



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108291492 B

(45) 授权公告日 2022.04.26

(21) 申请号 201680072090.2

U.舒尔茨 R.埃克

(22) 申请日 2016.11.28

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108291492 A

代理人 宣力伟 李雪莹

(43) 申请公布日 2018.07.17

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据
102015224790.2 2015.12.10 DE

F02D 41/30 (2006.01)

F02D 41/34 (2006.01)

F02D 13/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.08

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/078964 2016.11.28

(56) 对比文件

JP 2008101540 A, 2008.05.01

JP 2014224461 A, 2014.12.04

JP 2005133632 A, 2005.05.26

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/097615 DE 2017.06.15

CN 103573443 A, 2014.02.12

CN 104487684 A, 2015.04.01

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特

审查员 边绍平

(72) 发明人 T.库恩 C.旺德林 T.霍尔曼

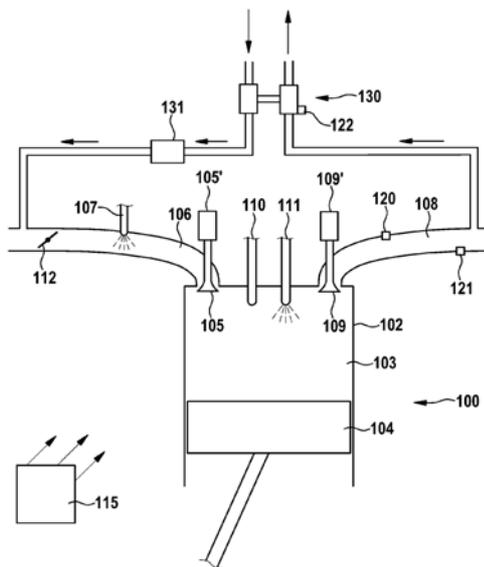
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于运行内燃机的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行具有进气管喷射和直接喷射的内燃机(100)的方法,其中获取至少一个与所述内燃机(100)的燃烧室(103)的废气相关的参数的数值,所述参数受到未燃烧的燃料通过所述燃烧室(103)吹扫到废气中这种情况的影响,并且其中,如果根据所述至少一个参数的所获取的数值推断出未燃烧的燃料的吹扫,就对至少一个用于所述燃烧室(103)的填充的运转参数进行调整。



1. 用于运行具有进气管喷射和直接喷射的内燃机(100、200)的方法，

其中获取至少一个与所述内燃机(100、200)的燃烧室(103)的废气相关的参数的数值，所述参数受到未燃烧的燃料通过所述燃烧室(103)吹扫到废气中这种情况的影响，并且

其中，如果根据所述至少一个参数(T_A 、 λ 、 P_S 、 n_T)的所获取的数值推断出未燃烧的燃料的吹扫，则对至少一个用于所述燃烧室(103)的填充的运转参数(M_S 、 M_D 、 Δt 、 t_E)进行调整，用于避免进气管中的预贮存的或者后贮存的燃料，

其中，所述至少一个运转参数(M_S 、 M_D 、 Δt 、 t_E)包括有待借助于进气管喷射(M_S)来加入到所述进气管(106、206)中的燃料量(M_K)、进气管喷射的喷射持续时间(Δt)和/或进气管喷射的喷射开始(t_E)，并且

其中，如果在调整所述至少一个运转参数时获取：所要求的有待借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室(103)中的燃料量不能完全借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室(103)中，那么所述至少一个运转参数就包括有待借助于直接喷射来加入到所述燃烧室(103)中的燃料量，所述燃料量至少覆盖不能借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室(103)中的份额，如果需要很高的量的、有待借助于进气管喷射来配量的燃料量，但是这会在进气管中导致燃料的不可避免的预贮存或者后贮存，那就能够不是借助于进气管喷射而是借助于直接喷射将有待借助于进气管喷射来配量的燃料量的一部分加入到所述燃烧室中。

2. 按权利要求1所述的方法，其中所述至少一个与内燃机(100、200)的燃烧室(103)的废气相关的参数(T_A 、 λ 、 P_S 、 n_T)包括废气的温度(T_A)、压力和/或质量流量、 λ 值(λ)、借助于废气来运行的涡轮增压器(130)的转速(n_T)和/或进气管压力(P_S)。

3. 按权利要求1或2所述的方法，其中在考虑到至少一个另外的用于所述燃烧室(103)的填充的运转参数($t_{0,E}$ 、 $t_{S,E}$ 、 $t_{0,A}$ 、 $t_{S,A}$)的当前的数值的情况下，对所述至少一个用于所述燃烧室(103)的填充的运转参数(M_S 、 M_D 、 Δt 、 t_E)进行调整。

4. 按权利要求3所述的方法，其中所述至少一个另外的运转参数($t_{0,E}$ 、 $t_{S,E}$ 、 $t_{0,A}$ 、 $t_{S,A}$)包括进气管喷射的喷射持续时间和/或喷射开始和/或所述燃烧室(103)的进气阀(105)和/或排气阀(109)的至少一个操控参数($t_{0,E}$ 、 $t_{S,E}$ 、 $t_{0,A}$ 、 $t_{S,A}$)。

5. 按权利要求4所述的方法，其中所述进气阀(105)和/或排气阀(109)的至少一个操控参数($t_{0,E}$ 、 $t_{S,E}$ 、 $t_{0,A}$ 、 $t_{S,A}$)相应地包括对于阀升程和/或打开时刻($t_{0,E}$ 、 $t_{0,A}$)和/或关闭时刻($t_{S,E}$ 、 $t_{S,A}$)的调节。

6. 按权利要求1或2所述的方法，其中在考虑到所述至少一个参数的所获取的数值的情况下，对所述至少一个运转参数(M_S 、 M_D 、 Δt 、 t_E)进行调整。

7. 按权利要求1或2所述的方法，其中在考虑到至少一个所属的所保存的数值的情况下，对所述至少一个运转参数(M_S 、 M_D 、 Δt 、 t_E)进行调整。

8. 按权利要求1或2所述的方法，其中在使用模型的情况下并且/或者在使用至少一个合适的传感器(120、121、122)的情况下，获取所述至少一个与内燃机(100、200)的燃烧室(103)的废气相关的参数(T_A 、 λ)的数值。

9. 计算单元(115)，所述计算单元被设立用于实施按前述权利要求中任一项所述的方法。

10. 机器可读的存储介质，所述机器可读的存储介质具有计算机程序，所述计算机程序在其在计算单元(115)上被执行时促使所述计算单元(115)实施按权利要求1到8中任一项

所述的方法。

用于运行内燃机的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于运行具有进气管喷射和直接喷射的内燃机的方法以及用于实施所述方法的计算单元和计算机程序。

背景技术

[0002] 一种可能的用于在汽油马达中进行燃料喷射的方法是进气管喷射,所述进气管喷射越来越多地与燃料直接喷射分开。后一种方法在燃烧室中引起明显更好的燃料分布并且由此以更小的燃料消耗引起更好的功率收益。

[0003] 此外,也存在具有进气管喷射与直接喷射的组合、所谓的双重系统的汽油马达。这刚好由越来越严格的排放要求或者排放极限值看来是有利的,因为进气管喷射比如对于中等的负荷范围来说引起比直接喷射更好的排放值。而在全负荷范围内,所述直接喷射则比如能够实现所谓的爆震的降低。

[0004] 为了改进涡轮增压器的响应特性,在所谓的“扫气”的范围内能够同时打开燃烧室的进气阀和排气阀,用于在排气管中并且由此在所述涡轮增压器中得到更高的流动值。这样的用于具有进气管运行的内燃机的方法比如从DE 10 2009 028 798 A1中得到了公开。

[0005] 从EP 2 781 726 A1中比如公开了一种方法,用于在双重系统中在同时打开进气阀和排气阀的期间降低燃料的吹扫(Durchspülen)。为此,在借助于直接喷射所加入的燃料量的基础上改变下述持续时间以及借助于进气管喷射来加入的燃料量,在所述持续时间里所述两个阀打开。

[0006] 从EP 2 787 203 A1中比如也公开了一种方法,用于在双重系统中在同时打开进气阀和排气阀的期间降低燃料的吹扫程度。为此,在关闭所述排气阀之后将所述两种喷射种类的喷射时间设置到一定的时间。

发明内容

[0007] 按照本发明,提出具有独立专利权利要求的特征的、用于运行内燃机的方法以及用于实施所述方法的计算单元和计算机程序。

[0008] 发明优点

[0009] 按本发明的方法用于运行具有进气管喷射和直接喷射的内燃机。在此获取至少一个与所述内燃机的燃烧室的废气相关的参数的数值,所述参数受到未燃烧的燃料通过所述燃烧室吹扫到废气中这种情况的影响。如果根据所述至少一个参数的所获取的数值推断出未燃烧的燃料的吹扫,则对至少一个用于所述燃烧室的填充的运转参数进行调整。所述至少一个与所述内燃机的燃烧室的废气相关的参数的数值在此尤其能够在使用模型的情况下并且/或者在使用至少一个合适的传感器的情况下获取。

[0010] 通过所述燃烧室的进气阀和排气阀的同时的打开,能够改进涡轮增压器的响应特性,因为尤其能够在低转速的情况下在排气管中并且由此在所述涡轮增压器中得到较高的流动值。按将燃料加入到所述燃烧室中的、不仅包括分配到进气管喷射和直接喷射上的分

配情况而且也包括喷射时间和阀张开时间的精确的加入状态,可能出现以下情况:借助于进气管喷射首先被加入到所述进气管中的燃料没有到达所述燃烧室中,因为所述进气阀依然或者已经重又关闭。通过这种方式,使燃料在所述进气管中预贮存或者后贮存,并且能够在进气阀和排气阀同时打开的阶段、也就是在所谓的“扫气”的期间将燃料从所述进气管通过所述燃烧室吹扫到所述排气管中。这意味着,未燃烧的燃料到达所述废气中,这比如可能由于提高的废气温度而导致提高的构件负荷、差的排放值或者也导致过高的催化器温度。

[0011] 所提出的方法现在利用以下情况:通过所述燃烧室被吹扫的未燃烧的燃料能够在废气本身的不同参数或者其它与所述废气相关的参数中觉察出来。由此能够识别被吹扫的未燃烧的燃料并且能够通过合适的方式对用于用燃料来填充燃烧室的运转参数进行调整,从而避免或者至少降低对于未燃烧的燃料的吹扫,方法是:避免或者至少减少所述进气管中的预贮存的或者后贮存的燃料。通过这种方式,比如能够降低构件负荷、改进排放值并且避免过高的催化器温度。但是,在此能够至少部分地维持用进气管喷射和直接喷射进行的、关于排放有利的运行。

[0012] 优选所述至少一个与内燃机的燃烧室的废气相关的参数包括废气的温度、压力和/或质量流量、 λ 值、借助于废气来运行的涡轮增压器的转速和/或节流阀之前的进气管压力。为了获取所述数值,比如能够使用所述排气管中的温度传感器、 λ 探测器或者转速计或者进气管压力传感器。但是,作为补充方案或者替代方案,比如也能够考虑合适的用于进行计算的模型,尤其对于废气的温度来说。如果将燃料冲扫到所述进气管段中,则在那里出现放热的再反应(所谓的“再燃烧”)。这引起所述废气的焓升高(压力、温度)。这又提高了废气涡轮增压器转速。这种转速提高能够要么直接通过废气涡轮增压器转速传感器要么间接地通过节流阀之前的进气管压力的升高(也就是在压缩机输出端之后)来获取。这种对于转速提高的间接的测定明显比通过转速传感器进行的测定成本低廉,因为用于进气管压力的传感器通常本来就存在。所有所提到的参数受到燃料的吹扫的影响并且就这样能够容易地识别所述吹扫。不言而喻,比如这些参数中的仅仅一个参数的获取可能就已足够。但是,通过对于这些参数中的多个参数的获取并且比如也通过彼此间的比较,能够更加可靠地识别所述吹扫。

[0013] 为了从这样的参数中推断出废气中的未燃烧的燃料,能够在静态的运行与动态的运行之间进行区分。在静态的运行中、比如在所述内燃机的负荷和转速恒定时,一项假设是,在所述进气阀之前出现燃料的不期望的高的预贮存效应。也就是说,在吸气冲程结束时所述进气阀关闭并且来自进气管喷射的燃料以液态的形式贮存,也就是形成壁膜,并且/或者来自进气管喷射和/或来自所述壁膜的燃料以气态的形式贮存在进气阀之前。随着下一个吸气冲程,所述液态的或者气态的燃料通过打开的进气阀到达气缸中。到达所述燃烧室中的液态的输入量能够通过所述进气管喷射本身和壁膜模型来计算。但是,到达所述燃烧室中的气态的输入量歪曲具有空气的气缸填充量,因为预贮存的燃料蒸汽排挤所述空气。由此,而后跟随的燃烧太地进行或者在缺少空气的情况下进行,这能够以小于一的 λ 值来测量。此外,浓的燃烧引起燃烧温度的降低并且由此引起废气温度的降低。这又引起更少的废气流,所述更少的废气流能够通过降低的废气涡轮增压器转速来直接地测量或者作为替代方案能够在所述进气管压力的降低中间接地来测量。

[0014] 在动态的运行中,扫气(英语“Scavenging”)在所述内燃机的小转速的情况下为转

矩的提高做出重要的贡献。如此调节进气阀和排气阀,从而产生阀重叠(在所述排气阀关闭之前并且更确切地说在排气冲程中就在上死点之前不远处打开所述进气阀)。通过进气管段与进气管段之间的(动态的)压力降用新鲜空气来填充所述燃烧室,并且同时将从上次燃烧中留在所述燃烧室中的剩余气体扫出。用新鲜空气对气缸进行的更好的填充能够实现更高的转矩,因为一方面能够使更大的燃料量燃烧并且另一方面小的剩余气体份额改进所述内燃机的爆震状态。由此更高的、流经所述涡轮增压器的涡轮机的质量流量引起更高的动压头并且由此引起更高的涡轮机效率并且引起更高的增压压力。所述更高的增压压力又能够用于提高转矩,由此这种功能本身得到增强。通过用新鲜空气进行稀释而降低的废气温度以高的扫气率限制了所述功能的效用。此外,应该限制最大的扫气空气量,以便不干扰废气后处理。具有单流的涡轮机的四缸马达通常要求所述排气阀的短的打开持续时间,用于暂时使通过所述排气阀的打开引起的压力脉冲与邻缸的扫气阶段去除耦联。由此,新鲜空气相对于废气侧的驱动的扫气压力比例能够在阀重叠阶段中实现。而对于三缸马达来说,所述排气阀的打开持续时间通常没有限制性。作为短的排气阶段的替代方案,也能够考虑双流的涡轮机。在所有配置中,朝燃烧室中的直接喷射是有益的,用于在阀重叠阶段中避免燃料扫气损失。

[0015] 在“扫气”时在进气阀之前的汽化的燃料预贮存存在吹扫时引起到达所述燃烧室中并且到达所述废气中的燃料输入量,这在废气中引起温度升高(而不是温度降低)。此外,这些汽化的燃料预贮存由于燃料汽化而引起从进气阀侧到排气阀侧的更大的动态的压力降并且由此引起进气阀侧上的压力升高,这导致比所规定的扫气量更大的、干扰废气后处理的扫气量(λ 值和/或废气温度的变化)。这些汽化的燃料预贮存也引起更浓的燃烧,因为用吸入空气对缸的填充额外地包含来自前一个工作周期的燃料。

[0016] 在“扫气”时在进气阀之前的液态的燃料预贮存能够随着下一个吸气冲程和所述进气阀的打开而到达所述燃烧室中并且润湿缸壁、活塞表面、喷射器以及火花塞。如果不能随着主燃烧使液态的燃料量及时汽化并且燃烧,则出现沉积和炭黑形成。不过,如果来自液态的燃料的润湿部分及时汽化,那么所述润湿部分就导致被润湿的组件的冷却并且此外提高沉积形成的危险。此外,关于更浓的 λ 和更小的废气温度出现与结合汽化的燃料预贮存所解释的效应相同的效应。

[0017] 所述至少一个运转参数有利地包括有待借助于进气管喷射来加入到进气管中的燃料量、喷射持续时间和/或喷射开始。因此,比如预贮存的燃料量能够通过有待借助于进气管喷射来加入的燃料量的降低来降低。同样,比如能够对喷射开始进行调整,用于降低预贮存的或者后贮存的燃料量。通过这种方式,能够特别容易地避免或者至少降低吹扫。

[0018] 有利的是,在考虑到至少一个另外的用于所述燃烧室的填充的参数的当前的数值的情况下,对所述至少一个用于所述燃烧室的填充的运转参数进行调整。所述至少一个另外的运转参数在此尤其能够包括进气管喷射的喷射持续时间和/或喷射开始和/或所述燃烧室的进气阀和/或排气阀的至少一个操控参数。所述进气阀和/或排气阀的至少一个操控参数又能够尤其相应地包括对于阀升程和/或打开时刻和/或关闭时刻的调节。这一点尤其在使用具有可变的阀驱动机构的内燃机中是可能的,借助于所述可变的阀驱动机构能够个性化地调节所述阀的打开时刻和关闭时刻及阀升程。作为可变的阀驱动机构,在这里比如考虑本身熟知的、电的或者机电的阀驱动机构或者液压的阀驱动机构。通过这样的对于一

个或者多个另外的运转参数的考虑,能够更加精确地调整有待调整的运转参数。尤其通过这种方式也能够根据所述内燃机的当前的运行情况、像比如对所述运转参数产生影响的当前的负荷要求来进行调整。

[0019] 如果在调整所述至少一个运转参数时获取:所要求的有待借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量不能完全借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室中,那么所述至少一个运转参数就有利地包括有待借助于直接喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量,所述燃料量至少覆盖或者补偿不能借助进气管喷射来加入到所述燃烧室中的份额。如果比如由于高的负荷要求而需要很高的量的、有待借助于进气管喷射来配量的燃料量,但是这会在进气管中导致燃料的不可避免的预贮存或者后贮存,那就能够不是借助于进气管喷射而是借助于直接喷射将有待借助于进气管喷射来配量的燃料量的一部分加入到所述燃烧室中。也能够考虑,不仅仅将有待借助于进气管喷射来配量的燃料量的一部分而是在需要时将全部有待借助于进气管喷射来配量的燃料量转移到所述直接喷射上。这一点由于双重系统中的灵活性而能够十分容易地实现,从而一方面将必需的燃料量加入到所述燃烧室中并且另一方面尽管如此避免了燃料的预贮存或者后贮存。

[0020] 有利地,在考虑到所述至少一个参数的所获取的数值的情况下,对所述至少一个运转参数进行调整。通过从所获取的数值中获取预贮存的或者后贮存的或者被吹扫的燃料的量这种方式,能够更加精确地对所述运转参数进行调整。

[0021] 有利的是,在考虑到至少一个所属的所保存的数值的情况下,对所述至少一个运转参数进行调整。因此,比如能够在数据配置或者应用的范围内或者在测试中获取用于有待调整的运转参数的数值,对于所述数值来说可靠地避免燃料的预贮存或者后贮存。这些数值能够比如为所述内燃机的不同的另外的运转参数和/或运行条件而保存在组合特性曲线或者类似特性曲线中。如果现在识别出燃料的吹扫,则能够调节所保存的用于所述运转参数的数值,从而避免燃料的预贮存或者后贮存。

[0022] 机动车的按本发明的计算单元、比如控制器、尤其是马达控制器尤其在程序技术上被设立用于实施按本发明的方法。

[0023] 以计算机程序的形式来实施所述方法也是有利的,因为这引起的成本特别低,尤其如果执行用的控制器还用于另外的任务并且因此本来就存在。合适的用于提供计算机程序的数据载体尤其是磁存储器、光学存储器和电存储器、像比如硬盘、闪存盘、EEPROM、DVD以及类似更多的存储器。也能够通过计算机网格(互联网、内联网等等)来下载程序。

[0024] 本发明的另外的优点和设计方案从说明书和附图中得出。

附图说明

[0025] 本发明借助于附图的实施例示意性地示出并且下面参照附图进行描述。其中:

[0026] 图1a和1b示意性地示出了两台能够用于按本发明的方法的内燃机;

[0027] 图2示意性地示出了内燃机的气缸,该气缸能够用于按本发明的方法;

[0028] 图3示意性地示出了按本发明的方法的一种优选的实施方式的流程。

具体实施方式

[0029] 在图1a中示意性地并且简化地示出了内燃机100,该内燃机能够用于按本发明的

方法。所述内燃机100示范性地具有四个燃烧室103和一根进气管106,该进气管被连接到所述燃烧室103中的每个燃烧室上。

[0030] 所述进气管106在此为每个燃烧室103具有燃料喷射器107,所述燃料喷射器在所述进气管的相应的区段中布置在所述燃烧室之前的不远处。所述燃料喷射器107由此用于进气管喷射。此外,每个燃烧室103具有用于直接喷射的燃料喷射器111。

[0031] 在图1b中示意性地并且简化地示出了另一台内燃机200,该内燃机能够用于按本发明的方法。所述内燃机100示范性地具有四个燃烧室103和一根进气管206,该进气管被连接到所述燃烧室103中的每个燃烧室上。

[0032] 所述进气管206在此为所有燃烧室103具有一个共同的燃料喷射器207,该燃料喷射器在所述进气管中比如布置在这里未示出的节流阀之后不远处。所述第一燃料喷射器207由此用于进气管喷射。此外,每个燃烧室103都具有用于直接喷射的燃料喷射器111。

[0033] 这两台所示出的内燃机100和200由此拥有所谓的双重系统,也就是拥有进气管喷射和直接喷射。区别仅仅在于进气管喷射的种类。比如在图1a中示出的进气管喷射像比如能够为高值的内燃机所使用的那样允许个性化地为每个燃烧室进行燃料配量,而在图1b中示出的进气管喷射则在其构造及其操控方面更为简单。所述两台所示出的内燃机尤其能够是汽油马达。

[0034] 在图2中示意性地并且简化地、但是比在图1a中更详细地示出了所述内燃机100的气缸102。所述气缸102拥有燃烧室103,该燃烧室通过活塞104的运动来扩大或者缩小。所述当前的内燃机尤其能够是汽油马达。

[0035] 所述气缸102具有进气阀105,用于将空气或者燃料-空气-混合物放入到所述燃烧室103中。通过进气系统的进气管106来输入空气,所述燃料喷射器107处于所述进气系统上。通过所述进气阀105将所吸入的空气放入到所述气缸102的燃烧室103中。所述进气系统中的节流阀112用于调节输送到所述气缸102中的必需的空气质量流量。

[0036] 能够在进气管喷射的过程中运行所述内燃机。借助于所述燃料喷射器107,在这种进气管喷射的过程中将燃料喷射到所述进气管106中,从而在那里形成空气燃料混合物,通过所述进气阀105将所述空气燃料混合物放入到所述气缸102的燃烧室103中。

[0037] 也能够直接在喷射的过程中运行所述内燃机。为此目的,所述燃料喷射器111被安置在所述气缸102上,用于将燃料直接喷射到所述燃烧室103中。在进行这种直接喷射时,直接在所述气缸102的燃烧室103中形成为进行燃烧所需要的空气-燃料-混合物。

[0038] 此外,所述气缸102设有点火机构110,用于为了在所述燃烧室103中开始燃烧而产生点火火花。

[0039] 在燃烧之后将燃烧废气通过排气管108从所述气缸102中排出。所述排出过程根据同样布置在所述气缸102上的排气阀109的打开来进行。打开和关闭进气阀和排气阀105、109,用于以所熟知的方式来执行所述内燃机100的四冲程运行。

[0040] 为所述进气阀105设置了进气阀驱动机构105'并且为所述排气阀109设置了排气阀驱动机构109'。通过这些阀驱动机构来提供可变的阀驱动,由此能够个性化地不仅调节所述阀的打开及关闭时间而且调节其阀升程。所述阀驱动机构比如能够构造为机电的结构或者液压的结构。在此比如能够连续地或者分级地不仅调节所述时间而且调节所述阀升程。不言而喻,比如在图1a、1b和2中示出的其余的燃烧室或者气缸的阀同样拥有这样的阀

驱动机构。

[0041] 此外,设置了涡轮增压器130,将从所述排气管108中分支出来的废气输送到所述涡轮增压器中,用于在那里比如驱动涡轮机。在所述涡轮增压器130中通过这台涡轮机又驱动另一台涡轮机,所述另一台涡轮机对所吸入的新鲜空气进行压缩并且比如通过增压空气冷却器131将其导送给所述进气管107。通过这种方式,能够在所述进气管中提供得到提高的压力。

[0042] 此外,设置了用于对所述废气的温度进行检测的温度传感器120和处于所述排气管108中的 λ 探测器121以及用于对所述涡轮增压器130的转速进行检测的转速计122。

[0043] 能够用直接喷射、用进气管喷射或者以混合运行来运行所述内燃机100。这能够根据当前的工作点来选择相应最佳的、用于运行所述内燃机100的运行模式。因此,在以低的转速和低的负荷运行所述内燃机时能够比如以进气管喷射运行来运行该内燃机100,并且在以高的转速和高的负荷运行所述内燃机时能够以直接喷射运行来运行该内燃机。但是,在大的运行范围内,有意义的是,以混合运行来运行所述内燃机100,在所述混合运行中按份额通过进气管喷射和直接喷射来输入有待输送给所述燃烧室103的燃料量。

[0044] 此外,设置了构造为控制器115的、用于对所述内燃机100进行控制的计算单元。所述控制器115能够以直接喷射、进气管喷射或者混合运行来运行所述内燃机100。此外,所述控制器115也能够操控所述阀驱动机构105'和109'并且采集来自所述温度传感器120、所述 λ 探测器121和所述转速计122的数值。同样,所述控制器115比如能够操控所述涡轮增压器120。

[0045] 所述内燃机100的关于图2详细解释的作用原理也能够套用到按照图1b的内燃机200上,仅仅存在以下区别:为所有燃烧室或者气缸仅仅设置一个共同的燃料喷射器。因此,在进行进气管喷射时或者在进行混合运行时,持续地操控所述进气管中的唯一的燃料喷射器。

[0046] 在图3中示意性地示出了按本发明的方法的一种优选的实施方式的流程。首先示范性地借助于所述温度传感器来获取废气的温度 T_A 并且借助于所述 λ 探测器来获取 λ 值 λ 。作为借助于所述传感器来获取数值这种方式的替代方案或者补充方案,也能够使用合适的、用于进行估计并且/或者计算的模型。额外地,能够如借助于虚线所勾画的那样来补充地或者备选地获取比如进气管压力 P_S 和/或借助于废气来运行的涡轮增压器的转速 n_T 。

[0047] 现在,在测评步骤A中,根据所述废气的温度 T_A 、所述 λ 值 λ 、所述进气管压力 P_S 和所述转速 n_T 的所获取的数值中的一个或者多个数值来判断,是否存在未燃烧的燃料从所述进气管通过所述燃烧室到所述排气管中的废气中的吹扫。按所获取的各个数值的可靠性和/或其精度,所述数值比如能够一起用于进行判断或者比如也仅仅用于相互验证。对于更为详细的、推断出未燃烧的燃料的可行方案的解释来说,另外要参照上面的解释。

[0048] 如果在测评步骤A中推断出未燃烧的燃料的吹扫,那就能够作为运转参数比如对应该借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量 M_S 、所述进气管喷射的喷射时刻 t_E 以及喷射持续时间 Δt 进行调整。

[0049] 因此,能够比如降低应该借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量 M_S ,而同时朝更早的方向移动并且缩短所述喷射时刻 t_E 。通过这种方式能够防止:未燃烧的燃料被吹扫。不言而喻,比如也能够仅仅对所提到的运转参数中的一个或者两个运转参数进

行调整,如果这一点比如对于燃料的预贮存或者后贮存来说显得或者是足够的话。

[0050] 比如能够在考虑到组合特性曲线K的情况下对所提到的运转参数进行调整或者调节,在所述组合特性曲线中调整或者设定合适的用于相关的运转参数的数值,对于哪些数值来说已知不会出现未燃烧的燃料的吹扫以及所述进气管中的燃料的预贮存或者后贮存。

[0051] 对于由所述组合特性曲线K所使用的数值来说,在此比如能够根据用于所述内燃机的不同的工作点的不同的数值比如在负荷要求的方面来区分,哪些数值可能对有待调节的运转参数有影响。

[0052] 此外,如果降低应该借助于进气管喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量 M_S ,则能够相应地提高应该借助于直接喷射来加入到所述燃烧室中的燃料量 M_D 。通过这种方式,尽管避免了预贮存的或者后贮存的燃料也在总体上将所期望的燃料量加入到所述燃烧室中。

[0053] 此外,能够在对所述运转参数进行调整时对另外的运转参数、像比如所述进气阀的打开时刻 $t_{0,E}$ 和关闭时刻 $t_{S,E}$ 以及所述排气阀的打开时刻 $t_{0,A}$ 和关闭时刻 $t_{S,A}$ 及其当前的数值加以考虑。通过这种方式,比如能够有针对性地调整所述运转参数。因此,比如能够通过对于所述喷射开始和喷射持续时间的调整来使所述喷射的结束有针对性地与所述进气阀的关闭时刻相匹配。

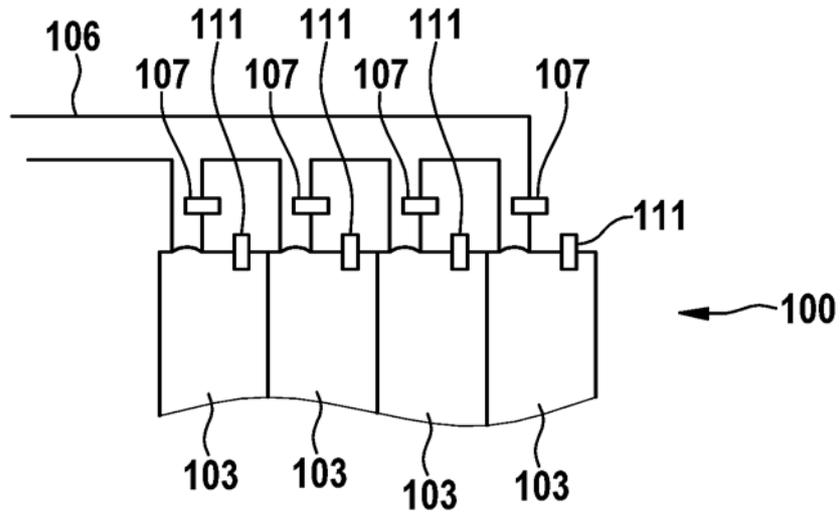


图 1a

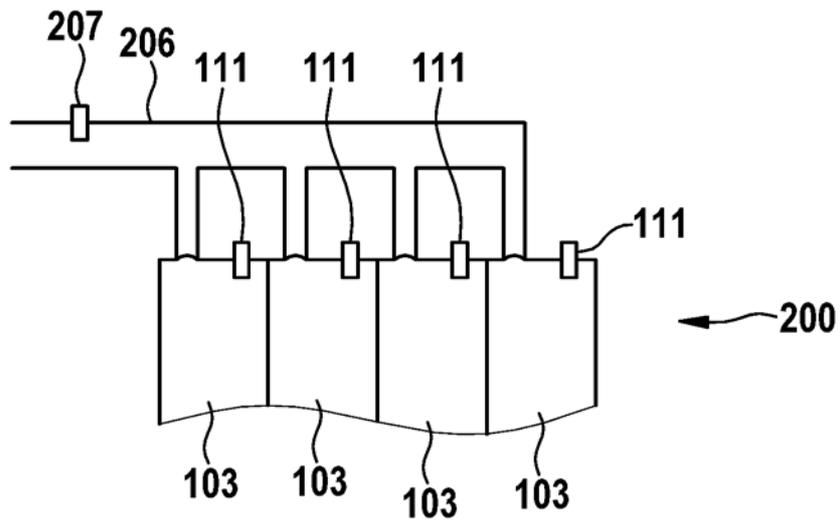


图 1b

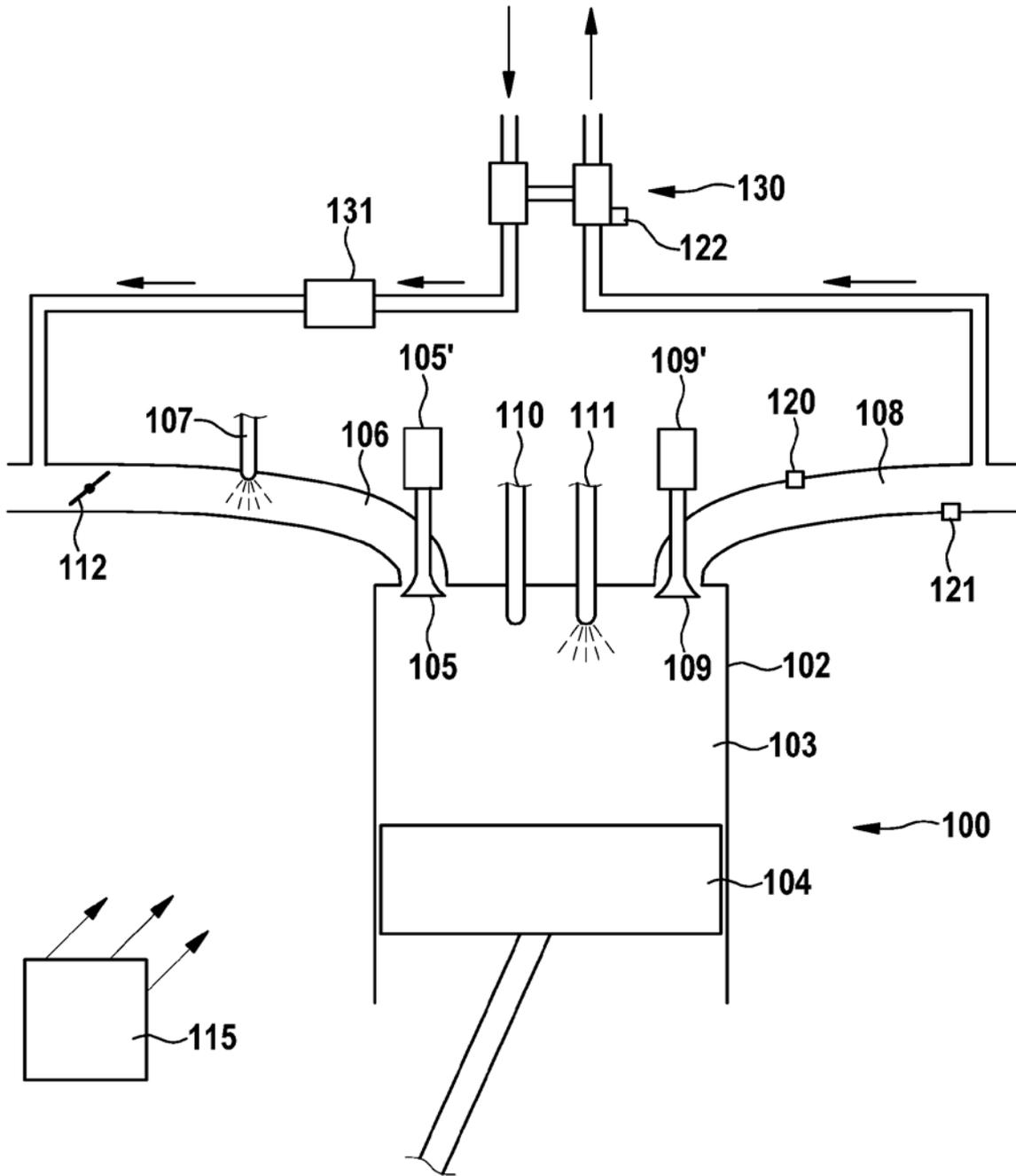


图 2

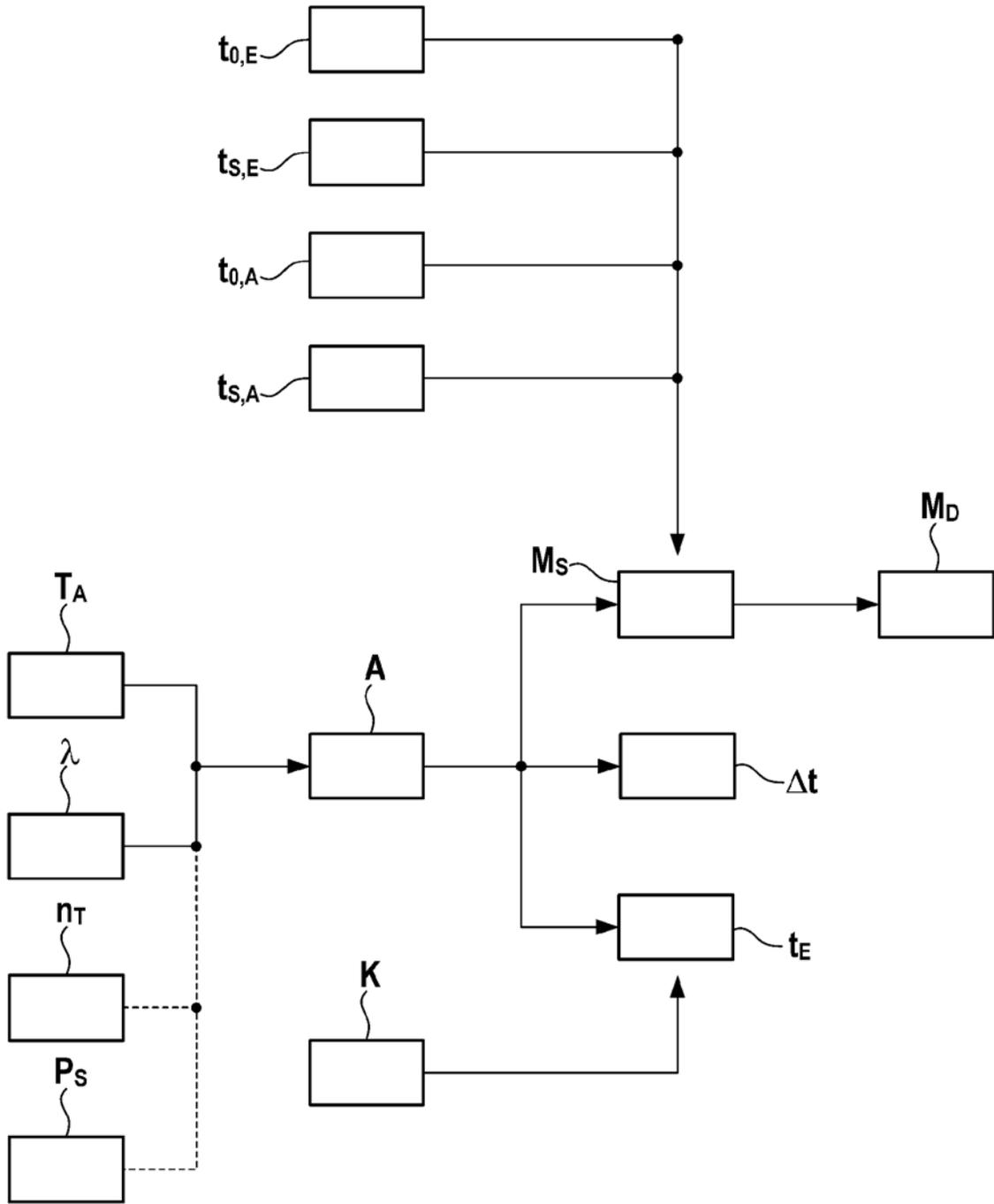


图 3