



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101213435 B

(45) 授权公告日 2010. 12. 01

(21) 申请号 200680024152. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006. 06. 19

G01L 23/22 (2006. 01)

(30) 优先权数据

192038/2005 2005. 06. 30 JP

(56) 对比文件

US 2004204814 A1, 2004. 10. 14,

JP 57146121 A, 1982. 09. 09,

EP 0421952 A1, 1991. 04. 10,

GB 2245382 A, 1992. 01. 02,

US 5400644 A, 1995. 03. 28,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 01. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/312674 2006. 06. 19

审查员 陈远洋

(87) PCT申请的公布数据

W02007/004451 EN 2007. 01. 11

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

专利权人 株式会社电装

(72) 发明人 吉原正朝 笠岛健司 金子理人

麻生纘司 千田健次 神尾茂

竹村优一

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 王安武

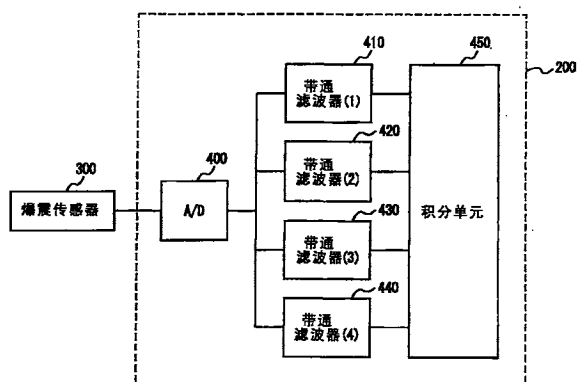
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用于内燃机的爆震判定设备

(57) 摘要

发动机 ECU200 包括带通滤波器 (1) (410)、带通滤波器 (2) (420) 和带通滤波器 (3) (430)。带通滤波器 (1) (410) 从爆震传感器检测到的振动中仅仅提取出第一频带 A 的振动。带通滤波器 (2) (420) 从爆震传感器检测到的振动中仅仅提取出第二频带 B 的振动。带通滤波器 (3) (430) 从爆震传感器检测到的振动中仅仅提取出第三频带 C 的振动。第一至第三频带 A-C 的带宽相同。发动机 ECU (200) 计算这些频带的合成波形中振动大小的峰值, 并基于峰值判定是否发生爆震。



1. 一种用于内燃机的爆震判定设备,包括:

检测单元(300),其检测内燃机(100)的振动;

提取单元(200),其从所检测到的振动中提取出属于爆震引起的振动的且带宽相同的多个频带的振动;

累加单元(200),其对应于曲轴角度将表示每个所提取出的振动的大小的积分值进行累加;以及

判定单元(200),其基于对应于曲轴角度将所述积分值进行累加计算出的合成波形中的峰值来判定在所述内燃机(100)中是否发生爆震。

2. 根据权利要求1所述的用于内燃机的爆震判定设备,还包括:

检测单元(200),其基于所提取出的振动以预定的曲轴角度间隔来检测振动波形;以及

存储单元(202),其预先存储所述内燃机(100)的振动波形,其中,

所述判定单元(200)基于所检测到的波形与所存储的波形之间的比较结果来判定在所述内燃机(100)中是否发生爆震。

3. 一种用于内燃机的爆震判定设备,包括:

爆震传感器(300),其检测内燃机(100)的振动;以及

ECU(200),其中,

所述 ECU(200) 从所检测到的振动中提取出属于爆震引起的振动的且带宽相同的多个频带的振动,对应于曲轴角度将表示每个所提取出的振动的大小的积分值进行累加,并基于对应于曲轴角度将所述积分值进行累加计算出的合成波形中的峰值来判定在所述内燃机(100)中是否发生爆震。

用于内燃机的爆震判定设备

技术领域

[0001] 本发明涉及爆震判定设备,更具体而言,涉及基于内燃机的振动波形来判定是否发生爆震的用于内燃机的爆震判定设备。

背景技术

[0002] 传统地,公知用于检测内燃机爆震的技术。日本专利公开 No. 2001-227400 公开了一种能够精确地判定发动机是否发生爆震的用于内燃机的爆震控制设备。在日本专利公开 No. 2001-227400 中公开的该用于内燃机的爆震控制设备包括信号检测器、发生时段检测器、波峰位置检测器、爆震判定器和爆震控制器,其中信号检测器检测表示在内燃机中发生的振动波形的信号(或者振动波形信号),发生时段检测器将由信号检测器检测到的振动波形信号为预定值或者更高的时段检测为发生时段,波峰位置检测器检测在由发生时段检测器检测的发生时段中的波峰位置,爆震判定器基于发生时段和波峰位置之间的关系判定内燃机是否发生爆震,爆震控制器根据爆震判定器的判定结果控制内燃机的工作状态。当相对于发生时段的波峰位置处于预定范围中时,爆震判定器判定发生爆震。信号检测器检测爆震信号特有的规定频率分量作为振动波形信号。

[0003] 根据在公开中所揭示的用于内燃机的爆震控制设备,表示在内燃机中发生的振动波形的信号是由信号检测器检测的。振动波形信号为预定值或者更高的发生时段和其中的波峰位置分别由发生时段检测器和波峰位置检测器检测。因而,爆震判定器能够通过检测振动波形信号的发生时段中波峰的位置来判定是否发生爆震。根据爆震判定结果,控制内燃机的工作状态。当相对于发生时段的波峰位置在预定范围中时,即,当波形的形状为波峰的位置相对于振动波形信号的发生时段的预定长度出现较早时,爆震判定器将其识别为爆震特有的。因而,即使在内燃机的工作状态急剧变化的过渡状态或者当电气负载开启/关闭时,可以精确地判定内燃机是否发生爆震,因而能够适合地控制内燃机的工作状态。

[0004] 尽管用在日本专利公开 No. 2001-227400 中公开的用于内燃机的爆震控制设备将爆震特有的频率分量检测为振动波形信号,但是爆震特有的频率分量不是恒定的。因而,必须检测预定频带中所包括的频率分量。因而,所检测的频率分量可以包括不是爆震特有的分量。这样的问题在日本专利公开 No. 2001-227400 中公开的用于内燃机的爆震控制设备中没有考虑。具体地,尽管有若干个爆震特有的频带,但是没有提及用于适合地检测多个频带中爆震特有的频率分量的方法。因而,一些频带会包括较大的噪声分量。在此情况下,有这样的问题即不能适合地检测振动大小或者峰值,并且爆震判定的精确度下降。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种能够以高精度判定是否发生爆震的爆震判定设备。

[0006] 根据本发明的用于内燃机的爆震判定设备,包括检测单元,其检测内燃机的振动;提取单元,其从所检测到的振动中提取出带宽相同的多个频带的振动;以及判定单元,其基于所提取出的振动来判定在内燃机中是否发生爆震。

[0007] 根据本发明,检测单元检测内燃机的振动。检测为爆震特有的振动的振动在多个频带检测到。不管频带如何,爆震特有的振动落在每个频带中中间值 $\pm X$ (其中, X 是自然数) 的范围。因而,从该振动中,提取单元带宽相同的多个频带的振动。这防止了频带的带宽不必要增大,并抑制对许多噪声的检测。因而,可以以高精度检测爆震特有的振动。基于这样检测到的振动可以判定是否发生爆震。结果,能够提供一种能以高精度判定是否发生爆震的爆震判定设备。

[0008] 优选地,用于内燃机的爆震判定设备还包括:检测单元,其基于所提取出的振动以预定的曲轴角度间隔来检测振动波形;以及

[0009] 存储单元,其预先存储内燃机的振动波形。判定单元基于所检测到的波形与所存储的波形之间的比较结果来判定在内燃机中是否发生爆震。

[0010] 根据本发明,基于所检测到的波形与所存储的波形之间的比较结果(例如,基于所检测的振动波形与所存储的波形之间的一致程度)来判定是否发生爆震。因而,从振动的行为(诸如振动的衰减趋势)能分析因爆震引起的振动波形,并以高精度判定是否发生爆震。

附图说明

[0011] 图 1 是示出由根据本发明实施例的爆震判定设备控制的发动机的示意构造图。

[0012] 图 2 是表示发动机中发生的振动频率的图。

[0013] 图 3 是表示当爆震发生时在气缸中发生的振动频率的图。

[0014] 图 4 是示出发动机 ECU 的控制框图。

[0015] 图 5 是表示存储在发动机 ECU 存储器中的爆震波形模型的图。

[0016] 图 6 是图示由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图。

[0017] 图 7 是表示归一化之前的振动波形的图。

[0018] 图 8 是表示用于将归一化了的振动波形与爆震波形模型进行比较的时刻的图。

具体实施方式

[0019] 以下将参照附图描述本发明的实施例。在以下描述中,相同的部件用相同的参考符号表示。其名称和功能也相同。因而,不再重复其详细描述。

[0020] 参照图 1,将描述包括了根据本发明实施例的爆震判定设备的车辆的发动机 100。本实施例的爆震判定设备由例如发动机 ECU(电子控制单元)200 执行的程序来实现。

[0021] 发动机 100 是这样的内燃机,在其中,通过空气滤清器 102 吸入的空气与由喷射器 104 喷射的燃料的混合气由火花塞 106 点燃,然后在燃烧室中燃烧。

[0022] 空气燃料混合气的燃烧产生了将活塞 108 向下压的燃烧压力,由此曲轴 110 旋转。已燃空气燃料混合气(或者排气气体)由三元催化剂 112 净化,然后排出到车外。吸入发动机 110 的空气量由节气门 114 调节。

[0023] 发动机 100 由发动机 ECU200 控制,发动机 ECU200 具有与其相连的水温传感器 302、与正时转子 304 相对布置的曲轴位置传感器 306、节气门开度传感器 308、车辆速度传感器 310 和点火开关 312。

[0024] 爆震传感器 300 设置在发动机 100 的气缸体处。爆震传感器 300 由压电元件来实

现。随着发动机 100 振动,爆震传感器 300 产生大小对应于振动大小的电压。爆震传感器 300 将表示该电压的信号传输到发动机 ECU200。水温传感器 302 检测发动机 100 的水套内冷却水的温度,然后将表示检测结果的信号传输到发动机 ECU200。

[0025] 正时转子 304 设置在曲轴 110 处,并随着曲轴 110 旋转而旋转。正时转子 304 的外周以预定的间距设置有多个突起。曲轴位置传感器 306 与正时转子 304 的突起相对布置。当正时转子 304 旋转时,正时转子 304 的突起和曲轴位置传感器 306 之间的空气间隙变化,使得通过曲轴位置传感器 306 的线圈部分的磁束增大 / 减小,由此产生了电动势。曲轴位置传感器 306 将表示电动势的信号传输到发动机 ECU200。根据从曲轴位置传感器 306 传输的信号,发动机 ECU200 检测曲轴角度。

[0026] 节气门开度传感器 308 检测节气门打开位置,并将表示检测结果的信号传输到发动机 ECU200。车辆速度传感器 310 检测车轮(未示出)的转数,并将表示检测结果的信号传输到发动机 ECU200。根据车轮的转数,发动机 ECU200 计算车辆速度。点火开关 312 由驾驶员开启来起动发动机 100。

[0027] 发动机 ECU200 使用从各个传感器和点火开关 312 传输的信号以及存储在存储器 202 中的对照图和程序,来进行控制设备的操作,使得发动机 100 达到所期望的驱动状况。

[0028] 在本实施例中,使用从爆震传感器 300 传输的信号和曲轴角度,发动机 ECU200 以预定的爆震检测间隔(从预定第一曲轴角度到预定第二曲轴角度的区间)检测发动机 100 的振动的波形(以下,该振动的波形也将称为“振动波形”),并根据所检测到的振动波形判定发动机 100 是否发生爆震。本实施例的爆震检测间隔是在燃烧行程中从上死点(0°)到 90° 。注意,爆震检测间隔不限于此。

[0029] 当发动机发生爆震时,发动机 100 发生振动,振动的频率在由图 2 中的实线表示的频率附近。振动引起的振动频率不恒定,并具有规定的带宽。因而,在本实施例中,如图 2 所示,检测包括在第一频带 A、第二频带 B 和第三频带 C 中的振动。在图 2 中,CA 表示曲轴角度。包括因爆震引起的振动的频率的频带的数量不限于三个。

[0030] 此处,当每个频带的带宽设定为固定比率宽度(即,带宽设定成随着频带变高而增大)时,尤其在高频带处会很可能包括非因爆震引起的振动的噪声(例如,缸内喷射器的振动或者因进气 / 排气阀落座而引起的振动)。

[0031] 然而,如图 3 所示,当发动机爆震时在每个频带中出现的振动落在每个频带的中间值 $\pm X$ (其中,X 是自然数)的范围内。因而,在本实施例中,第一频带 A、第二频带 B 和第三频带 C 设定成具有固定的值的带宽,使得该带宽不管频带如何都相同,然后检测振动。带宽设定成在 $2 \times X\text{kHz}$ 内。如下文所述,第一频带 A、第二频带 B 和第三频带 C 的振动用来计算振动大小的峰值。

[0032] 进一步,在本实施例中,当产生噪声时,为了确定是否发生爆震,或者不考虑噪声,检测第四频带 D 的振动(第四频带 D 比较宽,并包括第一至第三频带 A-C),使得包括噪声。如将在下文描述,第四频带 D 的振动用来检测发动机 100 的振动波形。

[0033] 参照图 4,将进一步描述 ECU200。发动机 ECU200 包括 A/D(模拟 / 数字转换器 400、带通滤波器 (1) 410、带通滤波器 (2) 410、带通滤波器 (3) 430、带通滤波器 (4) 440 和积分单元 450。

[0034] A/D 转换器 400 将从爆震传感器 300 传输的模拟信号转换成数字信号。带通滤波

器 (1)410 仅仅允许从爆震传感器 300 传输的信号中的第一频带 A 的信号通过。即,从爆震传感器 300 检测到的振动,仅仅第一频带 A 的振动由带通滤波器 (1)410 提取。

[0035] 带通滤波器 (2)420 仅仅允许从爆震传感器 300 传输的信号中第二频带 B 的信号通过。即,从爆震传感器 300 检测到的振动,仅仅第二频带 B 的振动由带通滤波器 (2)420 提取。

[0036] 带通滤波器 (3)430 仅仅允许从爆震传感器 300 传输的信号中的第三频带 C 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测到的振动,仅仅第三频带 C 的振动由带通滤波器 (3)430 提取。

[0037] 带通滤波器 (4)440 仅仅允许从爆震传感器 300 传输的信号中的第四频带 D 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测到的振动,仅仅第四频带 D 的振动由带通滤波器 (4)440 提取。

[0038] 积分单元 450 对由带通滤波器 (1)410-带通滤波器 (4)440 选择的信号 (即,振动大小)相对于每五度的曲轴角度进行积分。下面。通过这样积分获得的值还称为积分值。对每个频带计算积分值。

[0039] 在计算出的积分值中,第一至第三频带 A-C 的积分值对应于曲轴角度累加。即,第一至第三频带 A 至 C 的振动波形被合成。此外,第四频带 D 的积分值用作发动机 100 的振动波形。

[0040] 将由第四频带 D 的积分值检测到的振动波形与图 5 所示的爆震波形模型进行比较,并判定是否发生爆震。爆震波形模型是发动机 100 发生爆震时的振动波形的模型。爆震波形模型存储在发动机 ECU200 的存储器 202 中。

[0041] 在爆震波形模型中,振动大小由无量纲数字 0 至 1 表示,并不唯一地对应于曲轴角度。更具体地,对于本实施例的爆震波形模型,尽管确定了振动的大小在振动大小的峰值之后随着曲轴角度增大而减小,但是不确定振动大小为峰值时的曲轴角度。

[0042] 本实施例的爆震波形模式对应于由爆震引起的振动的大小峰值以后的振动。可以存储与因爆震引起的振动上升以后的振动相对应的爆震波形模型。

[0043] 爆震模型是这样的获得的:进行实验等强制发动机 100 爆震,检测发动机 100 的振动波形,根据此波形形成爆震波形模型,然后将其预先存储。然而,应该注意,模型可以通过不同的方法形成。

[0044] 参考图 6,将描述由在根据本实施例的爆震判定设备中的发动机 200 执行的程序控制结构。

[0045] 在步骤 (以下简称为“S”)100,发动机 ECU200 根据从爆震传感器 300 传输的信号检测发动机 100 的振动大小。振动大小由爆震传感器 300 输出的电压值表示。注意,振动大小可以由与从爆震传感器 300 输出的电压值相对应的值表示。在燃烧行程中,在从上死点到 (曲轴角度)90° 的角度对振动大小进行检测。

[0046] 在 S102,发动机 ECU200 每隔五度的曲轴角度对从爆震传感器 300 输出的电压值 (即,表示振动大小)进行积分计算 (“积分值”)。针对第一至第四频带 A 至 D 的每个的振动计算积分值。此处,对应于曲轴角度将第一至第三频带 A-C 的积分值进行累加 (即,波形被合成)。进一步,计算第四频带 D 的积分值,由此检测到发动机 100 的振动波形。

[0047] 在 S104,发动机 ECU200 计算第一至第三频带 A 至 C 的合成波形中的最大值积分值

(峰值)。在 S106, 发动机 ECU200 对第四频带 D 的积分值 (发动机 100 的振动波形) 进行归一化。此处, 归一化意思是将各积分值除以积分值中的最大值, 以由无量纲数字 0 至 1 表示振动的大小。

[0048] 在 S108, 发动机 ECU200 计算相关系数 K, 该相关系数 K 是关于归一化的振动波形和爆震波形模型之间偏差的值。使归一化的振动波形的最大振动大小时刻与爆震波形模型的最大振动大小时刻一致, 同时针对每个 (每隔五度) 曲轴角度计算归一化的振动波形和爆震波形模型之间的偏差绝对值 (或者偏离量), 由此获得相关系数 K。

[0049] 当我们用 $\Delta S(I)$ (其中 I 是自然数) 表示每个曲轴角度归一化振动波形和爆震波形模型之间的偏差绝对值, 用 S 表示将爆震波形模型的振动大小相对于曲轴角度进行积分的值 (即, 爆震波形模型的面积) 时, 于是由式 $K = (S - \sum \Delta S(I)) / S$ 计算相关系数 K, 其中, $\sum \Delta S(I)$ 表示从上死点到 90° $\Delta S(I)$ 之和。注意, 可以用不同的方法计算相关系数 K。

[0050] 在 S110, 发动机 ECU200 计算爆震强度 N。当我们用 P 表示所计算的积分值的最大值, 用 BGL (Back Ground Level) 表示发动机 100 不发生爆震时 (即, 在正常燃烧时) 发动机 100 的振动大小的值时, 由式 $N = P \times K / BGL$ 计算爆震强度 N。BGL 存储在存储器 202 中。注意可以用不同的方法计算爆震强度 N。

[0051] 在 S112, 发动机 ECU200 判定爆震强度 N 是否大于预定的基准值。如果爆震强度 N 大于预定基准值 (在 S112 中为是), 则控制进行到 S116。否则 (在 S112 为否), 控制进行到 S118。

[0052] 在 S114, 发动机 ECU200 判定发动机 100 发生爆震。在 S116, 发动机 ECU200 延迟点火。S118, 发动机 ECU200 判定发动机 100 不发生爆震。在 S120, 发动机 ECU200 提前点火。

[0053] 将描述基于上述构造和流程图、本实施例的爆震判定设备的发动机 ECU200 的工作。

[0054] 当驾驶员开启点火开关 312, 发动机 100 起动时, 根据从爆震传感器 300 传输的信号检测发动机 100 的振动大小 (S100)。

[0055] 在燃烧行程的上死点到 90° 的范围, 针对第一至第四频带 A 至 D 的每个的相应振动计算每隔五度的积分值 (S102)。此处, 相应于曲轴角度将第一至第三频带 A-C 的积分值累加。如图 7 所示, 在所计算的积分值中, 第四频带 D 的积分值表示发动机 100 的振动波形。

[0056] 由于每隔五度的积分值用来检测振动波形, 因而变得可以检测细微振动被抑制的振动波形。这使得更容易将检测的振动波形与爆震波形模型进行比较。

[0057] 基于所计算的积分值, 计算第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值 P (S104)。此处, 由于第一至第三频带 A-C 的带宽统一地设定为包括因爆震引起的振动所需的宽度, 可以防止该带宽变得不必要的宽。因而, 能够抑制所检测的振动中包括的噪声。因而, 能够抑制由于噪声而引起的对峰值 P 的错误计算。

[0058] 第四频带 D 的积分值除以所计算的峰值 P, 由此振动波形被归一化 (S106)。此处, 假定 20 度至 25 度的积分值 (对应于图 7 左边第五个积分值的积分值) 计算为峰值 P, 通过这样, 每个积分值被除, 并且振动波形被归一化。通过归一化, 振动波形的振动大小由无量纲数字 0 至 1 表示。因而, 不管振动大小如何, 所检测的振动波形能够与爆震波形模型比

较。这能够消除对将与振动的大小对应的大量爆震波形模型进行存储的需要,因而,便于准备爆震波形模型。

[0059] 如图 8 所示,使振动大小变成归一化的振动波形的最大的时刻与振动大小变成爆震波形模型的最大的时刻一致,并且在此状态下,针对每个曲轴角度计算归一化的振动波形和爆震波形模型之间的偏差绝对值 $\Delta S(I)$ 。该 $\Delta S(I)$ 的总和 $\Sigma \Delta S(I)$ 与表示爆震波形模型中振动的大小相对于曲轴角度进行积分的值 S 用来计算相关系数 $K = (S - \Sigma \Delta S(I)) / S$ (S108)。这允许用数字表示所检测的振动波形与爆震波形模型之间的一致程度,因而允许客观的判定。此外,通过将振动波形与爆震波形模型进行比较,能够从振动行为(诸如振动衰减趋势)分析振动是否因爆震引起的。

[0060] 所计算出的相关系数 K 和峰值 P 的乘积除以 BGL 以计算爆震强度 N (S110)。因而,除了使用所检测的振动波形和爆震波形模型一致程度之外还使用振动大小,能更详细地分析发动机 100 的振动是否由爆震引起。此处,假定相关系数 K 与 20 度至 25 度的积分值的乘积除以 BGL 来计算爆震强度 N 。

[0061] 如果爆震强度 N 大于预定基准值(在 S112 中为是),则判定发动机发生爆震(S114),并延迟点火(S116)以抑制爆震的发生。

[0062] 如果爆震强度 N 不大于预定基准值(在 S112 为否),则判定发动机没有发生爆震(S118),并提前点火(S120)。

[0063] 如上所述,在根据本实施例的爆震判定设备中,发动机 ECU 从爆震传感器所检测到的振动提取第一频带 A、第二频带 B 和第三频带 C 所包括的振动。针对每个五度的曲轴角度计算第一至第三频带 A-C 所包括的振动大小的积分值,并进一步将其相应于曲轴角度进行累加。通过相应于曲轴角度将积分值进行累加计算出合成波形,并计算其中的峰值。此处,不管频带如何,第一至第三频带 A-C 的带宽设定为固定值的宽度。因而,防止频带变得不必要宽。因而,除了因爆震引起的振动之外的噪声得到抑制,并以高精度度计算峰值。基于该峰值,判定是否发生爆震。因而,以高精度度判定是否发生爆震。

[0064] 尽管在本发明中基于第四频带 D 中的积分值检测发动机 100 的振动波形,但是为了代替第四频带 D 的积分值,可以通过针对每个相应曲轴角度进行累加而合成第一至第三频带 A-C 的积分值,以检测发动机 100 的振动波形。

[0065] 进一步,为了代替第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值 P ,或者附加峰值 P 之外,可以计算第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值 P 的位置。在此情况下,即使当所计算的峰值 P 的位置和第四频带 D 中的积分值的峰值的位置不同,振动波形可以在爆震波形模型的峰值与第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值 P 的位置一致的时刻与爆震波形模型比较。

[0066] 此外,用于检测振动波形的频带的数量不限于三个,并可以使用任何数量的多个频带。

[0067] 应该理解到,此处公开的实施例在各个方面是示例性和非限制性。本发明的范围由权利要求项限定,而不是以上描述限定,并意在包括在该范围和与权利要求项等同的意义内的任何修改。

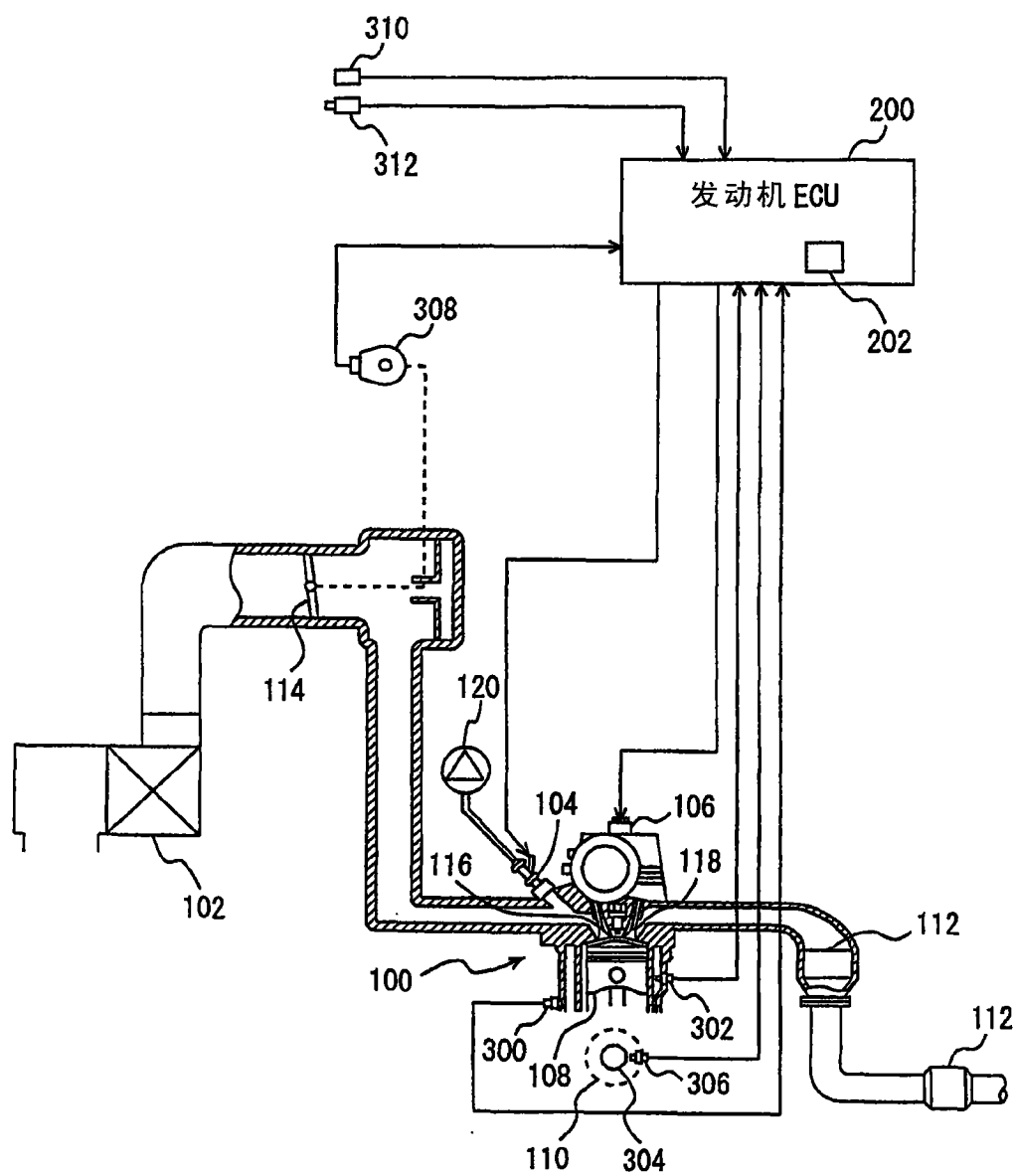


图 1

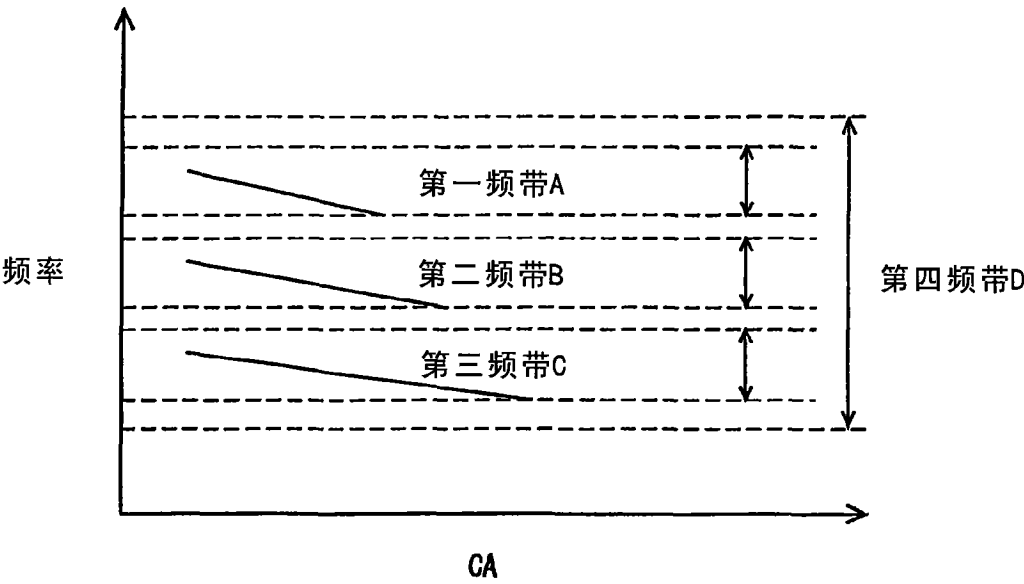


图2

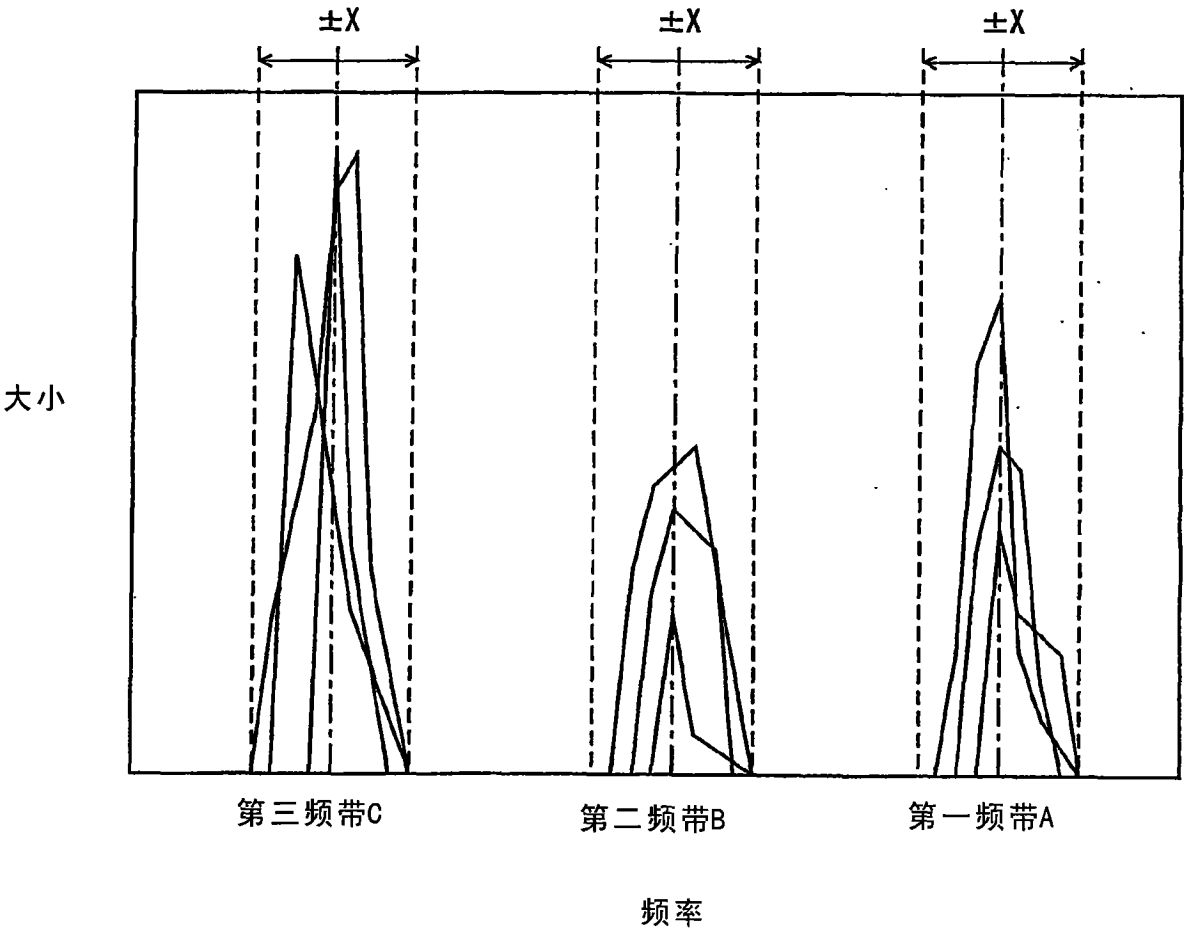


图 3

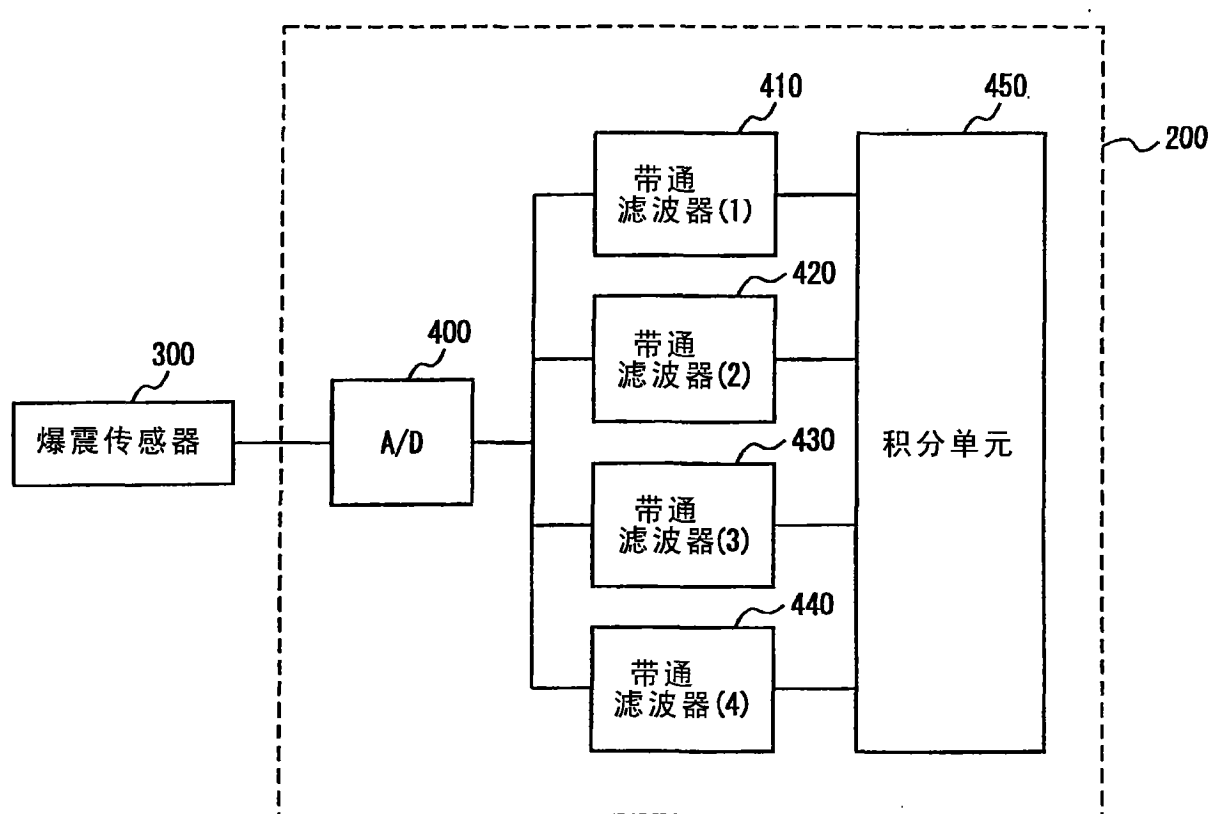


图4

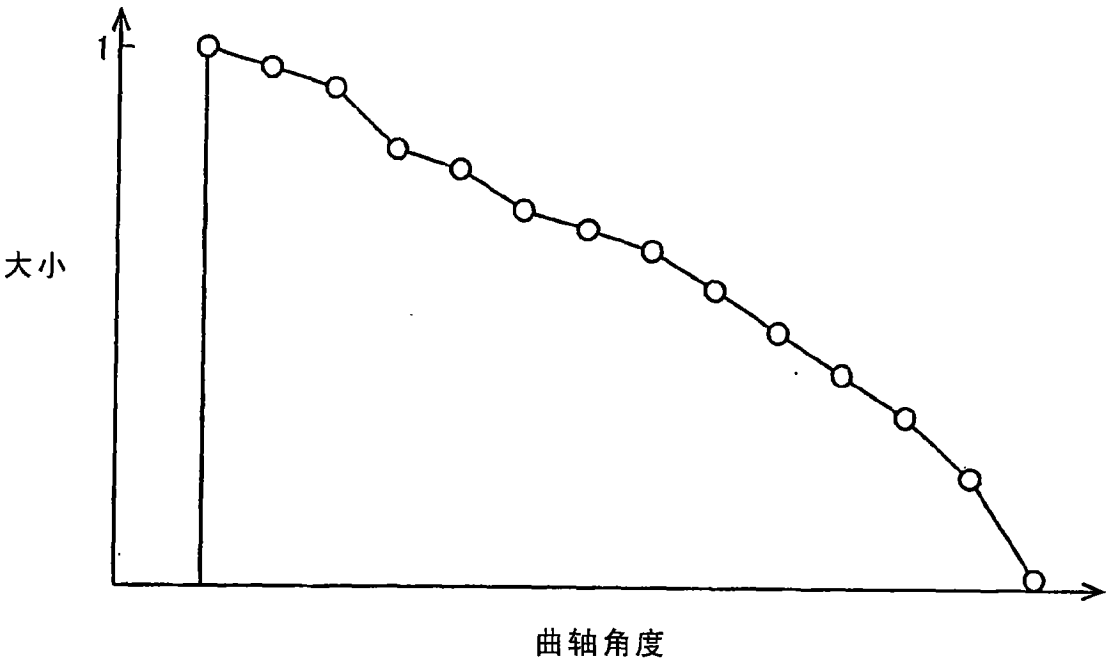


图5

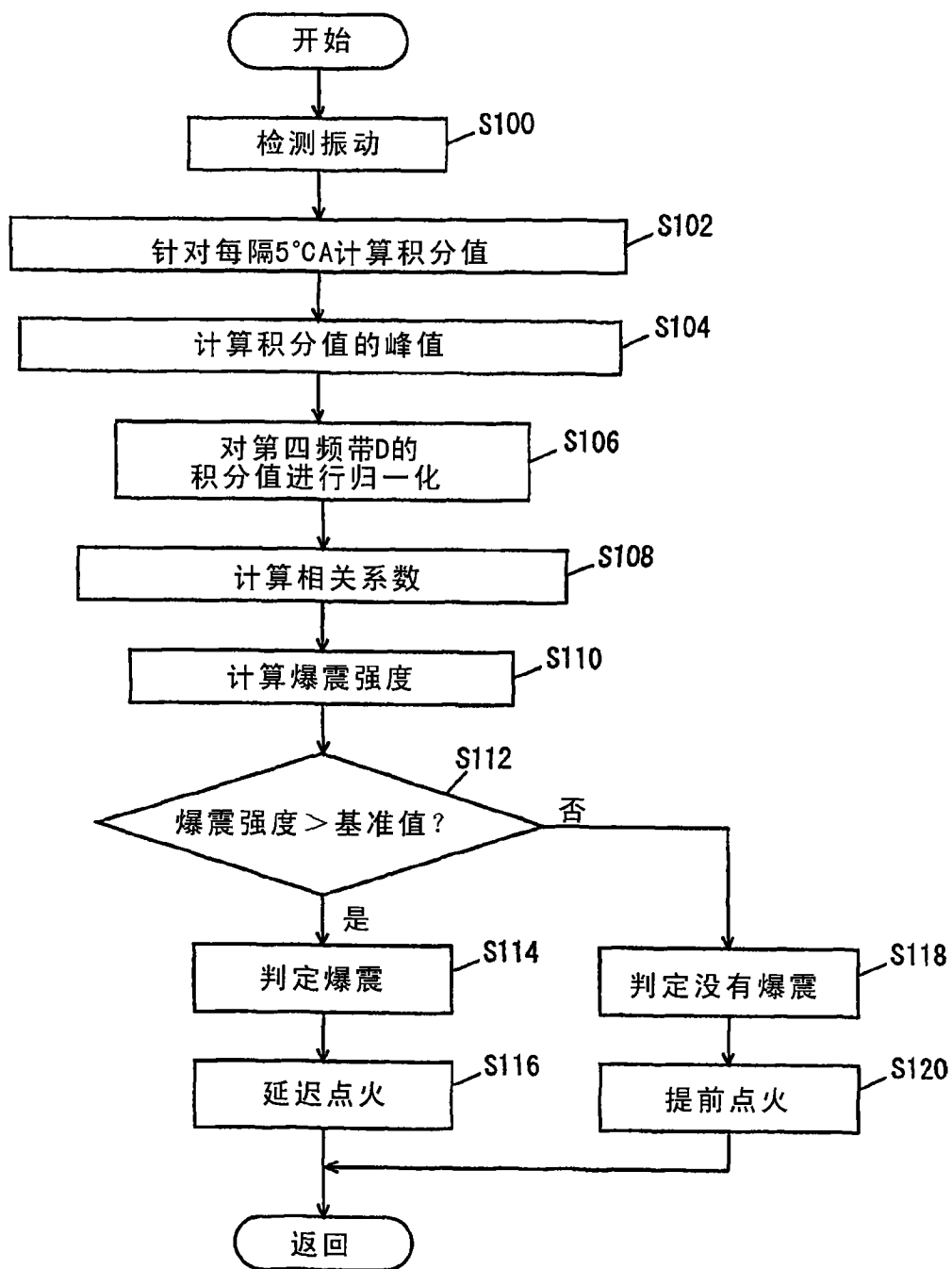


图6

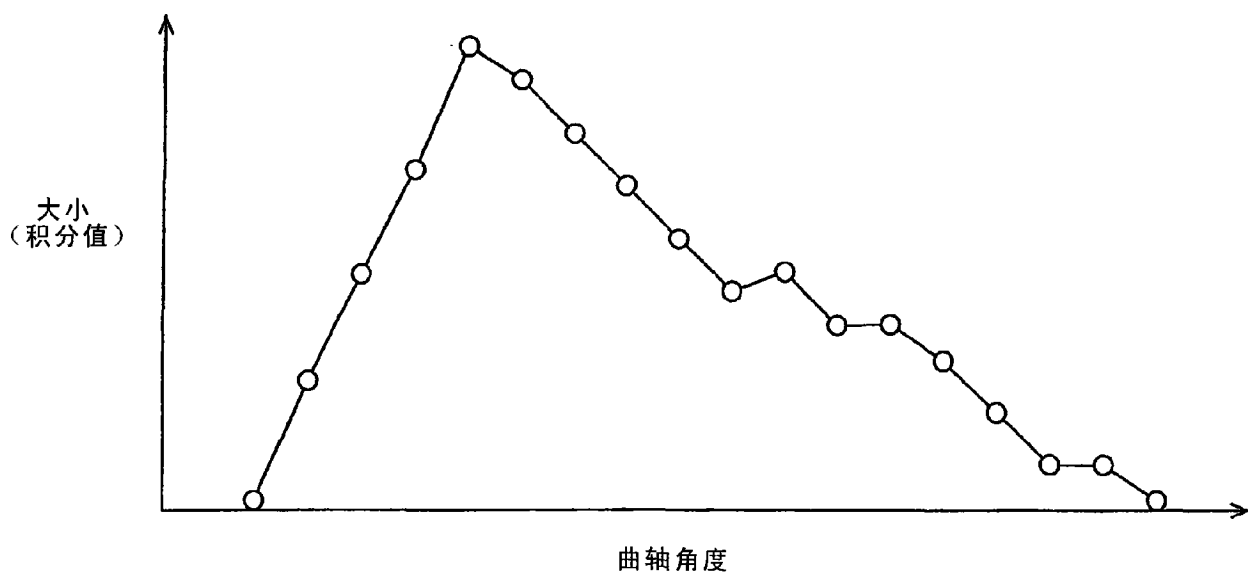


图7

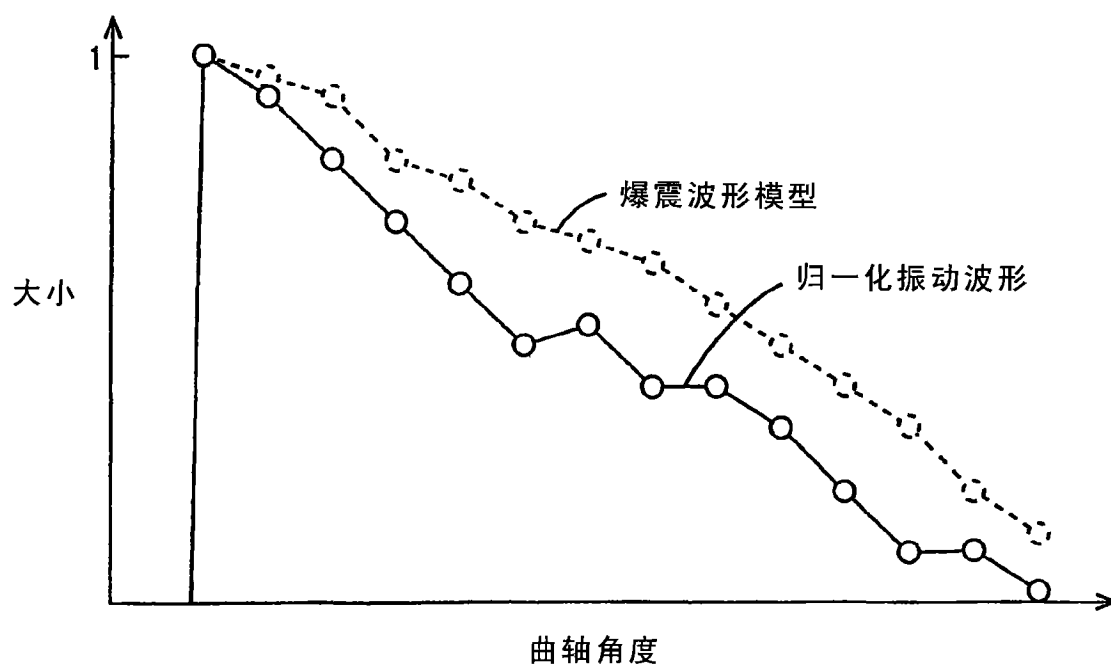


图8