

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/00 (2006.01)

F01L 1/34 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580008224.6

[45] 授权公告日 2009年4月22日

[11] 授权公告号 CN 100480492C

[22] 申请日 2005.3.1

[21] 申请号 200580008224.6

[30] 优先权

[32] 2004.3.4 [33] DE [31] 102004010519.7

[86] 国际申请 PCT/EP2005/002153 2005.3.1

[87] 国际公布 WO2005/085618 德 2005.9.15

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.14

[73] 专利权人 延斯·梅纳特

地址 德国海恩斯多弗格隆德

[72] 发明人 延斯·梅纳特

[56] 参考文献

EP1134398A2 2001.9.19

EP1333158A1 2003.8.6

US6390056B1 2002.5.21

EP1323915A2 2003.7.2

审查员 闫俊

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 张敬强

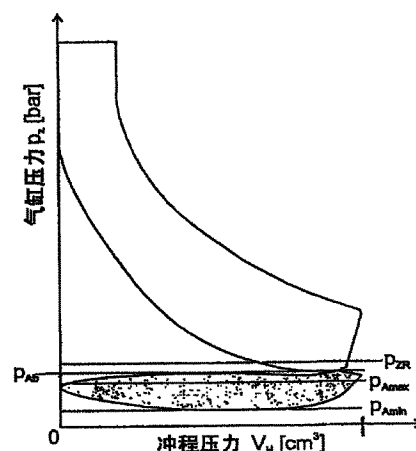
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

控制内燃机气流的方法和装置

## [57] 摘要

本发明的目的是提供控制每工作循环供给到内燃机的气流量而不导致节流损失的方法。所述方法的特征在于：检测加速器踏板信号( $\gamma$ )，其值取决于加速器踏板的位置；检测转速信号( $n$ )，其值取决于内燃机的转速；负载采集由( $\gamma$ )和( $n$ )形成；确定内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口在压缩冲程中的相关负载采集打开时间( $T_{di}$ )和每工作循环和气缸的相关负载采集燃料注入量( $\sim t_i$ )；及根据负载采集确定预先角度。本发明方法的优点是，相对于用于每个工作循环供给到内燃机的节流或非节流控制的现有方法，在满负载区域内各的引入气流量中仅产生可忽略的波动，从而即使在负载变化过程中，工作参数以积极方式相互对应减小了污染气体排放，增加了由改进响应特性驱动的满意度，并简化了内燃机关于供给气流量控制的构建方法。



1. 一种方法，用于控制使用直接燃料喷射的内燃机和每个气缸的至少一个进气和一个排气装置处的气流，每个气缸使用至少一个可控制排气口，所述可控制排气口连接到内燃机的气缸的压缩室，其特征在于：

存储加速器踏板信号 ( $\gamma$ )，其值取决于加速器踏板的位置；

存储转速信号 ( $n$ )，其值取决于内燃机的转速，且加速器踏板信号 ( $\gamma$ ) 用于限定负载条件；

确定在压缩冲程中内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的相关负载条件打开时间 ( $t_{Li}$ ) 和每工作循环和气缸的相关负载条件燃料注入量 ( $\sim t_{Li}$ )；  
及

确定预先角度 ( $ZW$ ) 作为负载条件的函数；

测量一个或多个排气阀处的当前排气压力。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：

预先角度 ( $ZW$ ) 替换为确定为发动机转速 ( $n$ ) 和燃料量信号 ( $\sim t_{Li}$ ) 的函数。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：

确定压缩室中各排气口的不同打开时间 ( $t_{Li}$ ) 以用于不同气缸，应用方式为所有已点火气缸被供给有大体相同量的工作介质。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：

如果部分负载信号存在，则未点火气缸的压缩室中的排气口的打开时间 ( $t_{Li}$ ) 改变，从而点火气缸的负载控制可在已形成限制内完成。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于：

如果部分负载信号存在，则未点火气缸的压缩室中的排气口的打开时间 ( $t_{Li}$ ) 改变，从而点火气缸的负载控制可在已形成限制内完成。

6. 根据权利要求 1、2、5 中任一项所述的方法，其特征在于：

内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开 ( $GO$ ) 的开始以一种方式进行选择，该方式为排气计量压力大于气缸中压力 ( $p_z$ ) 以使排气能够循环。

7. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于：

内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开(GO)的开始以一种方式进行选择,该方式为排气计量压力大于气缸中压力( $p_z$ )以使排气能够循环。

8. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开(GO)的开始以一种方式进行选择,该方式为排气计量压力大于气缸中压力( $p_z$ )以使排气能够循环。

9. 根据权利要求1-2、5、7-8中任一项所述的方法,其特征在于:

在每个气缸监视内燃机的可能响动且设置内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间( $t_{Li}$ )以防止响动。

10. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:

在每个气缸监视内燃机的可能响动且设置内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间( $t_{Li}$ )以防止响动。

11. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

在每个气缸监视内燃机的可能响动且设置内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间( $t_{Li}$ )以防止响动。

12. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:

在每个气缸监视内燃机的可能响动且设置内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间( $t_{Li}$ )以防止响动。

13. 根据权利要求1-2、5、7-8、10-12中任一项所述的方法,其特征在于:

用于调整压缩冲程中每个气缸内的空气量排气口的功能通过一个或多个排气阀操纵。

14. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:

用于调整压缩冲程中每个气缸内的空气量排气口的功能通过一个或多个排气阀操纵。

15. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

用于调整压缩冲程中每个气缸内的空气量排气口的功能通过一个或多个排气阀操纵。

16. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:

用于调整压缩冲程中每个气缸内的空气量排气口的功能通过一个或多个

个排气阀操纵。

17. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于：

用于调整压缩冲程中每个气缸内的空气量排气口的功能通过一个或多个排气阀操纵。

18. 根据权利要求1-2中任一项所述的方法，其特征在于：

气缸中的空气量通过测量在压缩冲程中排气口或排气阀下游的排气压力 ( $p_{Ab}$ ) 来确定。

19. 根据权利要求1-2中任一项所述的方法，其特征在于：

将在压缩冲程中排气口或排气阀的打开时间 ( $t_{Li}$ ) 和/或打开冲程的设置控制为排气压力信号 ( $p_{Ab}$ )、发动机转速 ( $n$ ) 和加速器踏板位置 ( $\gamma$ ) 的函数。

20. 一种装置，用于通过至少一个排气口或至少一个可完全控制的出口装置来控制具有对每个气缸和工作循环特定的可控制燃料注入的内燃机的气流，其特征在于：

具有转速传感器，其确定曲柄轴的转速；

具有压力传感器，其测量每个气缸的排气阀下游和/或排气口下游的压力 ( $p_{Ab}$ )；

具有传感器，其测量加速器踏板的位置；及

具有发动机控制器，参数发动机转速 ( $n$ )、压力信号 ( $p$ ) 和加速器踏板位置 ( $\gamma$ ) 传输到其中，所述发动机控制器包括整合的控制单元，所述控制单元具有用于确定气流的运算法则，且所述发动机控制器使用传输到其中的参数以提供确定每个气缸的排气口或者一个或多个排气阀的打开时间和/或阀冲程的控制信号。

21. 根据权利要求20所述的装置，其特征在于：

发动机控制器根据用于每个气缸的曲柄轴转速 ( $n$ ) 的转速表的测量值以及排气口或排气阀的下游压力传感器的测量值 ( $p_{Ab}$ ) 来确定发动机负载，并通过在压缩冲程中经促动器设置排气阀的打开时间或打开冲程来设置燃烧空气量。

22. 一种内燃机，其根据权利要求1-19中任一个所述的方法操作。

23. 一种内燃机，其包括权利要求 20—21 中任一个所述的装置。

## 控制内燃机气流的方法和装置

### 技术领域

本发明涉及控制具有直接燃料喷射的内燃机气流的方法，并涉及实现该方法的装置。

### 背景技术

具有直接燃料喷射的内燃机的发展水平和有效运用，特别是根据本发明的全部条件，其特征在于通过在进气冲程中降低起始压力（方案 I）或通过也在进气冲程中根据期望负载范围而较早地关闭进气阀（方案 II）来控制压缩冲程中被压缩的空气量。

对于方案 I，是通过限制供给到内燃机上游的一个或多个进气阀的气流来实现在每个压缩冲程的开端减小压缩室中的起始压力。此类控制供给到内燃机的气流的实施方式的实例是节流阀，滑阀或控制滑块（参照 DE3720097A1、DE19734227C2、DE69704595T2、DE19502669C2、DE19928523A1、DE19501150C2 或 DE10058200A1）。内燃机的当前负载条件是通过测量供给到内燃机的气流或通过确定供给到内燃机的气流在经过每个节流部件后的压力减小来决定的。由于实现供给到内燃机的气流的该控制的方式，产生节流损失，从而减小了在每个气缸的进气冲程中负载控制所需的压力减小的效果（参照 Poehls, Axel: Investigation of a method for controlled exhaust-gas recycling in petrol engines; VDI Verlag GmbH Duesseldorf; Dissertation 2001; IBSN 3-18-345812-8; p10r Homburg, Arno: Optical investigation of jet expansion and mixing with direct-injection petrol combustion methods; Faculty for Mechanical Engineering and Electronics, University of Braunschweig; Dissertation 2002; p12）。这些损失导致效率的降低，特别是在内燃机的部分负载范围内（参照 Weirich, Marko; NOx-reduction by using the SCR method on a petrol engine with direct injection; University of Kaiserslautern, Department of Mechanical Engineering and Process Technology; Dissertation

2001; p3)。

关于每工作循环中将无节流控制的气流供给到内燃机的方法 II 的实施方式公开于专利文件 DE19810466C2、DE10111991A1、DE4341945A1、DE19706750A1、DE69720356T2 或 DE3940752A1 中，其中，供给的气流通过改变一个或多个进气阀的打开时间来控制。

### 发明内容

本发明的目的是提供控制具有直接燃料喷射的内燃机气流的方法，该方法一方面不导致节流损失，特别是在部分负载范围内，且以方案 I 作为基准，另一方面，该方法与描述的用于通过确保供给到内燃机的气流控制具有较小的积极效果的方案 II 的现有技术的情况不同，其中，供给气流将在整个转动速度和负载范围内大体保持一定。当内燃机以不固定模式操作时，这改善了负载变化过程中的响应特性，其中，减小了用于动态参数的控制效果例如各自的废气循环率或注入的燃料量。期望的结果是相对于在工作循环过程中使用的空气量的几乎“稳定”的负载变化过程，这可被更好地被估算和控制，从而减小了污染物的排放并提高了驾驶舒适度。本发明的另一目的是使用几乎不变的气流以实现与废气涡轮增压器比现有技术所述的情况更好地协作并以该方式增加内燃机的效率。本发明的又一目的是提供实现该方法的装置和在负载变化过程中通过较低的控制效果而具有改善响应特性的内燃机。

这些问题使用具有本发明的的特征的控制气流的方法、具有本发明的特征的用于实现方法的装置以及具有本发明的特征的内燃机来解决。本发明将在下面详细描述。

本发明基于根据图 1 的 Seilinger 过程，特别是 p-V 图中用灰色表示的进气冲程中的低压区域（表示方案 I 和 II），以及在压缩冲程中因体积减小而压力增加区域（表示本发明）。与用于向内燃机供给气流的现有控制机构相比，本发明不包括在进气冲程中通过限制（现有技术的方案 I）或较早地关闭一个或多个进气阀（现有技术的方案 II）来控制气缸压力  $P_z$  以根据基于负载条件的满负载和部分负载之间的操作条件来控制每个工作循环的气流。本文中的负载条件由加速器踏板信号  $\gamma$  限定，加速器踏板信号  $\gamma$  取决于加速器踏板位置和转速信号  $n$ ，转速信号  $n$  取决于内燃机的转速。根据本发明的方法通

过在压缩冲程中打开内燃机的每个气缸的排气口来进行每个工作循环供给到内燃机的相关负载所定控制，其中，恒定压力等级  $P_{ZR}$  通过在内燃机的每个气缸的压缩室内的排气口从打开时间到关闭的时间来确定。图 1 中 P-V 图中表示为灰色的区域在气缸压力  $P_{Amin}$  和  $P_{Amax}$  之间倾斜，这是因为，根据本发明，气缸压力  $P_{Amax}$  应用于内燃机的所有负载范围（特别是部分负载）。因此，对所有负载条件均有  $P_{Amin} = P_{Amax}$ 。作为根据本发明的控制供给到内燃机的气流的结果，根据图 1，在 Seilinger 过程的低压区域起作用的负载变化的比例减小。供给到内燃机的气流的气压等级由于内燃机的一个或多个进气阀的不被限制及较大地连续打开间隔而在进气冲程过程中在满负载条件下大体保持在压力  $P_{Amax}$ 。对在每个工作循环中对供给到内燃机的气流相同作用，由于根据本发明在进气冲程中没有来自该参数的控制所产生的限制，所以与方案 I 和 II 所描述的反。

术语“压缩室中的排气口”是指可以将气体物质例如燃气混合物导引到气缸的压缩室外例如导引到排气管中的装置。排气口具有以可控制的方式关闭已打开的排气口的装置，这些装置是例如可由促动器或调整装置操作的阀。根据特定实施例，根据本发明的排气口可以是由可变的可控排气阀关闭的气缸的排气管道。

根据其他实施例，根据本发明的排气口还可以是除气缸的排气管道之外的出气通道，其可由可控阀关闭且可根据需要打开或关闭。术语“压缩室中的排气口”还指根据本发明的导向压缩室的排气口。

在内燃机 1 的每个气缸的压缩室中打开排气口的时间取决于各进气阀的关闭时间以及在一个或多个排气阀处的当前排气测量压力。原则上，一个或多个进气阀必须首先被关闭。时间 ES 由各内燃机的控制图依照曲柄角度  $\alpha_{HLis}$  在 ES 处得到。第二，选择压力等级  $P_{ZR}$  以在内燃机的压缩室中的排气口打开时且在一个或多个排气阀处使其略高于排气测量压力  $p_{Ab}$ ，其中，在该情况下不进行内部排气循环。压力下降  $p_{ZR} > P_{Ab}$ ，有

$$P_{ZR} \sim 1.02 * P_{Ab} \quad (\text{式 } 1)$$

通过由打开内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口来控制供给到内燃机的气



流以防止排气在压缩冲程中流入压缩室，其连接到一个或多个排气阀附近的内燃机的排气管上（式1）。

如果进行内部气体循环，则必须选择打开内燃机的压缩室中的排气口的时间从而在应用  $p_{ZR} < P_{Ab}$  时产生压力梯度。在本文中必须根据压力条件而较早地选择打开内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的时间，也就是相对于压缩冲程更接近于底部的绝对中心。打开内燃机的压缩室中的排气口的时间由所需的排气循环率的程度决定，排气循环率在内部实现且必须通过使用内燃机用指数测量比通过将根据压力条件的压力下降 ( $p_{ZR}: P_{Ab}$ ) 成为曲柄角度  $\alpha_{HLiGO}$  的函数来确定。

内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间  $t_{Li}$  及关闭时间  $\alpha_{HLiGS}$  取决于内燃机的各所需负载范围  $p_{mSoll}$ ，其特征是，负载条件，相当于节流部件的位置或进气阀的打开时间以用于实施方式，根据用于限制供给到内燃机的气流的现有技术（参照方案 I 和 II）。应该考虑  $t_{Li}$  的选择为  $t_{Li}$  与  $p_{mSoll}$  成反比例，这表示用于内燃机的两个负载极限的下列关系

$$P_{mSoll, v} \rightarrow \text{Max} \dots t_{Li} = 0 \quad (\text{式 } 2)$$

$$P_{mSoll, L} \rightarrow 0 \dots t_{Li} = \text{Max} \quad (\text{式 } 3)$$

满负载（最大中间压力  $P_{mSoll, v}$  式 2）以及部分负载空转（最小中间压力  $P_{mSoll, L}$  式 3）。

这些描述的对于内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间  $t_{Li}$  关系可用于在各内燃机与指示器测量结合以将内燃机的压缩室中的压力  $p_{ZR}$  确定为负载条件的函数并将其表示为曲柄角度  $\alpha$  的函数。供给到内燃机的气流在该指示器测量中的控制基于根据方案 I 和 II 的现有控制以获得原始数据。基于这些指示器测量，关闭内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的时间  $t_{LiS}$  可确定用于特定负载条件和内燃机以作为曲柄角度  $\alpha$  的函数。关闭时间  $t_{LiS}$  在压缩冲程中从  $p_{ZR}$  和适当表示的气缸压力  $p_{ZI}$  的交点得到。这通过表示特定负载条件来完成，且根据图 1 的  $p$ - $V$  图表示为气缸压力  $P_{ZI}$ ，接着，确定  $p_{ZR}: p_{ZI}$  与  $x$  轴的交点平行于  $Y$  轴（气缸压力）距离。以该方式，可确定特定负载条件冲程体积  $V_{HLi}$ ，以应用  $p_{ZR} = p_{ZI}$ 。从以该方式确定的特定负载条件冲程体积  $V_{HLi}$ ，可计算用于关闭每个气缸的压缩室中的排气口的时间  $t_{LiS}$ 。为此目的，

首先需要确定用于打开和关闭内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的各曲柄角度。由于特定负载条件打开时间  $\alpha_{\text{HLiGO}}$  可从根据以上提供的说明的各内燃机的控制图算出，所以关闭时间  $\alpha_{\text{HLiGS}}$  的计算提供如下。以下关系（式4）用于将特定负载条件冲程体积  $V_{\text{HLi}}$  转化为用于内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的关闭时间的曲柄角度  $\alpha_{\text{HLiGS}}$  度数：

$$V_{\text{HLi}} = V_{\text{H}} + V_{\text{C}} \quad (\text{式 4})$$

和

$$V_{\text{HLi}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H_{\text{HLi}} \quad (\text{式 5})$$

可得

$$H_{\text{HLi}} = \frac{(V_{\text{HLi}} - V_{\text{C}}) \cdot 4}{\pi \cdot D^2} \quad (\text{式 6})$$

和

$$h_{\text{HLi}} = H_{\text{HLi}} - x \quad (\text{式 7})$$

这将易于内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的关闭时间的特定负载条件曲柄角度  $\alpha_{\text{HLiGS}}$  的计算；连杆  $h_{\text{HLi}}$  的顶端中心的特定负载条件距离的函数，如下：

$$\cos \alpha_{\text{HLiS}} = \frac{r^2 + h_{\text{HLi}}^2 - l^2}{2 \cdot r \cdot h_{\text{HLi}}} \quad (\text{式 8})$$

随之，特定负载条件冲程体积  $V_{\text{HLi}}$  可用于实际计算各曲柄角度  $\alpha_{\text{HLiS}}$ ，其可在内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口关闭时作为曲柄角度。接着，可计算每个气缸的压缩室中的排气口的特定负载条件打开时间  $t_{\text{HLi}}$ 。为此目的，首先计算在适当的相关负载条件的曲柄角度范围  $\alpha_{\text{HLi}}$  内内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口打开。这可通过相对于将内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口打开和关闭而减去各负载条件特定曲柄角度（式9）。

$$\alpha_{\text{HLi}} = \alpha_{\text{HLiS}} - \alpha_{\text{HLiS}} \quad (\text{式 9})$$

基于该中间结果（等式9），内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间  $t_{\text{HLi}}$  可由下式计算（式10）。

$$t_{\text{HLi}} = \frac{\alpha_{\text{HLi}}}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{HLi}}} \quad (\text{式 10})$$

为确保足够时间剩余以在压缩冲程末将燃料注入燃烧室中，特别是在内燃机的较低部分负载阶段（参照式 2），当曲柄角度相对于关闭内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的曲柄角度  $\alpha_{HLiS}$  对比注入  $t_{EHLi}$  的开始的条件出现时单个气缸关闭。关闭是以特定负载条件和特定气缸且通过将注入量  $\sim t_i$  减小到零直到（特殊情况除外）仅内燃机的一个气缸点火。其结果，内燃机的已点火气缸（一个或多个）的负载范围增加，这改变了用于关闭顶部绝对中心方向上的内燃机的点火气缸的压缩室中的排气口的时间  $\alpha_{HLiS}$ 。没有点火的气缸  $P_{ms}$  的滞后转矩可通过改变内燃机的这些气缸的压缩室中的各排气口的特定负载条件打开时间来调整并作为内燃机的特性的函数。滞后转矩可以增加（式 11）

$$P_{ms} \uparrow \dots t_{Li} \downarrow \quad (\text{式 11})$$

$$P_{ms} \downarrow \dots t_{Li} \uparrow \quad (\text{式 12})$$

这利于内燃机的点火气缸（一个或多个）的负载状态的已控制的增加。该控制机构通过开始注入  $t_{EHLi}$  早于关闭内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的关闭时间  $\alpha_{HLiS}$  而没有供给到内燃机的气流的显著变化来防止注入燃料可能的溢出。

在根据本发明的方法中，供给到内燃机的每个气缸和工作循环的空气和燃料量可基于负载条件联合地确定，这使得可以修改多个控制过程以修改到用于负载条件的最佳值，其中，控制参数的值使之移向特定负载条件值的方向。这提供关于近实时修改的优点，例如，控制空转、工作、缩回控制、发动机滞后瞬时控制、驱动速度控制，转速或驱动速度限制或者当改变自动或半自动齿轮箱中的齿轮时实现软转化。

#### 附图说明

本发明由下列附图中的实例表示。其为：

图 1 是 Seilinger 处理的示意图。

图 2 是内燃机的曲柄驱动的示意图。

图 3 是根据用于控制内燃机的气流的本发明所使用的控制器的示意方框图。

## 具体实施方式

在图 3 中以方框图形式表示的内燃机 1 的操作过程中，供给的空气和燃料量及点火的时间是预定的特定负载条件和特定气缸。对比实施方案 I 和 II，根据本发明来实施与每工作循环供给到内燃机的气缸的空气量的相关负载条件调整有关的控制器 3 及控制器实施例。每工作循环供给到内燃机和气缸的气流因而通过使用内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口来控制，其中，内燃机的每个气缸的压缩室中的该排气口的优选实施例与排气阀整合且包括可控制的排气阀。而不是控制在每个进气冲程每个气缸的进气量，根据本发明的控制是通过在压缩冲程中改变内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的打开时间来实现。这由排气口控制器 3 控制，其在所示实施例（图 3）中分为 GO（排气口打开）控制器 3.2 和 GS（排气口关闭）控制器 3.1。第一单元将特定气缸 GO 信号传递到用于每个排气口的促动器，同时，第二装置将特定气缸 GS 信号传递到促动器。根据上述特定气缸和特定内燃机来确定时间 GO，将关闭进气阀（一个或多个）所用时间考虑在内。时间 GS 确定为负载条件的函数，其中，加速器踏板信号输出 4 提供加速器踏板信号  $\gamma$ ，内燃机转速表（未在图 3 中示出）提供转速。对于方案 I 的内燃机，通常使用气流表或进气管压力表的信号。这些测量装置具有动态误差，这部分地由于传感器（板型气流表）的类型、测量原理（负载信号计算的实时特性—“升级误差”）或物理设计，例如进气管中传感器的布置（“阶段误差”）。此类测量装置和信号误差可根据本发明消除。事实上，根据本发明，进气管压力通常一定使得易于控制供给到内燃机的气流，由于使用用于压力波动的动态补偿的开关进气管或可不断调整的进气管，例如根据 DE19500501.5 的活性气体阀，而可被消除。由于用于内燃机的全部负载条件的从这些测量得到的几乎一定的气流，可对具有空气的气缸的特定负载条件进行每个精确的预测，将内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的每个预定开口时期考虑在内。燃料控制器 5 也适用于改变控制变量的负载条件。负载条件因而是用于在每个气缸和工作循环中供给的燃料及空气量的控制的基础。如果  $\lambda$  控制在两个控制器之间检测到差异，则控制参数改变。燃料量（ $\sim t_{Li}$ ）、气流量或者两者控制参数的改变都是可能的。这可在图 3 中由供给到两个控制器的  $\lambda$  信号表示。用于控制内

燃机 3 的每个气缸的压缩室中的排气口控制器的  $\lambda$  值控制具有的优势为：可实施对  $\lambda$  值变化的实时响应。然而，通过由工作循环和内燃机的气缸供给的气流的控制而进行的  $\lambda$  值控制仅在部分负载范围内可进行，因为这些操作条件不包括最大填充。当控制内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口关闭时，全部负载  $P_{mSoll}$  下的  $\lambda$  值控制通过操纵燃料量  $\sim t_{Li}$  来完成（参照式 2）。

燃料控制器 5 的输出信号是表示内燃机的当前负载条件的关键变量，因此其通常以多种方式调整（例如，燃料、内燃机或进气温度）。此外，已注入的燃料量是用于内燃机的转矩输出的决定因素且因此也用于各预先角度  $ZW$ 。因此，预先角度控制器 6 接收用于注入  $t_i$  开始和待注入量  $\sim t_i$  来作为负载信号并提供适当的预先角度信号  $ZW$  以用于内燃机的每个气缸和每个工作循环。

在上述实施例中，内燃机具有额外的响动传感器（未在图 3 中示出）。响动传感器记录每个气缸的工作。如果检测到在每个气缸中发生响动燃烧，则适当地变化气缸的压缩室中的排气口的打开时间以停止响动。以上通常的，预先角度调整增加了燃料消耗，且可被消除以作为响动的补救。

应该注意到的是，图 3 中方框图仅趋向于表示如上所述的用于内燃机气流的无节流控制的方法。在实际应用中，该上下文中描述的程序用微处理器实施，而不是对应于图 3 中功能块的电路块。

符号表

符号	含义
$\sim t_{Li}$	注入燃料量的相关负载条件
$h$	活塞行程
$H$	活塞冲程
$n$	根据内燃机的转速的转速信号
$p$	压力
$p_{Ab}$	排气阀中排气压力
$p_{Amax}$	在压缩冲程开始时内燃机气缸的最高压力等级
$p_{Amin}$	在压缩冲程开始时内燃机气缸的最低压力等级
$p_{mS}$	内燃机的未点火气缸的特定气缸滞后转矩
$p_{mSoll}$	内燃机的所需负载范围
$p_{mSoll,L}$	根据接受协议的内燃机的最小可负载范围
$p_{mSoll,V}$	根据接受协议的内燃机的最大可负载范围
$p_Z$	内燃机的气缸中的压力
$p_{ZI}$	内燃机气缸中的相关负载条件压力作为曲柄角度的函数，用指示器测量确定
$p_{ZR}$	在压缩冲程中内燃机气缸中的预设压力等级
$t_{EHLi}$	注入开始，作为负载条件和气缸的函数
$t_i$	每个气缸的注入开始，作为负载条件的函数
$t_{Li}$	汽车内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的相关负载条件打开时间
$t_{LiS}$	内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的相关负载条件关闭时间
$V$	体积
$V_C$	内燃机的每个气缸的压缩室的体积

接下页

## 符号表，接上页

$V_H$	内燃机气缸的冲程体积
$V_{HLi}$	内燃机气缸的相关负载条件冲程体积
$x$	活塞底部和连杆顶端中心之间的距离
$\alpha$	曲柄角度
$\alpha_{HLi}$	内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口在特定负载条件曲柄角度范围打开，以度数曲柄角度
$\alpha_{HLiGO}$	用于打开内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的特定负载条件时间，以度数曲柄角度
$\alpha_{HLiGS}$	用于关闭内燃机的每个气缸的压缩室中的排气口的特定负载条件时间，以度数曲柄角度
$\alpha_{HLiO}$	时间 EO 处的特定负载条件曲柄角度
$\alpha_{HLiS}$	时间 ES 处的特定负载条件曲柄角度
$\gamma$	对应于加速器踏板位置的已测量加速器踏板信号
$T_{Ab}$	排气温度
$S_k$	响动传感器的信号

图1

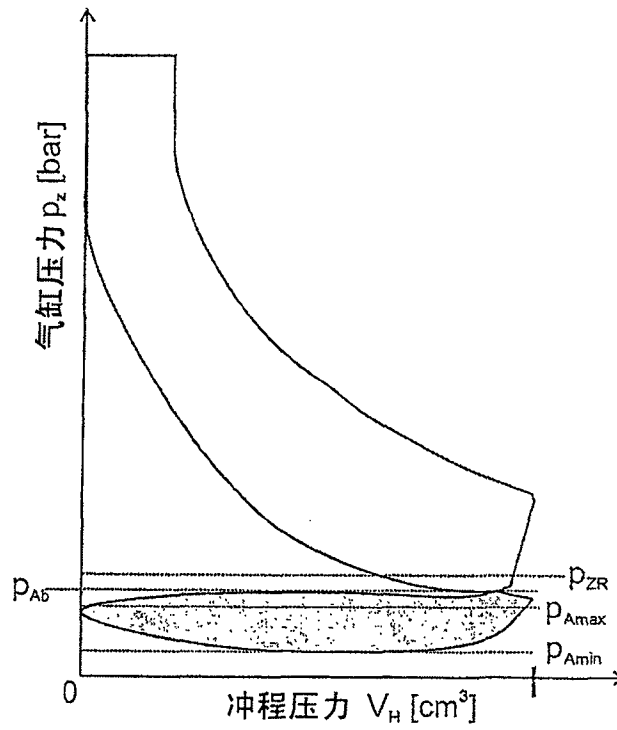
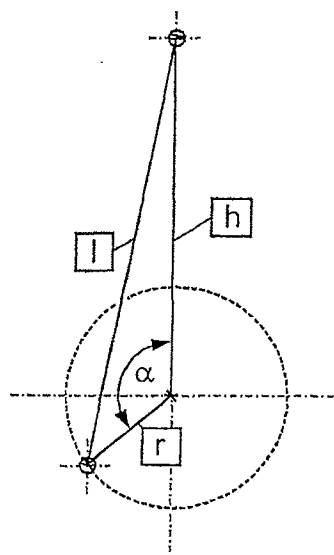


图2





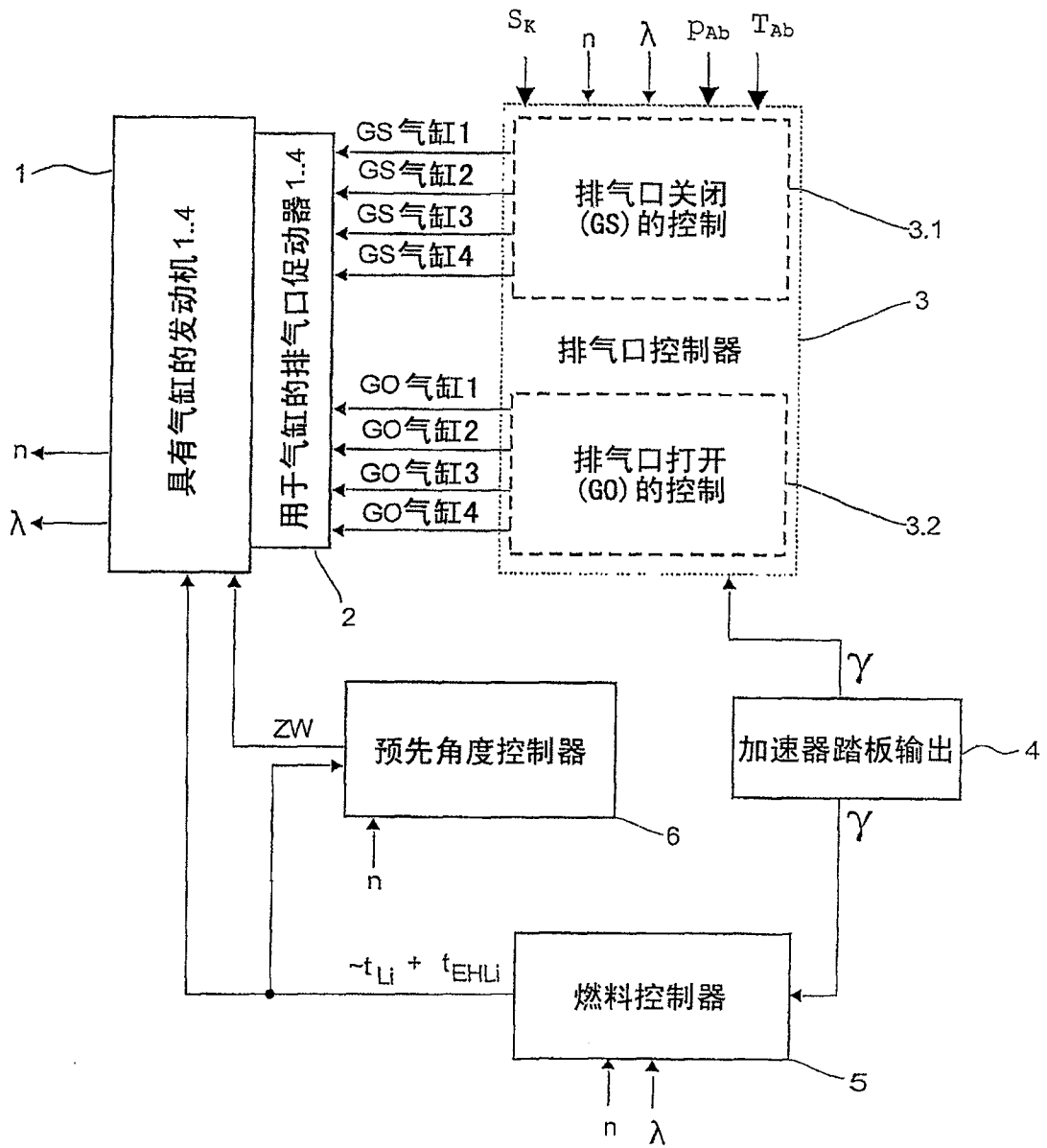


图3