



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102052185 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201010534986. 2

US 2006102147 A1, 2006. 05. 18,

(22) 申请日 2010. 11. 01

EP 1777398 A2, 2007. 04. 25,

(30) 优先权数据

CN 1478198 A, 2004. 02. 25,

251863/2009 2009. 11. 02 JP

JP 2005248703 A, 2005. 09. 15,

(73) 专利权人 株式会社电装

审查员 王子光

地址 日本爱知县

(72) 发明人 高岛祥光 石塚康治 森本洋平

西村光弘 浅野正裕 池田纯孝

樋口和弘 佐佐木觉

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王琼

(51) Int. Cl.

F02D 43/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101070794 A, 2007. 11. 14,

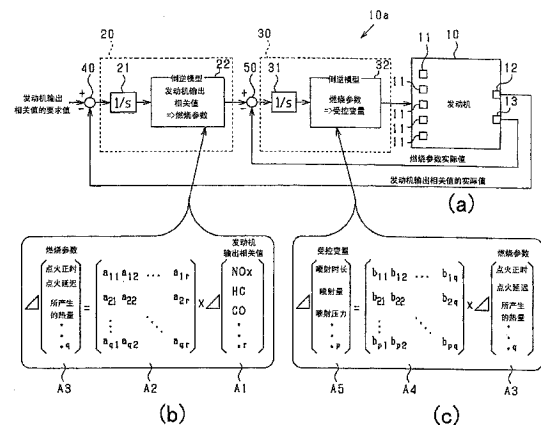
权利要求书1页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

具有用于控制作动器的算法的发动机控制系统

(57) 摘要

一种发动机控制设备可被应用在机动车中。该发动机控制设备中至少设置有燃烧参数算术表达式和受控变量算术表达式之一。燃烧参数算术表达式限定了为使诸如废气排放等的发动机输出相关值实现其要求值而所需的发动机燃烧状况。受控变量算术表达式限定了如何对作动器进行操作以使发动机的工作符合所需燃烧状况的内容。采用该燃烧参数算术表达式或受控变量算术表达式能使各个发动机输出相关值与其要求值同时实现一致,且与燃烧状况相关的各燃烧参数之间不会发生相互干涉。



1. 一种发动机控制设备,包括:

存储装置,其内存储着燃烧参数的算术表达式,该燃烧参数的表达式限定了多种类型的内燃机输出相关值与多种类型燃烧参数之间的相互关系,其中,内燃机输出相关值指示的是内燃机的输出特征,而燃烧参数与内燃机的燃烧状况相关;

燃烧目标值计算器,其利用存储在所述存储装置中的燃烧参数算术表达式计算出与内燃机输出相关值的要求值相对应的燃烧参数目标值的组合;以及

受控变量指令值计算器,其基于由所述燃烧目标值计算器得出的燃烧参数目标值组合计算出指令值,这些指令值被提供给以调节作动器的受控变量,作动器进行工作而对内燃机的燃烧状况进行控制,用于达到内燃机的输出特性的要求值。

2. 根据权利要求1所述的发动机控制设备,其特征在于:还包括:发动机输出反馈控制回路,其将内燃机输出相关值的实际值或计算值偏离其要求值的偏差反馈回去,以计算燃烧参数的目标值。

3. 根据权利要求1所述的发动机控制设备,其特征在于:所述存储装置中还存储着受控变量的算术表达式,该受控变量的表达式定义了燃烧参数与受控变量之间的相互关系,且所述受控变量指令值计算器利用受控变量算术表达式计算出与燃烧参数目标值相对应的受控变量指令值的组合。

4. 根据权利要求1所述的发动机控制设备,其特征在于:内燃机输出相关值反映如下物理量中的至少两个:与内燃机废气排放相关的物理量;与内燃机输出扭矩相关的物理量;与燃料消耗量相关的物理量;以及与内燃机燃烧噪声相关的物理量。

5. 一种发动机控制设备,包括:

燃烧目标值计算器,其基于内燃机输出相关值计算出燃烧参数的目标值,其中,发动机的输出相关值指示的是内燃机的输出特性,而燃烧参数与内燃机的燃烧状况相关;

存储装置,其内存储着受控变量的算术表达式,该受控变量的表达式限定了燃烧参数与控制内燃机燃烧状况的作动器的受控变量之间的相互关系;以及

受控变量指令值计算器,其利用存储在所述存储装置中的受控变量算术表达式计算出与燃烧参数的目标值相对应的指令值组合,指令值被提供给以对作动器的受控变量进行调节,用于达到内燃机的输出特性的要求值。

6. 根据权利要求5所述的发动机控制设备,其特征在于:还包括:燃烧参数反馈控制回路,其将燃烧参数实际值或计算值偏离其目标值的偏差反馈回去,以此来为受控变量计算指令值。

7. 根据权利要求5所述的发动机控制设备,其特征在于:内燃机输出相关值反映如下物理量中的至少两个:与内燃机废气排放相关的物理量;与内燃机输出扭矩相关的物理量;与燃料消耗量相关的物理量;以及与内燃机燃烧噪声相关的物理量。

## 具有用于控制作动器的算法的发动机控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种发动机控制系统,该系统可被应用在机动车上,且该系统被设计为利用一种算法对诸如燃料喷射器和 EGR 阀(废气再循环阀)等作动器的操作进行控制,以调节燃料在内燃机中的燃烧状况,并对发动机的输出特性进行控制。

### 背景技术

[0002] 公知的是:发动机控制系统对各个受控变量进行确定,以使得与发动机输出状况的数值与所要求的数值保持一致,其中的受控变量例如是要被喷射到发动机中的燃料量(其也被称为喷射量)、喷射正时、被返送回发动机进气口的废气分量(下文其也被称为 EGR 量)、增压压力、进气量、点火正时、以及进气阀与排气阀的启/闭正时,而与发动机输出状况相关的数值例如是废气排放量、发动机输出的扭矩、或规定的燃料消耗量(或燃料效率),其中的废气例如是  $\text{NO}_x$  或  $\text{CO}$ 。

[0003] 大多数发动机控制系统中都设置有控制映射表,该映射表为各个所需的发动机输出相关值存储着最优的数值-例如要被喷射到发动机中的燃料量的目标值。该控制映射表通常是由发动机制造商通过执行适应性测试而制得的。发动机控制系统在工作时,利用该控制映射表计算出满足所要求的发动机输出相关值而需要的受控变量,并向对应的作动器输出指令信号,以实现所述的受控变量。

[0004] 制作控制映射表通常需要进行非常多次的适应性测试,因而,适应性测试总共要耗费大量的时间。因而,适应性测试工作、以及制作映射表的工作对控制系统的制造商而言是非常重的负担。尤其是,当针对各个环境条件来制作控制映射表时,需要进行很多次适应性测试,这将对控制系统的制造商造成极大的负担,其中,所述环境条件例如是发动机冷却液的温度以及室外气温。

[0005] 通常要对各个不同的发动机输出相关值都执行适应性测试。这可能导致不同类型的受控变量之间产生干涉,这表现在:当其中一个发动机输出相关值达到其要求值时,另一发动机输出相关值却偏离其要求值,而当将所述另一发动机输出相关值被置于要求值时,先前提到的那个发动机输出相关值却偏离了要求值。因而,非常难于使不同类型的发动机输出相关值同时符合各自的目标值。

[0006] 第 2008-223643 号、以及第 2007-77935 号日本专利首次公报披露了这样的发动机控制系统:其基于需要发动机输出的扭矩值计算出发动机气缸内压力(即燃烧参数)的目标值,并对进气阀与排气阀的启/闭正时及喷射到发动机中的燃料量(即作动器的受控变量)进行调节,以使得缸内压力与目标值相符合。

[0007] 但是,上述的发动机控制系统也需要通过适应性测试来制得控制映射表,对于各个所需的发动机输出扭矩值,需要用试验方法来采样获得缸内压力的最优值,这样的工作将耗费大量的时间。该发动机控制系统还面临着不同类型受控变量之间出现干涉的问题,该问题表现在:当发动机的实际输出扭矩达到所需的数值时,另一个发动机输出相关值-例如  $\text{NO}_x$  排放量却偏离目标值,而当该另一发动机输出相关值达到目标值时,实际输出

扭矩却又偏离了要求值。因而,难于使不同类型的发动机输出相关值同时都与目标值相吻合。

### 发明内容

[0008] 因而,本发明的主要目的是提供一种发动机控制设备,其被设计为减轻执行适应性测试工作以及映射表制作工作的负担,并提高使多个发动机输出相关值与其要求值或目标值同时实现一致的可控性。

[0009] 本发明的另一个目的是提供一种发动机控制设备,该设备被设计为减轻执行适应性测试工作以及映射表制作工作的负担,并提高使多个发动机燃烧参数与其目标值同时实现一致的可控性。

[0010] 根据本发明的一个方面,本申请提供了一种可被应用在机动车上的发动机控制设备。该发动机控制设备包括:(a) 存储装置,其内存储着燃烧参数的算术表达式,该表达式限定了多种类型的发动机输出相关值与多种类型燃烧参数之间的相互关系,其中,发动机输出相关值指示的是内燃机的输出特征,而燃烧参数与内燃机的燃烧状况相关;(b) 燃烧目标值计算器,其利用存储在存储装置中的燃烧参数算术表达式计算出与发动机输出相关值的要求值相对应的燃烧参数目标值的组合;以及(c) 受控变量指令值计算器,其基于由所述燃烧目标值计算器得出的燃烧参数目标值组合计算出指令值,这些指令值被提供给,以调节作动器的受控变量,作动器进行工作而对内燃机的燃烧状况进行控制,以使内燃机的输出特性达到要求值。

[0011] 如上所述,燃烧参数算术表达式限定了发动机输出相关值与燃烧参数之间的相互关系。因而,通过使内燃机的燃烧状况接近于燃烧参数的数值,就可使发动机输出相关值的实际值与其要求值达到一致,其中的燃烧参数数值是通过将发动机输出相关值的要求值代入到燃烧参数算术表达式中而得出的。换言之,燃烧参数算术表达式表达了要使内燃机处于的燃烧状况与内燃机输出相关值之间的关系。因而,通过将从燃烧参数算术表达式计算得到的数值确定为燃烧参数的目标值、并将作动器的工作控制得与目标值相符合,就能实现发动机输出相关值的要求值。燃烧参数算术表达式可被表达为图 1 (b) 中行列式的形式,或者表示为图 1 (a) 所示模型的形式。

[0012] 燃烧参数算术表达式例如可限定  $\text{NO}_x$  量、PM(颗粒物)量、发动机输出扭矩等变量(即发动机输出相关值)与例如点火正时、点火延迟量等参数(即燃烧参数)之间的相互关系。换言之,燃烧参数算术表达式并不是限定了发动机输出与点火正时之间一对一的对应关系,而是限定了为使输出扭矩、 $\text{NO}_x$  量和 PM 量所有这些参数符合其要求值而要求的点火正时与点火延迟量的组合。

[0013] 基本而言,燃烧参数算术表达式被设置为限定了燃烧参数(例如点火正时与点火延迟量)与发动机输出相关值(例如输出扭矩、 $\text{NO}_x$  量、以及 PM 量)之间给定数目的或所有可能组合,而为了使发动机输出相关值达到其要求值,需要采用这些组合。

[0014] 如上所述,本发明的发动机控制设备进行工作,使用燃烧参数算术表达式来计算出与发动机输出相关值的要求值相对应的燃烧参数目标值的组合,且发动机控制设备为各个作动器计算出符合上述目标值组合所需的指令值。与作为本申请背景介绍部分的上述专利文献不同,本发明不再需要通过适应性测试来寻找燃烧参数优化值与发动机输出相关值

之间的关系,因而减轻了发动机控制设备制造商执行适应性测试工作和映射表制作工作的负担。

[0015] 如果是相互独立地确定出与发动机输出相关值有关的各个燃烧参数的目标值,则可能导致如下的相互干涉问题。具体而言,当与某个燃烧参数的目标值相对应的一个发动机输出相关值达到其要求值时,另一个发动机输出相关值却偏离其要求值,而当使该另一发动机输出相关值与其要求值相一致时,上述的那个发动机输出相关值却偏离了其要求值。因而,非常难于使不同类型的发动机输出相关值同时与目标值达到一致。与此相反,本发明的发动机控制设备是计算出了与发动机输出相关值的要求值相对应的燃烧参数目标值的组合,并对作动器的工作进行控制而实现了这些目标值,因而避免了由于燃烧参数之间相互干涉而造成可控性恶化的问题,并使得各个发动机输出相关值同时与它们的要求值达成了一致,这将提高发动机控制设备的可控性。

[0016] 在本发明的优选模式中,发动机控制设备还包括发动机输出反馈控制回路,其将发动机输出相关值的实际值或计算值偏离其要求值的偏差反馈回去,以计算燃烧参数的目标值。发动机输出相关值的实际值可利用传感器直接测得。发动机输出相关值的计算值可利用模型求得。

[0017] 发动机燃烧状况(即燃烧参数)与输出状况(即发动机输出相关值)之间的相互关系将随着环境条件的改变而改变,其中的环境条件例如是发动机冷却液的温度或外界大气温度。在对由燃烧参数算术表达式得出的目标值进行各种环境条件的修正时,需要进行适应性测试,以将目标值修正预定的量。这将增大制造商进行适应性测试工作和映射表制作工作的负担。

[0018] 为了避免这样的缺陷,本发明的发动机控制设备以反馈的模式来计算燃烧参数的目标值,从而消除了发动机输出相关值的实际值或计算值与其要求值之间的偏差,由此得到了可适应环境条件改变的目标值。这就消除了执行适应性测试来寻找修正量的必要性,从而减轻了制造商在进行适应性测试工作和映射表制作工作方面的负担。

[0019] 存储装置中还存储着受控变量的算术表达式,该表达式定义了燃烧参数与受控变量之间的相互关系。受控变量指令值计算器利用受控变量算术表达式计算出与燃烧参数目标值相对应的受控变量指令值的组合。

[0020] 如上所述,受控变量的算术表达式限定了燃烧参数与作动器受控变量之间的相互关系。因而,通过对作动器的工作进行控制以实现所需的受控变量值,就能使燃烧参数的实际值与目标值达到一致,其中,受控变量的所需值是通过将燃烧参数的目标值代入到受控变量算术表达式而得出的。换言之,受控变量的算术表达式表达了如何对作动器进行操作来使发动机实现所需燃烧状况的内容。因而,通过基于从受控变量算术表达式计算出的数值确定出指令值、并将该指令值输出给作动器,就能实现燃烧参数的目标值。受控变量算术表达式可由图 1(c) 所示的行列式或图 1(a) 所示的模型来实现。

[0021] 发动机控制设备的工作还在于利用燃烧参数算术表达式与受控变量算术表达式来确定发动机输出相关值与燃烧参数之间的相互关系、以及燃烧参数与受控变量之间的相关关系,由此指明了如何对作动器进行操作来使发动机获得所需的燃烧状况,并找到了与发动机输出状况相关的燃烧状况。这就意味着燃烧参数被用作中间参数,以获得发动机输出相关值与受控变量之间的相关关系。

[0022] 因而,通过执行如下的操作使各个发动机输出相关值与其要求值在同时实现一致:利用燃烧参数算术表达式基于发动机输出相关值的要求值计算出燃烧参数的目标值;利用受控变量算术表达式为受控变量产生出与计算所得目标值相对应的指令值;以及利用指令值对作动器的工作进行控制。

[0023] 发动机输出相关值可反映如下物理量中的至少两个:与内燃机废气排放相关的物理量;与内燃机输出扭矩相关的物理量;与燃料消耗量相关的物理量;以及与内燃机燃烧噪声相关的物理量。

[0024] 根据本发明的第二方面,本申请提供了一种发动机控制设备,其包括:(a) 燃烧目标值计算器,其基于发动机输出相关值计算出燃烧参数的目标值,其中,发动机的输出相关值指示的是内燃机的输出特性,而燃烧参数与内燃机的燃烧状况相关;(b) 存储装置,其内存储着受控变量的算术表达式,该表达式限定了燃烧参数与控制内燃机燃烧状况的作动器的受控变量之间的相互关系;以及(c) 受控变量指令值计算器,其利用存储在存储装置中的受控变量算术表达式计算出与燃烧参数的目标值相对应的指令值组合。指令值被提供给作动器,以对作动器的受控变量进行调整,由此达到内燃机的输出特性的要求值。

[0025] 如上所述,受控变量的算术表达式限定了燃烧参数与作动器受控变量之间的相互关系。因而,通过对作动器的工作进行控制以实现受控变量的要求值,就能使燃烧参数的实际值与目标值达到一致,其中,受控变量的要求值是通过将燃烧参数的目标值代入到受控变量算术表达式而得出的。换言之,受控变量的算术表达式表达了如何对作动器进行操作来使发动机实现所需燃烧状况的内容。因而,通过基于从受控变量算术表达式计算出的数值确定出指令值、并将该指令值输出给作动器,就能实现燃烧参数的目标值。受控变量算术表达式可由图 1(c) 所示的行列式或图 1(a) 所示的模型来实现。

[0026] 受控变量算术表达式可限定点火正时、点火延迟量等参数(即燃烧参数)与喷射量、EGR 量、增压压力等变量(即受控变量)之间的相互关系。换言之,受控变量算术表达式并不是限定两参数(例如点火正时与喷射量)之间一对一的对应关系,而是表达出了如何选择参数组合来同时满足点火正时与点火延迟的全部目标值,其中的参数组合例如是喷射量、EGR 量、以及增压压力的组合。

[0027] 基本上,受控变量算术表达式被设定为限定出给定数目的或所有可能的组合,该组合是指受控变量与需要达到目标值的燃烧参数的组合。

[0028] 如上所述,发动机控制设备的作用在于:利用受控变量算术表达式计算出与燃烧参数目标值相对应的受控变量指令值的组合,因而,消除了通过适应性测试来寻找受控变量优化数值与燃烧参数之间关系的需求,这将减轻制造商执行适应性测试工作以及映射表制作工作的负担。

[0029] 如果是相互独立地确定出与燃烧参数相关的受控变量的指令值,则可能导致如下的相互干涉问题。具体而言,当与某个受控变量的指令值相对应的燃烧参数已达到其目标值时,另一个燃烧参数却偏离其目标值,而当使另一燃烧参数与其目标值相一致时,所述的那个燃烧参数却偏离了其目标值。与此相反,本发明的发动机控制设备是计算出了与燃烧参数目标值相对应的受控变量指令值的组合,并基于该指令值组合对作动器的工作进行控制,因而避免了由于燃烧参数之间相互干涉而造成可控性恶化的问题,使得各个燃烧参数同时与它们的目标值实现了一致,这将提高了发动机控制设备的可控性。

[0030] 在优选的实施方式中,发动机控制设备还包括燃烧参数反馈控制回路,其将燃烧参数实际值或计算值偏离其目标值的偏差反馈回去,以此来为受控变量计算指令值。燃烧参数的实际值可利用传感器直接测得。燃烧参数的计算值可利用模型求得。

[0031] 燃烧参数与受控变量之间的相互关系表明了如何对作动器进行操作来使发动机燃烧状况达到所需的数值,该相互关系将随着环境条件的改变而改变,其中的环境条件例如是发动机冷却液的温度或外界大气温度。在对由受控变量算术表达式得出的指令值针对各种环境条件进行修正时,需要进行适应性测试,以将指令值修正预定的量。这将增大制造商进行适应性测试工作和映射表制作工作的负担。

[0032] 为了避免这样的缺陷,本发明的发动机控制设备以反馈的模式来为受控变量计算指令值,从而消除了燃烧参数实际值或计算值与其目标值之间的偏差,由此得到了可适应环境条件改变的指令值。这就消除了执行适应性测试来找寻修正量的必要性,从而减轻了制造商在进行适应性测试工作和映射表制作工作方面的负担。

[0033] 发动机输出相关值可反映如下物理量中的至少两个:与内燃机废气排放相关的物理量;与内燃机输出扭矩相关的物理量;与燃料消耗量相关的物理量;以及与内燃机燃烧噪声相关的物理量。

[0034] 例如,与废气排放相关的物理量是  $\text{NO}_x$  量、PM 量、CO 量、或 HC 量。与发动机输出扭矩相关的物理量是从发动机本身输出的扭矩、或发动机的转速。与燃烧噪声相关的物理量是燃烧噪声本身或发动机的机械振动。各种类型的这些物理量可被作为发动机输出相关值的举例,这些物理量可被大致划分为废气排放、输出扭矩、燃料消耗、以及燃烧噪声。这四种类型的发动机输出相关值被设置得相互干涉。因而,发动机控制设备在处理这样的发动机输出相关值方面非常有效。

[0035] 发动机输出相关值还可包括如下参数中的至少两个: $\text{NO}_x$  量、CO 量、HC 量、以及黑烟度。与这些废气排放指标相关的发动机输出相关值更有可能具有折衷的关系。因而,本发明的发动机控制设备能有效地处理这样的发动机输出相关值。

[0036] 燃烧参数可包括点火正时和点火延迟。这些类型的燃烧参数通常是反映发动机气缸内燃烧状况的物理量,这些物理量之间具有密切的关系。因而,采用燃烧参数算术表达式和受控变量算术表达式可减小这些燃烧参数之间的相互干涉度。

[0037] 受控变量可包括如下变量的至少两个:燃料的喷射量、燃料的喷射正时、燃料的喷射次数、燃料的供给压力、EGR 量、增压压力、以及进气阀或排气阀的启/闭正时。这些受控变量是用在发动机控制系统中的典型变量,它们更有可能是相互干涉的。因而,利用上述的受控变量算术表达式能减小这些受控变量之间的相互干涉度。

#### 附图说明

[0038] 从下文的详细描述以及本发明优选实施方式的附图,可更加完整地理解本发明,其中的实施方式是优选的,但不应被用来将本发明限制为这些具体的实施方式,这些实施方式仅是为了便于解释和理解。

[0039] 在附图中:

[0040] 图 1(a) 中的方框图表示了更加本发明第一实施方式的发动机控制系统;

[0041] 图 1(b) 表示了用作燃烧参数算术表达式的行列式;

- [0042] 图 1(c) 表示了用作受控变量算术表达式的行列式；
- [0043] 图 2 是由图 1(a) 所示发动机控制系统执行的发动机控制程序的流程图；
- [0044] 图 3(a) 中的解释性视图表示了由图 1(a) 到 1(c) 中所示燃烧参数算术表达式和受控变量算术表达式限定的相互关系；
- [0045] 图 3(b) 例示性地表示了由图 3(a) 中受控变量算术表达式限定的相互关系；
- [0046] 图 3(c) 例示性地表示了由图 3(a) 中燃烧参数算术表达式限定的相互关系；
- [0047] 图 4 中的解释性视图反映了燃烧参数对发动机输出相关值的影响作用；
- [0048] 图 5(a) 例示性地表示了发动机输出相关值的变化；
- [0049] 图 5(b) 例示性地表示了内燃机冷却液温度的变化；
- [0050] 图 5(c) 例示性地表示了燃烧参数的变化；
- [0051] 图 5(d) 例示性地表示了发动机输出相关值的变化；以及
- [0052] 图 6 中的方框图表示了根据第二实施方式的发动机控制系统。

### 具体实施方式

[0053] 参见附图,各个附图中相同的数字标号指代相同的部件,具体到图 1(a),该图表示出了根据第一实施方式的发动机控制系统,其被用来对机动车所用内燃机 10 的工作进行控制。下文的讨论例如将针对自燃的柴油发动机来进行,在该柴油机中,燃料被以高压喷射到气缸 #1 到 #4 中。

[0054] 图 1(a) 中的方框图表示了由电子控制单元 (ECU) 10a 实现的发动机控制系统,ECU 进行工作而对多个作动器 11 的工作进行控制,以此来调整发动机 10 中的燃料燃烧状况,从而使发动机 10 的输出特性与所要求的特性相符。

[0055] 安装在燃料系统中的作动器 11 例如是燃料喷射器 and 高压泵,喷射器将燃料喷射到发动机 10 中,高压泵对被供给给燃料喷射器的燃料的压力进行控制。ECU 10a 进行工作而计算出反映受控变量目标值的指令值,其中的目标值也即是要由高压泵吸入、排出的燃料量的目标值,ECU 将目标值以指令信号的形式输出给高压泵,以对喷射到发动机 10 中的燃料的压力进行控制。EUC 10a 还确定出反映一些受控变量目标值的指令值,并将上述指令值以指令信号的形式输出给燃料喷射器,其中的受控变量目标值也即是:要从各个燃料喷射器喷射出的燃料目标量(即喷射时长);喷射正时的目标值,其中,在该喷射正时时刻,各个燃料喷射器将开始喷射燃料;以及每个发动机工作循环内(即四冲程循环内)每个燃料喷射器喷射燃料的次数,其中的工作循环包括吸气冲程、压缩冲程、燃烧冲程、以及排气冲程。

[0056] 安装在进气系统中的作动器 11 例如是 EGR(废气再循环)阀,其控制着发动机 10 所排出废气中被返送回发动机 10 进气口的部分的量(下文中该数量也被称为 EGR 量),并控制着可变控制增压器的工作,这种增压器对增压压力可变地进行调整;还控制着节气门的工作,节气门控制着要被吸入到发动机 10 中的新空气的量;且控制着气阀控制机构的工作,该气阀控制机构设定了发动机 10 进气阀和排气阀的启闭正时规律,并对进气阀和排气阀的升程量进行调整。ECU 10a 进行工作而计算出反映受控变量目标值的指令值,并将这些指令值以指令信号的形式分别输出给 EGR 阀、可变控制增压器、节气门、气阀控制机构,其中的受控变量目标值也即是指 EGR 量目标值、增压压力、新空气量、可变正时、以及进气阀



和排气阀的升程量。

[0057] 在上述描述的方式中, EUC 10A 对作动器 11 的工作进行控制, 以实现受控变量的目标值, 由此对发动机 10 中的燃烧状况进行控制, 以使发动机 10 的输出状况与所要求的状况相一致。

[0058] 如上文提到的那样, 发动机 10 的燃烧状况是由多种类型的燃烧参数限定的, 这些燃烧参数例如是如下的参数: 点火正时; 点火延迟, 其是从燃料开始喷射时到开始点燃燃料时之间所需的时间; 如此等等。这些燃烧参数是一些物理量, 这些物理量例如通常是由气缸压力传感器来测得的, 这种传感器对发动机 10 气缸中的压力进行测量。

[0059] 如上所述, 发动机 10 输出特性是由多种类型的发动机输出相关值来表达的, 这些相关值例如是: 与废气排放相关的物理量 (例如  $\text{NO}_x$ 、PM[颗粒物]量、以及 CO 或 HC 的量)、与发动机 10 输出扭矩 (例如从发动机 10 输出轴输出的扭矩) 以及发动机 10 转速相关的物理量、与发动机 10 燃料消耗量 (例如发动机 10 消耗单位体积的燃料所行驶的距离、或发动机运行单位时间所消耗燃料的体积, 这些指标是通过模式运行测试测得的) 相关的物理量、以及与燃烧噪声 (例如发动机振动、或燃烧或排气噪声) 相关的物理量。

[0060] ECU 10a 中配备有典型的微计算机, 微计算机包括: 对给定任务执行操作的 CPU; 作为主存储器的 RAM, 其内存储着 CPU 工作期间产生的数据或 CPU 的运算结果; 作为程序存储器的 ROM; 其中存储着数据的 EEPROM; 以及备份 RAM, 在所有的时间都由备份电源向该 RAM 供电 - 即使在将 EUC10a 的主电源关断之后, 其中的备份电源例如是安装在车辆上的蓄电池。

[0061] 发动机 10 上安装有一些传感器 12、13, 这些传感器向 ECU 10a 输出信息。传感器 12 是发动机输出传感器, 其作为发动机输出相关值反馈回路的一部分, 用于对实际的发动机输出相关值进行测量。例如, 发动机输出传感器 12 是由如下传感器来实现的: 气体传感器, 该传感器对发动机 10 排放物中的组分 (例如  $\text{NO}_x$ ) 浓度进行测量; 扭矩传感器, 其对发动机 10 的输出扭矩进行测量; 以及噪声传感器, 其对由燃料在发动机 10 中燃烧而产生的噪声幅度进行测量。如下文将要描述的那样, 作为备选方案, 发动机输出相关值的实际值也可利用算术模型计算或估算出, 而不使用传感器 12。

[0062] 传感器 13 是燃烧状况传感器, 其作为燃烧参数反馈回路的一部分, 用于确定出实际的燃烧参数。例如, 传感器 13 可以由如下传感器来实现: 气缸压力传感器, 其对发动机 10 燃烧室 (即气缸) 内的压力进行测量; 以及离子传感器, 其对由燃料在发动机 10 中燃烧而产生的离子量进行测量。例如, EUC 10a 计算出由气缸压力传感器 13 测得的发动机燃烧室内压力的改变量, 由此来确定点火正时和点火延迟。作为备选措施, 也可利用算术模型来计算或估算出燃烧参数的实际值, 而不使用传感器 13。

[0063] ECU 10a 包括燃烧参数计算器 20、燃烧参数控制器 30、发动机输出偏差计算器 40、以及燃烧参数偏差计算器 50。燃烧参数计算器 20 起到了燃烧目标值计算器的作用, 其确定出要使发动机输出相关值与要求值一致所需要的发动机 10 燃烧状况 (即燃烧参数)。燃烧参数控制器 30 起到了受控变量指令值计算器的作用, 其用于对作动器 11 的工作 (即受控变量) 进行控制, 以实现发动机 10 预期的燃烧状况。发动机输出偏差计算器 40 起到了发动机输出反馈回路的作用, 其用于计算出各个发动机输出相关值的实际值 (即从发动机输出传感器 12 输出的数值) 与其要求值之间的差值或偏差。燃烧参数偏差计算器 50 起到了

燃烧参数反馈回路的作用,其计算出各个燃烧参数的实际值(即从燃烧状况传感器 13 输出的数值)与其目标值之间的差值或偏差。这些电路 20 到 50 是由 ECU 10a 微计算器中的各个功能模块来实现。

[0064] 具体而言,燃烧参数计算器 20 具有积分器 21 和燃烧参数算术表达式 22。积分器 21 进行工作而对由发动机输出偏差计算器 40 计算出的各个发动机输出偏差进行求和或总合。燃烧参数算术表达式 22 被存储在诸如 ECU10a 的 ROM 等的存储器中。

[0065] 燃烧参数算术表达式 22 被用来限定不同类型发动机输出相关值与不同类型燃烧参数之间的相互关系。具体而言,燃烧参数算术表达式 22 是由图 1(a) 所示的发动机输出状况 - 燃烧参数之间模型、或图 1(b) 所示行列式来实现的,并用数学方法表达了发动机 10 燃烧状况(即燃烧参数)与发动机 10 输出状况(即发动机输出相关值)之间的关系。换言之,燃烧参数的算术表达式 22 产生出使发动机输出相关值满足其要求值所需要的发动机 10 燃烧状况数值。燃烧参数的目标值(或者上一控制环节中推导出的目标值需要被改变的数量)是通过将发动机输出相关值的要求值(或实际值与要求值之间偏差)代入到燃烧参数算术表达式 22 中而得到的。

[0066] 具有图 1(a) 所示结构的燃烧参数计算器 20 将发动机输出相关值的偏差(即发动机输出相关值的实际值与其要求值之间差值)代入到燃烧参数算术表达式 22 中而确定出一定量,在该控制环节中,需要将上一控制环节中设定的燃烧参数目标值改变所述的一定量。

[0067] 在实践中,积分器 21 对各个发动机输出相关值的实际值的偏差分别进行求和,并将这些偏差代入到燃烧参数算术表达式 22 中,以持续地减小发动机输出相关值的实际值偏离其要求值的可能性。如果偏差的总和值变为零(0),则由燃烧参数算术表达式 22 计算出的对应数值将为零。因而,燃烧参数的目标值就被设定,以将发动机 10 的燃烧状况保持为当前状况。

[0068] 燃烧参数控制器 30 包括积分器 31 和受控变量算术表达式 32。积分器 31 进行工作而对各个燃烧参数实际值与其目标值之间的偏差进行求和或总合,该偏差是由燃烧参数偏差计算器 50 计算出的。受控变量算术表达式 32 被存储在诸如 ECU 10a 的 ROM 等的存储器(即存储装置)中。

[0069] 受控变量算术表达式 32 被用来限定不同类型燃烧参数与不同类型受控变量之间的相互关系。受控变量算术表达式 32 是由图 1(a) 所示的燃烧参数 - 受控变量之间模型、或图 1(c) 所示的行列式来实现的,其用数学方法表达了与所需的发动机 10 燃烧状况相对应的受控变量的数值。换言之,受控变量的算术表达式 32 产生出受控变量数值的组合,为将发动机 10 置于所希望的燃烧状况需要采用该数值组合。因而,受控变量的指令值(或指令值需要改变的量)是通过将燃烧参数的目标值(或目标值需要改变的量)代入到燃烧参数算术表达式 32 而得到的。

[0070] 具有图 1(a) 所示结构的燃烧参数偏差计算器 30 将燃烧参数的偏差(即目标值需要改变的量)代入到受控变量算术表达式 32 中,以确定出前一控制环节中得出的指令值需要在该控制环节中被改变的量,以便于推导出前一控制环节中得到的受控变量需要在当前控制环节中被改变的量。

[0071] 在实践中,积分器 31 对燃烧参数偏离其目标值的偏差进行求和或积分,并将这些

偏差分别代入到受控变量算术表达式 32 中,以持续地减小燃烧参数实际值偏离其目标值的可能性,其中,燃烧参数目标值的偏差是由燃烧参数偏差计算器 50 得出的。如果各个偏差的总和值变为零(0),则由受控变量算术表达式 32 计算出的对应数值将为零。因而,各个受控变量的指令值就被设定,以保持受控变量当前的最新数值。

[0072] 下文将参照图 2 中所示的作动器控制程序的流程图来描述如何计算出要被输出给作动器 11 的、以使受控变量达到其要求值的指令值。该程序是由 ECU 10a 中的微计算机以固定的间隔(例如 CPU 的工作周期或与给定的发动机 10 曲轴转角等效的周期)来执行的。

[0073] 在进入该程序中之后,流程进行到步骤 10,在该步骤中,基于发动机 10 的转速和车辆加速踏板的位置(即驾驶员对加速踏板的力度)来计算出各个发动机输出相关值的要求值。例如,ECU 10a 利用映射表计算出这些要求值,其中的映射表是利用适应性测试制出的,其存储着与发动机 10 转速和加速踏板位置相关的发动机输出相关值的最优值。ECU 10a 还可根据其它一些环境条件或参数来确定发动机输出相关值的要求值,其中的环境条件或参数例如是发动机 10 冷却水的温度、外界空气温度、和 / 或大气压。

[0074] 流程进行到步骤 20,在该步骤中,从发动机输出传感器 12 的输出信号测得各个发动机输出相关值的实际值。作为备选措施,可使用 ECU 10a、借助于算术模型估算或计算出当前的发动机输出相关值,并将这些计算值确定为上述的实际值,从而无需使用发动机的输出传感器 12。只能对于某些发动机输出相关值才能执行这样的估算。

[0075] 流程进行到步骤 30,在该步骤中,执行发动机输出偏差计算器 40 的操作。具体而言,确定出步骤 20 中测得的发动机输出相关值的实际值与步骤 10 中得出的要求值之间的偏差。在下文中,该偏差也被称为发动机输出偏差。

[0076] 流程进行到步骤 40,在该步骤中,执行积分器 21 的操作。具体而言,该步骤中确定出步骤 30 中所得出各个发动机输出偏差的总值  $x(i)$ 。更具体而言,将总值  $x(i)$  计算为前一程序执行周期内得出的各个总值  $x(i-1)$  与该程序执行周期内得出的对应那个发动机输出偏差的和。

[0077] 流程进行到步骤 50,在该步骤中,将步骤 40 中求得的总值  $x(i)$  代入到燃烧参数算术表达式 22 中。燃烧参数算术表达式 22 的解被确定为当前的或最新燃烧参数需要被改变的量。例如,图 1(b) 所示的燃烧参数算术表达式 22 被设计成这样:  $r$  阶变量的列向量  $A1$  与矩阵  $A2$  的乘积被定义为  $q$  阶变量的列向量  $A3$ ,其中, $A1$  列向量中的变量代表的是发动机输出相关值的当前值要被改变的量,而矩阵  $A2$  是由  $q \times r$  个元素  $a_{11}$  到  $a_{qr}$  组成的, $A3$  列向量中的变量代表的是燃烧参数要被改变的量。步骤 40 中求得的偏差总值  $x(i)$  被代入到列向量  $A1$  的变量中,以求得列向量  $A3$  各个变量(即各项)的解。这些解被确定为:为达到该程序执行周期内得出的燃烧参数目标值、需要对燃烧参数的最新值进行改变的量(下文中,其也被称为燃烧参数目标值改变量)。

[0078] 流程进行到步骤 60,在该步骤中,对燃烧状况传感器 13 的输出进行监控,以求得燃烧参数的实际值。作为备选措施,ECU 10a 可利用算术模型计算或估算出燃烧参数的当前值,而并不使用燃烧状况传感器 13,且将该计算值作为上述的实际值。只能对于某些燃烧参数才能采用这样的估算。

[0079] 流程进行到步骤 70,在步骤 70 中,执行燃烧参数偏差计算器 50 的操作。具体而

言,将步骤 50 得出的各个燃烧参数目标值改变量加到其基准值上而定出目标值。然后,计算出燃烧参数各个目标值偏离步骤 60 中求得的对应那个燃烧参数实际值的偏差。作为备选措施,也可计算出各个燃烧参数目标值改变量与对应那个燃烧参数实际值改变量之间的偏差。

[0080] 流程进行到步骤 80 中,在该步骤中,执行积分器 31 的操作。具体而言,确定出步骤 70 中得出的各个燃烧参数目标值偏差的总值  $y(i)$ 。更具体而言,计算出前一程序执行周期内的总值  $y(i-1)$  与当前程序执行周期内得出的燃烧参数目标值偏差的总和,并将该总和作为总值  $y(i)$ 。

[0081] 流程进行到步骤 90,在该步骤中,将步骤 80 中得出的总值  $y(i)$  代入到受控变量算术表达式 32 中。受控变量算术表达式 32 的解被确定为所有类型的受控变量的最新指令值需要被改变或调整的量。例如,图 1(c) 所示的受控变量算术表达式 32 被设计成这样:  $q$  阶变量的列向量  $A3$  与矩阵  $A4$  的乘积被定义为  $p$  阶变量的列向量  $A5$ ,其中,  $A3$  列向量中的变量代表的是燃烧参数目标值的改变量,而矩阵  $A4$  是由  $p \times q$  个元素  $b_{11}$  到  $b_{pq}$  组成的,  $A5$  列向量中的变量代表的是受控变量要被改变的量。步骤 80 中求得的偏差总值  $y(i)$  被代入到列向量  $A3$  的变量中,以求得列向量  $A5$  各个变量(即各项)的解。这些解被定为:为使受控变量达到该程序执行周期内得出的目标值(即指令值的目标值),需要对受控变量的最新值进行改变的量(下文其也被称为受控变量目标值改变量)。

[0082] 除了图 2 中的操作之外,ECU 10a 还计算出指令值的基准值,该基准值代表了受控变量的基准值。然后,ECU 10a 基于步骤 90 中得出的受控变量目标值的改变量对该指令值基准值进行修正,以得出要被输出该作动器 11 的各个指令值。指令值的基准值可根据诸如发动机 10 转速等的发动机工作状况预先确定出,或者在 ECU 10a 中按照数学公式来计算出,或者通过基于发动机工作状况查询映射表而得到。该映射表与本申请背景介绍部分中提到的第 2008-223643 和 2007-77935 日本专利首次公开公报所教导的映射表不同,该映射表仅被用来提供指令值的基准值,因而可通过较少的适应性测试容易地制得。

[0083] 下文将参照附图 3(a) 到图 3(c) 对由燃烧参数算术表达式 22 和受控变量算术表达式 32 限定的发动机输出相关值与燃烧参数之间相互关系、以及燃烧参数与受控变量之间相互关系的实例进行描述。

[0084] 图 3(a) 示意性地表示了上述的相互关系。喷射量、喷射时长、以及 EGR 量被定义为作动器 11 的受控变量。 $NO_x$  量、CO 量、以及燃料消耗量被定义为发动机输出相关值。“A”、“B”、“C”分别代表不同类型的燃烧参数。例如,“A”指代的是发动机 10 的点火正时。

[0085] 在图 3(a) 所示的实例中,数字标号 32a 指示一条回归线 32aM,该回归线代表了喷射量与燃烧参数 A 之间的相互关系。回归线 32aM 例如是通过多元回归分析而得出的。类似地,数字标号 32b 指示的是代表喷射量与燃烧参数 B 之间相互关系的回归线。数字标号 32c 指示的是代表喷射量与燃烧参数 C 之间相互关系的回归线。具体而言,如上所述,利用数学模型或行列式,将图 3(b) 所示的喷射量、喷射正时、以及 EGR 量的每一个与燃烧参数 A、B、C 的对应一个之间的相互关系由回归线来进行限定。因而,当规定了喷射量、喷射正时、以及 EGR 量的数值组合时,就可得到燃烧参数 A、B、C 的数值的对应组合。换言之,限定了受控变量与发动机 10 燃烧状况(即燃烧参数)之间的关系。从图 1(a) 可见,受控变量算术表达式 32 是由图 3(a) 中模型的倒逆模型来限定的。

[0086] 在图 3(a) 中, 数字标号 22a 指示一条回归线 22aM, 该回归线代表了燃烧参数 A 与  $\text{NO}_x$  量之间的相互关系。回归线 22aM 例如是通过多元回归分析而得出的。类似地, 数字标号 22b 指示的是代表燃烧参数 A 与 CO 量之间相互关系的回归线。数字标号 22c 指示的是代表燃烧参数 A 与燃料消耗量之间相互关系的回归线。具体而言, 如上所述, 利用数学模型或行列式, 将图 3(c) 所示的燃烧参数 A、B、C 的每一个与  $\text{NO}_x$  量、CO 量、以及燃料消耗量的对应一个之间的相互关系由回归线来进行限定。因而, 当规定了燃烧参数 A、B、C 的组合时, 就可得到  $\text{NO}_x$  量、CO 量、以及燃料消耗量的对应组合。换言之, 限定了发动机 10 燃烧状况 (即燃烧参数) 与发动机 10 输出状况 (即发动机输出相关值) 之间的关系。从图 1(a) 可见, 受控变量算术表达式 22 是由图 3(a) 中模型的倒逆模型来限定的。

[0087] 例如, 当点火正时 A 的目标值保持未变、但其实际值已改变时, 可由燃烧参数偏差计算器 50 给出该差值 (即燃烧参数偏差)。燃烧参数控制器 30 将该燃烧参数偏差代入到图 3(b) 所示模型或行列式中, 以求出为使点火正时 A 的实际值与目标值相一致而要对喷射量、喷射正时、以及 EGR 量的当前值进行改变或修正的量 (即修正量)。

[0088] 以喷射量的修正量  $\Delta Q$  (即喷射量需要改变的量) 为例, 燃烧参数控制器 30 基于图 3(a) 所示的回归线 32aM 得出与点火正时 A 目标值的改变量  $\Delta A$  相对应的修正量  $\Delta Q$ 。图 3(b) 中的受控变量算术表达式 32 限定了燃烧参数与受控变量的各种组合, 从而, 在只有某一个燃烧参数相对于目标值发生了改变时, 同时要对所有的受控变量进行修正。

[0089] 类似地, 当  $\text{NO}_x$  量的要求值保持未变、但其实际值已改变时, 可由发动机输出偏差计算器 20 得出该差值 (即发动机输出偏差)。燃烧参数计算器 20 将该发动机输出偏差代入到图 3(c) 所示模型或行列式中, 以求出为使  $\text{NO}_x$  量的实际值与要求值相一致而要对燃烧参数 A、B、C 的当前值进行改变或修正的量。

[0090] 以点火正时的修正量  $\Delta A$  (即点火正时需要改变的量) 为例, 燃烧参数计算器 20 基于图 3(a) 所示的回归线 22aM 得出与目标值改变量  $\Delta \text{NO}_x$  相对应的修正量  $\Delta A$ 。图 3(c) 中的燃烧参数算术表达式 22 限定了发动机输出相关值与燃烧参数的各种组合, 从而, 在只有某一个发动机输出相关值相对于要求值发生了改变时, 同时要对所有的燃烧参数进行修正。

[0091] 如上文描述的那样, 燃烧参数算术表达式 22 限定了发动机输出相关值与燃烧参数之间的各种组合, 因而能响应于其中某个燃烧参数的改变, 找出对应的发动机输出相关值需要改变的量。例如, 当  $\text{NO}_x$  量的实际值与 PM 量的实际值偏离它们的要求值时 - 如图 4 所示, 就通过将点火正时的最新值 A1 (即从前一程序执行周期得到的数值) 改变为 A2 值来消除该偏差。即使未找到能使  $\text{NO}_x$  量和 PM 量与它们的要求值刚好一致所需的点火正时值 A, 也能利用燃烧参数算术表达式 22 得到能使  $\text{NO}_x$  量和 PM 量尽可能接近它们要求值的最优数值。

[0092] 出于方便的考虑, 图 4 中的示意图只表示了对点火正时 A 的修正, 但是, 如上所述, 燃烧参数算术表达式 22 是限定了不同类型的发动机输出相关值与不同类型的燃烧参数之间所有可能的一定数目组合, 因而能响应于某个或某些发动机输出相关值的偏差同时对各个燃烧参数的目标值进行修正。

[0093] 与燃烧参数算术表达式 22 一样, 受控变量算术表达式 32 被用来限定了不同类型燃烧参数与不同类型的受控变量之间所有可能的一定数目组合, 因而能响应于某个或某些

燃烧参数的偏差同时对各个受控变量的指令值进行修正。

[0094] 图 5(a) 到图 5(d) 中的时序图表示了根据该实施方式的发动机控制系统的模拟工作结果,该结果是在发动机 10 稳定工作过程中、当发动机 10 冷却水的温度(即环境条件)出现改变时进行工作的结果。

[0095] 如图 5(b) 所示,当冷却水温度逐渐升高时,这将造成发动机 10 燃烧状况的改变-即使受控变量保持不变的情况下。这样,燃烧参数偏差计算器 50 输出燃烧参数的偏差量。发动机控制系统以反馈的模式改变受控变量的当前值,从而减小或消除由燃烧参数偏差计算器 50 得出的燃烧参数偏差。在图示的实例中,如图 5(d) 所示那样,发动机控制系统响应于冷却水温度的改变同时对各个受控变量的当前值进行修正,从而以协同的方式同时对各个作动器 11 的工作进行控制,以在整体上减少燃烧参数的偏差。

[0096] 另外,当冷却水的温度逐渐升高时,即使发动机 10 的燃烧状况保持不变,也会造成发动机输出相关值的改变。这样,发动机输出偏差计算器 40 输出发动机输出状况的偏差量。发动机控制系统以反馈的模式改变燃烧参数的目标值,从而减小或消除由发动机输出偏差计算器 40 得出的发动机输出偏差。在图示的实例中,如图 5(c) 所示那样,发动机控制系统响应于冷却水温度的改变以协同的方式同时对不同类型燃烧参数的目标值进行修正,从而在整体上减小了发动机输出的偏差。

[0097] 简言之,如图 5(d) 和图 5(c) 所示,发动机控制系统以反馈的方式同时对各个受控变量进行调节、并同时同时对各个燃烧参数进行调整,以使图 5(a) 中实线所示的发动机输出相关值符合固定的数值。在发动机控制系统被设计为不执行上述反馈控制-例如利用适应性测试制得的映射表执行开环控制的情况下,发动机输出相关值将如图 5(a) 中虚线所示那样响应于发动机 10 冷却水温度的改变而改变,其中,映射表反映的是不同类型发动机输出相关值与不同类型受控变量之间一对一的对应关系。图 5(a) 到图 5(d) 中的模拟结果表明:该实施方式中的上述反馈控制提高了发动机控制系统的稳定性。

[0098] 该实施方式的发动机控制系统具有如下的优点:

[0099] 1) 燃烧参数算术表达式 22 被设计成:其限定了不同类型发动机输出相关值与不同类型燃烧参数之间的相互关系,因此知晓如何对发动机 10 的燃烧状况进行控制来实现所要求的发动机输出相关值。具体而言,发动机控制系统进行工作,考虑到不同类型的燃烧参数与某一发动机输出相关值相互关涉的情况,利用燃烧参数算术表达式 22 确定出燃烧参数目标值的组合,以便于减小发动机输出相关值的实际值与其要求值之间的偏差,并实现所要求的发动机输出相关值。这将导致在使各个发动机输出相关值同步接近其要求值的方面获得改善。

[0100] 2) 受控变量算术表达式 32 被设计为:其限定了不同类型燃烧参数与不同类型受控变量之间的相互关系,由此知晓了如何对发动机 10 的燃烧状况进行控制以实现所需的发动机 10 输出状况。具体而言,发动机控制系统进行工作,利用受控变量算术表达式 32 确定出受控变量的组合,以此来减小燃烧参数实际值相对其目标值的偏差,由此避免了由于不同类型受控变量与某个燃烧参数相互干涉而造成发动机可控性恶化的问题。这将导致在使各个燃烧参数同步接近其目标值方面获得改善。

[0101] 3) 如上所述,发动机控制系统具有燃烧参数算术表达式 22 和受控变量算术表达式 32,这些算术表达式用于选择使发动机输出相关值实现要求值所需的燃烧参数目标值组

合、以及使燃烧参数实现其目标值所需的受控变量指令值组合，由此取消了用于为这些组合找寻最优值的适应性测试，这将减轻控制系统制造商进行适应性测试工作和映射表制作工作的负担，并能减小 ECU 10a 中为存储映射表所需的存储器容量。

[0102] 特别是，利用适应性测试来为每个环境条件获得上述的最优数值组合通常将导致适应性测试的数目极大地增加。但本实施方式的发动机控制系统却利用反馈控制（如后文 4) 和 5) 中描述的那样）提高了应对环境条件改变的稳定性 - 如图 5(a) 到图 5(d) 中讨论的那样，因而取消了为各个环境条件设定燃烧参数算术表达式 22 和受控变量算术表达式 32 的需求，这也将减轻控制系统制造商的负担。

[0103] 4) 发动机控制系统以协同的方式对作动器 11 的受控变量同时进行设置，从而以反馈模式使得控制参数的实际值或计算值与其目标值保持一致，由此减小了发动机 10 不同类型燃烧状况与其目标状况之间的偏差，其中，该偏差是由于环境条件的改变而产生的，其中的环境条件例如是发动机 10 冷却水的温度。这就提高了燃烧参数控制器 30 在对发动机 10 燃烧状况进行控制时应对环境条件改变的稳定性。

[0104] 5) 发动机控制系统以协同的方式对各种类型燃烧参数的目标值同时进行设置，从而以反馈模式使得发动机输出相关值的实际值或计算值与其要求值保持一致，由此减小了不同类型的发动机输出相关值与其目标值之间的偏差，其中，该偏差是由于环境条件的改变而产生的，其中的环境条件例如是发动机 10 冷却水的温度。这就提高了燃烧参数计算器 20 在计算燃烧参数目标值时应对环境条件改变的稳定性，其中，所述的燃烧参数目标值是为了满足发动机输出相关值的要求值而需要的。

[0105] 6) 提高系统应对环境条件改变的稳定性，就消除了在对发动机 10 进行控制过程中对环境状况进行反映的必要性，其中的环境状况例如是由冷却液温度传感器进行测量的。这就允许取消一个或多个环境状况传感器。

[0106] 7) 通常情况下，直接限定不同类型发动机输出相关值与作动器 11 不同类型受控变量之间相互关系的工作是非常复杂的。换言之，非常难于利用试验方法找到如图 3(a) 所示的回归线 32aM。但是，获得发动机输出相关值与燃烧参数之间相互关系、以及燃烧参数与作动器 11 受控变量之间相互关系却是较为容易的。考虑这样的事实，该实施方式的发动机控制系统以燃烧参数作为中间参数、采用了燃烧参数算术表达式 22 和受控变量算术表达式 32 来限定发动机输出相关值与受控变量之间的相互关系，因而利于容易地获得回归线 22aM 和 32aM 上的数据，而这两条回归线被用于形成燃烧参数算术表达式 22 和受控变量算术表达式 32。

[0107] 8) 在燃烧参数被用作中间参数的情况下，发动机控制系统进行工作，以反馈模式对发动机输出相关值的实际值或计算值进行控制，并以反馈模式对中间参数（即燃烧参数）的实际值或计算值进行控制，因而，在利用燃烧参数控制器 30 和受控变量计算器 20 对发动机 10 进行控制中，提高了应对环境条件改变的稳定性。

[0108] 9) 如果其中某个作动器 11 无法正常地工作，从而其不可能改变对应的那个受控变量，则发动机控制系统以反馈的方式对燃烧参数的实际值或计算值进行控制，以持续地修正受控变量的指令值，直到燃烧参数的偏差变为零 (0)。这将造成工作正常的其它作动器 11 的受控变量以协同的方式受到调节，以使燃烧参数的实际值与目标值相一致，由此使发动机输出相关值接近各自的要求值。

[0109] 图 6 表示了根据本发明第二实施方式的发动机控制系统。

[0110] 第一实施方式的发动机控制系统被设计为：独立于图 2 所示控制任务地计算出基准值，并通过将燃烧参数偏差代入到受控变量算术表达式 32 中来求得解，且将这些解确定为基准值要被修正的量。与此相反，图 6 所示第二实施方式中的发动机控制系统把通过将燃烧参数目标值代入到受控变量算术表达式 32 中求得的解确定为基准值，并在反馈控制器 33 中基于燃烧参数的偏差、以反馈模式计算出基准值应当被修正的量。该发动机控制系统利用了指令值计算器 34，采用由受控变量算术表达式 32 得出的基准值、以及由反馈控制器 33 得出的修正量来形成指令值，该指令值被直接输出给作动器 11。

[0111] 独立于图 2 所示的控制任务，第一实施方式的发动机控制系统计算出燃烧参数目标值的基准值，并以反馈模式把通过将发动机输出偏差代入到燃烧参数算术表达式 22 中所得到的解确定为目标值基准值要被改变的量。与此相反，第二实施方式中的发动机控制系统把通过将发动机输出相关值的要求值代入到燃烧参数算术表达式 22 中求得的解确定为目标值的基准值，并在反馈控制器 23 中基于发动机的输出偏差、以反馈模式计算出目标值基准值应当被修正的量。该发动机控制系统利用了目标值计算器 24，采用由燃烧参数算术表达式 22 得出的目标值基准值、以及由反馈控制器 23 得出的修正量来形成燃烧参数的目标值，该目标值被直接输出给受控变量算术表达式 32 和反馈控制器 33。

[0112] 第二实施方式的发动机控制系统的作用在于：以与第一实施方式相同的协同反馈模式，对燃烧参数以及发动机输出相关值的实际值或计算值进行控制。

[0113] 尽管上文以优选实施方式的形式对本发明进行了公开，以便于更好地理解本发明，但应当认识到：在不背离本发明基本原理的前提下，本发明可被按照多种方式进行实施。因而，本发明应当被理解为包含了所有可能的实施方式、以及对所示实施方式的改型方式，在不偏离由后续权利要求限定的本发明基本思想的前提下，这些实施方式都可以实施。

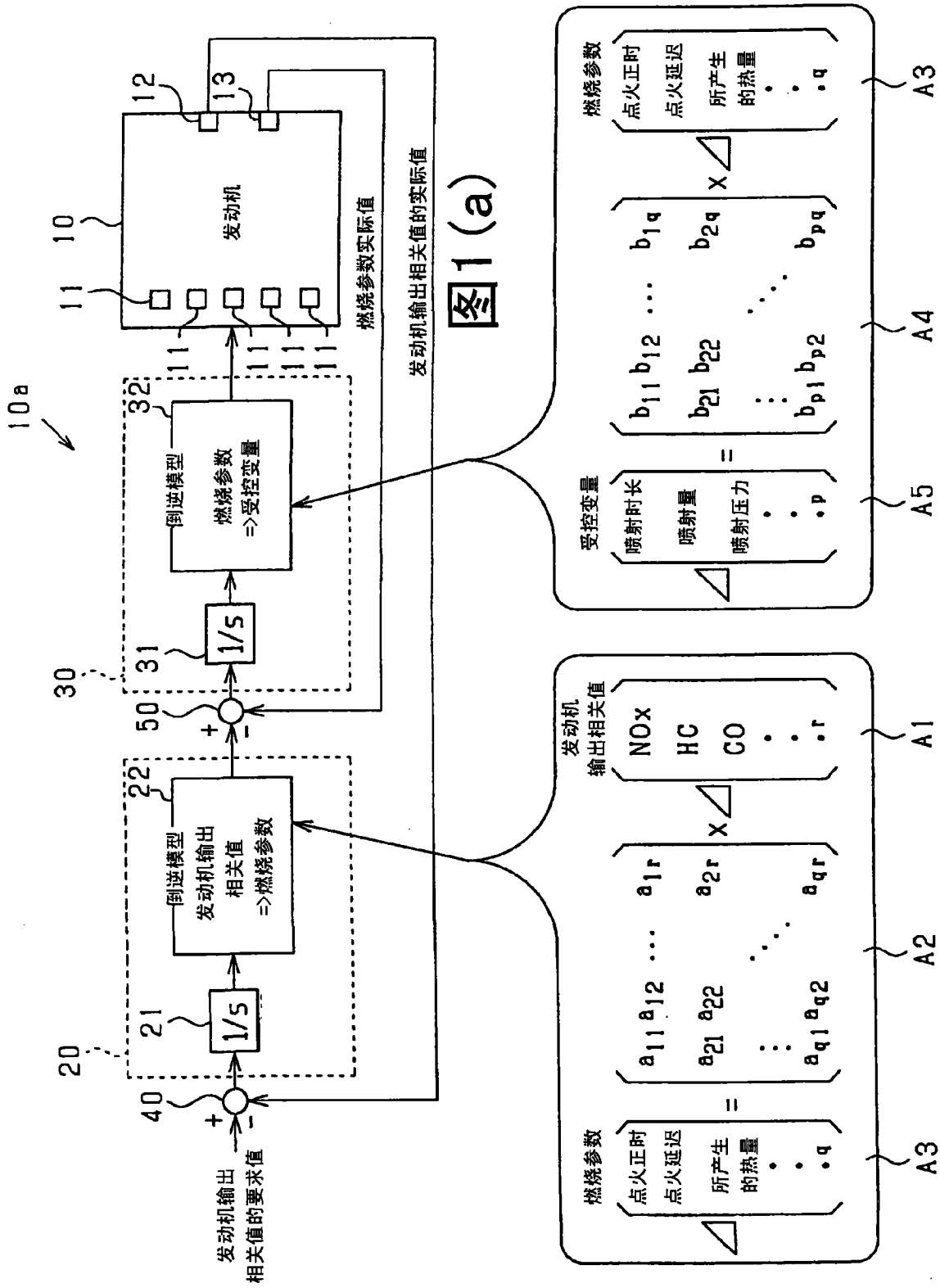
[0114] 例如，发动机控制系统可被设计为按照如下的方式对作动器 11 进行控制：在该方式中，第一、第二实施方式的某些特征被结合到一起。

[0115] 第一、第二实施方式中的发动机控制系统都以反馈模式对燃烧参数和发动机输出相关值的实际值或计算值进行控制，但是，作为备选方案，发动机控制系统也可被设计为：以开环模式对二者中的至少之一进行控制。例如，可将图 6 所示的反馈控制器 23、目标值计算器 24、以及发动机输出偏差计算器 40 取消掉。发动机控制系统将由燃烧参数算术表达式 22 得出的目标值基准值直接输出给燃烧参数控制器 30。作为备选方案，可将反馈控制器 33、指令值计算器 34、以及燃烧参数偏差计算器 50 取消。发动机控制系统将由受控变量算术表达式 32 得出的指令值基准值直接输出给作动器 11。

[0116] 第一、第二实施方式中的发动机控制系统可被设计成这样：利用如下的映射表来取代燃烧参数算术表达式 22 或受控变量算术表达式 32。可用这样的映射表来取代燃烧参数算术表达式 22：该映射表中存储着对于发动机输出相关值的各个要求值而言最佳的燃烧参数值。可用这样的映射表来取代受控变量算术表达式 32：该映射表中存储着对于燃烧参数的各个目标值而言最佳的受控变量值。

[0117] 发动机控制系统中可设置有对诸如发动机 10 冷却水或冷却液温度等环境条件进行测量的传感器，以基于测得的环境条件对由燃烧参数计算器 20 计算出的燃烧参数目标值、和 / 或由燃烧参数控制器 30 计算出的受控变量指令值进行修正。





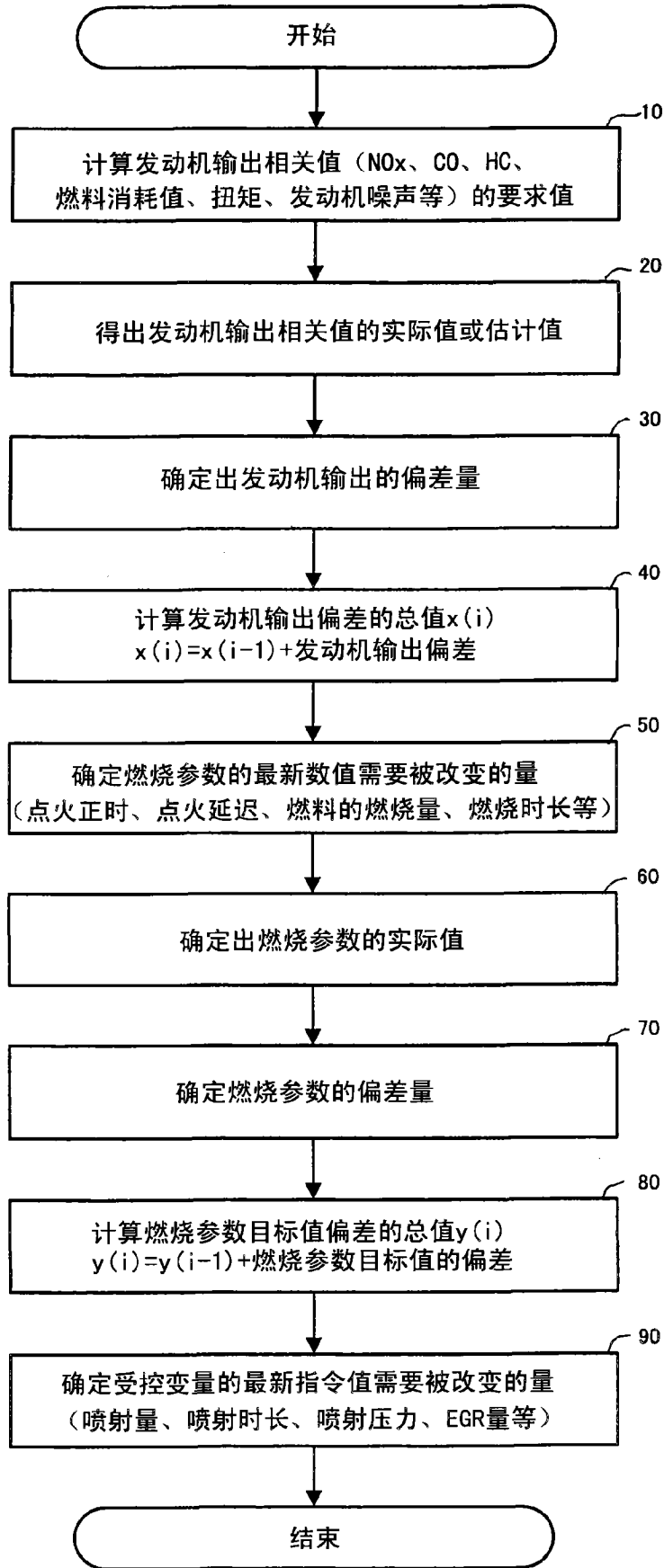


图 2

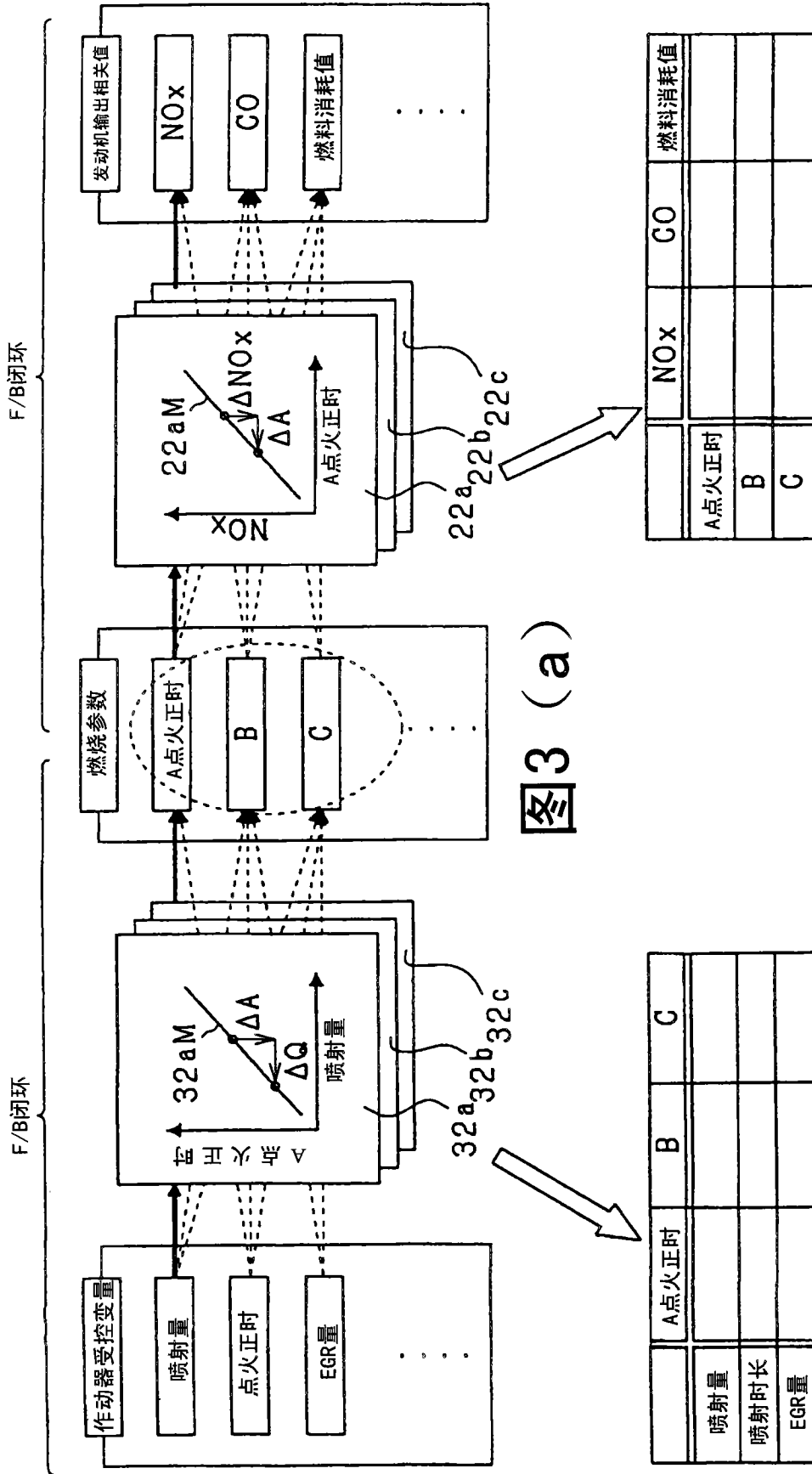


图3 (a)

	A点正时	B	C
喷射量			
喷射时长			
EGR量			

图3 (b)

	NOx	CO	燃料消耗值
A点正时			
B			
C			

图3 (c)

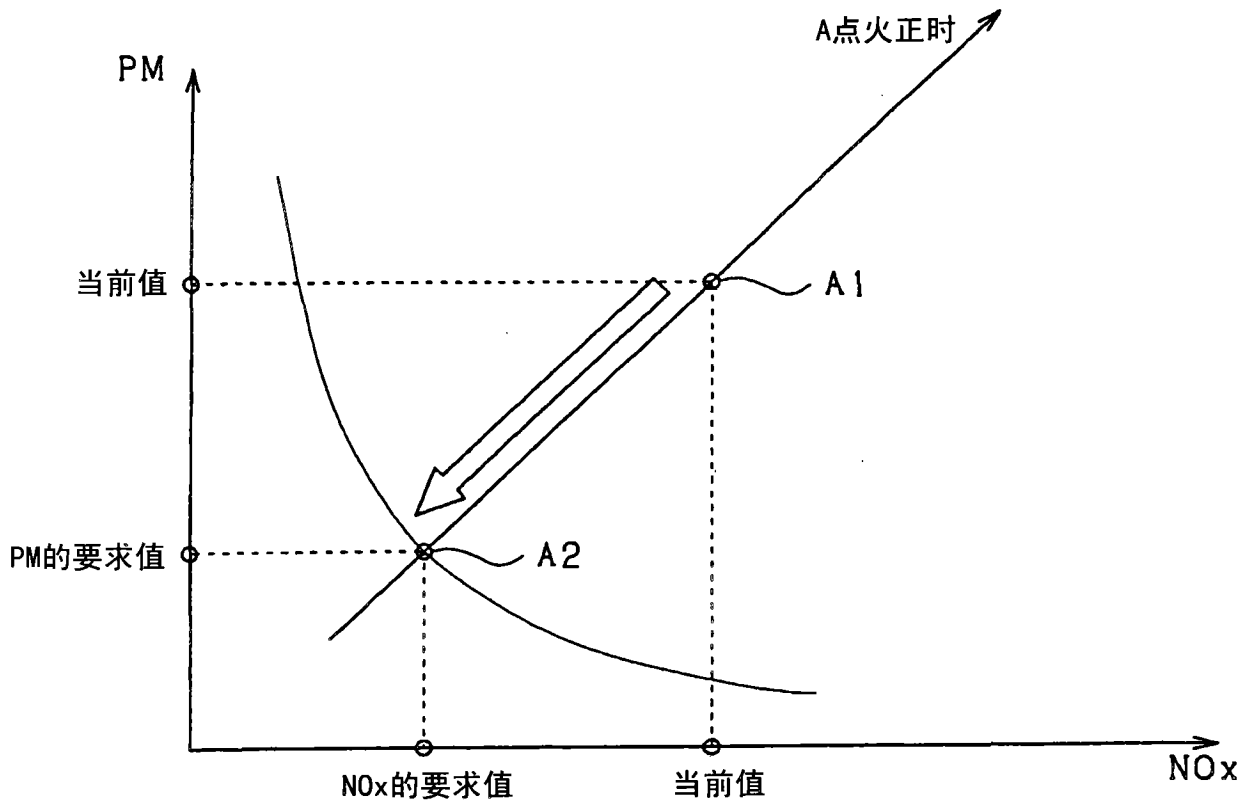


图 4

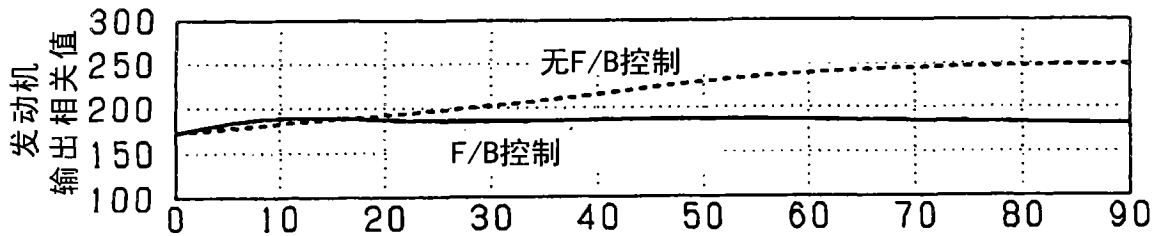


图 5(a)

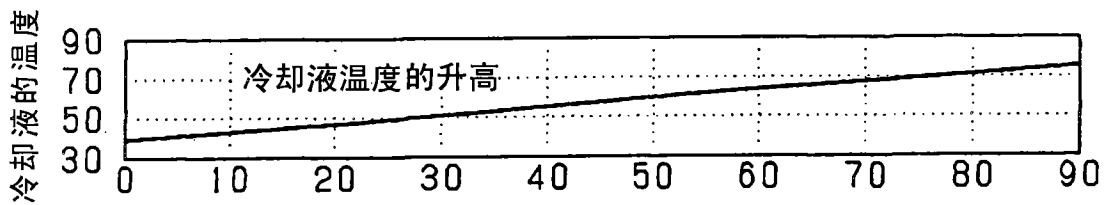


图 5(b)

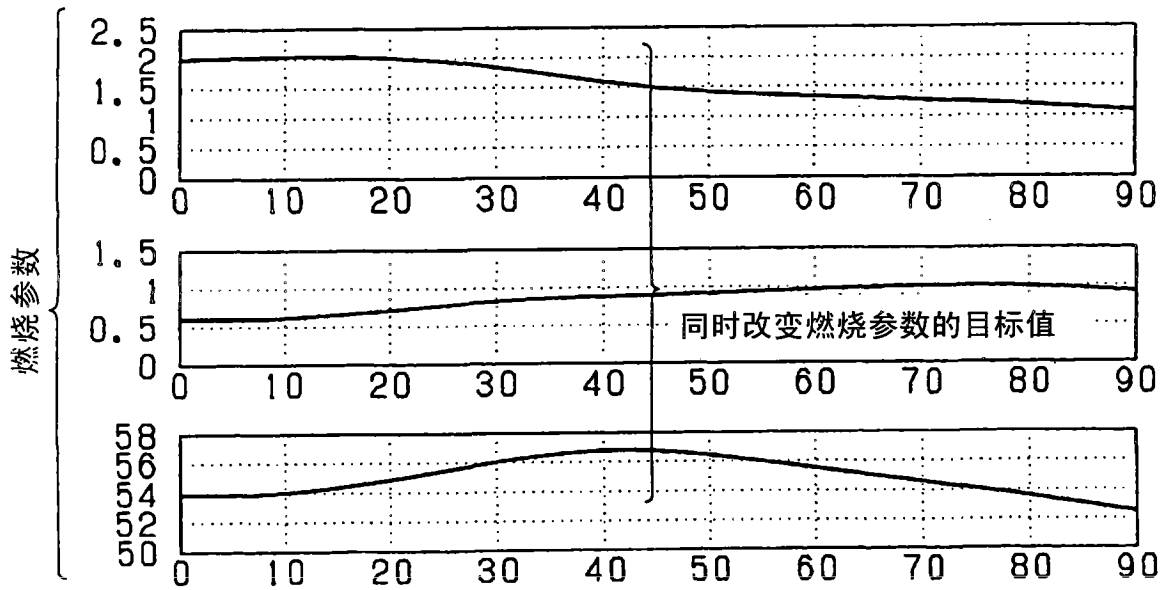


图 5(c)

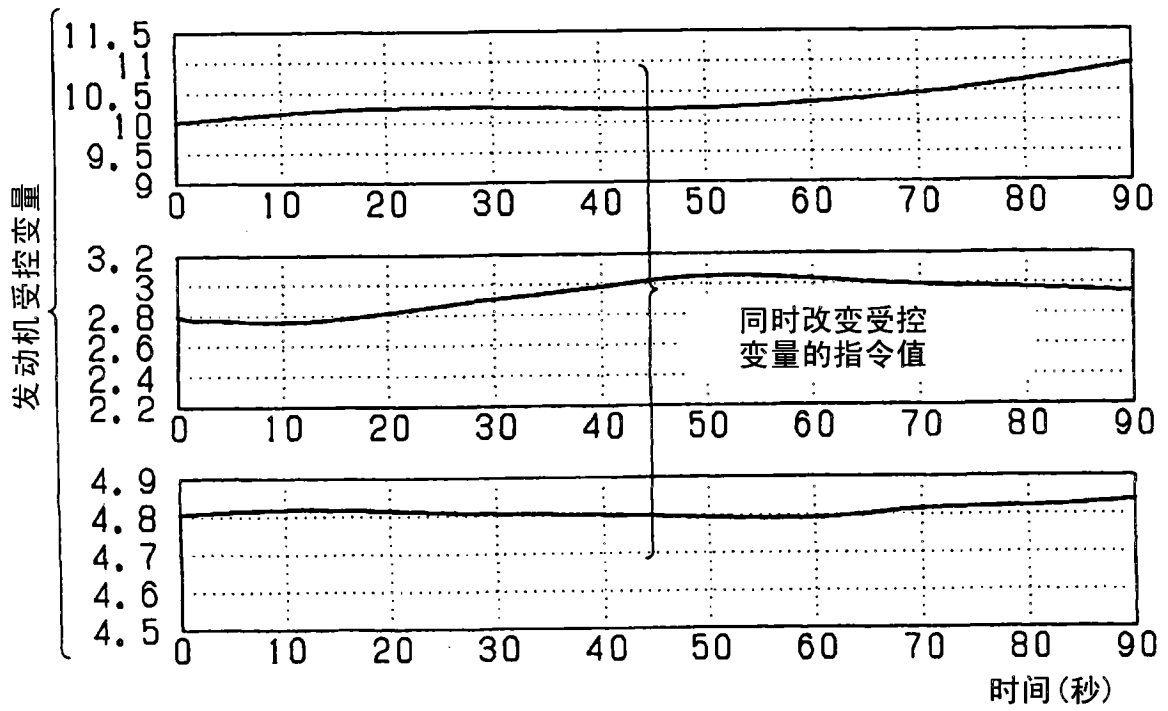


图 5(d)

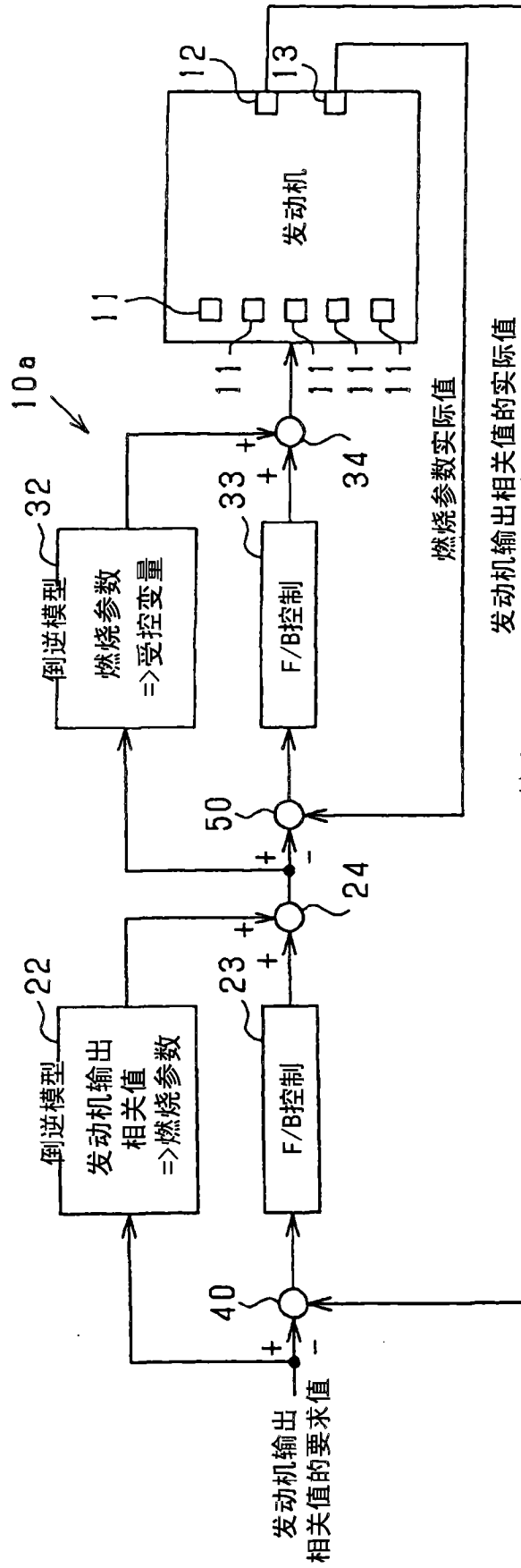


图 6