



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101300416 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200680040395.1

(22) 申请日 2006.09.26

(30) 优先权数据

102005051701.3 2005.10.28 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.04.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/066758 2006.09.26

(87) PCT申请的公布数据

W02007/048676 DE 2007.05.03

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 W·萨门芬克 A·库费拉思

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 曾祥凌 刘华联

(51) Int. Cl.

F02D 41/40(2006.01)

F02D 41/24(2006.01)

F02D 41/14(2006.01)

(56) 对比文件

FR 2857700 A1, 2005.01.21, 全文.

EP 1450029 A1, 2004.08.25, 全文.

WO 99/61771 A1, 1999.12.02, 全文.

EP 0947686 A2, 1999.10.06, 全文.

审查员 李东晖

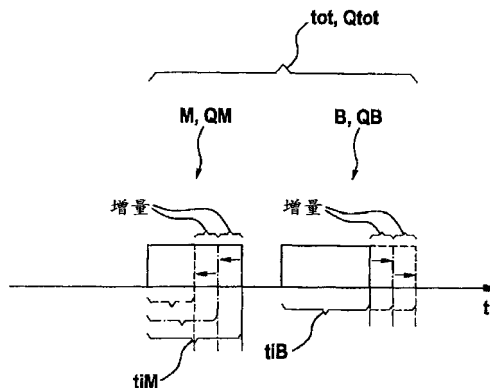
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

运转内燃机的方法

(57) 摘要

在内燃机(10)中,燃料通过至少一个喷射阀(18)到达至少一个燃烧室(12)中。本方法包括以下步骤:a)总喷射分成一个基本喷射和至少一个计量喷射;b)连续地缩短计量喷射的喷射期间并延长基本喷射的喷射期间,使得由阀门特性曲线确定的总喷射量保持相同。



1. 一种推动内燃机(10)的方法,其中,燃料通过至少一个喷射阀(18)到达至少一个燃烧室(12)中,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

(a) 将总喷射( $Q_{tot}$ )分成一个基本喷射(B)和至少一个计量喷射(M),并设置 $n = 1$ ;

(b) 缩短(46)所述计量喷射(M)的喷射期间( $tiM_n$ )并延长(46)所述基本喷射(B)的喷射期间( $tiB_n$ ),使得总喷射量( $Q_{tot}$ )保持相同;

(c) 获得或确定由所述步骤(b)引出的实际混合特征量相对于理论混合特征量的偏差( $d\lambda_n$ );

(d) 对于各所述计量喷射期间( $tiM_n$ )根据所述实际混合特征量相对于所述理论混合特征量的所述偏差( $d\lambda_n$ )确定(56)误差喷射期间( $dti_n$ );

(e) 由时步 $i = 1$ 至 $n$ 的误差喷射期间( $dti_i$ )之总和构成修正值( $VKK_n$ ),在所述计量喷射(M)的各所述喷射期间( $tiM_n$ )以误差喷射期间( $dti_i$ )之总和( $VKK_n$ )适配(58)所述喷射阀(18)的所述特性曲线(34);以及

(f) 设置 $n = n+1$ ,并返回至步骤(b)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法在所述步骤(d)和所述步骤(e)之间包括如下步骤:

(d2) 以所述误差喷射量( $dti_i$ )之总和( $VKK_n$ )改变(62)所述基本喷射量( $tiB_n$ )。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述误差喷射量( $dti_i$ )之总和( $VKK_n$ )被调整为使所述实际混合特征量相对于所述理论混合特征量偏离(64)的程度小于限值(G2)。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在所述计量喷射(M)的所述喷射期间( $tiM_n$ )至少达到(48)下限值(G1)时,结束(50)所述方法。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述总喷射包括多个相同长度的所述计量喷射。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,改变所述喷射期间( $ti$ )时考虑所述喷射阀(18)的延迟时间。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,对所述适配作出评价,并将其结果用于所述喷射阀(18)的诊断(70)。

## 运转内燃机的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种运转内燃机的方法,其中燃料通过至少一个喷射阀到达至少一个燃烧室,且其中使喷射阀与特性曲线相适配。此外,本发明涉及计算机程序、电存储介质以及用于内燃机的控制和/或调节装置。

### 背景技术

[0002] 利用吸管中的汽油喷射的内燃机以及利用各个燃烧室中的汽油直接喷射的内燃机在市场上是众所周知的。其中,汽油喷射通过至少一个喷射阀实现。汽油量覆盖较宽的范围,一般从空转点或者从点火后的推动(由此限定最小量)延伸至高转速时的满载(由此限定最大量)。

[0003] 理想的情况是,喷射阀喷射的燃料量与喷射阀的打开时间具有线性关系。然而,大的线性区意味着喷射阀较高的制造成本。更确切地说,要将不希望的线性偏差主要在小量值范围中保持较小,该制造成本就越高。正是在该范围内,各喷射阀之间的参数差异相对较大,这使得难以实现普遍而非仅针对单个阀门的修正。

[0004] 为了防止或至少限制在内燃机的单个燃烧室中喷射不同的燃料量,一种市场上已知的方法可将最小喷射期间向下限制。还有一种能够使喷射阀的实际状况符合特性曲线的适配。在利用汽油直接喷射的内燃机中,这样的适配例如可导致分班作业中空载时的运转平稳。在利用吸管喷射的内燃机中可应用所谓的“单气缸 $\lambda$ 调节”。第一种方法仅适用于特定的内燃机,而第二种方法以相对受限的工作点为先决条件。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种方法,该方法使得在内燃机的正常运转中也可测试喷射阀的喷射特性。

[0006] 该目的通过一种推动内燃机的方法实现,其中,燃料通过至少一个喷射阀到达至少一个燃烧室中,所述方法包括如下步骤:

[0007] (a) 将总喷射分成一个基本喷射和至少一个计量喷射,并设置  $n = 1$ ;

[0008] (b) 缩短所述计量喷射的喷射期间并延长所述基本喷射的喷射期间,使得总喷射量保持相同;

[0009] (c) 获得或确定由所述步骤 (b) 引出的实际混合特征量相对于理论混合特征量的偏差;

[0010] (d) 对于各所述计量喷射期间根据所述实际混合特征量相对于所述理论混合特征量的所述偏差确定误差喷射期间;

[0011] (e) 由时步  $i = 1$  至  $n$  的误差喷射期间之总和构成修正值,在所述计量喷射的各所述喷射期间以误差喷射期间之总和适配所述喷射阀的所述特性曲线;以及

[0012] (f) 设置  $n = n+1$ ,并返回至步骤 (b)。其它根据本发明的可能解决方案由并后文给出。本发明的有利改进由下文说明。

[0013] 在本发明的方法中,内燃机的使用者几乎或完全不会注意到喷射阀的测试,因为总喷射量至少在测试的一部分期间至少基本上保持恒定,因此转矩和运行平稳也保持不变。从而可经常进行测试,其总体效果可提高内燃机的运行可靠性。

[0014] 在本发明方法的第一改进中,获得通过连续缩短喷射期间的计量喷射而引出的实际燃料空气混合特征量相对于理论燃料空气混合特征量的偏差,并适配或修正喷射阀的偏差或特性曲线。因此能够在小量范围内可靠获得喷射燃料量,其中,单个喷射阀实际喷射的实际燃料量相对于(借助于所采用的特性曲线确定的)理论燃料量的偏差会大到不允许的程度。如适用于利用燃料直接喷射的内燃机一样,该方法同样适用于利用吸管喷射的内燃机。因此,不再需要最小喷射期间的一般限制。据此,还使小范围内燃料的可靠及准确测量变得容易,这可改善例如空载中的运行稳定并减少污染物排放。不需要附加传感器或专门元件(例如特殊配置的弯管)。

[0015] 当然,在该方法开始时,基本喷射和计量喷射的喷射期间位于阀门特性曲线的一个(可起始的)区域中,使得同型元件的参数差异仅有较小的影响。实际燃料空气混合是否相对于理论燃料空气混合有偏差,例如可通过监测由 $\lambda$ 传感器(Lambda-Sonde)提供的 $\lambda$ 值获知。但是也可采用其它可用来测定燃烧室中实际到达的燃料量的方法。

[0016] 本发明方法这样的改进特别有利,其中,上述偏差以误差喷射量的形式量化并按照喷射阀的特性曲线进行适配。通过这种方法,喷射阀的可高精度喷射燃料的工作范围扩展至小量范围,因为不同阀门的同型元件参数差异(Exemplarsreunungen)可通过特性曲线适配来补偿。通过本发明的方法也可减少喷射阀的制造费用,因为反正有运转中实现的适配,特性曲线的线性就不再那么重要。而且,能够较简单地设计喷射阀控制所需的输出级(endstufe)。所有这些直接体现于生产成本的减少。

[0017] 尤其能够在利用连续缩短计量喷射的喷射期间来重复本方法时进行喷射阀的特性曲线的适配。以误差喷射量来调整基本喷射量具有这样的优点,当实施本发明的方法时,避免实际混合较大地偏离理论混合,使得实施本发明的方法期间,仅仅出现较小的不稳定运行。通过这种方法,废气特性在实施本发明的方法期间也保持在可容忍的范围内。当误差喷射量被附加地调整到使实际混合特征量相对于理论混合特征量的偏差小于限值时,这点就更显著。

[0018] 为了限制本发明的方法的期间,该方法可在计量喷射的期间至少达到限值以下的某个值时结束。而另一方面,若总喷射包括多个同长度的计量喷射则又可提高分辨率。

[0019] 尤其有利的是可将上述适配应用于喷射阀的诊断,其原因在于,如果实际阀门特性曲线相对于所使用的阀门特性曲线的偏离非常明显,则可能出于喷射阀的缺陷。这种缺陷例如属于喷射阀的致动器的电磁线圈的线圈层短路。正是短的喷射阀喷射期间会由于这样的短路而剧烈改变。

## 附图说明

[0020] 下面参考附图详细阐明本发明的优选实施例。附图中:

[0021] 图1示意表示通过喷射阀用吸管喷射的内燃机;

[0022] 图2表示图1的喷射阀的特性曲线,该特性曲线将打开期间与喷射燃料量相联系;

- [0023] 图 3 表示打开期间较短时,喷射燃料量相对于图 2 所示特性曲线的可能偏差;
- [0024] 图 4 是表示图 2 的特性曲线的适配方法的流程图;
- [0025] 图 5 表示在图 2 的特性曲线的适配方法执行期间图 1 的喷射阀随时间打开的状态;以及
- [0026] 图 6 表示在不同的喷射期间用于图 2 的阀门特性曲线的修正值。

### 具体实施方式

[0027] 内燃机在图 1 中以附图标记 10 总体表示。其中包括具有多个燃烧室的多个汽缸,然而,在图 1 中仅用附图标记 12 示出这些燃烧室中的一个。燃烧室 12 可通过进气阀 14 与吸管 16 连接。在本实施例中,燃料通过喷射阀 18 喷入吸管 16。下面描述的工作原理和方法也可适用于燃料直接喷射(例如汽油直接喷射)的内燃机。此外,在吸管 16 中设置了扼流阀瓣 20。在本实施例中,在吸管 16 中流动的空气团由空气团传感器 22 测得。

[0028] 在燃烧室 12 中,现有的燃料空气混合由火花塞 24 点火。热燃烧废气由燃烧室 12 通过排气阀 26 到达排气管 28 中。在排气管 28 中设置了催化式排气净化器 30 及  $\lambda$  传感器 32,  $\lambda$  传感器 32 获得  $\lambda$  值,通过该值表征燃烧室 12 中的燃料空气混合。

[0029] 由喷射阀 18 喷入吸管 16 的燃料量  $Q$  在恒定的燃料压力时主要受到喷射阀 18 的喷射期间  $t_i$  的影响。其中,在设计喷射阀 18 时具有意义的是,表明喷射期间  $t_i$  和喷射燃料量  $Q$  之间的相互关系(如图 2 所示)的特性曲线 34 在喷射阀 18 的较宽工作范围中是线性的。特性曲线 34 存储在控制与调节装置 36(图 1)中,该装置依赖于不同的传感器信号(例如  $\lambda$  传感器 32 的信号和空气团传感器 22 的信号)控制喷射阀 18、扼流阀瓣 20 和火花塞 24。

[0030] 由制造确定的一个喷射阀相对于其它喷射阀的同型元件参数差异,使得喷射阀 18 在较短的喷射期间  $t_i$  以及较小喷射量  $Q$  时存在非线性特性。在图 2 中的该相应区域 38 以打点方式表示。如进一步由图 3 表明的,在该区域中存在比与线性特性曲线 34 对应的燃料量少的喷射燃料量  $Q$ 。原则上在其它方向的偏差也是可以想象的,也就是说喷射更大的燃料量(尽管图 3 中没有明确表示)。在图 3 中呈现了随喷射期间  $t_i$  的变化同一喷射阀的不同示例中出现的偏差  $dQ$ 。人们认识到,至喷射期间  $t_iG$  时偏差小于 10%。然而当喷射期间  $t_i$  更短时,偏差明显加大。为了使该区域也可利用,采用特性曲线 34 的适配方法,现参考图 4 至图 6 详细阐明(该方法作为计算机程序存储在控制和调节装置 36 的存储装置上):

[0031] 首先,使内燃机进入准确定义的运转状态。在该状态下,内燃机具有规定的运转温度,须结束  $\lambda$  调整的适配,不允许将误差带入控制与调节装置 36,且机载电源的电压须具有规定的最低值等等。此外,在内燃机处于空载时实施该方法。内燃机 10 的上述“准备”在图 4 所示流程图的紧接着开始步骤 42 的步骤 40 中进行。

[0032] 然后,在步骤 44 中总喷射量分成基本喷射量和计量喷射量。其中,总喷射期间  $t_{tot}$  分成基本喷射期间  $t_{iB}$  和计量喷射期间  $t_{iM}$ 。在简单的模型中,喷射期间  $t_i$  简化成由无燃料供给的延迟时间和带有恒定燃料供给的有效打开时间组成。在延迟时间中,考虑喷射阀 18 的打开和闭合过程。在当前实施例中出于简化的原因将延迟时间设为零。这也在图 5 示出,在图 5 中,总喷射用  $t_{tot}$ 、计量喷射用  $M$ 、基本喷射用  $B$  表示。图中,相应地将总喷射量用  $Q_{tot}$ 、计量喷射量用  $Q_M$ 、基本喷射量用  $Q_B$  表示。

[0033] 对于本方法的开始阶段,进入基本喷射量的喷射期间  $t_{iB}$  和进入计量喷射量的喷射期间  $t_{iM}$  选择在阀门特性曲线 34 的某个极有可能开始的区域中,使得喷射燃料量相对于根据阀门特性曲线的喷射量的偏差较小。为了能够在空载中实现这种情况,也许需要增加燃烧室 12 中的空气充入。此外,可(例如)向后调整点火角。

[0034] 如进一步由图 4 所示,在步骤 46 中,计量喷射期间  $t_{iM}$  缩短一固定值增量,而基本喷射期间  $t_{iB}$  延长了同一固定值增量。这在上一循环过程即上一时步  $n-1$  的值上建立的循环过程即时步  $n$  中连续执行。在方法步骤 48 中,检验计量喷射期间  $t_{iMn}$  是否小于极限值  $G1$ 。如果是,在 50 中结束该方法。这一做法的意义将在下面进一步阐述。

[0035] 如果步骤 48 中的答案相反为否,则在步骤 52 中算出实际  $\lambda$  值对于理论  $\lambda$  值的偏差  $d\lambda_n$ 。由此再次在步骤 54 中算出误差喷射量  $dQ_n$ ,并由此最终在步骤 56 中算出相应的误差喷射期间  $dt_{in}$ 。其原因在于以下考虑:通过在步骤 46 中增加基本喷射期间  $t_{iB}$  并按相同量缩短计量喷射期间  $t_{iM}$ ,很可能使得与根据特性曲线 34 的总喷射量  $Q_{tot}$  保持相同。如果喷射阀 18 因此处于与特性曲线 34 对应,则实际混合很可能与理论混合对应,在步骤 52 中的误差  $d\lambda_n$  很可能为零。

[0036] 然而,利用每次逐步将基本喷射期间  $t_{iB}$  延长一恒定值增量并逐步将计量喷射期间  $t_{iM}$  每次缩短一恒定值增量(同样参照图 5)连续完成图 4 所示的方法。由此可知,基本喷射期间  $t_{iB}$  保持在喷射阀 18 的实际特性仅稍微偏离特性曲线 34 的理想特性的特性曲线 34 区域,而计量喷射 M 的喷射期间  $t_{iM}$  一直落入特性曲线 34 的不再给出理想线性关系的区域 38。

[0037] 在根据图 3 的曲线图的实施例,当喷射阀 18 的喷射期间远小于  $t_{iG}$  时,将喷射比特性曲线 34 所对应的燃料量少的燃料量。实际的计量喷射量因此少于根据特性曲线 34 的计量喷射量  $Q_M$ 。结果,实际的总喷射量也比根据特性曲线 34 的总喷射量  $Q_{tot}$  小。从而混合气中的燃料含量比预定的低,这在步骤 52 中作为偏差  $d\lambda_n$  考虑进去。在步骤 56 中对于须延长的喷射期间  $t_{iBn}$  处理误差喷射期间  $dt_{in}$ ,从而使实际混合与理论混合相应。由时步 1 至  $n$  的误差喷射期间  $dt_{in}$  之总和构成步骤 58 中用于时步  $n$  的修正值  $VKK_n$ ,必须用该修正值修正阀门特性曲线 34,从而可较高精度地喷射非常小的喷射量。例如误差喷射期间  $dt_{ii}$  呈现图 6 中的时步  $i = n-1, n$  以及  $n+1$ 。人们认识到,各个时步  $i$  之总和可构成图 6 中用附图标记 60 表示的修正特性曲线  $VKK$ 。

[0038] 为了检验通过步骤 58 中确定的修正值  $VKK_n$  是否能够补偿喷射阀 18 的实际特性相对于根据特性曲线 34 的理想特性的偏差,在步骤 62 中将修正值  $VKK_n$  添加到基本喷射期间  $t_{iBn}$ 。计量喷射期间  $t_{iMn}$  对应于步骤 46 保持不变。然后在步骤 64 中检验误差  $d\lambda_n$  是否小于限值  $G2$ 。如果不是,在步骤 66 中进行迭代,通过在步骤 56 中改变误差喷射期间  $dt_i$ ,将实际混合相对于理论混合的偏差减小,直至在 64 中的  $\lambda$  偏差  $d\lambda_n$  小于限值  $G2$ 。然后,在步骤 68 中特性曲线 34 的下一支持点通过将步数  $i$  加一并返回步骤 46 来完成。通过这种方法在图 6 中所示的修正特性曲线 60 一步步扩展,直至在步骤 48 中的计量喷射期间  $t_{iM_i}$  小于限值  $G1$ 。然后,如上述的那样,在步骤 50 中结束本方法。然后,可进行下一阀门特性曲线的适配。这首先对于燃料直接喷射内燃机有效,其中,可连续地调整全部汽缸。

[0039] 如图 4 所示,诊断步骤 70 可与步骤 58(其中形成用于修正特性曲线 60 的支持调整值  $VKK_n$ ) 连接。在诊断步骤 70 中,修正特性曲线 60 与限值曲线比较,且当超过限值曲线

时给出警告和 / 或在误差存储器中登记。其原因在于,特性曲线 34 线性度在小喷射量区域中的剧烈改变可能是喷射阀 18 故障的迹象,例如属于喷射阀 18 的致动器的电磁线圈的线圈层短路。

[0040] 在上文所述的实施例中,在步骤 44 中总喷射期间  $t_{itot}$  分成基本喷射期间  $t_{iB}$  和计量喷射期间  $t_{iM}$ 。为了提高分辨率,也可设置多个相同长度的计量喷射。相应地,在步骤 46 中的值增量(基本喷射期间的延长增加量)须与各个计量喷射期间缩短之总和相当。

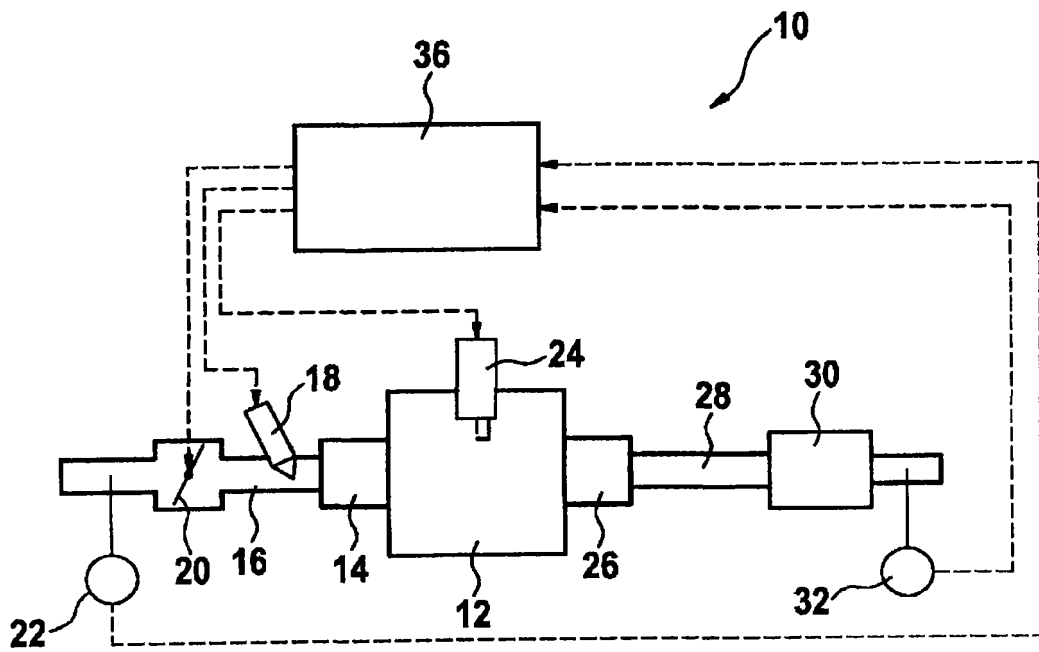


图 1

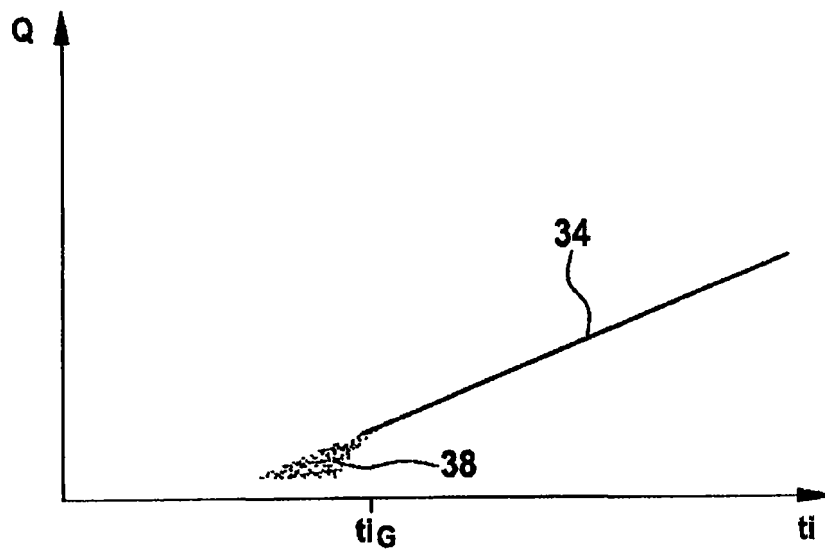


图 2



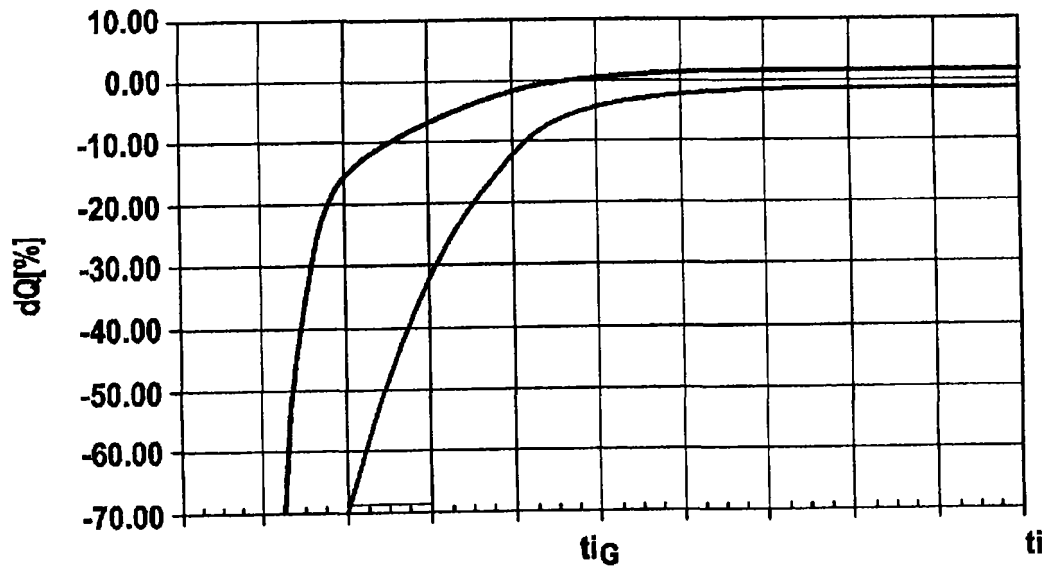


图 3

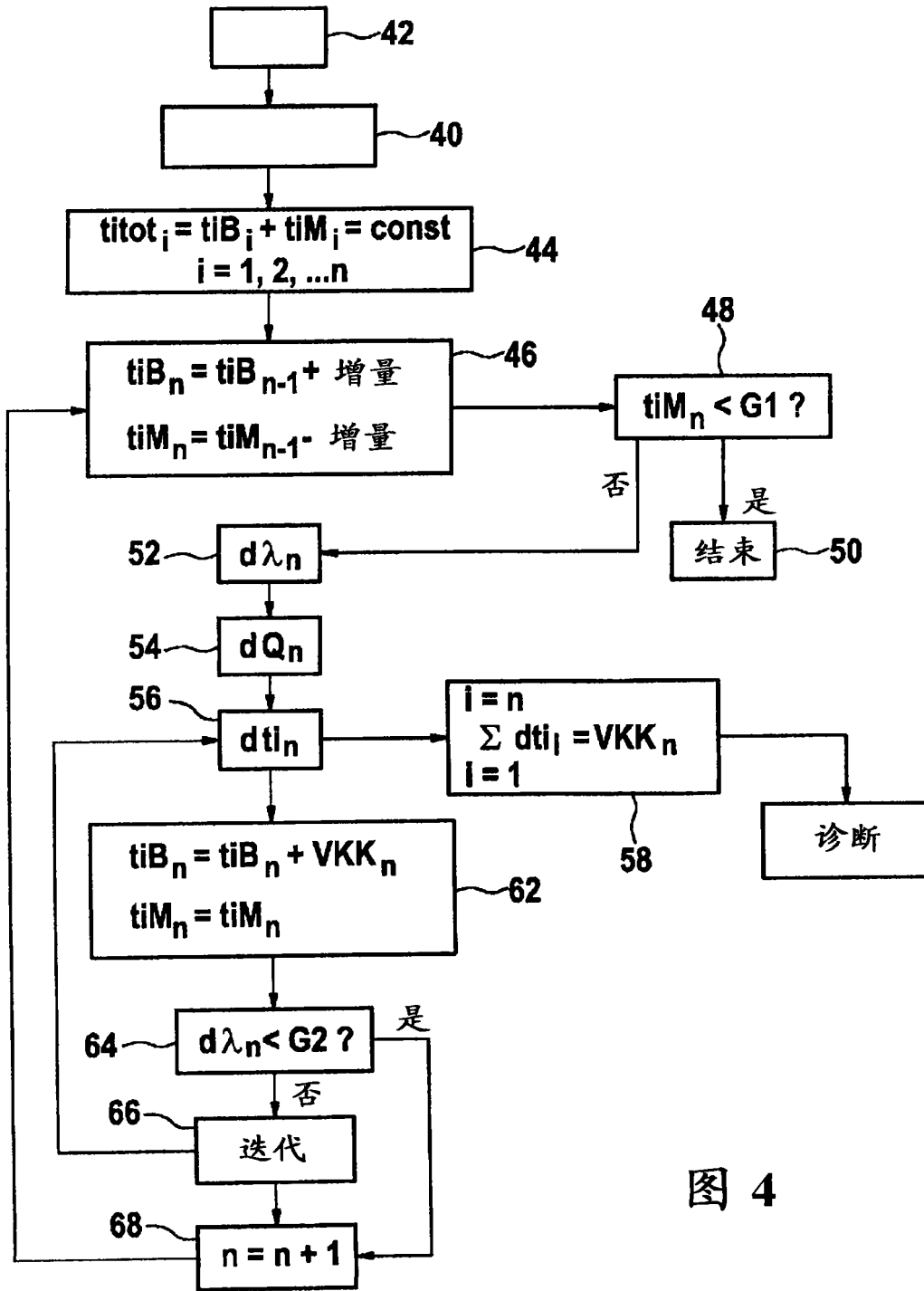


图 4

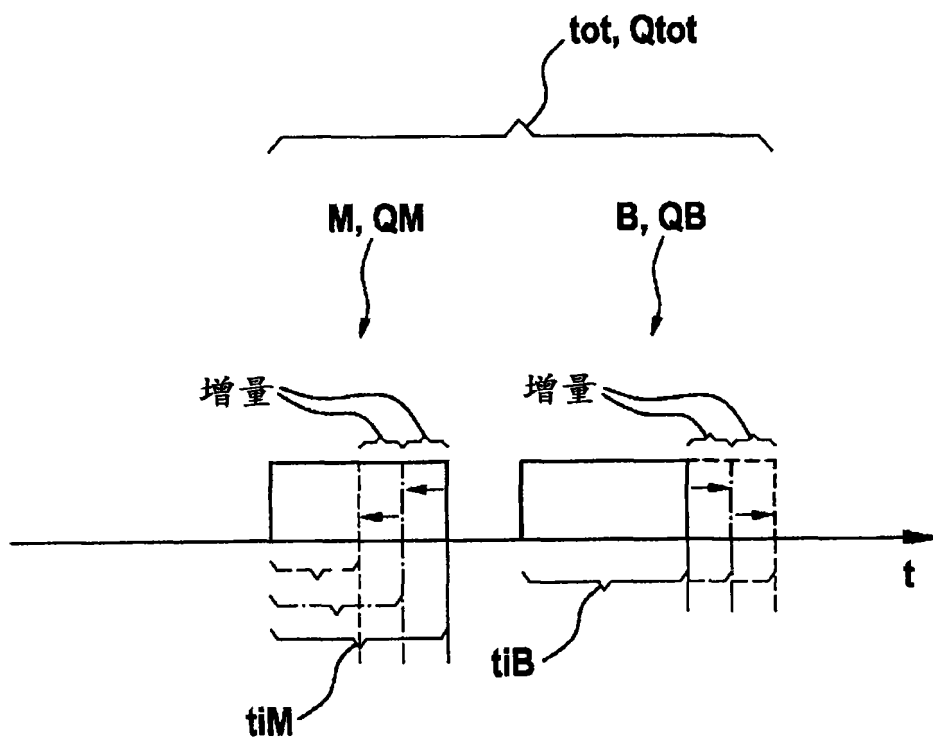


图 5

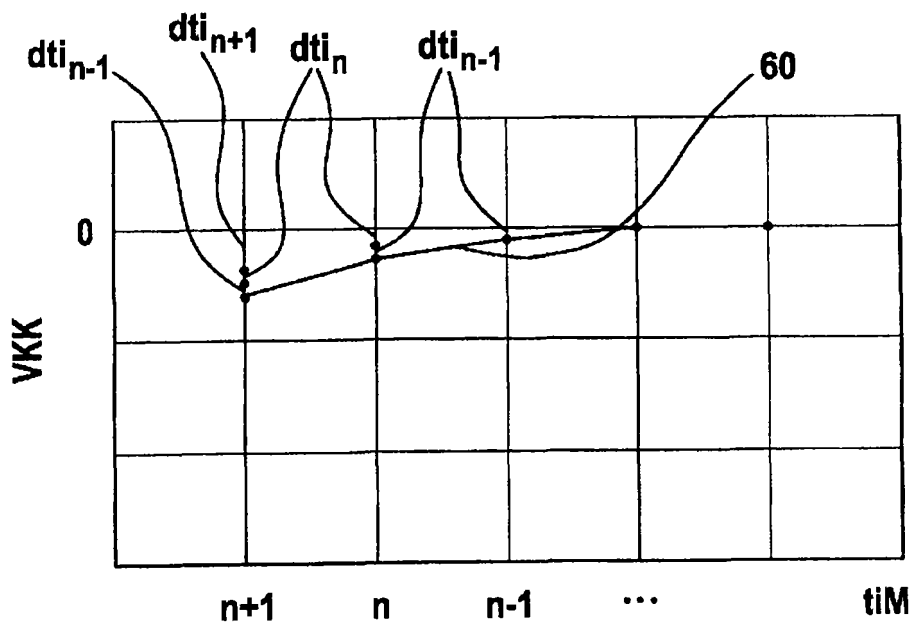


图 6