

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102536490 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110409552. 4

(22) 申请日 2011. 12. 09

(30) 优先权数据

275898/2010 2010. 12. 10 JP

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 山田直幸

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 夏青

(51) Int. Cl.

F02D 41/40 (2006. 01)

F02D 41/14 (2006. 01)

F02M 47/02 (2006. 01)

F02M 45/08 (2006. 01)

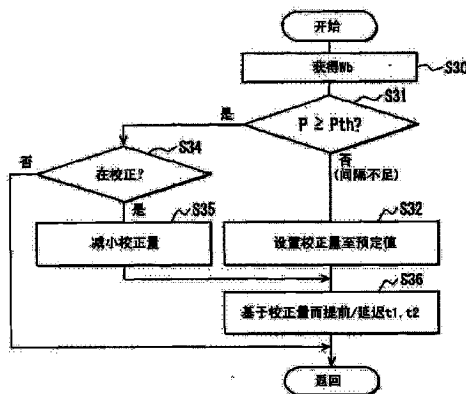
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

燃料喷射控制装置

(57) 摘要

燃料喷射控制装置。波形检测器 (S30) 基于燃料压力传感器 (20) 的检测值检测燃料压力的变化作为燃料压力波形。在执行多步喷射时,判定部 (S31) 基于所检测的燃料压力波形来判定所述多步喷射之间的间隔是否为零或小于预定值。在判定所述间隔为零或小于所述预定值时,校正部 (S33) 以增大所述间隔的方式来校正对应于目标喷射状态的喷射命令信号,所述喷射命令信号表示喷射开始时刻和喷射结束时刻。



1. 一种燃料喷射控制装置,包括:

燃料喷射阀 (10),其喷射在蓄压器 (42) 中积累的燃料;

燃料压力传感器 (20),其检测燃料通道中的燃料压力,所述燃料通道定义为从所述蓄压器 (42) 的出口 (42a) 延伸至所述燃料喷射阀 (10) 的喷射端口 (11b);

命令部 (33),其基于根据发动机的操作状态设置的目标喷射状态来设置表示喷射开始时刻和喷射结束时刻的喷射命令信号 (t_1 , t_2),并且输出所述喷射命令信号至所述燃料喷射阀中;

波形检测器 (S30),在燃料喷射产生燃料压力的变化时,所述波形检测器基于所述燃料压力传感器的检测值检测所述变化作为燃料压力波形;

判定部 (S31),在执行多步喷射时,所述判定部基于所检测的燃料压力来判定喷射之间的间隔是否为零或小于预定值;以及

校正部 (S33),在判定所述间隔为零或小于所述预定值时,所述校正部以增大所述间隔的方式来校正对应于所述目标喷射状态的所述喷射命令信号。

2. 根据权利要求 1 所述的燃料喷射控制装置,其中

所检测的燃料压力波形具有其中所述燃料压力根据喷射率的减小而增大的增大波形,以及

如果所述增大波形的压力 (P) 未达到预定压力 (P_{th}),则所述判定部判定所述间隔为零或小于所述预定值。

3. 根据权利要求 2 所述的燃料喷射控制装置,其中

所检测的燃料压力波形在所述燃料压力开始根据喷射率的增大而减小之前具有基准波形,并且

根据基于所述基准波形计算的基准压力 (P_{base}) 而可变地设置所述预定压力 (P_{th})。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的燃料喷射控制装置,其中

所述校正部在判定所述间隔为零或小于所述预定值时,以所述间隔具有预定时间段的方式来校正所述喷射命令信号,并且

通过在每次判定所述间隔等于或大于所述预定值时减小所述预定时间段来继续所述校正。

5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的燃料喷射控制装置,还包括:

参数计算器 (31),其基于所检测的燃料压力波形来计算喷射率参数,所述喷射率参数对于指定对应于所述燃料压力波形的喷射率波形来说是必需的,以及

参数学习部 (32),其学习所计算的喷射率参数,其中

基于所学习的喷射率参数来设置对应于所述目标喷射状态的所述喷射命令信号。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的燃料喷射控制装置,其中

所述校正部通过以对应于所述目标喷射状态的喷射时间段 (T_q) 不改变的方式而将所述喷射开始时刻 (t_1) 和所述喷射结束时刻 (t_2) 提前/延迟相同的值来校正所述喷射命令信号。

7. 根据权利要求 6 所述的燃料喷射控制装置,其中

所述校正部以多步喷射中的第 n 步喷射和第 $n+1$ 步喷射之间的间隔增大的方式来校正所述喷射命令信号,

在通过将所述第 n 步喷射的所述喷射开始时刻和所述喷射结束时刻提前预定值来增大所述间隔的情况下,将第 $n-1$ 步喷射的所述喷射开始时刻和所述喷射结束时刻提前所述预定值,并且

在通过将所述第 $n+1$ 步喷射的所述喷射开始时刻和所述喷射结束时刻延迟预定值来增大所述间隔的情况下,将第 $n+2$ 步喷射的所述喷射开始时刻和所述喷射结束时刻延迟所述预定值。

燃料喷射控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料喷射控制装置。

背景技术

[0002] JP-A-2008-144749 (US 2008/0228374)、JP-A-2009-74535 (US2009/0056678) 或 JP-A-2010-223185 (US 2010/0250095) 描述了一种燃料压力传感器和燃料喷射系统,所述燃料压力传感器检测共轨(蓄压容器)的燃料下游的压力,所述燃料喷射系统检测通过燃料喷射产生的燃料压力中的变化作为燃料压力波形。

[0003] 具体而言,在燃料压力波形中检测燃料压力开始下降的拐点,并且基于拐点出现的时间来检测实际的喷射开始时间。学习表示的喷射开始时间至燃料喷射阀的实际开始时间的延迟时间段“td”。基于所学习的延迟时间段“td”,以目标喷射开始时间高精度地对应于发动机的操作状态的方式来设置喷射开始时间的命令信号。

[0004] 图 9A 是示出了在单个燃烧循环中执行多步喷射时的喷射率的变化示意图。如图 9B 所示,如果喷射步骤之间的间隔 T_{int} 变得比目标喷射状态(喷射步数、喷射量以及喷射开始时间)中的小,则如图 9C 中的虚线所示,可以对喷射步骤进行组合(整合)。在这种情况下,由于汽缸中的燃烧状态变得与预定的燃烧状态不同,所以气体排放特性可能变得更糟,或者可能生成输出转矩变化。

[0005] 何时学习延迟时间段“td”是在其早期阶段,并且将学习值留下作为初始值时,实际的喷射开始/结束时间偏离预定值。在这种情况下,实际的间隔变得小于所要求的时间间隔,并且产生组合喷射的可能性非常高。

[0006] 考虑到上述情况作出了本发明,并且本发明的目的是提供一种能够降低产生组合喷射的可能性的燃料喷射控制装置。

发明内容

[0007] 根据本发明的示例,一种燃料喷射控制装置包括燃料喷射阀、燃料压力传感器、命令部、波形检测器、判定部以及校正部。所述燃料喷射阀喷射在蓄压器中积累的燃料。所述燃料压力传感器检测燃料通道中的燃料压力,所述燃料通道定义为从蓄压器的出口延伸至所述燃料喷射阀的喷射端口。所述命令部基于根据发动机的操作状态而设置的目标喷射状态来设置表示喷射开始时刻和喷射结束时刻的喷射命令信号,并且输出所述喷射命令信号至所述燃料喷射阀中。在燃料喷射发生变化时,所述波形检测器基于所述燃料压力传感器的检测值检测燃料压力中的变化作为燃料压力波形。在执行多步喷射时,所述判定部基于所检测的燃料压力波形来判定所述喷射之间的间隔是否为零或小于预定值。在判定所述间隔为零或小于所述预定值时,所述校正部以增大所述间隔的方式来校正对应于所述目标喷射状态的所述喷射命令信号。

[0008] 因此,能够确保喷射步骤之间的间隔。

附图说明

[0009] 从下面参考附图给出的详细描述中,本发明的上述和其它目的、特征和优点将变得更显而易见,在附图中:

[0010] 图 1 是示出了根据本发明的实施例具有燃料喷射控制装置的燃料喷射系统的轮廓的结构示意图;

[0011] 图 2A 是示出了发送到燃料喷射阀的喷射命令信号的示意图,图 2B 是示出了表示燃料喷射率的变化喷射率波形的示意图,图 2C 是示出了表示燃料压力的变化的燃料压力波形的示意图,并且图 2D 是示出了表示微分值的变化的微分值波形的示意图;

[0012] 图 3 是 ECU 的功能方框图,所述 ECU 建立了喷射率参数的学习、喷射命令信号的设置和校正;

[0013] 图 4 是示出了喷射率参数的计算过程的流程图;

[0014] 图 5A 是示出了喷射时间燃料压力波形的示意图,图 5B 是示出了非喷射时间燃料压力波形的示意图,并且图 5C 是示出了喷射波形的示意图;

[0015] 图 6 是示出了间隔不足的判定过程以及喷射命令信号的校正过程的流程图;以及

[0016] 图 7 是示出了基于图 6 执行的提前校正的示例的示意图;

[0017] 图 8 是示出了基于图 6 执行的延迟校正的示例的示意图;以及

[0018] 图 9A 是示出了在单个燃烧循环中执行多步喷射时喷射率的变化示意图,图 9B 是示出了喷射步骤之间的小间隔的示意图,并且图 9C 是示出了结合喷射的示意图。

具体实施方式

[0019] 将描述根据本发明的燃料喷射控制装置的实施例。将燃料喷射控制装置应用到具有四个汽缸 #1-#4 的内燃机(柴油机),其中通过喷射高压燃料来生成压缩自点火燃烧。

[0020] 如图 1 所示,燃料喷射阀 10 设置到发动机的每个汽缸。燃料压力传感器 20 设置到每个燃料喷射阀 10。电子控制单元 (ECU) 30 被安装到具有发动机的车辆上。

[0021] 将解释具有燃料喷射阀 10 的燃料喷射系统。通过燃料泵 41 将油箱 40 中的燃料向上泵送,并且燃料积累在共轨(蓄压器)42 中以供应至每个燃料喷射阀 10(#1-#4)。燃料喷射阀 10(#1-#4) 随后以预定顺序执行燃料喷射。燃料泵 41 是间歇释放高压燃料的柱塞泵。

[0022] 燃料喷射阀 10 具有主体 11、针型阀 12、致动器 13 等等。主体 11 限定了高压通道 11a 和喷射端口 11b。针型阀 12 容纳在主体 11 中以打开/关闭喷射端口 11b。

[0023] 主体 11 限定了背压室 11c,高压通道 11a 和低压通道 11d 与背压室 11c 连通。控制阀在高压通道 11a 和低压通道 11d 之间进行切换,使得高压通道 11a 与背压室 11c 连通或者低压通道 11d 与背压室 11c 连通。

[0024] 在致动器 13 通电时,控制阀 14 在图 1 中向下移动,并且背压室 11c 与低压通道 11d 连通,使得背压室 11c 中的燃料压力减小。因此,施加至针型阀 12 的背压减小,使得针型阀主体 12 上升(打开)。

[0025] 当致动器 13 去电时,控制阀 14 在图 1 中向上移动,并且背压室 11c 与高压通道 11a 连通,使得背压室 11c 中的燃料压力增大。因此,施加至针型阀 12 的背压增大,使得阀主体 12 下降(关闭)。

[0026] ECU 30 控制驱动针型阀 12 的致动器 13。在针型阀 12 打开喷射端口 11b 时,高压通道 11a 中的高压燃料通过喷射端口 11b 喷射到发动机的燃烧室(未示出)。

[0027] 燃料压力传感器 20 包括柄 21(负荷单元)、压力传感器元件 22 以及模制 IC 23。柄 21 设置至主体 21。柄 21 具有响应于高压通道 11a 中的高的燃料压力而弹性变形的振动膜 21a。压力传感器元件 22 设置在振动膜 21a 上,以输出取决于振动膜 21a 的弹性变形的压力检测信号。

[0028] 模制 IC 23 包括放大器电路,所述放大器电路放大从压力传感器元件 22 发送的压力检测信号并且包括发送压力检测信号的发送电路。连接器 15 设置在主体 11 上。模制 IC 23、致动器 13 和 ECU 30 通过连接至连接器 15 的导线 16(信号线)彼此电连接。放大后的压力检测信号发送至 ECU 30。相对于每个汽缸执行这种信号通信处理。

[0029] ECU 30 基于从加速器位置得到的发动机负载和发送机速度 NE 来计算目标燃料喷射状态(燃料喷射的段数、燃料喷射开始时刻、燃料喷射结束时刻、燃料喷射量等等)。例如,ECU 30 存储相对于发动机负载和发送机速度最佳的燃料喷射状态作为燃料喷射状态映射。然后,基于当前的发动机负载和发送机速度,考考燃料喷射状态映射来计算目标燃料喷射状态。

[0030] 此外,ECU 30 基于在下面将要描述的喷射率参数“ t_d ”、“ t_e ”、“ R_α ”、“ R_β ”和“ R_{max} ”来生成对应于计算的目标燃料喷射状态的燃料喷射命令信号“ t_1 ”、“ t_2 ”、“ T_q ”(参见图 2A)。通过输入信号来控制燃料喷射阀 10。通过脉冲开启时刻信号 t_1 开始燃料喷射,并且通过脉冲结束时刻信号 t_2 来结束燃料喷射。通过脉冲开启时间段 T_q 来表示对应于喷射量的喷射时间段。

[0031] 由于喷射阀 10 的诸如磨损的老化恶化或喷射端口 11b 的堵塞的原因,实际的喷射状态相对于喷射命令信号发生变化。

[0032] 如图 2C 所示,基于传感器 20 的检测值来检测燃料压力波形,并且燃料压力波形对应于在通过燃料喷射产生变化时燃料压力的变化。此外,如图 2B 所示,基于所检测的燃料压力波形来计算喷射率波形,并且喷射率波形代表燃料的喷射率的变化。通过喷射率波形的计算来检测燃料喷射状态。学习指定了检测的喷射率波形(喷射状态)的喷射率参数“ R_α ”、“ R_β ”和“ R_{max} ”。此外,学习指定了喷射命令信号(脉冲开启时刻“ t_1 ”、脉冲结束时刻“ t_2 ”以及通电时间段“ T_q ”)和喷射状态之间关系的喷射率参数“ t_d ”、“ t_e ”。具体而言,如图 2B 所示,学习喷射开始延迟时间段“ t_d ”、喷射结束延迟时间段“ t_e ”、喷射率增大梯度“ R_α ”、喷射率喷射量减小梯度“ R_β ”以及最大喷射率“ R_{max} ”。

[0033] 如图 3 所示,ECU 30 包括对应于喷射状态分析器的喷射率参数计算器 31,其基于由传感器 20 检测的燃料压力波形来计算喷射率参数“ t_d ”、“ t_e ”、“ R_α ”、“ R_β ”和“ R_{max} ”。

[0034] 学习部 32 学习并且更新 ECU 30 的存储器中的计算参数。参数根据供应燃料压力(共轨 42 中的压力)的变化而发生变化。因此,参数的学习可能与下面将描述的基准压力 P_{base} 或供应燃料压力有关。此外,可以与喷射量相关地学习除了最大喷射率 R_{max} 之外的其它参数。在图 3 中,对应于燃料压力的喷射率参数值存储在喷射率参数映射 M 中。

[0035] 信号设置部 33 从映射 M 获得对应于当前燃料压力的学习参数,并且基于该参数设置对应于目标喷射状态的信号 t_1 、 t_2 、 T_q 。通过传感器 20 来检测阀 10 被信号激励时获得的燃料压力波形。计算器 31 基于所检测的燃料压力波形来计算参数“ t_d ”、“ t_e ”、“ R_α ”、

“ $R\beta$ ”和“ R_{max} ”。

[0036] 也就是说,检测并且学习对应于喷射命令信号的实际喷射状态(即,喷射率参数“ t_d ”、“ t_e ”、“ $R\alpha$ ”、“ $R\beta$ ”和“ R_{max} ”。基于学习值将新的喷射命令信号相对应地设置成目标喷射状态。因此,基于实际的喷射状态对命令信号执行反馈控制,使得即使产生了老化恶化也能够高精度地控制燃料喷射状态。

[0037] 然而,在基于通过设置部 33 设置的命令信号来控制阀 10 时,喷射步骤之间的间隔可能变为零或小于多步喷射中的预定值。在这种情况下,校正部 34 以增大间隔的方式来校正命令信号。在下面将具体描述间隔不足的判定方法和命令信号的校正方法。

[0038] 将参考图 4 来描述从图 2C 的检测波形中计算图 2B 的喷射率参数“ t_d ”、“ t_e ”、“ $R\alpha$ ”、“ $R\beta$ ”和“ R_{max} ”的过程。在每次进行单个喷射时,通过 ECU 30 的微型计算机来执行该过程。燃料压力波形代表传感器 20 的检测值的组合,所述检测值利用预定的取样周期获得。

[0039] 在图 4 的 S10 中,计算喷射波形 W_b (校正后的燃料压力波形),所述喷射波形用于计算喷射率参数。将来自阀 10 的燃料喷射至其中的汽缸定义为喷射时间汽缸。而将来自阀 10 的燃料未喷射至其中的汽缸定义为非喷射时间汽缸。将对应于喷射时间汽缸的传感器 20 定义为喷射时间燃料压力传感器。将对应于非喷射时间汽缸的传感器 20 定义为非喷射时间燃料压力传感器。

[0040] 图 5A 的喷射时间燃料压力波形 W_a 不代表仅受喷射影响的波形。相反地,喷射时间波形 W_a 包括受除了下面解释的喷射外的影响引起的波形分量。例如,在用于将油箱 40 中的燃料泵送到共轨 42 的燃料泵 41 像柱塞泵那样间歇泵送燃料的情况下,如果在燃料喷射期间执行泵送,则波形 W_a 的压力在燃料喷射期间增大。也就是说,图 5A 的喷射时间波形 W_a 包括图 5C 的喷射波形分量 W_b 和图 5B 的非喷射时间波形分量 W_u ,所述喷射波形分量 W_b 表示由于喷射引起的燃料压力变化,所述非喷射波形分量 W_u 表示由于泵送引起的燃料压力增大。

[0041] 即使在燃料喷射期间不执行泵送,而是在燃料喷射之后立即执行泵送,整个喷射系统中的燃料压力减小所喷射的量。因此,喷射时间波形 W_a 变为具有总体减少的压力的波形。也就是说,喷射时间波形 W_a 包括波形分量 W_b 和波形分量 W_u' (参考图 5B 中的虚线),所述波形分量 W_b 表示由于喷射引起的燃料压力改变,所述波形分量 W_u' 表示整个喷射系统中的燃料压力减小。

[0042] 在图 4 的 S10 中,因为非喷射时间波形 $W_u(W_u')$ 代表共轨(整个喷射系统)中的燃料压力的变化,所以通过从喷射时间波形 W_a 减去非喷射时间波形 $W_u(W_u')$ 来计算波形 W_b 。图 2C 中示出的燃料压力波形代表喷射波形 W_b 。

[0043] 在 S11 中,基于喷射波形 W_b 的基准波形中的燃料压力的平均值来计算基准压力 P_{base} 。基准波形定义为对应于在喷射开始时开始以及在燃料压力开始减小时结束的时间段。例如,可以将基准波形设置成对应于图 2C 中的时间段 T_A ,其从喷射开始命令时刻 t_1 开始。或者,基于图 2D 的微分值来计算图 2C 的减小波形的拐点 P_1 ,并且可以将基准波形设置成对应于从喷射开始命令时刻 t_1 至早于喷射点 P_1 一预定时间段的时刻定义的时间段。

[0044] 在 S12 中,基于喷射波形 W_b 的减小波形来计算减小波形的近似线 $L\alpha$,所述喷射波形 W_b 的减小波形对应于燃料压力根据喷射率中的增大而减小的时间段。例如,可以将减小

波形设置成对应于图 2C 中的时间段 TB。时间段 TB 从时刻 t_1 过去预定时间段时开始。或者,基于图 2D 的微分值来计算减小波形的拐点 P1 和拐点 P2,并且可以将减小波形设置成对应于拐点 P1 和拐点 P2 之间的时间段。然后,可以根据构成减小波形的燃料压力的多个检测(取样)值使用最小二乘近似法来计算近似线 $L\alpha$ 。或者在减小波形的微分值变为最小时,可以将切线用作近似线 $L\alpha$ 。

[0045] 在 S13 中,基于喷射波形 W_b 的增大波形计算增大波形的近似线 $L\beta$,所述喷射波形 W_b 的增大波形对应于燃料压力根据喷射率中的减小而增大的时间段。例如,可以将增大波形设置成对应于从时刻 t_2 过去预定时间段时开始的时间段 TC。或者,基于图 2D 的微分值来计算增大波形的拐点 P3 和 P5,并且可以将增大波形设置成对应于拐点 P3 和 P5 之间的时间段。然后,可以根据构成增大波形的燃料压力的多个检测(取样)值使用最小二乘近似法来计算近似线 $L\beta$ 。或者,在增大波形的微分值变为最大时,可以将切线用作近似线 $L\beta$ 。

[0046] 在 S14 中,基于基准压力 P_{base} 来计算图 2C 的基准值 $B\alpha$ 、 $B\beta$ 。例如,可以将基准值 $B\alpha$ 、 $B\beta$ 设置成低于基准压力 P_{base} 一预定值。基准值 $B\alpha$ 和基准值 $B\beta$ 并不一直相等。所述预定值可以例如根据燃料的温度或基准压力 P_{base} 而改变。

[0047] 在 S15 中,如图 2C 所示,将近似线 $L\alpha$ 和基准值 $B\alpha$ 之间的交点计算为交叉时刻 $LB\alpha$ 。因为交叉时刻 $LB\alpha$ 和喷射开始时刻 R1 紧密对应,所以基于交叉时刻 $LB\alpha$ 来计算喷射开始时刻 R1。例如,可以将喷射开始时刻 R1 设置成在交叉时刻 $LB\alpha$ 之前一预定延迟时间段 $C\alpha$ 。

[0048] 在 S16 中,如图 2C 所示,计算近似线 $L\beta$ 和基准值 $B\beta$ 之间的交点作为交叉时刻 $LB\beta$ 。因为交叉时刻 $LB\beta$ 和喷射结束时刻 R4 紧密对应,所以基于交叉时刻 $LB\beta$ 来计算喷射结束时刻 R4。例如,可以将喷射结束时刻 R4 设置成在交叉时刻 $LB\beta$ 之前一预定延迟时间段 $C\beta$ 。所述预定延迟时间段 $C\alpha$ 、 $C\beta$ 可以例如根据燃料的温度或基准压力 P_{base} 而改变。

[0049] 在 S17 中,因为近似线 $L\alpha$ 的倾角与喷射率中的增大的倾角紧密对应,所以基于近似线 $L\alpha$ 的倾角来计算表示图 2B 的喷射率波形的喷射增大的线 $R\alpha$ 的倾角。例如,可以通过将近似线 $L\alpha$ 的倾角乘以一预定系数来计算线 $R\alpha$ 的倾角。可以基于在 S15 处计算出的喷射开始时刻 R1 和在 S17 处计算出的线 $R\alpha$ 的倾角来指定表示相对于喷射命令信号的喷射率波形的增大部分的线 $R\alpha$ 。

[0050] 此外,在 S17 中,因为近似线 $L\beta$ 的倾角与喷射率中的减小的倾角紧密对应,所以基于近似线 $L\beta$ 的倾角来计算表示喷射率波形的喷射减小的线 $R\beta$ 的倾角。例如,可以通过将近似线 $L\beta$ 的倾角乘以一预定系数来计算线 $R\beta$ 的倾角。可以基于在 S16 处计算出的喷射结束时刻 R4 和在 S17 处计算出的线 $R\beta$ 的倾角来指定表示相对于喷射命令信号的喷射率波形的减小部分的线 $R\beta$ 。所述预定系数可以例如根据燃料的温度或基准压力 P_{base} 而改变。

[0051] 在 S18 中,基于在 S17 处计算出的喷射率波形的线 $R\alpha$ 、 $R\beta$ 来计算阀关闭操作开始时刻 R23。在命令喷射结束时,阀 12 在阀关闭操作开始时刻 R23 处开始关闭。具体而言,计算线 $R\alpha$ 和线 $R\beta$ 之间的交点,并且所计算的交点对应于阀关闭操作开始时刻 R23。

[0052] 在 S19 中,相对于喷射开始命令时刻 t_1 ,计算在 S15 处计算出的喷射开始时刻 R1 的喷射开始延迟时间“ t_d ”。此外,相对于喷射结束命令时刻 t_2 ,计算在 S18 处计算出的阀

关闭操作开始时刻 R23 的喷射结束延迟时间“te”。

[0053] 喷射结束延迟时间“te”代表从时刻 t2 开始的延迟时间,在时刻 t2 处表示喷射结束的信号输出至开始控制阀的操作时的时刻。延迟时间“td”、“te”是表示相对于喷射命令信号的喷射率变化的对应延迟的参数。存在其它的延迟时间,例如从喷射开始命令信号 t1 到喷射率达到最大值的时刻 R2 的延迟时间、从喷射结束命令信号 t2 到喷射率开始减小的时刻 R3 的延迟时间、或从喷射结束命令信号 t2 到喷射结束的时刻 R4 的延迟时间。

[0054] 在 S20 中,根据喷射波形 Wb 计算图 2C 的最大下降量 ΔP ,并且因为最大下降量 ΔP 和最大喷射率 P_{max} 紧密对应,所以基于所计算的最大下降量 ΔP 来计算最大喷射率 P_{max} 。例如,通过将最大下降量 ΔP 乘以一预定系数来计算最大喷射率 P_{max} 。所述预定系数可以例如根据燃料的温度或基准压力 P_{base} 而改变。

[0055] 因此,由于图 4 的处理,可以根据喷射波形 Wb 来计算喷射率参数“td”、“te”、“ R_{α} ”、“ R_{β} ”和“ R_{max} ”。此外,基于喷射率参数“td”、“te”、“ R_{α} ”、“ R_{β} ”和“ R_{max} ”可以计算对应于图 2A 的喷射命令信号的图 2B 的喷射率波形。所计算的图 2B 的喷射率波形的阴影面积对应于喷射量,使得可以基于喷射率参数来计算喷射量。在喷射命令时间段 T_q 足够长时,并且在达到最大喷射率之后保持阀打开状态时,喷射率波形具有梯形形状,如图 2B 所示。相反地,在达到最大喷射率之前就开始关闭阀时,喷射较小并且喷射率波形具有三角形形状。

[0056] 将参考图 6 来描述由校正部 34 执行的间隔不足的判定和校正。在每次进行喷射时由 ECU 30 的微型计算机来执行该处理。

[0057] 如图 6 所示,在 S30 中,对应于燃料压力波形检测器,获得在图 4 的 S10 中计算出的喷射波形 Wb。

[0058] 在 S31 中,对应于判定部,基于所获得的波形 Wb,判定最后的喷射和接下来的喷射之间的间隔是否小于预定时间段。也就是说,执行间隔不足的判定。

[0059] 如图 2C 的虚线所示,在间隔不足的情况下,第 n 步喷射的增大波形与第 n+1 步喷射的减小波形重叠。也就是说,第 n+1 步喷射的拐点 $P1(n+1)$ 出现在第 n 步喷射的增大波形中,使得增大波形开始减小。结果,在第 n 步喷射的增大波形的压力达到预定值 P_{th} 之前,第 n+1 步喷射的波形开始减小。在本实施例中,如果用于计算近似线 L_{β} 的喷射波形 Wb 的增大波形的压力未达到图 2C 的预定值 P_{th} ,则判定存在间隔不足。

[0060] 通过从基准压力 P_{base} 减去预定值来设置预定值 P_{th} 。也就是说,基于基准波形来可变地设置预定值 P_{th} 。

[0061] 在判定存在间隔不足(S31:否)时,在 S32 处将下面将要描述的校正量设置成预定值。所述预定值是以能够清除 S31 的判定中的间隔不足的方式而提前设置的固定值。

[0062] 在 S33 中,在判定喷射命令信号间隔不足时,通过提前或延迟相同的量来校正喷射命令信号的开始时间 t1 和喷射命令信号的结束时间 t2。

[0063] 图 7 是示出了在执行多步喷射时喷射率的变化的时间图。在判定第 n 步喷射和第 n+1 步喷射之间的间隔短时,以第 n 步喷射的结束时刻 t2 和第 n+1 步喷射的开始时刻 t1 之间具有预定值的方式来校正第 n 步喷射的结束时刻 t2。将所述预定值设置成足够长,使得能够确保间隔。因此,将引起间隔不足的第 n 步喷射的结束时刻 t2 校正至提前侧,使得能够确保第 n 步喷射和第 n+1 步喷射之间的间隔,如图 7 所示。

[0064] 在将第 n 步喷射的结束时刻 t_2 校正至提前侧的这种条件下,将第 n 步喷射的开始时刻 t_1 也校正至提前侧一相同的量。因此,对应于喷射时间段 T_q 的第 n 步喷射的喷射量未校正。

[0065] 如果存在第 $n-1$ 步喷射 (n :正整数),则对第 $n-1$ 步喷射也执行提前校正。具体而言,如图 7 所示,与第 n 步喷射的校正一样,将第 $n-1$ 步喷射的开始时刻 t_1 和结束时刻 t_2 也向提前侧校正一相同的量。因此,在校正之后能够确保第 n 步喷射和第 $n-1$ 步喷射之间的间隔。

[0066] 存在如下这种情况:无需对第 $n-1$ 步喷射进行校正,也能够确保第 n 步喷射和第 $n-1$ 步喷射之间的间隔,使得对第 $n-1$ 步喷射的校正不是一直是必需的。在未对第 $n-1$ 步喷射进行校正的情况下,如果在校正后的第 n 步喷射和第 $n-1$ 步喷射之间产生间隔不足,则在 S31 处判定在第 n 步喷射和第 $n-1$ 步喷射之间存在间隔不足。然后,在 S33 处对第 $n-1$ 步喷射进行校正。

[0067] 与图 7 中对第 n 步喷射进行提前校正相反,替代地,如图 8 所示,可以对第 $n+1$ 步喷射进行延迟校正。也就是说,在判定第 n 步喷射和第 $n+1$ 步喷射之间的间隔短时,以第 n 步喷射的结束时刻 t_2 和第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 之间的间隔具有预定值的方式,对第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 进行校正。因此,将引起间隔不足的第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 校正至延迟侧。

[0068] 在将第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 校正至延迟侧的这种条件下,还将第 $n+1$ 步喷射的结束时刻 t_2 向延迟侧校正相同的量。因此,未对对应于喷射时间段 T_q 的第 $n+1$ 步喷射的喷射量进行校正。

[0069] 如果存在第 $n+2$ 步喷射 (n :正整数),同样对第 $n+2$ 步喷射执行延迟校正。具体而言,如图 8 所示,将第 $n+2$ 步喷射的开始时刻 t_1 和结束时刻 t_2 向延迟侧校正与第 $n+1$ 步喷射的校正一样的量。因此,在校正之后能够确保第 $n+1$ 步喷射和第 $n+2$ 步喷射之间的间隔。

[0070] 存在如下这种情况:无需对第 $n+2$ 步喷射进行校正,也能够确保第 $n+1$ 步喷射和第 $n+2$ 步喷射之间的间隔,使得对第 $n+2$ 步的校正不是一直是必需的。

[0071] 可以同时来执行如图 7 中所示的对第 n 步喷射进行提前校正以及如图 8 中所示的对第 $n+1$ 步进行延迟校正。也就是说,以第 n 步喷射的结束时刻 t_2 和第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 之间具有预定值的方式,将第 n 步喷射的结束时刻 t_2 校正至提前侧,并且将第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 t_1 校正至延迟侧。

[0072] 在判定图 6 的 S31 中消除了间隔不足时 (S31:是),用于 S31 的判定的燃料压力波形 W_b 是否是基于具有上述校正的喷射。也就是说,判定在该校正下是否消除了间隔不足。

[0073] 在判定正在执行校正时 (S34:是),在 S35 处将 S33 中使用的校正量减小预定量。例如,在探测到间隔不足而执行校正之后,即使通过校正消除了间隔不足,校正量逐渐减小,无需立即停止校正。在 S34 中校正量变为零时,结束 S33 中的校正。

[0074] 下面将描述实施例的优点。

[0075] 在间隔不足的情况下,以接下来的喷射间隔增大的方式来校正喷射命令信号。因此,能够防止图 9C 中的虚线所示的喷射的结合。因此,能够限制气体排放特性变得更糟,并且能够限制发动机输出转矩具有大的变化。此外,能够限制发动机的温度变得太高,这是因为限制了单次喷射大量的燃料。

[0076] 基于对增大波形的压力和预定压力 P_{th} 之间进行比较来判定间隔不足。因此,与通过基于第 n 步喷射的结束时刻 R_4 和第 $n+1$ 步喷射的开始时刻 R_1 的分析结果计算实际的间隔来判定间隔不足的情况相比,能够减小 ECU30 的微型计算机的处理负荷。

[0077] 可以根据基准波形的基准压力 P_{base} 可变地设置用于间隔不足的判定的预定压力 P_{th} 。基于从喷射时间波形 W_b 减去非喷射时间波形 W_u 获得的波形 W_b 来判定间隔不足。因此,能够提高间隔不足的判定精度。

[0078] 如果在校正下消除了间隔不足,则校正持续,其中针对消除了间隔不足的每次判定减小校正量。因此,能够降低再次生成间隔不足的可能性。

[0079] 学习诸如喷射开始延迟时间“ t_d ”或喷射结束延迟时间“ t_e ”之类的喷射率参数,并且基于所学习的值来设置喷射命令信号。因此,期望在学习结束之后,也就是在 S35 中校正量变为零之后,变得能够对间隔进行高精度的控制。在足够执行学习之前,校正可能工作为故障安全 (fail-safe)。因此,能够降低再次生成间隔不足的可能性。

[0080] 在 S33 中,相对于开始时刻 t_1 和结束时刻 t_2 ,校正执行相同的量,使得喷射量不改变。因此,无需具有大的变化就能够实现所要求的燃烧状态。

[0081] 在 S33 中,对紧邻被判定具有间隔不足的喷射之前或之后的喷射同样校正相同的量。因此,能够限制未被判定具有间隔不足的喷射具有间隔不足。

[0082] (其它实施例)

[0083] 本发明并不限于以上所述,并且本发明能够在下面的变型状态下实践。

[0084] 在执行多步喷射时,将具有最大喷射量的喷射定义为主喷射。与其它喷射相比,主喷射的喷射时刻对喷射状态具有较大的影响。如果主喷射具有间隔不足,对主喷射之前和 / 或之后的喷射进行校正,无需对主喷射进行校正。因此,在执行校正时能够限制喷射状态具有大的变化。

[0085] 在图 7 和 8 中,第 $n+1$ 步喷射对应于主喷射,使得对应于先导 (pilot) 喷射的第 n 步喷射的校正能够好于第 $n+1$ 步喷射的校正。

[0086] 如果在阀 12 和主体 11 之间的滑动部中存在异物,喷射异常继续,因为阀不能完全关闭。在这种情况下,在图 6 的 S31 中可能生成间隔不足的错误判定。

[0087] 如果 S31 定义为在命令结束喷射之后的预定时间内命令接下来的喷射时开始,则能够彼此区分异常喷射和间隔不足。

[0088] 在 S31 中,在增大波形未达到预定压力 P_{th} 时判定间隔不足。或者,可以基于在图 4 的处理中计算出的结束时刻 R_4 和开始时刻 R_1 来计算实际的间隔,并且在实际的间隔小于预定时间段 T_{th} 时判定存在间隔不足。

[0089] 在以上所述中燃料压力传感器 20 安装到燃料喷射阀 10。传感器 20 设置成检测从共轨 42a 的出口 42a 延伸至喷射端口 11b 的燃料供应通道中的燃料的压力。例如,可以将燃料压力传感器 20 设置在高压管 42b 中,所述高压管 42b 连接共轨 42 至燃料喷射阀 10。也就是说,高压管 42b 或高压通道 11a 可以对应于燃料通道。

[0090] 应该将这些改变和变型理解为落入由所附权利要求书所限定的本发明的范围内。

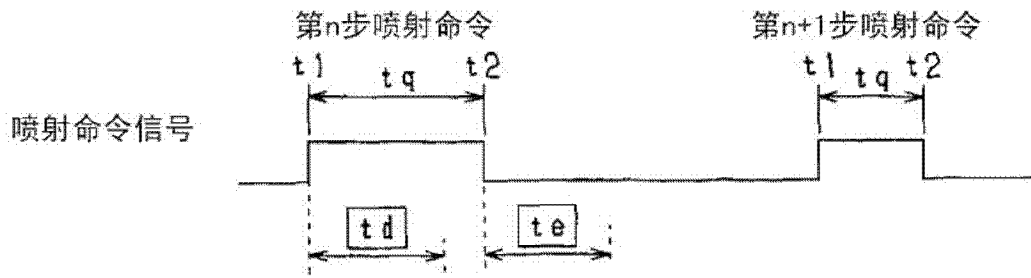


图 2A

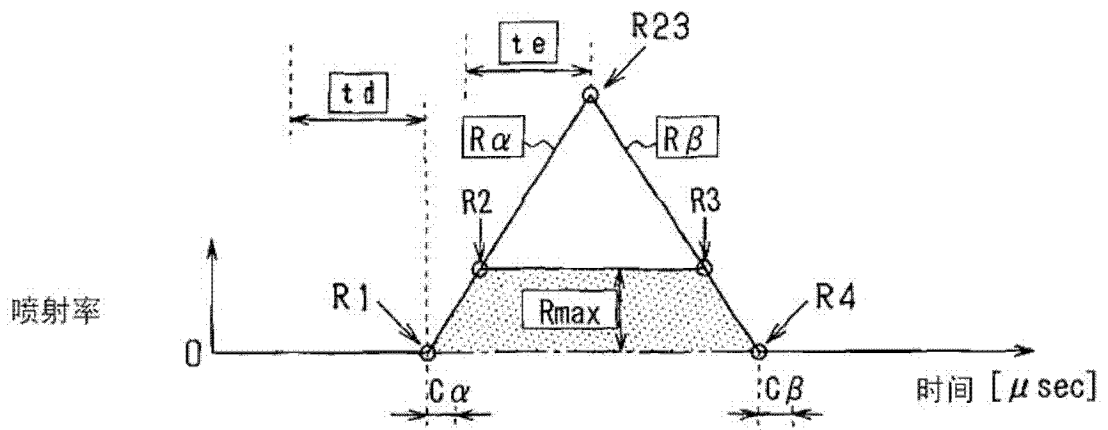


图 2B

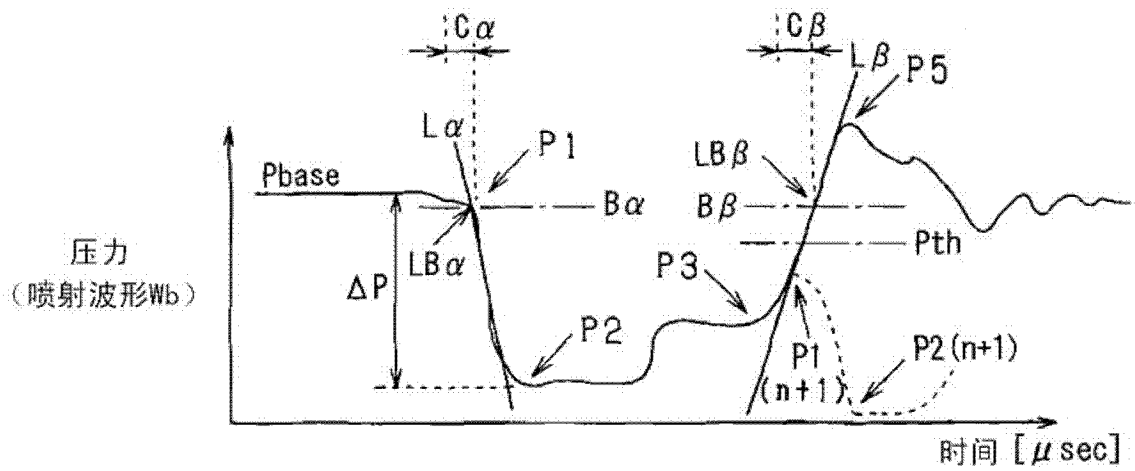


图 2C

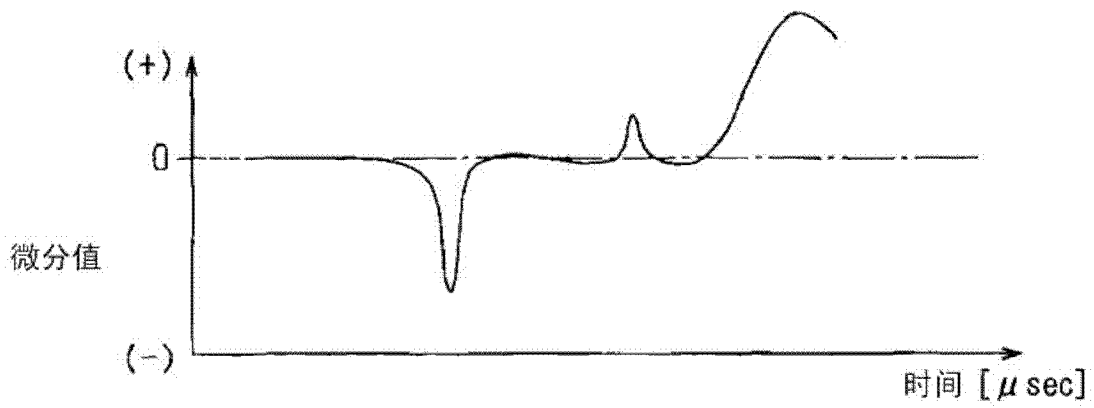


图 2D

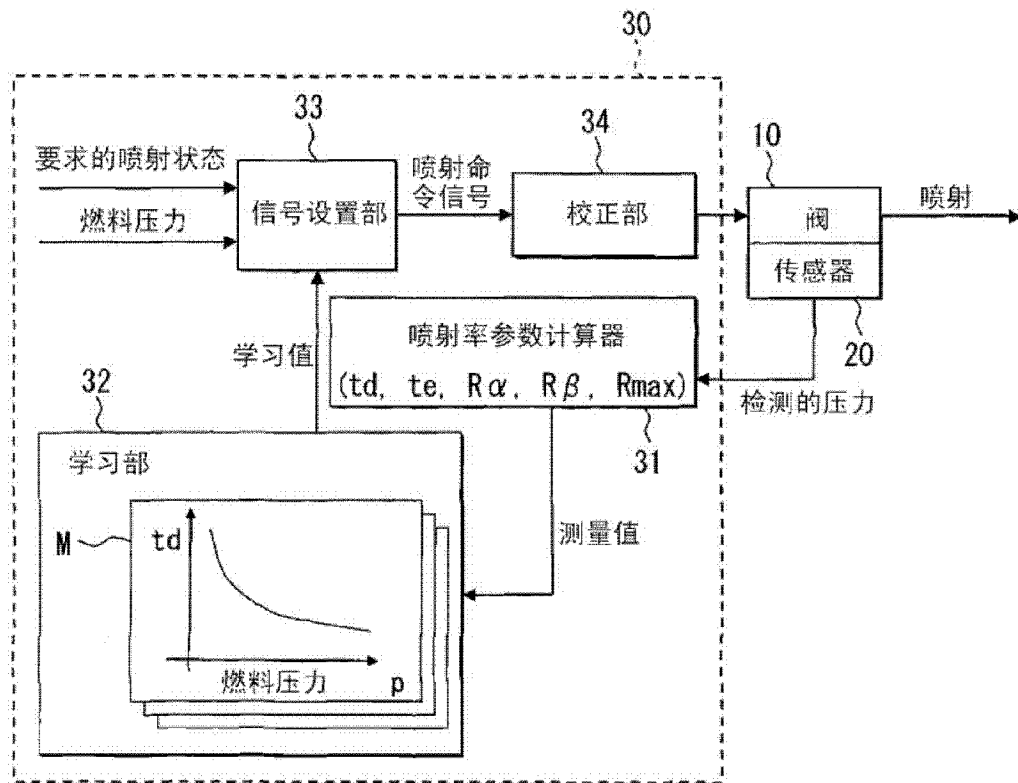


图 3

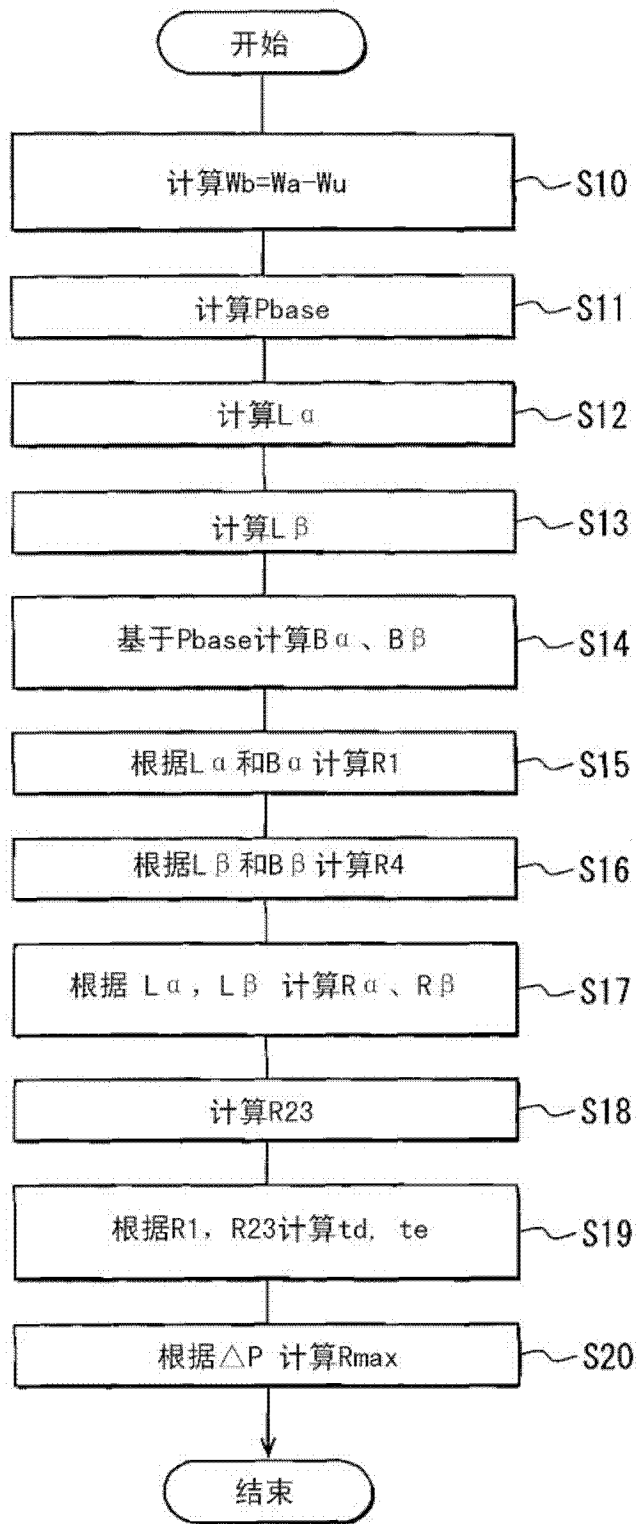


图 4

喷射时间燃料
压力波形Wa

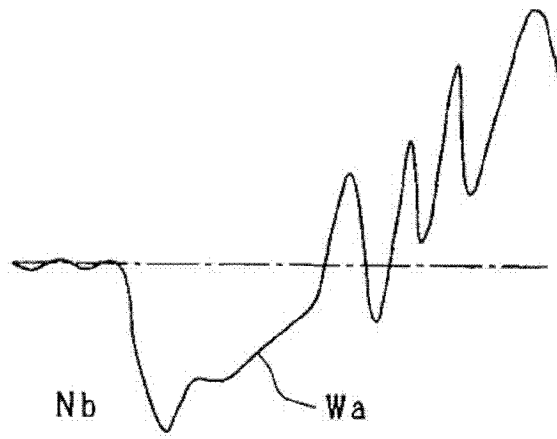


图 5A

非喷射时间燃料
压力波形Wu

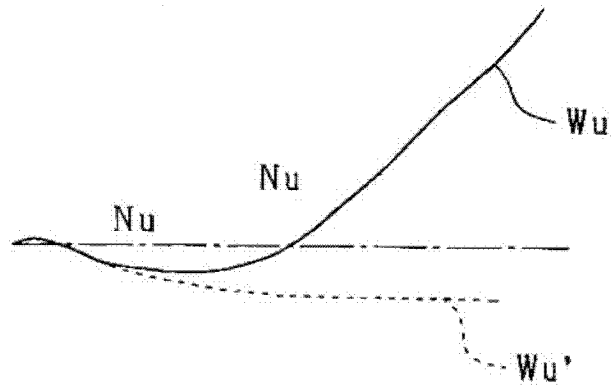


图 5B

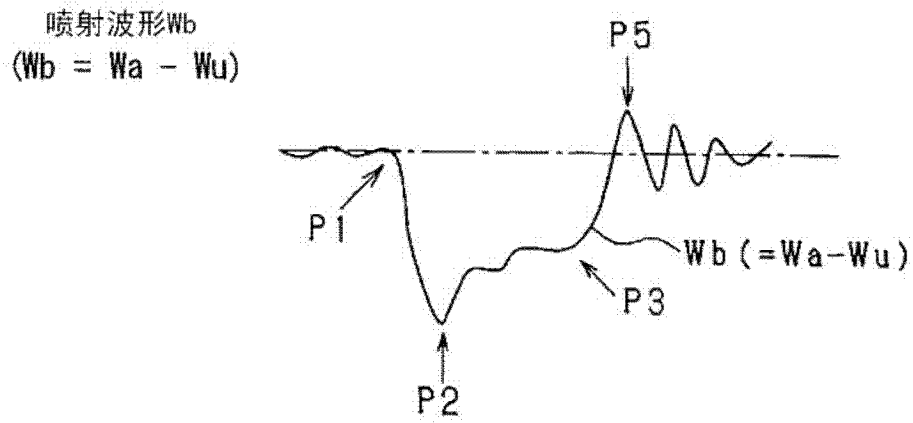


图 5C

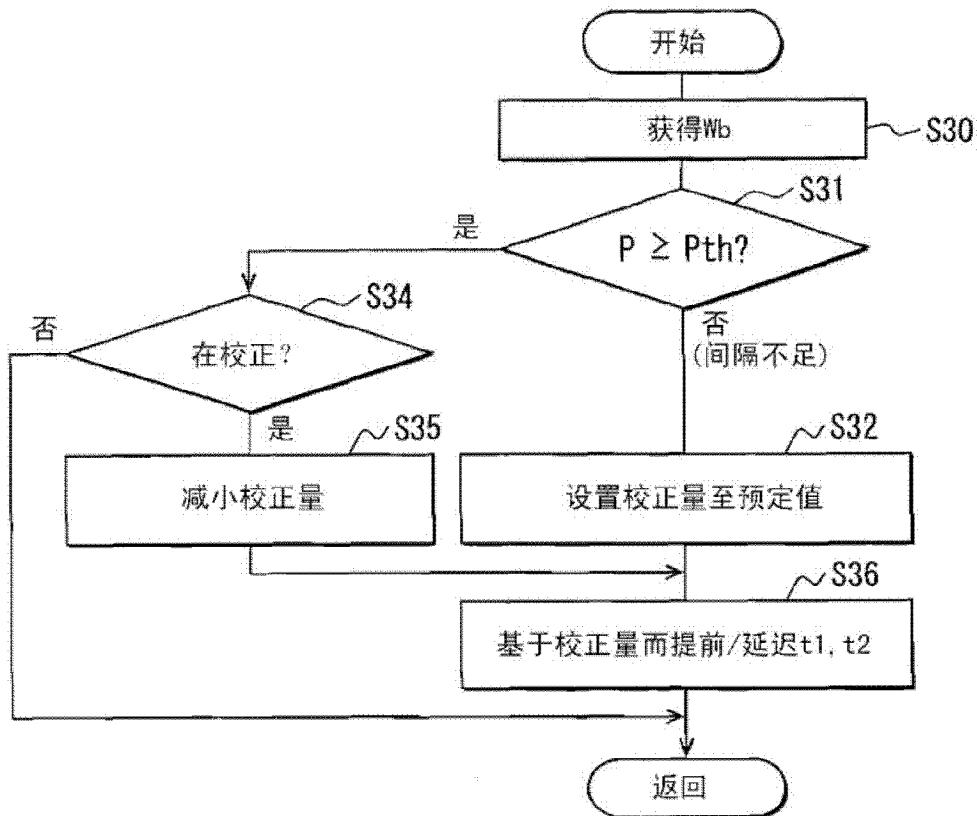


图 6

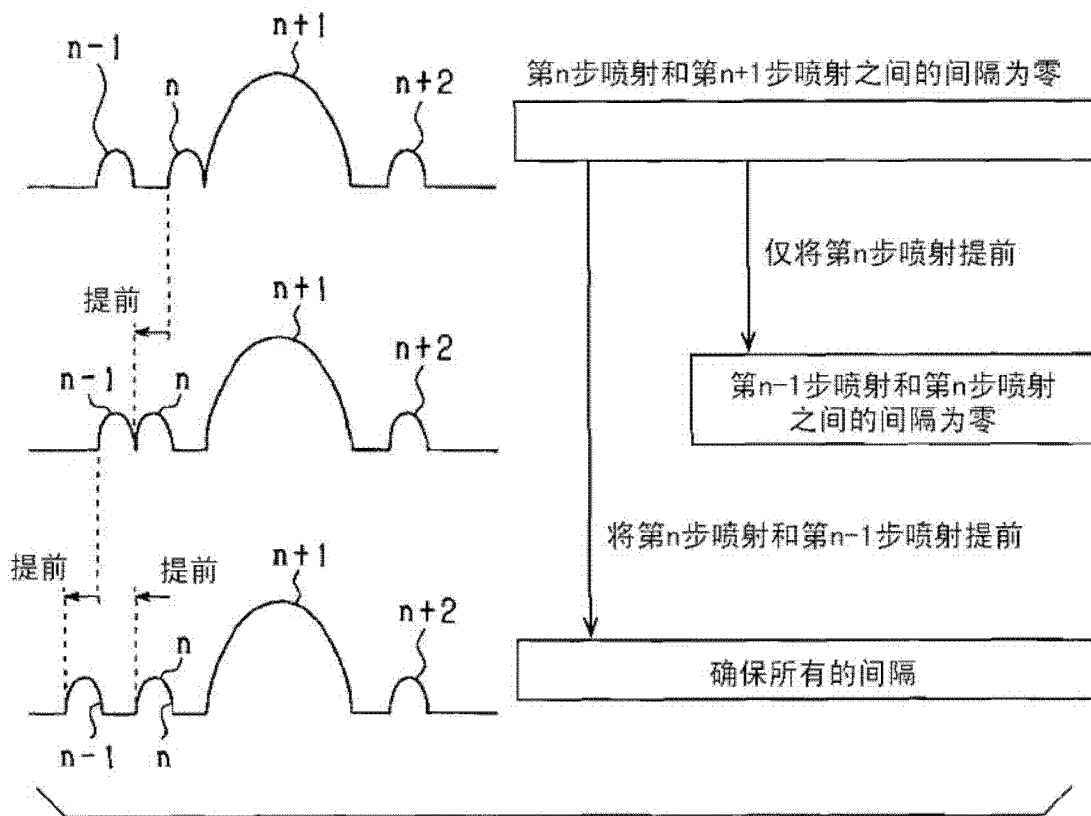


图 7

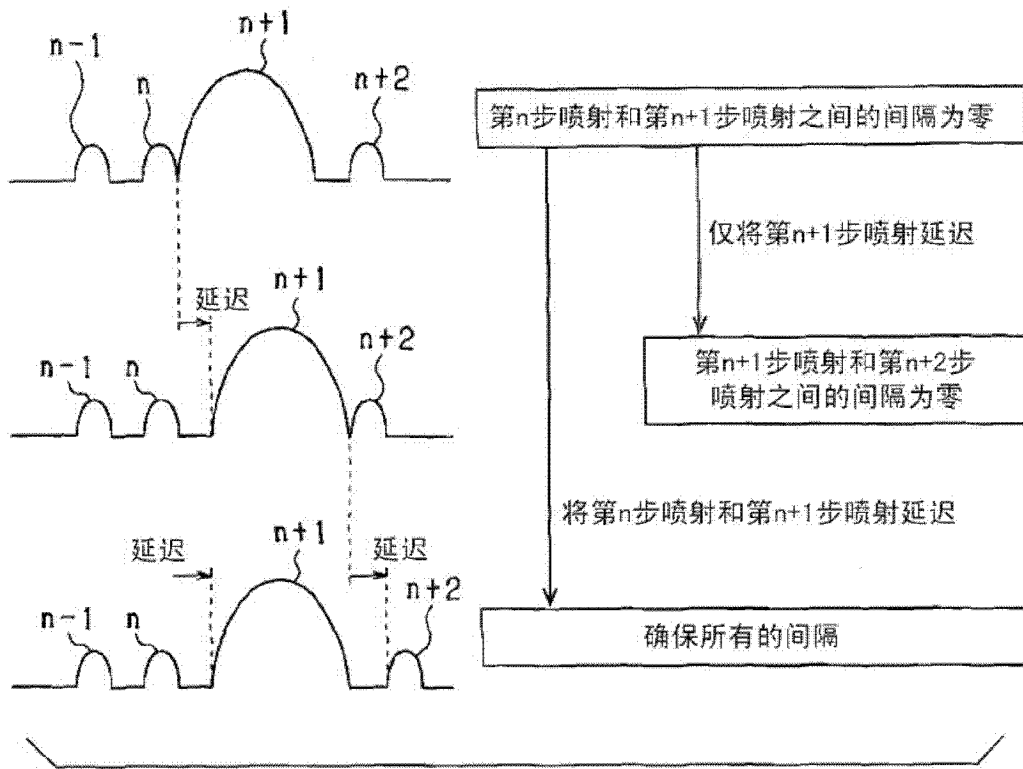
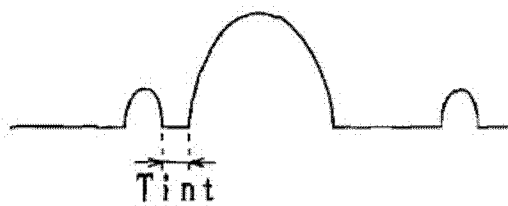


图 8



图 9A



间隔不足
($T_{int} < T_{th}$)

图 9B

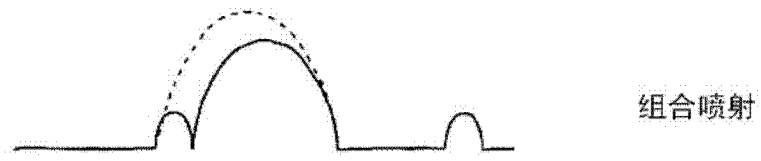


图 9C