



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103573455 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201310064411. 2

(22) 申请日 2013. 02. 28

(30) 优先权数据

2012-174895 2012. 08. 07 JP

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 松嶋裕平

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 侯颖嫒

(51) Int. Cl.

F02D 45/00(2006. 01)

审查员 闫利斌

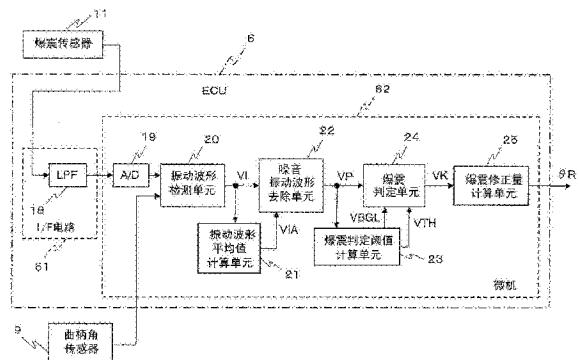
权利要求书1页 说明书16页 附图11页

(54) 发明名称

内燃机的爆震控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种内燃机的爆震控制装置, 能够对定期发生的噪音振动进行简单且恰当地去除。包括: 爆震传感器 (11)、曲柄角传感器 (9)、通过与曲柄角度对应来对爆震固有频率分量的振动波形进行检测的振动波形检测单元 (20)、通过在多个点火周期内对振动波形进行滤波处理来计算与噪音振动波形相对应的振动波形平均值 (VIA) 的振动波形平均值计算单元 (21)、通过从振动波形中减去振动波形平均值 (VIA) 来去除噪音振动波形的噪音振动波形去除单元 (22)、基于去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 (VP) 来计算爆震判定阈值 (VTH) 的爆震判定阈值计算单元 (23)、以及对峰值 (VP) 和爆震判定阈值 (VTH) 进行比较来判定是否发生了爆震的判定单元 (24)。



1. 一种内燃机的爆震控制装置,其特征在于,包括:
爆震传感器,该爆震传感器检测内燃机的振动;
曲柄角传感器,该曲柄角传感器检测所述内燃机的曲柄角度;
振动波形检测单元,该振动波形检测单元通过与所述曲柄角度对应来从所述爆震传感器的检测信号中检测爆震固有频率分量的振动波形;
振动波形平均值计算单元,该振动波形平均值计算单元通过在所述内燃机的多个点火周期内对所述振动波形进行滤波处理来计算与定期发生的噪音振动波形相对应的振动波形平均值;
噪音振动波形去除单元,该噪音振动波形去除单元通过从所述振动波形中减去所述振动波形平均值来去除所述噪音振动波形;
爆震判定阈值计算单元,该爆震判定阈值计算单元基于去除了所述噪音振动波形之后的振动波形的峰值来计算爆震判定阈值;以及
爆震判定单元,该爆震判定单元通过对所述峰值和所述爆震判定阈值进行比较来判定所述内燃机中是否发生了爆震。
2. 如权利要求 1 所述的内燃机的爆震控制装置,其特征在于,
所述振动波形平均值计算单元以所述内燃机的燃烧位置、部件动作位置、所述曲柄角度中的至少一个为基准来分别计算所述振动波形平均值。
3. 如权利要求 2 所述的内燃机的爆震控制装置,其特征在于,
所述燃烧位置包含所述内燃机的点火时期,
所述部件动作位置包含所述内燃机的喷射器喷射时期、进气及排气阀开关时期。
4. 如权利要求 2 所述的内燃机的爆震控制装置,其特征在于,
所述振动波形平均值计算单元将计算出的多个振动波形平均值的最大值设为最终的振动波形平均值。
5. 如权利要求 3 所述的内燃机的爆震控制装置,其特征在于,
所述振动波形平均值计算单元将计算出的多个振动波形平均值的最大值设为最终的振动波形平均值。
6. 如权利要求 1 至 5 的任一项所述的内燃机的爆震控制装置,其特征在于,
当所述峰值大于所述爆震判定阈值时,所述爆震判定单元判定在所述内燃机内发生了爆震。

内燃机的爆震控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对内燃机中发生的爆震进行抑制的爆震控制装置。

背景技术

[0002] 通常,已知在内燃机的运转过程中发生爆震时,根据内燃机的孔径和爆震的振动模式会发生固有频带的振动,并且使用直接安装在内燃机的缸体上的振动传感器(下面称为“爆震传感器”)来检测内燃机中发生的爆震现象。

[0003] 在上述爆震检测装置中,对爆震传感器的输出进行离散傅里叶变换(DFT: Discrete Fourier Transform)等运算并测定内燃机的固有频带的振动强度,由此来检测爆震。

[0004] 此外,作为内燃机的特性,已知若点火时期提前,则内燃机的输出转矩变大,但容易发生爆震,相反,若点火时期延迟,则内燃机的输出转矩减小,但不容易发生爆震。

[0005] 为此,以往应用了一种爆震控制装置,当检测出爆震时,将点火时期向延迟角侧进行修正来抑制爆震,并在确认没有检测到爆震后使点火时期向提前角侧复原,以此来将转矩下降抑制在最低限度。

[0006] 在这种情况下,通过在检测出爆震时将点火时期向延迟角侧进行修正,并在未检测到爆震时使其向提前角侧复原,能够以抑制爆震发生并且输出最大转矩的爆震临界点火时期来对内燃机进行运转控制。

[0007] 在上述爆震控制装置中,对通常作为由爆震所引起的振动表现明显的曲柄角度的范围而预先设定的爆震检测区间内的振动强度的峰值进行检测,并进一步基于在多个点火周期内对峰值进行滤波处理而计算出的峰值的基本统计量(平均值、标准偏差等)来计算用于判定爆震发生的爆震判定阈值。

[0008] 然而,根据内燃机的运转状态,不是由爆震引起的振动(下面称为“噪音振动”)可能会以大于由实际的爆震所引起的振动的强度而在爆震检测区间内叠加,对于这种情况,会有产生爆震的误检测、漏检测等问题。

[0009] 即,由于噪音振动的叠加,很难对实际的爆震振动进行检测。

[0010] 为此,以往提出了如下技术:通过从爆震传感器所检测出的振动波形中去除噪音振动波形来消除上述问题,从而提高爆震检测性(例如,参照专利文献1)。

[0011] 在专利文献1所记载的现有装置中,首先,预先存储由爆震所引起而发生的爆震振动波形和由内燃机的构成部件动作所引起而发生的噪音振动波形。

[0012] 接着,以基于构成部件的控制状态所预测的噪音振动的发生位置为中心,在规定的曲柄角度范围内对由爆震传感器检测出的振动波形和预先存储的噪音振动波形进行比较,由此来确定噪音振动的发生位置。

[0013] 接着,通过从由爆震传感器检测出的振动波形中所确定的噪音振动的发生位置的振动波形减去预先存储的噪音振动波形来去除噪音振动波形。

[0014] 最后,通过对去除了噪音振动波形的振动波形和预先存储的爆震振动波形进行比

较来判定实际的爆震发生状态。

[0015] 由此,即使在噪音振动发生叠加的情况下,也能高精度地判定是否发生了爆震。

[0016] 然而,为了准确地去除噪音振动,需要得到相应的噪音的振动位置和波形,但由构成部件的动作所引起而发生的噪音振动波形会根据各个构成部件的状态而产生变化,而且也会根据爆震传感器和构成部件之间的设置距离、或内燃机的运转状态而产生变化。

[0017] 由此,很难预先通过实验等来得到相应的根据个体的状况产生各种变化的噪音振动波形并加以存储。此外,即使得到了相应的噪音振动波形,也需要大量的工时,而且无法恰当地去除实际发生的噪音振动波形,因而爆震检测性可能会变差。

[0018] 此外,对于噪音振动波形和由爆震所引起而发生的振动波形在相同时序下叠加的情况,会很难进行噪音振动波形的确定,而且也很难进行爆震振动波形的确定。

[0019] 另外,作为由爆震以外的原因所引起而发生的噪音振动,不仅有由构成部件的动作所引起而发生的噪音振动,还包括由内燃机的燃烧所引起而发生的噪音振动、内燃机中固有的噪音振动等,这些噪音振动波形的形状会产生多样的变化,而且在多数情况下也难以确定发生的位置。其结果,无法恰当地去除噪音振动波形,因而爆震检测性可能会变差。

[0020] [现有技术文献]

[0021] [专利文献]

[0022] 专利文献 1 :日本专利第 4473171 号公报

发明内容

[0023] [发明所要解决的技术问题]

[0024] 对于现有的内燃机的爆震控制装置,如专利文献 1 所示,预先存储爆震振动波形及噪音振动波形,通过从由爆震传感器检测出的振动波形中去除噪音振动波形来检测爆震,但存在如下问题:即,由于很难准确地去除会根据各种条件而发生多样变化的实际噪音振动波形,因此很难充分地提高爆震检测性。

[0025] 为解决上述课题,现提出本发明,其目的在于提供一种内燃机的爆震控制装置,通过简单且恰当地去除由内燃机的动作所引起而发生的各种各样的噪音振动波形,而无需得到相应的噪音振动波形的发生位置和形状,从而充分地提高爆震检测性。

[0026] [解决技术问题所采用的技术方案]

[0027] 本发明所涉及的内燃机的爆震控制装置包括:爆震传感器,该爆震传感器检测内燃机的振动;曲柄角传感器,该曲柄角传感器检测内燃机的曲柄角度;振动波形检测单元,该振动波形检测单元通过与曲柄角度对应来从爆震传感器的检测信号中检测爆震固有频率分量的振动波形;振动波形平均值计算单元,该振动波形平均值计算单元通过在内燃机的多个点火周期内对振动波形进行滤波处理来计算与定期发生的噪音振动波形相对应的振动波形平均值;噪音振动波形去除单元,该噪音振动波形去除单元通过从振动波形中减去振动波形平均值来去除噪音振动波形;噪音判定阈值计算单元,该噪音判定阈值计算单元基于去除了噪音振动波形之后的振动波形的峰值来计算爆震判定阈值;以及爆震判定单元,该爆震判定单元通过对峰值和爆震判定阈值进行比较来判定内燃机中是否发生了爆震。

[0028] [发明效果]

[0029] 根据本发明, 通过从爆震传感器输出中检测爆震的特征振动波形, 并减去多个点火周期内的振动波形平均值, 能够恰当地去除由发动机的动作所引起而发生的各种各样的噪音振动波形, 而无需得到相应的噪音振动波形的发生位置和形状, 从而能够充分地提高爆震检测性。

附图说明

[0030] 图 1 是表示本发明实施方式 1 所涉及的内燃机的爆震控制装置的整体结构的框图。

[0031] 图 2 是表示本发明实施方式 1 所涉及的内燃机的爆震控制装置的主要部分的功能框图。

[0032] 图 3 是表示本发明实施方式 1 中在未发生爆震且没有噪音叠加的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0033] 图 4 是表示本发明实施方式 1 中在发生爆震且没有噪音叠加的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0034] 图 5 是表示本发明实施方式 1 中在未发生爆震且有噪音叠加的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0035] 图 6 是表示本发明实施方式 1 中在发生爆震且有噪音叠加的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0036] 图 7 是表示本发明实施方式 1 中在发生爆震且有噪音叠加并且有噪音位置发生变化的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0037] 图 8 是表示本发明实施方式 1 中在发生爆震且有噪音叠加并且有噪音形状发生变化的条件下从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程的说明图。

[0038] 图 9 是表示本发明实施方式 1 中喷射器噪音在爆震检测区间内叠加时的振动波形平均值的计算过程的说明图。

[0039] 图 10 是表示本发明实施方式 1 中喷射器噪音在爆震检测区间内不叠加时的振动波形平均值的计算过程的说明图。

[0040] 图 11 是表示本发明实施方式 1 所涉及的爆震控制动作的流程图。

具体实施方式

[0041] 实施方式 1

[0042] 下面, 参照附图对本发明的实施方式 1 进行详细说明。图 1 是表示本发明实施方式 1 所涉及的内燃机的爆震控制装置的整体结构的框图。

[0043] 图 1 中, 内燃机的爆震控制装置包括对发动机 1 (内燃机) 的运转状态进行控制的 ECU (发动机控制单元) 6。

[0044] 发动机 1 包括多个气缸 1a。这里, 仅代表性地表示了一个气缸 1a。

[0045] 气缸 1a 的燃烧室 1b 中设置有打开和关闭进气通路 4 的的进气阀 1c、打开和关闭排气歧管 16 的排气阀 1d、在燃烧室 1b 内进行移动的活塞 1e、曲柄轴 1f、对进气阀 1c 进行驱动的凸轮轴 1g、将活塞 1e 连接到曲柄轴 1f 的连接杆 1h、火花塞 2、喷射器 3、以及与曲柄轴 1f 相对配置的曲柄角传感器 9。

- [0046] 此外,发动机 1 上设置有爆震传感器 11,凸轮轴 1g 上设置有凸轮角传感器 10。
- [0047] 进气通路 4 中设置有电子控制节流器 5,电子控制节流器 5 的上游侧设置有气流传感器 12 及空气净化器 14,电子控制节流器 5 的下游侧设置有气室 15。
- [0048] 此外,排气歧管 16 的下游侧设置有催化剂 17。
- [0049] 电子控制节流器 5 包括节流阀 5a、对节流阀 5a 进行驱动的电动机 5b、以及对节流阀 5a 的开度进行检测的节流开度传感器 5c。
- [0050] 此外,由驾驶者进行操作的加速踏板 7 上设置有加速位置传感器 8。
- [0051] 曲柄角传感器 9 根据曲柄轴 1f 的旋转来检测曲柄角度,凸轮角传感器 10 对进气侧的凸轮轴 1g 的凸轮角度进行检测,爆震传感器 11 对发动机 1 的振动进行检测,且各检测信号被输入至 ECU6。
- [0052] ECU6 基于来自各种传感器的检测信号来对凸轮轴 1g、火花塞 2、喷射器 3 及电子控制节流器 5 进行驱动控制。
- [0053] 在 ECU6 的控制下,通过进气通路 4 内的电子控制节流器 5 来对发动机 1 的吸入空气量进行调整。
- [0054] 具体而言,ECU6 获取对加速踏板 7 的操作量进行检测的加速位置传感器 8 的检测信号,并向电动机 5b 发送驱动控制信号,从而通过对来自节流开度传感器 5c 的节流阀开度信号进行反馈来将节流阀 5a 控制在恰当的开度。
- [0055] 另外,不仅是图示的加速位置传感器 8、曲柄角传感器 9、凸轮角传感器 10、气流传感器 12 及爆震传感器 11,ECU6 也获取来自其它各种传感器(未图示)的检测信号,并对火花塞 2 的点火时期及喷射器 3 的燃料喷射量等控制量进行运算。
- [0056] 由此,ECU6 根据基于各运算结果的控制量来对喷射器 3 进行驱动,从而向燃烧室 1b 内喷射并提供燃料,并且通过对与火花塞 2 连接的点火线圈 13 进行控制,从火花塞 2 的火花塞间隙进行火花放电,从而使燃烧室 1b 内的混合气体燃烧。
- [0057] 由空气净化器 14 去除灰尘、颗粒后的吸入空气由气流传感器 12 测量流量之后,通过电子控制节流器 5 而被导入至气室 15,并进一步通过进气阀 1c 从气室 15 导入至燃烧室 1b。
- [0058] 导入至燃烧室 1b 内的吸入空气和从喷射器 3 喷射出的燃料混合,形成混合气体,混合气体因火花塞 2 的火花放电而点火燃烧。
- [0059] 混合气体的燃烧压力传递至活塞 1e 并使活塞 1e 往复运动,活塞 1e 的往复运动经由连接杆 1h 传递至曲柄轴 1f,并通过曲柄轴 1f 转换成旋转运动,作为发动机 1 的旋转输出而取出。
- [0060] 燃烧后的混合气成为废气,经由排气阀 1d 排放到排气歧管 16,并在利用催化剂 17 进行净化后,排放到大气中。
- [0061] 接着,参照图 2 说明 ECU6 中进行的爆震控制的概要。
- [0062] 图 2 是表示本发明实施方式 1 所涉及的内燃机的爆震控制装置的主要部分的功能框图,表示了 ECU6 的具体功能结构。
- [0063] 图 2 中,关注与 ECU6 内的爆震控制部有关的结构,作为各种传感器,仅表示了曲柄角传感器 9 及爆震传感器 11。
- [0064] 图 2 中,ECU6 包括各种 I/F (接口) 电路 61 和微机 62。

[0065] I/F 电路 61 具备 LPF (低通滤波器) 18, 从爆震传感器 11 所检测到的振动波形中去除高频分量, 仅将与爆震分量相对应的低频分量的振动波形输入至微机 62。

[0066] 微机 62 包括: 将经由 LPF18 接收到的振动波形 (模拟信号) 转换成数字信号的 A/D 转换器 19、振动波形检测单元 20、振动波形平均值计算单元 21、噪音振动波形去除单元 22、爆震判定阈值计算单元 23、爆震判定单元 24、以及爆震修正量计算单元 25。

[0067] 微机 62 内的各种运算处理单元包括: 存储控制程序和控制常数的 ROM 区域、存储执行程序时的变量的 RAM 区域、以及执行程序的 CPU。

[0068] 振动波形检测单元 20 从经由 A/D 转换器 19 接收到的振动波形和来自曲柄角传感器 9 的曲柄角度中, 检测与爆震发生区域相对应的规定曲柄角度区域的振动波形。

[0069] 振动波形平均值计算单元 21 对由振动波形检测单元 20 所检测到的振动波形进行滤波处理, 并计算与噪音振动波形相对应的振动波形平均值 VIA (后文进行阐述)。

[0070] 噪音振动波形去除单元 22 从由振动波形检测单元 20 所检测出的振动波形中减去振动波形平均值 VIA, 生成去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 VP。

[0071] 爆震判定阈值计算单元 23 从去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 VP 中计算出爆震判定阈值 VTH。

[0072] 爆震判定单元 24 对峰值 VP 和爆震判定阈值 VTH 进行比较, 并生成与爆震强度 VK (后文进行阐述) 相对应的爆震信号。

[0073] 爆震修正量计算单元 25 对表示爆震发生的爆震信号进行应答, 例如计算用于对点火时期进行延迟角修正的爆震修正量 θR , 并将其输入至点火线圈 13 的驱动电路 (未图示)。

[0074] 微机 62 内的 A/D 转换器 19 每隔一定的时间间隔 (例如, $10 \mu s$, 或 $20 \mu s$) 执行 A/D 转换。

[0075] 另一方面, I/F 电路 61 内的 LPF18 也具有增益变换功能, 以在 A/D 转换器 19 中能够取到所有水平的振动分量。

[0076] 例如, 为了将振动分量的中心设定为 2.5V, LPF18 偏置为 2.5V, 从而使振动分量以 2.5V 为中心并收敛在 $0V \sim 5V$ 的范围内, 即, 当振动分量较小时, 以 2.5V 为中心进行放大, 相反, 当振动分量较大时, 以 2.5V 为中心进行衰减, 由此将所有水平的振动波形输入至 A/D 转换器 19。

[0077] 另外, A/D 转换器 19 的处理可以不是每隔一定时间间隔进行, 而是持续执行, 并仅将之后的运算处理所需要的曲柄角度区间的数据输入至振动波形检测单元 20。或者, 也可以仅对之后的运算处理所需要的曲柄角度区间进行 A/D 转换处理, 并输入至振动波形检测单元 20。

[0078] 接着, 振动波形检测单元 20 通过数字信号处理来进行频率解析, 计算爆震固有频率分量的振动波形。

[0079] 另外, 作为振动波形检测单元 20 的数字信号处理, 使用例如被称作离散傅里叶变换 (DFT)、短时傅里叶变换 (SFET) 等公知的运算处理。由此, 每隔规定时间 (或规定曲柄角度) 计算爆震固有频率分量的波谱 (下面称为“振动强度 VI”) 来作为振动波形。

[0080] 此外, 作为上述数字信号处理, 也可以使用 IIR (无限脉冲响应) 滤波器、FIR (有限脉冲响应) 滤波器来提取爆震固有频率分量。

[0081] 另外,也可以在 A/D 转换器 19 的处理的同时执行振动波形检测单元 20 的运算,或者通过与发动机 1 的旋转同步的中断处理来一并执行。

[0082] 如上所述,发动机 1 的振动除了由爆震引起的爆震振动以外,还包括由发动机 1 的动作引起的噪音振动,噪音振动有时会与爆震固有频率叠加。

[0083] 噪音振动包括:由设置在发动机 1 中的喷射器 3、进气阀 1c、排气阀 1d 等构成部件进行动作所引起而发生的振动、由活塞 1e 等的动作所引起而发生的发动机 1 中固有的振动、以及由燃烧室 1b 内的混合气体燃烧所引起而发生的振动。

[0084] 由于这些噪音振动会叠加在振动波形上,若仅对振动波形进行检测,可能会无法在微机 62 内的爆震判定单元 24 中对爆震进行高精度地判定。

[0085] 因此,ECU6 内的振动波形平均值计算单元 21 在多个点火周期中对由振动波形检测单元 20 检测到的规定点火周期中的振动波形进行滤波处理,由此来计算与噪音振动波形相对应的振动波形平均值 VIA。

[0086] 另外,振动强度 VI 的平均值、即振动波形平均值 VIA[n] 是使用上次时序下的平均值 VIA[n-1]、本次时序下的振动强度 VI[n] 和滤波系数 KVIA 并通过下式(1)的滤波运算来计算得到。

$$[0087] \quad VIA[n] = KVIA \times VIA[n-1] + (1 - KVIA) \times VI[n] \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0088] 式(1)中,[n]表示本次点火时序下的处理,[n-1]表示上次点火时序下的处理。

[0089] 振动强度 VI 是由振动波形检测单元 20 每隔规定的曲柄角度计算出的值,同样地,振动强度 VI 的平均值(振动波形平均值 VIA)是每隔规定的曲柄角度计算出的值。

[0090] 接着,噪音振动波形去除单元 22 从由振动波形检测单元 20 所检测出的振动波形中减去由振动波形平均值计算单元 21 计算出的振动波形平均值 VIA,由此来生成去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 VP。

[0091] 爆震判定阈值计算单元 23 基于来自噪音振动波形去除单元 22 的去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 VP,并使用下式(2)~(5)来计算爆震判定阈值 VTH。

[0092] 首先,爆震判定阈值计算单元 23 在发动机 1 的每个冲程中,对峰值 VP[n] 进行使用滤波系数 KBGL 的滤波处理,由此来如下式(2)所示,计算与峰值 VP 的平均值相当的背景水平 VBGL[n]。

$$[0093] \quad VBGL[n] = KBGL \times VBGL[n-1] + (1 - KBGL) \times VP[n] \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0094] 接着,爆震判定阈值计算单元 23 使用滤波系数 KVAR,如下式(3)所示,计算峰值 VP[n] 的方差 VVAR[n]。

$$[0095] \quad VVAR[n] = KVAR \times VVAR[n-1] + (1 - KVAR) \times (VP[n] - VBGL[n]) \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0096] 此外,如下式(4)所示,计算峰值 VP[n] 的标准偏差 VSGM[n]。

$$[0097] \quad VSGM[n] = VVAR[n]^{1/2} \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0098] 最后,爆震判定阈值计算单元 23 使用由式(2)求得的背景水平 VBGL[n]、由式(3)及式(4)求得的标准偏差 VSGM[n]、和爆震判定阈值计算系数 KTH,并如下式(5)所示计算爆震判定阈值 VTH[n]。

$$[0099] \quad VTH[n] = VBGL[n] + KTH \times VSGM[n] \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0100] 接着,为判别是否发生爆震,爆震判定单元 24 使用峰值 VP[n]、背景水平 VBGL[n]、和爆震判定阈值 VTH[n],并如下式(6)所示计算爆震强度 VK[n]。

[0101] $VK[n] = (VP[n] - VBGL[n]) / (VTH[n] - VBGL[n]) \cdots (6)$

[0102] 当由式(6)计算出的 $VK[n]$ 是“ $VK[n] > 0$ ”时,判定为发生爆震。

[0103] 接着,爆震修正量计算单元 25 通过下式(7)及式(8)来计算与爆震强度 $VK[n]$ 相对应的爆震修正量 $\theta R[n]$ 。

[0104] 首先,爆震修正量计算单元 25 使用延迟角量反映系数 KR 及最小延迟角量 θ_{min} ,并通过下式(7)来计算与每一次点火的爆震强度相对应的延迟角量 $\Delta \theta R[n]$ 。

[0105] $\Delta \theta R[n] = \max(-VK[n] \times KR, \theta_{min}) \cdots (7)$

[0106] 此外,爆震修正量计算单元 25 使用提前角复原系数 $KA[n]$ 及最大提前角量 θ_{max} 来估算每一次点火的延迟角量 $\Delta \theta R[n]$,由此来计算点火时期的爆震修正量 $\theta R[n]$ 。

[0107] $\theta R[n] = \min(\theta R[n-1] + \Delta \theta R[n] + KA, \theta_{max}) \cdots (8)$

[0108] 当判定为没有发生爆震时,爆震修正量计算单元 25 根据式(8)内的最大提前角量 θ_{max} ,能够对点火时期进行提前角复原。

[0109] 通过上述一连串的处理,能够恰当地将由发动机 1 的动作所引起而发生的各种各样的噪音振动波形去除而无需得到相应的噪音振动波形的发生位置和形状,因而能提高爆震检测性。

[0110] 另外,上述各式仅仅是用于对本发明实施方式 1 的动作进行说明的一个例子,并不限于这些公式。

[0111] 接着,参照图 3~图 10 的各说明图,对从检测出的振动波形中去除噪音振动波形来计算爆震判定阈值 VTH 为止的处理过程进行补充说明。

[0112] 图 3~图 8 中,上侧的波形(c)是未考虑各不相同的各种噪音振动时的计算结果,是为了与本发明实施方式 1 的计算结果(C)进行对比而表示的。

[0113] 这里,对由 TDC(上死点:Top Dead Center)及 ATDC(After Top Dead Center:上死点后)来定义曲柄角度位置,并将爆震检测区间 τ_k 设定为 TDC(=0[deg. ATDC])~60[deg. ATDC] 时的振动波形进行说明。

[0114] 首先,参照图 3 及图 4,对仅叠加了由燃烧所引起的噪音(下文称为“燃烧噪音”)时(实质上没有噪音叠加时)从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程进行说明。

[0115] 图 3 是未发生爆震时的说明图,图 4 是在各时刻 T1、T2、T3 下发生爆震时的说明图。

[0116] 这种情况下,没有噪音叠加,因此,现有装置的计算结果(图 3(c)、图 4(c))和本发明实施方式 1 的计算结果(图 3(C)、图 4(C))之间没有显著差异,也不会对爆震判定产生妨碍。

[0117] 在图 3 及图 4 中,图 3(a)、图 4(a) 表示了振动波形检测单元 20 的检测波形、即一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0118] 图 3(b)、图 4(b) 将多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形(细线)重叠表示,并且表示了由振动波形平均值计算单元 21 计算出的振动波形平均值 VIA(粗线)。

[0119] 图 3(c)、图 4(c) 是表示由现有装置计算出的背景水平 $vbg1$ (虚线)及爆震判定阈值 vth (双点划线)的时序波形,并使其与来自振动波形检测单元 20 的振动波形的峰值 vp (实线)关联起来进行表示。

[0120] 另一方面,图 3(A)、图 4(A) 表示噪音振动波形去除单元 22 的输出波形,表示了分别从图 3(a)、图 4(a) 的振动波形中去除振动波形平均值 VIA(参照图 3(b)、图 4(b) 内的粗线)之后在一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形。

[0121] 图 3(B)、图 4(B) 是将噪音振动波形去除单元 22 的去掉噪音振动波形后的振动波形在多个点火周期内对于曲柄角度进行重叠表示的图。

[0122] 图 3(C)、图 4(C)与图 3(B)、图 4(B) 相对应,是表示由爆震判定阈值计算单元 23 计算出的背景水平 VBGL(虚线)及爆震判定阈值 VTH(双点划线)的时序波形,并与去掉噪音振动后的振动波形的峰值 VP(实线)关联起来进行表示。

[0123] 如图 3(a) 所示,没有噪音叠加且未发生爆震时爆震传感器 11 的检测信号是仅包含燃烧噪音的振动波形。

[0124] 在现有装置中,基于图 3(a) (或图 3(b) 内的细线) 所示的包含燃烧噪音的振动波形的峰值 v_p 来计算图 3(c) 所示的背景水平 v_{bg1} 及爆震判定阈值 v_{th} 。

[0125] 另一方面,在本发明的实施方式 1 中,首先在振动波形平均值计算单元 21 中,通过每隔多个点火周期使用上式(1) 计算对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA(图 3(b) 内的粗线) 来作为与噪音振动波形相对应的平均值波形。

[0126] 此时,燃烧噪音的振动波形在每个点火周期中是不同的,当如图 3(b) 所示使每个点火周期的振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形变化会在燃烧噪音的发生位置(30[deg. ATDC] 附近) 变大。

[0127] 即,每个点火周期的燃烧噪音的振动波形不会对在多个点火周期中对振动波形进行滤波处理所得到的振动波形平均值 VIA 产生较大的影响,因此,能够对仅叠加了定期产生的燃烧噪音后的噪音振动波形进行恰当地计算。

[0128] 因此,通过从图 3(a) (或图 3(b) 内的细线) 的振动波形中减去振动波形平均值 VIA(图 3(b) 内的粗线),能够如图 3(A) (或图 3(B)) 所示,恰当地去除噪音振动波形。

[0129] 其结果,如图 3(C) 所示,能够基于去掉噪音振动波形后的燃烧噪音的振动波形的峰值 VP 来计算背景水平 VBGL 及爆震判定阈值 VTH。

[0130] 这里,对于图 3(仅叠加燃烧噪音且未发生爆震) 的情况,如图 3(c)、图 3(C) 所示,无论是现有装置还是本发明的实施方式 1,都没有将噪音振动误检测成爆震。

[0131] 另一方面,如图 4(a) 所示,没有噪音叠加且发生了爆震时爆震传感器 11 的检测信号是包含由爆震所引起的振动分量的振动波形。

[0132] 对于这种情况,如图 4(c) 所示,现有装置基于图 4(a) (或图 4(b) 内的细线) 的爆震或燃烧噪音的振动波形的峰值 v_p 来计算爆震判定阈值 v_{th} 。

[0133] 另一方面,在本发明的实施方式 1 中,与上述同样地,由振动波形平均值计算单元 21 计算对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA(图 4(b) 内的粗线) 来作为噪音振动波形。

[0134] 对于这种情况,爆震或燃烧噪音的振动波形在每个点火周期中是不同的,因此,当如图 4(b) 所示使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形的变化会在爆震或燃烧噪音的发生位置上变大,因此,每个点火周期的爆震或燃烧噪音的振动波形不会对振动波形平均值 VIA 产生较大的影响,从而也能够对定期发生的燃烧噪音的噪音振动波形进行恰当地计算。

[0135] 因此,通过从图 4(a) (或图 4(b)) 的振动波形中减去图 4(b) 的振动波形平均值

VIA,能够如图 4(A) (或图 4(B)) 所示,恰当地去除噪音振动波形。

[0136] 其结果,如图 4(c)所示,能够基于去除噪音振动波形后的爆震或燃烧噪音的振动波形的峰值 VP 来计算背景水平 VBGL 及爆震判定阈值 VTH。

[0137] 这里,对于图 4 (仅叠加燃烧噪音且发生爆震)的情况,如图 4(c)、图 4(C)所示,无论是现有装置还是本发明的实施方式 1,都能对爆震进行高精度地检测。

[0138] 接着,参照图 5 及图 6,对不仅叠加了燃烧噪音,也叠加了其它主要因素引起的噪音时(具有实质的噪音叠加时)从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的处理过程进行说明。

[0139] 图 5 是未发生爆震时的说明图,图 6 是在各时刻 T1、T2、T3 下发生爆震时的说明图。

[0140] 这里,表示了爆震检测区间 τ_k 内的曲柄角度 α (3[deg. ATDC] 附近)下叠加了由活塞 1e 的运动所引起的发动机 1 中固有的噪音振动(下文称为“拍击(slap)噪音”),并在曲柄角度 β (55[deg. ATDC] 附近)下叠加了由喷射器 3 的动作所引起的噪音振动(下文称为“喷射器噪音”)的情况来作为具体例。

[0141] 在图 5、图 6 中,图 5(a)、图 6(a) 表示了由振动波形检测单元 20 检测出的一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0142] 图 5(b)、图 6(b) 将多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形(细线)重叠表示,并且表示了由振动波形平均值计算单元 21 计算出的振动波形平均值 VIA (粗线)。

[0143] 图 5(c)、图 6(c) 是表示由现有装置计算出的背景水平 vbg1 (虚线)及爆震判定阈值 vth (双点划线)的时序波形,并使其与来自振动波形检测单元 20 的振动波形(图 5(a)、图 6(a))的峰值 vp (实线)关联起来进行表示。

[0144] 另一方面,图 5(A)、图 6(A) 表示噪音振动波形去除单元 22 的输出波形,表示了分别从图 5(a)、图 6(a) 的振动波形中去掉振动波形平均值 VIA (图 5(b)、图 6(b) 内的粗线)之后在一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形。

[0145] 图 5(B)、图 6(B) 是将噪音振动波形去除单元 22 的去掉噪音振动波形后的振动波形在多个点火周期内对于曲柄角度进行重叠表示的图。

[0146] 图 5(C)、图 6(C)与图 5(B)、图 6(B) 相对应,是表示由爆震判定阈值计算单元 23 计算出的背景水平 VBGL (虚线)及爆震判定阈值 VTH (双点划线)的时序波形,并与去掉噪音振动后的振动波形的峰值 VP (实线)关联起来进行表示。

[0147] 如图 5(a) 所示,有噪音叠加(拍击噪音、喷射器噪音)且未发生爆震时的爆震传感器 11 的检测信号是除燃烧噪音以外,还包含曲柄角度 α 下的拍击噪音和曲柄角度 β 下的喷射器噪音的振动波形。

[0148] 如图 5(c) 所示,现有装置基于图 5(a) (或图 5(b) 内的细线)的喷射器噪音(曲柄角度 β)的振动波形的峰值 vp 来计算背景水平 vbg1 及爆震判定阈值 vth。

[0149] 另一方面,在本发明的实施方式 1 中,首先,由振动波形平均值计算单元 21 计算对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA (图 5(b) 内的粗线)来作为噪音振动波形。

[0150] 此时,每个点火周期内的拍击噪音及喷射器噪音的振动波形大体为相同形状,当如图 5(b) 所示使各振动波形重叠时,拍击噪音及喷射器噪音的发生位置(曲柄角度 α 、 β)下对于曲柄角度的振动波形的变化较小,因此会对振动波形平均值 VIA 产生较大的影响。

[0151] 另一方面,如上所述,燃烧噪音的振动波形在每个点火周期内会有较大不同,当如图 5(b) 所示使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形会在爆震或燃烧噪音的发生位置(30[deg. ATDC] 附近)产生较大的变化,因此每个点火周期内的燃烧噪音的振动波形不会对振动波形平均值 VIA 产生较大的影响。

[0152] 因此,能够对拍击噪音及喷射器噪音、以及定期发生的燃烧噪音的噪音振动波形进行恰当地计算,因此,如图 5(A)(或图 5(B))所示,通过从图 5(a)(或图 5(b) 内的细线)的振动波形中减去图 5(b) 的振动波形平均值 VIA(图 5(b) 内的粗线),能够恰当地去除噪音振动波形。

[0153] 由此,如图 5(C)所示,能够基于去除噪音振动波形后的燃烧噪音的振动波形的峰值 VP 来计算背景水平 VBGL 及爆震判定阈值 VTH。

[0154] 对于如图 5 所示有噪音叠加且未发生爆震的情况,如图 5(c)、图 5(C)所示,无论是现有装置还是本发明的实施方式 1,都没有将噪音振动误检测成爆震。

[0155] 然而,对于现有装置(图 5(c))的情况,由于喷射器噪音(曲柄角度 β)的影响,相比于没有噪音叠加的情况(图 3(c)),峰值 vp 及爆震判定阈值 vth 的水平较高,因此可能会将噪音振动误检测成爆震。

[0156] 例如,当喷射器噪音从在爆震检测区间 τ_k 内不叠加的状态变成在爆震检测区间 τ_k 内叠加的状态时,通过滤波处理计算出的爆震判定阈值 vth 的跟随会产生延迟,峰值 vp 会超过爆震判定阈值 vth,导致将喷射器噪音误检测成爆震。

[0157] 这里,参照图 9 及图 10,对喷射器噪音从在爆震检测区间 τ_k 内不叠加的状态变成在爆震检测区间 τ_k 内叠加的状态时振动波形平均值 VIA 的计算过程进行补充说明。

[0158] 图 9(a)~图 9(d) 是表示喷射器噪音在爆震检测区间 τ_k (0~60[deg. ATDC]) 内不叠加时的振动波形平均值 VIA 的计算过程的时序波形。

[0159] 此外,图 10(a)~图 10(d) 是表示喷射器噪音在爆震检测区间 τ_k 内叠加时的振动波形平均值 VIA 的计算过程的时序波形。

[0160] 图 9(a)、图 10(a) 表示在噪音振动波形计算区间 τ_1 (以曲柄角度为基准,预先通过实验求得的曲柄角度区间 $\equiv -10 \sim 70$ [deg. ATDC]) 内计算出的振动波形平均值。

[0161] 图 9(b)、图 10(b) 表示在噪音振动波形计算区间 τ_2 (以喷射器 3 的喷射时期为基准,预先通过实验求得的曲柄角度区间 $\equiv 60 \sim 70$ [deg. ATDC]) 内计算出的振动波形平均值。

[0162] 图 9(c)、图 10(c) 表示在噪音振动波形计算区间 τ_3 (以火花塞 2 的点火时期为基准,预先通过实验求得的曲柄角度区间 $\equiv 20 \sim 50$ [deg. ATDC]) 内计算出的振动波形平均值。

[0163] 图 9(d) 是爆震检测区间 τ_k (0~60[deg. ATDC]) 内的、图 9(a)~(c) 的振动波形平均值的最大值,是由振动波形平均值计算单元 21 计算出的最终的振动波形平均值 VIA。

[0164] 同样地,图 10(d) 是爆震检测区间 τ_k 内的、图 10(a)~(c) 的振动波形平均值的最大值,是由振动波形平均值计算单元 21 计算出的最终的振动波形平均值 VIA。

[0165] 如图 9 所示,对于喷射器噪音在爆震检测区间 τ_k 内不叠加的状态,如图 9(d) 所示,以不包含喷射器噪音的噪音振动波形的形式计算出最终的振动波形平均值 VIA。

[0166] 另一方面,如图 10 所示,对于喷射器噪音变成在爆震检测区间 τ_k 内叠加的状态,如图 10(b) 所示,在噪音振动波形计算区间 τ_2 内恰当地计算出由喷射器噪音所引起的噪音振动波形。

[0167] 这是因为,即使喷射器噪音的发生位置对于曲柄角度相对地发生变化,噪音振动波形计算区间 τ_2 内的噪音振动波形也是大体相同的。其结果如图 10(d) 所示,以包含喷射器噪音的形式计算出最终的振动波形平均值 VIA。

[0168] 通过使用这样计算出的振动波形平均值 VIA,即使在噪音振动的发生位置产生了变化的情况下,也能够恰当地计算及去除噪音振动波形,因此避免了将噪音振动误检测成爆震。

[0169] 回到图 6,对有噪音叠加且发生了爆震时的爆震判定阈值 V_{TH} 的计算过程进行说明。

[0170] 如图 6(a) 所示,在噪音叠加时发生了爆震的情况下的爆震传感器 11 的检测信号是包含拍击噪音及喷射器噪音、和由爆震所引起的振动的振动波形。

[0171] 如图 6(c) 所示,现有装置基于图 6(a) (或图 6(b) 内的细线) 的喷射器噪音的振动波形的峰值 v_p 来计算背景水平 v_{bg1} 及爆震判定阈值 v_{th} 。

[0172] 对于这种情况,与未发生爆震时(图 5(c))同样地,不会将噪音振动误检测成爆震,但由于喷射器噪音的影响,峰值 v_p 及爆震判定阈值 v_{th} 的水平与没有噪音叠加的情况(图 3(c)) 相比变得较高。

[0173] 因此,当喷射器噪音从在爆震检测区间 τ_k 内不叠加的状态变成在爆震检测区间 τ_k 内叠加的状态时,通过滤波处理计算出的爆震判定阈值 v_{th} 的跟随可能会产生延迟,导致将喷射器噪音误检测成爆震。

[0174] 另一方面,如图 6(b) 内的粗线所示,本发明的实施方式 1 中计算对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA 来作为噪音振动波形。

[0175] 此时,由于每个点火周期内的拍击噪音及喷射器噪音的振动波形是大体相同的形状,因此当如图 6(b) 所示使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形在拍击噪音及喷射器噪音的发生位置的变化较小。

[0176] 另一方面,由于每个点火周期内的爆震或燃烧噪音的振动波形是不同的,因此当如图 6(b) 所示使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形在爆震或燃烧噪音的发生位置的变化较大。

[0177] 因此,每个点火周期的爆震或燃烧噪音的振动波形不会对振动波形平均值 VIA 产生较大的影响,从而能够对拍击噪音及喷射器噪音、以及定期发生的燃烧噪音的噪音振动波形进行恰当地计算。

[0178] 其结果,通过从图 6(a) (或图 6(b) 内的细线) 的振动波形中减去振动波形平均值 VIA (图 6(b) 内的粗线),能够如图 6(A) (或图 6(B)) 所示,恰当地去除噪音振动波形。

[0179] 由此,如图 6(C) 所示,即使是噪音振动在爆震检测区间 τ_k 内叠加的情况,也能够对爆震进行高精度地检测。

[0180] 接着,参照图 7,对在爆震检测区间 τ_k 内,噪音振动(例如,喷射器噪音)的发生位置变到爆震发生位置附近而发生叠加时从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的过程进行说明。

[0181] 图 7 是表示发生爆震且有噪音叠加并且有噪音位置变化的条件下的处理过程的说明图,表示了相对于图 6 的状态,喷射器噪音的发生位置(曲柄角度 β) 变到爆震发生位置(30[deg. ATDC]) 附近的情况。

[0182] 图 7(a) 表示了由振动波形检测单元 20 检测出的一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0183] 图 7(b) 将多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形(细线)重叠表示,并且表示了由振动波形平均值计算单元 21 计算出的振动波形平均值 VIA (粗线)。

[0184] 图 7(c)是表示现有装置根据图 7(b) 内的细线所计算出的振动波形的峰值 v_p (实线)、背景水平 v_{bg1} (虚线)、爆震判定阈值 v_{th} (双点划线) 的一个例子的时序波形。

[0185] 图 7(A) 表示噪音振动波形去除单元 22 的输出波形,表示了从图 7(a) 的振动波形中去除振动波形平均值 VIA (图 7(b) 内的粗线) 之后在一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0186] 图 7(B) 是使去除噪音振动波形后在多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形重叠表示的图。

[0187] 图 7 (C)是表示爆震判定阈值计算单元 23 根据图 7(B) 所计算出的振动波形的峰值 V_P (实线)、背景水平 $VBGL$ (虚线)、爆震判定阈值 V_{TH} (双点划线) 的时序波形。

[0188] 如图 7(a) 所示,对于喷射器噪音的发生位置(曲柄角度 β) 变成与爆震振动波形相同的时序(30[deg. ATDC] 附近)的情况,将得到喷射器噪音的噪音振动波形和由爆震所引起的爆震振动波形相互叠加的形状。

[0189] 在这种状态下,很难判别检测出的振动波形及其峰值位置是由喷射器所引起的还是由爆震所引起的。

[0190] 在这种情况下,如上述专利文献 1 所述,很难对振动波形和存储的噪音振动波形进行比较来确定并去除噪音振动的发生位置。

[0191] 此外,由于变成喷射器噪音的振动波形和爆震振动波形相互叠加的形状,因此如图 7(b) 所示,会在喷射器噪音的发生位置(曲柄角度 β) 受到爆震振动的影响,因此在现有装置中,只要喷射器噪音的振动波形的峰值发生的位置与爆震振动波形的峰值发生的位置不完全一致,如图 7(c) 所示,峰值 v_p 就无法在时刻 T_1 、 T_2 、 T_3 下超过爆震判定阈值 v_{th} , 导致可能无法对爆震发生进行高精度地检测。

[0192] 此外,与上文同样地,对于现有装置的情况,由于喷射器噪音的影响,与噪音不叠加的情况(图 3 (c))相比,峰值 v_p 及爆震判定阈值 v_{th} 的水平会变得较大,因此,对于喷射器噪音从在爆震检测区间 τ_k 内不叠加的状态变成在爆震检测区间 τ_k 内叠加的状态的情况,通过滤波处理计算出的爆震判定阈值 v_{th} 的跟随可能会产生延迟,从而可能将喷射器噪音误检测成爆震。

[0193] 另一方面,根据本发明的实施方式 1,计算多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA (图 7(b) 内的粗线) 来作为噪音振动波形。

[0194] 如上所述,由于每个点火周期内的喷射器噪音的振动波形大体相同,因此,即使在与爆震振动波形叠加的情况下,也能够通过计算振动波形平均值 VIA 来对喷射器噪音的振动波形(参照粗线) 进行恰当地计算。

[0195] 因此,通过从图 7(a) 所示检测到的振动波形中减去振动波形平均值 VIA (图 7(b)

内的粗线),能够如图 7(A) 所示,获取到恰当地去除了噪音振动波形的振动波形。

[0196] 由此,即使是喷射器噪音的振动波形和爆震振动波形在相同时序下发生的情况,也能够如图 7(C) 所示,对爆震进行高精度地检测。

[0197] 接着,参照图 8,对在爆震检测区间 τ_k 内,噪音振动波形(例如,拍击噪音及喷射器噪音)的形状发生变化而叠加时从去除噪音振动波形到计算爆震判定阈值为止的过程进行说明。

[0198] 图 8 是表示本发明实施方式 1 所涉及的发生爆震且有噪音叠加并且有噪音形状变化的条件下的处理过程的说明图,表示了相对于图 6 的状态,拍击噪音及喷射器噪音的振动波形的形状发生了变化的情况。

[0199] 图 8(a) 表示了由振动波形检测单元 20 所检测出的在一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0200] 图 8(b) 将多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形(细线)重叠表示,并且表示了由振动波形平均值计算单元 21 计算出的振动波形平均值 VIA (粗线)。

[0201] 图 8(c) 是表示现有装置根据图 8(b) 内的细线所计算出的振动波形的峰值 v_p (实线)、背景水平 v_{bg1} (虚线)、爆震判定阈值 v_{th} (双点划线) 的一个例子的时序波形。

[0202] 图 8(A) 表示噪音振动波形去除单元 22 的输出波形,表示了从图 8(a) 的振动波形中去除振动波形平均值 VIA (图 8(b) 内的粗线) 之后在一个点火周期内对于曲柄角度的振动波形的一个例子。

[0203] 图 8(B) 是使去除噪音振动波形后在多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形重叠表示的图。

[0204] 图 8(C) 是表示爆震判定阈值计算单元 23 根据图 8(B) 所计算出的振动波形的峰值 V_P (实线)、背景水平 $VBGL$ (虚线)、爆震判定阈值 V_{TH} (双点划线) 的时序波形。

[0205] 通常,如图 8(a) 所示,由于发动机 1 或构成部件的个体差异、爆震传感器 11 和构成部件之间的设置距离、或内燃机的运转状态等,由拍击噪音(曲柄角度 α) 和喷射器噪音(曲柄角度 β) 所引起的噪音振动波形与代表性的振动波形(参照图 6(a)) 相比可能会产生变化。

[0206] 由此,噪音振动波形会产生各种各样的变化,因此,如上述专利文献 1 所示,实际上很难预先通过实验等来得到相应的噪音振动波形,即使得到了相应的噪音振动波形,也要花费大量的工时,而且实际上也无法对产生的噪音振动波形进行恰当地去除,导致爆震检测性可能会变差。

[0207] 此外,与喷射器噪音那样由构成部件的动作所引起的噪音振动不同,对于拍击噪音那样每个发动机 1 所固有的噪音振动,很难确定其发生位置。

[0208] 另一方面,根据本发明的实施方式 1,计算多个点火周期内对于曲柄角度的振动波形平均值 VIA (图 8(b) 内的粗线) 来作为噪音振动波形。

[0209] 如上所述,由于每个点火周期内的拍击噪音和喷射器噪音的振动波形大体相同,因此,当如图 8(b) 所示,使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形在拍击噪音和喷射器噪音的发生位置的变化较小,在振动波形平均值 VIA (图 8(b) 的粗线) 上就有较大的反映。

[0210] 另一方面,由于每个点火周期内的爆震或燃烧噪音的振动波形是不同的,因此,当

如图 8(b) 所示使振动波形重叠时,对于曲柄角度的振动波形会在爆震或燃烧噪音的发生位置产生较大的变化,每个点火周期内的爆震或燃烧噪音的振动波形不会对振动波形平均值 VIA 不会产生较大的影响。

[0211] 因此,能够对拍击噪音和喷射器噪音、和定期发生的燃烧噪音的噪音振动波形进行恰当地计算。

[0212] 其结果,通过从图 8(a) (或图 8(b) 内的细线) 的振动波形中减去振动波形平均值 VIA (图 8(b) 内的粗线),能够如图 8(A) (或图 8(B)) 所示,获取到对噪音振动波形进行了恰当地去除的振动波形。

[0213] 由此,即使在噪音振动波形的形状产生变化的情况下,也能如图 8(C) 所示,对爆震进行高精度地检测。

[0214] 接着,参照图 11 的流程图,对本发明实施方式 1 所涉及的爆震控制功能的动作进行说明。

[0215] 图 11 中,首先,微机 62 内的振动波形检测单元 20 基于来自爆震传感器 11 及曲柄角传感器 9 的检测信号,计算对于曲柄角度的振动强度来作为振动波形(步骤 S101)。

[0216] 此时,在爆震检测区间 τ_k (例如, TDC \sim 60 [deg. ATDC] 及各噪音振动波形计算区间内进行振动波形的检测。

[0217] 另外,可以应用以下区间中的任意一个来作为噪音振动波形计算区间:即,以曲柄角度为基准预先通过实验求得的曲柄角度区间(例如, -10 [deg. ATDC] \sim 70 [deg. ATDC]),以发动机 1 的构成部件的动作位置为基准预先通过实验求得的曲柄角度区间(例如,从喷射器 3 的喷射时期开始 10 [deg. CA] (CA:Crank Angle:曲柄角)的区间)、以燃烧位置为基准预先通过实验求得的曲柄角度区间(例如,从点火时期开始 30 [deg. CA] 的区间)。

[0218] 接着,振动波形平均值计算单元 21 在多个点火周期内,且每隔规定曲柄角度(例如, 1 [deg. CA]) 对步骤 S101 中检测出的各噪音振动波形计算区间内的振动波形进行滤波处理,由此来计算振动波形平均值(步骤 S102)。

[0219] 此外,振动波形平均值计算单元 21 在爆震检测区间 τ_k 内计算步骤 S102 中计算出的多个振动波形平均值的最大值来作为最终的振动波形平均值 VIA (步骤 S103)。

[0220] 接着,噪音振动波形去除单元 22 在爆震检测区间 τ_k 内,从步骤 S101 中检测到的振动波形(振动强度 VI) 中减去步骤 S103 中计算出的振动波形平均值 VIA (振动波形平均值的最大值) (步骤 S104)。

[0221] 噪音振动波形去除单元 22 计算步骤 S104 中减去振动波形平均值 VIA (最大值) 后的振动波形的峰值 VP (步骤 S105)。

[0222] 接着,爆震判定阈值计算单元 23 基于峰值 VP 来计算爆震判定阈值 VTH (步骤 S106)。

[0223] 接着,爆震判定单元 24 根据峰值 VP 是否大于爆震判定阈值 VTH 来判定是否实际发生了爆震(步骤 S107)。

[0224] 最后,当步骤 S107 的判定结果是“ $VP > VTH$ (即,是)”时,爆震修正量计算单元 25 视为发生了爆震,并计算用于对点火线圈 13 及火花塞 2 的驱动时序(点火时期)进行延迟角修正的爆震修正量 θ_R (步骤 S108),结束图 11 的处理程序并返回。

[0225] 另一方面,当步骤 S107 的判定结果是“ $VP \leq VTH$ (即,否)”时,爆震修正量计算单

元 25 视为未发生爆震,并对点火时期进行提前角复原(步骤 S109),结束图 11 的处理程序并返回。

[0226] 如上所述,本发明实施方式 1 所涉及的内燃机的爆震控制装置包括:对发动机 1 (内燃机)的振动进行检测的爆震传感器 11、对发动机 1 的曲柄角度进行检测的曲柄角传感器 9、通过与曲柄角度对应来从爆震传感器 11 的检测信号中检测出爆震固有频率分量的振动波形的振动波形检测单元 20、通过在发动机 1 的多个点火周期内对振动波形进行滤波处理来计算与定期发生的噪音振动波形相对应的振动波形平均值 VIA 的振动波形平均值计算单元 21、通过从振动波形中减去振动波形平均值 VIA 来去除噪音振动波形的噪音振动波形去除单元 22、基于去除了噪音振动波形的振动波形的峰值 VP 来计算爆震判定阈值 VTH 的爆震判定阈值计算单元 23、以及通过对峰值 VP 和爆震判定阈值 VTH 进行比较来判定发动机 1 中是否发生了爆震的爆震判定单元 24。

[0227] 当峰值 VP 大于爆震判定阈值 VTH 时,爆震判定单元 24 判定发动机 1 中发生了爆震。

[0228] 由此,通过在多个点火周期内每隔规定的曲柄角度对每个点火周期内检测出的振动波形进行滤波处理来计算振动波形平均值 VIA,能够对多样变化的噪音振动波形进行高精度地计算而无需特别细致地得到相应的噪音振动波形。

[0229] 此外,通过从检测出的振动波形中减去计算出的振动波形平均值 VIA,能够恰当且高精度地去除噪音振动波形,而无需得到相应的噪音振动波形的发生位置和形状。

[0230] 而且,通过对去除了噪音的振动波形的峰值 VP 和基于峰值 VP 计算出的爆震判定阈值 VTH 进行比较,能够对发动机 1 中是否发生了爆震进行高精度地检测。

[0231] 因此,能够对由发动机 1 的动作所引起的、由于爆震以外的主要因素而定期发生的各种各样的噪音振动进行恰当地计算及去除,而无需得到相应的噪音振动波形的发生位置和形状,从而能够实现充分提高了爆震检测性的内燃机的爆震控制装置。

[0232] 即,能够减少用以得到相应噪音振动波形的工时来实现爆震检测的 S/N 及鲁棒 (Robust) 的提高。

[0233] 此外,振动波形平均值计算单元 21 以发动机 1 的燃烧位置、部件动作位置、曲柄角度中的至少一个作为基准来分别计算振动波形平均值 VIA,燃烧位置包含发动机 1 的点火时期,部件动作位置包含喷射器 3 的喷射时期、进气阀 1c 或排气阀 1d 的开关时期。

[0234] 由此,即使在噪音振动波形的发生位置产生变化的情况下,也能够对噪音振动波形进行恰当地计算。

[0235] 此外,振动波形平均值计算单元 21 将计算出的多个振动波形平均值的最大值设为最终的振动波形平均值 VIA。

[0236] 由此,即使对于多个噪音振动波形在相同时序下进行叠加的情况,也能够对噪音振动波形进行恰当地计算。

[0237] 标号说明

[0238] 1 发动机

[0239] 1a 气缸

[0240] 1b 燃烧室

[0241] 1c 进气阀

- [0242] 1d 排气阀
- [0243] 1e 活塞
- [0244] 1f 曲柄轴
- [0245] 1g 凸轮轴
- [0246] 1h 连接杆
- [0247] 2 火花塞
- [0248] 3 喷射器
- [0249] 4 进气通路
- [0250] 5 电子控制节流器
- [0251] 5a 节流阀
- [0252] 5b 电动机
- [0253] 5c 节流开度传感器
- [0254] 6ECU (发动机控制单元)
- [0255] 7 加速踏板
- [0256] 8 加速位置传感器
- [0257] 9 曲柄角传感器
- [0258] 10 凸轮角传感器
- [0259] 11 爆震传感器
- [0260] 12 气流传感器
- [0261] 13 点火线圈
- [0262] 14 空气净化器
- [0263] 15 气室
- [0264] 16 排气歧管
- [0265] 17 催化剂
- [0266] 19A/D 转换器
- [0267] 20 振动波形检测单元
- [0268] 21 振动波形平均值计算单元
- [0269] 22 噪音振动波形去除单元
- [0270] 23 爆震判定阈值计算单元
- [0271] 24 爆震判定单元
- [0272] 25 爆震修正量计算单元
- [0273] 61I/F 电路
- [0274] 62 微机
- [0275] VIA 振动波形平均值
- [0276] VP 峰值
- [0277] VTH 爆震判定阈值
- [0278] θR 爆震修正量
- [0279] $\tau 1$ 、 $\tau 2$ 、 $\tau 3$ 噪音振动波形计算区间
- [0280] τk 爆震检测区间

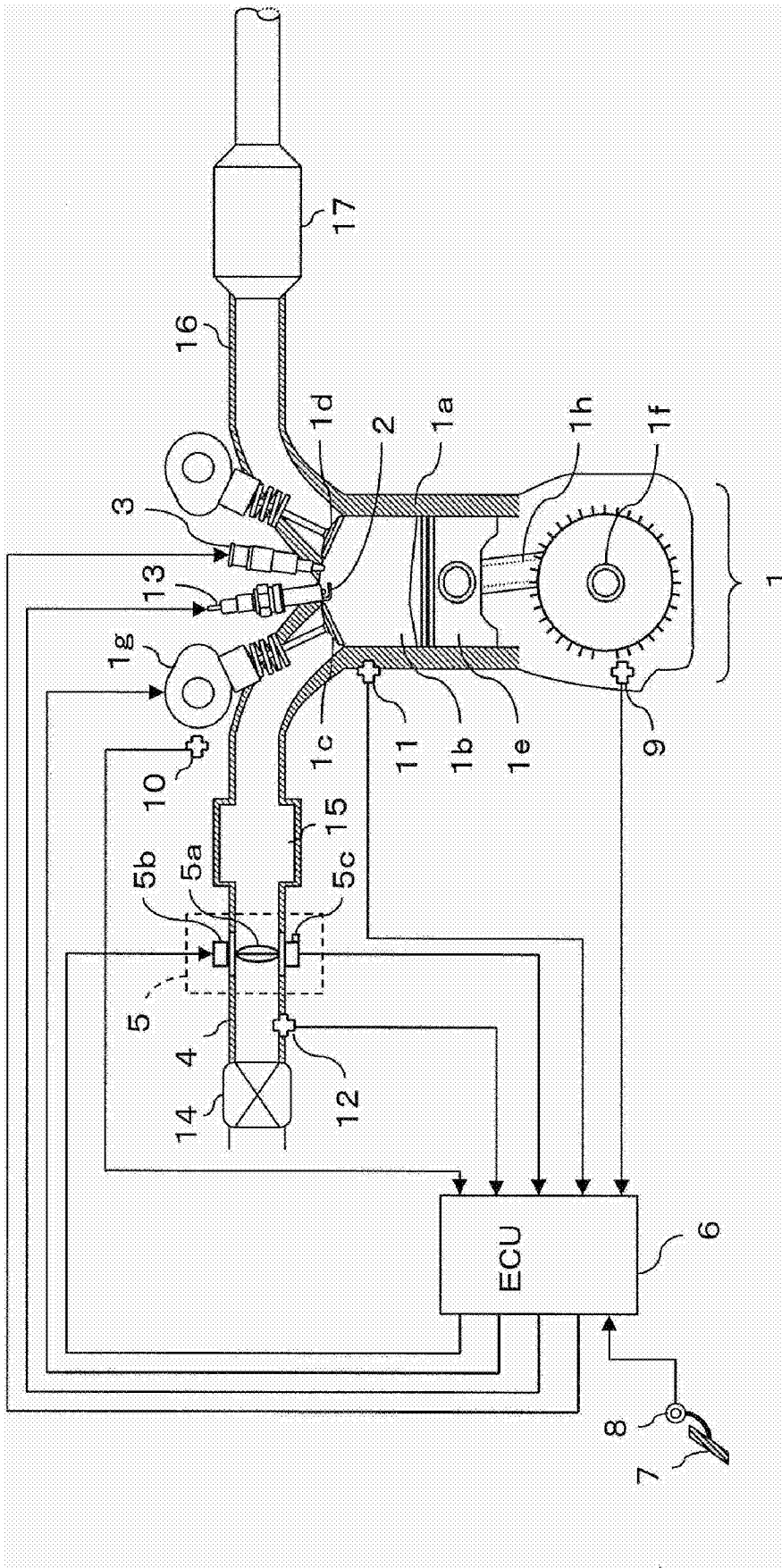


图 1

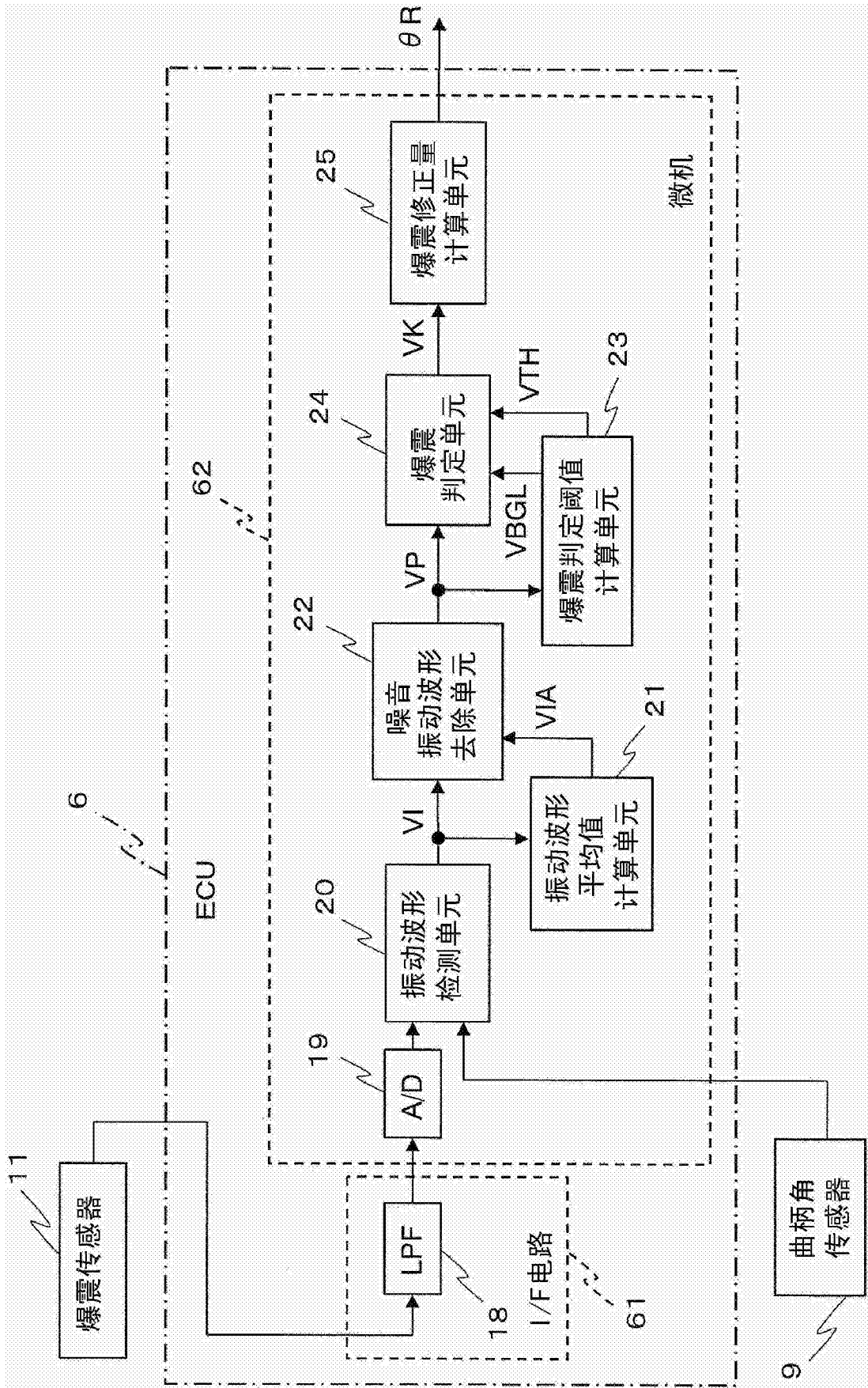


图 2

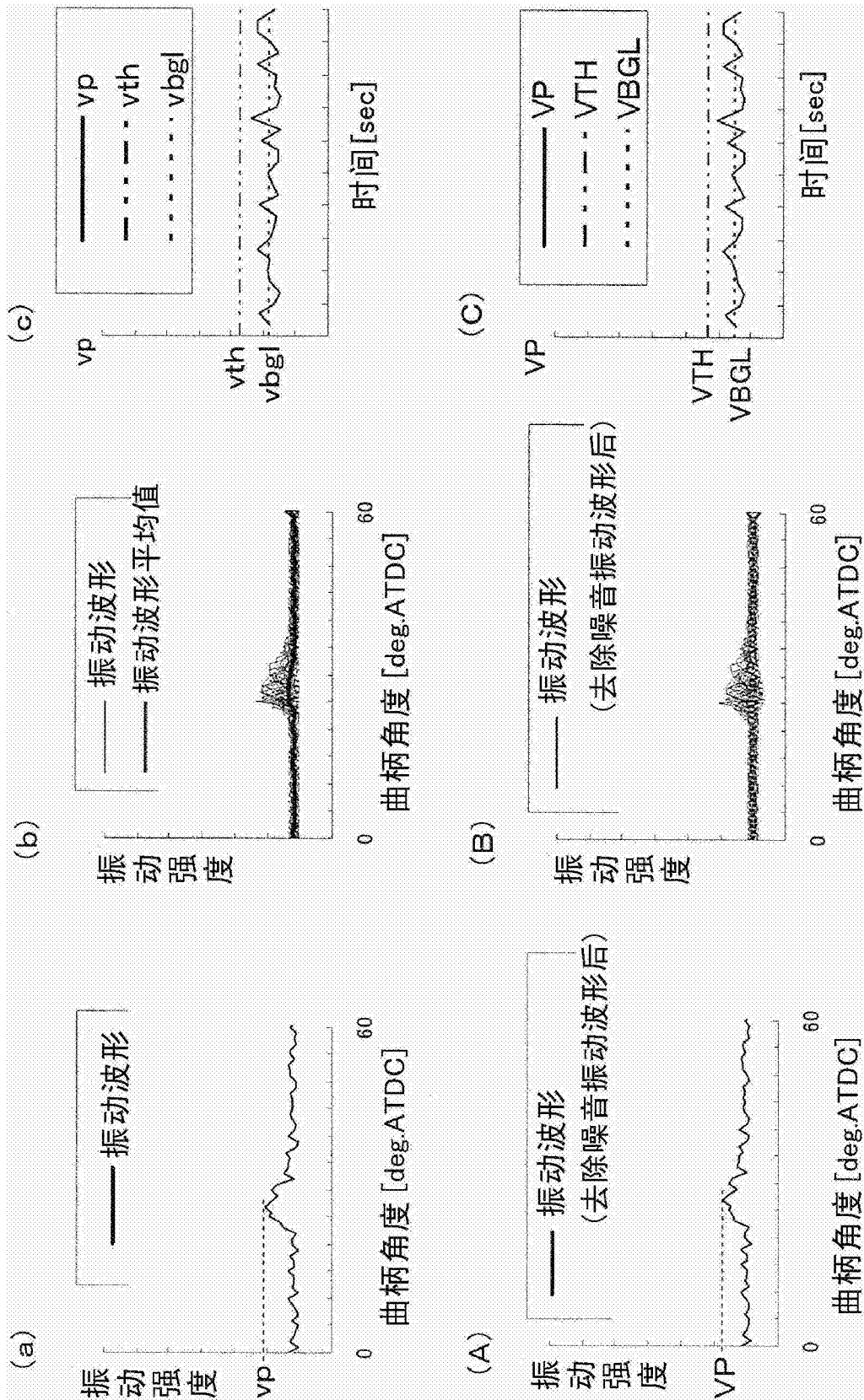


图 3

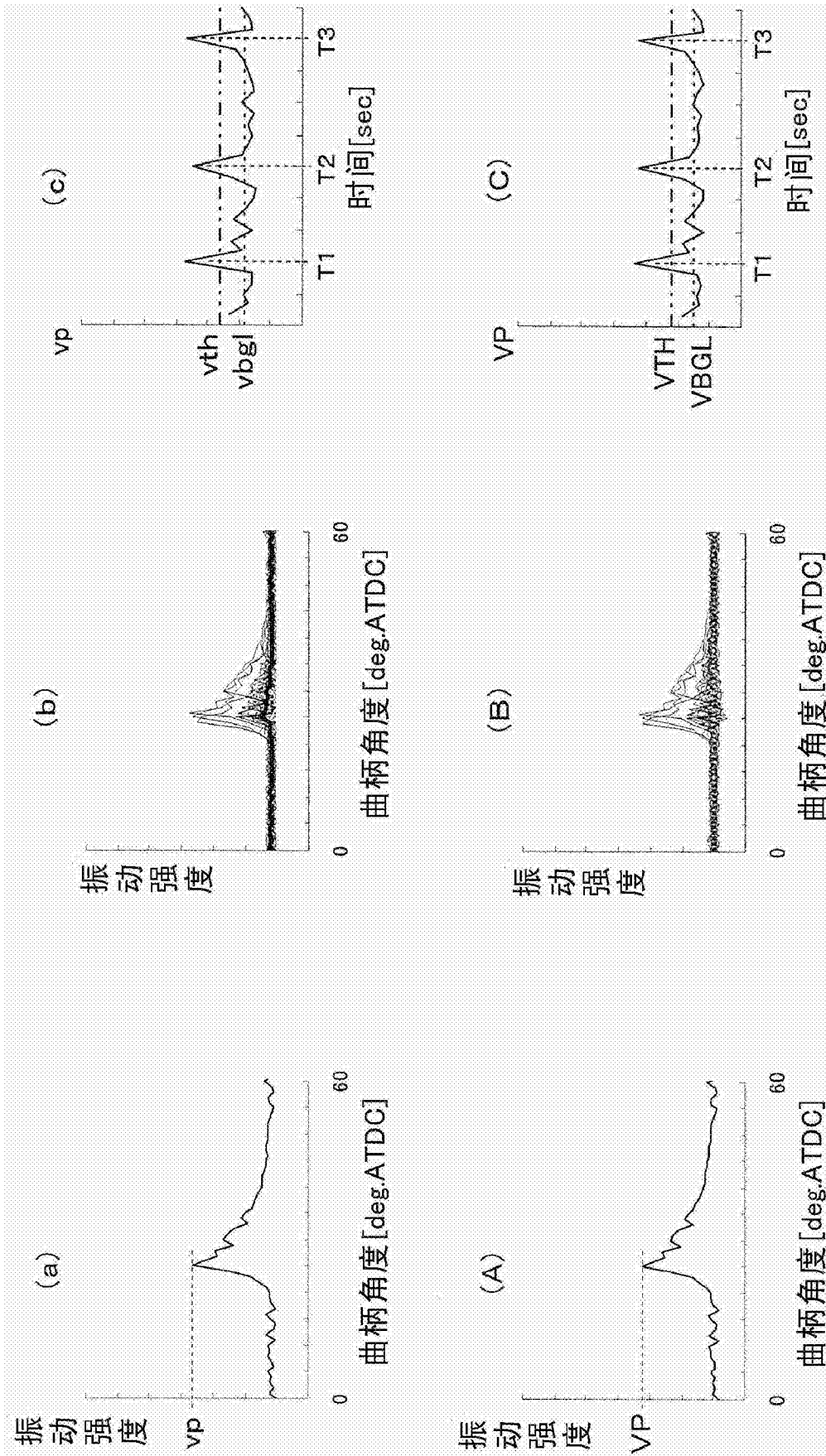


图 4

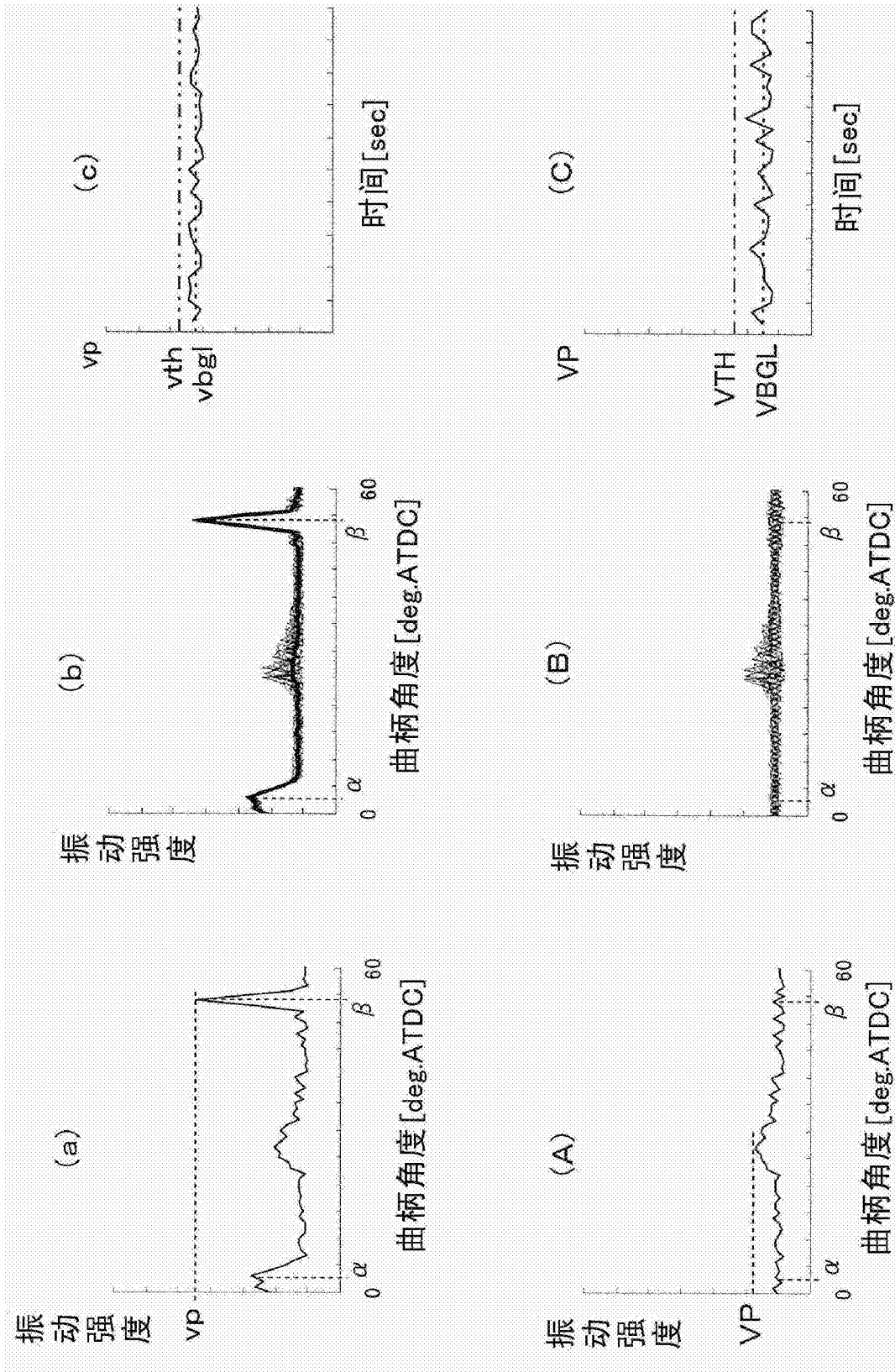


图 5

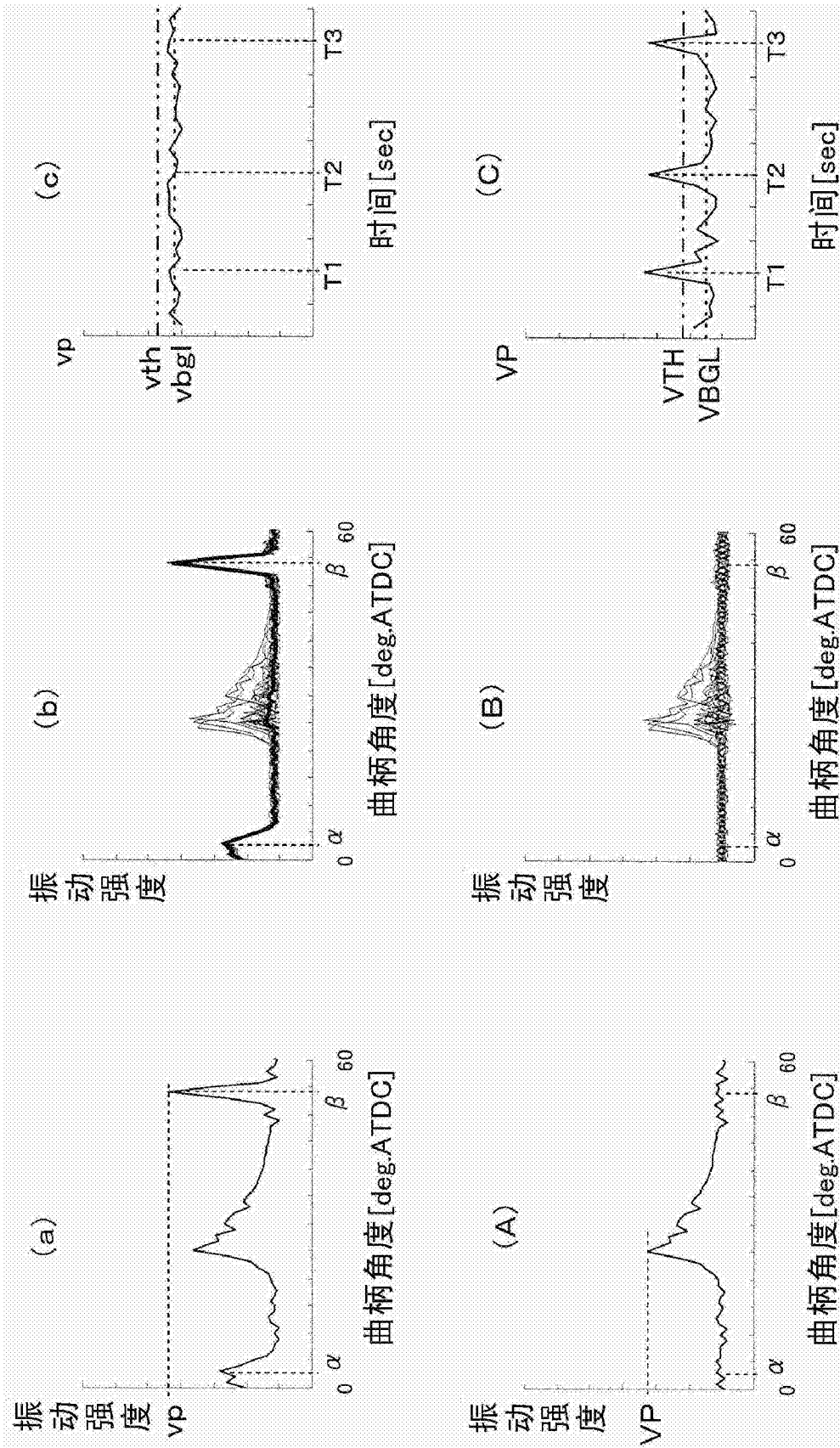


图 6

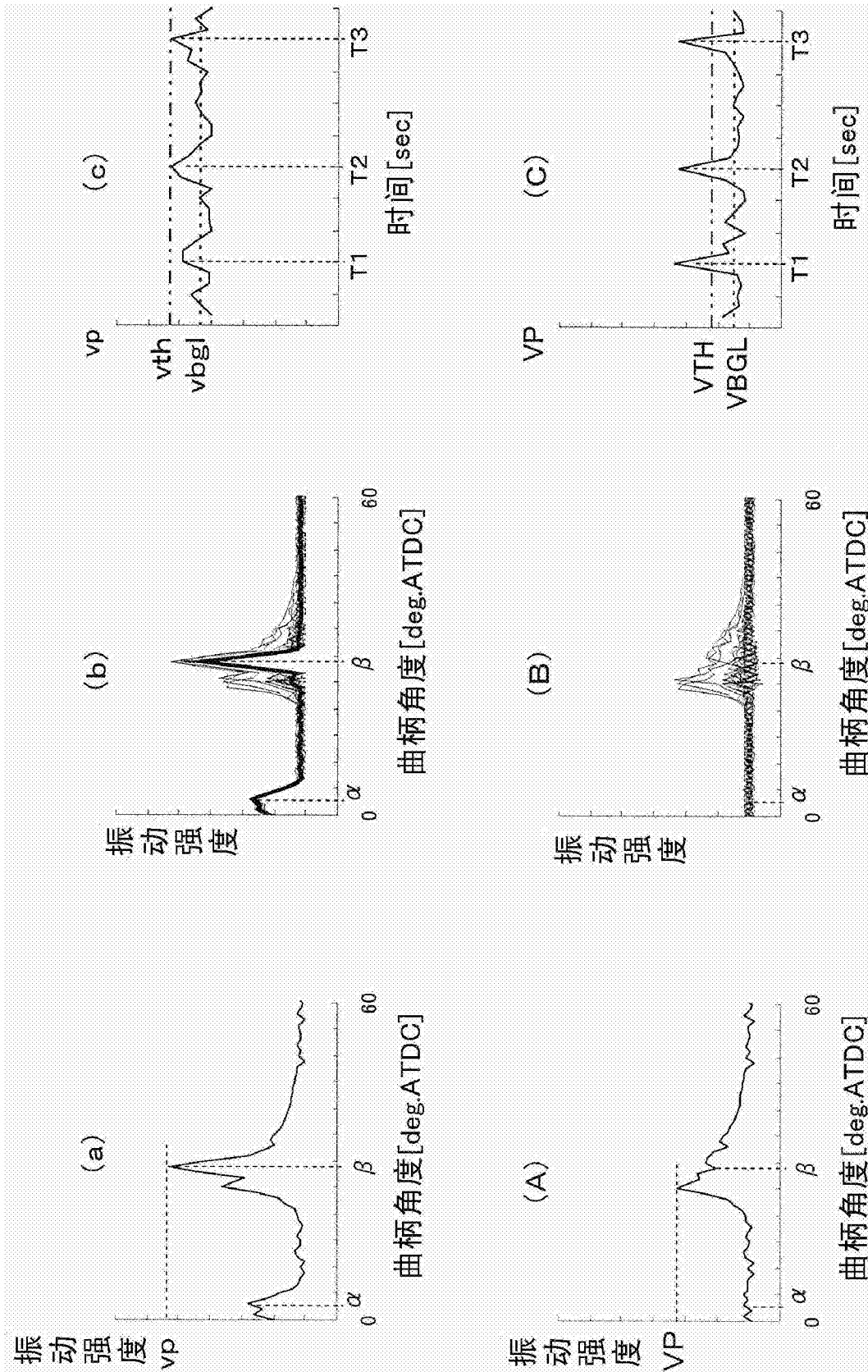


图 7

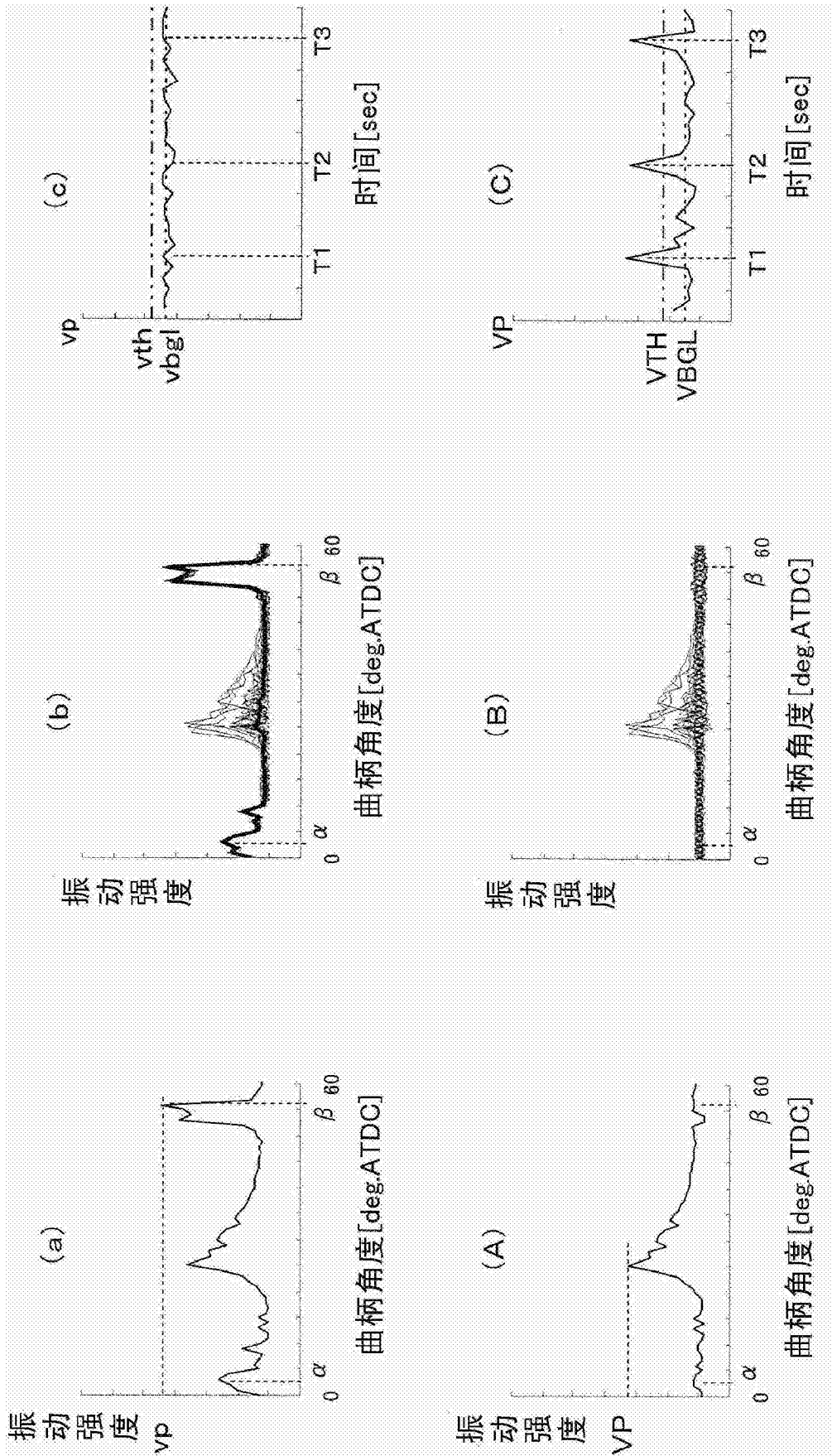


图 8

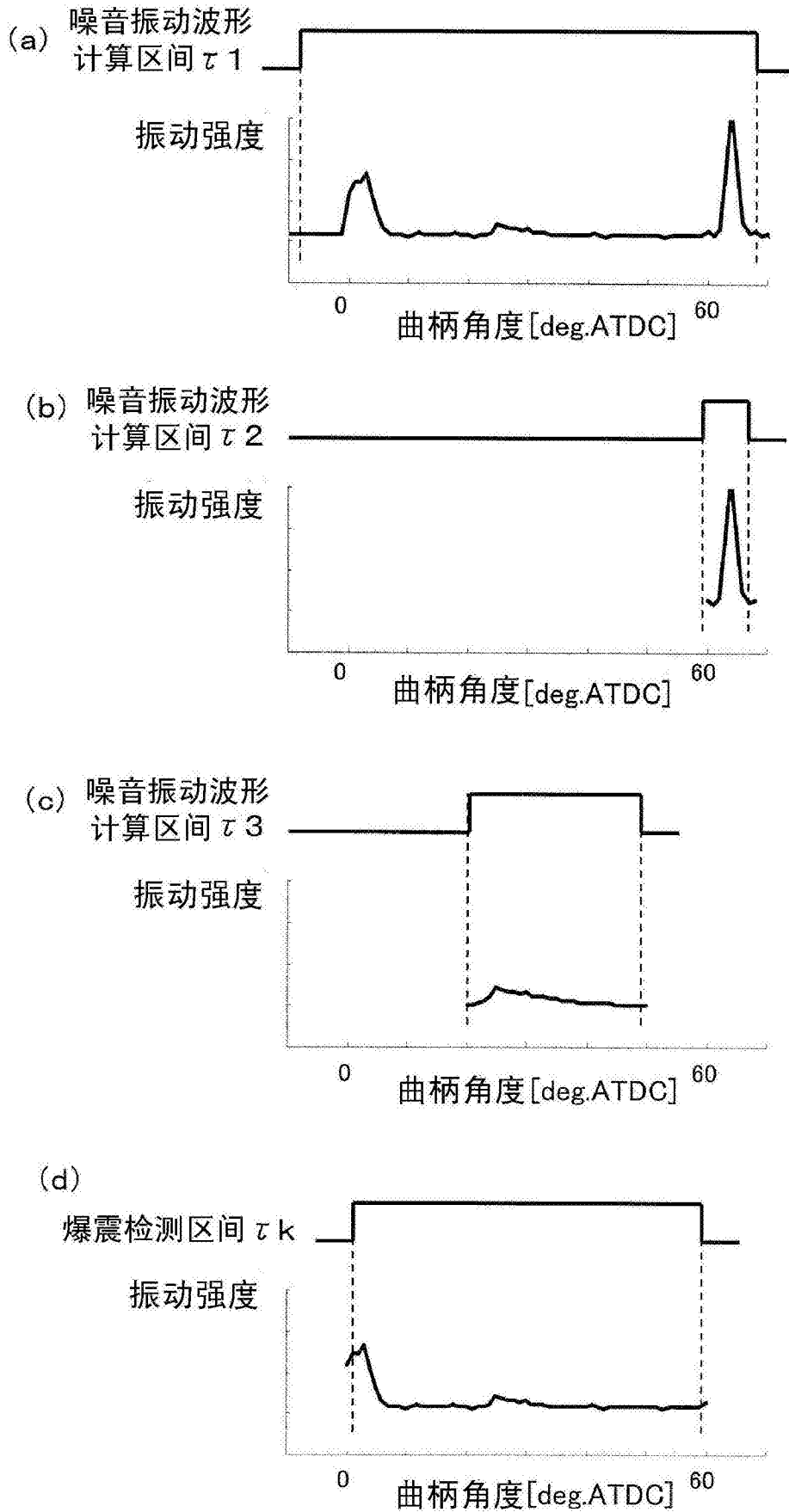


图 9

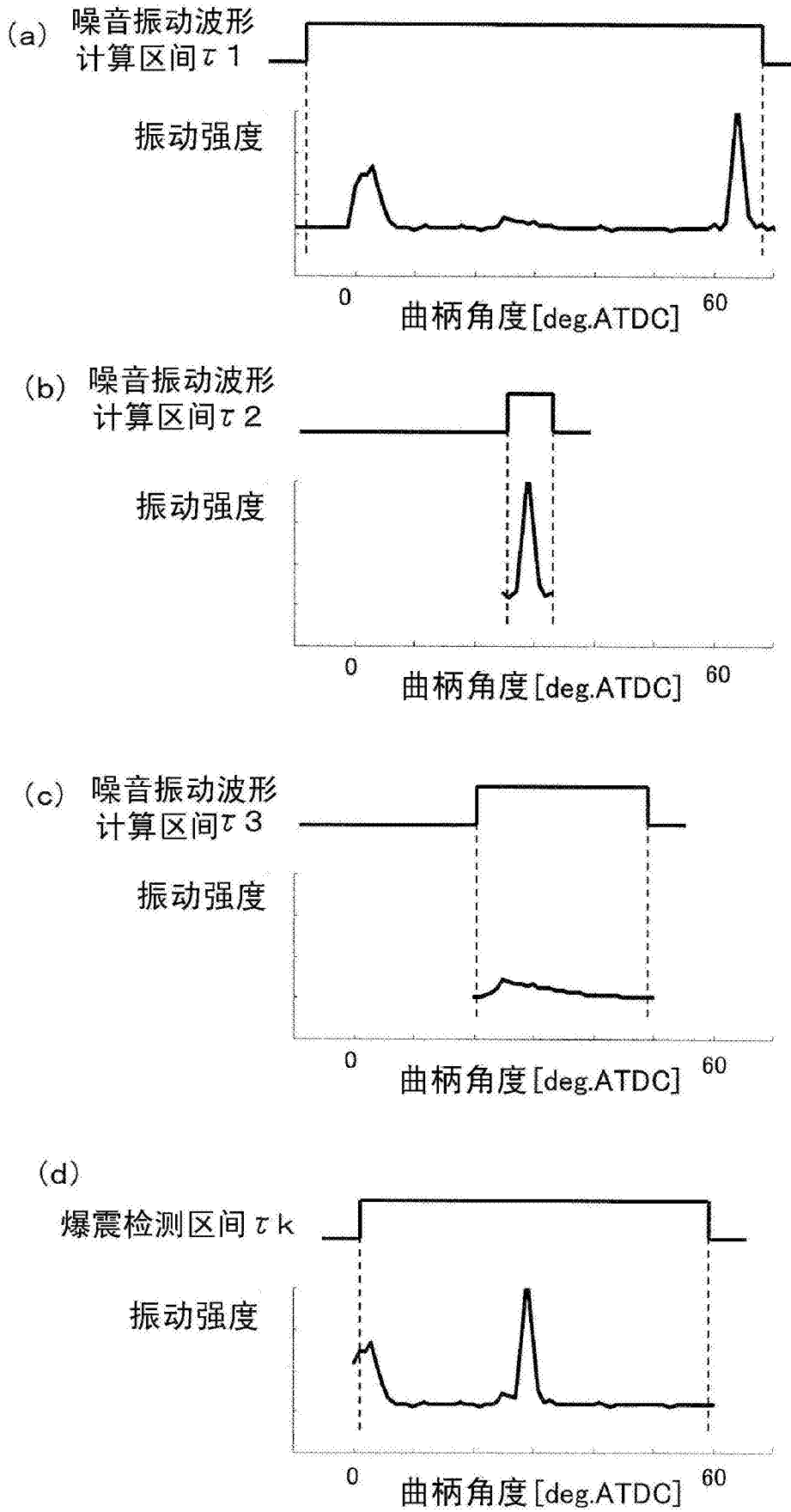


图 10

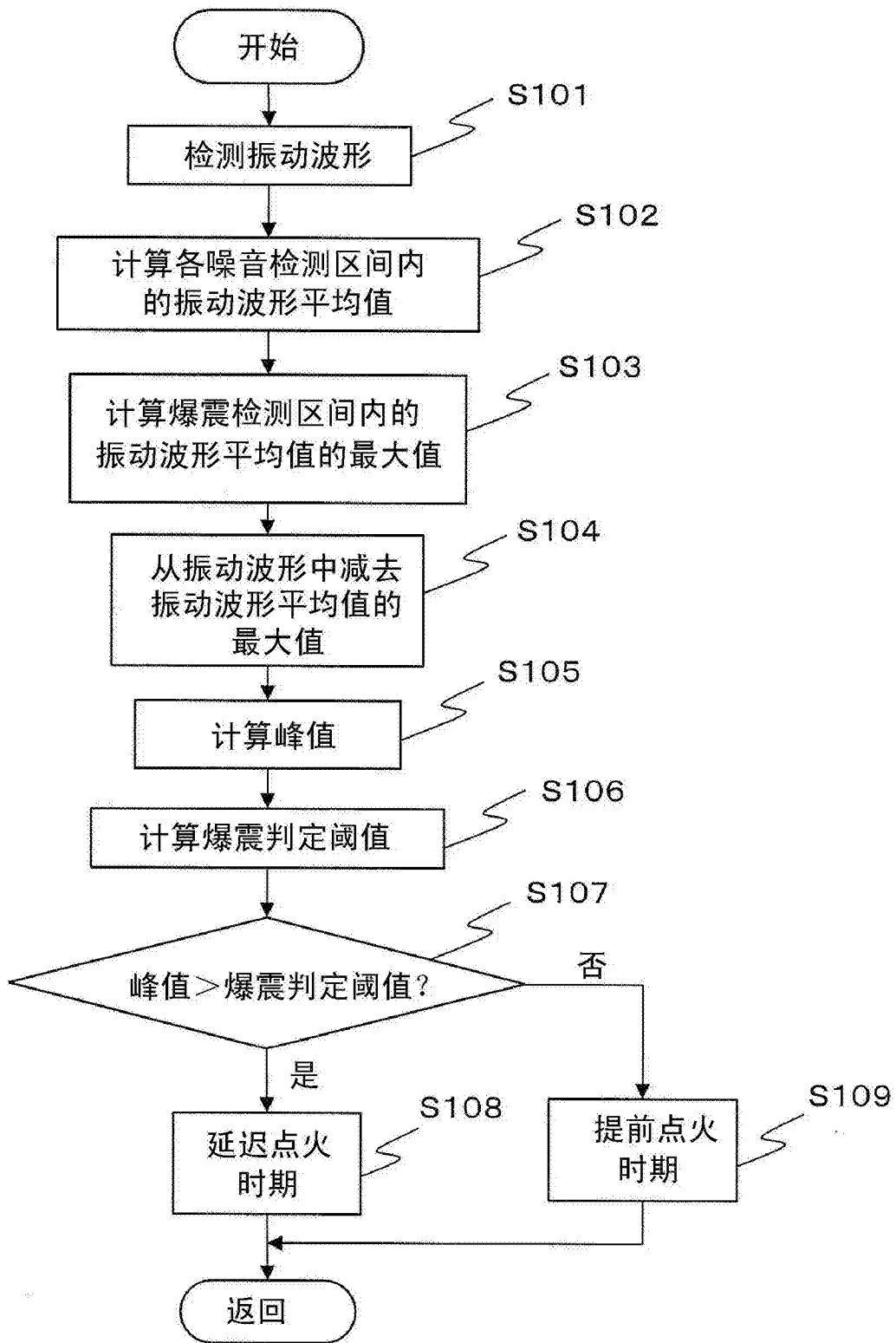


图 11