



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1364216 B

(45) 授权公告日 2010.06.09

(21) 申请号 01800487.3

(22) 申请日 2001.01.30

(30) 优先权数据

10012025.3 2000.03.11 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2001.11.09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2001/000346 2001.01.30

(87) PCT申请的公布数据

W001/69066 DE 2001.09.20

(73) 专利权人 罗伯特·博施有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 马丁·克伦克 斯特凡·乌尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 曾立

(51) Int. Cl.

F02D 41/34(2006.01)

F02D 41/30(2006.01)

F02D 41/14(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1240016 A, 1999.12.29, 全文.

GB 2257542 A, 1993.01.13, 全文.

US 6021758 A, 2000.02.08, 全文.

CN 1205759 A, 1999.01.20, 全文.

US 4688535 A, 1987.08.25, 全文.

审查员 周兵

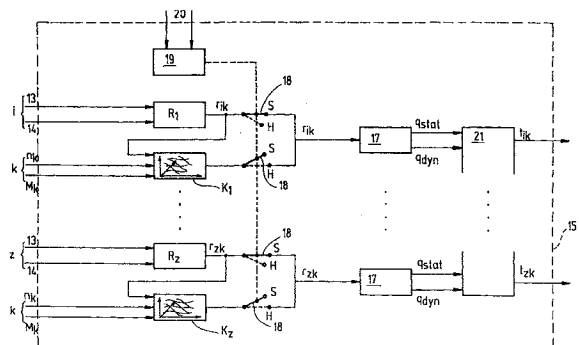
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

运行多缸内燃机的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种运行一多缸内燃机(1)、特别是一直喷式内燃机的方法,其中,燃料在第一运行方式中在一压缩阶段以及在第二运行方式中在一进气阶段通过一高压喷射阀(9)喷入一燃烧室(4),并且其中,在运行方式之间进行转换,并对内燃机各汽缸的转矩进行一致调节,在第一运行方式下借助于一调节器进行所述的汽缸一致调节,为了能够简单、迅捷、有效而又计算量小地进行汽缸一致调节,建议在多个运行点(k)上求出并储存用于校正各缸转矩误差(M_f_ik)的喷射校正因子(r_ik),由喷射校正因子(r_ik)求出高压喷射阀(9)的静态流量误差(q_stat)和动态流量误差(q_dyn),根据所求出的高压喷射阀(9)的流量误差(q_stat、q_dyn)校正喷入燃烧室(4)的燃料量。



1. 运行一多缸内燃机 (1) 的方法, 其中, 燃料在第一运行方式中在一压缩阶段以及在第二运行方式中在一进气阶段通过一高压喷射阀 (9) 喷入一燃烧室 (4), 并且其中, 在运行方式之间进行转换, 并对内燃机各汽缸的转矩进行一致调节, 在第一运行方式下借助于一调节器进行所述对内燃机各汽缸的转矩的一致调节, 其特征在于:

- 在多个运行点 (k) 上求出并储存校正各缸 (i) 的转矩误差 (M_{f_ik}) 所需的喷射校正因子 (r_{ik}),

- 由喷射校正因子 (r_{ik}) 求出高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}),

- 根据所述高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}) 校正喷入燃烧室 (4) 的燃料量。

2. 如权利要求 1 的方法, 其特征在于: 只在第一运行方式中求出喷射校正因子 (r_{ik})。

3. 如权利要求 1 的方法, 其特征在于: 喷射校正因子 (r_{ik}) 不仅在第一运行方式下求得, 而且在第二运行方式下求得。

4. 如权利要求 3 的方法, 其特征在于: 根据在第一运行方式下求得的喷射校正因子 (r_{ik}) 和根据在第二运行方式下求得的喷射校正因子 (r_{ik}) 求出共同的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}), 所述共同的静态流量误差和动态流量误差被作为对于待喷入燃烧室 (4) 中的燃料量进行校正的基础。

5. 如权利要求 1 至 4 之一的方法, 其特征在于: 将校正各汽缸 (i) 的转矩误差 (M_{f_ik}) 所需的、用于汽缸一致调节的调节器的调节作用相应于喷射校正因子 (r_{ik})。

6. 如权利要求 1 至 4 之一的方法, 其特征在于: 改变喷射时间来校正待喷入燃烧室 (4) 中的燃料量。

7. 如权利要求 1 至 4 之一的方法, 其特征在于: 将喷射校正因子 (r_{ik}) 储存到一特性曲线族 (k_i) 中。

8. 如权利要求 1 至 4 之一的方法, 其特征在于: 在长喷射时间的情况下, 将与运行点 (k) 相应的喷射校正因子 (r_{ik}) 考虑作为静态流量误差 (q_{stat})。

9. 如权利要求 1 至 4 之一的方法, 其特征在于: 在短喷射时间的情况下, 将与运行点 (k) 相应的喷射校正因子 (r_{ik}) 考虑作为动态流量误差 (q_{dyn})。

10. 如权利要求 1 的方法, 其特征在于: 该内燃机是一个直喷式内燃机。

11. 带有燃烧室 (4) 的内燃机 (1), 燃料可在第一运行方式下在一压缩阶段中以及在第二运行方式下在一进气阶段中经一高压喷射阀 (9) 喷入所述燃烧室 (4), 该内燃机带有一用于在所述运行方式之间进行转换的控制装置 (15), 并带有一调节器, 该调节器用于至少在第一运行方式下进行汽缸一致调节, 其特征在于: 控制装置 (15)

- 在多个运行点 (k) 上求出并储存校正各缸 (i) 的转矩误差 (M_{f_ik}) 所需的喷射校正因子 (r_{ik}),

- 由喷射校正因子 (r_{ik}) 求出高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}),

- 根据所述高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}) 校正待喷入燃烧室 (4) 中的燃料量。

12. 如权利要求 11 的内燃机, 其特征在于: 该内燃机是一个直喷式内燃机。

13. 用于一内燃机 (1) 的控制装置 (15), 所述内燃机带有一燃烧室 (4), 燃料可在第一运行方式下在一压缩阶段中以及在第二运行方式下在一进气阶段中由一高压喷射阀 (9) 喷入该燃烧室, 该内燃机还带有一调节器, 用于至少在第一运行方式下进行汽缸一致调节, 所述控制装置 (15) 用于在运行方式之间进行转换, 其特征在于: 所述控制装置 (15)

- 在多个运行点 (k) 上求出并储存校正各缸 (i) 的转矩误差 (M_{f_ik}) 所需的喷射校正因子 (r_{ik}),

- 由喷射校正因子 (r_{ik}) 求出高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}),

- 根据所述高压喷射阀 (9) 的静态流量误差 (q_{stat}) 和动态流量误差 (q_{dyn}) 校正待喷入燃烧室 (4) 中的燃料量。

14. 如权利要求 13 的控制装置, 其特征在于: 该内燃机是一个直喷式内燃机。

运行多缸内燃机的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种运行多缸内燃机的方法,所述多缸内燃机特别是一种直喷式内燃机。此外,本发明还涉及一种内燃机,特别是一种直喷式内燃机。

背景技术

[0002] 这种将燃料直喷入一内燃机燃烧室中的系统一般是公知的。在此分为第一运行方式和第二运行方式。第一运行方式为一种所谓分层燃烧方式,第二运行方式为一种所谓均质燃烧方式。分层燃烧特别适用于小负荷,而均质燃烧适用于内燃机大负荷。

[0003] 在分层燃烧时,燃料在内燃机的压缩阶段下喷入燃烧室的方式为,在点火时刻,一团燃料云处在在紧邻火花塞的附近。这种喷射可以以不同的方式实现。因此,可以使喷入的燃料云在喷入时以及刚一喷入后已经位于火花塞附近,并由该火花塞点火。也可以利用一种电荷运动将喷入的燃料云向火花塞输送,然后再点燃。在这两种燃烧方法中,都没有均匀的燃料分布,而是分层充气。

[0004] 分层燃烧的优点在于可以用非常小的燃料量实现较小的内燃机负荷。不过,较大的负荷不能通过分层燃烧实现。

[0005] 在适用于这种较大负荷的均质燃烧中,燃料在内燃机进气阶段中喷入,因此会发生涡流,从而很容易在燃烧室中实现燃料分布。就此而言,均质燃烧运行方法大致与内燃机的一种燃料以通常方式喷入进气管中的运行方法相应。根据要求,也可以在较小负荷下采用均质燃烧。

[0006] 在分层燃烧中,节气阀在通向燃烧室的进气管中被大大打开,燃烧基本上只由待被喷入的燃料量来控制 and / 或调节。在均质燃烧时,节气阀根据所需转矩被打开或关闭,喷射的燃料量根据吸入的空气量进行控制和 / 或调节。

[0007] 此外,在这两种运行方式中,即,在分层燃烧和均质燃烧中,喷入的燃料量还要根据若干运行参数控制和 / 或调节到节省燃料、减少排气等等的最佳值。这种控制和 / 或调节由内燃机的控制装置进行,在这两种运行方式中是不同的。

[0008] 在直喷式内燃机中,燃料通常由一高压喷射阀喷入内燃机的燃烧室中。由于加工公差和磨损,高压喷射阀的开启压力不同。因为在高压喷射阀上由一个共用的高压存储器提供相同的喷射压力,所以,在各燃烧室中喷入的燃料量不同,这会导致内燃机的运行不平稳,导致废气排放增多,还会导致燃料消耗的增加。

[0009] 为了通过用于燃料喷射的高压喷射阀来补偿由于加工和磨损差异而引起的对通流特性的改变,DE19828279 公开了一种用于多缸内燃机的汽缸一致调节手段。在此,内燃机各缸的转矩通过改变喷入燃烧室中的燃料量来一致调节。尽可能均匀的各缸转矩输出对内燃机的平稳运转、排放和消耗产生正面影响。

[0010] 在 DE19828279A1 中建议为各缸配置一个预控制特性曲线,在内燃机运行期间测得该预控制特性曲线。在分层燃烧时,通过一个调节器进行汽缸一致调节,预控制特性曲线用于卸载汽缸一致调节的调节器并改善动力学。在均质燃烧时,采用一个由预控制特性曲

线给出的喷射校正因子来校正喷射时间。调节器的输出参数在均质燃烧时在时间上是恒定的,即,调节器是无效的,汽缸一致调节是受控进行的。

[0011] 然而,在 DE19828279A1 中,均质燃烧时的受控汽缸一致调节只针对静态流量误差进行,这就是说,它只利用于大的喷射时间。动态流量误差没有被考虑。通过这种方法可以校正长时间喷射时(即,内燃机必须产生大的转矩并且负载运行时)各缸的转矩误差。而在短喷射时间(例如内燃机怠速时)的情况下,对转矩误差没有足够地补偿,这导致内燃机的不平稳和不均匀的运转。

发明内容

[0012] 本发明的任务是改善汽缸一致调节,使其不仅在长喷射时间、而且在短喷射时间的情况下,不仅在内燃机的第一运行方式下、而且在内燃机的第二运行方式下都可以校正各缸的转矩误差。

[0013] 为了完成本发明的任务,基于本说明书开头时所述的现有技术本发明建议:在运行多缸内燃机的方法中,燃料在第一运行方式下在一压缩阶段中以及在第二运行方式下在一进气阶段中经一个高压喷射阀喷入该燃烧室中,其中,在这些运行方式之间进行转换,并对内燃机的各缸的转矩进行一致调节,在第一运行方式下,汽缸一致调节借助于一调节器进行,其中:

[0014] - 在多个运行点上测出校正各缸转矩误差所需的喷射校正因子,并将其储存起来,

[0015] - 由这些喷射校正因子求出高压喷射阀的静态流量误差和动态流量误差,

[0016] - 根据所求出的高压喷射阀的流量误差来校正待喷入燃烧室的燃料量。

[0017] 首先,本发明在多个运行点上测出内燃机各缸的喷射校正因子。此外,运行点由汽缸进气的混合气量和混合气成分所定义。在测出喷射校正因子后将它们存储起来。

[0018] 各缸的转矩误差的主要原因是高压喷射阀的误差、尤其是流量误差。因此,流量误差较准确地反应出各缸的转矩误差。本发明利用了这一点,在内燃机的常规的分层燃烧运行方式和/或均质燃烧运行方式下由所储存的喷射校正因子求出高压喷射阀的流量误差。然后,根据所求出的高压喷射阀的流量误差对待喷入燃烧室的燃料量进行校正,从而匹配各个汽缸的转矩。

[0019] 静态误差定义为在高压喷射阀完全打开的情况下静态产生的流量误差。动态误差定义为静态产生的流量误差和在高压喷射阀开启和关闭过程中动态产生的误差。特别是,高压喷射阀的动态流量误差对于经高压喷射阀喷入一个汽缸的燃烧室中的燃料量和因此而由该汽缸输出的转矩产生决定性的影响。

[0020] 由于按照本发明从所储存的喷射校正因子中不仅求出内燃机的高压喷射阀的静态流量误差,而且求出其动态流量误差,并且将其考虑到待喷入燃烧室中的燃料量的校正中,所以,在内燃机的各运行点,不仅在分层燃烧时,而且在均质燃烧时都可以保证内燃机平稳并均匀地运行。

[0021] 本发明的一有利的实施形式建议只在第一运行方式(即,分层燃烧)下求得喷射校正因子。在分层燃烧时,各缸的转矩误差完全借助于用于汽缸一致调节的调节器来调节。给出了一个燃料量与从内燃机输出的转矩的比例。调节器的调节作用对应于喷射校正因子。在分层燃烧的情况下,可以以非常高的精度来测出喷射校正因子,并完全消除内燃机各

缸的转矩差别。

[0022] 本发明的另一替换实施例建议,各缸的喷射校正因子不仅在第一运行方式下被求得,而且在第二运行方式(即,均质燃烧)下求得。不同的是,在分层燃烧时进行汽缸一致调节,而在均质燃烧时不进行汽缸一致调节,因此,不保证燃料与转矩之间的比例。然而,可以采用一种适应的方法来较大地减小转矩误差,优选将该误差减至零。求出为此所需的喷射校正因子。通过采用这种只校正两个最大偏差的缸的适应方法,可以将转矩差别减小,并从而将燃料差减小。

[0023] 在均质燃烧时求出的喷射校正因子虽然比分层燃烧时求出的喷射校正因子的精度低,但是,由于 $\lambda = 1$ 的燃烧、特别是随着内燃机部件的老化,其可靠性更高。

[0024] 然而,如果采用一个缸的单独的 λ 值,也可以在均质燃烧时借助于调节器调节转矩误差。与分层燃烧时不同的是,燃料量与从内燃机输出的转矩之间的关系是非线性的。

[0025] 本发明的一个优选的实施形式建议,根据在第一运行方式中测出的喷射校正因子并且根据在第二运行方式中测出的喷射校正因子求出共同的静态和动态流量误差,并且将它们作为校正待喷入燃烧室中的燃料量的基础。共同的流量误差可以通过任意的运算程序根据喷射校正因子求出。例如,对喷射校正因子进行所谓求平均值、加权或滤波(Filterung)。

[0026] 为了求出共同的流量误差,可以对喷射校正因子进行任意的处理。例如,可以从在分层燃烧中和在均质燃烧中求出的静态流量误差求出一个共同的静态流量误差。同样可以从在分层燃烧中和在均质燃烧中求出的动态流量误差求出一个共同的动态流量误差。一种替换的方式是,在求共同的静态或动态流量误差时不仅考虑静态的而且考虑动态的流量误差。

[0027] 构成共同的流量误差的另一种可行的方法是,如果在分层燃烧或均质燃烧中求出的流量误差在第一近似中一致,则将在分层燃烧中求出的静态和动态流量误差用作共同流量误差,如果在分层燃烧或均质燃烧中求出的流量误差不一致,则将在均质燃烧中求出的静态和动态流量误差用作共同的流量误差。虽然这导致内燃机各缸的转矩误差可能没有完全地被校正,但是对于此,它比在分层燃烧中求出的流量误差更可靠,因此是优选的。

[0028] 本发明的另一优选的实施形式建议将用于汽缸一致调节的调节器的、为校正各缸的转矩误差所需的调节作用考虑作为喷射校正因子。喷射校正因子的求值和存储通过一种在 DE19828279A1 中公开的方法进行。在 DE19828279A1 中对此作了较详细的描述。

[0029] 按照本发明的一个优选的实施形式,通过改变高压喷射阀的喷射时间来校正喷入燃烧室中的燃料量。然后借助于对于内燃机的各缸求出的两校正值 - 静态和动态流量误差 - 校正要经过相应的高压喷射阀被喷入的燃料量。借助于静态流量误差以乘法的方式改变各喷射时间,借助于动态流量误差,以加法的方式改变各喷射时间。

[0030] 有利的是,将求出的用于汽缸一致调节的喷射校正因子储存到一个特性曲线族中。该特性曲线族最好被存入内燃机的控制装置中,它一方面是与内燃机的转数、另一方面是与内燃机输出的转矩有关的。在内燃机运行期间,控制装置可以取出所存入的喷射校正因子,求出高压喷射阀的相应的流量误差,并相应地校正待喷入燃烧室中的燃料量。

[0031] 按照本发明的一优选的实施形式,在长喷射时间的情况下,将与运行点相对应的喷射校正因子用作静态流量误差。喷射校正因子在喷射时间较长的情况下提供一个对于静

态流量误差来说可靠的值,因为喷射时间越长,高压喷射阀的动态误差(即,由于打开和关闭过程而引起的误差)的影响就越小。

[0032] 按照本发明的另一优选的实施形式,在喷射时间短的情况下,将与运行点相应的喷射校正因子作为动态流量误差。喷射时间越短,即,高压喷射阀打开或关闭的时间越短,动态误差对高压喷射阀的流量误差的影响越大。

[0033] 本发明使得高压喷射阀的加工公差可以加大。因为在本方法中针对各单独的缸测出每个单个高压喷射阀的性能,并在汽缸一致调节时加以考虑。此外,按照本发明,在汽缸一致调节时还要考虑高压喷射阀的动态流量误差,因此,特别是在喷射时间短的情况下,可以实现各缸转矩误差的完全校正。

[0034] 特别有意义的是,以一个控制元件的形式实现本发明的方法,该控制元件被设置用于内燃机、特别是直喷式内燃机的一个控制装置。在该控制元件上储存一程序,该程序可以在控制装置的一个计算装置、特别是一个微处理机上运行,并适用于执行本发明的方法。在这种情况下,本发明通过一个储存在该控制元件上的程序实现,因此,在本发明中以与所述方法相同的方式描述该带有适于实施此方法的程序的控制元件。作为控制元件,可以采用特别是一个电存储介质、例如一个只读存储器(ROM),或者一个闪速存储器。

[0035] 作为实现本发明目的的另一解决方案,基于本说明书开头所述的现有技术的内燃机,本发明建议,该内燃机带有一个燃烧室,燃料可在第一运行方式下在一压缩阶段中以及在第二运行方式下在一进气阶段中经一个高压喷射阀喷入该燃烧室,该内燃机带有一用于进行运行方式转换的控制装置,还带有一用于至少在第一运行方式下进行汽缸一致调节的调节器,其中,控制装置

[0036] - 在多个运行点上求出并储存校正各缸的转矩误差所需的喷射校正因子,

[0037] - 由喷射校正因子求出高压喷射阀的一静态流量误差和一动态流量误差,

[0038] - 根据求出的高压喷射阀的流量误差校正喷入燃烧室的燃料量。

[0039] 最后,作为实现本发明目的的一种方案,基于本说明书开头所述的现有技术的内燃机的控制装置,建议,一种用于内燃机的控制装置,所述内燃机带有一燃烧室,燃料可在第一运行方式下在一压缩阶段中以及在第二运行方式下在一进气阶段中由一高压喷射阀喷入该燃烧室,该内燃机还带有一调节器,用于至少在第一运行方式下进行汽缸一致调节,所述控制装置用于在运行方式之间进行转换,这种控制装置

[0040] - 在多个运行点上求出并储存校正各缸的转矩误差所需的喷射校正因子,

[0041] - 由喷射校正因子求出高压喷射阀的一静态流量误差和一动态流量误差,

[0042] - 根据所求出的高压喷射阀的流量误差校正喷入燃烧室的燃料量。

[0043] 优选将汽缸一致调节用的调节器的调节作用考虑作为喷射校正因子。

附图说明

[0044] 以下结合附图对本发明的优选实施例详细说明。其中,

[0045] 图 1 是本发明内燃机的一优选实施形式的简图;

[0046] 图 2 是图 1 所示的内燃机的另一简图;

[0047] 图 3 是本发明的一优选实施形式的控制装置。

具体实施方式

[0048] 在图 1 中示出了一直喷式汽车内燃机 1, 其中的活塞 2 可在一汽缸 3 中往复运动。内燃机 1 具有 z 个汽缸 3。这些汽缸 3 分别带有一燃烧室 4, 各燃烧室由一个活塞 2、一个进气阀 5 和一个排气阀 6 所包围。进气阀 5 与一进气管 7 相联, 排气阀 6 与一排气管 8 相联。在进气阀 5 与排气阀 6 附近, 一高压喷射阀 9 和一火花塞 10 伸入到燃烧室 4 内。燃料可以通过该高压喷射阀 9 喷入燃烧室 4。火花塞 10 可以将燃料在燃烧室 4 内点燃。在第一运行方式 (分层燃烧) 下, 燃料在一压缩阶段中被喷入燃烧室 4。在第二运行方式 (均质燃烧) 下, 燃料在一进气阶段中被喷入燃烧室 4。在内燃机 1 运行期间可以转换运行方式。

[0049] 通过燃料在燃烧室 4 中的燃烧, 活塞 2 可以在燃烧室 4 中作往复运动。该往复运动传递到一个曲轴 11 (图 2) 上, 在该曲轴上作用一个转矩 M_{ik} 。

[0050] 曲轴 11 上设置一个传感轮 12, 借助于一个传感器 13 测量该传感轮的转角。在汽缸 3 上设置另一个传感器 14, 该传感器测出例如活塞 2 的上死点, 作为一四冲程内燃机两工作循环的边界。传感器 13 和 14 的信号被输送到一个控制装置 15, 该控制装置在内燃机 1 的运行点 k 上产生一个喷射脉冲信号 t_{ik} , 用于控制一汽缸 i ($i = 1 \dots z$) 的高压喷射阀 9。一个运行点 k 由汽缸充气的混合气量和混合气成分来定义。

[0051] 图 3 示出控制装置 15 的部分。在控制装置 15 中, 以在 DE19828279A1 中公开的方法, 通过用于内燃机 1 的各汽缸 i 的合适的调节器 R_i ($i = 1 \dots z$) 或者 PI- 调节器产生喷射校正因子 r_{ik} 。DE19828279A1 中对此作了清楚的描述。汽缸 i 的传感器 13、14 的信号被输送给调节器 R_i 。

[0052] 喷射校正因子 r_{ik} 为用于校正内燃机 1 各汽缸 i 的转矩误差 $M_{f_{ik}}$ 所需的因子。所求出的喷射校正因子 r_{ik} 与运行点相关地储存在单独汽缸的特性曲线族 k_i ($i = 1 \dots z$) 中。为了确定运行点 k , 将内燃机 1 的转数 n_k 和转矩 M_k 输送给特性曲线族 k_i 。

[0053] 不仅在分层燃烧时, 而且在均质燃烧时也测出各汽缸 i 的喷射校正因子 r_{ik} 。在分层燃烧时, 借助于一调节器 R_i 完全调节了各缸 i 的转矩误差 $M_{f_{ik}}$ 。给出了燃料量与内燃机 1 输出的转矩 M_k 的一个比例。调节器 R_i 的调节作用与喷射校正因子 r_{ik} 相应。在分层燃烧中, 可以以非常高的精度求出喷射校正因子 r_{ik} , 并可完全消除内燃机 1 的各汽缸 i 的转矩差 $M_{f_{ik}}$ 。

[0054] 与分层燃烧不同的是, 在均质燃烧中不进行调节, 所以不保证燃料与转矩 M_k 之间的比例。但是可以采用一个适应的方法来较大地减小转矩误差 $M_{f_{ik}}$, 最好减小至零。求出为此所需的喷射校正因子。虽然在均质燃烧中求出的喷射校正因子 r_{ik} 的精度较低, 但是由于是 $\lambda = 1$ 的燃烧, 所以具有更高的可靠性。

[0055] 然而, 如果采用一个单缸的 λ 值, 在一直到 λ 等于大约 0.85 的均质燃烧时也可以借助于调节器 R_i 调整转矩误差 $M_{f_{ik}}$ 。与分层燃烧不同的是, 燃料与由内燃机 1 输出的转矩 M_k 之间的关系是非线性的。

[0056] 接着, 在功能框 17 中, 由喷射校正因子 r_{ik} 求出静态流量误差 q_{stat} 和动态流量误差 q_{dyn} 。在内燃机 1 分层燃烧时, 考虑由调节器 R_i 所产生的喷射校正因子 r_{ik} 来求出流量误差 q_{stat} 和 q_{dyn} 。在内燃机 1 均质燃烧期间, 从特性曲线族 k_i 中取出各运行点 k 的喷射校正因子 r_{ik} 。借助于开关 18 在分层燃烧 (位置“S”) 与均质燃烧 (位置“H”) 之间转换。开关 18 由控制装置 15 的一个操作单元 19 操作。操作单元 19 根据内燃

机 1 的不同的运行特性参数 20 确定内燃机 1 的实际运行方式。

[0057] 在功能框 17 中,按照本发明,在长喷射时间 t_{ik} 的情况下,将与运行点 k 相对应的喷射校正因子 r_{ik} 考虑作为静态流量误差 q_{stat} ,因为喷射时间 t_{ik} 越长,即,高压喷射阀 9 开启或关闭的时间越长,动态流量误差 q_{dyn} 的影响就越小。在短喷射时间 t_{ik} 的情况下,将与运行点 k 相应的喷射校正因子 r_{ik} 考虑作为动态流量误差 q_{dyn} ,因为喷射时间 t_{ik} 越短,即,高压喷射阀 9 的操作的时间越短,静态流量误差 q_{stat} 的影响就越小。

[0058] 然后,在控制装置 15 的处理单元 21 中根据各汽缸 i 的喷射校正因子 r_{ik} 求出在一个确定的运行点 k 上的对于一个确定的汽缸 i 的校正后的喷射时间 t_{ik} 。确切地说,借助于静态流量误差 q_{stat} ,以乘法的方式校正所计算出的各喷射时间,借助于动态流量误差 q_{dyn} ,以加法的方式校正各喷射时间。此外,在处理单元 21 中也可以对所求出的喷射时间 t_{ik} 进行一次滤波或者统一。

[0059] 概括起来说,首先求出喷射校正因子 r_{ik} 。在分层燃烧和一直到 $\lambda = 0.85$ 的均质燃烧时,借助于调节器 R_i 将转矩误差 $M_{f_{ik}}$ 调节至零。调节器 R_i 的调节作用相应于喷射校正因子 r_{ik} 。在分层燃烧中,在燃料量与所输出的转矩 M_k 之间存在着一个比例,在直到 $\lambda = 0.85$ 的均质燃烧中,为非线性关系。喷射校正因子 r_{ik} 存储在控制装置 15 中的单个汽缸的特性曲线族 k_i 中。

[0060] 在内燃机 1 运行时,根据在特性曲线族 k_i 中对于一个确定的运行点 k 存储的喷射校正因子 r_{ik} 求出静态流量误差 q_{stat} 和动态流量误差 q_{dyn} 。根据流量误差 q_{stat} 、 q_{dyn} 校正喷入燃烧室 4 中的燃料量,因此,各缸 i 提供一致大小的转矩 M_{ik} ,而与各高压喷射阀 9 所带有的误差有多大无关。这对于内燃机 1 的平稳运行、排放和耗油都有正面影响。

[0061] 本发明使得高压喷射阀 9 的加工公差可以加大。这是因为在校正转矩误差 $M_{f_{ik}}$ 时也考虑了动态流量误差 q_{dyn} ,而且针对各个汽缸求出内燃机 1 的各个高压喷射阀 9 的特性,并在汽缸一致调节时加以考虑。

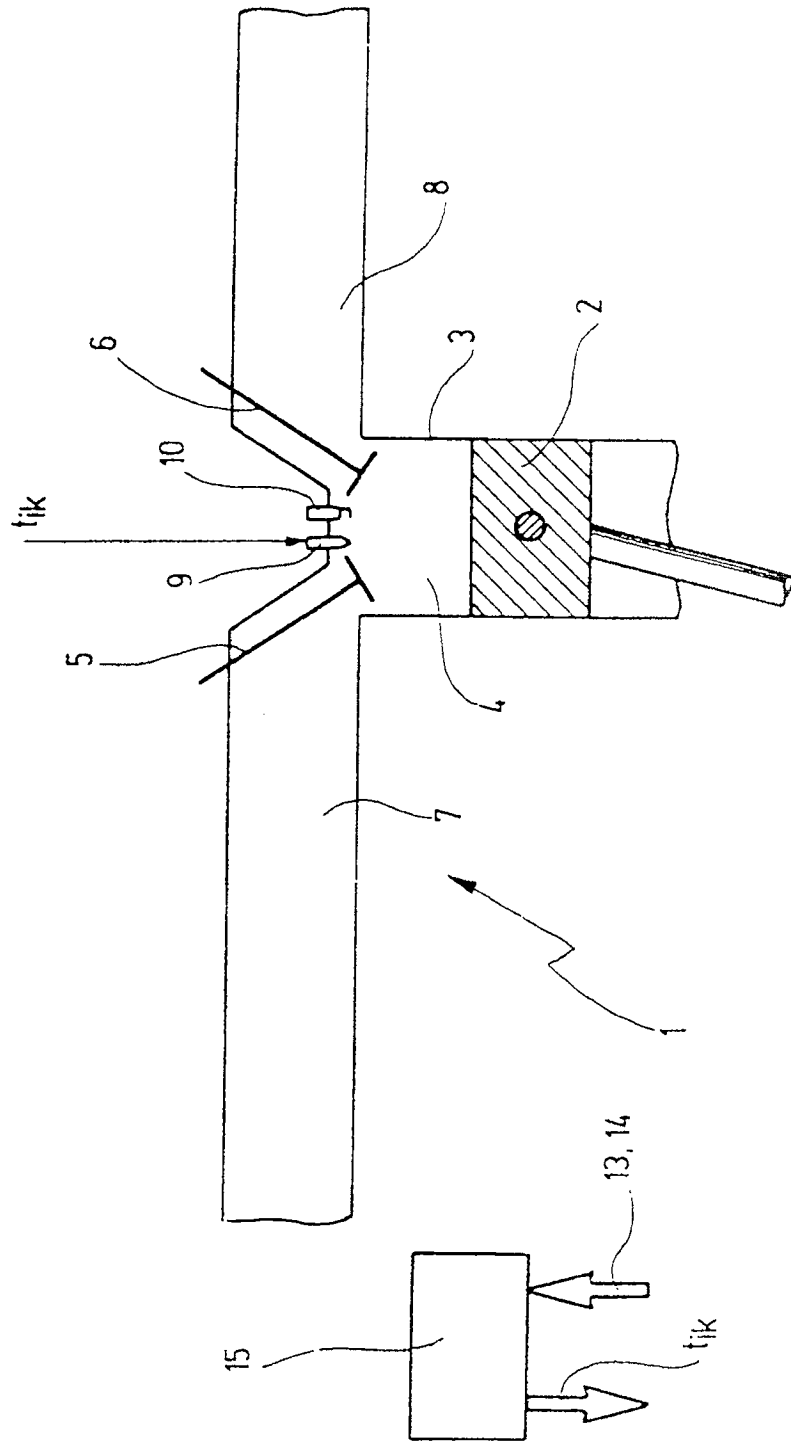


图 1

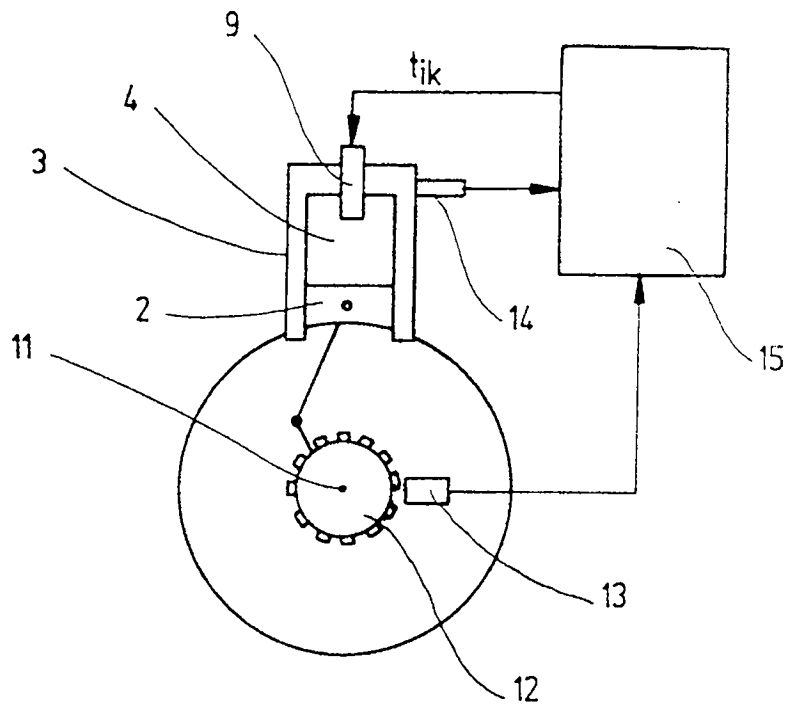


图 2

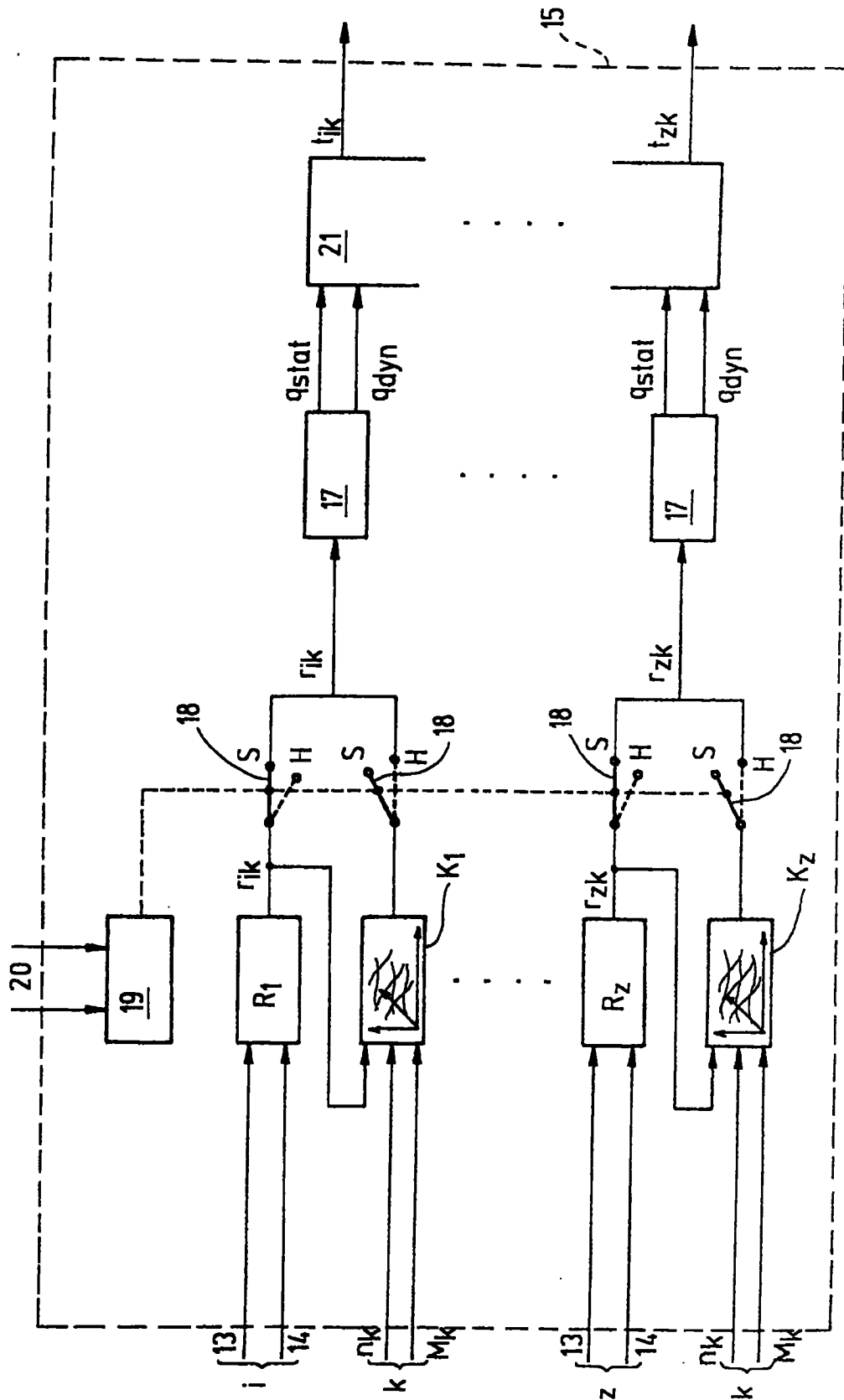


图 3