



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103104372 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 15

(21) 申请号 201310030020. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 01. 28

F02G 1/044 (2006. 01)

(66) 本国优先权数据

F02G 1/053 (2006. 01)

201210020454. 6 2012. 01. 29 CN

F02G 1/045 (2006. 01)

201210021914. 7 2012. 01. 31 CN

201210037353. X 2012. 02. 17 CN

201210134753. 2 2012. 04. 28 CN

201210204806. 3 2012. 06. 16 CN

201210211996. 1 2012. 06. 22 CN

201210217812. 2 2012. 06. 27 CN

201210232716. 5 2012. 07. 05 CN

201210299879. 5 2012. 08. 21 CN

(71) 申请人 摩尔动力(北京)技术股份有限公司

权利要求书1页 说明书11页 附图9页

地址 100101 北京市朝阳区北苑路168号中
安盛业大厦24层

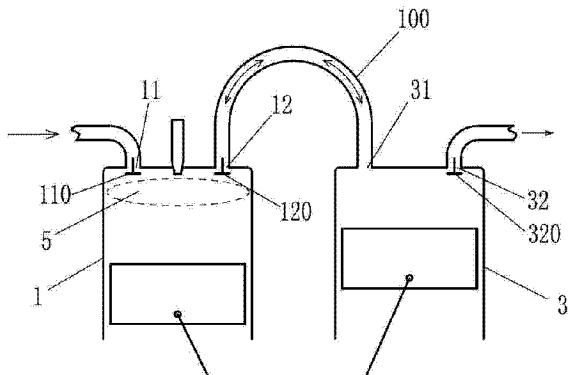
(72) 发明人 靳北彪

(54) 发明名称

三类门热气发动机

(57) 摘要

本发明公开了一种三类门热气发动机，包括气缸活塞机构，所述气缸活塞机构的气缸上设有进气口和往复流通道，所述进气口处设有对应的进气门，所述往复流通道处设有对应的往复流通控制门，所述三类门热气发动机还包括附属气缸活塞机构，在所述附属气缸活塞机构的气缸上设附属往复流通道和乏气排出口，在所述乏气排出口处设对应的乏气门；所述往复流通道与所述附属往复流通道连通；所述气缸活塞机构的气缸内设有燃烧室。本发明发动机实现了对燃烧爆炸一次做功后的工质中的热量的进一步利用，从而使得发动机的热效率得以提高，有利于节约能源，且结构简单、实用性强，具有广阔的应用前景。



1. 一种三类门热气发动机,包括气缸活塞机构(1),所述气缸活塞机构(1)的气缸上设有进气口(11)和往复流通口(12),所述进气口(11)处设有对应的进气门(110),所述往复流通口(12)处设有对应的往复流通控制门(120),其特征在于:所述三类门热气发动机还包括附属气缸活塞机构(3),在所述附属气缸活塞机构(3)的气缸上设附属往复流通口(31)和乏气排出口(32),在所述乏气排出口(32)处设对应的乏气门(320);所述往复流通口(12)经往复连通通道(100)与所述附属往复流通口(31)连通;所述气缸活塞机构(1)的气缸内设有燃烧室(5)。

2. 如权利要求1所述三类门热气发动机,其特征在于:在所述往复连通通道上和/或在所述附属气缸活塞机构(3)的气缸上设有冷却器(25)。

3. 如权利要求1所述三类门热气发动机,其特征在于:在所述往复连通通道(100)上设回热器(4)。

4. 如权利要求3所述三类门热气发动机,其特征在于:在所述回热器(4)与所述附属往复流通口(31)之间的所述往复连通通道(100)上和/或在所述气缸活塞机构(3)的气缸上设有冷却器(25)。

5. 如权利要求1至4中任一项所述三类门热气发动机,其特征在于:在所述附属往复流通口(31)处设对应的附属往复流通控制门(310)。

6. 如权利要求1至4中任一项所述三类门热气发动机,其特征在于:所述进气门(110)和所述往复流通控制门(120)受使所述气缸活塞机构(1)按照吸气冲程-压缩冲程-燃烧爆炸做功冲程-供气冲程-回充冲程-供气冲程的循环模式工作的控制机构控制。

7. 如权利要求1至4中任一项所述三类门热气发动机,其特征在于:所述进气门(110)、所述往复流通控制门(120)和所述乏气门(320)受使所述气缸活塞机构(1)按照吸气冲程-压缩冲程-燃烧爆炸做功冲程-供气冲程-回充冲程-供气冲程-回充冲程-供气冲程的循环模式工作的控制机构控制。

8. 如权利要求1至4中任一项所述三类门热气发动机,其特征在于:所述三类门热气发动机还包括涡轮动力机构(22)和叶轮压气机(21),所述乏气排出口(32)与所述涡轮动力机构(22)的气体入口连通,所述进气口(11)与所述叶轮压气机(21)的气体出口连通。

9. 如权利要求8所述三类门热气发动机,其特征在于:所述涡轮动力机构(22)对所述叶轮压气机(21)输出动力。

10. 如权利要求1至4中任一项所述三类门热气发动机,其特征在于:在所述附属气缸活塞机构(3)的气缸上设附属进气口(33)和排气口(34),所述排气口(34)与所述进气口(11)连通;在所述附属进气口(33)处设对应的附属进气门,在所述排气口(34)处设对应的排气门。

三类门热气发动机

技术领域

[0001] 本发明涉及热动力领域，尤其是一种热气发动机。

背景技术

[0002] 传统内燃机一般是将高温尾气直接排放掉，导致热量损耗严重。然而传统的热气机中气体工质需要热量来加热，常规的加热方式为外燃式，燃料的使用效率又较低，因此针对现有内燃机和热气机的燃料使用效率，需要提供一种能对发动机排气中余热进行进一步利用的发动机。

发明内容

[0003] 为了解决上述问题，本发明提出的技术方案如下：

[0004] 方案 1：一种三类门热气发动机，包括气缸活塞机构，所述气缸活塞机构的气缸上设有进气口和往复流通口，所述进气口处设有对应的进气门，所述往复流通口处设有对应的往复流通控制门，所述三类门热气发动机还包括附属气缸活塞机构，在所述附属气缸活塞机构的气缸上设附属往复流通口和乏气排出口，在所述乏气排出口处设对应的乏气门；所述往复流通口经往复连通通道与所述附属往复流通口连通；所述气缸活塞机构的气缸内设有燃烧室。

[0005] 方案 2：在方案 1 的基础上，在所述往复连通通道上和 / 或在所述附属气缸活塞机构的气缸上设有冷却器。

[0006] 方案 3：在方案 1 的基础上，在所述往复连通通道上设回热器。

[0007] 方案 4：在方案 3 的基础上，在所述回热器与所述附属往复流通口之间的所述往复连通通道上和 / 或在所述气缸活塞机构的气缸上设有冷却器。

[0008] 方案 5：在方案 1 至 4 任一方案的基础上，在所述附属往复流通口处设对应的附属往复流通控制门。

[0009] 方案 6：在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述进气门和所述往复流通控制门受使所述气缸活塞机构按照吸气冲程 - 压缩冲程 - 燃烧爆炸做功冲程 - 供气冲程 - 回充冲程 - 供气冲程的循环模式工作的控制机构控制。

[0010] 方案 7：在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述进气门、所述往复流通控制门和所述乏气门受使所述气缸活塞机构按照吸气冲程 - 压缩冲程 - 燃烧爆炸做功冲程 - 供气冲程 - 回充冲程 - 供气冲程 - 回充冲程 - 供气冲程的循环模式工作的控制机构控制。

[0011] 方案 8：在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述三类门热气发动机还包括涡轮动力机构和叶轮压气机，所述乏气排出口与所述涡轮动力机构的气体入口连通，所述进气口与所述叶轮压气机的气体出口连通。

[0012] 方案 9：在方案 8 的基础上，所述涡轮动力机构对所述叶轮压气机输出动力。

[0013] 方案 10：在方案 1 至 4 任一方案的基础上，在所述附属气缸活塞机构的气缸上设附属进气口和排风口，所述排风口与所述进气口连通；在所述附属进气口处设对应的附属

进气门，在所述排气口处设对应的排气门。

[0014] 方案 11 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述三类门热气发动机还包括涡轮动力机构和叶轮压气机，所述乏气排出口与所述涡轮动力机构的工质入口连通，所述涡轮动力机构的工质出口经附属冷却器与所述叶轮压气机的工质入口连通，所述叶轮压气机的工质出口与工质通道连通；所述涡轮动力机构的工质出口与所述叶轮压气机的工质入口之间的通道上设有工质导出口。

[0015] 方案 12 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述气缸活塞机构和 / 或所述附属气缸活塞机构设为活塞液体机构，所述活塞液体机构包括气液缸和气液隔离结构，所述气液隔离结构设在所述气液缸内。

[0016] 方案 13 :在方案 12 的基础上，所述气液缸内的气体工质对所述气液隔离结构的压力大于所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构做往复运动时的惯性力之和。

[0017] 方案 14 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述三类门热气发动机还包括四类门气缸活塞机构，所述四类门气缸活塞机构的供气口与所述进气口连通，所述四类门气缸活塞机构的回充口与所述乏气排出口连通。

[0018] 方案 15 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述燃烧室排出的物质的质量流量大于从工质通道外导入所述燃烧室的物质的质量流量。

[0019] 方案 16 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述三类门热气发动机还包括低温冷源，所述低温冷源用于提供低温物质，所述低温物质用于冷却所述附属气缸活塞机构中和 / 或从工质通道中即将进入所述附属气缸活塞机构的工质。

[0020] 方案 17 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述气缸活塞机构和 / 或所述附属气缸活塞机构设为对置活塞气缸机构。

[0021] 方案 18 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述气缸活塞机构与所述附属气缸活塞机构为共轴设置，且为 V 型布置。

[0022] 方案 19 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，所述气缸活塞机构与所述附属气缸活塞机构为 α 型或 β 型设置。

[0023] 方案 20 :在方案 1 至 4 任一方案的基础上，多个所述气缸活塞机构的所述往复流通口与一个所述附属气缸活塞机构的所述附属往复流通口连通。

[0024] 本发明的原理是：气体工质从所述进气口进入所述气缸活塞机构的气缸内，关闭所述进气门，气体工质在所述气缸活塞机构的气缸中被压缩后发生燃烧爆炸，推动所述气缸活塞机构的活塞做功，即依次经历类似内燃机的吸气冲程 - 压缩冲程 - 燃烧爆炸做功冲程，然后打开所述往复流通控制门，所述气缸活塞机构的气缸内的工质经所述往复连通通道导入所述附属气缸活塞机构的气缸并在其内被压缩，且在压缩前和 / 或压缩时释放一部分热量，然后再经所述往复连通通道导回所述气缸活塞机构的气缸内推动活塞做功，燃烧爆炸做功后的工质在所述气缸活塞机构和所述附属气缸活塞机构之间的所述往复连通通道内如此往复流通至少一次，最后从所述乏气排出口排出，其中，在所述附属往复流通口处设有附属往复流通控制门的结构中，所述乏气排出口排出乏气的过程中，可关闭所述附属往复流通控制门，使得所述往复流通口和所述附属往复流通口之间的所述连通通道内可以保持一定的压力；在所述附属往复流通口处不设附属往复流通控制门的结构中，所述乏气排出口排出乏气的过程中，所述往复流通口和所述附属往复流通口之间的所述连通通道内

的压力逐渐下降到环境压力。

[0025] 本发明所述三类门热气发动机工作循环类似于将内燃机循环和热气机循环结合在一起,大幅度提高了系统热效率。

[0026] 本发明中,所谓的工质通道是指所述三类门热气发动机正常工作时工质流能到达的空间。

[0027] 本发明中,所谓的乏气排出口是指所述气缸活塞机构和所述附属气缸活塞机构中的工质经过在此两缸多次循环流动后排出两缸的排气口;以区别于现有内燃机的排气口。

[0028] 本发明中,在所述燃烧室中发生燃烧化学反应的燃料可以是碳氢化合物、碳氢氧化合物或固体碳。固体碳具有燃烧后没有水生成和燃烧后产物中的二氧化碳浓度高、易液化等优点;固体碳可采用固体预先装配、粉末化后喷入或粉末化后再用液体或气体二氧化碳流化后喷入的方式输入所述燃烧室。

[0029] 本发明中,所述气液缸是指可以容纳气体工质和/或液体,并能承受一定压力的容器,所述气液缸被所述气液隔离结构分隔成气体端和液体端,所述气液缸的气体端设有气体工质流通口,所述气体工质流通口用于与所述工质通道中的其他装置或机构连通;所述气液缸的液体端设有液体流通口,所述液体流通口用于与液压动力机构和/或液体工质回送系统连通。

[0030] 本发明中,所述气液隔离结构是指可以在所述气液缸中做往复运动的结构体,如隔离板、隔离膜、活塞等,其作用是隔离所述气液缸中的气体工质和液体,优选地,所述气液隔离结构和所述气液缸密封滑动配合。在所述活塞液体机构工作过程中,根据所述气液隔离结构处于所述气液缸内的不同位置,所述气液缸内可能全部是气体工质,也可能全部是液体,或者气体工质和液体同时存在。

[0031] 本发明中,所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构与传统的活塞连杆机构不同,传统的活塞连杆机构中的活塞可受连杆的推力或拉力停下,从而实现对活塞行程的限制,而在所述气液缸中,当所述气液缸内的气体工质做正功时,所述气液隔离结构受压力向下止点方向移动,将液体以高压形式排出所述气液缸并推动液压动力机构(例如液体马达)对外做功,当液体即将排尽时,改变液体马达工作模式或启动液体工质回送系统,使所述气液缸内的液体不再减少,此时液体会对所述气液缸内的所述气液隔离结构施加制动力,使其停止,以防止其撞击气液缸的液体端底部的壁;当不断向所述气液缸内输入液体时,所述气液隔离结构会不断向上止点方向移动,当到达上止点附近时,停止向所述气液缸内输入液体或者使所述气液缸内的液体减少(流出),尽管如此,所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构仍然会由于惯性向上止点方向运动,此时,如果所述气液缸内的气体工质的压力不够高,则会导致所述气液隔离结构继续向上运动而撞击气液缸顶部的壁,为了避免这种撞击,需要使气液缸内气体工质的压力足够高,使其对所述气液隔离结构的压力大于所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构做往复运动时的惯性力之和。

[0032] 本发明中,在所述三类门热气发动机的工作过程中所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构做往复运动时的惯性力之和是变化的,因此在工程设计中应保证在任何工作时刻都满足“所述气液缸内的气体工质对所述气液隔离结构的压力大于所述气液缸内的液体和所述气液隔离结构做往复运动时的惯性力之和”的条件,例如通过调整所述工质通道中的工作压力、调整气液隔离结构的质量、调整液体密度或调整液体深度等方式来实现,其

中,所述液体深度是指液体在做往复运动方向上的液体的深度。

[0033] 所谓的“调整所述工质通道中的工作压力”是通过调整流入和 / 或流出所述工质通道的气体工质的体积流量来实现的,例如可以通过调整所述乏气排出口的开关间隔、每次开启的时间和 / 或所述乏气排出口的开口大小来实现。

[0034] 本发明中,通过调整所述工质通道的工作压力(例如可以通过调整所述乏气排出口的开关时间来实现)以及所述气缸活塞机构的排量,以控制所述气缸活塞机构的质量排量,使所述燃烧室排出的物质的质量流量 M_2 大于从所述工质通道外导入所述燃烧室的物质的质量流量 M_1 ,也就是说除了从所述工质通道外导入所述燃烧室的物质外,还有一部分物质是从所述工质通道中导入所述内燃燃烧室的,由于所述燃烧室是设置在所述工质通道内的,所以也就是说从所述燃烧室排出的物质至少有一部分流回所述燃烧室,即实现了工质在所述气缸活塞机构和所述附属气缸活塞机构之间的往复流动。从所述工质通道外向所述燃烧室导入的物质可以是氧化剂、燃料或压缩气体等。

[0035] 本发明中,所述低温冷源是指能提供温度在 0℃以下的低温物质的装置、机构或储罐,例如采用商业购买方式获得的储存有低温物质的储罐,所述低温物质可以是液氮、液氧、液氦或液化空气等。当本发明中氧化剂为液氧时,液氧可直接作为所述低温物质。所谓的液氧包括商业液氧或现场制备的液氧。

[0036] 本发明中,所述低温冷源以直接与所述工质通道连通使所述低温物质与所述工质通道内的工质混合的方式,或者以经换热装置使所述低温物质与所述工质通道内的工质换热的方式,对所述附属气缸活塞构中或即将进入所述附属气缸活塞机构的工质进行冷却处理。热气机是一种工作循环接近卡诺循环的动力机构,其热效率的计算可以参考卡诺循环热效率计算公式 : $\eta = \frac{W}{Q} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, 从中可知,当冷源温度 T_2 下降时,热效率 η 升高,而且向冷源排放的热量减少,如果冷源温度 T_2 下降幅度很大,即冷源温度很低,则热效率 η 很高,向冷源排放的热量很小。由此推断,可用温度相当低的低温物质使冷源温度 T_2 大幅下降,从而大幅减少向冷源排放的热量,有效提高发动机效率。

[0037] 温度越低的低温物质(例如液氧、液氮或液氦等),在制造过程中需要消耗越多的能量,但是就单位质量而言,对发动机热效率 η 提升的贡献越大,就好比将能量存储在温度很低的物质中,相当于一种新型电池的概念,所述低温物质可以使用垃圾电等成本很低的能源来制造,从而有效降低发动机的使用成本。

[0038] 本发明中,所述低温冷源中的所述低温物质发挥冷却作用后,既可导入所述工质通道中,作为所述三类门热气发动机的循环工质,也可不导入所述工质通道中。

[0039] 本发明中,所述四类门气缸活塞机构是指气缸上设有进气口、排气口、供气口和回充口,在所述进气口、所述排气口、所述供气口和所述回充口处依次对应设置进气门、排气门、供气门和回充门的气缸活塞机构。

[0040] 本发明中,所谓的两个气缸活塞机构 α 型设置是指 α 型斯特林发动机中两个气缸活塞机构的设置方式,所谓的两个气缸活塞机构 β 型设置是指 β 型斯特林发动机中两个气缸活塞机构的设置方式。

[0041] 本发明中,所谓的在所述往复连通通道上设回热器包括所述回热器设置在所述往复连通通道内的结构。

[0042] 本发明中,燃料在所述燃烧室中燃烧可能是压燃方式也可能是点火燃烧方式,如

果是采用点火燃烧的方式,还需要在所述气缸活塞机构上设点火装置,例如火花塞。

[0043] 本发明中,所述工质通道内的工质需要经过压缩、加热升温升压、做功以及被冷却的过程,这就要求所述工质通道能承受一定压力,选择性地,所述工质通道的承压能力可设为大于 2MPa、2. 5MPa、3MPa、3. 5MPa、4MPa、4. 5MPa、5MPa、5. 5MPa、6MPa、6. 5MPa、7MPa、7. 5MPa、8MPa、8. 5MPa、9MPa、9. 5MPa、10MPa、10. 5MPa、11MPa、11. 5MPa、12MPa、12. 5MPa、13MPa、13. 5MPa、14MPa、14. 5MPa、15MPa、15. 5MPa、16MPa、16. 5MPa、17MPa、17. 5MPa、18MPa、18. 5MPa、19MPa、19. 5MPa、20MPa、20. 5MPa、21MPa、22MPa、23MPa、24MPa、25MPa、26MPa、27MPa、28MPa、29MPa、30MPa、31MPa、32MPa、33MPa、34MPa、35MPa、36MPa、37MPa、38MPa、39MPa 或大于 40MPa。

[0044] 本发明中,所述工质通道中的工质压力与其承压能力相匹配,即所述工质通道的工质的最高压力达到其承压能力。

[0045] 本发明中,所谓的共轴是指所述气缸活塞机构和所述附属气缸活塞机构均与同一曲轴的同一连杆轴颈连接,两缸的轴线设为 V 型;或是指两缸与同一曲轴不同相位的两个连杆轴颈相连接,两缸的轴线夹角小于 90 度。

[0046] 本发明人提出如下所述 P-T 图和热力学第二定律的新的阐述方式:

[0047] 压力和温度是工质的最基本、最重要的状态参数。然而,在至今为止的热力学研究中,没有将以压力 P 和温度 T 为坐标的 P-T 图用于对热力学过程及热力循环的研究中。在热力学诞生以来的两百多年里,本发明人第一次提出用 P-T 图研究热力学过程和热力循环的思想。在利用 P-T 图研究热力学过程和热力循环中,本发明人发现 P-T 图比常用的 P-V 图和 T-S 图都具有明显的优势,它能更本质地描述热力学过程和热力循环中工质状态的变化,使本发明人对热力学过程和热力循环有更深刻的理解。利用 P-T 图,本发明人总结了十条热力学第二定律的新的阐述方式,这些新的阐述方式与以往的开尔文和克劳修斯的热力学阐述方式虽然等价,但是更明确的揭示了对工质的加热过程和压缩过程的区别,也为高效热机的开发指明了方向。这一新方法和新定律,将大大促进热力学的发展和热机工业的进步。具体如下:

[0048] P-V 图和 T-S 图在热力学研究中早已被广泛应用,然而鉴于 P、T 是工质最重要的状态参数,所以本发明人以压力 P 和温度 T 为坐标绘制了 P-T 图,并将 Carnot Cycle 和 Otto Cycle 标识在图 14 所示的 P-T 图中。很明显地,P-T 图使热力学过程和热力循环中工质状态的变化更加显而易见,也使热力学过程和热力循环的本质更易理解。例如:图 14 所示的 Carnot Cycle 的 P-T 图,可以使本发明人容易地得出这样的结论:Carnot Cycle 的可逆绝热压缩过程的使命是以可逆绝热压缩的方式将工质的温度升高至其高温热源的温度,以实现与高温热源的温度保持一致的前提下自高温热源恒温吸热膨胀过程。此外,本发明人还可以明显地看出:当 Carnot Cycle 的高温热源的温度升高时,本发明人必须在 Carnot Cycle 的可逆绝热压缩过程中将工质更加深度地压缩,使其达到更高的温度,以达到升温后的高温热源的温度,以实现与升温后的高温热源的温度保持一致的前提下自升温后的高温热源恒温吸热膨胀过程,从而实现效率的提高。

[0049] 根据绝热过程方程 $P = CT^{\frac{k}{k-1}}$ (其中,C 是常数,k 是工质的绝热指数),本发明人将不同 C 值的绝热过程方程的曲线绘制在图 15 中。根据数学分析,并如图 15 所示,任何两条绝热过程曲线都不相交。这意味着:在同一条绝热过程曲线上的过程是绝热过程,而与任何

绝热过程曲线相交的过程是非绝热过程,换句话说,任何连接两条不同绝热过程曲线的过程是非绝热过程(所谓的非绝热过程是指具有热量传递的过程,即放热的过程和吸热的过程)。在图 16 中,本发明人标注了两个状态点,即点 A 和点 B。如果一个热力过程或一系列相互连接的热力过程从点 A 出发到达点 B,则本发明人称之为连接点 A 和点 B 的过程,反之本发明人称之为连接点 B 和点 A 的过程。根据图 16 所示,本发明人可以得出这样的结论:如点 B 在点 A 所在的绝热过程曲线上,则连接点 A 和点 B 的过程是绝热过程;如点 B 在点 A 所在的绝热过程曲线的右侧,则连接点 A 和点 B 的过程是吸热过程;如点 B 在点 A 所在的绝热过程曲线的左侧,则连接点 A 和点 B 的过程是放热过程。由于连接点 A 和点 B 的过程可能是放热过程、绝热过程或吸热过程,所以本发明人以点 B 为参照,将点 A 分别定义为具有过剩温度、理想温度和不足温度。同理,连接点 B 和点 A 的过程可能是放热过程、绝热过程或吸热过程,所以本发明人以点 A 为参照,将点 B 分别定义为具有过剩温度、理想温度和不足温度。

[0050] 通过这些分析和定义,本发明人得出如下十条关于热力学第二定律的新的阐述方式:

- [0051] 1、没有吸热过程的参与,不可能将放热过程恢复至其始点。
- [0052] 2、没有放热过程的参与,不可能将吸热过程恢复至其始点。
- [0053] 3、没有非绝热过程的参与,不可能将非绝热过程恢复至其始点。
- [0054] 4、仅用绝热过程,不可能将非绝热过程恢复至其始点。
- [0055] 5、用放热过程以外的热力过程使吸热过程的压力恢复到其始点的压力时,其温度一定高于其始点的温度。
- [0056] 6、用吸热过程以外的热力过程使放热过程的压力恢复到其始点的压力时,其温度一定低于其始点的温度。
- [0057] 7、吸热过程不可能不产生过剩温度。
- [0058] 8、放热过程不可能不产生不足温度。
- [0059] 9、任何在压缩过程中不放热的热机的效率不可能达到卡诺循环的效率。
- [0060] 10、对工质的加热过程和对工质的压缩过程的区别在于:加热过程一定产生过剩温度,而压缩过程则不然。

[0061] 关于热力学第二定律的十条新的阐述方式,是等价的,也是可以经数学证明的,这十条阐述方式中的任何一条均可单独使用。本发明人建议:在热力学研究过程中,应广泛应用 P-T 图及上述关于热力学第二定律的新的阐述方式。P-T 图以及关于热力学第二定律的新的阐述方式对热力学的进步和高效热机的开发具有重大意义。

[0062] 热力学第二定律的新的阐述方式的英文表达:

- [0063] 1. It is impossible to return a heat rejection process to its initial state without a heat injection process involved.
- [0064] 2. It is impossible to return a heat injection process to its initial state without a heat rejection process involved.
- [0065] 3. It is impossible to return a non-adiabatic process to its initial state without a non-adiabatic process involved.
- [0066] 4. It is impossible to return a non-adiabatic process to its initial

state only by adiabatic process.

[0067] 5. If the final pressure of heat injection process is returned to its initial pressure by process other than heat rejection process, the temperature of that state is higher than that of the initial state.

[0068] 6. If the final pressure of heat rejection process is returned to its initial pressure by process other than heat injection process, the temperature of that state is lower than that of the initial state.

[0069] 7. It is impossible to make heat injection process not generate excess-temperature.

[0070] 8. It is impossible to make heat rejection process not generate insufficient-temperature.

[0071] 9. It is impossible for any device that operates on a cycle to reach the efficiency indicated by Carnot cycle without heat rejection in compression process.

[0072] 10. The difference between heat injection process and compression process which are applied to working fluid of thermodynamic process or cycle is that heat injection process must generate excess-temperature, but compression process must not.

[0073] 本发明中,应根据发动机、热气机及热动力领域的公知技术,在必要的地方设置必要的部件、单元或系统。

[0074] 本发明的有益效果如下:本发明所述三类门热气发动机利用一次燃烧爆炸做功后的工质作为热气机的高温气体工质,在所述气缸活塞机构与所述附属气缸活塞机构的配合下进行热气机循环,实现了对一次做功后的工质中热量的进一步利用,从而使得发动机的热效率得以提高,有利于节约能源,且结构简单、实用性强,具有广阔的应用前景。

附图说明

[0075] 图 1 所示的是本发明实施例 1 的结构示意图;

[0076] 图 2 所示的是本发明实施例 2 的结构示意图;

[0077] 图 3 所示的是本发明实施例 3 的结构示意图;

[0078] 图 4 所示的是本发明实施例 4 的结构示意图;

[0079] 图 5 所示的是本发明实施例 5 的结构示意图;

[0080] 图 6 所示的是本发明实施例 6 的结构示意图;

[0081] 图 7 所示的是本发明实施例 7 的结构示意图;

[0082] 图 8 所示的是本发明实施例 8 的结构示意图;

[0083] 图 9 所示的是本发明实施例 9 的结构示意图;

[0084] 图 10 所示的是本发明实施例 10 的结构示意图;

[0085] 图 11 所示的是本发明实施例 11 的结构示意图;

[0086] 图 12 所示的是本发明实施例 12 的结构示意图;

[0087] 图 13 所示的是本发明所述对置气缸活塞机构的结构示意图;

[0088] 图 14 所示的是卡诺循环和奥拓循环的 P-T 图, 其中, C_0 , C_1 和 C_2 是不同数值的常数, k 是绝热指数, 循环 0-1-2-3-0 是卡诺循环, 循环 0-1-4-5-0 是高温热源温度升高后的卡诺循环, 循环 0-6-7-8-0 是奥拓循环;

[0089] 图 15 所示的是多条不同绝热过程曲线的 P-T 图, 其中, C_1 , C_2 , C_3 , C_4 和 C_5 是不同数值的常数, k 是绝热指数, A 和 B 是状态点;

[0090] 图 16 所示的是绝热过程曲线的 P-T 图, 其中, C 是常数, k 是绝热指数, A 和 B 是状态点;

[0091] 图中:

[0092] 1 气缸活塞机构、11 进气口、110 进气门、12 往复流通口、120 往复流通控制门、21 叶轮压气机、22 涡轮动力机构、25 冷却器、26 附属冷却器、3 附属气缸活塞机构、31 附属往复流通口、33 附属进气口、34 排气口、310 附属往复流通控制门、32 乏气排出口、320 乏气门、4 回热器、5 燃烧室、23 工质导出口、8 低温冷源、96 液压动力机构、97 液体回送系统、99 过程控制机构、100 往复连通通道、111 气液缸、112 气液隔离机构、113 液体流通口、200 四类门气缸活塞机构、201 压气进气口、202 附属排气口、203 供气口、204 回充口。

具体实施方式

[0093] 实施例 1

[0094] 如图 1 所示的三类门热气发动机, 包括气缸活塞机构 1 和附属气缸活塞机构 3, 所述气缸活塞机构 1 的气缸上设有进气口 11 和往复流通口 12, 所述进气口 11 处设有对应的进气门 110, 所述往复流通口 12 处设有对应的往复流通控制门 120, 且所述气缸活塞机构 1 的气缸内设有燃烧室 5; 所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上设有附属往复流通口 31 和乏气排出口 32, 所述乏气排出口 32 处设有对应的乏气门 320; 所述往复流通口 12 经往复连通通道 100 与所述附属往复流通口 31 连通。

[0095] 所述气缸活塞机构 1 的气缸上的所述进气门 110、所述往复流通控制门 120 和所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的所述乏气门 320, 均受本发明发动机的控制机构控制, 使得所述气缸活塞机构 1 按照吸气冲程 - 压缩冲程 - 燃烧爆炸做功冲程 - 供气冲程 - 回充冲程 - 供气冲程的六冲程循环模式工作。根据上述工作循环的要求, 选择适合的控制机构对本发明中所述气缸活塞机构 1 和所述附属气缸活塞机构 3 中的活塞运动进行控制, 使所述附属气缸活塞机构 3 按照与所述气缸活塞机构 1 相对应的循环模式工作。所述气缸活塞机构 1 的六冲程循环模式中的供气冲程 - 回充冲程对应于所述附属气缸活塞机构 3 的工作循环中的回充冲程 - 供气冲程, 此两个所述工作冲程构成热气机循环模式, 使工质在所述气缸活塞机构 1 和所述附属气缸活塞机构 3 之间的所述往复连通通道 100 内往复流通至少一次, 最后从所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的乏气排出口排出。

[0096] 可根据需要在所述气缸活塞机构 1 和所述附属气缸活塞机构 3 的工作循环中嵌入多个热气机循环。

[0097] 所述燃烧室 5 中发生燃烧化学反应的燃料可以是碳氢化合物、碳氢氧化合物或固体碳, 其中, 固体碳可选择性地采用固体预先装配、粉末化后喷入或粉末化后再用液体或气体二氧化碳流化后喷入的方式输入所述燃烧室 5。

[0098] 实施例 2

[0099] 如图 2 所示的三类门热气发动机,其与实施例 1 的区别在于:所述附属气缸活塞机构 3 上设有冷却器 25。

[0100] 所述气缸活塞机构 1 的气缸上的所述进气门 110、所述往复流通控制门 120 和所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的所述乏气门 320,均受本发明发动机的控制机构控制,使得所述气缸活塞机构 1 按照吸气冲程-压缩冲程-燃烧爆炸做功冲程-供气冲程-回充冲程-供气冲程-回充冲程-供气冲程的八冲程循环模式工作。根据上述工作循环的要求,选择适合的控制机构对本发明中所述气缸活塞机构 1 和所述附属气缸活塞机构 3 中的活塞运动进行控制,使所述附属气缸活塞机构 3 按照与所述气缸活塞机构 1 相对应的循环模式工作。

[0101] 选择性地,所述冷却器 25 还可以设在所述往复连通通道 100 上。

[0102] 实施例 3

[0103] 如图 3 所示的三类门热气发动机,其与实施例 2 的区别在于:所述附属往复流通口 31 处设有对应的附属往复流通控制门 310,所述往复流通口 12 与所述附属往复流通口 31 之间的所述往复连通通道 100 上设有回热器 4。所述冷却器 25 改为设在所述回热器 4 与所述附属往复流通口 31 之间的所述往复连通通道 100 上。

[0104] 实施例 4

[0105] 如图 4 所示的三类门热气发动机,其与实施例 2 的区别在于:所述往复流通口 12 与所述附属往复流通口 31 之间的连通通道上设有回热器 4,在所述附属气缸活塞机构 3 上和在所述回热器 4 与所述附属往复流通口 31 之间的通道上均设有冷却器 25。

[0106] 实施例 5

[0107] 如图 5 所示的三类门热气发动机,其与实施例 2 的区别在于:该发动机还包括有叶轮压气机 21 和涡轮动力机构 22,所述乏气排出口 32 与所述涡轮动力机构 22 的工质入口连通,所述进气口 11 与所述叶轮压气机 21 的工质出口连通。所述往复流通口 12 与所述附属往复流通口 31 之间的连通通道上设有回热器 4。

[0108] 优选地,所述涡轮动力机构 22 对所述叶轮压气机 21 输出动力。

[0109] 实施例 6

[0110] 如图 6 所示的三类门热气发动机,其与实施例 4 的区别在于:减少了设在所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的冷却器 25;所述气缸活塞机构 1 和所述附属气缸活塞机构 3 为共轴设置,且为 V 型布置,所述气缸活塞机构 1 的活塞与所述附属气缸活塞机构 3 的活塞经连杆与曲轴的同一连杆轴颈转动连接,且相位差为 90 度;所述气缸活塞机构 1 与所述附属气缸活塞机构 3 为 α 型设置。

[0111] 选择性地,在实际使用中所述气缸活塞机构 1 与所述附属气缸活塞机构 3 可以为 β 型设置。

[0112] 实施例 7

[0113] 如图 7 所示的三类门热气发动机,其与实施例 2 的区别在于:所述附属往复流通口 31 处设有对应的附属往复流通控制门 310;此外,所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上设有附属进气口 33 和排气口 34,所述排气口 34 与所述进气口 11 连通;所述附属进气口 33 处设有对应的附属进气门,所述排气口 34 处设有对应的排气门。所述往复流通口 12 与所述附属往复流通口 31 之间的所述往复连通通道 100 上设有回热器 4。

[0114] 所述附属气缸活塞机构 3 可通过所述附属进气口 33 吸气, 压缩后经所述排气口 34 和所述进气口 11 送至所述气缸活塞机构 1 的燃烧室 5 内燃烧爆炸做功, 所述附属气缸活塞机构 3 可增强所述气缸活塞机构 1 的吸气冲程的吸气能力。

[0115] 实施例 8

[0116] 如图 8 所示的三类门热气发动机, 其与实施例 3 的区别在于: 所述气缸活塞机构 1 设有两个, 两个所述气缸活塞机构 1 内均设有燃烧室 5, 两个所述气缸活塞机构 1 的气缸上的所述往复流通口 12 各自经所述回热器 4 与所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的所述附属往复流通口 31 连通; 所述往复流通口 12 处设有对应的往复流通控制门 120, 所述附属往复流通口 31 处设有对应的附属往复流通控制门 310; 所述冷却器 25 设置在所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上。

[0117] 可选择地, 可以根据需要类似的增加所述气缸活塞机构 1 的数量, 例如三个所述气缸活塞机构 1 的气缸上的所述往复流通口 12 分别经所述回热器 4 与一个所述附属气缸活塞机构 3 的气缸上的所述附属往复流通口 31 连通。

[0118] 实施例 9

[0119] 如图 9 所示的三类门热气发动机, 其与实施例 2 的区别在于: 所述三类门热气发动机还包括涡轮动力机构 22 和叶轮压气机 21, 所述乏气排出口 32 与所述涡轮动力机构 22 的工质入口连通, 所述涡轮动力机构 22 的工质出口经冷却器 3 与所述叶轮压气机 21 的工质入口连通, 所述叶轮压气机 21 的工质出口经控制阀与所述工质通道连通, 具体是与所述往复流通口 12 和所述附属往复流通口 31 之间的连通通道连通; 所述涡轮动力机构 22 的工质出口和所述叶轮压气机 21 的工质入口之间的通道上设有附属冷却器 26, 所述附属冷却器 26 与所述叶轮压气机 21 的工质入口之间的通道上设有工质导出口 23。

[0120] 选择性地, 所述工质导出口 23 也可设在所述涡轮动力机构 22 的工质出口与所述附属冷却器 26 之间的通道上。所述叶轮压气机 21 的工质出口与设在所述工质通道上的连通口连通, 该连通口不与所述乏气排出口 32 重合, 可设在所述工质通道上的不同位置, 如所述气缸活塞机构 1 的气缸上、所述气缸活塞机构 3 的气缸上、所述往复连通通道 100 上等。

[0121] 实施例 10

[0122] 如图 10 所示的三类门热气发动机, 其与实施例 3 的区别在于: 所述气缸活塞机构 1 设为活塞液体机构, 所述活塞液体机构包括气液缸 111 和气液隔离机构 112, 所述气液隔离结构 112 设在所述气液缸 111 内, 所述气液缸 111 的液体端的液体流通口 113 与液压动力机构 96 的工质入口连通, 所述液压动力机构 96 的工质出口与液体回送系统 97 的工质入口连通, 所述液体回送系统 97 的工质出口与所述气液缸 111 的液体端的另一所述液体流通口 113 连通; 所述液压动力机构 96 和所述液体回送系统 97 受过程控制机构 99 控制。

[0123] 所述气液缸 111 内的气体工质对所述气液隔离结构 112 的压力大于所述气液缸 111 内的液体和所述气液隔离结构 112 做往复运动时的惯性力之和。

[0124] 选择性地, 所述气液隔离结构 112 可以设为板状结构、膜结构或活塞状结构等。优选地, 所述气液隔离结构 112 和所述气液缸 111 密封滑动配合。两个所述液体流通口 113 可一体化设置。

[0125] 本实施例中, 所述活塞液体机构可以有效地控制所述气液隔离结构 112 和液体

(相当于传统气缸活塞机构中的活塞)的运动,便于实现本发明所要求的工作循环。

[0126] 实施例 11

[0127] 如图 11 所示的三类门热气发动机,其与实施例 6 的区别在于:所述三类门热气发动机还包括低温冷源 8,所述低温冷源 8 是存储有液氮的储罐,储罐中的液氮用于冷却所述附属气缸活塞机构 3 中的工质。

[0128] 本实施例中,所述低温冷源 8 直接与所述附属气缸活塞机构 3 的气缸连通,在所述低温冷源 8 与所述附属气缸活塞机构 3 的气缸之间的连通道上设有控制阀。

[0129] 可选择地,所述低温冷源 8 还可以经换热装置使所述低温物质与所述工质通道内的工质换热;所述低温冷源 8 中的所述低温物质发挥冷却作用后,既可导入所述工质通道中,作为三类门热气发动机的循环工质,也可不导入所述工质通道中。

[0130] 实施例 12

[0131] 如图 12 所示的三类门热气发动机,其与实施例 4 的区别在于:所述三类门热气发动机还包括四类门气缸活塞机构 200,所述四类门气缸活塞机构 200 的气缸上的进气口设为压气进气口 201,所述四类门气缸活塞机构 200 的气缸上的排气口设为附属排气口 202,所述四类门气缸活塞机构 200 的供气口 203 与所述进气口 11 连通,所述四类门气缸活塞机构 200 的回充口 204 与所述乏气排出口 32 连通。在所述压气进气口 201、所述附属排气口 202、所述供气口 203 和所述回充口 204 处依次对应设置进气门、排气门、供气门和回充门。

[0132] 本实施例中,进入所述气缸活塞机构 1 的气缸内的工质先在所述四类门气缸活塞机构 200 内被压缩;从所述乏气排出口 32 排出的乏气再进入所述四类门气缸活塞机构 200 内做功,然后再经所述附属排气口 202 排出。

[0133] 上述实施例中的所述气缸活塞机构 1 或 / 和所述附属气缸活塞机构 3 均可采用如图 13 所示的对置活塞气缸机构来代替。

[0134] 可选择地,以上实施例中的所述附属气缸活塞机构 3 也可以设为所述活塞液体机构。

[0135] 以上实施例中,所述燃烧室 5 排出的物质的质量流量大于从所述工质通道外导入所述燃烧室 5 的物质的质量流量。

[0136] 显然,本发明不限于以上实施例,根据本领域的公知技术和本发明所公开的技术方案,可以推导出或联想到许多变型方案,所有这些变型方案,也应认为是本发明的保护范围。

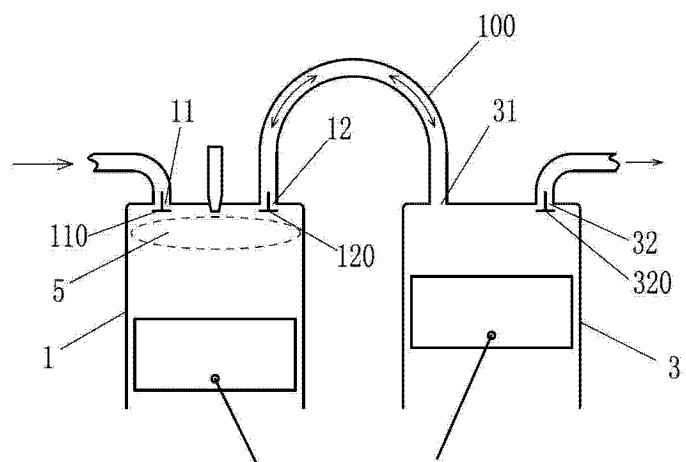


图 1

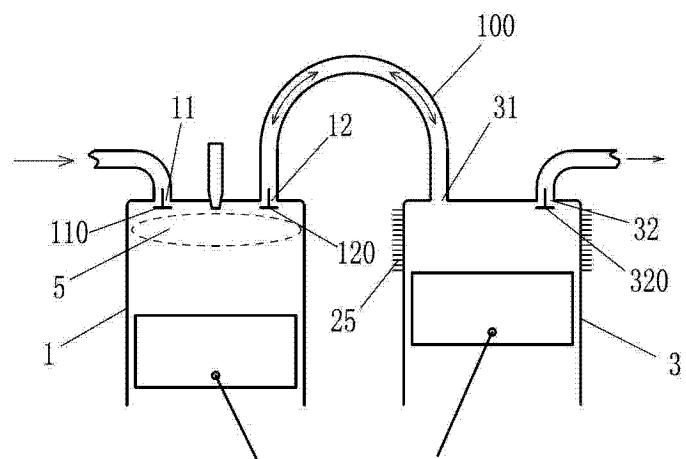


图 2

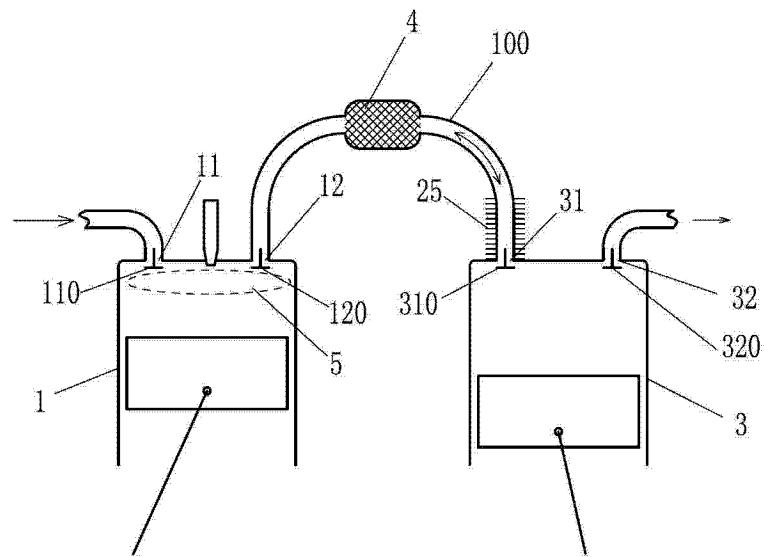


图 3

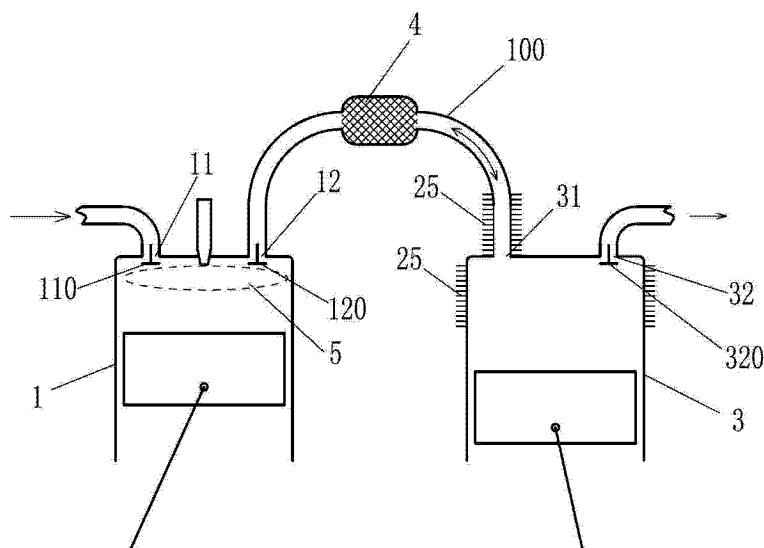


图 4

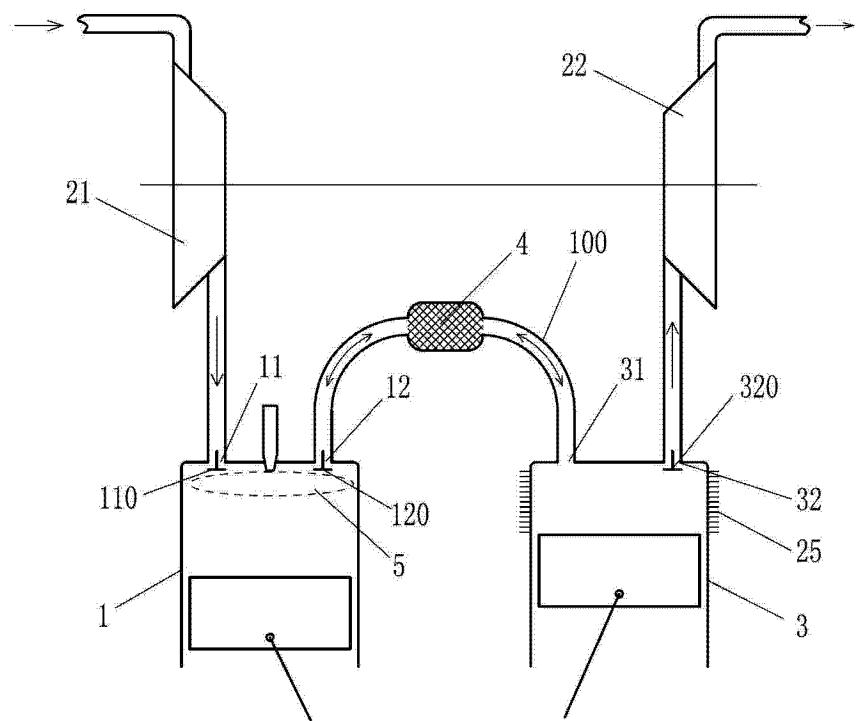


图 5

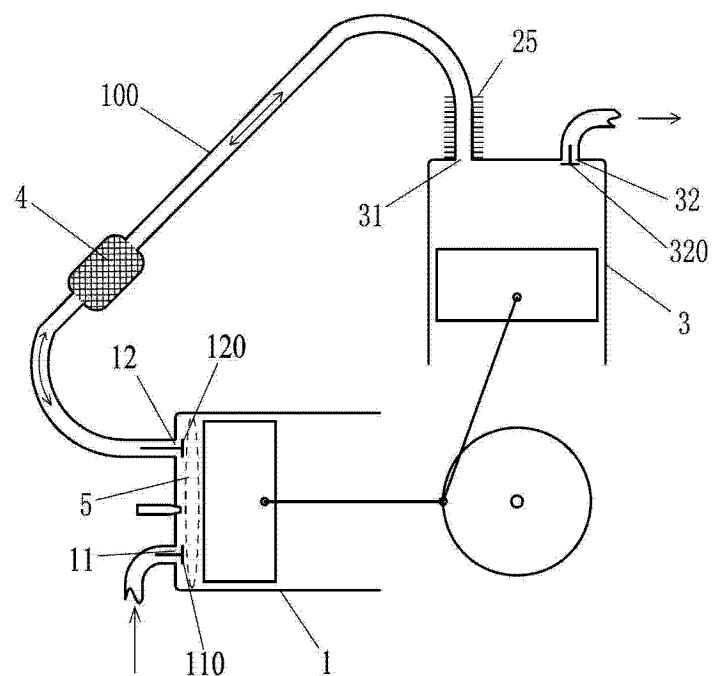


图 6

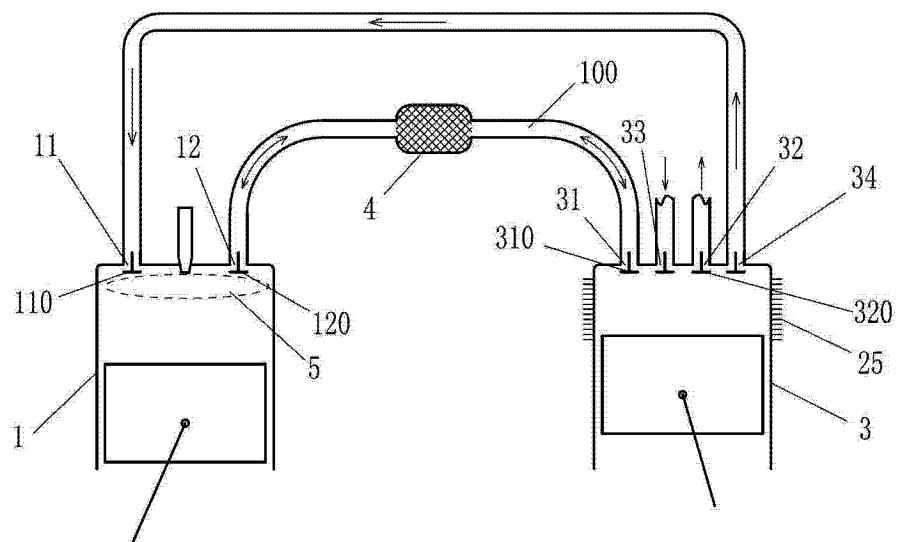


图 7

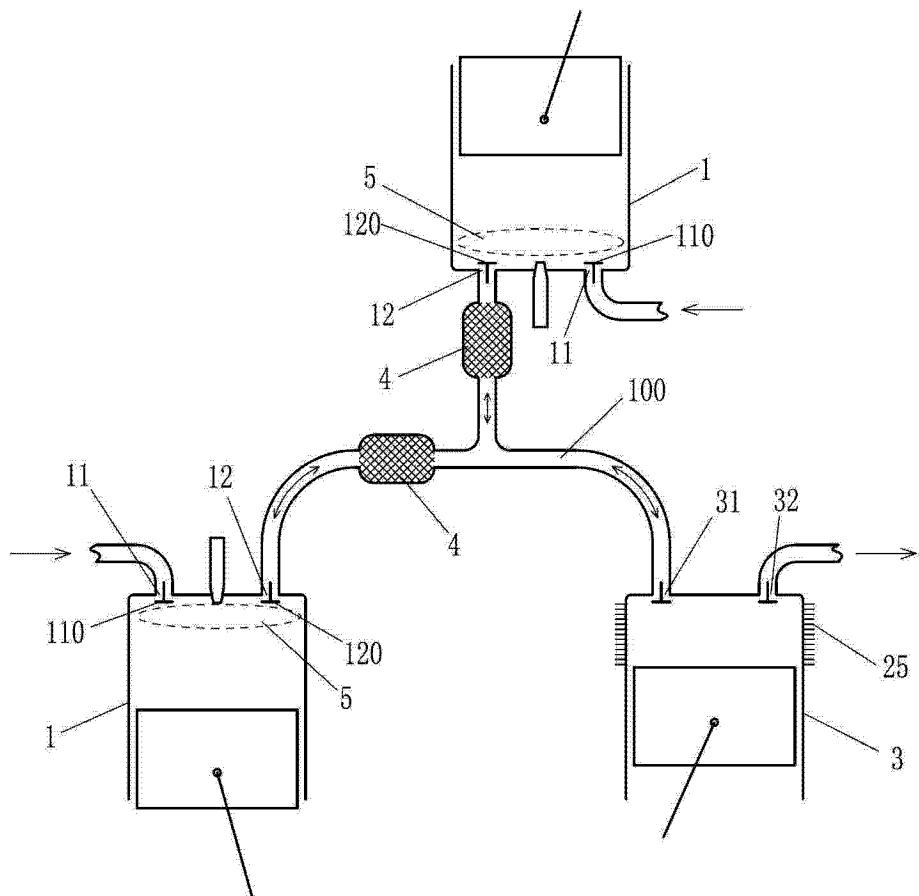


图 8

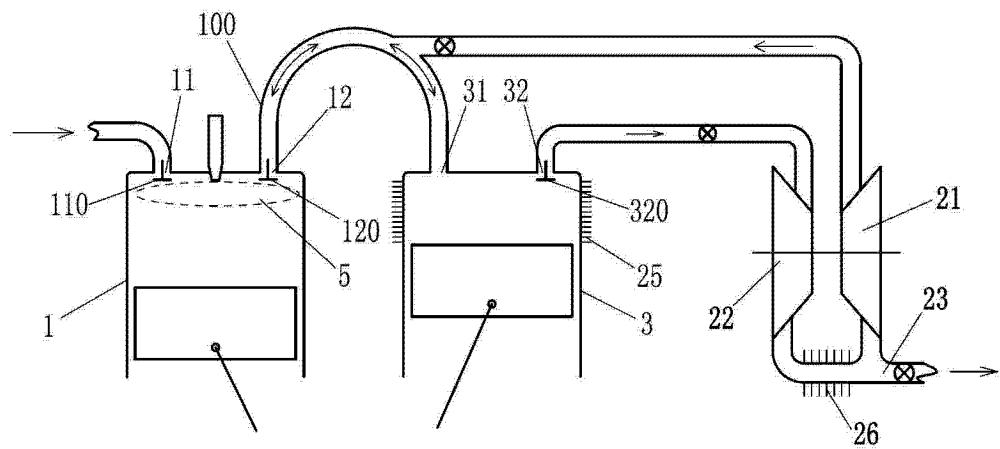


图 9

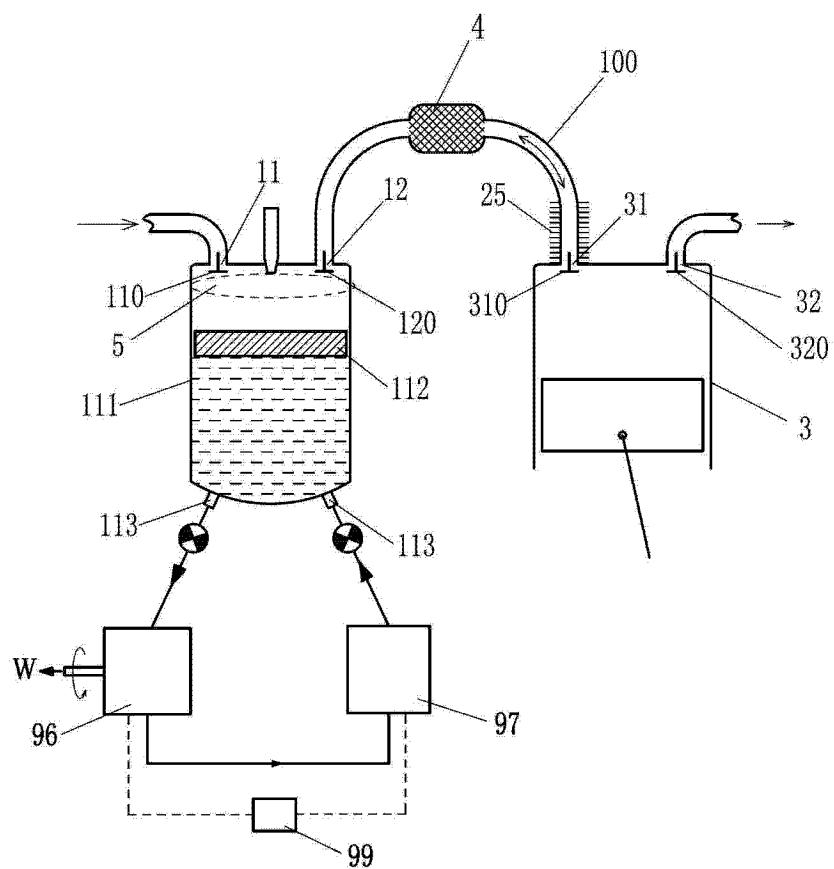


图 10

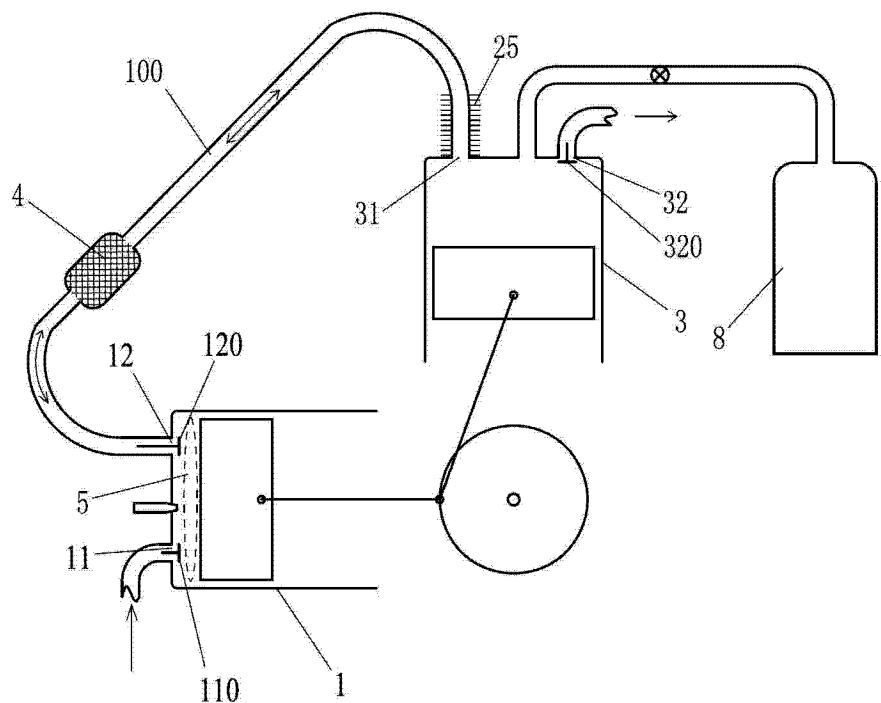


图 11

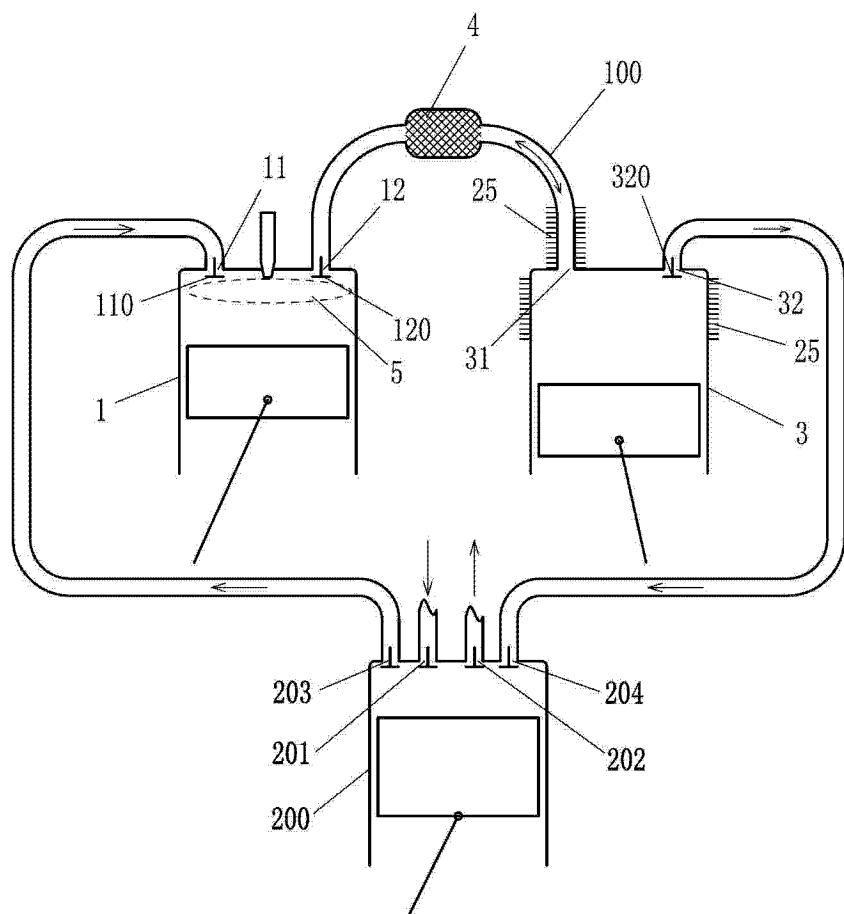


图 12

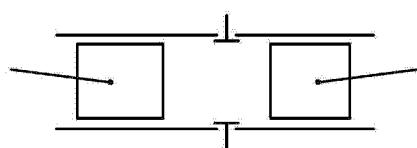


图 13

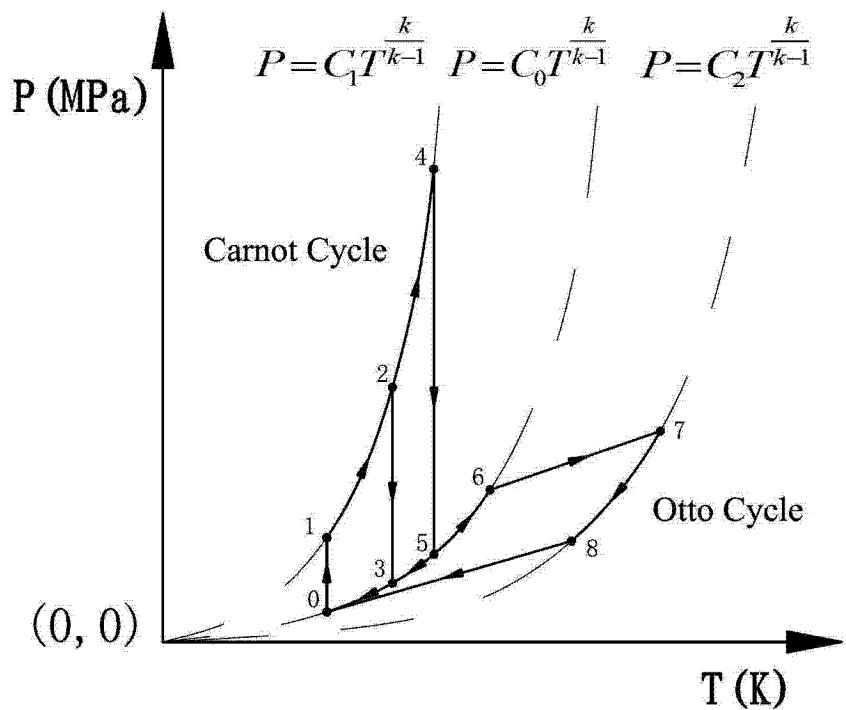


图 14

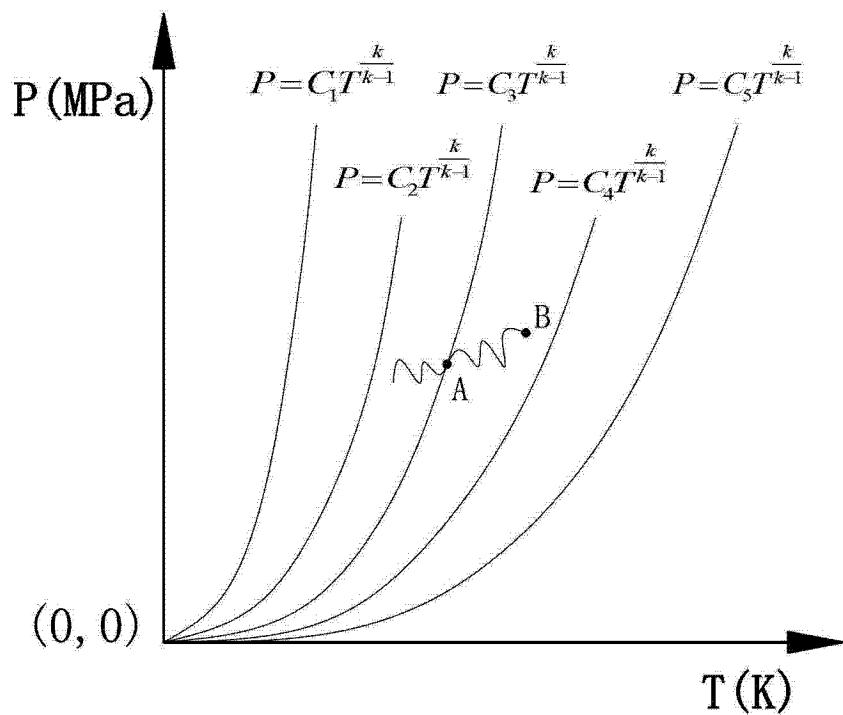


图 15

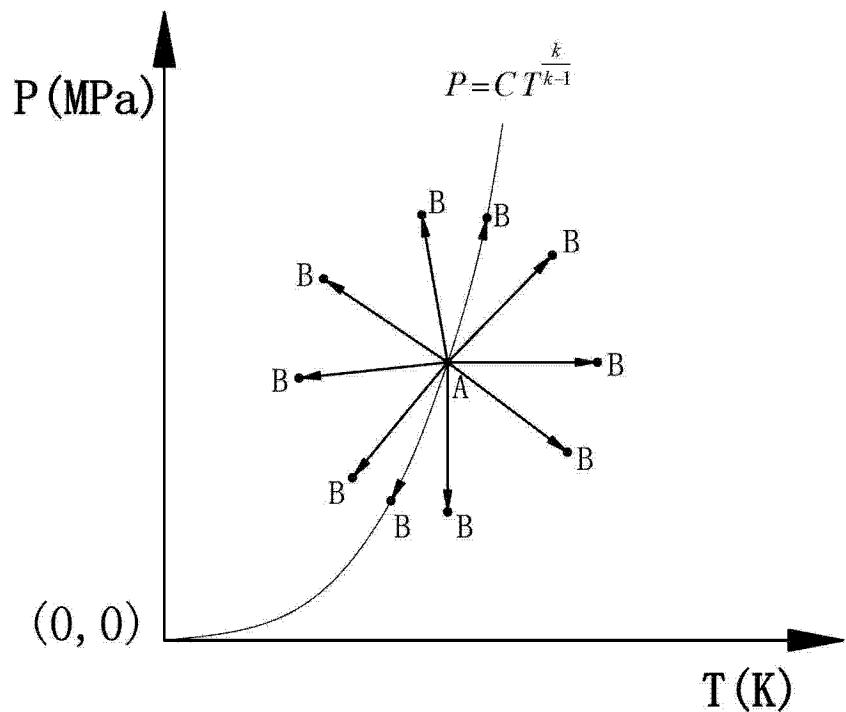


图 16