



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103670697 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310400008. 2

(22) 申请日 2013. 09. 05

(30) 优先权数据

102012215882. 0 2012. 09. 07 DE

(71) 申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 T·缇莱泽 C·W·温格德

A·库斯克 W·埃曼克

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民 陆惠中

(51) Int. Cl.

F02B 75/02 (2006. 01)

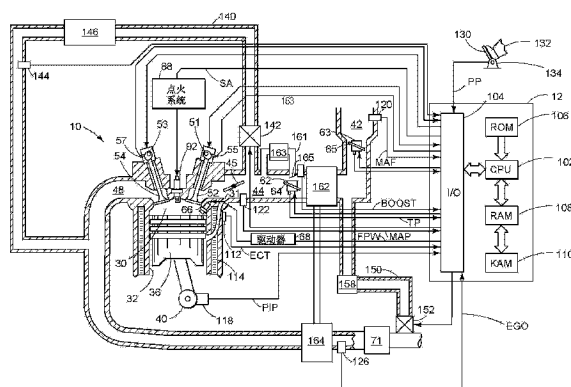
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

### (54) 发明名称

可选择性地通过二冲程方法或四冲程方法操作的内燃发动机以及操作此内燃发动机的方法

### (57) 摘要

本发明涉及可选择性地通过二冲程方法或四冲程方法操作的内燃发动机以及操作此内燃发动机的方法。提供系统和方法,用于在二冲程模式下或四冲程模式下操作内燃发动机,以实现更大的燃油效率和最小化排放物。该系统包括模式适应性气门;气门摇臂,以致动模式适应性气门的开启和关闭;第一凸轮的凸轮推杆,用于进行二冲程模式;第二凸轮的凸轮推杆,用于进行四冲程模式;和枢轴,以机械连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆或第二凸轮的凸轮推杆。连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆能够实现二冲程模式,和连接气门摇臂与第二凸轮的凸轮推杆能够实现四冲程模式。



1. 内燃发动机,包括:  
至少一个汽缸;  
所述至少一个汽缸中的至少一个出气口,用于经排气排出系统排出排气;  
至少一个进气口,用于经进气系统供应充气;  
配气机构,其包括每一个开口的气门和气门致动装置,所述气门致动装置包括具有多个凸轮的至少一个凸轮轴,  
其中,  
至少一个机械加载装置安排在所述进气系统中;  
用于致动至少一个模式适应性气门的至少一个凸轮轴具有两个不同的凸轮——第一凸轮,在二冲程模式下致动所述模式适应性气门,和第二凸轮,在四冲程模式下致动所述模式适应性气门;和  
所述配气机构是可切换的,以便所述至少一个模式适应性气门的致动由所述第二凸轮在所述四冲程模式下执行和由所述第一凸轮在所述二冲程模式下执行。
2. 权利要求1所述的内燃发动机,其中所述气门致动装置包括连接所述第一和第二凸轮的两个凸轮推杆和气门摇臂,所述气门摇臂适于开启和关闭所述模式适应性气门。
3. 权利要求2所述的内燃发动机,其中所述两个凸轮推杆能够单独地机械连接于所述气门摇臂,以在所述二冲程模式下致动所述模式适应性气门,此时所述气门摇臂机械连接于所述第一凸轮的凸轮推杆,以及在所述四冲程模式下致动所述模式适应性气门,此时所述气门摇臂机械连接于所述第二凸轮的凸轮推杆。
4. 权利要求2所述的内燃发动机,其中所述至少一个气门摇臂是倾斜度调节杆,并且所述两个凸轮推杆包括倾斜度调节杆。
5. 权利要求1所述的内燃发动机,其中所述至少一个汽缸的所述至少一个进气口和所述至少一个出气口均被提供以所述模式适应性气门。
6. 权利要求1所述的内燃发动机,其中所述至少一个汽缸的所述至少一个出气口被提供以所述模式适应性气门。
7. 权利要求1所述的内燃发动机,其中所述至少一个汽缸具有至少一个另外的开口,以供应充气。
8. 权利要求7所述的内燃发动机,其中所述至少一个汽缸具有至少一个槽,所述槽充当所述至少一个另外的开口并由在所述至少一个汽缸中摆动的活塞控制,以供应充气。
9. 权利要求1所述的内燃发动机,其中提供至少一个排气涡轮增压器,其包括安排在所述排气排出系统中的涡轮和安排在所述进气系统中的压缩机,所述压缩机被提供在所述进气系统中所述机械加载装置的上游。
10. 权利要求9所述的内燃发动机,进一步包括排气再循环系统,其包括回流管路,所述回流管路从所述涡轮下游的所述排气排出系统分支和通向所述压缩机上游的所述进气系统。
11. 权利要求1所述的内燃发动机,进一步包括旁通管路,用于围绕所述机械加载装置,所述旁通管路从所述机械加载装置上游的所述进气系统分支和再次通向所述机械加载装置下游的所述进气系统,闭锁元件安排在所述旁通管路中。
12. 操作内燃发动机的方法,其包括:

当载荷小于预定的载荷阈值时,在四冲程模式下操作所述内燃发动机;

当发动机转速大于预定的速度阈值时,在所述四冲程模式下操作所述内燃发动机;

当所述载荷大于所述预定的载荷阈值和所述发动机转速小于所述预定的速度阈值时,在二冲程模式下操作所述发动机,

其中,

所述二冲程模式由第一凸轮的凸轮推杆控制,和所述四冲程模式由第二凸轮的凸轮推杆控制,所述两个凸轮推杆单独地机械连接于气门摇臂,以致动模式适应性气门。

13. 权利要求 12 所述的方法,进一步包括延迟所述二冲程模式和所述四冲程模式之间的切换,直到所述发动机转速已经大于或小于所述预定的速度阈值的时间比预定的时间阈值长。

14. 权利要求 12 所述的方法,进一步包括通过机械加载装置压缩充气,所述机械加载装置位于用于围绕机械加载装置的旁通管路中,闭锁元件安排在所述旁通管路中,和所述闭锁元件在所述内燃发动机从所述四冲程模式切换到所述二冲程模式的背景下在关闭位置的方向上被调节。

15. 权利要求 12 所述的方法,还包括通过至少一个排气涡轮增压器压缩充气,其中所述至少一个排气涡轮增压器的压缩机针对以高于预定速度发生的相对大的充气质量流量被配置。

16. 用于发动机的系统,其包括:

模式适应性气门;

气门摇臂,以致动所述模式适应性气门的开启和关闭;

第一凸轮的凸轮推杆,用于进行二冲程模式;

第二凸轮的凸轮推杆,用于进行四冲程模式;和

枢轴,以机械连接气门摇臂与所述第一凸轮的凸轮推杆或所述第二凸轮的凸轮推杆。

17. 权利要求 16 所述的系统,其中当发动机载荷大于预定的载荷阈值和发动机转速小于预定的速度阈值时,所述枢轴机械连接所述气门摇臂与所述第一凸轮的凸轮推杆。

18. 权利要求 16 所述的系统,其中当所述发动机载荷小于所述预定的载荷阈值时,所述枢轴机械连接所述气门摇臂与所述第二凸轮的凸轮推杆。

19. 权利要求 16 所述的系统,其中当所述发动机转速大于所述预定的速度阈值时,所述枢轴机械连接所述气门摇臂与所述第二凸轮的凸轮推杆。

20. 权利要求 16 所述的系统,进一步包括位于旁通管路中的机械加载装置,所述旁通管路包括闭锁元件。

## 可选择性地通过二冲程方法或四冲程方法操作的内燃发动机以及操作此内燃发动机的方法

### [0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求 2012 年 9 月 7 日提交的德国专利申请号 102012215882.0 的优先权,其全部内容通过引用被并入本文,用于所有目的。

### 技术领域

[0003] 本申请涉及可以二冲程或四冲程模式操作的内燃发动机。

### [0004] 背景和概述

[0005] 由于现代内燃发动机的间歇燃烧,排气可在气体交换的背景下在燃烧后从至少一个汽缸中被排出,以再次供应充气或新鲜混合物。原则上,二冲程方法和四冲程方法可彼此区分开。首先,在下面更详细地论述四冲程方法的气体交换。

[0006] 在四冲程方法中,燃烧气体的排出是在经出气口进行气体交换的背景下引起的,并且汽缸经进气口被加载新鲜混合物或充气。出气口和进气口均可被简单地称为开口。

[0007] 在四冲程发动机中,球形气门几乎专门用于在内燃发动机操作期间控制气体交换和进行振动移动,从而分别开启和关闭进气口和出气口。

[0008] 气门运动所需的气门致动机构,包括气门本身,被称为配气机构。配气机构的功能是在正确的时间开启或关闭汽缸的进气口和出气口,同时期望快速打开尽可能大的流量横断面,以保持进气流量和出气流量低的节气门损失和确保汽缸被尽可能地加载以新鲜混合物以及确保燃烧气体的有效排出。汽缸也可被提供以两个或更多个进气口和出气口。在适用的情况下,本公开内容所涉及的内燃发动机也可以以四冲程方法进行操作,因为至少一个汽缸具有至少一个出气口和至少一个进气口。

[0009] 球形气门可以移动,即,在气门关闭位置和气门开启位置之间沿其纵轴转移,以解除或封锁汽缸的开启。一方面,提供弹性气门装置,以致动气门,以在气门关闭位置的方向上预张紧气门,和另一方面,气门致动装置被应用,以与弹性气门装置的预张紧力相反地开启气门。

[0010] 气门致动装置包括至少一个凸轮轴,其上安排多个凸轮,在该实例中为至少两个凸轮,并且,在四冲程方法中,通过凸轮轴——例如,通过链条传动机构——使凸轮旋转,以这样的方式使得凸轮轴与凸轮一起旋转,其中凸轮以凸轮轴速度的一半旋转。操作循环在两个凸轮轴旋转期间延伸并包括四个操作阶段,即,除了进气和排出之外由于燃料/空气混合物燃烧导致的压缩和膨胀。

[0011] 原则上,下凸轮轴和上凸轮轴之间有区别,参考汽缸盖和汽缸体之间的分离面。

[0012] 安装在底部的凸轮轴适于致动所谓的侧置气门,但也利用推杆和杠杆,例如支撑杆或倾斜度调节杆,以致动顶置式气门。侧置气门通过被向上转移而开启,而顶置式气门通过向下运动而开启。挺柱通常被用作中间元件并意图至少在开启和关闭操作期间与凸轮轴的凸轮接合。

[0013] 然而,顶置凸轮轴无一例外地被用于致动顶置式气门,该顶置式气门是一种配气

机构,其具有顶置凸轮轴,该顶置凸轮轴具有作为另外的配气机构组件的支撑杆、倾斜度调节杆或挺柱。支撑杆围绕固定的旋转位置旋转,并且,在通过凸轮偏转的情况下,在开启气门位置的方向上与弹性气门装置的预张紧力相反地转移气门。在倾斜度调节杆——可围绕安排在中心的旋转中心转动——的情况下,凸轮接合在倾斜度调节杆的一端,气门被安排在杠杆的另一端。当应用顶置凸轮轴时配气机构的移动质量(moved mass)尤其通过省略(dispensing with)推杆而减小并且配气机构更坚硬——即弹性较小——是有利的。意图提供至少两个轴承——在顶置凸轮轴的情况下通常安排在汽缸盖中或汽缸盖上——以接收和支撑凸轮轴。如果挺柱被用作凸轮推杆,则挺柱被布置在远离燃烧室的球形气门的一端,以便在凸轮与凸轮凸耳区域中的挺柱接合并使其偏转时挺柱参与气门的振动移动。

[0014] 在本公开内容的背景下,气门致动装置的中间元件,即位于,也就是安排在凸轮和气门之间的力途径中的配气机构组件被称为凸轮推杆,也就是说,应用该术语将其组合。

[0015] 与上述四冲程方法相反,二冲程方法中的气体交换不通过由摆动活塞进行的排出和吸入来完成,而是利用在燃烧室上产生的压力降——所谓的抽取压力降——通过经充气或新鲜混合物抽取的燃烧室来完成。

[0016] 在二冲程发动机中,可以提供槽,以在汽缸——即,在汽缸管——中进行气体交换。这些槽可由摆动活塞控制,即,它们被开启,以供应充气和/或排出排气,和被关闭,以进行压缩和膨胀。操作循环在凸轮轴旋转期间延伸,其在燃料/空气混合物燃烧后包括两个操作阶段——压缩和膨胀。操作阶段吸入和排出被省略或由抽取操作替代。

[0017] 二冲程方法相对于四冲程方法具有若干优势,其中的一些可归于这样的事实:根据二冲程方法的操作循环在一个曲轴旋转期间延伸,然而,其在四冲程方法的情况下在两个曲轴旋转期间延伸。原则上,二冲程方法表征为较低的摩擦作用。此外,可降低发动机转速,例如,怠速可以减半。由于针对相同的曲轴速度进行两倍数量的操作循环,还有可能可感觉地增加最大扭矩,或者——假设转矩供应保持相同——降低平均压力。这些优势导致与内燃发动机声学的结合,这实质上有助于汽车的整体噪音发射。通过使平均压力降低,可降低燃烧温度,由此有可能抵消氮氧化物和/或碳烟的形成。由于较小的机械和热载荷,可以更精制的方式构造内燃发动机,同时节省材料,从而尤其是降低重量以及成本。

[0018] 然而,与四冲程方法相比,二冲程方法也具有缺点,这可主要归于较差的——即,不太有效的——气体交换,也就是抽取。由于抽取,二冲程方法实质上导致未燃烧烃和一氧化碳的较高的排放,以不断增长的速度  $\eta_{\text{mot}}$  通过充气或新鲜混合物抽取燃烧室变得越来越差,即,效率更低,为此,二冲程方法在原理上较不适于高速度。

[0019] 为了能够利用二冲程方法的优势,开发了内燃发动机,其可由二冲程方法和四冲程方法进行操作。为了使内燃发动机由二冲程方法变为四冲程方法,即,切换到四冲程方法,发展了各种概念。

[0020] 欧洲专利说明书DE 601 17553 T2的译文描述了内燃发动机的可选择的凸轮轴驱动机构,其可利用二冲程方法或四冲程方法被选择性地操作。至少一个凸轮轴永久接合于行星齿轮机构,其由凸轮轴驱动。凸轮轴或者根据二冲程方法以凸轮轴速度被驱动,或者根据四冲程方法以凸轮轴速度的一半被驱动,经汽缸的进气口和出气口进行气体交换,所述汽缸的进气口和出气口在两种操作模式下由凸轮利用至少一个凸轮轴控制。

[0021] 与上述背景相反,本公开内容的目标是提供内燃发动机,其可容易地由二冲程方

法变为四冲程方法——反之亦然。在根据本公开内容的内燃发动机中,用于致动至少一个气门的气门致动装置的至少一个凸轮轴根据当前的操作方法分别具有不同的应用凸轮,即,启用凸轮。

[0022] 因为该实例中的内燃发动机也可具有单汽缸,所述单汽缸具有单一出气口,并且根据二冲程方法的气体交换在每一种情况下不一定要利用汽缸的至少一个进气口,还可经进气槽来完成,所以根据本公开内容,针对至少一个气门——即,在该实例中针对至少一个汽缸的至少一个排气门,凸轮轴具有一对不同的凸轮。

[0023] 这样的气门——可选择性地通过第一凸轮或通过第二凸轮致动以根据二冲程方法或根据四冲程方法被控制和致动——在本公开内容的背景下被称为模式适应性气门,因为气门致动或气门致动装置适于操作模式,即,应用的凸轮根据选择的操作模式而被选择。

[0024] 在一些实施方式中,进气门和排气门均可被构建为模式适应性气门,进气门和排气门的致动能够经共同的凸轮轴来进行,或者经独立的凸轮轴来进行,即,在输入侧经输入凸轮轴进行和在输出侧经输出凸轮轴进行。理论上,根据本公开内容的内燃发动机的气门致动装置可包括具有多个凸轮的至少一个凸轮轴,以致动气门。

[0025] 在模式适应性气门的情况下,为了能够改变——即,切换——凸轮以进行致动,可将配气机构构建为可切换的,该配气机构根据本公开内容以如下方式切换:气门的致动在四冲程模式下由第二凸轮完成和在二冲程模式下由第一凸轮完成。在描述有利实施方式的上下文中,列出了可以该方式切换的配气机构的实例。

[0026] 根据本公开内容,在内燃发动机的进气系统中安排机械加载装置,通过该机械加载装置,可在内燃发动机的任何时间和操作点上在燃烧室上产生正压力降,以能够根据二冲程方法进行有效的抽取操作。

[0027] 提供用于在二冲程模式下或四冲程模式下操作内燃发动机的系统和方法,以实现更大的燃油效率和最小化排放物。系统包括模式适应性气门;气门摇臂,以致动模式适应性气门的开启和关闭;第一凸轮的凸轮推杆,用于进行二冲程模式;第二凸轮的凸轮推杆,用于进行四冲程模式;和枢轴,以机械连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆或第二凸轮的凸轮推杆。连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆能够实现二冲程模式,和连接气门摇臂与第二凸轮的凸轮推杆能够实现四冲程模式。

[0028] 本说明书的上述优势和其他优势以及特征将通过以下详细描述——单独进行描述或结合附图进行描述——而更明显。

[0029] 应该理解,提供以上概述以以简化形式介绍对在详细描述中进一步描述的概念的选择。其不意为确定要求保护的主题的关键或本质特征,要求保护的主题的范围由所述详细描述之后的权利要求书唯一限定。此外,要求保护的主题不限于解决上面或在本公开内容任何部分中所述的任意缺点的实施。此外,本文的发明者已经认识到本文中所注意的缺点,而不承认它们是已知的。

## 附图简介

[0030] 图 1 是内燃发动机的实例汽缸的示意图。

[0031] 图 2a 是根据二冲程模式处于切换状态的内燃发动机的第一实施方式的可切换配气机构的部分的示意图,

[0032] 图 2b 是根据四冲程模式处于切换状态的内燃发动机的第一实施方式的可切换配气机构的部分的示意图,和

[0033] 图 3 是根据本公开内容的实例可切换配气机构的透视图。

[0034] 图 4 是内燃发动机的第一实施方式的示意性发动机特征图,其中表明了二冲程方法和四冲程方法的应用范围。

[0035] 图 5 是根据本公开内容方法的流程图。

[0036] 发明详述

[0037] 现在参考图 1,其是多汽缸发动机 10 的一个汽缸的示意图,显示其可包括在汽车的推进系统中。发动机 10 可至少部分由控制系统——包括控制器 12——和由来自车辆驾驶员 132 经输入装置 130 的输入控制。在该实例中,输入装置 130 包括加速器踏板和用于产生成比例的踏板位置信号 PP 的踏板位置传感器 134。发动机 10 的燃烧室(即,汽缸)30 可包括燃烧室壁 32,其中活塞 36 位于其中。在一些实施方式中,汽缸 30 内活塞 36 的面可具有球形物(bowl)。活塞 36 可连接于曲轴 40,以便将活塞的往复运动转化成曲轴的旋转运动。曲轴 40 可通过中间传动系统连接于车辆的至少一个驱动轮。此外,起动机可通过飞轮连接于曲轴 40,以使发动机 10 的起动操作可用。

[0038] 燃烧室 30 可经进气道 42 接收来自进气歧管 44 的进气并可经排气道 48 排出燃烧气体。进气歧管 44 和排气道 48 可经各自的进气门 52 和排气门 54 选择性地与燃烧室 30 连通。在一些实施方式中,燃烧室 30 可包括两个或更多个进气门和 / 或两个或更多个排气门。汽缸 30 可包括另外的开口 31,其可被配置为至少一个槽,并由在汽缸中摆动的活塞控制,用于供应充气。

[0039] 在二冲程方法期间,即,在二冲程模式期间的气体交换也可利用其它的开口——除了汽缸的进气口或出气口之外。因此,可提供槽于汽缸 30 中,用于引入充气和 / 或排出排气。在汽缸中摆动的活塞 30 优选以如下方式控制至少一个槽:活塞在经过下止点时开启槽,以允许气体交换。

[0040] 关于二冲程方法期间气体交换的可选设想组合汽缸的进气口和 / 或出气口与另外的开口。因此,提供在汽缸中的槽可用于引入充气,并且,汽缸的至少一个出气口可用于排出排气。在该情况下,不是汽缸的进气口而是汽缸的至少一个出气口必需被提供以模式适应性气门,以能够利用该出气口在二冲程方法中进行气体交换和在四冲程方法中进行气体交换。

[0041] 因此,内燃发动机的实施方式也是有利的,其中至少一个汽缸的至少一个出气口被提供以模式适应性气门。

[0042] 由于上述原因,内燃发动机的实施方式也是有利的,其中至少一个汽缸具有至少一个另外的开口,以供应充气。如果至少一个汽缸具有至少一个另外的开口用于供应充气,则实施方式是有利的,其中至少一个汽缸具有至少一个槽,其充当另外的开口并由在汽缸中摆动的活塞控制,以供应充气。

[0043] 在汽缸 30 中,进气门 52 和排气门 54 可经各自的凸轮致动系统 51 和 53 由凸轮致动而控制。凸轮致动系统 51 和 53 各自可包括一个或多个凸轮,并可利用可通过控制器 12 操作以改变气门操作的凸轮廓线变换 (CPS)、可变凸轮正时 (VCT)、可变气门正时 (VVT) 和 / 或可变阀门升程 (VVL) 系统中的一个或多个。进气门 52 和排气门 54 的位置可由位置传

感器 55 和 57 分别确定。在可选实施方式中,进气门 52 和 / 或排气门 54 可通过电动气门致动进行控制。例如,汽缸 30 可以可选地包括通过电动气门致动控制的进气门和经凸轮致动——包括 CPS 和 / 或 VCT 系统——控制的排气门。

[0044] 凸轮致动系统 51 和 53 可代表根据本公开内容的配气机构的元件,其在下面参考 2 和 3 被更详细地描述。凸轮致动系统 51 和 53 可控制模式适应性气门。模式适应性气门可能够改变气门正时,以便发动机可以四冲程或二冲程模式被操作。内燃发动机的实施方式是有利的,其中用于致动气门的气门致动装置包括连接凸轮的多个凸轮推杆和气门摇臂,该气门摇臂以如下方式安排在凸轮和气门之间的力途径中:气门在凸轮轴旋转时进行振动移动。内燃发动机的实施方式是有利的,其中至少一个汽缸的至少一个进气口和至少一个出气口均被提供以模式适应性气门。

[0045] 显示燃料喷射器 66 直接连接于燃烧室 30,以与通过电子驱动器 68 从控制器 12 接收的信号脉宽 FPW 成比例地向其中直接喷射燃料。以这种方式,燃料喷射器 66 提供被称为燃料的直接喷射到燃烧室 30 中。燃料喷射器可安装于,例如燃烧室的侧面或燃烧室的上方。燃料可通过燃料系统(未显示)——包括燃料箱、燃料泵和燃料管路——送至燃料喷射器 66。

[0046] 在选定操作模式下,响应来自控制器 12 的点火提前信号 SA,点火系统 88 可经火花塞 92 提供点火电火花给燃烧室 30。尽管显示火花点火组件,但在一些实施方式中,发动机 10 的燃烧室 30 或一个或多个其它燃烧室可在点火电火花存在或不存在的条件下以压燃模式被操作。在一些实施方式中,点火系统可包括双火花系统,其每一个汽缸包括两个火花塞(未显示)。

[0047] 进气道 42 可包括节气门 62 和 63,其分别具有节流板 64 和 65。在该具体实例中,节流板 64 和 65 的位置可通过控制器 12 经提供给包括有节气门 62 和 63 的电动马达或致动器——通常被称为电子节气门控制(ETC)的构造——的信号而改变。以这种方式,节气门 62 和 63 可被操作,以改变在其它发动机汽缸中提供给燃烧室 30 的进气。节流板 64 和 65 的位置可通过节气门位置信号 TP 提供给控制器 12。进气道 42 可包括质量空气流量传感器 120 和进气压力传感器 122,以提供各自的信号 MAF 和 MAP 给控制器 12。此外,进气歧管 44 可包括充气运动控制气门 45,以控制燃烧室 30 内充气运动的强度。

[0048] 此外,在公开的实施方式中,排气再循环(EGR)系统可将期望部分的排气从排气道 48 经高压 EGR(HP-EGR)通道 140 和 / 或低压 EGR(LP-EGR)通道 150 发送到进气道 44。提供至进气道 44 的 EGR 的量可通过控制器 12 经 HP-EGR 气门 142 或 LP-EGR 气门 152 而改变。在一些实施方式中,节气门可包括在排气中,以帮助驱动 EGR。此外,EGR 传感器 144 可安排在 EGR 通道内并可提供排气压力、温度和浓度中的一个或多个的指示。可选地,EGR 可通过基于来自 MAF 传感器(上游)、MAP(进气歧管)、MAT(歧管气体温度)和曲轴速度传感器的信号计算的值得控制。此外,EGR 可基于排气  $O_2$  传感器和 / 或进气氧传感器(进气歧管)而被控制。在一些状况下,EGR 系统可用于调节燃烧室内空气和燃料混合物的温度。图 1 显示高压 EGR 系统,其中,EGR 的路线为从涡轮增压器的涡轮上游至涡轮增压器的压缩机下游,和低压 EGR 系统,其中 EGR 的路线为从涡轮增压器的涡轮下游到涡轮增压器的压缩机上游。此外,如图 1 所示,HP-EGR 系统可包括 HP-EGR 冷却器 146 和 LP-EGR 系统可包括 LP-EGR 冷却器 158,以,例如从 EGR 气体中排除热至发动机冷却液。在可选实施方式中,发



动机 10 可仅包括 HP-EGR 系统或仅包括 LP-EGR 系统。

[0049] 排气再循环 (EGR), 即, 燃烧气体从输出侧返回到输入侧, 是有利的, 其中氮氧化物排放物可通过不断增加的排气再循环速率而被充分减少。排气再循环速率  $x_{\text{EGR}}$  由  $x_{\text{EGR}} = m_{\text{EGR}} / (m_{\text{EGR}} + m_{\text{新鲜空气}})$  确定, 其中,  $m_{\text{EGR}}$  表示返回的排气质量和  $m_{\text{新鲜空气}}$  表示供应的新鲜空气。为实现氮氧化物排放物的充分减少, 具有在  $x_{\text{EGR}} \approx 60\%$  到  $70\%$  的数量级的高排气再循环速率是有用的。

[0050] 当内燃发动机通过排气涡轮增压和同时应用排气再循环被操作时, 如果返回的排气从涡轮上游的排气排出系统通过高压 EGR 被去除并且不再可用于驱动涡轮时, 可产生冲突。

[0051] 当排气再循环速率增加时, 引入涡轮的排气质量流量同时减少。经过涡轮的减少的排气质量流量导致较小的涡轮压力比, 由此增压进气压力比也减小, 其相当于较小的压缩机质量流量。除了减小增压进气压力之外, 在操作压缩机期间还可产生关于压缩机的泵限制的另外的问题。就污染物排放而言, 也产生缺点, 例如, 针对加速过程中在柴油发动机中的碳烟形成。

[0052] 为此, 需要同时确保足够高的增压进气压力和高排气再循环速率——尤其在部分载荷操作期间——的设想。所谓的低压 EGR 提供解决方法。

[0053] 与已经提及的高压 EGR——将排气从涡轮上游的排气排出系统排出并将其引入压缩机下游的进气系统——不同, 在低压 EGR 的情况下, 已经流动通过涡轮的排气返回到输入侧。为此, 低压 EGR 包括回流管路, 其从涡轮下游的排气排出系统分支并通向压缩机上游的进气系统。

[0054] 通过低压 EGR 再循环到输入侧的排气与压缩机上游或压缩机中的新鲜空气混合。由此产生的新鲜空气和返回的排气的混合物形成充气, 其在压缩机中被压缩, 压缩的充气在该实例中能够在压缩机下游的机械加载装置中被再次压缩和 / 或能够在充气冷却器中被冷却。

[0055] 在低压 EGR 的背景下排气被引导通过压缩机是没有害处的, 因为通常应用已经经历排气再加工操作——尤其是在涡轮下游的微粒过滤器中——的排气。压缩机中的沉积物改变压缩机的几何学, 尤其是流量横截面, 从而损害压缩机的功效程度, 因而其不一定引起关注。

[0056] 由于上述原因, 实施方式是有利的, 其中提供排气再循环系统, 其包括回流管路, 该回流管路从涡轮下游的排气排出系统分支和通向压缩机上游的进气系统。

[0057] 内燃发动机的实施方式是有利的, 其中提供旁通管路, 用于围绕机械加载装置, 该旁通管路从加载装置上游的进气系统分支并再次通向加载装置下游的进气系统, 闭锁元件安排在旁通管路中。

[0058] 根据本公开内容, 内燃发动机的进气系统中安排了机械加载装置, 通过该机械加载装置, 充气可在被引入至少一个汽缸之前被压缩。原则上, 有可能通过机械加载装置和排气涡轮增压器以两个步骤压缩充气。

[0059] 在除了以规定方式提供的机械加载装置以外排气涡轮增压器的压缩机安排在进气系统中的实施方式中, 优选试图进行功能分割, 因为机械加载装置以低速度进行充气压缩并产生抽取梯度, 而排气涡轮增压器的压缩机负责以相对高的速度进行增压, 机械加载

装置优选由旁通管路围绕。

[0060] 该方法使得加载装置能够针对小的充气质量流量,即,针对低速度,被配置,和涡轮增压器的压缩机能够针对相对高的速度发生的大的充气质量流量被配置。

[0061] 如果提供排气涡轮增压器,内燃发动机的实施方式由于上述原因是有利的,其中至少一个排气涡轮增压器的压缩机针对相对大的充气质量流量,例如,针对以高于预定速度  $\eta_{\text{mot, 阈值}}$  发生的充气质量流量,被配置。

[0062] 发动机 10 还可包括压缩装置,诸如涡轮增压器或机械增压器(supercharger),或者两者。对于涡轮增压器,压缩机 162 可至少部分地由沿排气道 48 安排的涡轮 164(例如,经轴)驱动。发动机 10 还可装配有与涡轮增压器压缩机 162 串联的机械加载装置 163(也称为机械增压器)。机械加载装置可进一步位于配置有闭锁元件 165 的旁通管路 161 中,该闭锁元件 165 在受到发动机工况指示时可能防止空气进入机械加载装置 163。机械加载装置可用于压缩进气。在使内燃发动机从四冲程模式切换到二冲程模式的背景下,安排在旁通管路中的闭锁元件可在关闭位置的方向上被调节,以增加由机械加载装置引导的充气流量。因此,经涡轮增压器或机械加载装置提供给发动机一个或多个汽缸的压缩量可通过控制器 12 而改变。

[0063] 内燃发动机的实施方式是有利的,其中提供至少一个排气涡轮增压器,其包括安排在排气排出系统中的涡轮和安排在进气系统中的压缩机,压缩机在进气系统被提供在机械加载装置上游。

[0064] 增压是用于增加功率的主要方法,其中发动机燃烧过程所需的充气被压缩,由此大量的充气可在每一操作循环中被供应至每一汽缸。燃料量以及因而平均压力可由此被增加。

[0065] 在该实例中,至少一个排气涡轮增压器被用于增压——除了机械加载装置以外,其中压缩机和涡轮被安排在相同的轴上,热的排气流经排气排出系统被供应至涡轮,在该涡轮中膨胀,同时释放能量和引起轴旋转。从排气流传输到轴的能量被用于驱动压缩机,该压缩机也安排在轴上。压缩机传输和压缩经进气系统供应给其的充气,由此实现至少一个汽缸的增压。充气冷却器——通过其,压缩的充气在引入至少一个汽缸前被冷却——优选被提供在压缩下游的进气管中。冷却器降低温度,从而增加充气密度,以便冷却器也有助于汽缸的增加的加载,即,有助于较大的空气量。在一定程度上造成通过冷却引起压缩。如果提供充气冷却器,则该冷却器优选被提供以用于围绕的旁路。

[0066] 排气涡轮增压器的优势,例如相比于机械加载装置,是在加载装置和内燃发动机之间传输功率的机械连接可被避免。然而,机械加载装置从内燃发动机直接汲取能量用于其驱动,排气涡轮增压器利用热排气的排气能量。

[0067] 另一方面,排气涡轮增压器要求足够大的排气质量流量,以能够产生需要的增压进气压力。如果水平低于特定的速度,则常常观察到转矩减小,如果考虑到增压进气压力比取决于涡轮压力比的事实,则这是可以理解的。例如,如果在柴油发动机中发动机转速降低,这导致较小的排气质量流量,因而导致较小的涡轮压力比。结果是,增压进气压力比也向着较低的速度减小,这相当于转矩减小。

[0068] 增压的内燃发动机的转矩可被增加,因为,并联或串联安排的多个涡轮被应用,涡轮针对特定的排气量被配置。

[0069] 增压是增加内燃发动机功率而不改变活塞容量或针对相同功率减小活塞容量的合适方法。在任何情况下,增压均导致功率 / 体积比的增加和更有利的性能测量。在一致的外围车辆状况下,载荷谱因而可朝向更高的载荷转移,在更高的载荷处,特定的燃料消耗较低。

[0070] 因此,增压支持在发展内燃发动机以最小化燃料消耗——即,提高内燃发动机的效率程度——中的持续努力。就排气排放物而言优势也可在增压操作被选择性地配置时得以实现。因此,例如,氮氧化物排放物可在柴油发动机中被减少而不通过合适的增压在效率程度上有任何损失。

[0071] 为了操作内燃发动机——具有旁通管路,用于围绕机械加载装置,在旁通管路中安排闭锁元件,方法变形是有利的,其中在内燃发动机从四冲程模式切换到二冲程模式的背景下,闭锁元件在关闭位置的方向上被调节,以增加由机械加载装置引导的充气流量。

[0072] 机械加载装置的目的是提供抽取梯度,为了在二冲程方法的背景下交换气体的目的。在这方面,在内燃发动机被变为二冲程模式或在二冲程模式下被操作时在关闭位置的方向上调节闭锁元件是有利的。

[0073] 为了操作具有至少一个排气涡轮增压器的内燃发动机,方法变形是有利的,其中针对以高于预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  发生的相对大的充气质量流量,至少一个排气涡轮增压器的压缩机被配置。

[0074] 显示排气传感器 126 连接于排放控制系统 70 上游和涡轮 164 下游的排气道 48。传感器 126 可以是用于提供排气空 / 燃比指示的任何合适的传感器,诸如线性氧传感器或 UEGO(通用或宽域排气氧)、双态氧传感器或 EGO、HEGO(加热的 EGO)、 $\text{NO}_x$ 、HC 或 CO 传感器。

[0075] 显示排放控制装置 71 沿排气传感器 126 下游的排气道 48 安排。排放控制装置 71 可以是选择性的催化还原(SCR)系统、三元催化剂(TWC)、 $\text{NO}_x$  捕集器、各种其他排放控制装置或其组合。例如,装置 71 可以是 TWC 和装置 72(未显示于图 1 中)可以是微粒过滤器(PF)。此外,在一些实施方式中,在操作发动机 10 期间,排放控制装置 71 可通过在特定的空 / 燃比内操作发动机的至少一个汽缸而被周期性地重新设置。

[0076] 控制器 12 作为微型计算机显示于图 1,其包括:微处理器单元 102、输入 / 输出端口 104、在该特定实例中显示为只读存储器芯片 106 的电子存储介质——用于可执行程序 and 校准值、随机存取存储器 108、保活存储器 110 和数据总线。除了之前论述的那些信号之外,控制器 12 还可接收来自与发动机 10 连接的传感器的各种信号,包括:来自质量空气质量流量传感器 120 的进气质量空气质量流量(MAF)的测量结果;来自连接至冷却套筒 114 的温度传感器 112 的发动机冷却液温度(ECT);来自连接曲轴 40 的霍尔效应传感器 118(或其它类型)的表面点火感测信号(PIP);来自节气门位置传感器的节气门位置(TP);和来自传感器 122 的绝对歧管压力信号 MAP。发动机转速信号——RPM 可通过控制器 12 从信号 PIP 产生。来自歧管压力传感器的歧管压力信号 MAP 可用于提供对进气歧管中的真空或压力的指示。注意,可以应用上述传感器的各种组合,诸如 MAF 传感器而没有 MAP 传感器,反之亦然。在化学计量操作期间,MAP 传感器可给出发动机转矩的指示。此外,该传感器与检测的发动机转速一起可提供对引入汽缸的充气(包括空气)的评估。在一个实例中,传感器 118——也用作发动机转速传感器,可产生曲轴每旋转一次预定数目的等间隔脉冲。

[0077] 存储介质只读存储器 106 可用计算机可读数据编程,该计算机可读数据代表由处

理器 102 可执行的、用于执行下面描述的方法以及预期但未具体列出的其它变型的指令。

[0078] 如上所述,图 1 仅显示多汽缸发动机的一个汽缸,并且,每一汽缸均可类似地包括其自身的一组进气门/排气门、燃料喷射器、火花塞等。

[0079] 现在参考图 2a,显示处于第一切换状态的内燃发动机第一实施方式的可切换配气机构 1 的部分的示意图。图 2b 显示该配气机构 1 处于第二切换状态。

[0080] 可应用凸轮轴 202 上的两个凸轮 204 和 206,以致动模式适应性气门。第一凸轮 204 用以在二冲程模式下致动模式适应性气门和第二凸轮 206 用以在四冲程模式下致动模式适应性气门。应该理解,更多的凸轮可沿凸轮轴 202 的长度被布置,并且,所示的凸轮是与单模式适应性气门相连的那些。

[0081] 气门摇臂 2 可连接气门(显示于图 3 中 302),其安排在启用的凸轮和在中心显示的气门之间的力途径中。两个凸轮推杆 3、4——包括斜度调节杆 3a 和 4a(在图 3 中图示)——可分别连接于凸轮 204 和 206,并且,其可机械连接于气门摇臂 2。枢轴 6——可转移地在室 5 中被支持和被液压致动——可用于机械连接倾斜度调节杆 3a 和 4a 与气门摇臂 2。通过枢轴 6 进行的倾斜度调节杆 3a 或 4a 与气门摇臂 2 的机械连接可以个体为基础,以便倾斜度调节杆 3a 可逐个的、机械连接于气门摇臂 6,并且,单独地,倾斜度调节杆 4a 可逐个连接于气门摇臂 6。以这种方式,第一凸轮 204 或第二凸轮 206 的摆动可通过气门摇臂 2 被传递到模式适应性气门。

[0082] 根据图 2a,连接第一凸轮 204 的第一凸轮推杆 3 机械连接于与气门相连的气门摇臂 2,以在内燃发动机的二冲程模式下根据二冲程方法由第一凸轮致动模式适应性气门。

[0083] 根据图 2b,连接第二凸轮 206 的第二凸轮推杆 4 机械连接于与气门相连的气门摇臂 2,以根据四冲程方法由第二凸轮在四冲程模式下致动模式适应性气门,即使模式适应性气门改变方向。

[0084] 构建图 2a 和 2b 中所示配气机构 1,以便能够以如下方式被液压切换:至少一个模式适应性气门在四冲程模式下的致动由第二凸轮完成,和在二冲程模式下由第一凸轮完成。

[0085] 内燃发动机的实施方式是有利的,其中至少一个气门摇臂是倾斜度调节杆和/或至少两个凸轮推杆连接于倾斜度调节杆。通过利用倾斜度调节杆,提供足够的结构空间,以能够将配气机构构建为可切换配气机构,即,提供这样的机构,通过该机构,凸轮推杆可机械连接于气门摇臂。

[0086] 如已经提出的,所谓的凸轮推杆可用于致动气门,而且,其被安排在凸轮和气门之间的力途径中。实例凸轮推杆是挺柱、倾斜度调节杆或支撑杆。应用凸轮推杆的有利方面是这些元件特别适于被配置或构建为可切换元件。因此,挺柱可容易地被构建为可液压连接的凸轮推杆,其通过油压力起作用,以便挺柱——那时已被连接在力途径中并充当位于力途径中的凸轮推杆——从凸轮传输力到模式适应性气门,或与油压力分离,以防止分离状态中从凸轮到气门的力传输。

[0087] 由于上述原因,内燃发动机的实施方式在本发明背景下也是有利的,其中两个凸轮推杆——可机械连接于气门摇臂——针对至少一个模式适应性气门的两个不同凸轮被提供,连接第一凸轮的第一凸轮推杆能够机械连接于气门摇臂,以在二冲程模式下由第一凸轮致动模式适应性气门,和连接第二凸轮的第二凸轮推杆能够机械连接于气门摇臂,以

在四冲程模式下由第二凸轮致动气门。

[0088] 现在参考图 3, 其显示模式适应性气门的配气机构的透视图。第一凸轮 204 和第二凸轮 206 安排在凸轮轴 202 上。第一凸轮 204 具有两个凸角, 以便其连接的倾斜度调节杆 3a 通过枢轴 6 与气门摇臂 2 连接时, 凸轮轴 202 每旋转一次, 气门 302 可被打开两次。相反地, 第二凸轮 206 具有单一凸角, 以便凸轮轴每旋转一次, 气门 302 可被打开一次。

[0089] 气门 302 与气门摇臂 2 接触。气门摇臂本身不直接接触凸轮轴, 但基于室 5 内枢轴 6 的运动, 可机械连接于倾斜度调节杆 3a 或 4a。决定模式适应性气门 302 的模式的是枢轴 6 的运动。

[0090] 倾斜度调节杆 3a 和 4a 分别经凸轮推杆 3 和 4 连续接触凸轮轴 202 的凸轮。两个凸轮 204 和 206 被塑型并与凸轮轴 202 的旋转运动对齐, 以便它们可分别以二冲程或四冲程方式操作气门 302。

[0091] 该实施方式有利于实施这样的设想: 其中气体交换经至少一个汽缸的开口通过四冲程方法和通过二冲程方法被完成, 即, 充气的引入经进气口完成和排气的排出经排气口完成。在气体交换的背景下, 也产生压力降, 优选通过机械加载装置产生压力降, 以抽取燃烧室, 以促进或允许二冲程方法中的气体交换。

[0092] 图 4 是内燃发动机第一实施方式的示意性发动机特征图, 其中表明二冲程方法和四冲程方法的应用范围。

[0093] 如图 4 所示, 如果内燃发动机的载荷  $T_{\text{mot}}$  大于预定的载荷  $T_{\text{mot, 阈值}}$  (非阴影特征图范围), 则以较低的速度范围应用二冲程方法。如果载荷  $T_{\text{mot}}$  低于指示的阈值载荷  $T_{\text{mot, 阈值}}$  和 / 或如果内燃发动机的速度  $n_{\text{mot}}$  超过特定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$ , 则内燃发动机在被切换的配气机构由枢轴 6 切换成四冲程模式, 以便第二凸轮 206 的运动被转到气门 302。在四冲程模式中, 发动机通过四冲程方法被操作。四冲程方法的应用范围在图 4 中由交叉阴影线指示。还指示全载荷线, 其针对二冲程方法为虚线和针对四冲程方法为实线。

[0094] 速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  是内燃发动机的预定速度阈值, 在该速度下, 至少一个模式适应性气门从一种操作模式变为其它的操作模式。在以四冲程模式操作和其中至少一个模式适应性气门由第二凸轮致动的内燃发动机中, 如果内燃发动机的速度  $n_{\text{mot}}$  低于预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$ , 用于切换内燃发动机的配气机构被以如下方式切换成二冲程模式: 至少一个模式适应性气门由第一凸轮致动。

[0095] 根据本公开内容针对内燃发动机在上面提出的那些也适应于根据本公开内容的方法。根据根据本公开内容的内燃发动机的各个实施方式, 不同方法变形可以是有利的, 为此目的, 还参考内燃发动机的相应目标特征和有关说明。

[0096] 现在参考图 5, 其显示根据本公开内容的方法的流程图。方法可代表存储在只读存储器 106 中的计算机代码, 只读存储器 106 可由发动机控制器 12 读取, 以控制模式适应性气门。方法 500 始于发动机开启事件 (on event) 并进行到 502。在 502, 确定发动机载荷  $T_{\text{mot}}$  是否大于预定的载荷阈值  $T_{\text{mot, 阈值}}$ 。在 502, 如果  $T_{\text{mot}}$  不大于  $T_{\text{mot, 阈值}}$  (否), 则方法进行到 504, 其中发动机在四冲程模式下被操作。

[0097] 在 502, 如果  $T_{\text{mot}}$  大于  $T_{\text{mot, 阈值}}$ , 则方法继续到 506。方法变形是有利的, 其中如果内燃发动机的载荷  $T_{\text{mot}}$  大于预定的载荷  $T_{\text{mot, 阈值}}$ , 则内燃发动机从四冲程模式切换到二冲程模式。方法变形考虑四冲程方法可更好地适于提供比二冲程方法相对小的负载的状况。

[0098] 在 506, 确定发动机转速  $n_{\text{mot}}$  是否小于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$ 。如果发动机转速不大于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$  (否), 则方法进行到 508。在 508, 发动机继续在在四冲程模式下运转。在 506, 如果发动机转速  $n_{\text{mot}}$  小于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$  (是), 则方法进行到 510。

[0099] 在 510, 确定发动机转速  $n_{\text{mot}}$  是否已经低于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$  达比预定的时间段  $\Delta t_1$  长的时间。如果发动机转速  $n_{\text{mot}}$  尚未低于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$  达比预定的时间段  $\Delta t_1$  长的时间 (否), 则方法进行到 512, 其中发动机继续在四冲程模式下被操作。如果发动机转速  $n_{\text{mot}}$  已经低于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$  达比预定的时间段  $\Delta t_1$  长的时间 (是), 则方法进行到 514, 其中发动机被切换到二冲程模式。以这种方式, 四冲程和二冲程模式之间的切换——或反之亦然——可被延迟, 并且, 可避免过度和频繁模式切换。

[0100] 方法变形是有利的, 其中如果内燃发动机的速度  $n_{\text{mot}}$  低于预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  并且较预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  低达预定的时间  $\Delta t_1$ , 则用于将内燃发动机切换到二冲程模式的配气机构被切换。

[0101] 用于切换配气机构或切换内燃发动机的另外的状况的引入意图防止过频的切换, 尤其是在速度暂时低于预定值然后再次提高或围绕预定值波动时的切换, 而不产生低于合理化或迫使配气机构切换的水平的作用。

[0102] 在 516, 评估发动机转速  $n_{\text{mot}}$  是否大于预定的速度阈值  $n_{\text{mot, 阈值}}$ 。如果发动机转速不超过预定的速度阈值 (否), 则方法进行到 518, 其中发动机保持在二冲程模式下。在 520, 如果发动机转速超过预定的速度阈值 (是), 则方法进行到 522。在 522, 发动机在四冲程模式下被操作。

[0103] 如果速度  $n_{\text{mot}}$  再次超过预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$ , 则用于切换内燃发动机的配气机构被再次切换, 以将内燃发动机从二冲程模式再次切换到四冲程模式。

[0104] 由于已经提及的原因, 方法变形在该实例中也是有利的, 其中如果速度  $n_{\text{mot}}$  超过预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  和速度  $n_{\text{mot}}$  比预定速度  $n_{\text{mot, 阈值}}$  高达预定的时间  $\Delta t_1$ , 则进行切换。然后方法返回。

[0105] 提供用于在二冲程模式下或四冲程模式下操作内燃发动机的系统和方法, 以实现更大的燃油效率和最小化排放物。系统包括模式适应性气门; 气门摇臂, 以致动模式适应性气门的开启和关闭; 第一凸轮的凸轮推杆, 用于进行二冲程模式; 第二凸轮的凸轮推杆, 用于进行四冲程模式; 和枢轴, 以机械连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆或第二凸轮的凸轮推杆。连接气门摇臂与第一凸轮的凸轮推杆能够实现二冲程模式, 和连接气门摇臂与第二凸轮的凸轮推杆能够实现四冲程模式。

[0106] 注意, 本文中包括的实例控制和评估程序可与各种发动机和 / 或车辆系统构造一起应用。本文描述的具体程序可代表任意数目的处理策略中的一个或多个, 所述处理策略诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等。因此, 所示的各个动作、操作和 / 或功能均可在所示的次序中执行, 并行执行, 或在一些情况中被省略。同样地, 不一定要要求处理顺序达到本文所述的实例实施方式的特征和优势, 而是提供来方便说明和描述。一个或多个示例的动作、操作和 / 或功能可重复执行, 这取决于所应用的具体策略。此外, 描述的动作、操作和 / 或功能可以图形表示待编程进发动机控制系统中计算机可读存储介质非临时性存储器的编码。

[0107] 应该理解,本文公开的构造和程序实质上是示例性的,并且这些具体实施方式不以限制性的意义被看待,因为许多变化是可能的。例如,上述技术可适用于 V-6、I-4、I-6、V-12、对置 4 缸和其它发动机类型。本公开的主题包括本文公开的各种系统和构造与其它特征、功能和 / 或性质的所有新颖的和非显而易见的组合以及亚组合。

[0108] 所附权利要求具体指出被认为是新颖的和非显而易见的某些组合和亚组合。这些权利要求可能涉及“一个 (an)”元件或“第一”元件或其等同物。这些权利要求应该被理解为包括结合一个或多个这样的元件,既不要求也不排除两个或更多个这样的元件。公开的特征、功能、元件和 / 或性质的其它组合和亚组合可通过修改本申请权利要求书或通过在本申请或相关申请中提出新权利要求而得到保护。这些权利要求——无论其范围对于原始权利要求更宽、更窄、相同或不同——也被视为包括在本公开的主题内。

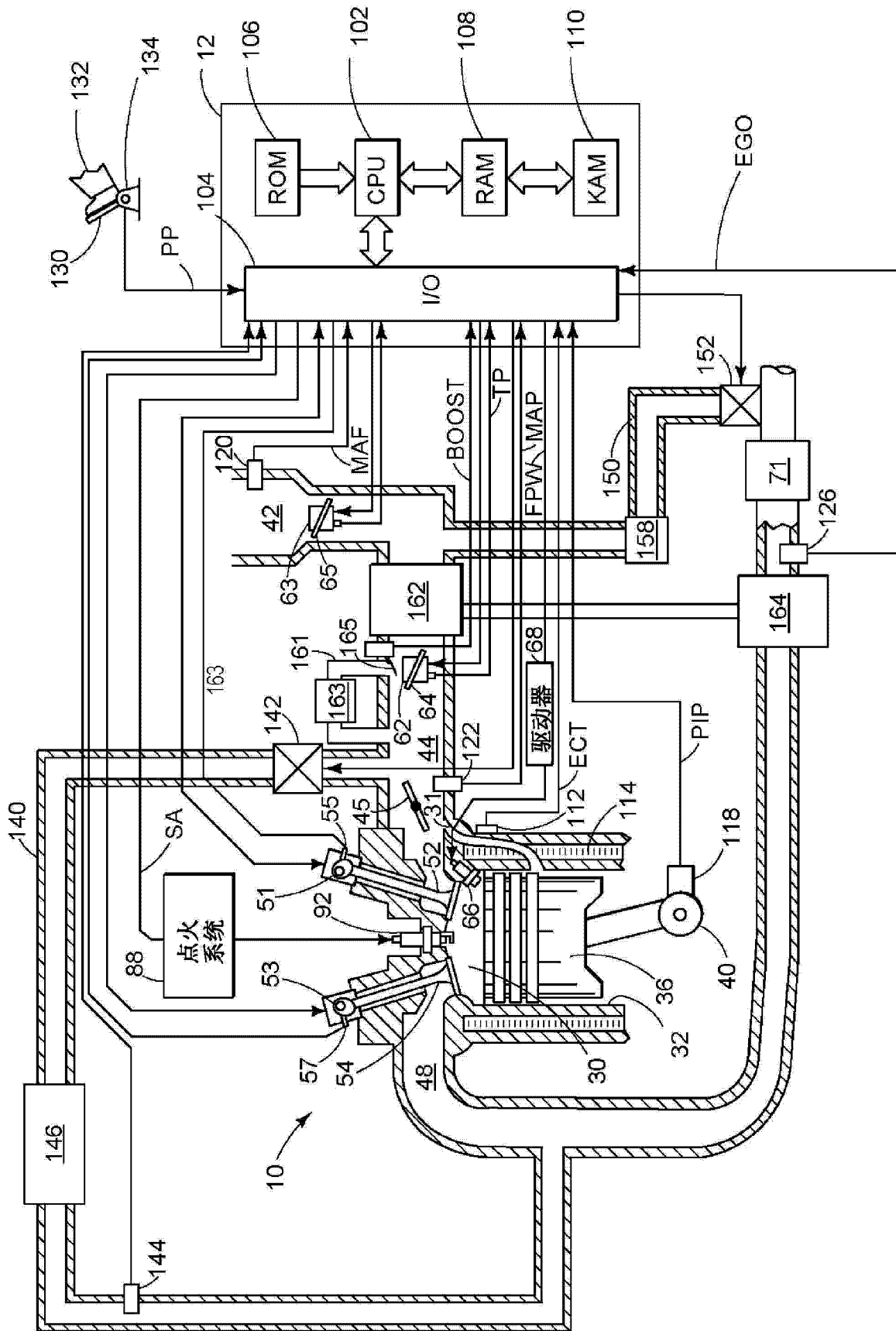


图 1



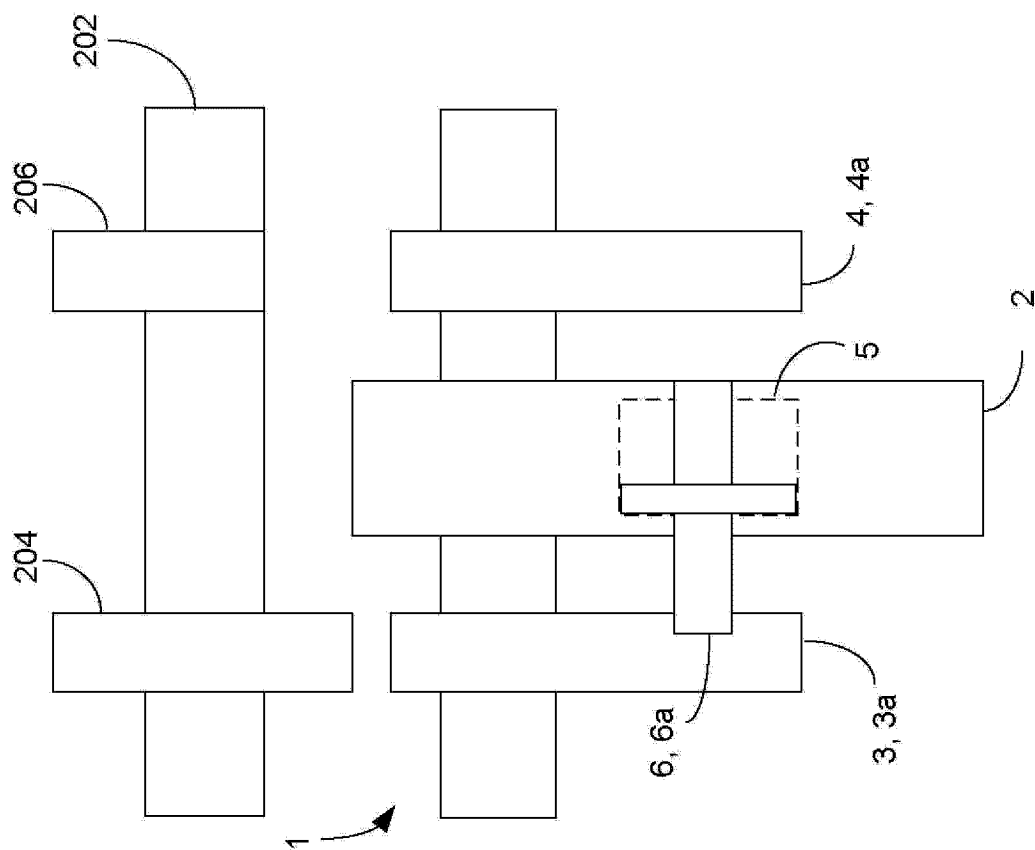


图 2a

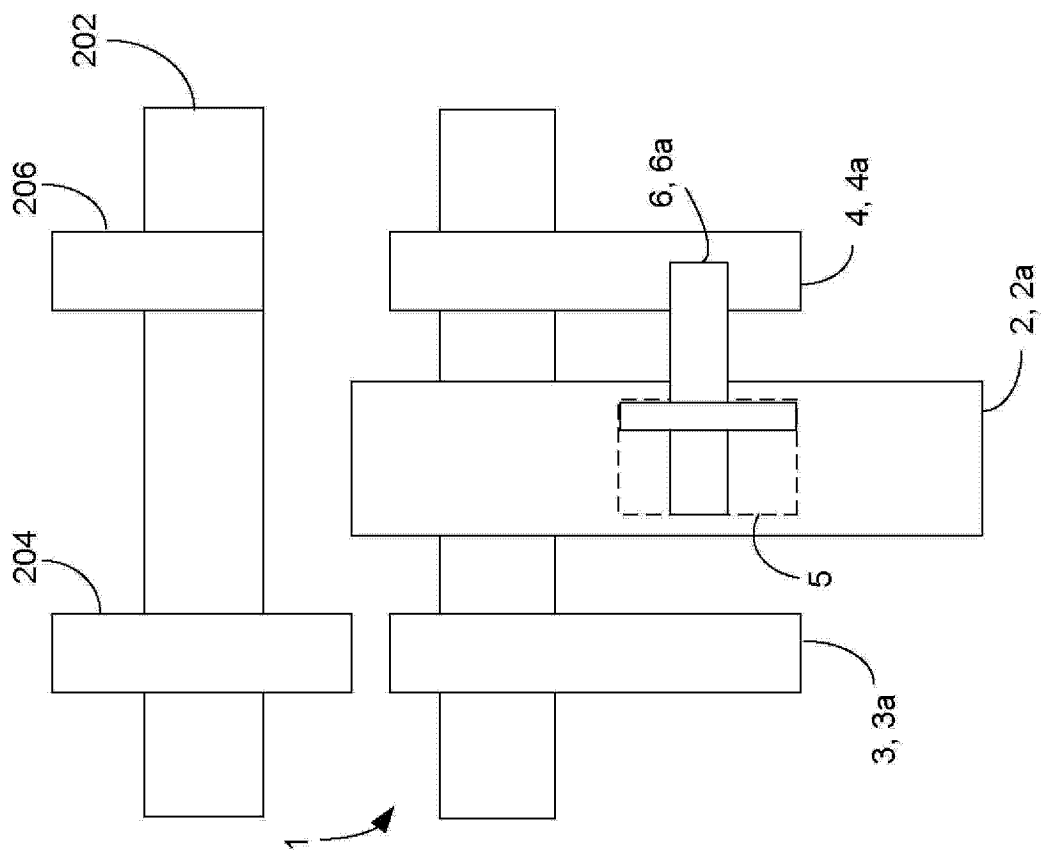


图 2b

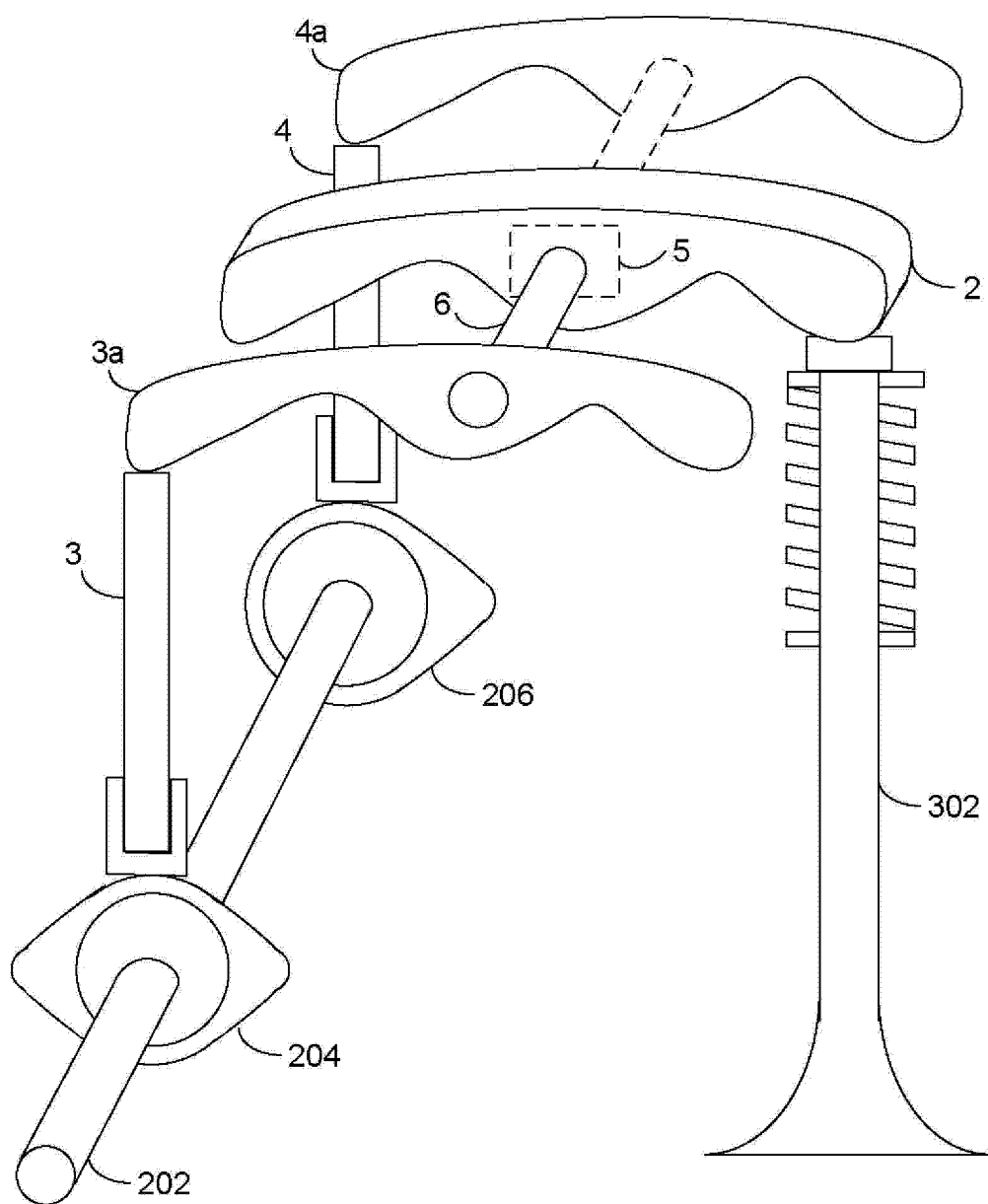


图 3

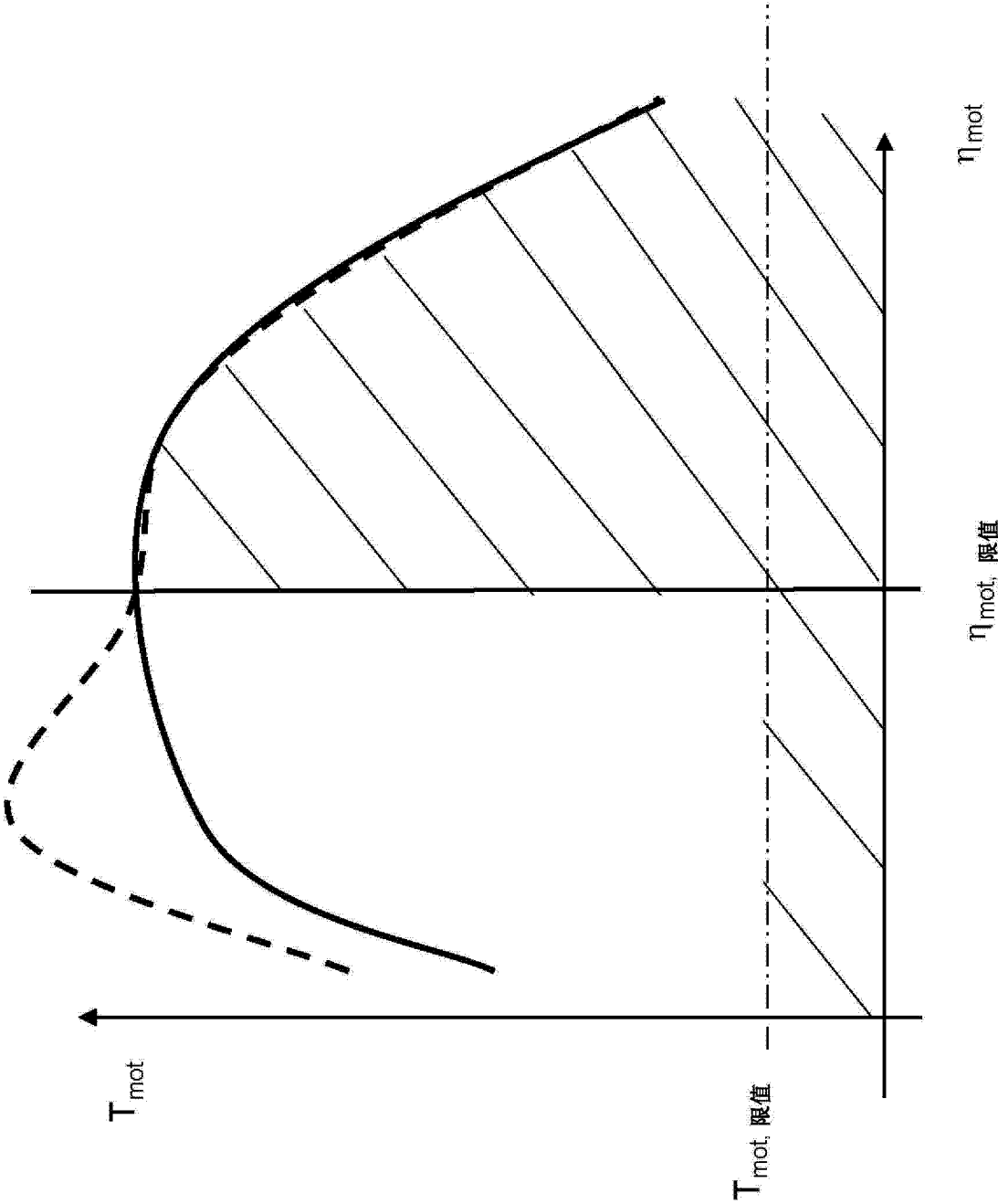


图 4

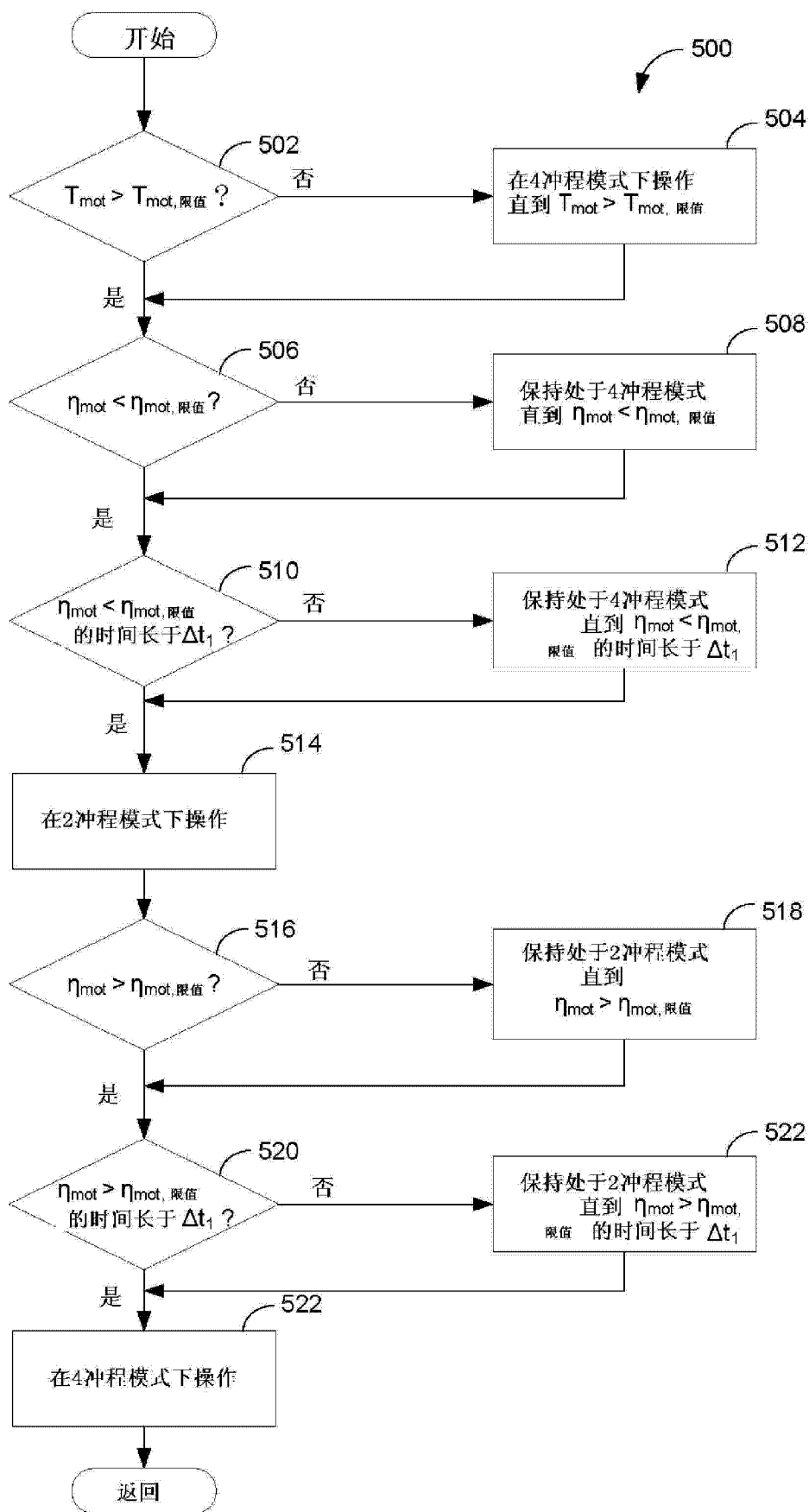


图 5