲程发动机的变型。原则上,图19中的发动机以与图13中示出的发动机相同的方式工作。在此,不同之处在于,成排的燃烧气缸包含附加的第四燃烧气缸,附加的第四燃烧气缸由燃烧室201-204、燃烧活塞205-208和将四个燃烧室201-204中的每个与排气气缸的排气室1连接的通道211-214表示。

[0164] 与图13相似,每个燃烧室201-204设置有对应的进气阀和排气阀,其中后者能够关闭/打开对应的通道211-214。图19仅示出了与“最近的”燃烧室相关联的进气阀215和排气阀216。

[0165] 在这种情况下,第一轮209(连接到第一曲轴,四个燃烧活塞205-208也连接到第一曲轴)以2的速比驱动第二轮210(连接到第二曲轴,排气活塞4也连接到第二曲轴),以允许

一个排气气缸为四个燃烧气缸服务。因此,在这种情况下,第二曲轴旋转两圈,并且排气活塞4摆动四次,同时第一曲轴旋转两圈(720°)。

[0166] 此外,在这种情况下,第一轮209具有基本上类似于可变凸轮相位器的结构,以允许在第一曲轴和第二曲轴之间(通过第一轮209和第二轮210)发生相移。

[0167] 图20a和图20b示出来自根据图19的发动机的在0°相移下的废气流。图20a示出了单独的废气流,其中上线用于四个燃烧气缸,下线用于单个排气气缸,并且图20b示出了混合废气。

[0168] 在90°或-90°相移下,脉冲以与用于3+1发动机的120°相移类似的方式位于彼此的顶部(见图16a和图16b)。如上面关于3+1发动机所描述的,这对于提高小流量时的压力差是有用的。

[0169] 图21示出具有3+1个气缸的四冲程发动机的自由活塞变型,其中,排气气缸4是自由活塞。除了用于排气活塞4的驱动机构之外,图21中的发动机类似于图13中示出的发动机。三个燃烧活塞104-106连接到传统曲轴(没有具有相移能力的任何轮)。排气活塞4连接到线性发动机/发电机。

[0170] 自由活塞发动机和自由活塞本身是已知的。自由活塞发动机是线性的、“无曲柄”内燃机,其中活塞的运动不由曲轴控制,而是由燃烧室气体、回弹装置(例如,在气体能够被压缩的封闭气缸中的活塞,或其他类型的弹簧)和负载装置(例如,气体压缩机或线性交流发电机)的力的相互作用控制。

[0171] 自由活塞发动机的基本构造通常称为单活塞、双活塞或对置活塞,是指燃烧气缸的数量。然而,在该示例中,自由活塞用作排气活塞,而不用作燃烧活塞。优点在于,自由排气活塞可以对感兴趣的发动机中的排气活塞吸收或提供动力,并提供很大的灵活性,因为它可以发生相移并改变冲程长度,这可以将燃料效率或功率从低转速/工作负荷提高到高转速/工作负荷。

[0172] 图22示出具有6+2个气缸的四冲程发动机的自由活塞变型。该发动机包括布置为两排的六个燃烧气缸,每排三个气缸。在图22中,仅每排中的最近的气缸/活塞是可见的。与上面已经描述的一致,每个燃烧气缸包括燃烧室和燃烧活塞。六个燃烧活塞连接到传统曲轴。进气阀和排气阀以与上述的其他发动机变型的方式相似的方式布置。

[0173] 在这种情况下,排气气缸包括连接到一个共用线性发动机/发电机的双自由排气活塞。第一排气室布置在双排气活塞的一侧上,第二排气室布置在双排气活塞的相反侧上。双排气活塞的第一侧为第一排的三个燃烧气缸服务,双排气活塞的第二侧为第二排的三个燃烧气缸服务。第一组通道和第二组通道将每个燃烧室与其对应的排气室连接。

[0174] 排气管等也以与上述方式类似的方式布置。

[0175] 本发明不限于上述实施例,而是可以在权利要求的范围内以各种方式修改。

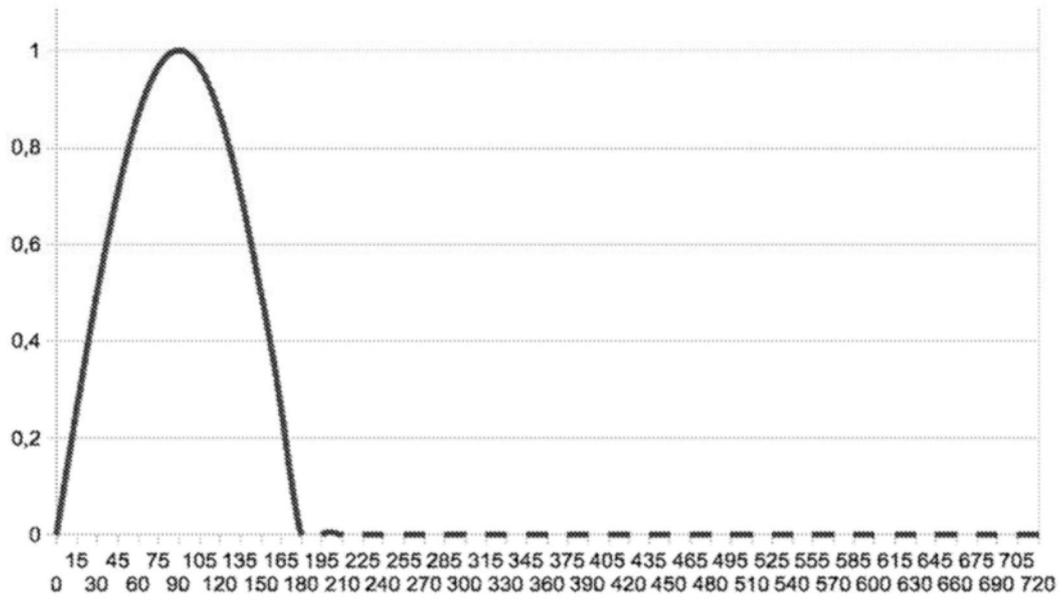


图1

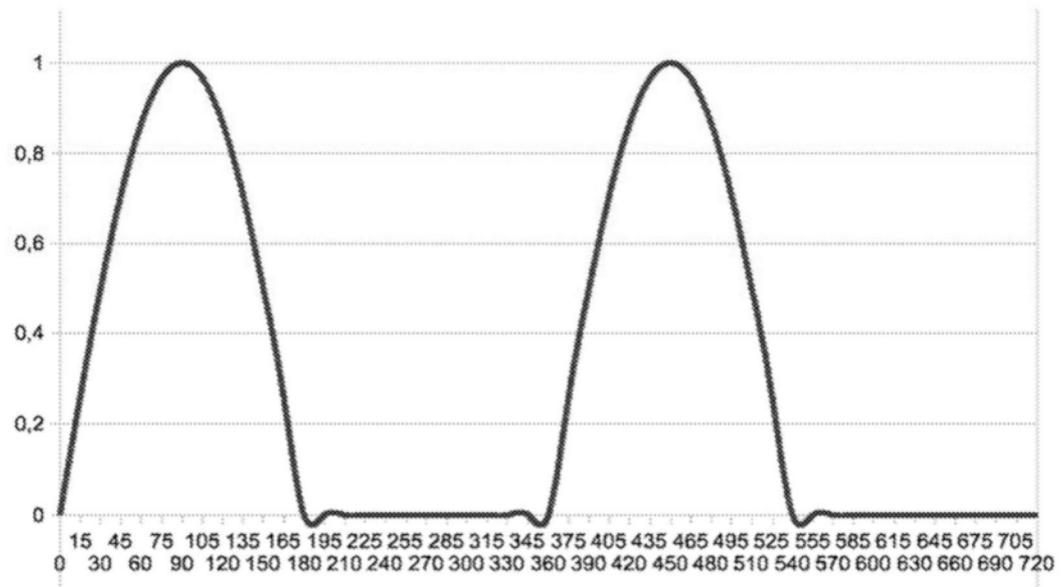


图2

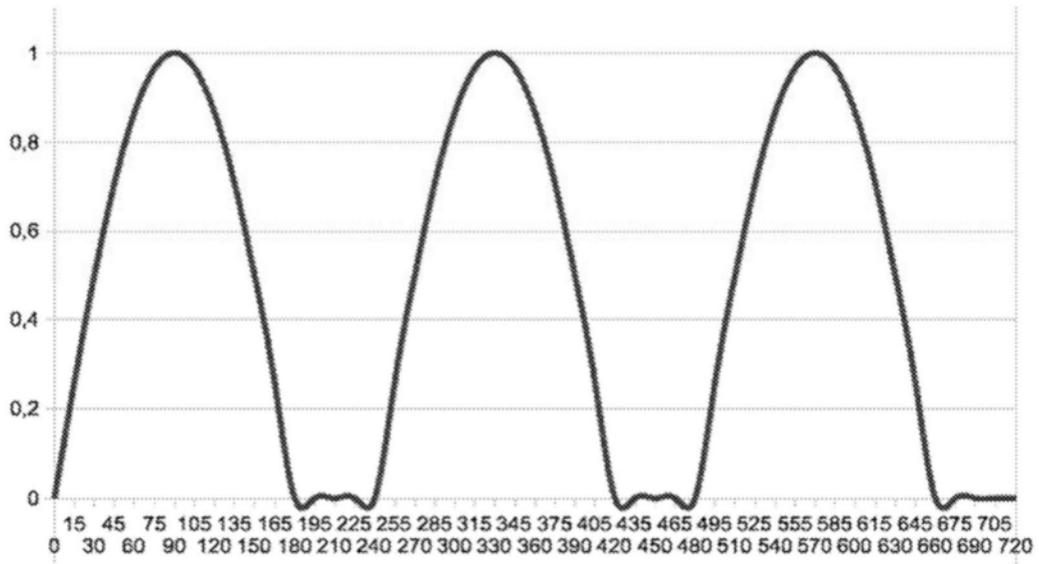


图3

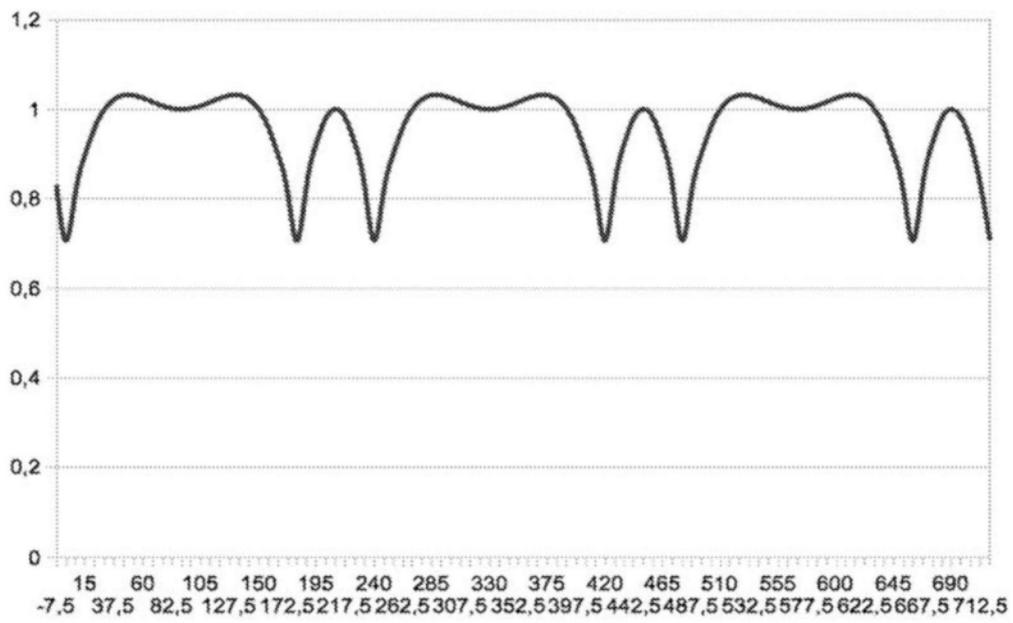


图4

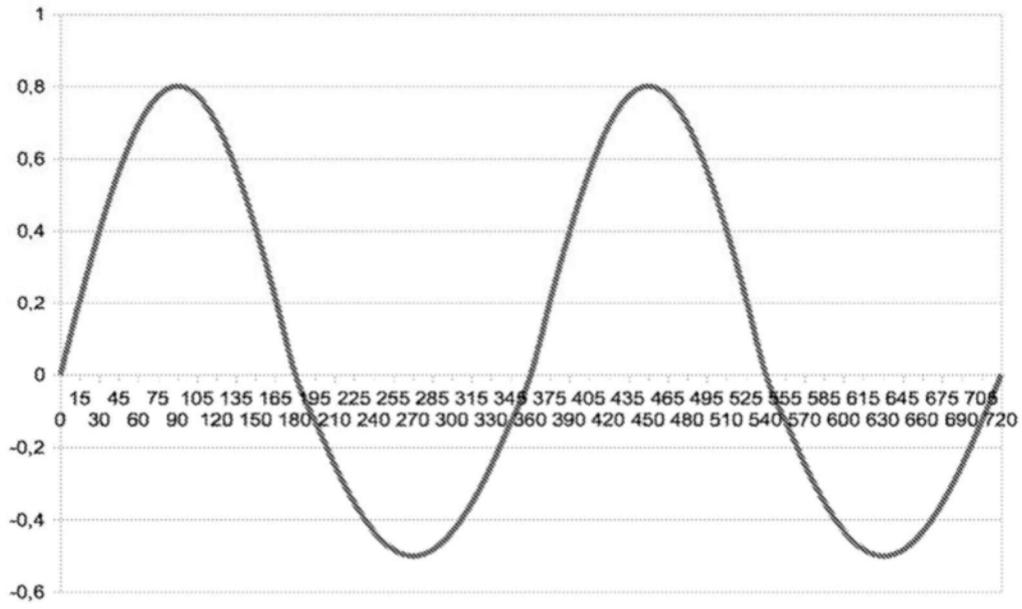


图5

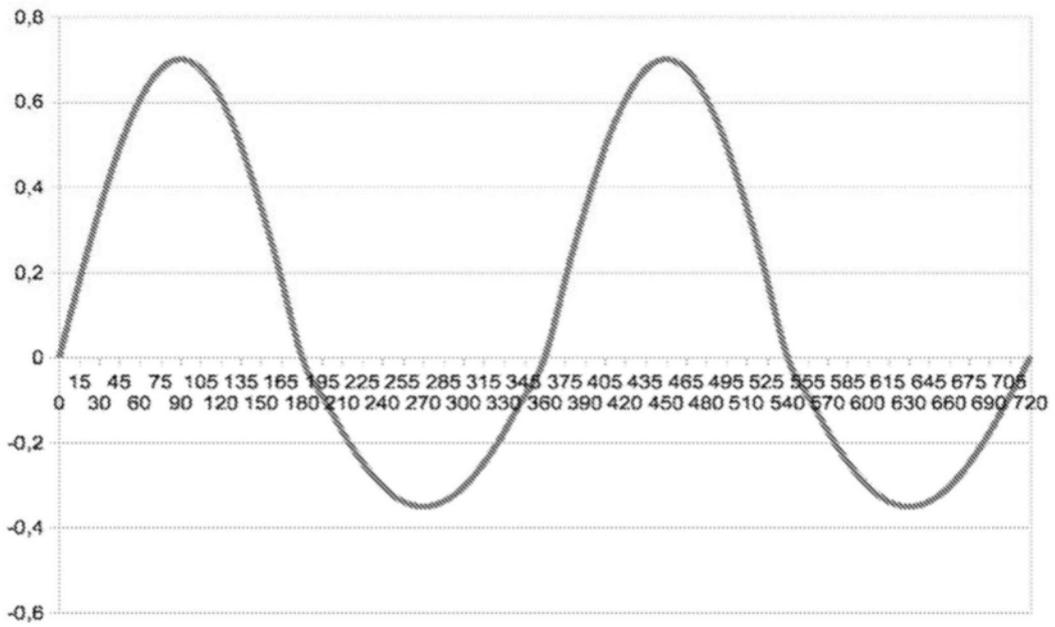


图6

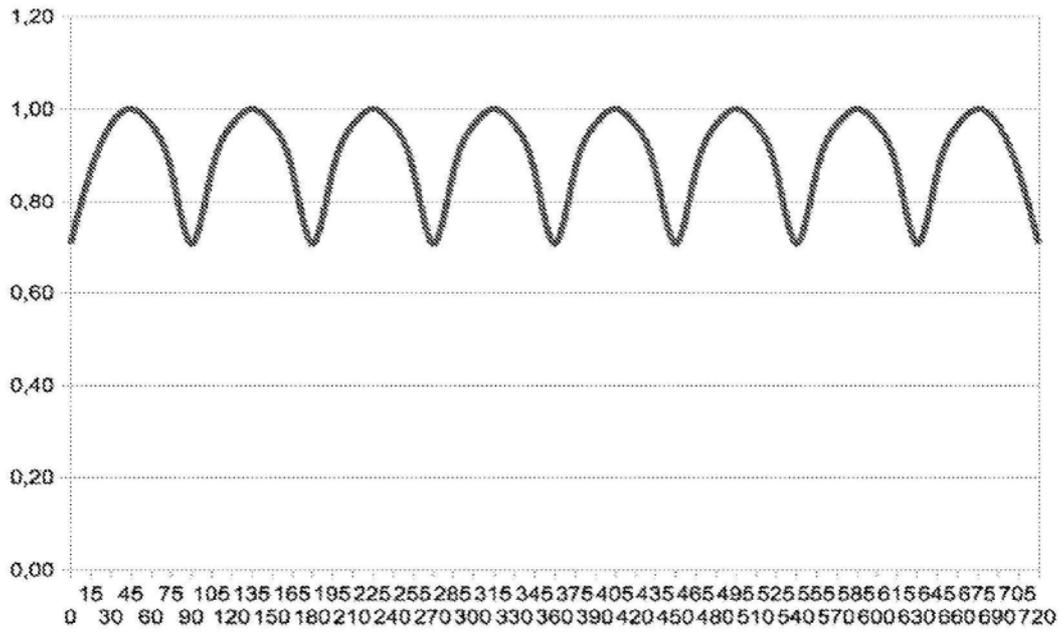


图7

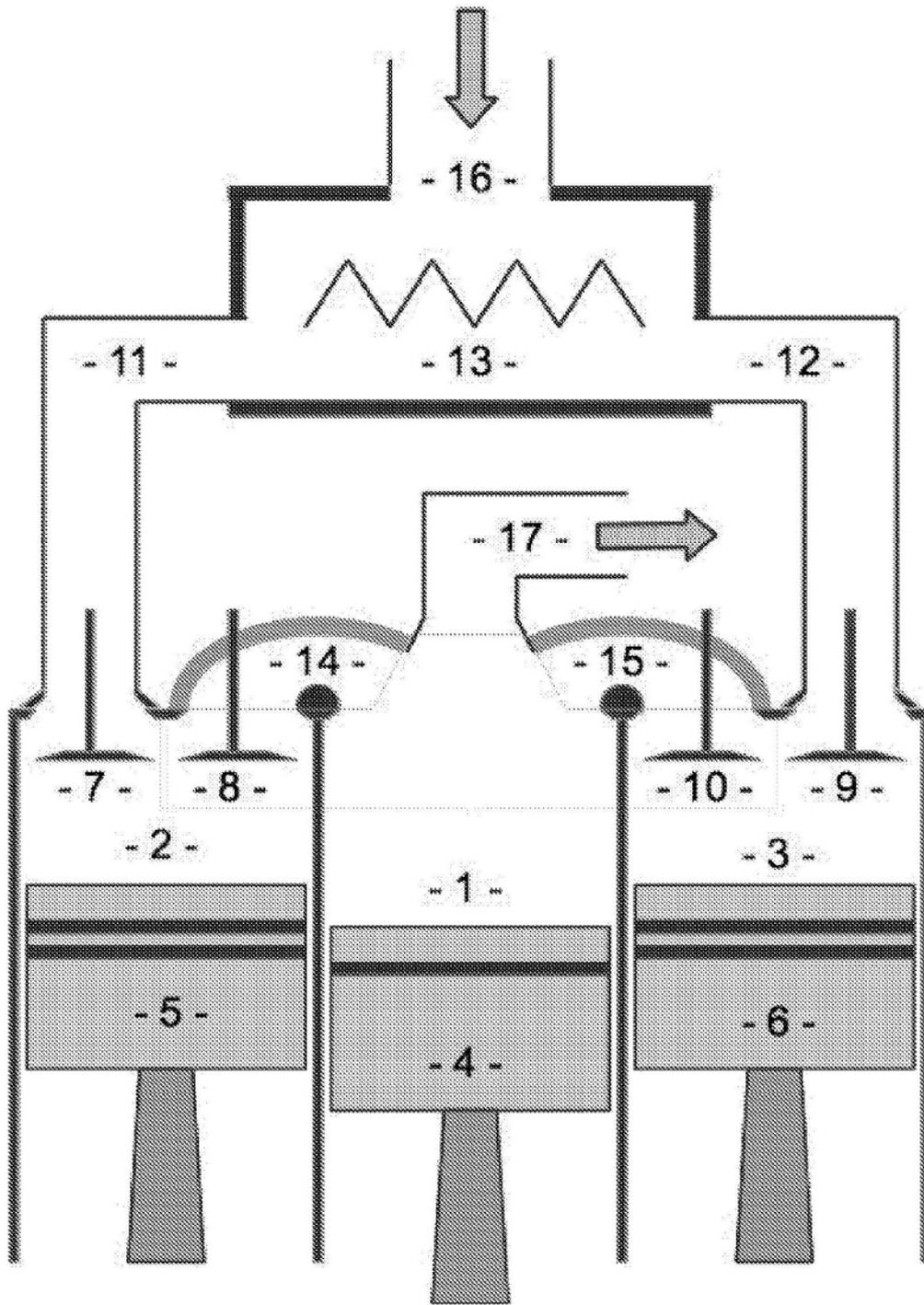


图8

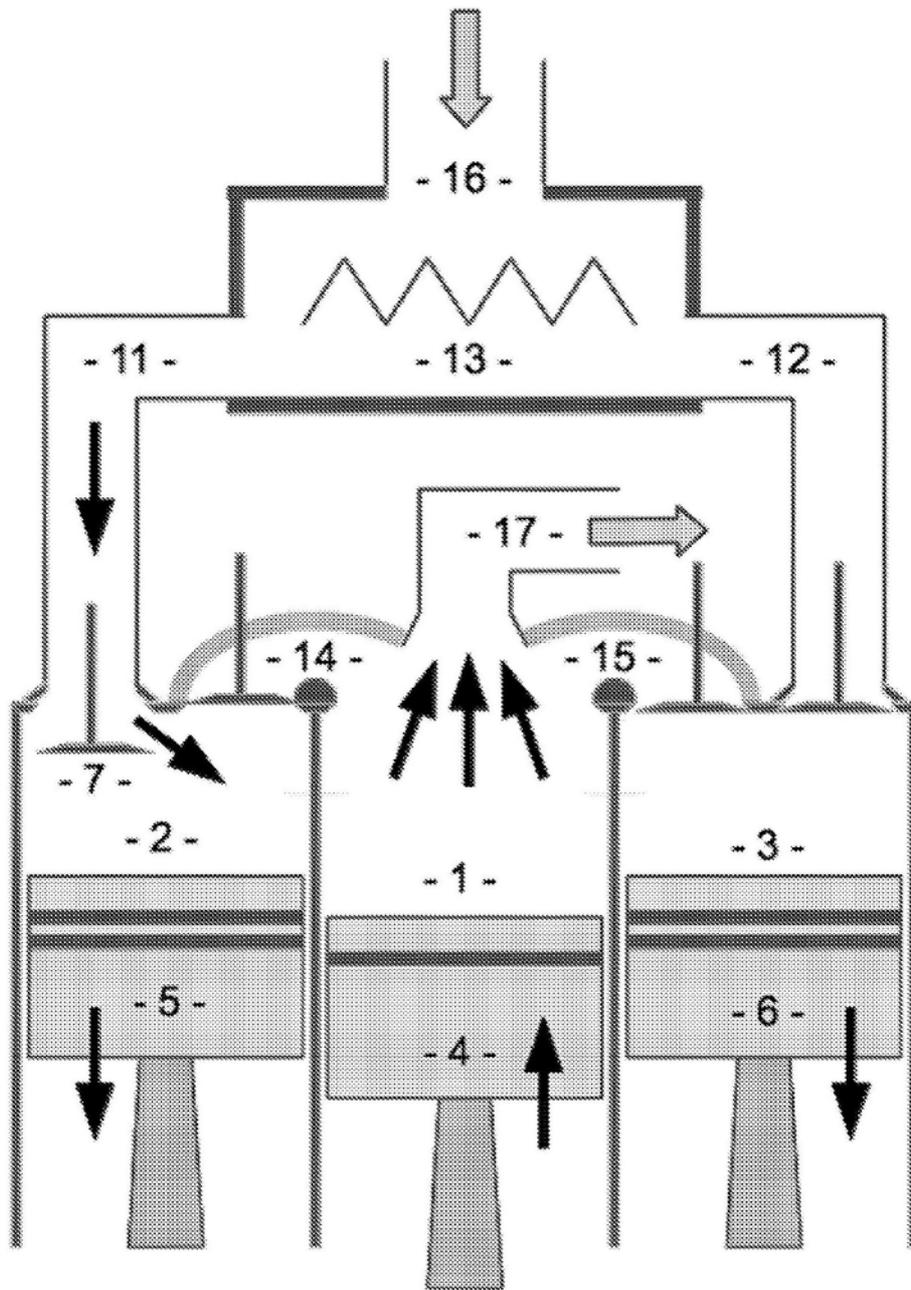


图9a

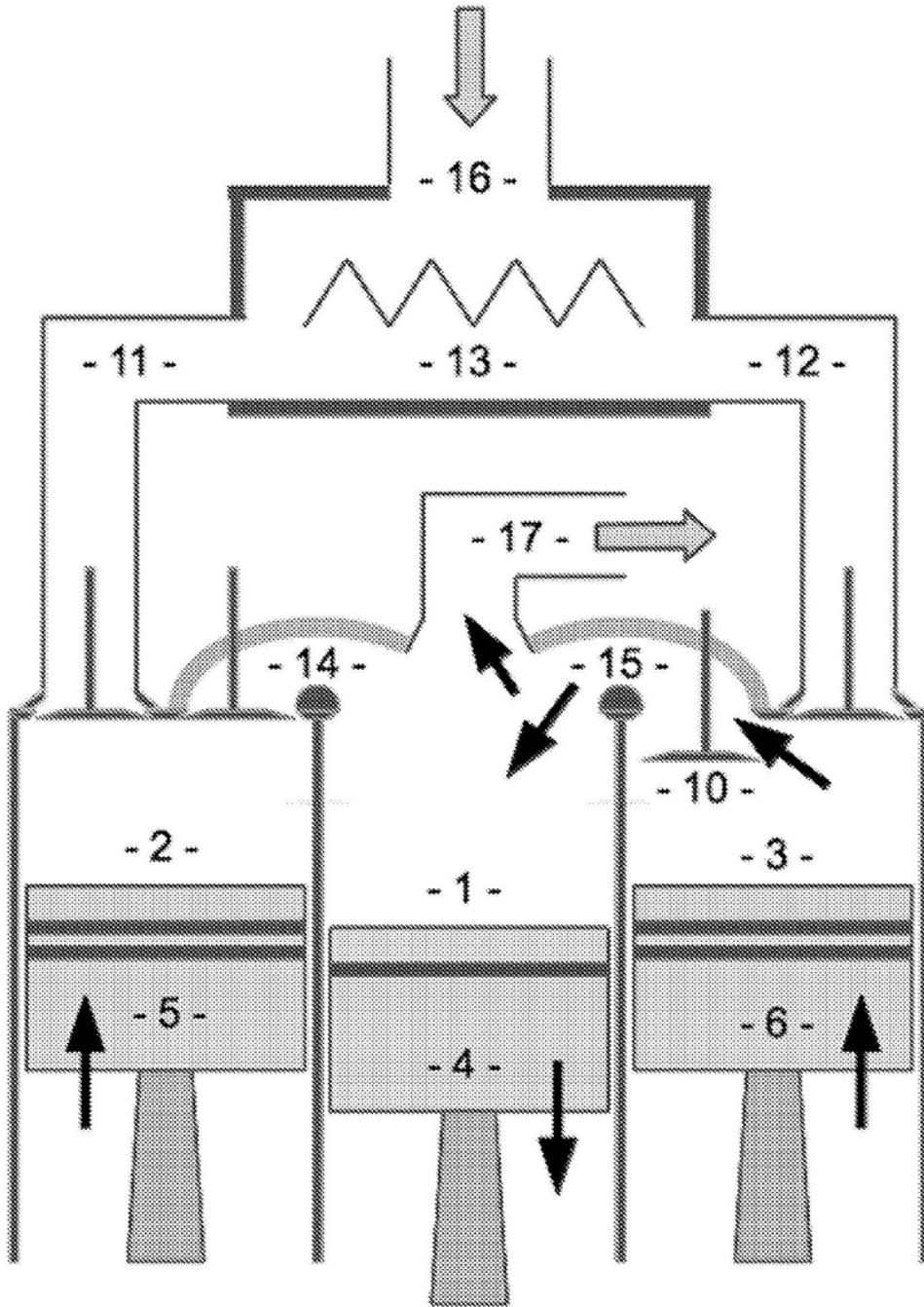


图9b

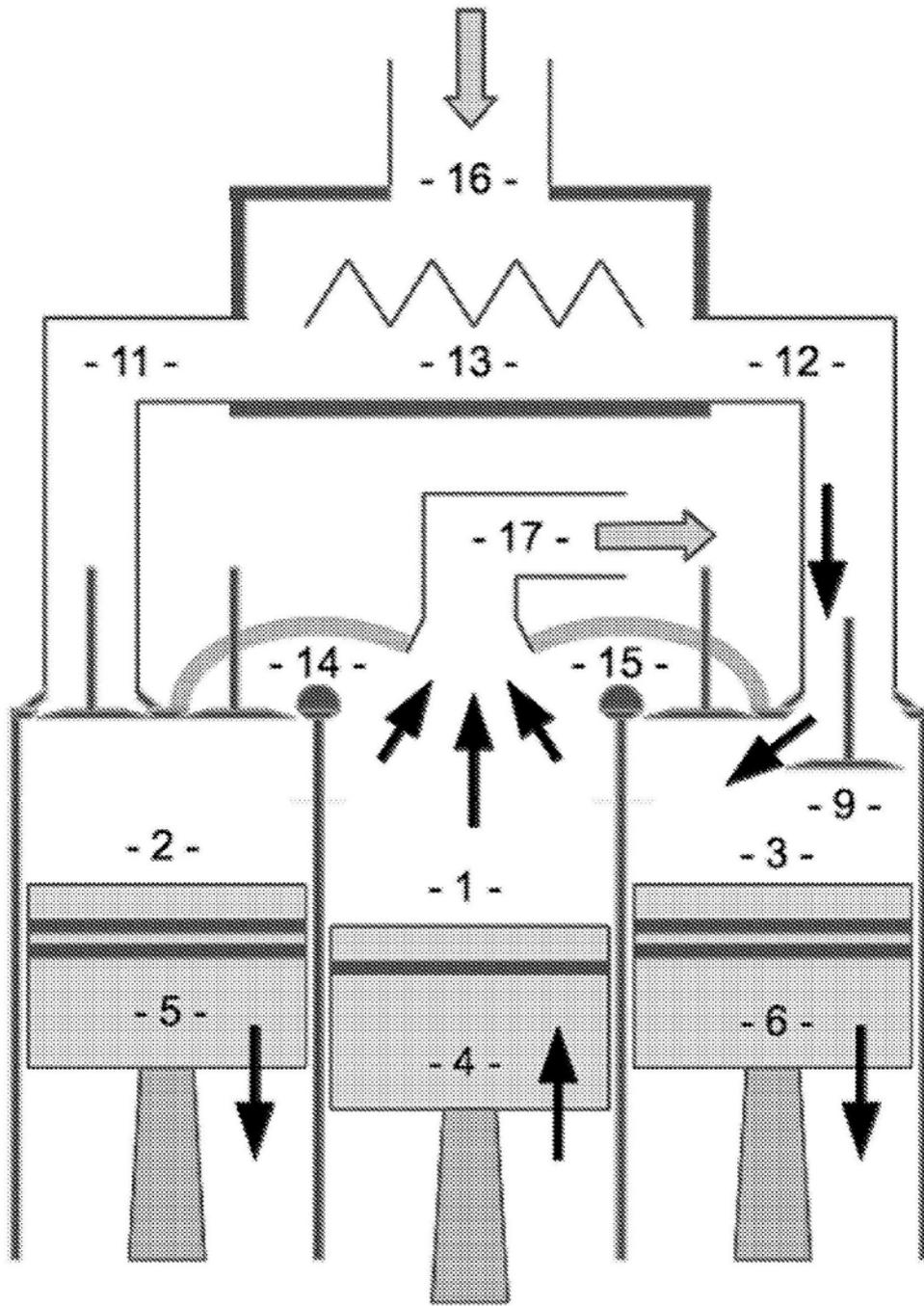


图9c

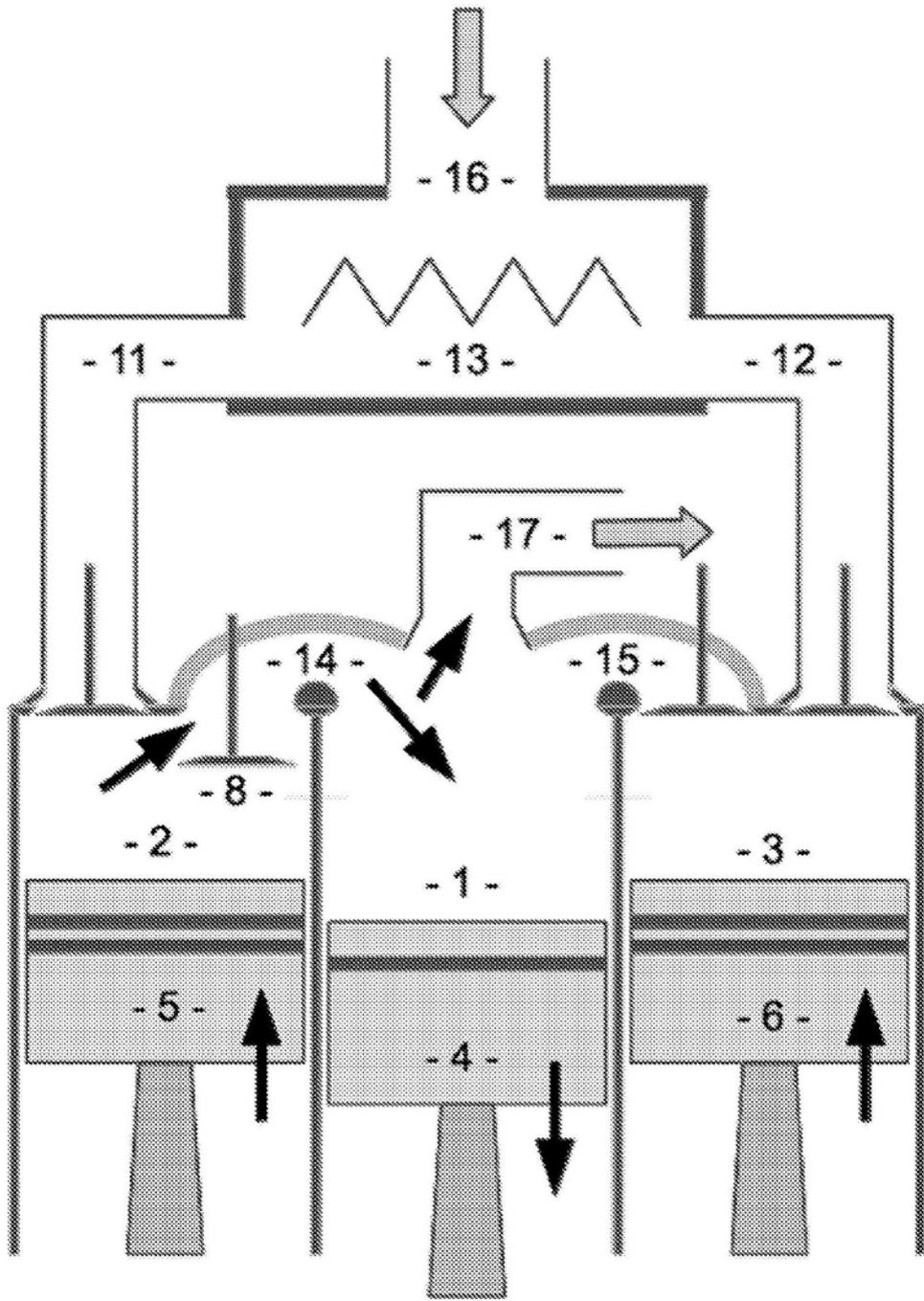


图9d

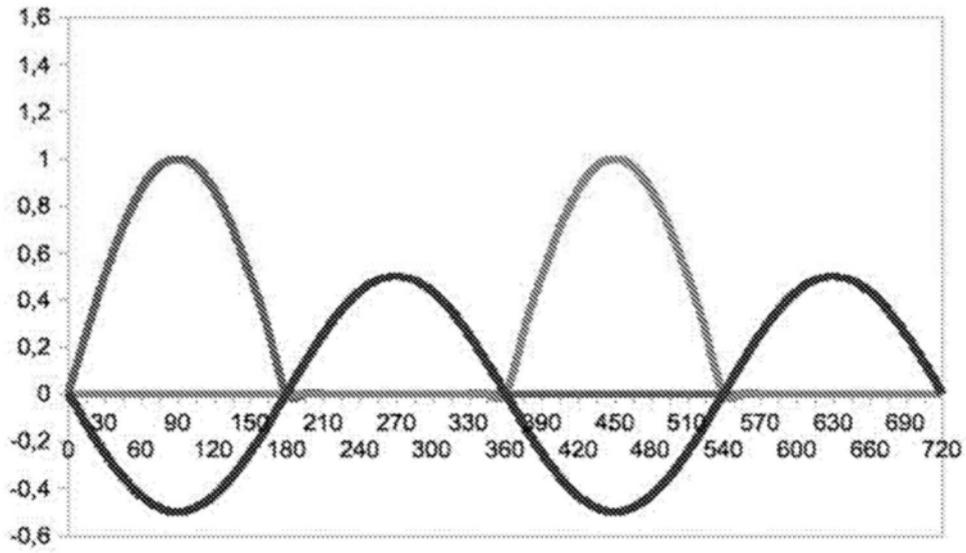


图10a

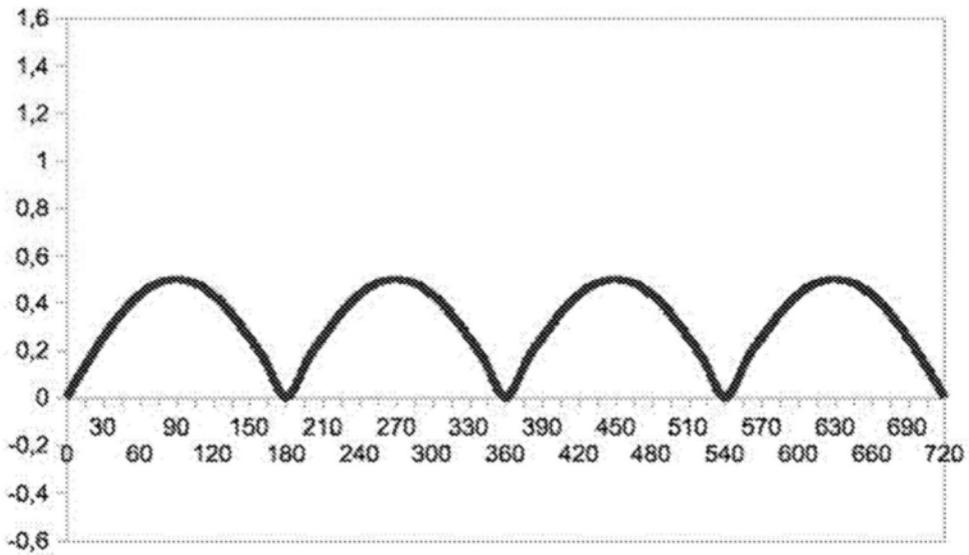


图10b

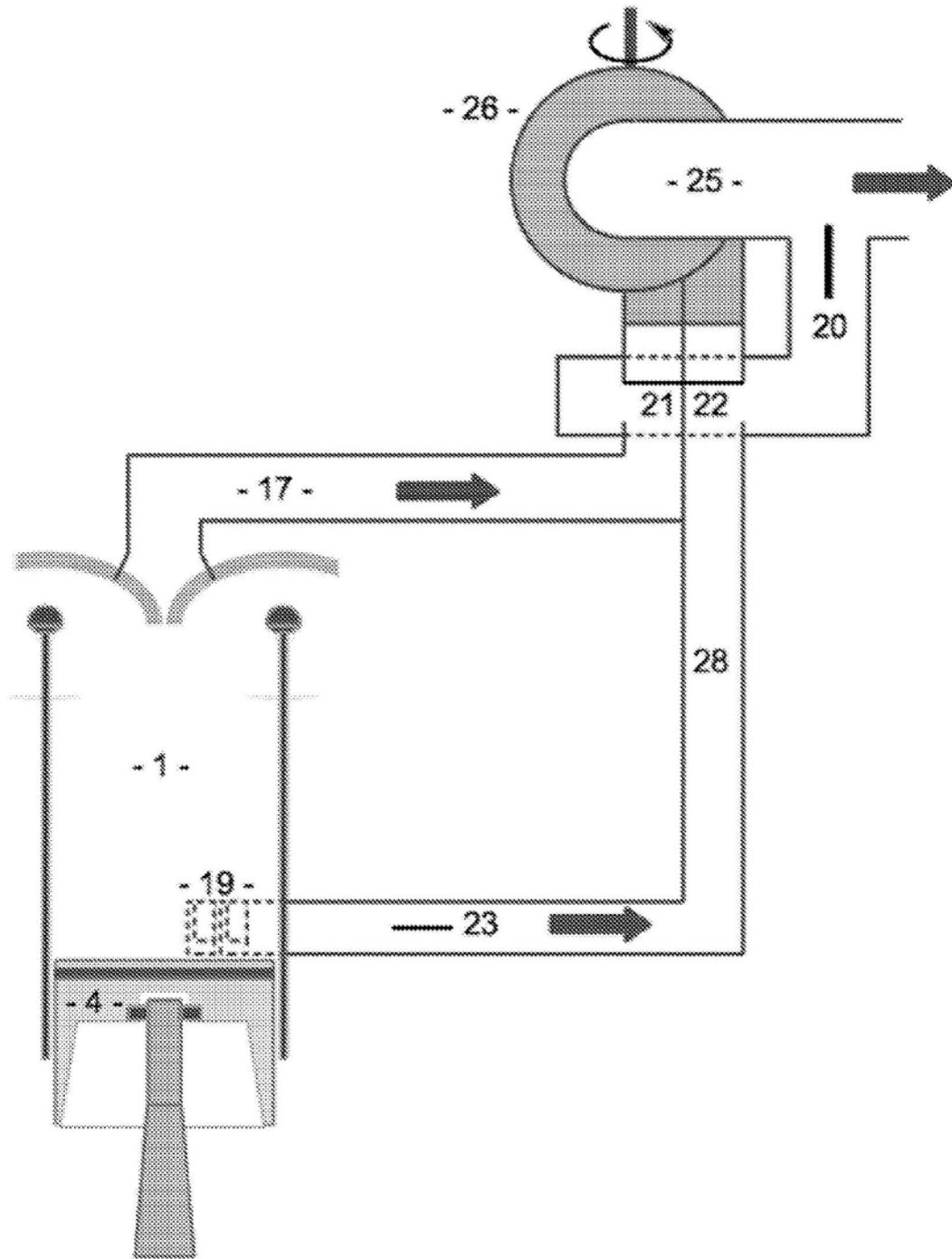


图12a

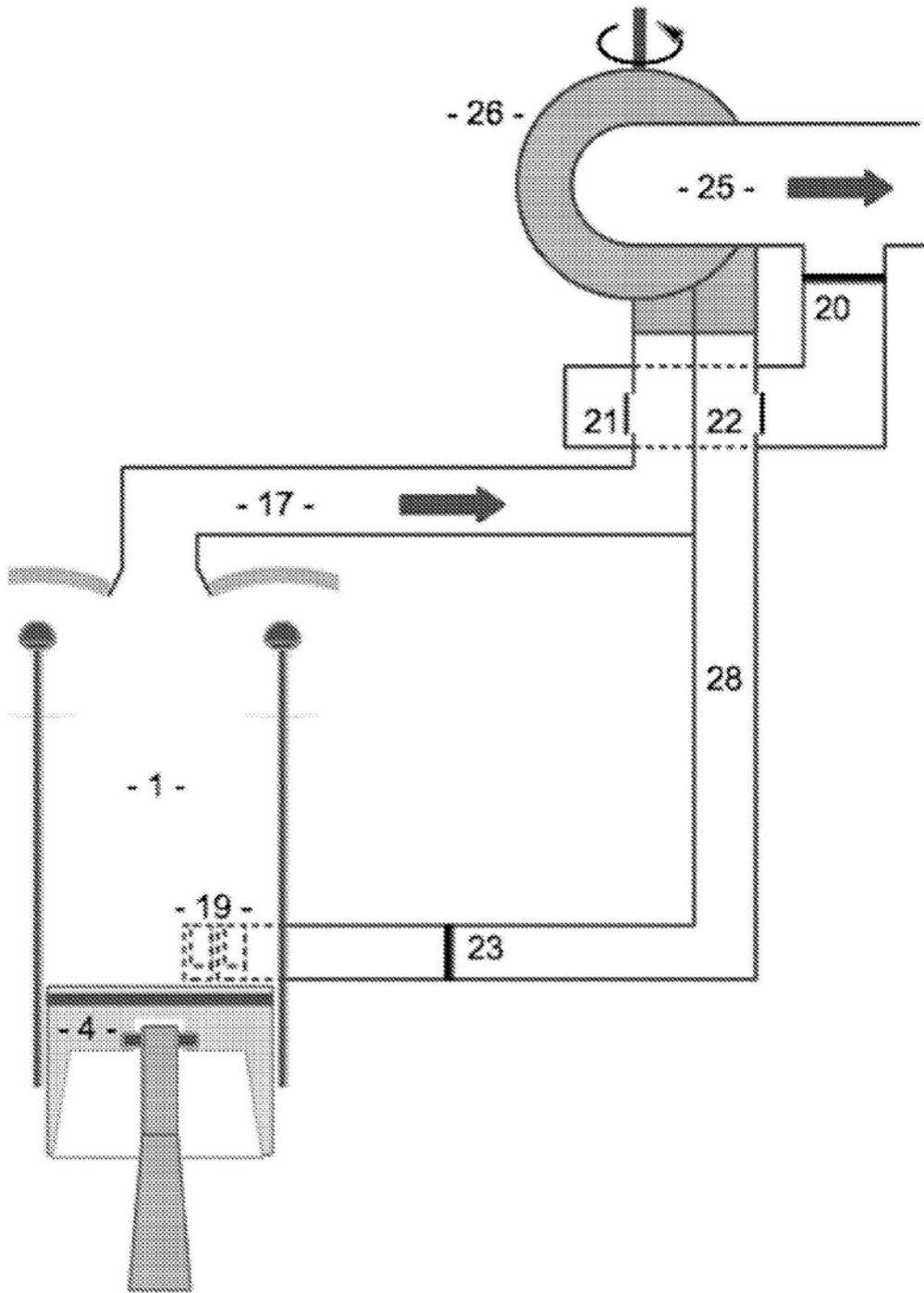


图12b

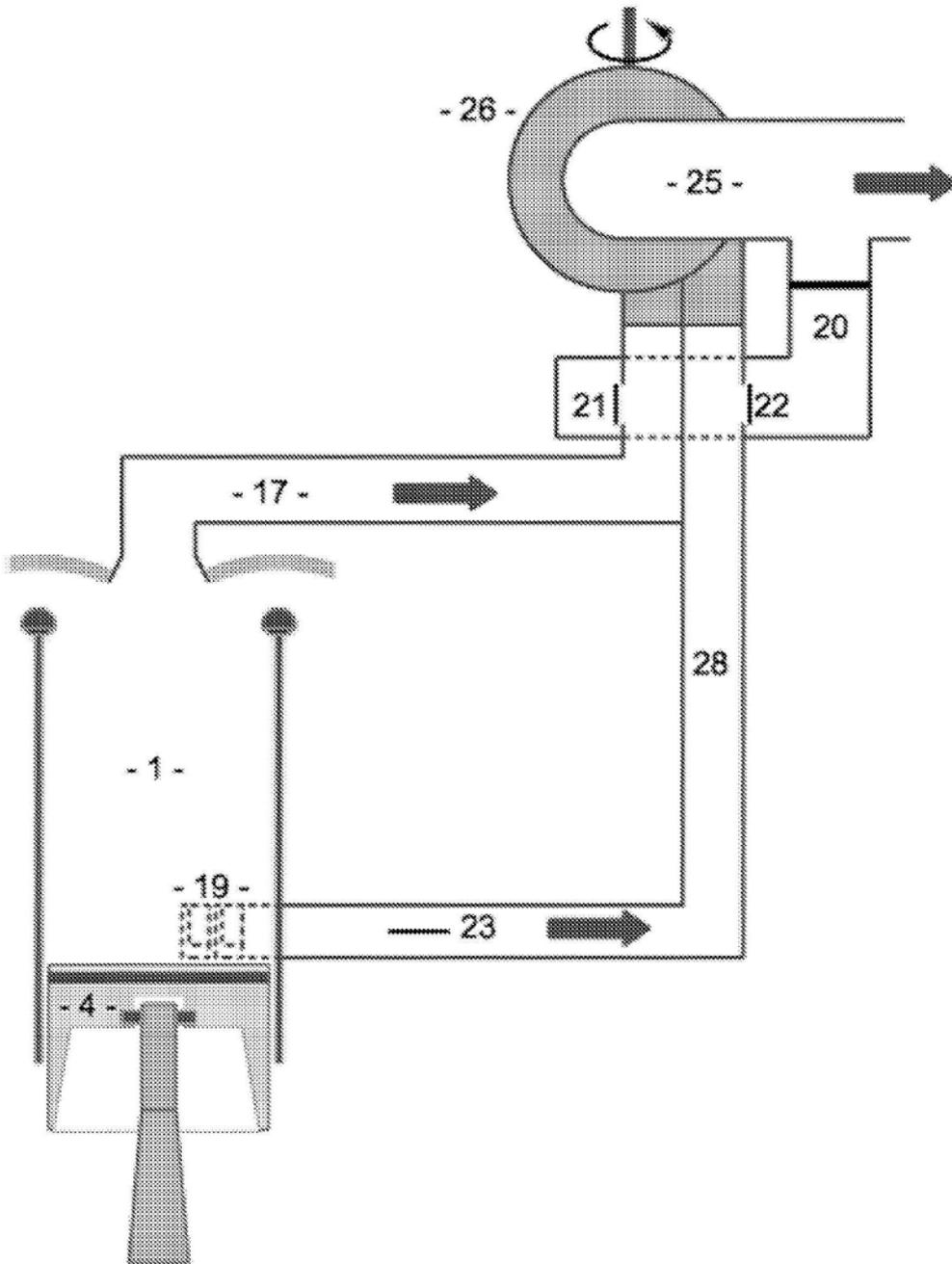


图12c

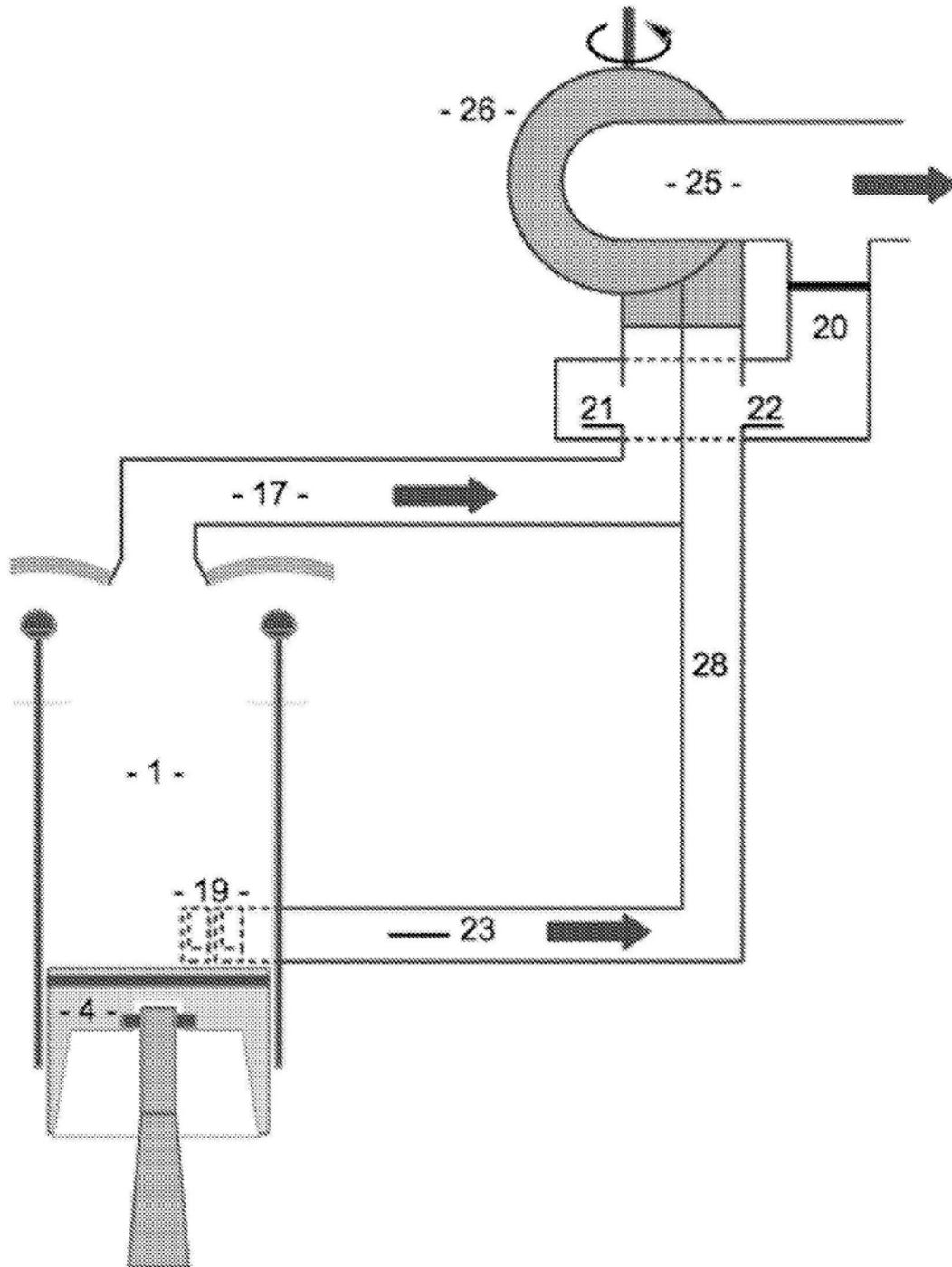


图12d

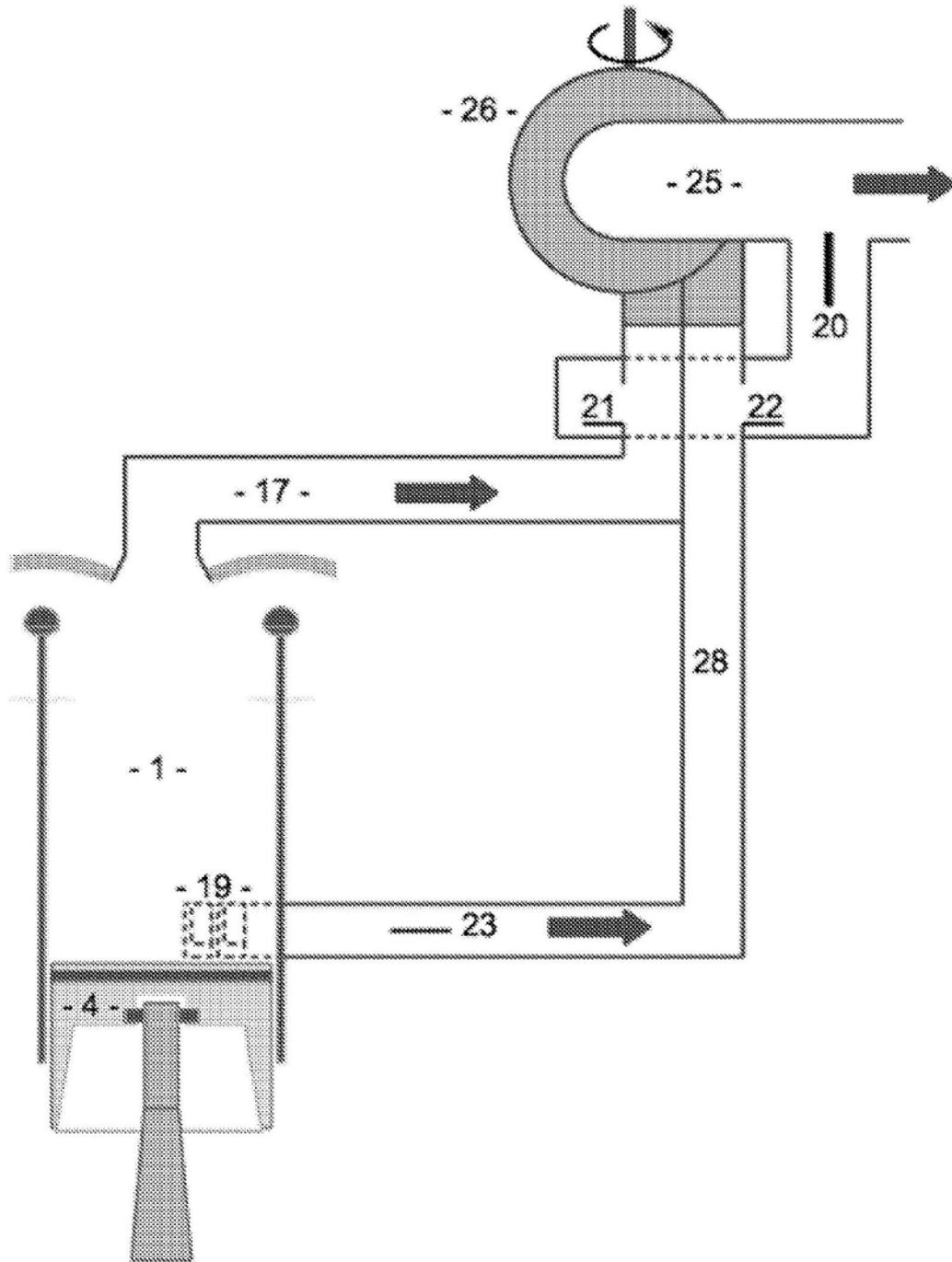


图12e

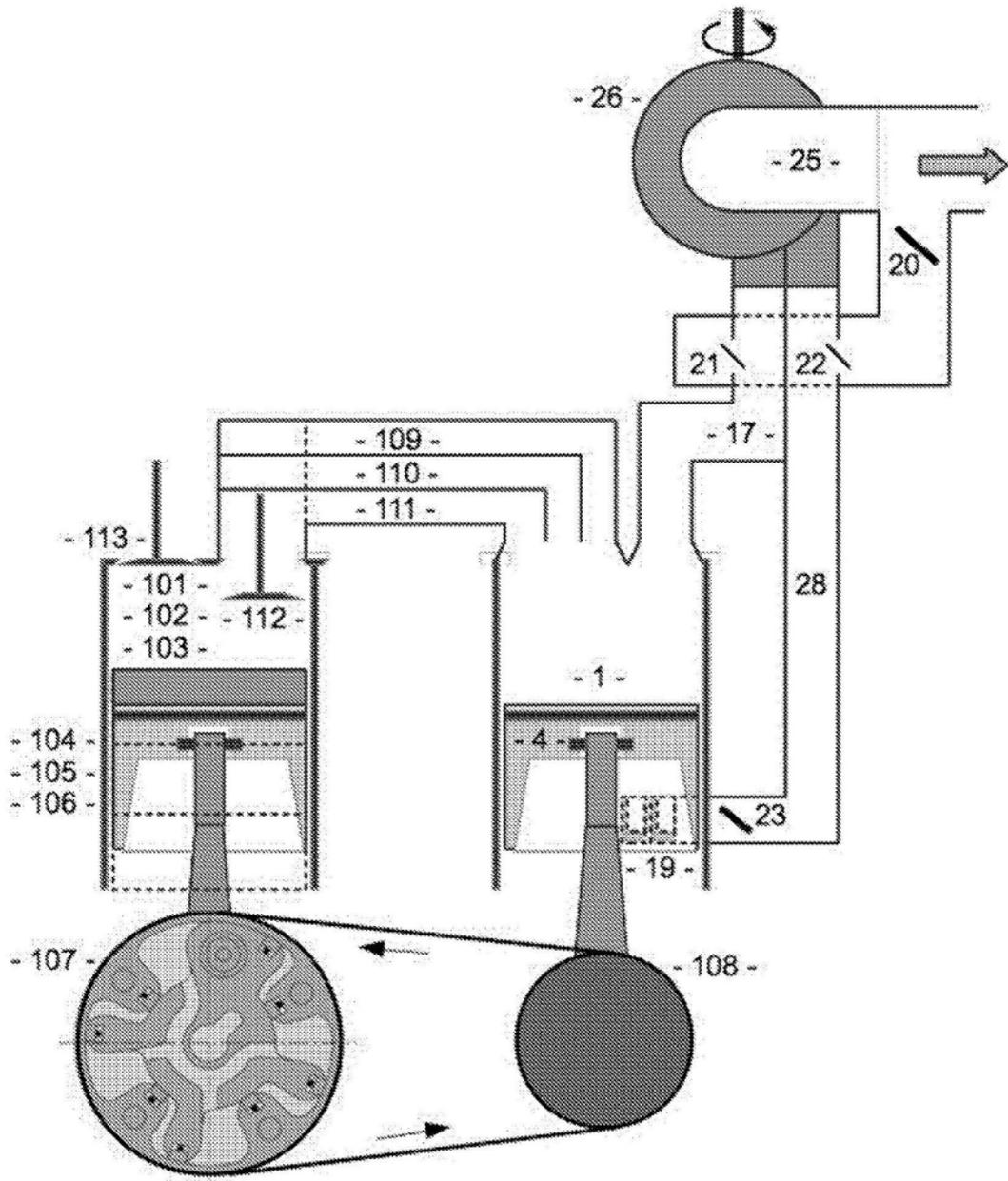


图13

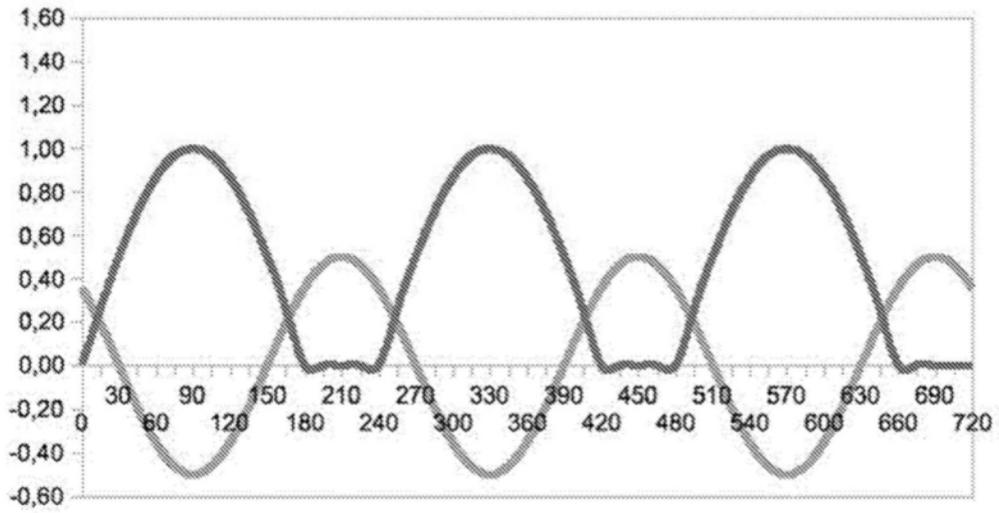


图14a

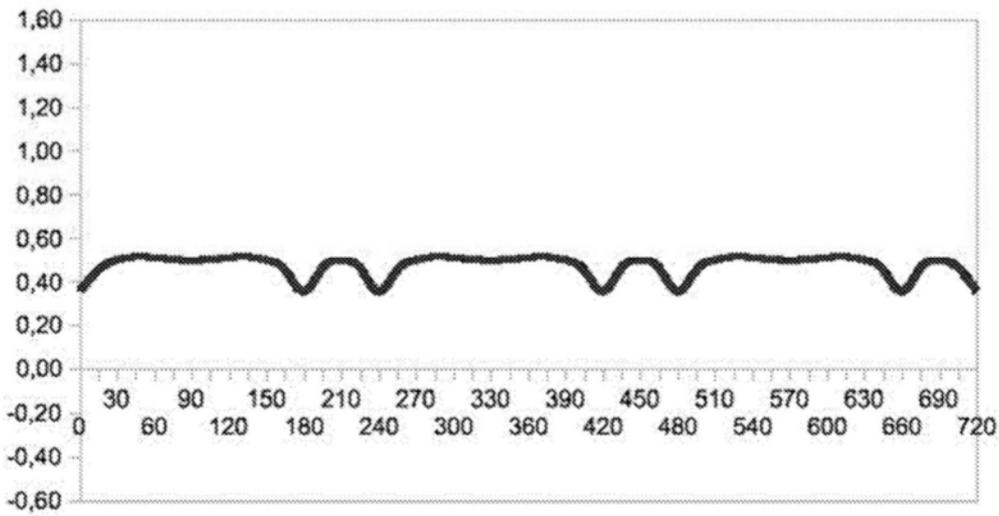


图14b

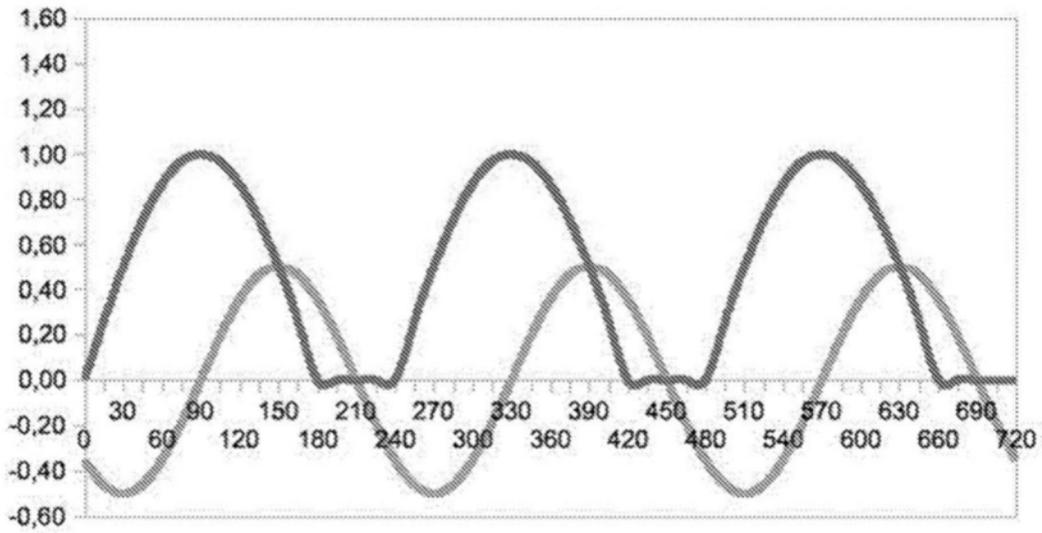


图15a

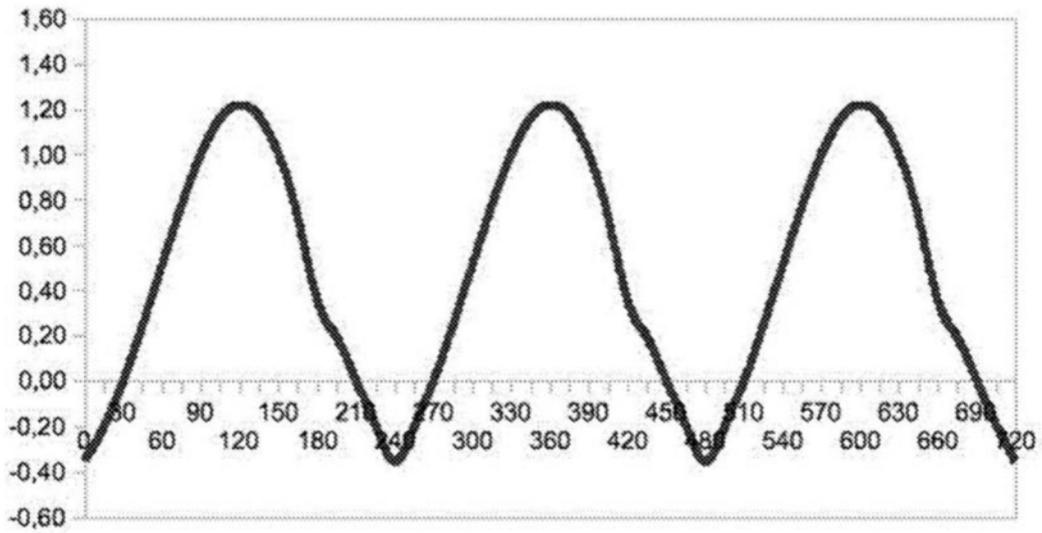


图15b

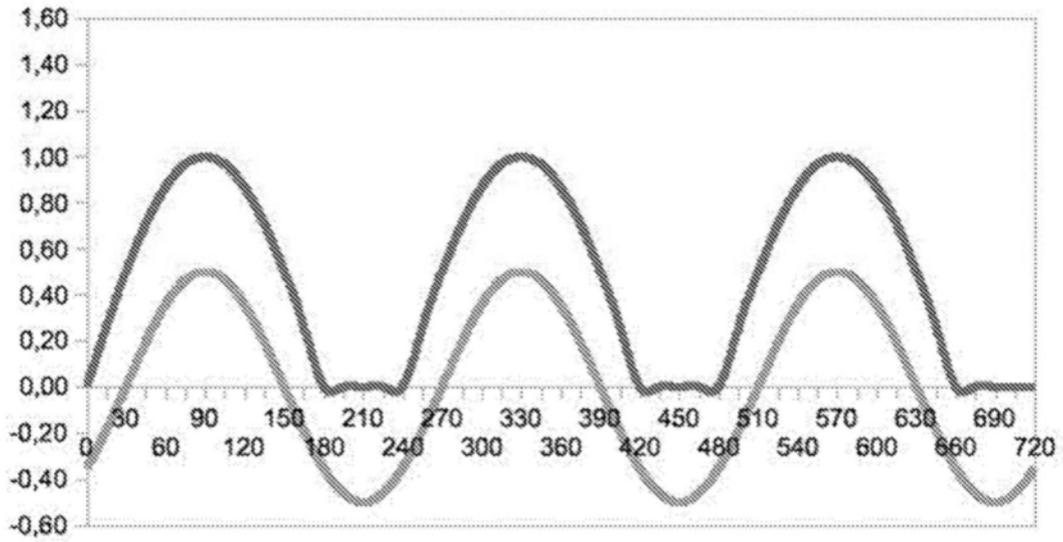


图16a

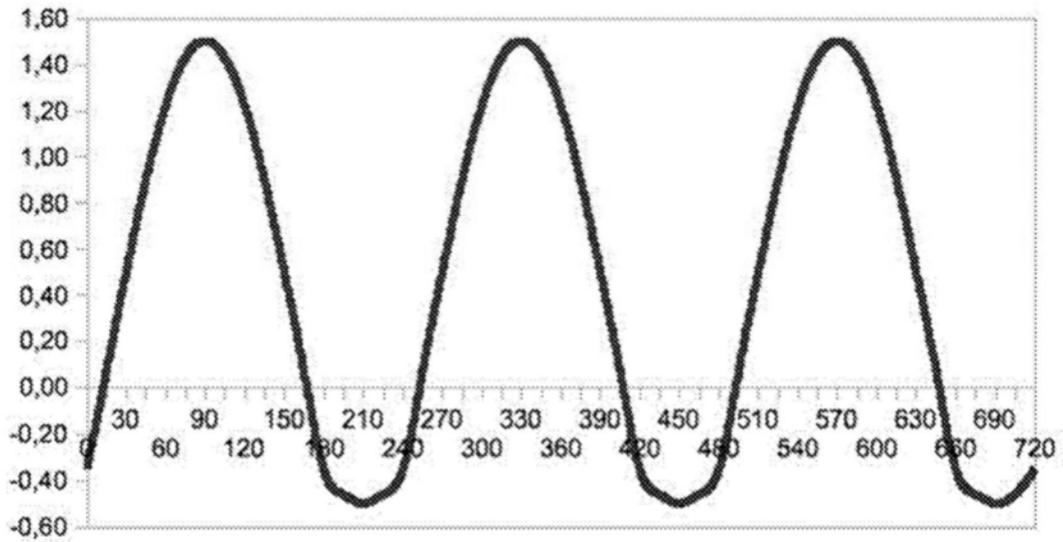


图16b

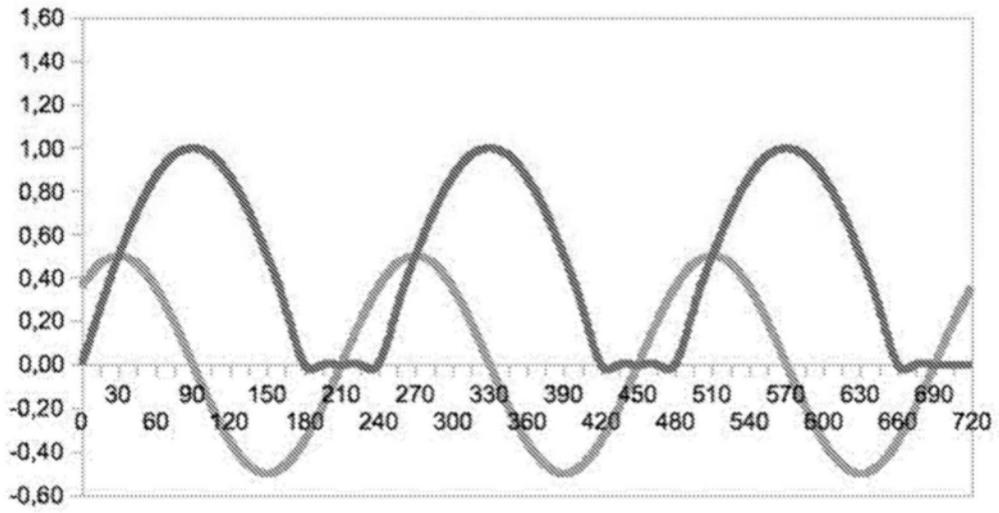


图17a

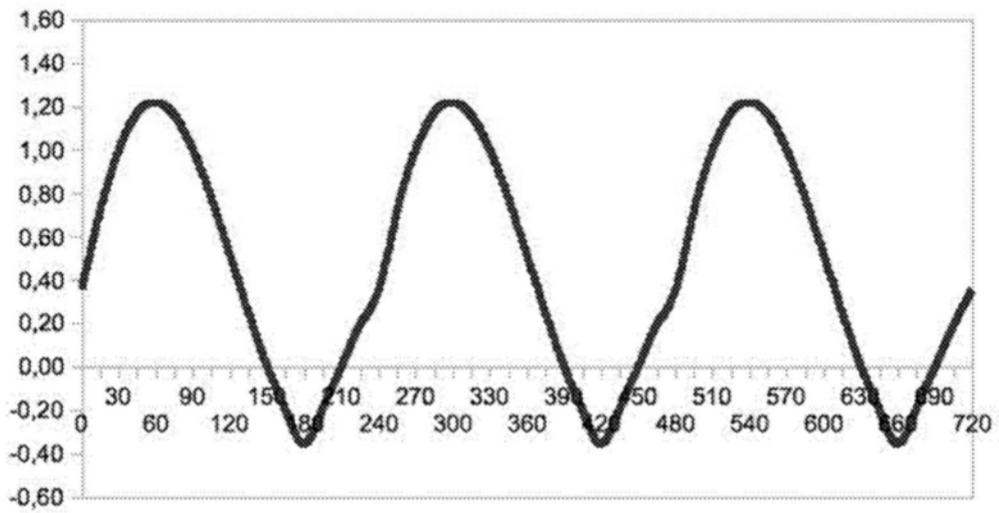


图17b

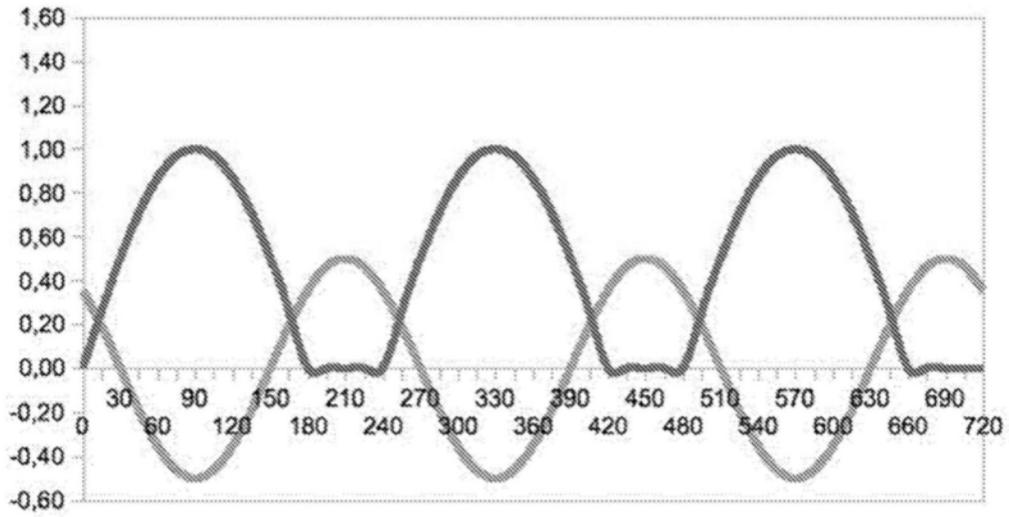


图18a

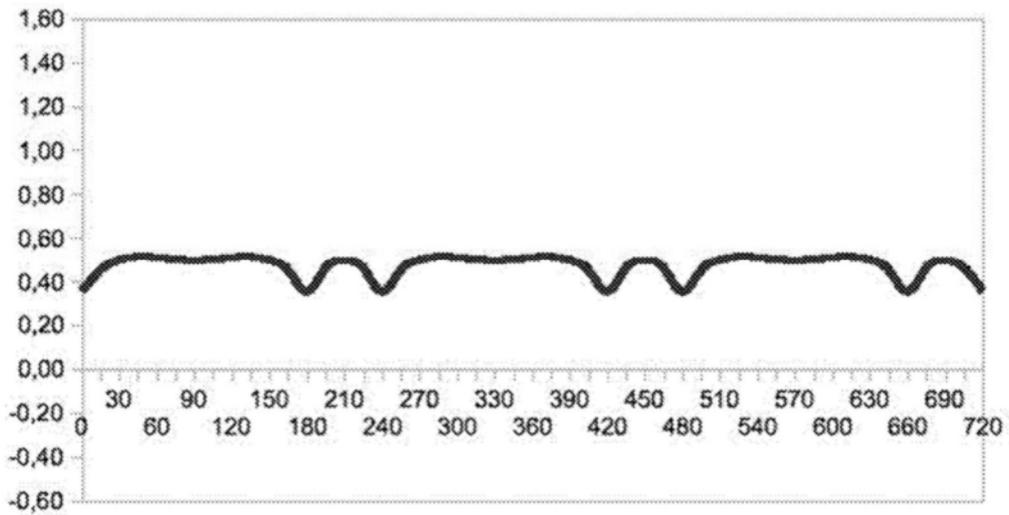


图18b

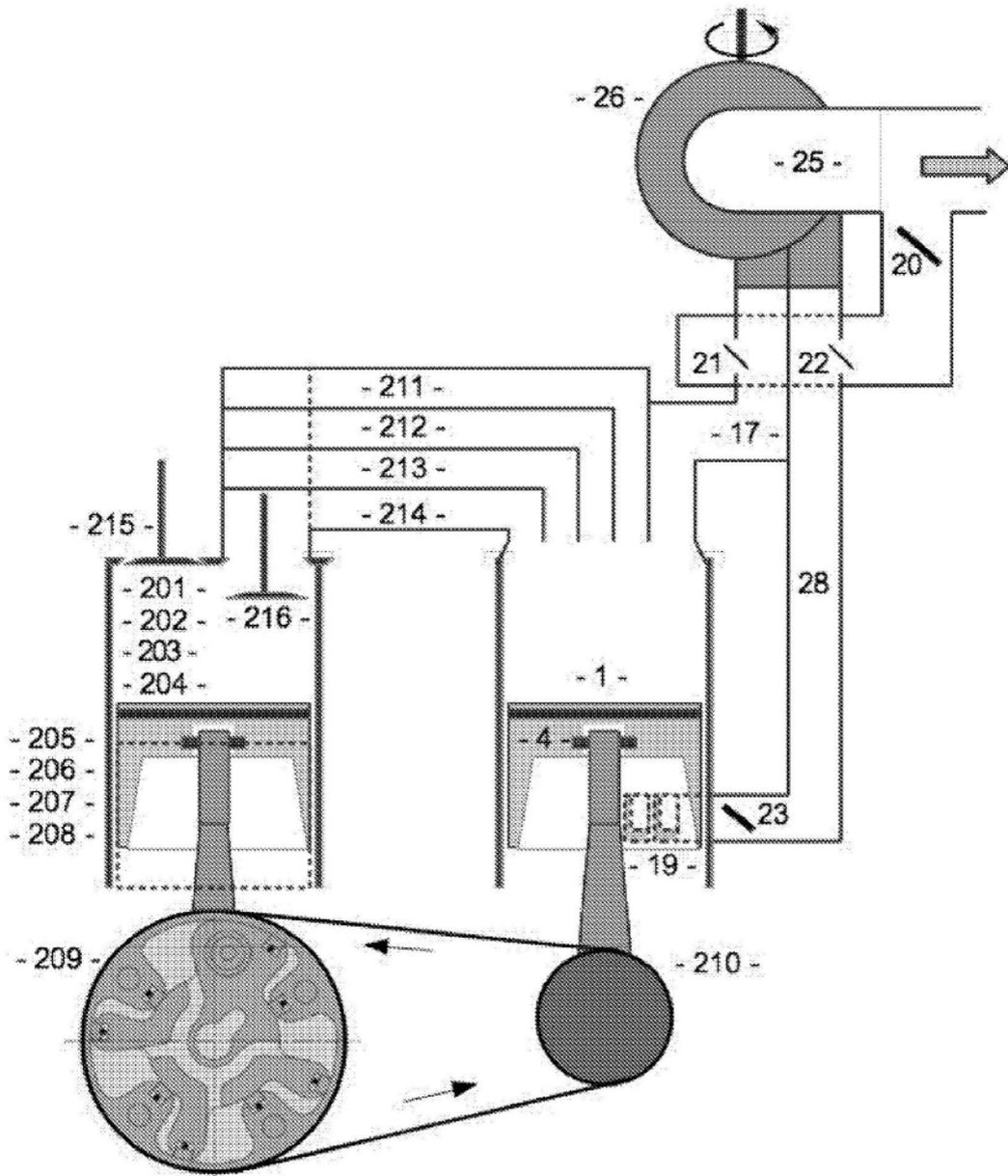


图19

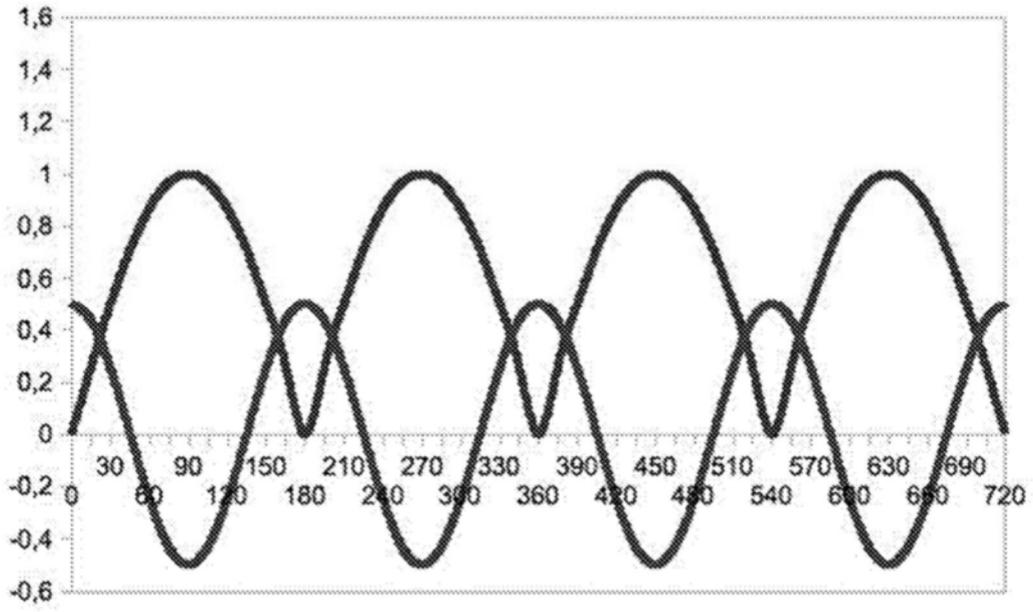


图20a

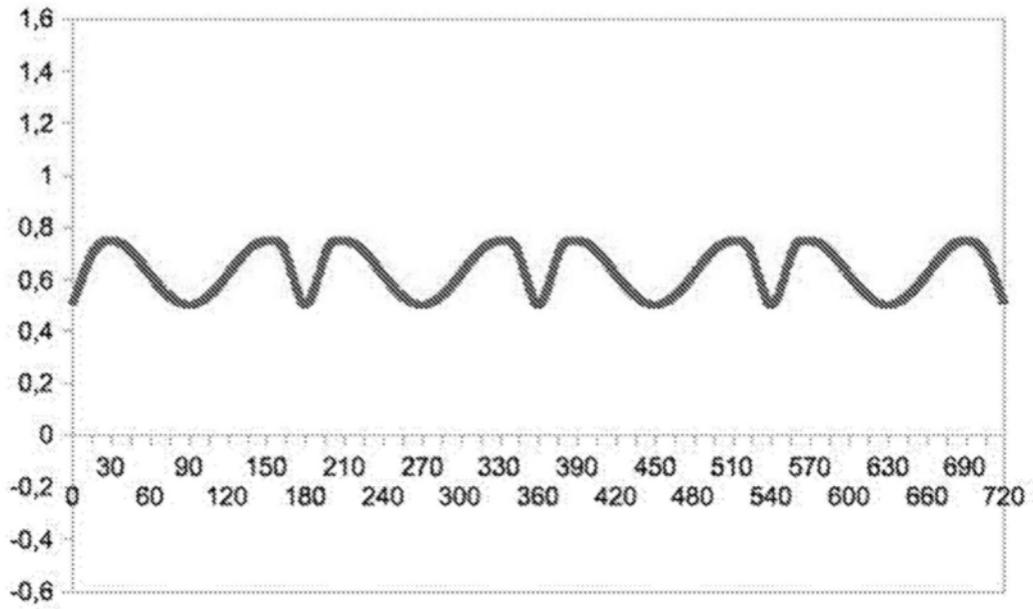


图20b

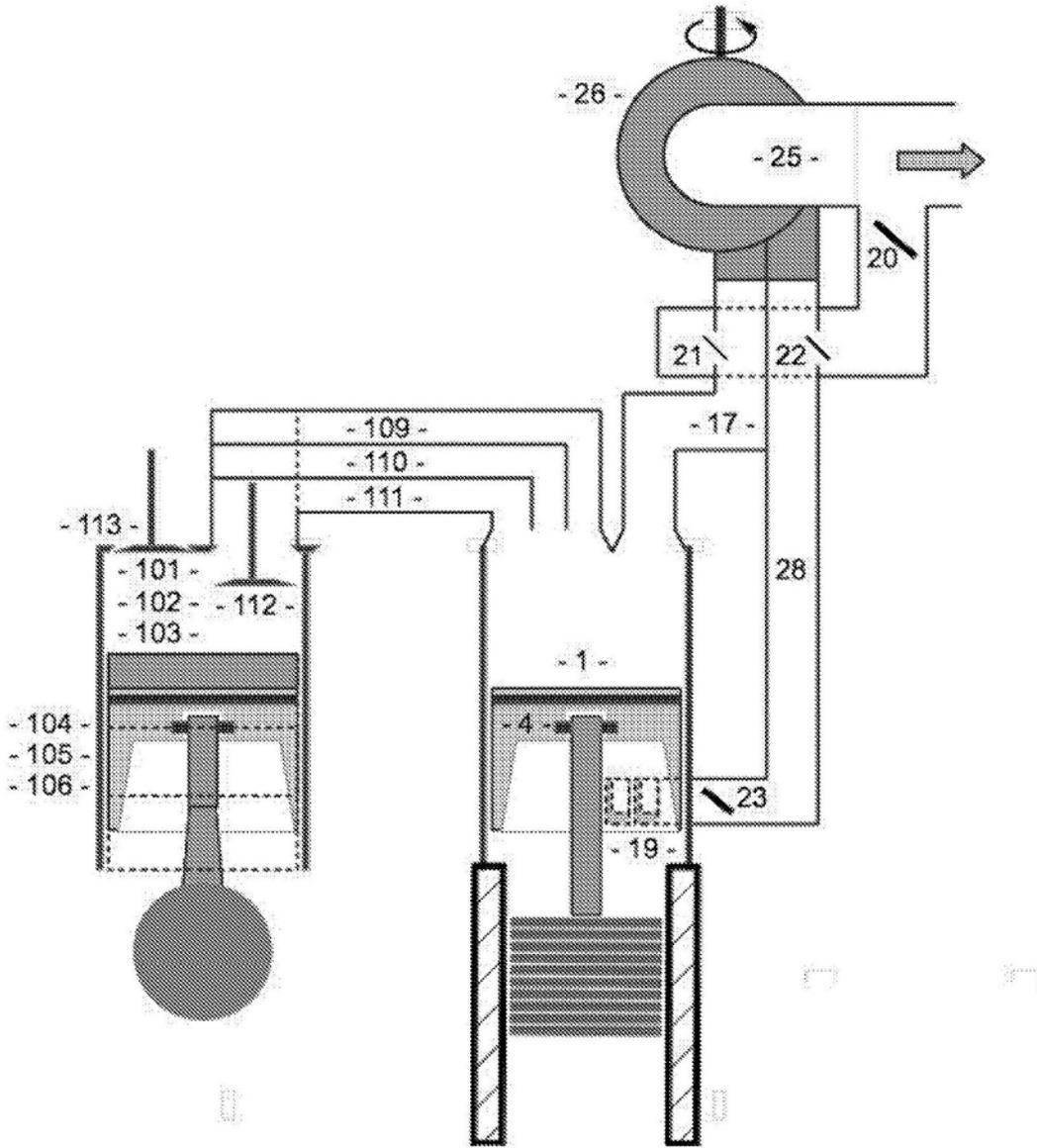


图21

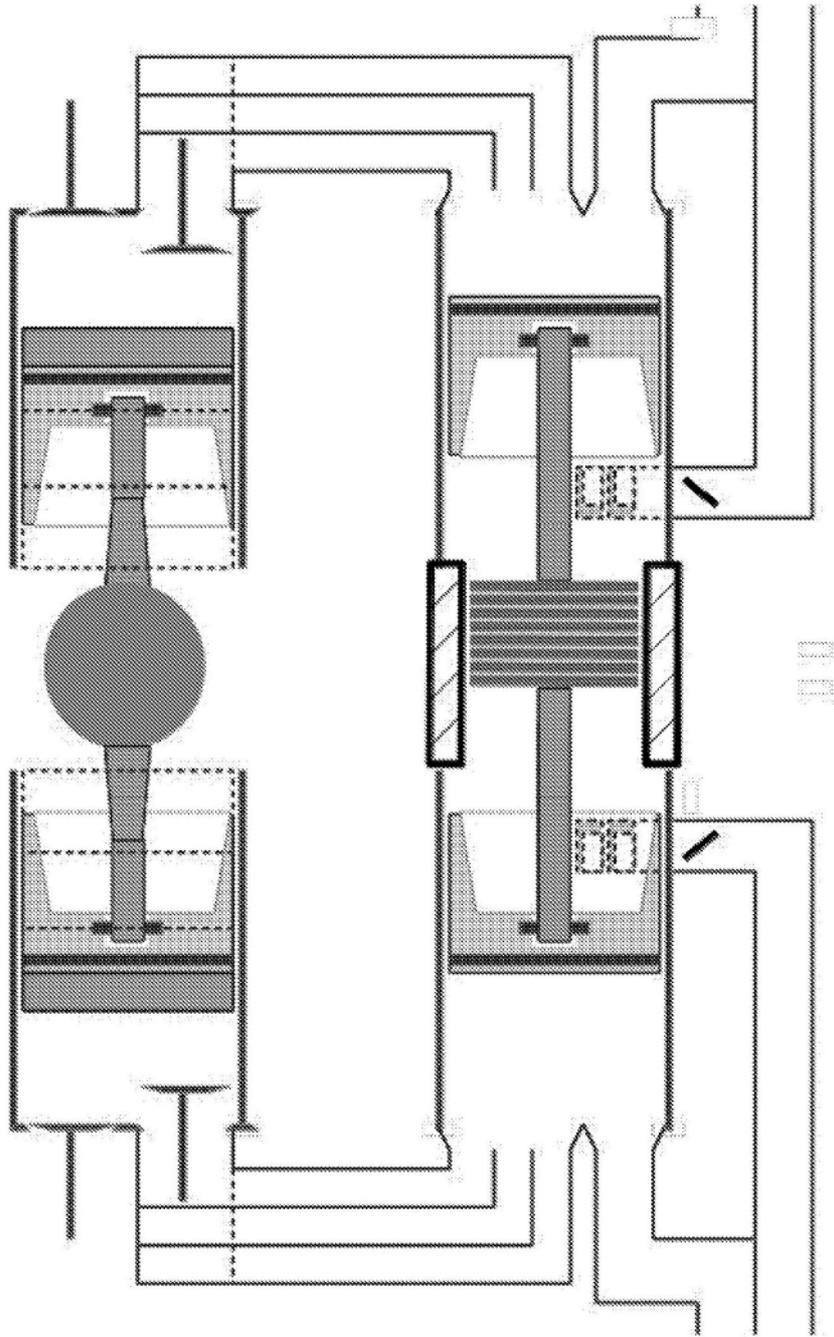


图22