



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101213434 B

(45) 授权公告日 2010.12.22

(21) 申请号 200680024107.3

(22) 申请日 2006.06.26

(30) 优先权数据

192043/2005 2005.06.30 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.12.29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/313173 2006.06.26

(87) PCT申请的公布数据

W02007/004597 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

株式会社日本自动车部品综合研
究所

(72) 发明人 吉原正朝 笠岛健司 金子理人

麻生纘司 千田健次 竹村优一

岩出纯 大江修平

(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

(51) Int. Cl.

G01L 23/22 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1683912 A, 2005.10.19, 全文.

US 5400644 A, 1995.03.28, 全文.

US 2004/0204814 A1, 2004.10.14, 说明书第
50段, 附图5.

US 4637245 A, 1987.01.20, 说明书第3-4
栏, 附图5-6.

EP 0423031 A1, 1991.04.17, 说明书第4-6
栏, 附图1-5, 说明书摘要.

EP 0454486 A2, 1991.10.30, 全文.

审查员 雒晓明

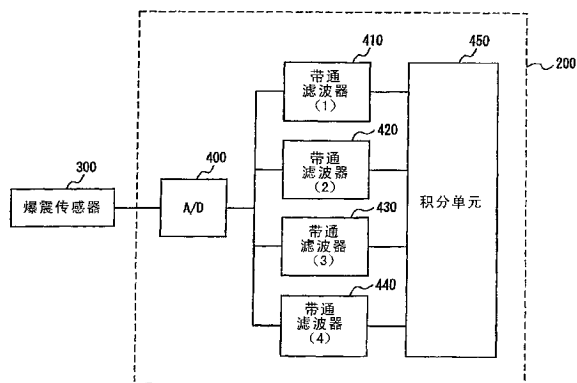
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

内燃机的爆震判定设备

(57) 摘要

发动机 ECU(200) 包括提取仅处于第一频带 A 的震动的带通滤波器 (1) (410), 提取仅处于第二频带 B 的震动的带通滤波器 (2) (420), 提取仅处于第三频带 C 的震动的带通滤波器 (3) (430), 以及提取仅处于包含第一至第三频带 A-C 的第四频带 D 的震动的带通滤波器 (4) (440)。发动机 ECU(200) 根据第四频带 D 的震动波形以及第一至第三频带的合成波形中震动的幅值的峰值来对是否发生了爆震进行判定。



1. 一种内燃机的爆震判定设备,包括:

震动检测单元(300),其对内燃机(100)的震动进行检测;

第一提取单元(200),其从所述检测到的震动中提取处于预定频带的震动;

第二提取单元(200),其从所述检测到的震动中提取处于比所述预定频带更宽的频带的震动;

波形检测单元(200),其根据由所述第二提取单元(200)所提取的震动,检测在预定曲轴转角间隔中的震动的波形;

存储单元(200),其预先存储所述内燃机(100)的震动的波形;以及

判定单元(200),其根据基于处于比所述预定频带更宽的频带的震动所检测到的波形与所述存储的波形之间的比较结果以及处于所述预定频带的震动的幅值,对所述内燃机(100)中是否发生了爆震进行判定,其中

所述第二提取单元(200)对处于包含所述预定频带的频带的震动进行提取。

2. 根据权利要求1所述的内燃机的爆震判定设备,其中
所述预定频带被指定为多个。

3. 根据权利要求2所述的内燃机的爆震判定设备,其中
所述多个预定频带的带宽相同。

4. 根据权利要求1所述的内燃机的爆震判定设备,还包括:

第一检测单元(200),其对由所述第一提取单元(200)所提取的震动的幅值变为最大时的第一时间进行检测;

第二检测单元(200),其根据所述第一时间,对由所述第二提取单元(200)所提取的震动的幅值变为最大时的第二时间进行检测;其中

在所述第二时间与在所述存储的波形中震动的幅值变为最大时的时间相一致的情况下,所述判定单元(200)根据所述检测到的波形与所述存储的波形之间的比较结果,对所述内燃机(100)中是否发生爆震进行判定。

5. 根据权利要求4所述的内燃机的爆震判定设备,其中

所述第二检测单元(200)对处于根据所述第一时间设定的范围内的所述第二时间进行检测。

内燃机的爆震判定设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种爆震判定设备,具体涉及一种内燃机的爆震判定设备,其根据内燃机的震动波形来判定是否发生了爆震。

背景技术

[0002] 通常,公知一些用于检测内燃机爆震的技术。日本专利早期公开号 2001-227400 揭示了一种内燃机的爆震控制设备,其可对发动机是否发生了爆震进行精确判定。在日本专利早期公开号 2001-227400 中揭示的内燃机的爆震控制设备包括对表示内燃机中发生的震动波形的信号(即震动波形信号)进行检测的信号检测器、对作为发生时段(在该时段期间由信号检测器检测到的震动波形信号达到预定值或更高)的时段进行检测的发生时段检测器、对由发生时段检测器检测到的发生时段中的峰值位置进行检测的峰值位置检测器、根据发生时段与峰值位置之间的关系对内燃机是否发生了爆震进行判定的爆震判定器、以及根据爆震判定器的判定结果对内燃机的运转状态进行控制的爆震控制器。爆震判定器在相对于发生时段的峰值位置处于预定范围内时判定发生爆震(爆震发生)。信号检测器检测作为震动波形信号的爆震信号所特有的规定频率成分。

[0003] 根据上述公开的内燃机的爆震控制设备,由信号检测器对在表示内燃机中发生的震动的波形的信号进行检测。由发生时段检测器及峰值位置检测器来分别检测发生时段(在该时段期间震动波形信号达到预定值或更高)及峰值位置。因此,爆震判定器可通过对震动波形信号的发生周期中的峰值位置进行检测来判定发动机是否发生了爆震。根据爆震判定结果来控制内燃机的运转状态。当相对于发生时段的峰值位置处于预定范围内时,即,当波形具有其中峰值位置相对于震动波形信号的发生时段的预定长度出现得更早的形状时,爆震判定器将其识别为爆震特有波形。因此,即使在内燃机的运转状态突然改变的转变状态下或当电负载接通/关断时,也可精确判定内燃机是否发生了爆震,由此可对内燃机的运转状态进行适当的控制。

[0004] 虽然利用日本专利早期公开号 2001-227400 中揭示的内燃机的爆震控制设备来检测爆震特有频率成分作为震动波形信号,但爆震特有频率成分并不恒定。因此,需要检测包含在预定频带内的频率成分。因此,检测到的频率成分可能包含并非爆震特有的频率成分。在日本专利早期公开号 2001-227400 中揭示的内燃机的爆震控制设备并未考虑上述问题。因此,一些频带可能包含很多噪声成分。在此情况下,存在不能正确地检测到震动的幅值(或峰值),由此导致爆震判定精确性劣化的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够以高精度检测是否发生了爆震的爆震判定设备。

[0006] 根据本发明的内燃机的爆震判定设备包括:震动检测单元,其对内燃机的震动进行检测;第一提取单元,其从所述检测到的震动中提取处于预定频带的震动;第二提取单元,其从所述检测到的震动中提取处于比所述预定频带更宽的频带的震动;波形检测单元,

其根据由所述第二提取单元所提取的所述震动,检测在预定曲轴转角间隔中的震动的波形;存储单元,其预先存储所述内燃机的震动的波形;以及判定单元,其根据所述检测到的波形与所述存储的波形之间的比较结果以及由所述第一提取单元所提取的震动的幅值,对所述内燃机中是否发生了爆震进行判定。

[0007] 根据本发明,通过第一提取单元,从内燃机的震动中提取出处于预定频带的震动。通过第二提取单元,从内燃机的震动中提取出处于比预定频带更宽的频带的震动。因此,可以提取出处于较窄频带的震动以及处于较宽频带的震动。同时,爆震特有的震动发生在特定频带。因此,通过缩窄待提取的频带的带宽,能以高精度提取出震动,具体而言,提取出爆震特有的震动的幅值。另一方面,通过缩窄频带的带宽,去除了噪声成分的震动,由此也从震动的波形中去除了噪声成分的特征部分(例如震动的发生时间及衰减比)。在此情况下,即使存在实际上由噪音成分引起的震动,也可检测到与不包含噪声成分的波形(即,由爆震引起的波形)类似的波形。因此,根据波形很难区分因爆震引起的震动以及因噪音成分引起的震动。因此,从处于较宽频带的震动检测波形。因此,可以检测到可能包括因噪声成分引起的震动的波形。根据上述检测到的波形与存储波形(例如,作为爆震引起的波形存储的波形)之间的比较结果,并根据处于较窄频带的震动的幅值,可以判定内燃机是否发生了爆震。因此,在考虑震动的波形及幅值是否为爆震特有的情况下,能以高精度判定是否发生了爆震。因此,可以提供能够极精确地判定是否发生了爆震的爆震判定设备。

[0008] 优选地,所述第二提取单元对处于包含所述预定频带的频带的震动进行提取。

[0009] 根据本发明,较宽频带包含较窄频带。因此,能够检测到可准确包含因爆震引起的震动的波形。因此,能以高精度判定是否发生了爆震。

[0010] 更优选地,所述预定频带被指定为多个。

[0011] 根据本发明,因为存在引爆震引起的震动的多个频带,故提取处于多个较窄频带的震动。因此,能以高精度提取爆震引起的震动。因此,能以高精度判定是否发生了爆震。

[0012] 更优选地,所述多个预定频带的带宽相同。

[0013] 根据本发明,因为爆震特有的震动落在频带的中值 $\pm X$ (其中 X 为自然数)的范围内,所以与频带无关地,以均一的带宽对处于多个频带的震动进行提取。因此,可以防止频带的带宽变的不必要的宽,由此可以防止检测到过多噪声。因此,能以高精度检测爆震特有的震动。因此,能以高精度判定是否发生了爆震。

[0014] 更优选地,内燃机的爆震判定设备还包括:第一检测单元,其对由所述第一提取单元所提取的震动的幅值变为最大时的第一时间进行检测;以及第二检测单元,其根据所述第一时间,对由所述第二提取单元所提取的所述震动的幅值变为最大时的第二时间进行检测。在所述第二时间与在所述存储的波形中震动的幅值变为最大时的时间相一致的情况下,所述判定单元根据所述检测到的波形与所述存储的波形之间的比较结果,对所述内燃机中是否发生了爆震进行判定。

[0015] 根据本发明,因为较窄频带的震动的幅值变为最大时的第一时间与较宽频带的震动的幅值变为最大时的第二时间不总是相一致,故根据第一时间来检测第二时间。在第二时间与在所述存储的波形中震动的幅值变为最大时的时间相一致的情况下,将检测到的波形与存储的波形进行互相比。根据比较结果,可以判定是否发生了爆震。因此,利用可能发生爆震的时间作为开始点,将检测到的波形与存储的波形进行互相比。因此,在考虑发

生爆震时震动状态的情况下,能以高精度判定是否发生了爆震。

[0016] 更优选地,所述第二检测单元对处于根据所述第一时间设定的范围内的所述第二时间进行检测。

[0017] 根据本发明,在根据第一时间所设定的范围内检测第二时间。因此,能以高精度检测处于较宽频带的震动的幅值变为最大时的第二时间。

附图说明

[0018] 图 1 是示意性结构视图,示出了由根据本发明的实施例的爆震判定设备控制的发动机。

[0019] 图 2 是表示在发动机中发生的震动的频率的视图。

[0020] 图 3 是表示当发生爆震时在气缸体中发生的震动的频率的视图。

[0021] 图 4 是示出发动机 ECU 的控制框图。

[0022] 图 5 是表示存储在发动机 ECU 的存储器中的爆震波形模型的视图。

[0023] 图 6 是示出由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图。

[0024] 图 7 是表示第一至第三频带 A-C 的合成波形以及第四频带 D 的震动波形的视图。

[0025] 图 8 是表示用于将归一化震动波形与爆震波形模型进行比较的时间的视图。

具体实施方式

[0026] 以下将参考附图描述本发明的实施例。在以下描述中,由相同的参考标号来表示相同的部件。其名称及功能也相同。因此,将不再重复对其的详细描述。

[0027] 参考图 1,将描述结合有根据本发明的实施例的爆震判定设备的车辆的发动机 100。通过例如由发动机 ECU(电子控制单元)200 执行的程序来实现本实施例的爆震判定设备。

[0028] 发动机 100 是内燃机,通过空气滤清器 102 获取的空气与由喷射器 104 喷射的燃料的混合物被火花塞 106 引燃并在燃烧室内燃烧。

[0029] 空气燃料混合物的燃料引起将活塞 108 下压的燃料压力,由此曲轴 110 转动。燃烧后的空气燃料混合物(即排气)被三元催化剂 112 净化,随后排出车辆。发动机 100 获取的空气量由节气门 114 调整。

[0030] 发动机 100 受到发动机 ECU 200 的控制,发动机 ECU 200 连接至爆震传感器 300、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、车速传感器 310、以及点火开关 312。

[0031] 爆震传感器 300 设置在发动机 100 的气缸体处。通过压电器件来实现爆震传感器 300。当发动机 100 震动时,爆震传感器 300 会产生具有与震动相应的大小的电压。爆震传感器 300 将代表电压的信号发送至发动机 ECU 200。水温传感器 302 对发动机 100 中水罩(water jacket)处的冷却水温进行检测,并将代表检测结果的信号发送至发动机 ECU 200。

[0032] 正时转子 304 被设置至曲轴 110,并随着曲轴 110 的转动而转动。正时转子 304 在其外周以预定间隔设置有多个突起。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 转动时,正时转子 304 的突起与曲轴位置传感器 306 之间的气隙发生变化,由此穿过曲轴位置传感器 306 的线圈部分的磁通量增大/减小,由此产生电动势。曲

轴位置传感器 306 将代表电动势的信号发送至发动机 ECU 200。根据发送自曲轴位置传感器 306 的信号,发动机 ECU 200 对曲轴转角进行检测。

[0033] 节气门开度传感器 308 检测节气门打开位置,并将代表检测结果的信号发送至发动机 ECU 200。车速传感器 310 检测车轮(未示出)的转数,并将代表检测结果的信号发送至发动机 ECU 200。根据车轮的转数,发动机 ECU 200 对车速进行计算。驾驶员接通点火开关 312 以起动发动机 100。

[0034] 发动机 ECU 200 利用发送自各个传感器及点火开关 312 的信号以及存储在存储器 202 中的映射图及程序以对控制设备执行操作,由此发动机 100 达到期望的驱动状态。

[0035] 在本实施例中,利用从爆震传感器 300 发送的信号以及曲轴转角,发动机 ECU 200 对处于预定爆震检测区间(从预定第一曲轴转角到预定第二曲轴转角的部分)的发动机 100 的震动的波形(以下还将该震动的波形称为“震动波形”)进行检测,并根据检测到的震动波形来判定发动机 100 是否产生爆震。本实施例的爆震检测区间从燃烧行程中的上止点(0°)到 90° 。注意,爆震检测区间并不限于此。

[0036] 当发动机发生爆震时,在发动机 100 中产生的震动具有由图 2 中实线表示的频率附近的频率。因爆震引起的震动具有的频率并不恒定,其具有规定带宽。因此,在本实施例中,如图 2 所示,检测包含在第一频带 A、第二频带 B 以及第三频带 C 中的震动。在图 2 中,CA 表示曲轴转角。因爆震引起的震动具有的频带的数量并不限于三个。

[0037] 在此情况下,如果各个频带的带宽过宽,则很有可能包含除了爆震引起的震动之外的其他噪声(例如,缸内喷射器的震动或因进气/排气门的回坐(seating)而引起的震动)。

[0038] 但是,如图 3 所示,当发动机爆震落入各个频带的中值 $\pm X$ (其中 X 为自然数)kHz 的范围内时,在各个频带中均出现震动。因此,在本实施例中,第一频带 A、第二频带 B 以及第三频带 C 被设定为具有固定值的带宽,因此与频带无关,带宽都是相同的,然后,对震动进行检测。带宽被设定为处于 $2 \times X$ kHz 内。如下所述,利用处于第一频带 A、第二频带 B 以及第三频带 C 的震动来计算震动幅值的峰值。

[0039] 除了将带宽设定为固定值之外,还可以将各个频带的带宽设定为对于多个频带之间互不相同,由此带宽不会变的过大。例如,可将频带之一设定为具有 $2 \times X$ kHz 的带宽,而可将剩余频带中的另一个频带设定为具有小于 $2 \times X$ kHz 的带宽。

[0040] 如上所述缩窄用于震动检测的带宽,同时可以抑制包含在所检测到的震动的幅值中的噪声成分,还从震动波形中去除了噪声成分的特征部分(例如震动的发生时间及衰减比)。在此情况下,即使存在实际上由噪声成分引起的震动时,也可检测到并未包含噪声成分的震动波形,即与因爆震引起的震动波形相似的震动波形。因此,基于震动波形,很难区别因爆震造成的震动以及因噪音成分产生的震动。

[0041] 因此,在本实施例中,当产生噪声时,为了对是否产生爆震进行检测或者不将噪声计入考量,对处于第四频带 D(其较宽并包含第一至第三频带 A-C)内的震动进行检测,由此以包含噪音。如下所述,利用第四频带 D 的震动来检测发动机 100 的震动波形。

[0042] 参考图 4,并进一步描述发动机 ECU 200。发动机 ECU 200 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) 420、带通滤波器 (3) 430、带通滤波器 (4) 440、以及积分单元 450。

[0043] A/D 转换器 400 将从爆震传感器 300 发送的模拟信号转换为数字信号。带通滤波器 (1)410 仅允许从爆震传感器 300 发送的信号中处于第一频带 A 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测到的震动中,仅处于频带 A 的震动被带通滤波器 (1)410 提取。

[0044] 带通滤波器 (2)420 仅允许从爆震传感器 300 发送的信号中第二频带 B 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测的震动中,仅处于频带 B 的震动被带通滤波器 (2)420 提取。

[0045] 带通滤波器 (3)430 仅允许从爆震传感器 300 发送的信号中第三频带 C 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测的震动中,仅处于频带 C 的震动被带通滤波器 (3)430 提取。

[0046] 带通滤波器 (4)440 仅允许从爆震传感器 300 发送的信号中第四频带 D 的信号通过。即,从由爆震传感器 300 检测的震动中,仅处于频带 D 的震动被带通滤波器 (4)440 提取。

[0047] 积分单元 450 将由带通滤波器 (1)410 至带通滤波器 (4)440 所选择的信号 (即,震动的幅值)对于每五度的曲轴转角进行积分。以下,还将通过上述积分获得的值称为积分值。为各个频带均计算积分值。

[0048] 在所计算的积分值中,根据曲轴转角将第一至第三频带 A-C 的积分值相加。即,对第一至第三频带 A 至 C 的震动波形进行合成。此外,利用第四频带 D 的积分值作为发动机 100 的震动波形。

[0049] 将由第四频带 D 的积分值所检测的震动波形与图 5 所示的爆震波形进行比较,判定是否发生了爆震。该爆震波形模型是当发动机 100 发生爆震时的典型震动波形。该爆震波形模型被存储在发动机 ECU 200 的存储器 202 中。

[0050] 在该爆震波形模型下,震动幅值由无量纲数 0 至 1 表示,并且并不唯一地与曲轴转角对应。具体而言,对于本实施例的爆震波形模型,虽然在震动幅值的峰值之后判定随着曲轴转角增大而震动幅值减小,但并不确定震动幅值达到峰值时的曲轴转角。

[0051] 本实施例的爆震波形模型对应于因爆震产生的震动幅值的峰值之后的震动。可以存储与爆震引起的震动产生之后的震动相对应的爆震波形模型。

[0052] 通过以下方式获得爆震波形模型:进行实验等以强迫发动机 100 发生爆震,并对发动机 100 的震动波形进行检测,基于此预先产生并存储爆震波形模型。但是,应当注意,可通过不同方法来建立该模型。

[0053] 参考图 6,将描述在根据本实施例的爆震判定设备中由发动机 ECU200 执行的程序的控制结构。

[0054] 在步骤 (以下简称为“S”)100,发动机 ECU 200 基于从爆震传感器 300 发送的信号来对发动机 100 的震动幅值进行检测。由从爆震传感器 300 输出的电压值来表示震动幅值。注意,可由与从爆震传感器 300 输出的电压值相对应的值来表示震动幅值。在燃烧行程中对于从上止点至 90° (曲轴转角)的角度来检测震动幅值。

[0055] 在 S102,发动机 ECU 200 对于每五度曲轴转角计算从爆震传感器 300 输出的电压值的积分 (“积分值”) (即,表示震动幅值)。为第一至第四频带 A 至 D 的每一者均计算积分值。在这里,根据曲轴转角将第一至第三频带 A-C 的积分值相加 (即,对波形进行合成)。此外,计算第四频带 D 的积分值,由此检测发动机 100 的震动波形。

[0056] 在 S104, 发动机 ECU 200 计算在第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的最大值 (峰值)。在 S106, 在第一至第三频带 A-C 的合成波形中, 发动机 ECU 200 检测峰值的位置 (曲轴转角) (即, 积分值变为最大的时间)。以下, 在第一至第三频带 A-C 的合成波形中的峰值的位置被称为“峰值位置 (1)”。

[0057] 在 S108, 在距峰值的位置 (曲轴转角) 的一定范围 (曲轴转角) 内, 发动机 ECU 200 对在第四频带 D 中的峰值的位置 (即, 积分值变为最大的时间) 进行检测。以下, 在第四频带 D 中的峰值的位置被称为“峰值位置 (2)”。

[0058] 在本实施例中, 从峰值位置 (1) 之前的范围内检测峰值位置 (2)。例如, 从峰值位置 (1) 之前的三个积分值位置检测峰值位置 (2)。第四频带 D 的积分值中的处于峰值位置 (1) 之前的范围内最大的积分值的位置被检测为峰值位置 (2)。注意, 用于检测峰值位置 (2) 的范围并不限于此, 而可以是峰值位置 (1) 之后的范围。

[0059] 在 S110, 发动机 ECU 200 将第四频带 D 的积分值 (发动机 100 的震动波形) 归一化。这里, 归一化是指使各个积分值除以在 S104 计算得到的峰值, 以由无量纲数 0 至 1 来表示震动幅值。但是, 应当注意, 可通过不同方法来进行归一化。例如, 可使各个积分值除以峰值位置 (2) 处的积分值。

[0060] 在 S112, 发动机 ECU 200 计算相关系数 K, 其是与归一化震动波形与爆震波形模型之间的偏差相关的值。在峰值位置 (2) 与震动幅值在爆震波形模型中变为最大的位置 (时间) 相匹配的情况下, 为各个曲轴转角 (每五度) 计算归一化震动波形与爆震波形模型之间的偏差的绝对值 (或偏移量), 由此获得相关系数 K。

[0061] 当利用 $\Delta S(I)$ (其中 I 为自然数) 来表示对于各个曲轴转角的归一化震动波形与爆震波形模型之间的偏差的绝对值, 并利用 S 来表示针对曲轴转角进行积分的爆震波形模型的震动幅值 (即, 爆震波形模型的面积), 则通过等式 $K = (S - \sum \Delta S(I)) / S$ 来计算相关系数 K, 其中 $\sum \Delta S(I)$ 表示 $\Delta S(I)$ 的总和。注意, 可以通过不同的方法来计算相关系数 K。

[0062] 在 S114, 发动机 ECU 200 计算爆震强度 N。当利用 P 来表示所计算的峰值, 且由 BGL (背景水平) 来表示在发动机 100 未发生爆震时发动机 100 的震动幅值的值, 则通过等式 $N = P \times K / BGL$ 来计算爆震强度 N。BGL 被存储在存储器 202 中。注意, 可通过不同方法来计算爆震强度 N。

[0063] 在 S116, 发动机 ECU 200 判定爆震强度 N 是否大于预定基准值。如果爆震强度 N 大于预定基准值 (S116 为“是”), 则控制进行至 S118。否则 (S116 为“否”), 控制进行至 S122。

[0064] 在 S118, 发动机 ECU 200 判定发动机 100 发生了爆震。在 S120, 发动机 ECU 200 引入点火延迟。在 S122, 发动机 ECU 200 判定发动机 100 未发生爆震。在 S124, 发动机 ECU 200 引入点火提前。

[0065] 将描述根据以上述结构及流程图为基础的本实施例的爆震判定设备的发动机 ECU 200 的工作。

[0066] 当驾驶员接通点火开关 312 且发动机 100 起动时, 根据从爆震传感器 300 发送的信号来检测发动机 100 的震动幅值 (S100)。

[0067] 在燃烧行程中对于从止点至 90° 的范围, 为第一至第四频带 A-D 中每一者的各个震动计算每五度的积分值 (S102)。这里, 根据曲轴转角将第一至第三频带 A-C 的积分值

相加。因此,由图 7 中的点划线来表示合成的震动波形。由图 7 中的实线表示的第四频带 D 的积分值被用作发动机 100 的震动波形。

[0068] 因为利用每五度的积分值来检测震动波形,故能够检测到抑制了微小变化的震动波形。这使得更易于所检测的震动波形与爆震波形模型之间的比较。

[0069] 基于所计算的积分值,对第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值 P 进行计算 (S104)。在这里,因为第一至第三频带 A-C 的带宽被统一的设定为将因爆震引起的震动包含在内所需的带宽的大小,故避免了带宽变的过宽。因此,可以抑制包含在检测震动中的噪声。因此,可以抑制因噪声对峰值 P 的错误计算。

[0070] 检测峰值 P 的位置 (峰值位置 (1)) (S106)。在这里,如图 7 所示,假定峰值位置 (1) 处于从左侧开始的第六位置 (对于 25° to 30° 的积分值的位置)。

[0071] 在该峰值位置 (1) 之前的三个积分值位置 (从左侧开始的第四、第五及第六位置) 中,检测峰值位置 (2) (S108),具体而言,在第四频带 D 中,在从左侧开始的第四、第五及第六位置中,将其积分值大于其两个相邻积分值的位置检测为峰值位置 (2)。

[0072] 在这里,如图 7 所示,假设从左侧开始的第五积分值大于两个相邻的积分值 (第四及第六积分值),则因此将从左侧开始的第五积分值的位置作为峰值位置 (2)。

[0073] 使第四频带 D 中的积分值除以第一至第三频带 A-C 的合成波形中的峰值 P,并由图 8 中的实线表示,将震动波形归一化 (S110)。

[0074] 通过进行归一化,震动波形中的震动幅值由无纲数 0 至 1 表示。因此,可以与震动幅值无关地,将检测到的震动波形与爆震波形模型进行比较。这样可消除存储大量与震动幅值相对应的爆震波形模型的必要性,由此便于准备爆震波形模型。

[0075] 如图 8 所示,在归一化震动波形中震动幅值变为最大的时间 (即,峰值位置 (2)) 与在爆震波形模型中震动幅值变为最大的时间相匹配,且在此情况下,为每个曲轴转角计算归一化震动波形与爆震波形模型之间的偏差的绝对值 $\Delta S(I)$ 。利用上述 $\Delta S(I)$ 的总和 $\Sigma \Delta S(I)$ 以及由对于曲轴转角进行积分得到的表示震动波形模式的幅值的值 S 来计算相关系数 $K = (S - \Sigma \Delta S(I)) / S$ (S112)。由此允许以数字表示所检测的震动波形与爆震波形模型之间的匹配程度,由此允许进行客观的判定。此外,通过将震动波形与爆震波形模型进行比较,可以根据震动的特性 (例如,震动衰减的趋势) 来分析是否因爆震而导致震动。

[0076] 将相关系数 K 与峰值 P 的乘积除以 BGL 来计算爆震强度 N (S114)。因此,除了利用所检测的震动波形与爆震波形模型之间的匹配程度之外,还可利用震动幅值来更详细分析是否因爆震而导致发动机 100 的震动。在这里,假定将相关系数 K 与对于 20° - 25° 的积分值的乘积除以 BGL 来计算爆震强度 N。

[0077] 如果爆震强度 N 大于预定基准值 (S116 为“是”),则判定发动机发生爆震 (S118),并引入点火延迟 (S120),由此抑制爆震的产生。

[0078] 如果爆震强度 N 并不大于预定基准值 (S116 为“否”),则判定发动机未发生爆震 (S122),并引入点火提前 (S124)。

[0079] 如上所述,在根据本实施例的爆震判定设备中,发动机 ECU 从由爆震传感器检测到的震动中提取处于第一频带 A、第二频带 B、第三频带 C、以及包含第一至第三频带 A-C 的频带 D 的震动。将包含在各个频带中的震动的幅值以每五度曲轴转角进行积分。根据曲轴转角将作为窄带的第一至第三频带 A-C 的积分值相加,并第一至第三频带 A-C 的震动波形

合成。计算合成波形中积分值的峰值。因此,可以获得受噪音成分较少影响的峰值。此外,从作为宽带的第四频带的积分值中检测发动机的震动波形。因此,可以获得以下震动波形,其包含因噪声成分导致的震动,通过其彼此可以容易识别因爆震引起的震动以及因噪声引起的震动。基于上述震动波形与爆震波形模型之间的比较结果并基于第一至第三频带 A-C 的合成波形中的积分值的峰值,判定是否发生了爆震。因此,可以通过考虑震动的波形及幅值是否与爆震特别相关,来准确地判定是否发生了爆震。

[0080] 注意,在本实施例中,尽管作为窄带的频带的数量为三,但其也可为一、二或四或更多。

[0081] 尽管已经详细描述并说明了本发明,但应该清楚理解的是,上述仅是说明及示例,而并不能被作为限制,本发明的精神及范围仅受各项所附权利要求的限定。

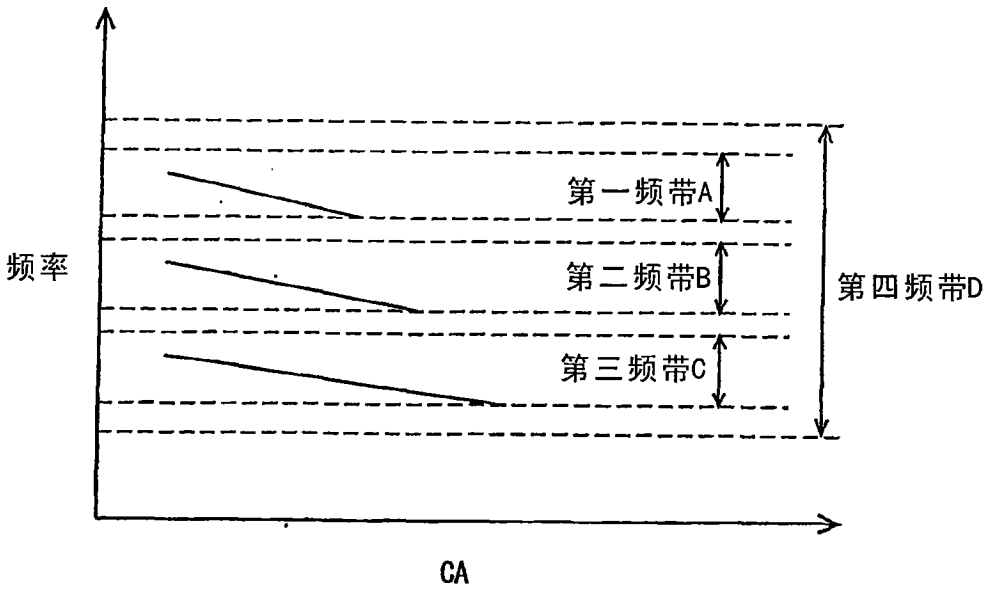


图2

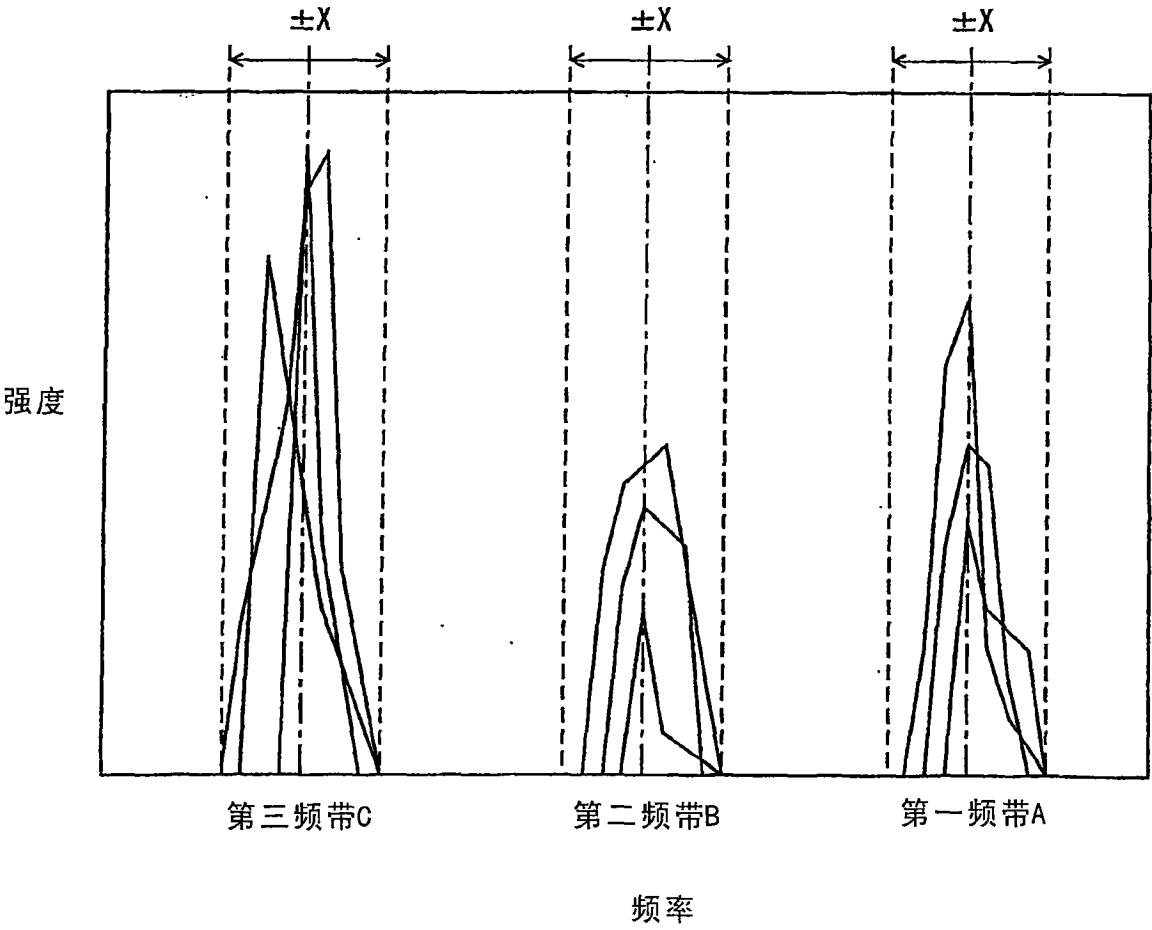


图3

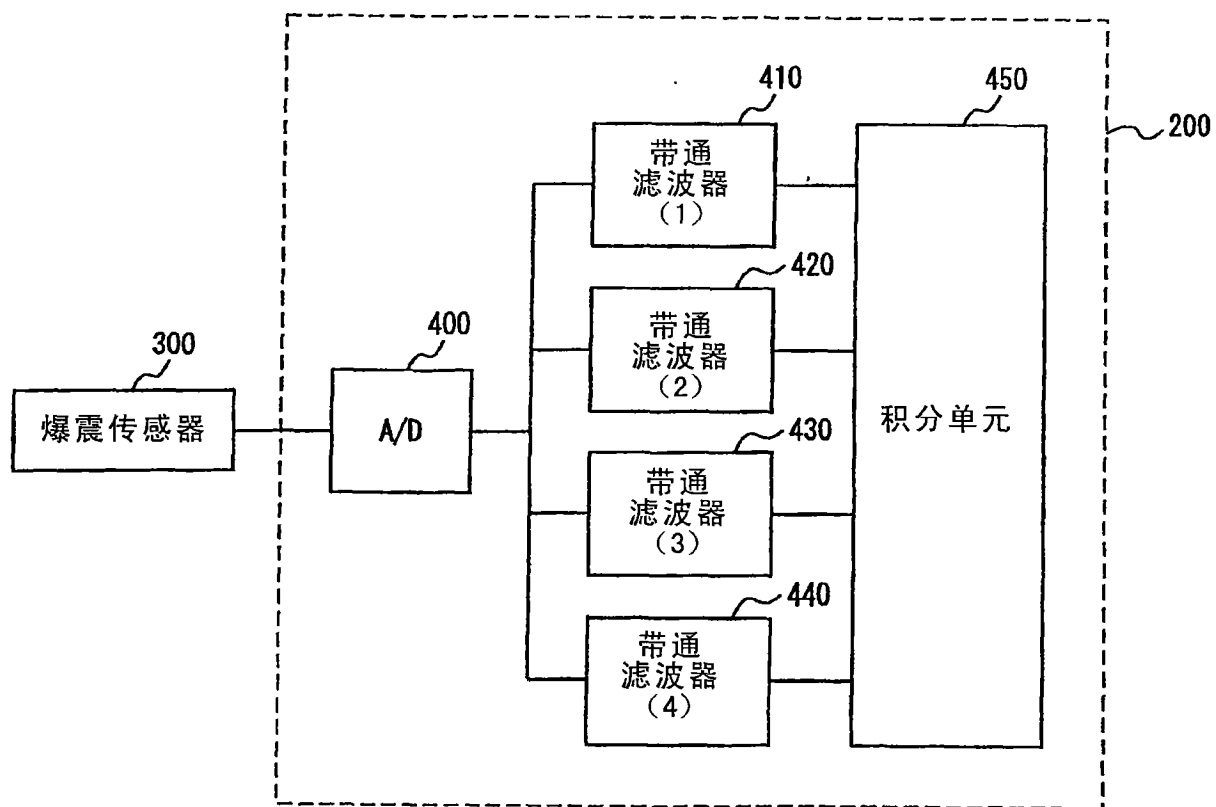


图4

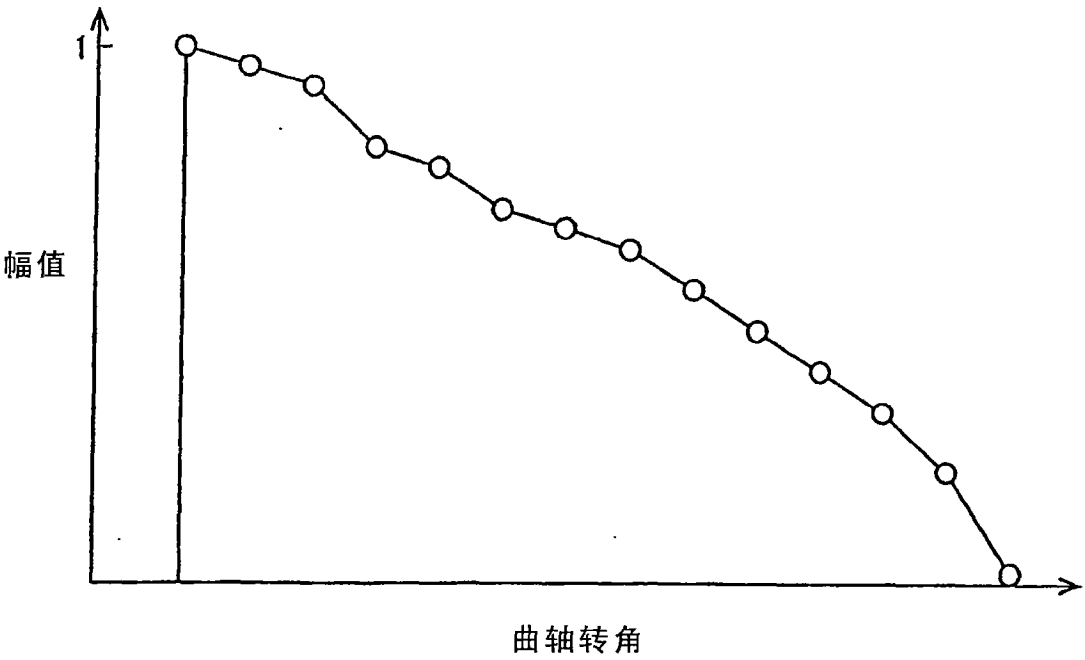


图5

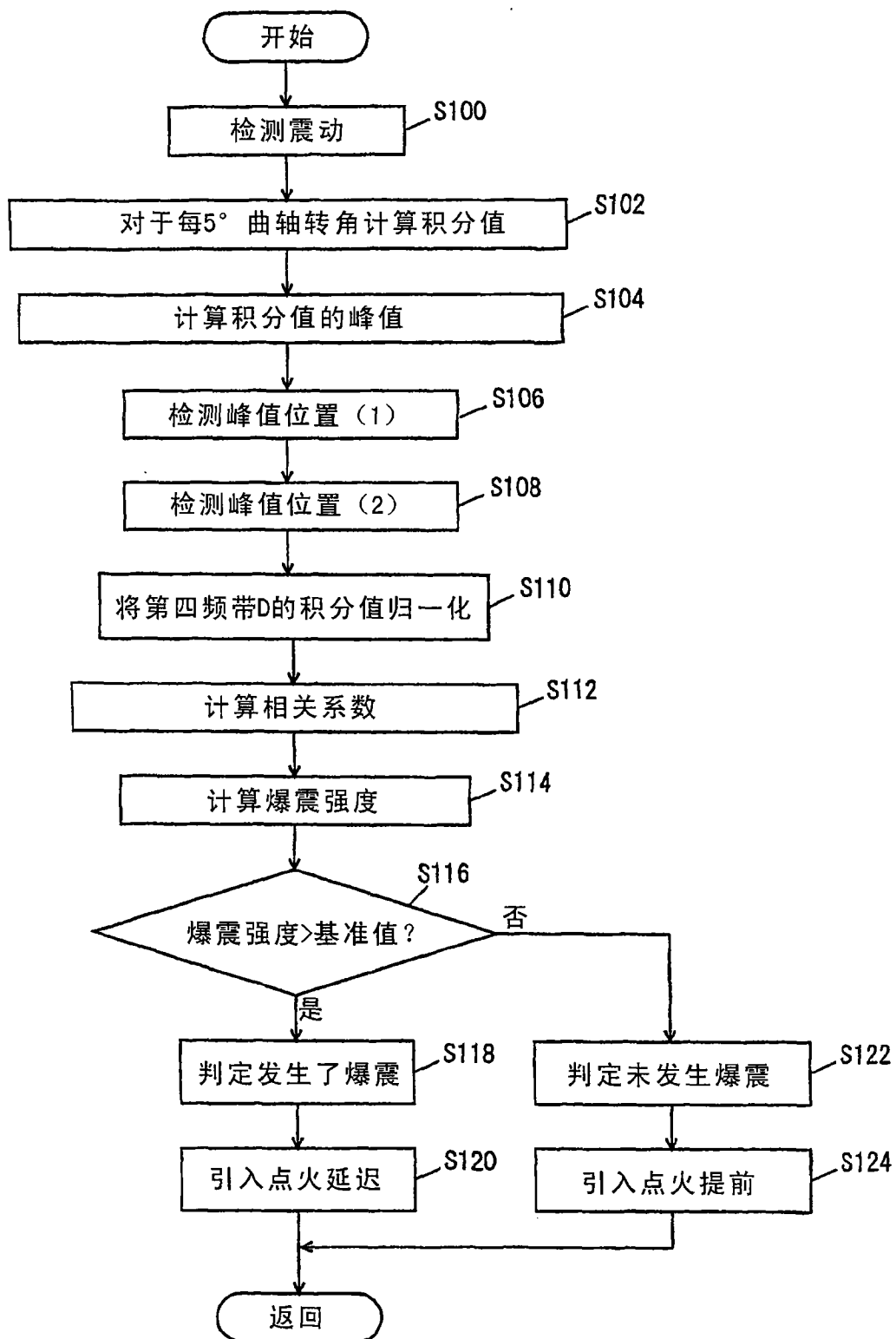


图6

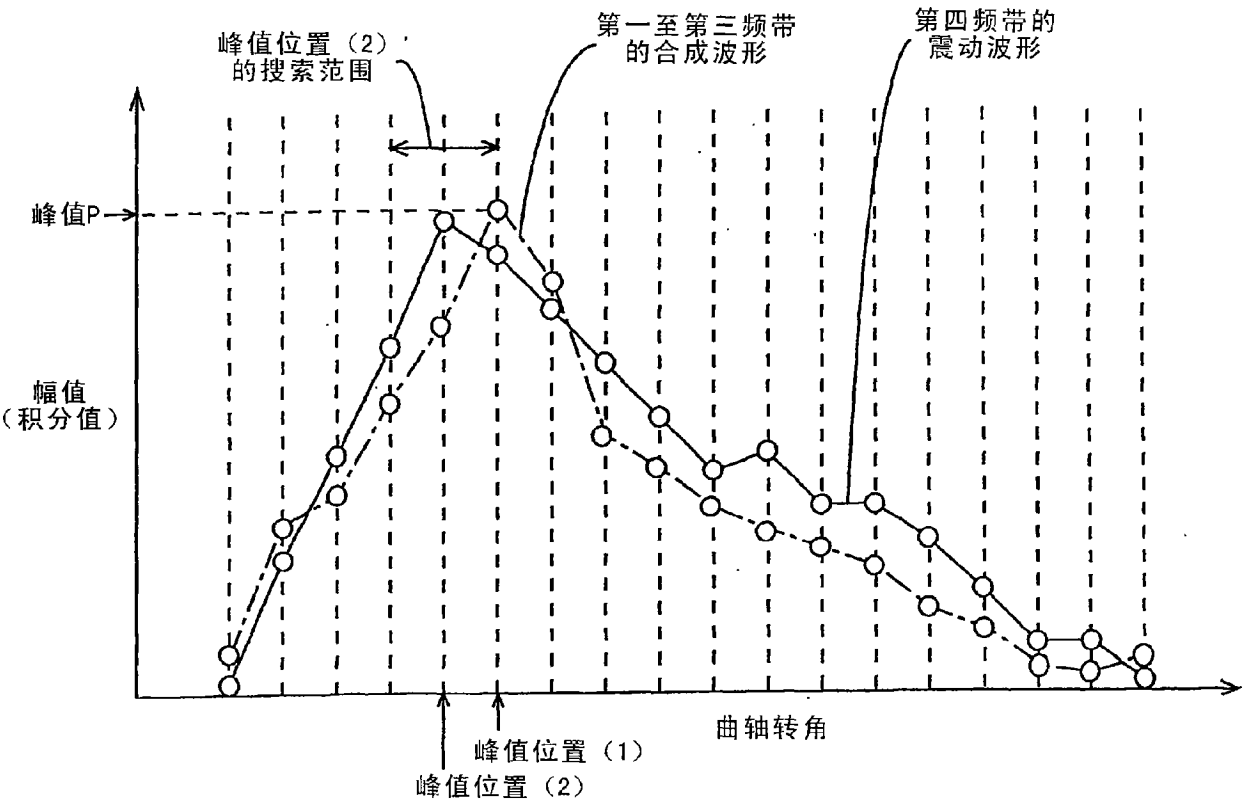


图7

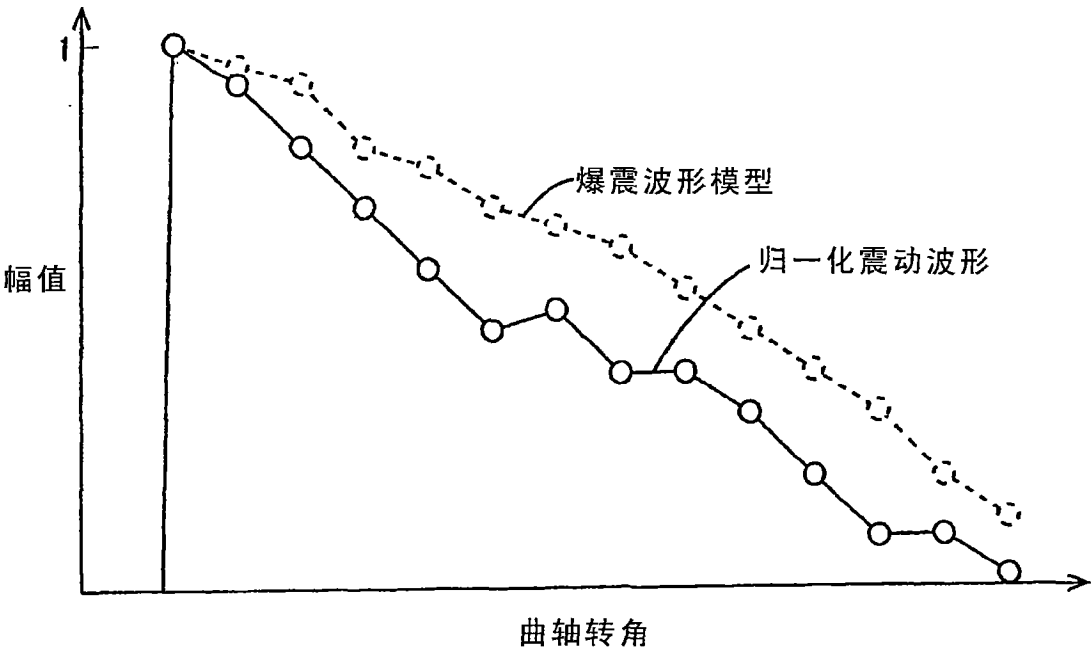


图8