



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102227552 B

(45) 授权公告日 2013.08.21

(21) 申请号 200980147905.9

(22) 申请日 2009.11.20

(30) 优先权数据

307778/2008 2008.12.02 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011.05.31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/070075 2009.11.20

(87) PCT申请的公布数据

W02010/064589 EN 2010.06.10

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 大西明渡 吉田享史 青木淳

箕作智洋 田中博人 金子理人

千田健次

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 郭晓华 杨晓光

(51) Int. Cl.

F02D 41/24(2006.01)

F02P 5/152(2006.01)

F02D 41/00(2006.01)

(56) 对比文件

JP 200476665 A, 2004.03.11,

CN 1550652 A, 2004.12.01,

GB 2232787 A, 1990.12.09,

CN 1526944 A, 2004.09.08,

EP 1985831 A2, 2008.10.29,

JP 2008267355 A, 2008.11.06,

审查员 谢敬思

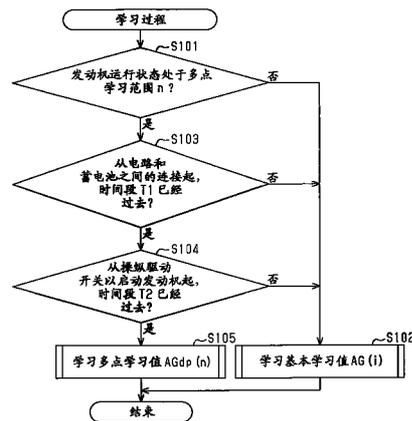
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

用于内燃机的点火定时控制器

(57) 摘要

使用对发动机的依赖于时间的变化引起的点火定时变化量进行补偿的多点学习值 AGdp(n) 以及用于对除上述发动机随时间变化以外的因素引起的点火定时变化量进行补偿的基本学习值 AG(i), 本发明的设备对点火定时的控制目标值进行校正。在发动机的依赖于时间的变化以相当大的程度影响点火定时的多点学习范围 n 中, 控制目标使用多点学习值 AGdp(n) 和基本学习值 AG(i) 来校正。在除多点学习范围 n 以外的范围内, 控制目标仅仅使用基本学习值 AG(i) 进行校正。通常, 仅仅在多点学习范围 n 中允许多点学习值 AGdp(n) 的学习, 在除多点学习范围 n 以外的范围内仅仅允许基本学习值 AG(i) 的学习。当判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性时, 禁止多点学习值 AGdp(n) 的学习达后续的预定时间段 (如果步骤 S103 或步骤 S104 中为否)。



CN 102227552 B

1. 一种内燃机点火定时控制器, 通过使用依赖于是否发生爆燃更新的反馈校正项和基于反馈校正项更新的学习值对基于发动机运行状态设置的基本值进行校正, 控制器对点火定时的控制目标值进行设置, 控制器分立地学习第一学习值和第二学习值, 第一学习值对点火定时中由于在发动机中形成沉淀时导致的依赖于时间的变化引起的变化量进行补偿, 第二学习值对点火定时中由于除发动机的依赖于时间的变化以外的因素引起的变化量进行补偿, 第一学习值和第二学习值各自作为彼此分立的学习值, 其中, 控制器包括:

设置装置, 其在第一发动机运行范围内通过使用第一学习值和第二学习值对基本值进行校正来设置控制目标值, 其中, 设置装置在第二发动机运行范围内通过仅仅使用第二学习值对基本值进行校正来设置控制目标值, 第一发动机运行范围内由于依赖于时间的变化引起的对点火定时的影响大于第二发动机运行范围内由于依赖于时间的变化引起的对点火定时的影响;

允许装置, 其在第一发动机运行范围内仅仅允许学习第一学习值, 并在第二发动机运行范围内仅仅允许学习第二学习值;

判断装置, 其判断是否存在这样的可能性: 燃料已被馈送到对将被供到发动机的燃料进行保存的燃料箱; 以及

禁止装置, 其在判断装置判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性之后, 以预定的时间段禁止第一学习值的学习,

当禁止装置禁止第一学习值的学习时, 基于反馈校正项, 在第一发动机运行范围内学习第二学习值, 所述点火定时控制器的特征在于:

第二学习值通过以预定的周期执行的学习过程更新并被存储在易失性存储器中,

其中, 当驱动开关已经被操作为开始发动机运行时, 并且 / 或者当蓄电池被连接到用于向发动机以及发动机的外围装置供电的电路时, 判断装置判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性, 且

其中, 预定的时间段对应于, 在已经判断为蓄电池被连接到所述电路之后, 直到驱动开关的停止发动机运行的操作次数达到预定次数之前的时间段, 且其中, 在驱动开关的停止发动机运行的操作次数已经超过所述预定次数之后, 预定的时间段对应于从驱动开关被操作为开始发动机运行时到学习过程的执行次数达到预定次数时的时间段。

2. 根据权利要求 1 的点火定时控制器, 其特征在于, 第一发动机运行范围包含根据发动机的运行状态定义的多个多点学习范围, 对于多点学习范围中的每一个设置第一学习值, 且其中, 点火定时控制器对多点学习范围中包含当前发动机运行状态的一个的第一学习值进行更新。

3. 根据权利要求 1 的点火定时控制器, 其特征在于, 当第二学习值变化时, 第一学习值在与第二学习值变化方向相反的方向上以对应于第二学习值变化量的量变化。

4. 根据权利要求 1 的点火定时控制器, 其特征在于, 在驱动开关已经被操作为开始发动机运行的条件下, 判断装置判断为存在燃料已被供到燃料箱的可能性。

5. 根据权利要求 1 的点火定时控制器, 其特征在于, 在蓄电池被连接到用于向发动机和发动机的外围装置供电的电路的条件下, 判断装置判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性。

6. 根据权利要求 1 的点火定时控制器, 其特征在于, 当驱动开关已被操作为开始发动

机运行时,或当蓄电池被连接到用于对发动机以及发动机的外围装置供电的电路时,判断装置判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性。

7. 根据权利要求 1 的点火定时控制器,其特征在于,第二学习值通过以预定的周期执行的学习过程更新,

其中,预定的时间段对应于,在已经判断为蓄电池被连接到所述电路之后,直到驱动开关的停止发动机运行的操作次数达到预定次数之前的时间段,且

其中,在驱动开关的停止发动机运行的操作次数已经超过所述预定次数之后,预定的时间段对应于从驱动开关被操作为开始发动机运行时到学习过程的执行次数达到预定次数时的时间段。

## 用于内燃机的点火定时控制器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的点火定时控制器。

### 背景技术

[0002] 在具有作为驱动源的内燃机的车辆中,点火定时根据发动机的运行状态受到控制。基本上,点火定时控制涉及基于发动机的运行状态设置点火定时的控制目标值。使用反馈校正项对控制目标值进行校正,反馈校正项依赖于是否发生爆燃(knock)而更新。如果发生爆燃,反馈校正项以与预定的延迟更新量对应的量改变,从而延迟点火定时。当爆燃未发生时,反馈校正项以与预定的提前更新量对应的量改变,以便提前点火定时。使用基于反馈校正项更新的学习值来校正控制目标。学习值例如为通过在反馈控制项上进行逐渐改变处理获得的值。

[0003] 例如,专利文献1公开了一种内燃机控制器,其设置第一学习值和第二学习值。第一学习值用于补偿发动机的依赖于时间的变化引起的点火定时的改变量(其为例如发动机的燃烧室内的沉淀形成(deposit formation))。第二学习值用于补偿由于除发动机的前述变化以外的因素(其为例如燃料特性的变化)引起的点火定时的变化量。

[0004] 在专利文献1所介绍的控制器中,在第一发动机运行范围内允许第一学习值的学习,在第一发动机运行范围中,发动机燃烧室内的沉淀形成以大的程度影响点火定时。相反,在第二发动机运行范围内禁止这样的学习,在第二发动机运行范围中,发动机燃烧室的沉淀形成对点火定时的影响有限。结果,与点火定时由于前述沉淀形成引起的变化量对应的值被获得为第一学习值。另外,与点火定时的由于除沉淀形成以外的因素引起的改变量对应的值被获得为第二学习值。通过这种方式,点火定时根据导致爆燃的因素受到控制。

[0005] 例如,高辛烷汽油可被馈送到保存常规燃料的燃料箱中。在这种情况下,供到发动机的燃料具有与原始保存的燃料的特性不同的特性。换句话说,当具有不同于当前保存燃料特性的特性的燃料被馈送到燃料箱时,发动机所接收的燃料具有不同于当前保存燃料特性的特性。在这种情况下,爆燃的发生状态改变,反馈校正项发生大的变化。

[0006] 在这种情况下,如果第一学习值的学习简单地根据发动机运行状态有选择地受到允许和禁止,可能发生下面的问题。具体而言,当发动机在补充燃料后立即在第一发动机运行范围内运行时,第一学习值反映已经被具有不同特性的燃料大大改变的点火定时(反馈校正项)。这妨碍了根据补偿目标准确学习第一学习值和第二学习值。

[0007] 专利文献1:日本特开 No. 2005-147112。

[0008] 发明内容

[0009] 因此,本发明的目的在于提供一种内燃机点火定时控制器,其能够在补充燃料之后适当地学习内燃机点火定时。

[0010] 为了实现上述目的,根据本发明第一实施形态,提供了一种内燃机点火定时控制器。通过使用依赖于是否已发生爆燃更新的反馈校正项和基于反馈校正项更新的学习值对基于发动机运行状态设置的基本值进行校正,控制器设置点火定时的控制目标值。控制器

分立地学习第一学习值以及第二学习值。第一学习值对点火定时的由于在发动机中形成沉淀时导致的依赖于时间的变化引起的变化量进行补偿,第二学习值对点火定时的由于除发动机依赖于时间的变化以外的因素引起的变化量进行补偿,各自作为彼此分立的学习值。控制器包含设置装置、允许装置、判断装置、禁止装置。设置装置通过在第一发动机运行范围内使用第一学习值和第二学习值对基本值进行校正来设置控制目标值。设置装置通过在第二发动机运行范围内仅仅使用第二学习值校正基本值设置控制目标值。第一发动机运行范围内由于依赖于时间的变化引起的对点火定时的影响大于第二发动机运行范围内由于依赖于时间的变化引起的对点火定时的影响。允许装置仅仅允许在第一发动机运行范围内学习第一学习值,并在第二发动机运行范围内仅仅允许学习第二学习值。判断装置判断是否存在这样的可能性:燃料已经被馈送到保存将被供到发动机的燃料的燃料箱。禁止装置在判断装置判断为存在燃料已经被馈送到燃料箱的可能性之后以预定的时间段禁止第一学习值的学习。

[0011] 通过上面介绍的配置,如果具有不同于原始保存燃料特性的特性的燃料被馈送到燃料箱,第一学习值的学习被禁止达预定的时间段,在该时间段中,被供到发动机的燃料的不同的特性大大地改变反馈校正项。这避免了具有不同特性的燃料导致的点火定时变化量反映在第一学习值中。另外,由于在此阶段允许第二学习值的学习,具有不同特性的燃料导致的点火定时变化量被反映在第二学习值中。因此,在第一发动机运行范围和第二发动机运行范围中,第二学习值补偿点火定时中由于具有不同特性的燃料引起的变化量。由于在预定时间段之后在第一发动机运行范围内学习第一学习值,点火定时中由于发动机的依赖于时间的变化引起的变化量被反映在第一学习值中,如果这样的变化已经发生了的话。第一学习值因此补偿点火定时中由于发动机的依赖于时间的变化引起的变化量。结果,发动机点火定时在补充燃料之后被适当地学习。

[0012] 在上面的点火定时控制器中,优选为,当禁止装置禁止第一学习值的学习时,基于反馈校正项,在第一发动机运行范围内学习第二学习值。

[0013] 通过上面介绍的配置,相比于第二学习值的学习在具有不同特性的燃料已经被馈送到燃料箱之后暂停预定时间段的配置,点火定时中由于被供到发动机的燃料的不同特性导致的变化量在早期被反映在第二学习值中。点火定时的变化量因此在早期以第二学习值得到补偿。

[0014] 在上面的点火定时控制器中,优选为,第一发动机运行范围包含根据发动机的运行状态定义的多个多点学习范围,第一学习值对于多点学习范围中的每一个被设置,并且,点火定时控制器更新多点学习范围中包含当前发动机运行状态的一个的第一学习值。

[0015] 发动机的依赖于时间的变化——例如燃烧室内的沉淀形成——可能在分段的发动机运行范围内以大的变化的程度影响爆燃。在这种情况下,如果对于所有发动机运行范围将公共值用作第一学习值来设置控制目标值,第一学习值可能在某些发动机运行范围中变得不适合抑制由于发动机的依赖于时间的变化引起的爆燃。特别地,第一学习值可能变为这样的值:点火定时关于最优定时提前,因此妨碍爆燃的有效抑制。或者,第一学习值可能变为这样的值:点火定时关于最优定时滞后,因此降低发动机的功率输出。

[0016] 通过上面介绍的配置,这样的第一学习值被学习为适合抑制爆燃的值:其对于在发动机的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃的发动机运行范围中分段的多点

学习范围中的每一个而设置。这防止了第一学习值被学习为不适当的值,因此有效地抑制了爆燃,并防止了发动机功率输出的下降。

[0017] 在上面的点火定时控制器中,优选为,当第二学习值变化时,第一学习值在与第二学习值变化方向相反的方向上以对应于第二学习值变化量的量变化。

[0018] 当发动机运行范围对应于第二发动机运行范围时,第二学习值基于反馈校正项更新和变化。此后,当发动机运行范围被切换到第一发动机运行范围时,点火定时(控制目标值)受到第二学习值的变化影响和改变。在这种情况下,点火定时可变得不适合抑制爆燃,或减小发动机功率输出。

[0019] 然而,通过上面介绍的配置,即使是在发动机运行范围在第二学习值已经改变后被切换到第一发动机运行范围时,第二学习值的变化不会影响点火定时。因此,防止了第一发动机运行范围的点火定时变为对于抑制爆燃不适合的定时,或在第二发动机运行范围内由于第二学习值的变化而减小发动机功率输出。

[0020] 在上面的点火定时控制器中,优选为,在驱动开关已经被操纵为开始发电机运行的条件下,判断装置判断为存在燃料已经被供到燃料箱的可能。

[0021] 一般而言,在发动机保持在停止状态的情况下,燃料被馈送到燃料箱。换句话说,刚好在发动机被启动前,燃料可能已被供到燃料箱。通过上面介绍的配置,当发动机正在被启动时,判断为存在燃料已经被馈送到燃料箱的可能性。

[0022] 在上面的点火定时控制器中,优选为,在蓄电池被连接到用于向发动机和发动机的外围装置供电的电路的条件下,判断装置判断为存在燃料已经被馈送到燃料箱的可能性。

[0023] 在发动机被修理或检查之后,燃料可被馈送到燃料箱。一般而言,在这样的修理或检查之前,用于对发动机以及发动机的外围装置供电的电路从蓄电池断开。在修理或检查完成之后,电路被重新连接到蓄电池。因此,蓄电池已经被连接到电路的事实可能表示,在这样的连接之前或之后,存在燃料已经被馈送到燃料池的可能性。

[0024] 通过上面介绍的配置,当蓄电池已经被连接到电路时,判断为存在燃料已经被供到燃料箱的可能性。

[0025] 在上面的点火定时控制器中,优选为,第二学习值通过以预定的周期执行的学习过程更新并存储在易失性存储器中。在这种情况下,当驱动开关已经被操纵为开始发动机运行时,或当蓄电池被连接到用于向发动机以及发动机的外围装置供电的电路时,判断装置判断为存在燃料已经被馈送到燃料箱的可能性。预定的时间段对应于,在已经判断为蓄电池连接到电路之后,直到停止发动机运行的驱动开关的操作次数达到预定次数之前的时间段。在驱动开关的停止发动机运行的操作次数已经超过预定次数之后,预定的时间段对应于从驱动开关被操作为开始发动机运行时到学习过程的执行次数达到预定次数时的时间段。

[0026] 一旦电路从蓄电池断开,第二学习值——在该时,其已根据需要进行学习——被删除。因此,在电路重新连接到蓄电池之后,在第二学习值被学习且变为与实际条件对应的值之前花费长的时间。然而,如果驱动开关在电路和蓄电池保持为连接的情况下被操作为在发动机的致动和解除致动之间切换,第二学习值被存储在易失性存储器中而不被删除。相比而言,这缩短了第二学习值被学习并成为与实际条件对应的值所必需的时间。

[0027] 通过上面介绍的配置,当蓄电池被连接到电路时,或者换句话说,当花费长的时间学习第二学习值时,基于以长的时间间隔分隔开的驱动开关被操作以停止发动机的时间点,长的时间被设置为所述预定时间段。因此,对于长的时间段,第二学习值被优先学习。结果,与实际条件对应的值被准确地学习为第二学习值。

[0028] 当驱动开关在驱动开关操作次数超过预定次数之后被操作为启动发动机时,或者换句话说,当花费相对较短的时间学习第二学习值时,基于以短的时间间隔(执行学习过程的周期)分隔开的第二学习值被更新的时间点,短的时间被设置为所述预定时间段。因此,第二学习值的学习准确度被保持为高,这样的优先学习在早期完成。结果,第一学习值的学习在早期开始。

[0029] 附图说明

[0030] 在上面的点火定时控制器中,优选为,当驱动开关已经被操纵为开始发动机的运行时或当蓄电池被连接到用于向发动机以及发动机外围装置供电的电路时,判断装置判断为存在燃料已被馈送到燃料箱的可能性。

[0031] 在上面的点火定时控制器中,优选为,第二学习值通过以预定周期执行的学习过程来更新,其中,预定时间段对应于在判断为蓄电池被连接到电路之后直到驱动开关的停止发动机运行的操纵次数达到预定次数的时间段,且其中,在驱动开关的停止发动机运行的操纵次数已经超过预定次数之后,预定时间段对应于从驱动开关被操纵为开始发动机运行时到学习过程执行次数达到预定次数时的时间段。

[0032] 图 1 原理性地示出了使用根据本发明一实施例的点火定时控制器的内燃机;

[0033] 图 2 示出了用于计算点火定时指令值的过程;

[0034] 图 3 示出了基本学习范围和多点学习范围;

[0035] 图 4 为一图表,其示出了点火定时指令值,该指令值根据是否存在发动机的依赖于时间的变化而变化;

[0036] 图 5 为一图表,其示出了点火定时指令值,该指令值根据是否存在发动机的依赖于时间的变化而变化;

[0037] 图 6 为一流程图,其示出了学习过程的具体步骤;

[0038] 具体实施方式

[0039] 图 7 为一流程图,其示出了反映过程的具体步骤;以及

[0040] 图 8(a)、8(b)、8(c) 各自示出了总学习值的变化实例。

[0041] 现在将介绍根据本发明的内燃机的点火定时控制器的实施例。

[0042] 如图 1 所示,内燃机 10 的燃烧室 11 通过吸入通道 12 吸取空气,并接收通过燃料喷射阀 13 喷射的燃料。燃料泵 15 将来自燃料箱 14——其保存燃料——的燃料在压力下发送到燃料喷射阀 13。于是,火花塞 16 对由吸入空气和喷射燃料构成的空气-燃料混合物进行点火。当空气-燃料混合物燃烧时,活塞 17 往复并旋转发动机 10 的曲轴 18。燃烧后的空气-燃料混合物作为废气从燃烧室 11 被排放到排放通道 19 中。

[0043] 点火定时控制器包含电子控制单元 30,其进行多种类型的控制以运行发动机 10。电子控制单元 30 具有:中央处理单元(CPU),其进行与所述多种类型的控制有关的多种计算过程;非易失性存储器(ROM),其存储计算过程必需的程序和数据;易失性存储器(RAM 30a),其临时存储 CPU 的计算结果;输入/输出端口,信号通过其关于外部输入或输出。

[0044] 多种类型的传感器连接到电子控制单元 30 的输入端口。传感器包括例如加速器踏板传感器 31、节流阀 (throttle) 传感器 32、爆燃传感器 33。加速器踏板传感器 31 检测加速器踏板 20 的按下量 (加速器踏板按下量 AC)。节流阀传感器 32 检测节流阀 21 的开度 (节流阀开度 TA), 节流阀 21 被布置在吸入通道 12 中。爆燃传感器 33 检测发动机 10 中的爆燃。其他传感器例如为空气量传感器 34、曲轴传感器 35、驱动开关 36。空气量传感器 34 检测经过吸入通道 12 的空气量 (通道空气量 GA)。曲轴传感器 35 检测曲轴 18 的旋转速度 (发动机速度 NE) 和旋转角度 (曲轴角度)。当发动机 10 的运行被开始或停止时, 驱动开关 36 被操纵。

[0045] 基于来自传感器的输出信号, 电子控制单元 30 获取发动机 10 的运行状态, 例如发动机速度 NE 和发动机负载 KL。发动机负载 KL 基于发动机 10 的吸入空气量和发动机速度 NE 来计算。吸入空气量和发动机速度 NE 基于加速器踏板按下量 AC、节流阀开度 TA、通道空气量 GA 来确定。根据发动机 10 的运行状态, 电子控制单元 30 向连接到输出端口的多种类型的驱动器电路输出指令信号,。通过这种方式, 电子控制单元 30 进行多种类型的控制, 例如发动机 10 的点火定时控制。

[0046] 点火定时控制器包含蓄电池 22。蓄电池 22 连接到用于向发动机 10 和发动机 10 的外围装置供电的电路 (包含电子控制单元 30)。到 RAM 30a 的电力供给在驱动开关 36 被操纵为停止发动机 10 的运行之后保持。这保持了存储在 RAM 30a 中的值。

[0047] 现在将参照图 2 阐释发动机 10 的点火定时控制。

[0048] 在当前实施例中, 发动机 10 的点火定时基于控制目标值得到控制, 控制目标值是基于发动机 10 的运行状态确定的, 其特别为点火定时指令值 ST。特别地, 随着点火定时指令值 ST 变得较小, 发动机 10 的点火定时变得较为滞后。

[0049] 参照图 2, 点火定时指令值 ST 基本上通过使用反馈校正项 F 和基本学习值 AG(i) 对基于发动机 10 的运行状态确定的爆燃限制点火定时 (BT-R) 进行校正来计算, 反馈校正项 F 依赖于爆燃是否已经发生有选择地增大或减小, 基本学习值 AG(i) 基于反馈校正项 F 来更新。

[0050] 通过从基线点火定时 BT (用实线 L1 表示) 中减去爆燃裕量 R 获得的值被用作爆燃限制点火定时 (BT-R)。基线点火定时 BT 为在标准环境条件下防止爆燃的最超前的点火定时。基线点火定时 BT 基于发动机负载 KL 和发动机速度 NE 来计算。爆燃裕量 R 为预先通过试验等设置的固定值。

[0051] 爆燃限制点火定时 (BT-R) 为从基线点火定时 BT 滞后与爆燃裕量 R 对应的量的值 (用虚线 L2 表示)。换句话说, 爆燃限制点火定时 (BT-R) 为即使在爆燃最可能发生的环境条件下防止爆燃的点火定时范围的最超前的定时。前面提到的环境条件包括大气温度、湿度、大气压力、发动机冷却剂温度。根据这些条件, 发动机 10 内发生爆燃的可能性变化。在当前实施例中, 爆燃限制点火定时 (BT-R) 为基本值。

[0052] 当爆燃发生时, 响应于爆燃传感器 33 的输出信号, 从反馈校正项 F 中减去与滞后更新量 a 对应的量, 以便对点火定时进行滞后。当爆燃不发生时, 与超前更新量 b 对应的量被加到反馈校正项 F, 以便使点火定时超前。也就是说, 当爆燃发生时, 反馈校正项 F 立即对点火定时进行滞后, 以便抑制爆燃。相反, 当爆燃不发生时, 反馈校正项 F 使点火定时超前, 以增大发动机 10 的输出。

[0053] 对于根据发动机运行状态（发动机负载 KL 和发动机速度 NE）定义的多个基本学习范围  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) 中的每一个, 基本学习值  $AG(i)$  被设置。图 3 示出了基本学习范围  $i$ 。参照图 3, 三个基本学习范围  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) 根据发动机速度 NE 设置。当点火定时指令值 ST 被计算时, 基本学习范围  $i$  中与发动机速度 NE 对应的一个的值被用作基本学习值  $AG(i)$ 。基本学习值  $AG(i)$  基于反馈校正项 F 的变化趋势来更新。具体而言, 通过使反馈校正项 F 受到逐渐变化处理而获得的值被存储为与根据发动机速度 NE 确定的基本学习范围  $i$  对应的基本学习值  $AG(i)$  的更新。基本学习值  $AG(i)$  不断校正点火定时（点火定时指令值 ST）以便抑制爆燃。基本学习值  $AG(i)$  被存储在电子控制单元 30 的 RAM 30a 中。在逐渐变化处理中, 例如, 基本学习值  $AG(i)$  通过公式  $AG(i) = [前一学习值 \times (n-1) + 反馈校正项 F] / n$  来计算, 其中, 前一学习值表示基本学习值  $AG(i)$  的最近的更新,  $n$  表示大于或等于 1.0 的正数。

[0054] 参照图 2, 通过使用基本学习值  $AG(i)$  校正爆燃限制点火定时 (BT-R), 点火定时指令值 ST 变得关于爆燃限制点火定时 (BT-R) 超前。在这种状态下, 如图 2 中的箭头 Y1 或 Y2 所示, 点火定时指令值 ST 被反馈校正项 F 增大或减小, 取决于爆燃是否已经发生。也就是说, 通过将在反馈校正项 F 上执行逐渐变化过程处理获得的值存储为基本学习值  $AG(i)$  的更新, 基本学习值  $AG(i)$  得到更新。

[0055] 当在发动机 10 的燃烧室 11 中形成沉淀、导致发动机 10 的依赖于时间的变化时, 爆燃可能发生。在这种情况下, 基本学习值  $AG(i)$  被更新为减小。基本学习值  $AG(i)$  的更新量对应于由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的点火定时爆燃限制滞后的量。相应地, 通过使用更新后的基本学习值  $AG(i)$  校正点火定时（爆燃限制点火定时 (BT-R)）, 发动机 10 的依赖于时间的变化引起的爆燃得到抑制。

[0056] 即使在相同的基本学习范围  $i$  内, 发动机 10 的依赖于时间的变化在范围  $i$  的分段发动机运行范围内以大大变化的程度影响爆燃。相应地, 即使点火定时仅仅使用对于各个基本学习范围  $i$  设置的基本学习值  $AG(i)$  校正, 发动机 10 的依赖于时间的变化引起的爆燃可能得不到有效的抑制, 取决于对应的基本学习范围  $i$  内的发动机运行状态。具体而言, 如果基本学习值  $AG(i)$  在爆燃将被抑制时过大, 爆燃不能得到有效的抑制。如果基本学习值  $AG(i)$  过小, 点火定时被校正为过度滞后的定时, 因此减小了发动机 10 的功率输出。

[0057] 在当前实施例中, 点火定时指令值 ST 由下面所示的表达式 (1) 使用爆燃限制点火定时 (BT-R)、反馈校正项 F、总学习值 AGT 确定。

$$[0058] \quad ST = (BT-R) + F + AGT \dots (1)$$

[0059] 总学习值 AGT 通过下面所示的表达式 (2) 使用基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$  确定。

$$[0060] \quad AGT = AG(i) + AGdp(n) \dots (2)$$

[0061] 当沉淀在燃烧室 11 中形成并导致发动机 10 的依赖于时间的变化时, 多点学习值  $AGdp(n)$  根据发动机 10 的依赖于时间的变化对爆燃的影响的变化来校正点火定时（点火定时指令值 ST）。多点学习值  $AGdp(n)$  被存储在 RAM 30a 中。

[0062] 在基本学习范围  $i$  的这样的范围中设置多个多点学习范围  $n$ : 其中, 发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃。与根据发动机 10 的运行状态定义的基本学习范围  $i$  相比, 多点学习范围  $n$  更多地分段。多点学习值  $AGdp(n)$  各自对于多点学习范

围  $n$  中的对应一个被设置。

[0063] 在多点学习值  $AG_{dp}(n)$  中,与包含发动机 10 的运行状态的多点学习范围  $n$  对应的值基于反馈校正项  $F$  来更新。具体而言,如同在更新基本学习值  $AG(i)$  的情况下一样,多点学习值  $AG_{dp}(n)$  通过将使反馈校正项  $F$  受到逐渐变化处理获得的值存储为多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的新值来更新。

[0064] 相应地,即使在发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃的范围内,多点学习范围  $n$ ——其根据变化程度分段——的多点学习值  $AG_{dp}(n)$  被用作适合于抑制爆燃的值。

[0065] 在当前实施例中,当发动机 10 的运行状态处于多点学习范围  $n$  的任何一个中时,仅相关联的多点学习值  $AG_{dp}(n)$  被更新,而不更新与多点学习范围  $n$  对应的基本学习范围  $i$  的基本学习值  $AG(i)$ 。换句话说,当发动机运行状态对应于多点学习范围  $n$  的任何一个时,仅多点学习值  $AG_{dp}(n)$  被学习。当发动机运行状态对应于除多点学习范围  $n$  以外的范围时,仅基本学习值  $AG(i)$  被学习。

[0066] 当点火定时指令值  $ST$  被确定且发动机 10 的运行状态对应于多点学习范围  $n$  中的任意一个时,与包含发动机运行状态的多点学习范围  $n$  对应的值被用作多点学习值  $AG_{dp}(n)$ 。相反,当发动机 10 的运行范围不对应于任何一个多点运行范围  $n$  时,多点学习值  $AG_{dp}(n)$  被设置为 0。换句话说,在当前发动机运行状态不对应于任何一个多点学习范围  $n$  时,在不使用多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的情况下计算点火定时指令值  $ST$ ,不进行使用多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的点火定时校正。

[0067] 通过以上面介绍的方式确定点火定时指令值  $ST$ ,在基本学习范围  $i$  的发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃的范围(多点学习范围  $n$ )内,爆燃限制点火定时 ( $BT-R$ ) 使用基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AG_{dp}(n)$  二者来校正。

[0068] 相应地,即使在基本学习范围  $i$  的发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃的范围内,定常的爆燃被可靠地抑制。换句话说,防止了点火定时被校正到关于最优点火的超前定时,并因此避免了妨碍爆燃的有效抑制。另外,防止了点火定时被校正到关于最优定时的滞后定时,并因此防止了减小发动机 10 的功率输出。在当前实施例中,计算点火定时指令值  $ST$  的过程作为设置装置和许可装置发挥作用。

[0069] 如图 3 所示,在基本学习范围  $i$  中,在与发动机速度  $NE$  最低范围对应的基本学习范围  $i(i=1)$  的低发动机负载  $KL$  的范围内设置多点学习范围  $n$ 。换句话说,在基本学习范围  $i(i=1)$  的前面提到的范围内,发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃。具体而言,多点学习范围  $n$  的四条线沿着发动机速度  $NE$  变化的方向对准,多点学习范围  $n$  的六条线沿着发动机负载  $KL$  变化的方向对准。因此,在此学习范围内设置总共二十四个多点学习范围  $n(n=1-24)$ 。在当前实施例中,多点学习范围  $n$  各自对应第一发动机运行范围,多点学习值  $AG_{dp}(n)$  各自对应于第一学习值。基本学习范围  $i(i=1)$  的除多点学习范围  $n$  以外的范围对应于第二发动机运行状态,对应于基本学习范围  $i(i=1)$  的基本学习值  $AG(i)$  各自对应于第二学习值。

[0070] 下面将对于具有发动机 10 的依赖于时间的变化的情况和没有发动机 10 的上述变化的情况介绍多点学习范围  $n$  和基本学习范围  $i(i=1)$ ——其对应于发动机速度  $NE$  的最低范围——中的除多点学习范围  $n$  以外的范围之间的点火定时指令值  $ST$  的变化的区别。

[0071] 图 4 示出了对于发动机 10 的依赖于时间的变化存在的情况以及不存在这种变化的情况,基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 中的除多点学习范围  $n$  以外的范围中的点火定时指令值  $ST$  的变化实例。在图 4 中,实线和双点划线都表示当发动机速度  $NE$  恒定时点火定时指令值  $ST$  关于发动机负载  $KL$  变化的变化。具体而言,实线表示不存在发动机 10 的依赖于时间的变化的点火定时指令值  $ST$  的变化实例,双点划线表示具有发动机 10 的依赖于时间的变化的情况下点火定时指令值  $ST$  的变化。

[0072] 参照图 4,在基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的除多点学习范围  $n$  以外的范围内,当发动机 10 的依赖于时间的变化存在且爆燃容易发生时,点火定时指令值  $ST$  从实线表示的状态到双点划线表示的状态向滞后侧偏移。在这种情况下,实线指示的点火定时指令值  $ST$  和点划线表示的点火定时指令值  $ST$  之间的差沿着发动机负载  $KL$  变化的方向恒定。为了抑制由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的爆燃,点火定时指令值  $ST$  被滞后的量对应于基本学习值  $AG(i)$  被滞后的量。在基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的除多点学习范围  $n$  以外的范围内,通过使用基本学习值  $AG(i)$  校正爆燃定时,发动机 10 的依赖于时间的变化容易导致的爆燃受到抑制。具体而言,贯穿前面提到的基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的范围,发动机 10 的依赖于时间的变化基本上以恒定的方式影响爆燃。

[0073] 图 5 示出了对于发动机 10 的依赖于时间的变化存在的情况以及发动机 10 的变化不存在的情况,在基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的与多点学习范围  $n$  对应的范围内(其为例如与多点学习范围  $n$  ( $n = 1$  到 6) 对应的范围)的点火定时指令值  $ST$  的变化。在图 5 中,实线和虚线都表示当发动机速度  $NE$  恒定时点火定时指令值  $ST$  关于发动机负载  $KL$  变化的变化。具体而言,实线表示在没有发动机 10 的依赖于时间的变化的情况下,点火定时指令值  $ST$  变化的实例。虚线表示在具有发动机 10 的依赖于时间的变化的情况下点火定时指令值  $ST$  变化的实例。

[0074] 参照图 5,在基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的多点学习范围  $n$  中,当发动机 10 的依赖于时间的变化且爆燃容易发生时,点火定时指令值  $ST$  从实线所示的状态到虚线所示的状态受到滞后。在这种情况下,实线所示的点火定时指令值  $ST$  和虚线所示的点火定时指令值  $ST$  之间的差随着发动机负载  $KL$  变化而变化。为了抑制由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的爆燃,点火定时指令值  $ST$  被滞后的量不仅包含基本学习值  $AG(i)$  被滞后的量,还包含多点学习值  $AGdp(n)$  被滞后的量。

[0075] 在当前实施例,通过在基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的多点学习范围  $n$  中使用多点学习值  $AGdp(n)$  校正点火定时,发动机 10 的依赖于时间的变化引起的爆燃得到抑制。具体而言,即使发动机 10 的依赖于时间的变化对于相应的多点学习范围  $n$  以大大变化的程度影响爆燃,多点学习值  $AGdp(n)$ ——其对于将影响的这种变化程度考虑在内进行分段的相应的多点学习范围被设置——各自被更新为爆燃得到适当抑制的值。点火定时于是使用多点学习值  $AGdp(n)$  得到校正。

[0076] 在多点学习范围  $n$  (见图 3) 中,随着发动机速度  $NE$  降低,发动机 10 的依赖于时间的变化以更大的程度影响爆燃。这种影响在多点学习范围  $n$  的包含发动机负载  $KL$  的特定值——其为例如将有多点学习范围  $n$  包含在内的发动机负载  $KL$  的中间值——的范围内最大化,并随着发动机负载  $KL$  变得更加离开此范围而变小。相应地,多点学习值  $AGdp(n)$  在多点学习范围  $n$  中位于发动机 10 的低速范围内的范围以及较为接近包含特定发动机负

载 KL 的多点学习范围 n 的范围内较小。

[0077] 如已经介绍的,例如,如果高辛烷汽油被馈送到包含常规燃料的燃料箱 14,发动机 10 接收的燃料具有不同于原始保存燃料特性的特性。在这种情况下,爆燃的发生状态变化,反馈校正项 F 大大变化。

[0078] 相应地,如果具有不同特性的燃料以上面介绍的方式被馈送到燃料箱 14,根据发动机 10 的运行状态在允许状态和禁止状态(基本学习值 AG(i) 被学习的状态)之间切换多点学习值 AGdp(n) 的学习导致下面的问题。具体而言,紧接在补充燃料之后,当发动机 10 运行在任何多点学习范围 n 内时,点火定时(反馈校正项 F) 由燃料的不同特性大大改变。大大变化的点火定时反映在多点学习值 AGdp(n) 中,多点学习值 AGdp(n) 用于补偿由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的点火定时变化量(发动机 10 的依赖于时间的变化在点火定时上的变化的影响)。这妨碍了与补偿目标一致的多点学习值 AGdp(n) 以及基本学习值 AG(i) 的准确学习。

[0079] 为了解决此问题,在当前实施例,判断是否存在这样的可能:燃料已经被馈送到燃料箱 14。当判断为燃料可能已经被馈送时,多点学习值 AGdp(n) 的学习被禁止达后续的预定时间段。

[0080] 下面将参照图 6 阐释学习过程,其包括用于禁止学习多点学习值 AGdp(n) 的过程(禁止过程)。

[0081] 图 6 为一流程图,其示出了学习过程的具体步骤。流程图示出的一系列过程作为中断过程由电子控制单元 30 在预定的曲轴角度上进行。

[0082] 如图 6 所示,在学习过程中,首先判断发动机运行状态是否处于任何一个多点学习范围 n(步骤 S101)。当发动机运行状态不处于任何一个多点学习范围 n 时(步骤 S101:否),基本学习值 AG(i) 被学习(步骤 S102),过程暂停。

[0083] 相反,当发动机运行状态处于任何一个多点学习范围 n 时(步骤 S101:是),判断从蓄电池连接到电路——也就是说,电源电缆附着到蓄电池 22 的端子——起预定时间段 T1 是否已经过去(步骤 S103)。电子控制单元 30(RAM 30a) 存储计数(脱扣(trip)数,初始值=0),一次计数定义为从驱动开关 36 被操作为启动发动机 10 到驱动开关 36 被操作为停止发动机 10 的时间段。在步骤 S103 中,判断当存储在电子控制单元 30 中的脱扣数大于或等于预定值(在当前实施例中,1) 时,预定时间段 T1 是否已经过去。

[0084] 如果判断为从蓄电池 22 被连接到电路起预定时间段 T1 已经过去(步骤 S103:是),判断从操纵驱动开关 36 以启动发动机 10 起预定时间段 T2 是否已经过去(步骤 S104)。具体而言,如果已经重复执行学习过程达预定次数(例如十次),判断为预定时间段 T2 已经过去。

[0085] 当判断为从驱动开关 36 被操作为启动发动机 10 开始预定时间段 T2 已经过去(步骤 S104:是),对应于当前发动机运行状态的多点学习范围 n 的多点学习值 AGdp(n) 被学习(步骤 S105)。于是,学习过程暂停。在当前实施例中,步骤 S103 和 S104 对应于判断装置和禁止装置。

[0086] 相反,如果从蓄电池 22 连接到电路起预定时间段 T1 尚未过去(步骤 103:否)或从操纵驱动开关 36 以启动发动机 10 起预定时间段 T2 尚未过去(步骤 S104:否),对应于多点学习范围 n 的基本学习范围 i(i = 1) 的基本学习值 AG(i) 被学习(步骤 S102)。于

是,学习过程暂停。

[0087] 当前实施例的学习过程具有下列优点。

[0088] 可能存在当发动机 10 被修理或检查后燃料被馈送到燃料箱 14 的情况。通常,在这种修理或检查之前,将对发动机 10 和发动机 10 的外围装置供电的电路从蓄电池 22 断开。当修理或检查完成时,电路和蓄电池 22 重新互相连接。相应地,电路和蓄电池 22 之间的这种重新连接可指示燃料已经被馈送到燃料箱 14 的可能性。

[0089] 另外,燃料通常在发动机 10 保持在停止状态的情况下被供到燃料箱 14。相应地,可能刚好在发动机 10 被重新启动之前,燃料已被供到燃料箱 14。

[0090] 在当前实施例中,如果发动机运行状态对应于任何一个多点学习范围  $n$  且从电路与蓄电池 22 之间的连接开始预定时间段  $T1$  尚未过去(步骤 S103:否),对应于包含多点学习范围  $n$  的基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的基本学习值  $AG(i)$  被学习。在这种情况下,由于电路和蓄电池 22 之间连接指示燃料已经被供到燃料箱 14 的可能性,判断为存在发动机 10 接收到具有与原来保存的燃料的特性大大不同的特性的燃料的可能性。结果,禁止多点学习值  $AGdp(n)$  的学习达预定的时间段  $T1$ ,优先进行基本学习值  $AG(i)$  的学习。

[0091] 类似地,当从操纵驱动开关 36 以启动发动机 10 起预定时间段  $T2$  尚未过去时(步骤 S104:否),学习对应于包含多点学习范围  $n$  的基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的基本学习值  $AG(i)$ 。另外,在这种情况下,由于操纵驱动开关 36 以启动发动机 10 指示燃料已被馈送到燃料箱 14 的可能性,判断为存在发动机 10 接收到具有特性与原来保存的燃料的特性大大不同的燃料的可能性。结果,多点学习值  $AGdp(n)$  的学习被禁止达预定时间段  $T2$ ,优先进行基本学习值  $AG(i)$  的学习。

[0092] 通过进行前面介绍的学习过程,多点学习值  $AGdp(n)$  的学习被禁止达预定的时间段,在该预定时间段中,反馈校正项  $F$  被具有与原来保存的燃料的特性不同的特性的燃料大大改变,该燃料被提供给发动机 10。这防止了由于燃料的不同特性引起的点火定时改变量反映到多点学习值  $AGdp(n)$  中。

[0093] 在此时间段中,允许基本学习值  $AG(i)$  的学习。燃料的不同特性引起的点火定时变化量被反映在基本学习值  $AG(i)$  中。相应地,在多点学习范围  $n$  和除多点学习范围  $n$  以外的范围中,基本学习值  $AG(i)$  补偿由于燃料的不同特性引起的点火定时变化量。

[0094] 特别地,在当前实施例中,当多点学习值  $AGdp(n)$  的学习被禁止时,在多点学习范围  $n$  中,基于反馈校正项  $F$  来学习基本学习值  $AG(i)$ 。相应地,不像在禁止更新多点学习值  $AGdp(n)$  的时间段中不学习基本学习值  $AG(i)$  的比较性情况中那样,馈送到发动机 10 的燃料的不同特性导致的点火定时改变量在早期被反映在基本学习值  $AG(i)$  中。

[0095] 另外,在预定时间段中,或者,换句话说,在基本学习值  $AG(i)$  被学习之后,多点学习范围  $n$  的多点学习值  $AGdp(n)$  被学习。相应地,当点火定时被发动机 10 的依赖于时间的变化改变时,点火定时的变化量被反映在多点学习值  $AGdp(n)$  中。结果,多点学习值  $AGdp(n)$  补偿由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的点火定时变化量。

[0096] 在当前实施例中,在补充燃料时,基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$  均与补偿目标的变化一致地被适当地学习。这确保了点火定时的适当的学习。

[0097] 在当前实施例中,一旦电路和蓄电池 22 彼此断开,存储在电子控制单元 30 的 RAM 30a 中的值被删除。换句话说,基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$ ——在该时刻其已

被学习——被删除。结果,在电路和蓄电池 22 重新连接之后,以这样的方式花费长的时间学习与基本学习范围  $i (i = 1)$  对应的基本学习值  $AG(i)$ :基本学习值  $AG(i)$  变为与实际情况对应的值(特别地,与供到发动机 10 的燃料的特性对应的值)。相反,在蓄电池 22 和电路彼此连接的情况下,如果驱动开关 36 被操纵为在致动和解除致动发动机 10 之间切换,基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$  被保持在电子控制单元 30 的 RAM 30a 中而不被删除。这相对缩短了以这样的方式学习与基本学习范围  $i (i = 1)$  对应的基本学习值  $AG(i)$  必需的时间:基本学习值  $AG(i)$  变为与实际条件对应的值。

[0098] 在当前实施例中,当驱动开关 36 被操纵为启动发动机 10 或当蓄电池 22 被连接到电路时(步骤 S103:否或步骤 S104:否),判断为存在燃料已被馈送到燃料箱 14 的可能。

[0099] 在蓄电池 22 已被连接到电路之后,多点学习值  $AGdp(n)$  的学习被禁止,直到操纵驱动开关 36 以停止发动机 10 的次数达到预定次数(在当前实施例中,一次),对于预定的时间段(时间段 T1),优先进行基本学习值  $AG(i)$  的学习。

[0100] 在驱动开关 36 的操纵次数超过预定次数之后,每当驱动开关 36 被操纵以启动发动机 10 时,对于从驱动开关 36 已被操纵时到基本学习值  $AG(i)$  的更新次数达到预定次数时的预定时间段(时间段 T2),禁止多点学习值  $AGdp(n)$  的学习,优先进行基本学习值  $AG(i)$  的学习。

[0101] 通过这种方式,当蓄电池 22 被连接到电路时,或者换句话说,当花费长的时间学习与基本学习范围  $i (i = 1)$  对应的基本学习值  $AG(i)$  时,基于以长的时间间隔分隔开的驱动开关 36 被操纵为停止发动机 10 的时间点,长的时间被设置为预定时间段 T1。相应地,对于长的时间段,优先学习基本学习值  $AG(i)$ 。结果,基本学习值  $AG(i)$  与实际条件对应地被准确学习。

[0102] 当驱动开关 36 在驱动开关 36 的操纵次数超过预定次数之后被操纵为启动发动机 10 时,或者换句话说,当花费相对较短的时间学习基本学习值  $AG(i)$  时,基于以短的时间间隔(执行学习过程的周期)分隔开的基本学习值  $AG(i)$  被更新的时间点,短的时间被设置为预定时间段 T2。相应地,基本学习值  $AG(i)$  的学习准确度被保持为高,优先进行的学习在早期完成。结果,多点学习值  $AGdp(n)$  的学习在早期开始。

[0103] 如果发动机 10 的运行状态处于对应于发动机速度 NE 的最低范围的基本学习范围  $i (i = 1)$  内,基于反馈校正项 F,对应于基本学习范围  $i (i = 1)$  的基本学习值  $AG(i)$  被更新和改变。此后,当发动机运行状态被切换到多点学习范围 n 的任何一个时,基本学习值  $AG(i)$  的改变不利地影响点火定时(点火定时指令值 ST)。由表达式 (1) 和 (2) 明了,由于多点学习范围 n 中的点火定时指令值 ST 基于总学习值 AGT——其为基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$  的总和——计算而导致此问题。点火定时的这种变化可导致点火定时变为用于抑制爆燃的不适当的定时,并降低发动机 10 的功率输出。为了解决此问题,在当前实施例中如下面所介绍的那样进行反映过程。

[0104] 现在将参照图 7 介绍反映过程。

[0105] 图 7 为一流程图,其示出了反映过程的具体步骤。流程图所示的一系列处理作为中断过程由电子控制单元 30 在预定的曲轴角度上执行。

[0106] 参照图 7,在反映过程中,首先判断基本学习范围  $i (i = 1)$ ——其对应于发动机速度 NE 的最低范围——中的基本学习值  $AG(i)$  是否已经改变(步骤 S201)。具体而言,如果

值 A——其为来自反映过程的前一周期的基本学习值  $AG(i)$ ——不同于值 B——其为当前周期的基本学习值  $AG(i)$ ，判断为基本学习值  $AG(i)$  已变化。

[0107] 当判断为基本学习值  $AG(i)$  已经变化时（步骤 S201：是），计算基本学习值  $AG(i)$  的变化量  $\Delta AG$  ( $\Delta AG = B - A$ )，多点学习范围  $n$  的多点学习值  $AGdp(n)$  在与基本学习值  $AG(i)$  的变化方向相反的方向上以与变化量  $\Delta AG$  对应的量变化（步骤 S203）。反映过程于是被暂停。

[0108] 相反，当判断为基本学习值  $AG(i)$  尚未改变时（步骤 S201：否），反映过程被暂停，而不改变多点学习值  $AGdp(n)$ ，跳过步骤 S202 和 S203。

[0109] 图 8(a)、8(b)、8(c) 各自示出了当发动机的运行状态从多点学习范围  $n$  切换到基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ )、于是到多点学习范围  $n$  时总学习值  $AGT$  的改变。图 8(a) 对应于基本学习值  $AG(i)$  基本上不变的情况。图 8(b) 对应于基本学习值  $AG(i)$  改变且不进行反映过程的情况。图 8(c) 对应于基本学习值  $AG(i)$  改变且进行反映过程的情况。

[0110] 在图 8(a) 所示的情况下，在多点学习范围  $n$  中，在总学习值  $AGT$  的前一值和当前值之间基本上没有区别，尽管有前面提到的发动机 10 的运行状态切换。

[0111] 在图 8(b) 所示的情况下，在不进行反映过程的情况下，发动机运行状态的多点学习范围  $n$  中的总学习值的当前值和前一值以与箭头 C 所示基本学习值  $AG(i)$  的变化量对应的量彼此不同。

[0112] 在当前实施例中，当基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 中的基本学习值  $AG(i)$  更新到大大不同的值时，进行反映过程。换句话说，如图 8(c) 所示，多点学习范围  $n$  的多点学习值  $AGdp(n)$  在与基本学习值  $AG(i)$  的变化方向相反的方向上以与箭头 D 所示的基本学习值  $AG(i)$  的变化量对应的量变化。

[0113] 通过上述方式以与基本学习值  $AG(i)$  的变化量对应的量改变多点学习值  $AGdp(n)$ ，防止当发动机 10 的运行状态在基本学习值  $AG(i)$  已经变化后被切换到多点学习范围  $n$  时基本学习值  $AG(i)$  的变化量影响点火定时。换句话说，基于多点学习范围  $n$  计算的总学习值  $AGT$  和点火定时在基本学习值  $AG(i)$  改变前后保持恒定。相应地，当点火定时指令值  $ST$  在基本学习值  $AG(i)$  已改变且发动机运行状态已切换到多点学习范围  $n$  后第一次计算时，防止点火定时指令值  $ST$  由于基本学习值  $AG(i)$  的变化量变为对于抑制爆燃不适当的值，或变得过于滞后、因此减小发动机功率输出。

[0114] 如果反馈校正项  $F$  的变化量——其应当被学习为基本学习值  $AG(i)$ ——被错误地学习为多点学习值  $AGdp(n)$ ，当基本学习值  $AG(i)$  被学习时，错误学习值被切换到基本学习值  $AG(i)$ 。相应地，作为基本学习值  $AG(i)$  和多点学习值  $AGdp(n)$ ，与补偿目标对应的值被准确地且在早期学习。

[0115] 如果仅仅进行反映过程而不进行禁止过程，只要发动机 10 的运行状态被保持在多点学习范围  $n$  内，基本学习范围  $i$  的基本学习值  $AG(i)$  不能被学习。这延迟了基本学习值  $AG(i)$  的学习。然而，在当前实施例中，除反映过程之外进行禁止过程。相应地，当发动机 10 的运行状态处于任何多点学习范围  $n$  且多点学习值  $AGdp(n)$  的学习被禁止时，基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ )——其对应于发动机速度  $NE$  的最低范围——的基本学习值  $AG(i)$  被学习。结果，相比于基本学习值  $AG(i)$  不被学习的情况，与补偿目标对应的值（与供到发动机 10 的燃料的不同特性对应的值）在早期被学习为基本学习值  $AG(i)$ 。

[0116] 当前实施例具有下面介绍的优点。

[0117] (1) 当判断为存在燃料已经被馈送到燃料箱 14 的可能性时, 多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的学习被禁止达后续的预定时间段。这防止了具有与原来保存的燃料的特性不同的特性的燃料所导致的点火定时变化量被反映在多点学习值  $AG_{dp}(n)$  中。在这种状态下, 为了允许基本学习值  $AG(i)$  的学习, 具有不同特性的燃料导致的点火定时改变量被反映在基本学习值  $AG(i)$  中。基本学习值  $AG(i)$  因此在多点学习范围  $n$  和除多点学习范围  $n$  外的范围内补偿前述点火定时变化量。另外, 由于多点学习范围  $n$  中的多点学习值  $AG_{dp}(n)$  在预定时间段之后学习, 发动机 10 的依赖于时间的变化引起的点火定时变化量被反映在多点学习值  $AG_{dp}(n)$  中, 如果这种点火定时变化已经发生的话。相应地, 多点学习值  $AG_{dp}(n)$  补偿由于发动机 10 的依赖于时间的变化引起的点火定时变化量。这确保了在补充燃料后发动机点火定时的适当学习。

[0118] (2) 当多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的学习被禁止时, 在多点学习范围  $n$  中, 基本学习值  $AG(i)$  基于反馈校正项  $F$  来学习。相应地, 相比于在多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的更新被禁止时不学习基本学习值  $AG(i)$  的情况, 供到发动机 10 的燃料的不同特性引起的点火定时变化量在早期被反映在基本学习值  $AG(i)$  中。

[0119] (3) 多点学习范围  $n$  根据发动机 10 的运行状态被设置, 多点学习值  $AG_{dp}(n)$  对于对应的多点学习范围  $n$  被设置。具体而言, 通过将发动机 10 的依赖于时间的变化以大大变化的程度影响爆燃的范围根据影响的变化程度划分为小的范围, 定义多点学习范围  $n$ 。各个多点学习范围  $n$  的多点学习值  $AG_{dp}(n)$  用作适合抑制爆燃的值。这防止了将不适当的值学习为多点学习值  $AG_{dp}(n)$  的进行, 将不适当的值学习为多点学习值  $AG_{dp}(n)$  妨碍爆燃的有效抑制以及减小发动机功率输出。

[0120] (4) 当对应于发动机速度  $NE$  的最低范围的基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 的基本学习值  $AG(i)$  变化时, 各个多点学习范围  $n$  的多点学习值  $AG_{dp}(n)$  在与基本学习值  $AG(i)$  的变化方向相反的方向上以对应于基本学习值  $AG(i)$  的变化量  $\Delta AG$  的量变化。通过这种方式, 当发动机 10 的运行状态在基本学习值  $AG(i)$  已经变化后被切换到多点学习范围  $n$  中的任何一个时, 基本学习值  $AG(i)$  的变化不影响点火定时。相应地, 当点火定时指令值  $ST$  在基本学习值  $AG(i)$  已经变化且发动机运行状态已经切换到任何多点学习范围  $n$  之后第一次计算时, 防止点火定时指令值  $ST$  由于基本学习值  $AG(i)$  的变化量成为对于抑制爆燃不适合的值或过于滞后、因此减小发动机功率输出。

[0121] (5) 当驱动开关 36 被操纵为启动发动机 10 时, 判断为存在燃料已被供到燃料箱 14 的可能性。

[0122] (6) 当蓄电池 22 被连接到向发动机 10 以及发动机 10 的外围装置供电的电路时, 判断为燃料可能已被馈送到燃料箱 14。

[0123] (7) 当蓄电池 22 被连接到电路时, 或者, 换句话说, 当花费长时间学习与基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 对应的基本学习值  $AG(i)$  时, 基于由长的时间间隔分隔开的驱动开关 36 被操纵为停止发动机 10 的时间点, 长的时间被设置为预定时间段  $T1$ 。相应地, 基本学习值  $AG(i)$  对于长的时间段被优先学习。结果, 基本学习值  $AG(i)$  与实际条件对应地得到准确学习。当驱动开关 36 被操纵为在驱动开关 36 的操纵次数超过预定次数后启动发动机 10 时, 或者, 换句话说, 当花费比较短的时间学习与基本学习范围  $i$  ( $i = 1$ ) 对应的基本学习值

AG(i) 时,基于以短的时间间隔分隔开的基本学习值 AG(i) 被更新的时间点,短的时间被设置为预定时间段 T2。相应地,基本学习值 AG(i) 的学习准确度被保持为高,优先执行的这种学习在早期完成。结果,多点学习值 AGdp(n) 的学习在早期开始。

[0124] 当前实施例可被修改为下面的形式。

[0125] 基本学习范围 i 的次数可被改为任何合适的数量。

[0126] 多点学习范围 n 的数量或多点学习范围 n 被定义的方式可以以任何合适的方式改变。

[0127] 当多点学习值 AGdp(n) 的学习被禁止且发动机 10 的运行状态处于任何一个多点学习范围 n 时,基本学习值 AG(i) 不必一定学习。

[0128] 预定时间段 T1 与 T2 可以以任何合适的方式修改。例如,当学习过程执行次数或火花塞 16 的点火次数超过预定次数或过去的时间超过预定时间段时,可判断为预定时间段 T1(T2) 已经过去。

[0129] 步骤 S103 或 S104 中的任意一个可被省略。

[0130] 用于判断燃料是否已经被馈送到燃料箱 14 的条件可以以任何合适的方式改变。例如,条件可以为,燃料箱 14 的盖子已经被打开并接着被闭合,或者燃料箱 14 中的燃料量已经增加。

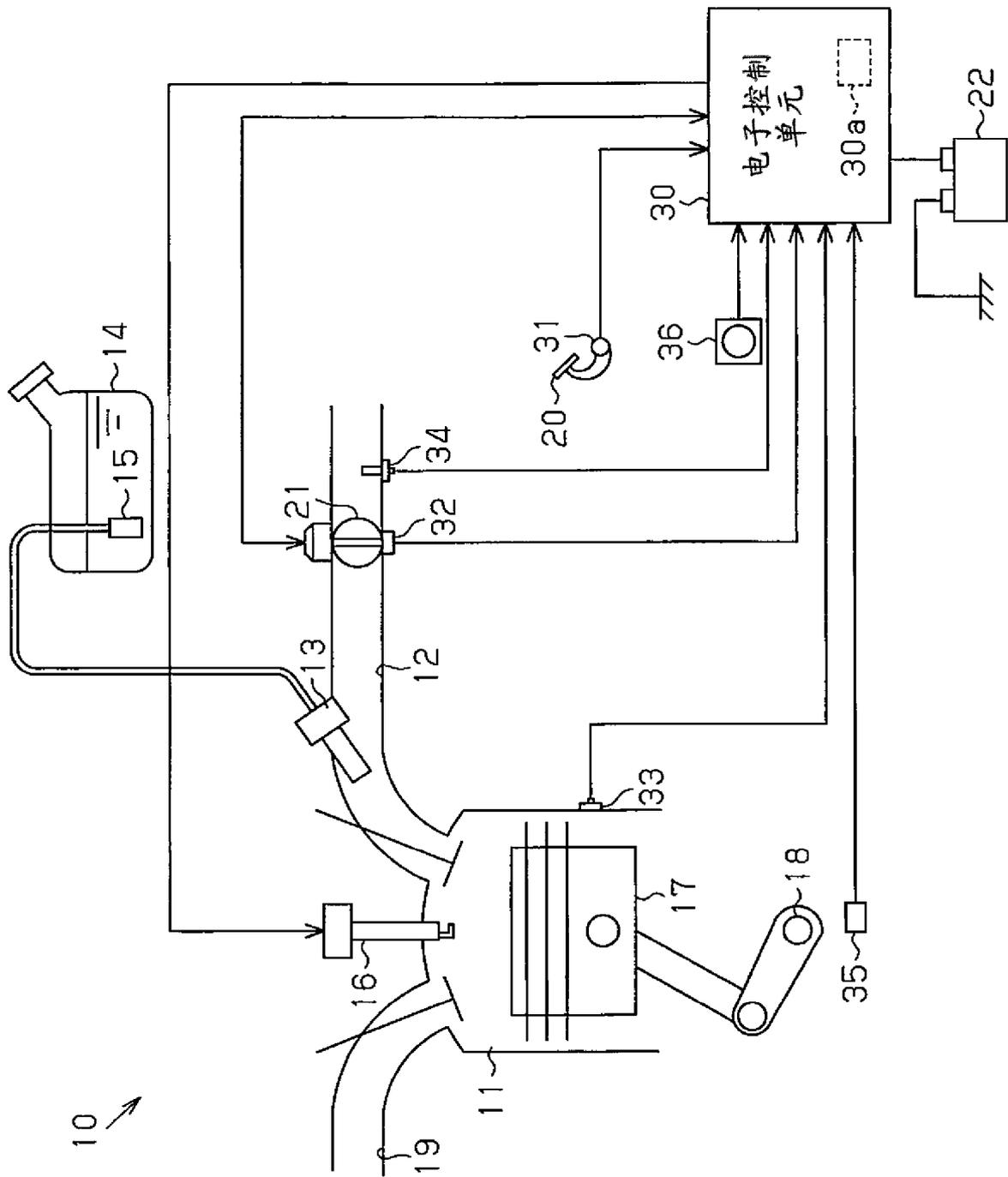


图 1

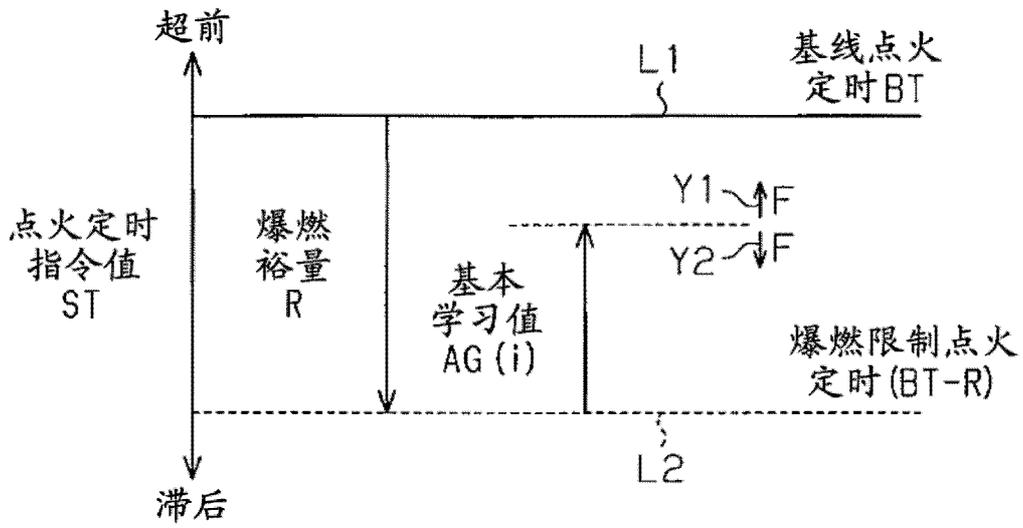


图 2

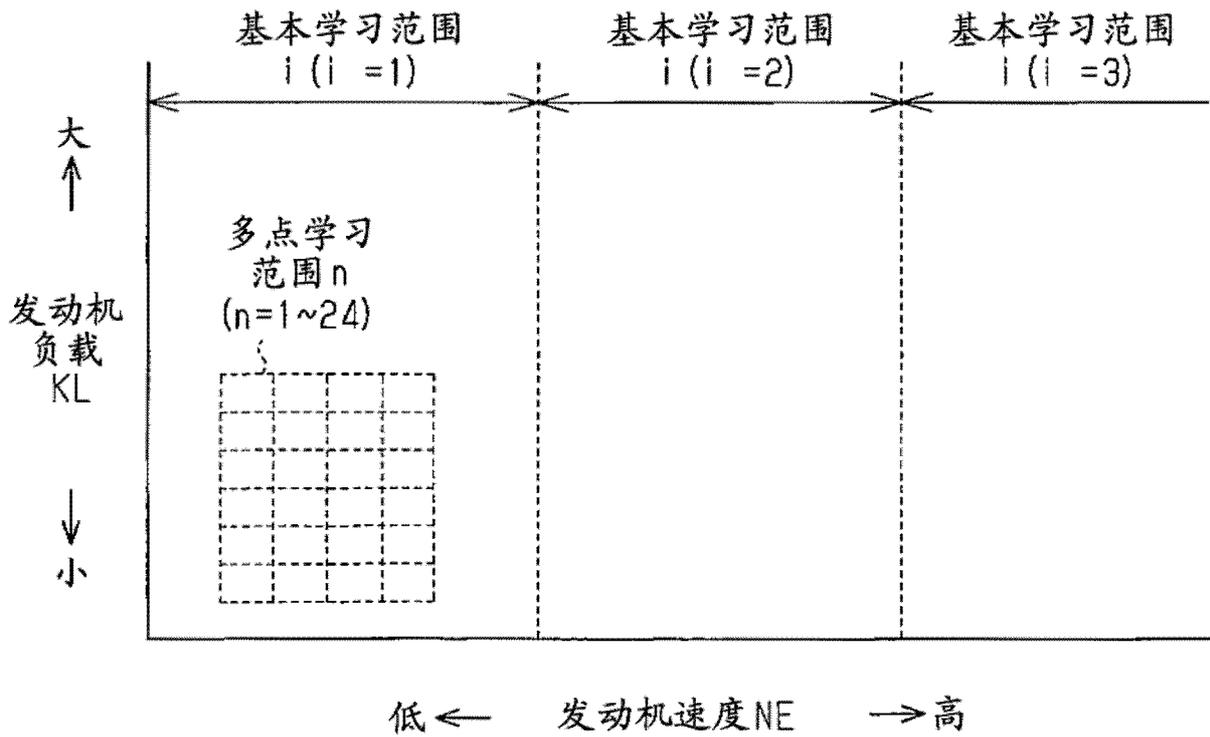


图 3

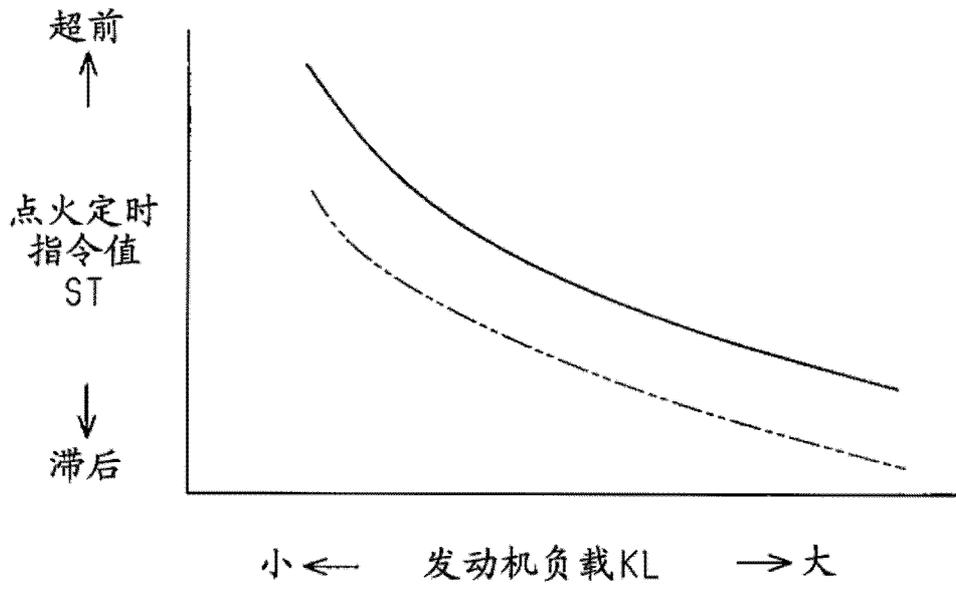


图 4

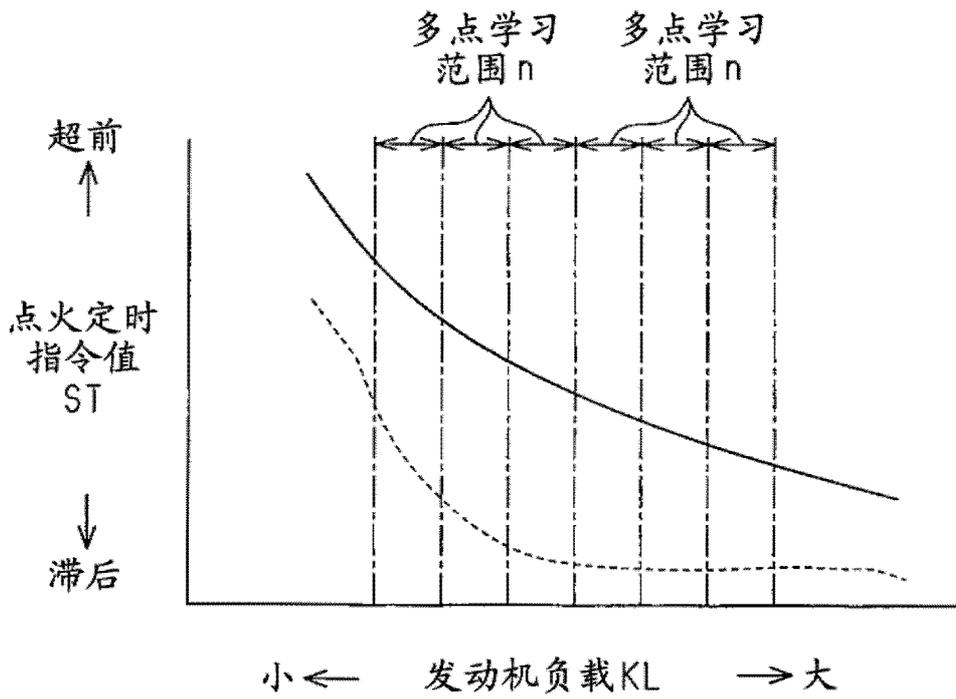


图 5

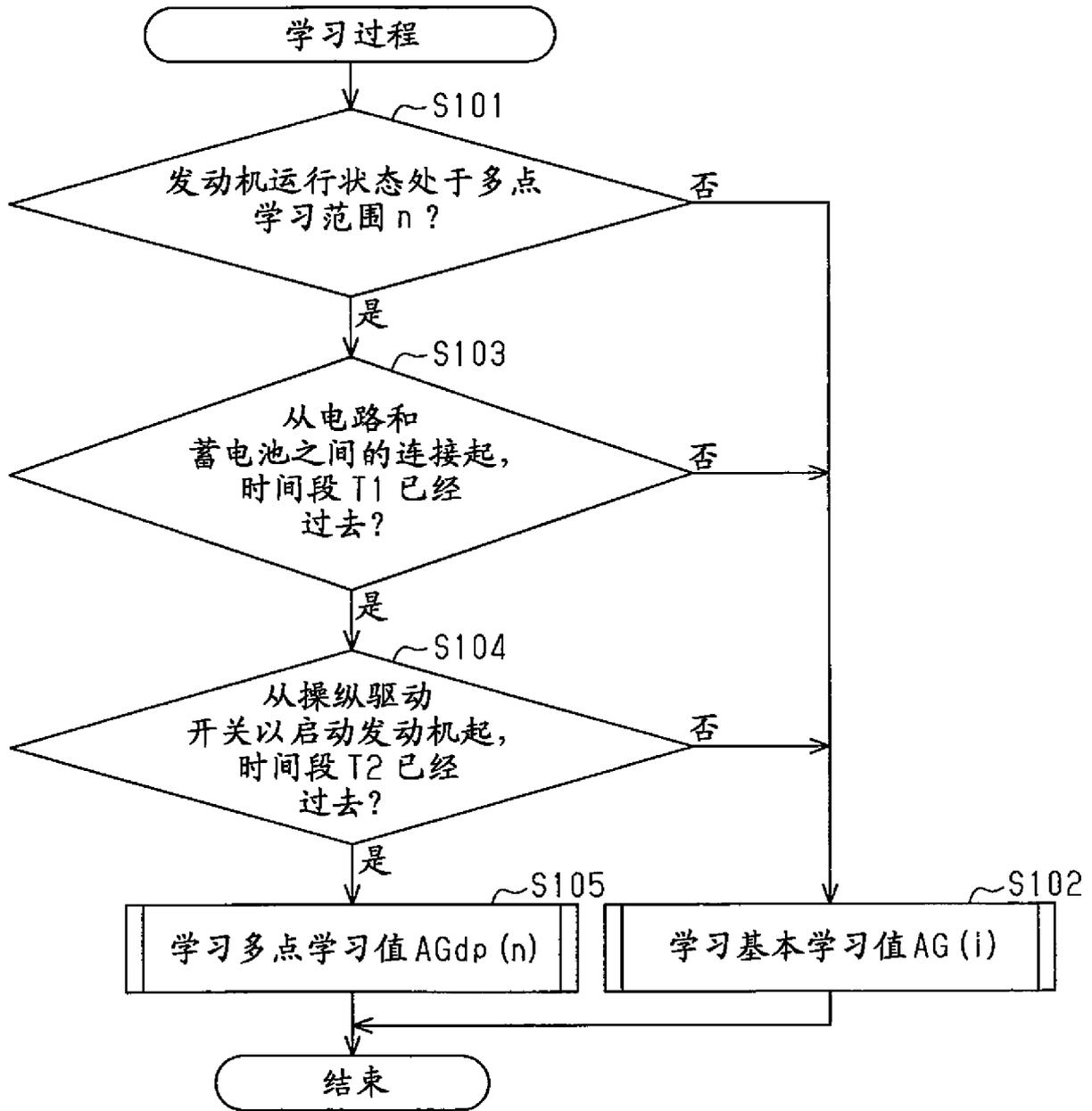


图 6

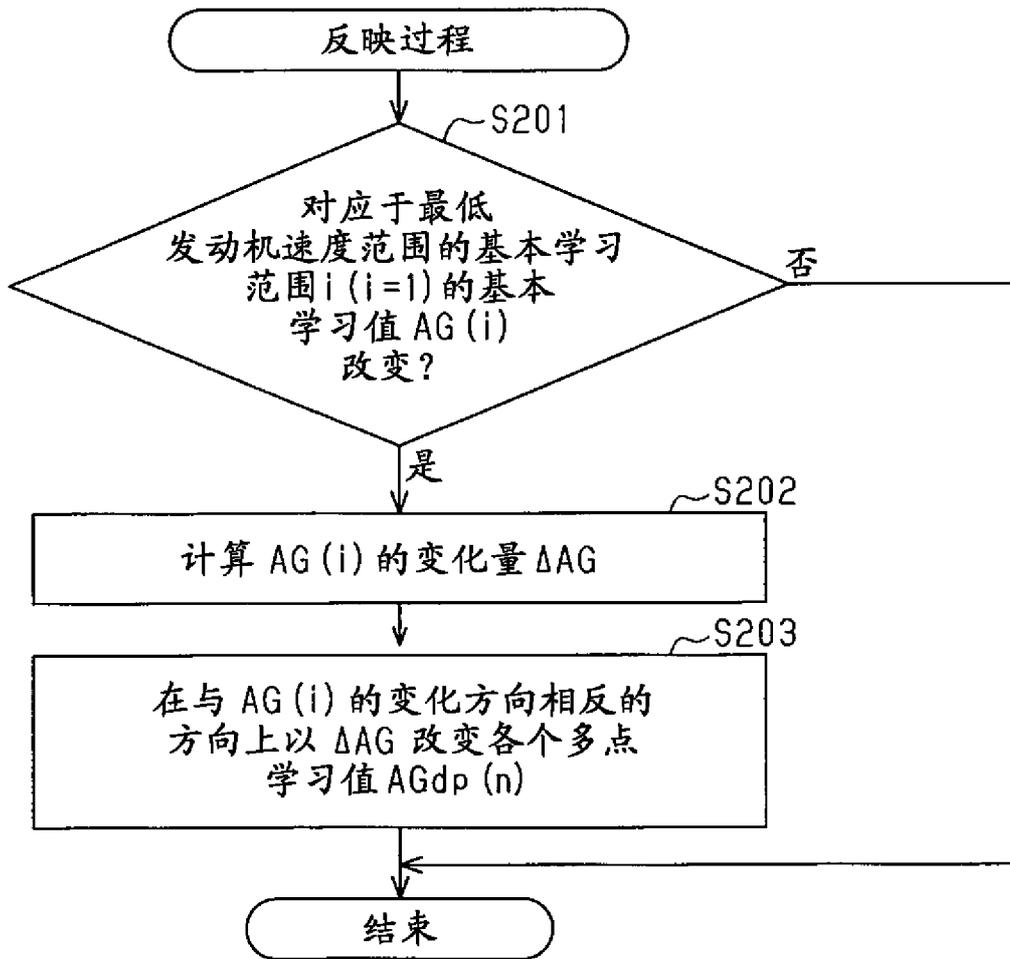


图 7

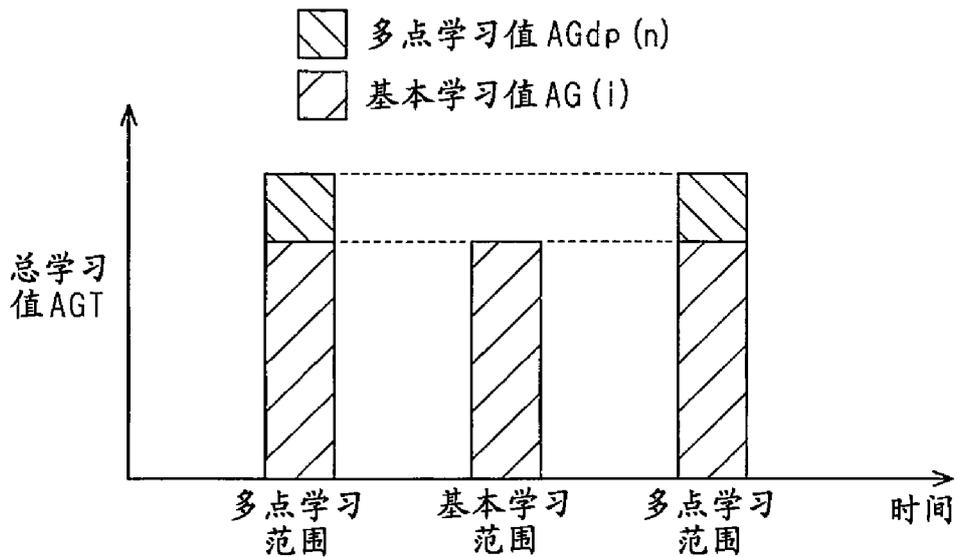


图 8(a)

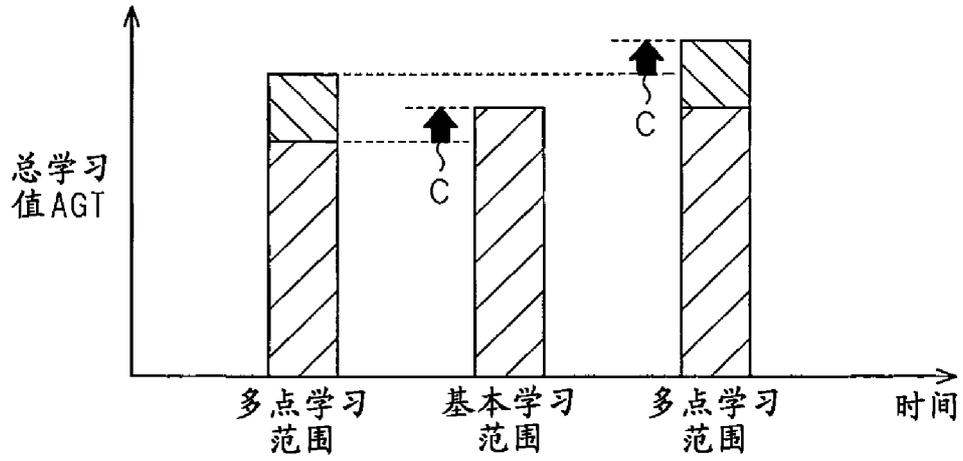


图 8(b)

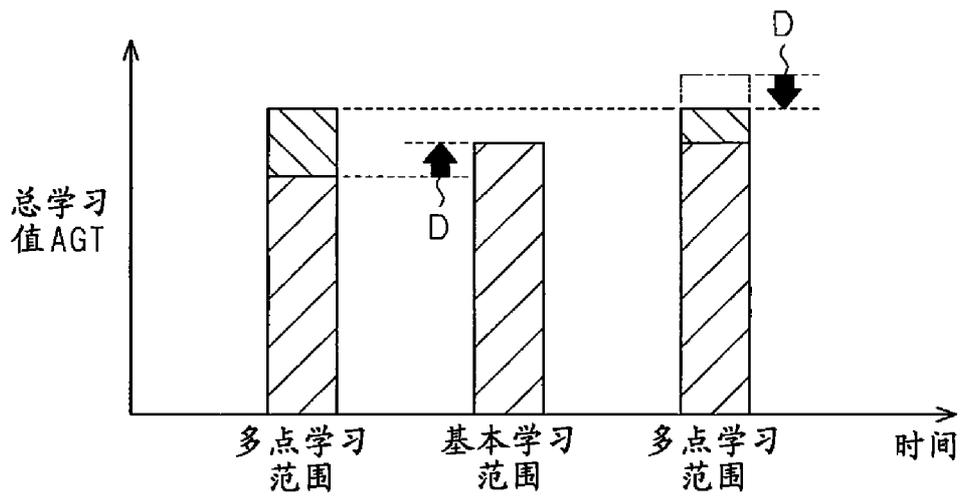


图 8(c)