



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101389844 B

(45) 授权公告日 2011.09.28

(21) 申请号 200780006180.2

F02D 9/02(2006.01)

(22) 申请日 2007.01.25

F02D 11/10(2006.01)

(30) 优先权数据

043415/2006 2006.02.21 JP

(56) 对比文件

US 5377651 A, 1995.01.03,

EP 0752523 B1, 2001.05.16,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.08.21

US 2002/0078924 A1, 2002.06.27,

EP 0893590 B1, 2004.10.06,

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/051656 2007.01.25

审查员 闫俊

(87) PCT申请的公布数据

W02007/097167 EN 2007.08.30

(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 吉川久代 笠岛健司 伊藤真洋

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 张文 吴焕芳

(51) Int. Cl.

F02D 41/00(2006.01)

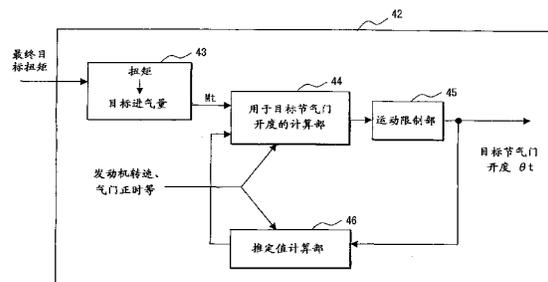
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 10 页

(54) 发明名称

发动机控制系统

(57) 摘要

在一种电子节气门控制系统中,计算目标进气管压力和进气管压力的推定值,以便计算进气管压力的目标值和推定值之间的偏差。以与上述节气门控制系统中的响应滞后相应的量在提前侧补偿所述偏差。基于上述被补偿的偏差和推定进气量来计算经过节气门的进气量。最后基于上述计算出的经过节气门的进气量来计算节气门的目标开度。因此,能够提高节气门控制的响应度和稳定性。



1. 一种发动机控制系统,包括:

电子节气门控制系统,其具有节气门(16)和用于驱动所述节气门的致动器(15),使得所述节气门由所述致动器根据所述节气门的目标开度来控制;

目标值计算装置(44、102、103),其用于计算进气量的目标值或进气管压力的目标值;

目标开度计算装置(44、109),其用于计算所述节气门的目标开度(θt);以及

推定值计算装置(46、203、204),其基于关于所述节气门的控制被施加有运动限制(45、110)的所述节气门的目标开度来计算进气量的推定值或进气管压力的推定值;

其中,所述目标开度计算装置(44、109)基于由所述目标值计算装置(44、102、103)计算出的所述目标值和由所述推定值计算装置(46、203、204)计算出的所述推定值之间的偏差来计算所述节气门的所述目标开度(θt)。

2. 如权利要求1所述的发动机控制系统,其中,

所述推定值计算装置(46)基于被施加有所述运动限制(45、110)的所述节气门的所述目标开度来计算所述进气量的推定值或所述进气管压力的推定值,其中考虑了进气系统中的响应滞后,并且

所述目标开度计算装置(44)包括:

计算装置(106),其用于计算目标进气管压力和推定进气管压力之间的偏差;

补偿装置(107),其用于以与所述进气系统中的所述响应滞后相应的量来向提前侧补偿所述目标进气管压力和推定进气管压力之间的所述偏差;

计算装置(108),其用于基于在所述提前侧中补偿的所述偏差和推定进气量来计算经过所述节气门的进气量;

计算装置(109),其用于基于所计算出的经过所述节气门的进气量来计算节气门开度,使得经过所述节气门的进气量由所述节气门开度来实现;以及

计算装置(110),其用于通过向所计算出的节气门开度施加运动限制来计算所述节气门的所述目标开度。

3. 一种用于控制发动机控制系统的操作的方法,所述发动机控制系统包括:电子节气门控制系统,其具有节气门(16)、用于驱动所述节气门的致动器(15)以及电子控制单元(30),其中,所述节气门由所述致动器根据所述节气门的目标开度来控制,

所述用于控制发动机控制系统的操作的方法包括:

目标值计算步骤(44、102、103),其用于计算进气量的目标值或进气管压力的目标值;

目标开度计算步骤(44、109),其用于计算所述节气门的目标开度(θt);以及

推定值计算步骤(46、203、204),其基于关于所述节气门的控制被施加有运动限制(45、110)的所述节气门的所述目标开度来计算进气量的推定值或进气管压力的推定值;

其中,在所述目标开度计算步骤(44、109),基于由所述目标值计算步骤(44、102、103)计算出的所述目标值和由所述推定值计算步骤(46、203、204)计算出的所述推定值之间的偏差来计算所述节气门的所述目标开度(θt)。

4. 如权利要求3所述的用于控制发动机控制系统的操作的方法,其中,

所述电子控制单元(30)在所述推定值计算步骤(46)基于被施加有所述运动限制(45、110)的所述节气门的所述目标开度来计算所述进气量的推定值或所述进气管压力的推定值,其中考虑了进气系统中的响应滞后,并且

所述目标开度计算步骤 (44) 进一步包括：

计算步骤 (106), 其用于计算目标进气管压力和推定进气管压力之间的偏差；

补偿步骤 (107), 其用于以与所述进气系统中的所述响应滞后相应的量来向提前侧补偿所述目标进气管压力和推定进气管压力之间的所述偏差；

计算步骤 (108), 其用于基于在所述提前侧中补偿的所述偏差和推定进气量来计算经过所述节气门的进气量；

计算步骤 (109), 其用于基于所计算出的经过所述节气门的进气量来计算节气门开度, 使得所述经过所述节气门的进气量由所述节气门开度来实现；以及

计算步骤 (110), 其用于通过向所计算出的节气门开度施加运动限制来计算所述节气门的所述目标开度。

5. 一种发动机控制系统, 包括：

电子节气门控制系统, 其具有节气门 (16)、用于驱动所述节气门的致动器 (15) 以及电子控制单元 (30), 其中, 所述节气门由所述致动器根据所述节气门的目标开度来控制,

其中, 所述电子控制单元 (30) 包括：

目标值计算部 (44、102、103), 其用于计算进气量的目标值或进气管压力的目标值；

目标开度计算部 (44、109), 其用于计算所述节气门的目标开度 (θ_t); 以及

推定值计算部 (46、203、204), 其基于关于所述节气门的控制被施加有运动限制 (45、110) 的所述节气门的所述目标开度来计算进气量的推定值或进气管压力的推定值；

其中, 所述目标开度计算部 (44、109) 基于由所述目标值计算部 (44、102、103) 计算出的所述目标值和由所述推定值计算部 (46、203、204) 计算出的所述推定值之间的偏差来计算所述节气门的所述目标开度 (θ_t)。

6. 如权利要求 5 所述的发动机控制系统, 其中,

所述推定值计算部 (46) 基于被施加有所述运动限制 (45、110) 的所述节气门的所述目标开度来计算所述进气量的推定值或所述进气管压力的推定值, 其中考虑了进气系统中的响应滞后, 并且

所述目标开度计算部 (44) 进一步包括：

计算部 (106), 其用于计算目标进气管压力和推定进气管压力之间的偏差；

补偿部 (107), 其用于以与所述进气系统中的所述响应滞后相应的量来向提前侧补偿所述目标进气管压力和推定进气管压力之间的所述偏差；

计算部 (108), 其用于基于在所述提前侧中补偿的所述偏差和推定进气量来计算经过所述节气门的进气量；

计算部 (109), 其用于基于所计算出的经过所述节气门的进气量来计算节气门开度, 使得所述经过所述节气门的进气量由所述节气门开度来实现；以及

计算部 (110), 其用于通过向所计算出的节气门开度施加运动限制来计算所述节气门的所述目标开度。

发动机控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于具有电子节气门系统的内燃发动机的控制系统,在所述电子节气门系统中,节气门由致动器驱动。

背景技术

[0002] 在用于车辆的最新电子发动机控制系统中,例如,如在日本专利公报 No. H11-22515 中所公开的,车辆驾驶员所要求的发动机扭矩(目标扭矩)基于例如由驾驶员操作的加速踏板的行程进行计算,节气门的目标开度根据该目标扭矩进行计算,且节气门的实际开度被控制为处于该目标开度,以便实现对于驾驶员的加速踏板操作具有更高响应度的驾驶性能。

[0003] 在以上用于节气门控制的现有技术(日本专利公报 No. H11-22515)中,在考虑电子节气门控制系统的非工作时间、对节气门操作的响应滞后、进气管中进气的气流滞后等的情况下,对目标扭矩进行校正以便基于校正后的目标扭矩来计算节气门的目标开度。

[0004] 如上,根据上述电子节气门控制系统,在考虑该系统的非工作时间和响应滞后以及气流滞后的情况下,对目标扭矩进行校正,以计算节气门的目标开度。但是,根据最新的电子节气门控制系统,在进一步考虑废气排放的情况下,对节气门的控制添加了运动限制。因此,当目标扭矩(目标进气量)以逐级方式急剧变化时,节气门的实际开度(即,实际充入发动机气缸内的进气量)受这种运动限制的限制。因而,进气量偏离目标量,从而导致对节气门控制的响应度降低。

[0005] 根据另一个现有技术,例如,如在日本公报 No. 2002-201998 中所公开的,该现有技术的目的在于改善在过渡期间对空燃比的控制精度。为此目的,将节气门的目标开度设置为滞后。基于节气门的目标开度(在设置滞后之前)和电子节气门系统的响应滞后特性来估算处于进气门的气门关闭正时时的节气门开度。基于上述估算的节气门开度来计算进气量。并根据估算的进气量来计算燃料喷射量。

[0006] 在上述现有技术(日本公报 No. 2002-201998)中,当进行补偿以减小目标值和实际值之间的偏差时,不仅要补偿偏差,也要对节气门的目标开度的滞后进行补偿。补偿增益有可能变得太大且有可能发生节气门开度过调。因此,有可能使节气门控制的稳定性变差。

发明内容

[0007] 鉴于上述问题,完成了本发明。本发明的目的在于提供一种发动机控制系统,根据所述发动机控制系统,能改善对节气门控制的响应度和稳定性。

[0008] 根据本发明的特征,进气量的目标值或进气管压力的目标值由目标值计算装置来计算,并且同时进气量的推定值或进气管压力的推定值同样由推定值计算装置来计算,所述进气量的推定值或进气管压力的推定值能够通过节气门的实际运动来获得。节气门的目标开度由节气门开度计算装置基于目标值和推定值之间的偏差来计算。

[0009] 如在日本专利公报 No. 2002-201998 中所公开的现有技术一样,根据上述特征,能够在不具有节气门控制滞后的情况下,准确地计算进气量的推定值或进气压力的推定值,所述进气量的推定值或进气压力的推定值能够通过节气门的实际驱动操作来获得。因此,能够在节气门控制操作中提高所述响应度和稳定性。

[0010] 此外,由于能够通过利用进气系统的逆模型来计算推定进气量以及推定进气压力,所以能够通过这样一种程序来获得所述推定值:即,在所述程序中,能够直接使用进气系统的所述模型的参数(例如,空气填充效率“ η ”)。因此,能够减少用于将所述参数与相应的发动机类型进行匹配的劳动力。

[0011] 根据本发明的另一个特征,推定值计算装置优选基于关于节气门控制被施加有运动限制的节气门开度来计算进气量的推定值或进气管压力的推定值。

[0012] 鉴于废气排放,对节气门的驱动操作施加运动限制。但是,根据这样的特征,进气量的推定值或进气管压力的推定值被计算为能够通过节气门的实际驱动操作(对其施加了运动限制)来获得的值。因此,能够准确地计算所述推定值。

[0013] 根据本发明的再一个特征,推定值计算装置基于被施加有运动限制的节气门开度来计算进气量的推定值或进气管压力的推定值,在其中,考虑到了进气系统的响应滞后。并且,节气门开度计算装置包括:

[0014] 计算装置,其用于计算目标进气管压力和推定进气管压力之间的偏差;

[0015] 补偿装置,其用于以与所述进气系统中的响应滞后相应的量来向提前侧补偿所述进气管压力的所述偏差;

[0016] 计算装置,其用于基于在提前侧中补偿的偏差和推定进气量来计算经过节气门的进气量;

[0017] 计算装置,其用于基于所计算出的经过节气门的进气量来计算节气门开度,使得流经节气门的进气量由所述节气门开度来实现;以及

[0018] 计算装置,其用于通过向计算出的节气门开度施加运动限制来计算节气门的目标开度。

[0019] 根据这样的特征,即使在向节气门的驱动操作施加了运动限制且进气系统中存在响应滞后的情况下,也能够提高在节气门控制操作中提高响应度和稳定性。

附图说明

[0020] 根据以下参考附图所进行的详细描述将更加清楚本发明的上述目的和其它目的、特征以及优点。在这些图中:

[0021] 图 1 是示出根据本发明实施方式的发动机控制系统的结构的示意图;

[0022] 图 2 是示出发动机控制系统总体结构的框图;

[0023] 图 3 是用于说明发动机控制系统的输出控制部的功能的框图;

[0024] 图 4 是用于说明节气门的目标开度的计算功能的框图;

[0025] 图 5 是示出用于计算节气门的目标开度的程序的流程图;

[0026] 图 6 是示出用于计算推定值(“ P_{mest} ”、“ M_{test} ”)的程序的流程图;

[0027] 图 7 是示出用于将目标进气量“ M_t ”转换为目标进气管压力“ P_{mt} ”的映射的概念图;

[0028] 图 8 是示出用于根据推定进气管压力“ P_{mest} ”和大气压力“ P_a ”之间的比值 (P_{mest}/P_a) 来计算流率系数“ ϕ ”的映射的概念图；

[0029] 图 9 是示出用于将节气门的开启面积“ A_t ”转换为节气门的目标节气门开度“ θ_t ”的映射的概念图；

[0030] 图 10 是示出用于将推定进气管压力“ P_{mest} ”转换为推定进气量“ M_{test} ”的映射的概念图；

[0031] 图 11 是示出用于当进气量以逐级方式变化时控制节气门开度的示例的时间图，图中节气门的目标开度基于普通物理公式确定；以及

[0032] 图 12 是示出用于当进气量以逐级方式变化时控制节气门开度的示例的时间图，图中节气门的目标开度根据本发明实施方式的方法来计算。

具体实施方式

[0033] 下面说明本发明的实施方式。参考图 1 来说明发动机控制系统的结构。在发动机 11 (直接燃料喷射式内燃发动机) 的进气管 12 的上游端设置有空气滤清器 13。在空气滤清器 13 的下游侧设置有空气流量计 14, 用于检测发动机 11 的进气量。在空气流量计 14 的下游侧设置有节气门 16 和节气门传感器 17, 其中, 节气门 16 的开度由电子节气门控制系统的电动马达 15 控制, 且所述传感器 17 检测节气门 16 的开度 (以下也称作“节气门开度”)。

[0034] 在节气门 16 的下游侧还设置有稳压罐 18, 并且在稳压罐 18 处设置有用于检测进气压力 (即进气管压力) 的压力传感器 19。多个进气歧管 20 与稳压罐 18 相连接, 用于将进气引入到发动机 11 的各个气缸中。在每个进气歧管 20 中设置有气流控制阀 31, 用于控制每个气缸中的气流的强度 (涡流的强度、翻转流的强度等)。

[0035] 在各个气缸的上部处设置有燃料喷射阀 21, 以便将燃料直接喷射到气缸 (燃烧室) 内。火花塞 22 安装到发动机 11 的用于各个气缸的气缸盖上, 使得每个气缸中的空气-燃料混合气由在火花塞 22 处的火花放电点燃。气门正时可变装置 39、40 设置为用来改变进气门 37 和排气门 38 的开度正时和 / 或关闭正时。

[0036] 在发动机 11 的气缸体处设置有温度传感器 23, 用于检测发动机冷却水的温度。在曲轴 (未示出) 的外周部分处设置有曲轴转角传感器 24, 用于输出曲轴每次按角度转动预定角度的脉冲信号。基于来自曲轴转角传感器 24 的输出信号来检测曲轴转角以及发动机转速。

[0037] 在发动机 11 的排气管 25 中设置有上游侧催化器 26 和下游侧催化器 27, 以用于净化废气。在上游侧催化器 26 的上游侧设置有废气传感器 28 (例如, 空燃比传感器、氧传感器等), 用于检测空燃比、废气的浓状态或稀状态。加速踏板 35 的操作行程 (开度) 由加速度传感器 36 检测。

[0038] 来自上述传感器的输出信号都被输入到发动机控制单元 (ECU) 30, 所述 ECU 30 包括微型计算机, 以执行存储在存储装置 (只读存储器) 中的发动机控制程序。通过设定节气门 16 的目标开度 (也称作“目标节气门开度”) 来控制进气量, 以便将发动机 11 的输出扭矩控制为目标扭矩 (需求扭矩)。

[0039] 根据本发明的实施方式, 如图 2 所示, 应用选择部 41 根据由怠速控制 (ISC) 部、巡航控制部、牵引力控制部、自动变速器控制部 (AT-ECU)、防抱死制动系统控制部 (ABS-ECU)

等分别设定的目标扭矩来选择最终目标扭矩。输出控制部 42 根据所选择的最终目标扭矩来计算致动器命令值（即，节气门的目标开度）。该致动器命令值被输出到发动机 11，从而控制进气量，以便使发动机 11 的输出扭矩变得等于该目标扭矩。

[0040] 如图 3 所示，输出控制部 42 具有：用于将最终目标扭矩转换为目标进气量“Mt”的目标值计算部 43；以及用于根据目标进气量“Mt”来计算目标节气门开度的计算部 44。输出控制部 42 进一步具有运动限制部 45，所述运动限制部 45 通过用于节气门 16 的驱动速度或驱动加速度的防护程序以及用于上限和下限的防护程序来限制目标节气门开度“ θ_t ”。在考虑排放控制、电子节气门控制系统的马达 15 的驱动特性等的情况下执行所述防护程序。输出控制部 42 进一步具有推定值计算部 46，所述推定值计算部 46 用于计算进气量的推定值 (Mtest) 和进气管压力（即，进气压力）的推定值 (Pmest)，所述进气量的推定值和进气管压力的推定值能够通过运动限制被施加到其上的目标节气门开度“ θ_t ”而获得（对所述目标节气门开度“ θ_t ”执行所述防护程序）。

[0041] 如图 4 所示，计算部 44 计算目标进气管压力“Pmt”，所述计算部 44 根据示出目标进气管压力“Pmt”关于目标进气量“Mt”的参数的映射（图 7 所示）来获得目标进气量。在所述映射（图 7）中，目标进气管压力“Pmt”和目标进气量“Mt”成线性关系。此外，在所述映射（图 7）中，为了将目标进气量“Mt”转换为目标进气管压力“Pmt”，可以将诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等其它发动机运转条件用作参数。这是因为目标进气量“Mt”和目标进气管压力“Pmt”之间的关系依据诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件而变化。

[0042] 随后，计算部 44 计算根据所述映射计算出的目标进气管压力“Pmt”和由推定值计算部 46 计算出的推定进气管压力“Pmest”之间的偏差“dPm”（= Pmt-Pmest）。由下面的公式 1 计算出补偿量，以便沿着提前方向以提前补偿增益补偿所述偏差“dPm”，所述提前补偿增益对应于从节气门 16 至稳压罐 18 的进气滞后。

[0043] 【公式 1】

[0044]

用于待充入稳压罐的进气的滞后的补偿量 $= \frac{V}{\kappa \cdot R \cdot T_{mp}} \cdot \frac{dPm}{dt}$

[0045] $\left(\frac{dPm}{dt} = \frac{Pmt - Pmest}{dt} \right)$

[0046] 在上面的公式 1 中，“ κ ”是进气比热的比值，“R”是进气的气体常数，“T_{mp}”是进气的温度，且“V”是从节气门 16 至稳压罐 18 的进气通道的容积。

[0047] “dPm/dt”是目标进气管压力和推定进气管压力之间的偏差“dPm”（= Pmt-Pmest）对时间进行微分的微分值。

[0048] 此外，计算部 44 按照下面的公式 2、通过将上述补偿量与由推定值计算部 46 计算出的推定进气量“Mtest”相加来计算经过节气门的空气量“Mi”。

[0049] 【公式 2】

[0050] $Mi = Mtest + \frac{V}{\kappa \cdot R \cdot T_{mp}} \cdot \frac{dPm}{dt}$

[0051] 上面的公式 2 表示进气系统模型的逆模型,所述进气系统模型模拟了经过节气门 16 且待充入稳压罐 18 的进气的滞后。

[0052] 计算部 44 基于经过节气门的空气量“Mi”来计算节气门的目标开度,以实现所述空气量“Mi”。节气门的目标开度由运动限制部 45 的防护程序限制,使得设置所述上限和下限并限制节气门 16 的驱动速度或驱动加速度。从而,获得目标节气门开度的最终值“ θ_t ”,并将该目标节气门开度“ θ_t ”输出到电子节气门控制系统的马达驱动电路(未示出)。

[0053] 推定值计算部 46 具有用于推定经过节气门的空气量“Miest”的推定部 47,其中,所述空气量“Miest”是能够由上述目标节气门开度“ θ_t ”实现的推定空气量。推定值计算部 46 进一步具有用于进气的滞后计算部 48,所述进气的滞后计算部 48 基于进气系统模型、根据经过节气门的推定空气量“Miest”来计算推定进气量“Mtest”和推定进气管压力“Pmest”,所述进气系统模型模拟了经过节气门 16 且待充入稳压罐 18 内的进气的滞后。

[0054] 推定部 47 根据下面的公式 3 来计算经过节气门的推定空气量“Miest”。

[0055] 【公式 3】

$$[0056] \quad Miest = \frac{\mu \cdot Pa \cdot \phi}{\sqrt{R \cdot Tmp}} \cdot At$$

[0057] 在上面的公式中,“ μ ”是空气流量的匹配系数,“Pa”是大气压力,如图 8 所示,“ ϕ ”是由推定进气管压力“Pmest”和大气压力“Pa”之间的比值(Pmest/Pa)限定的空气流量系数。“At”是与目标节气门开度“ θ_t ”对应的节气门开启面积。

[0058] 用于进气的滞后计算部 48 根据由下面的公式 4 所表示的进气系统模型的公式并根据推定空气量“Miest”来计算推定进气管压力“Pmest”。

[0059] 【公式 4】

$$[0060] \quad \frac{dPmest}{dt} = \frac{\kappa \cdot R \cdot Tmp}{V} (Miest - Mtestold)$$

[0061]

$$dPmest = Pmest - Pmestold = dt \cdot \frac{\kappa \cdot R \cdot Tmp}{V} (Miest - Mtestold)$$

$$[0062] \quad Pmest = Pmestold + dt \cdot \frac{\kappa \cdot R \cdot Tmp}{V} (Miest - Mtestold)$$

[0063] 在上面的公式 4 中,“Pmestold”是用于图 5 所示程序的前一个循环的推定进气管压力。同样,“Mtestold”是前一个循环的推定进气量。“dt”是计算周期。

[0064] 在根据上面的公式 4 计算出当前循环的推定进气管压力“Pmest”之后,就能根据映射(图 10 所示)来计算与所述推定进气管压力“Pmest”对应的推定进气量“Mtest”。由于推定进气管压力“Pmest”和推定进气量“Mtest”之间的关系依据诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件、以及与图 7 所示映射相同的方式而变化,所以为了将推定进气管压力“Pmest”转换为推定进气量“Mtest”的映射具有包括诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件在内的参数。

[0065] 本实施方式的节气门控制操作由 ECU 30 通过执行图 5 和图 6 所示的相应程序来

实施。以下将说明所述程序（过程）。

[0066] <用于计算目标节气门开度“ θ_t ”的程序>

[0067] 在发动机运行期间以预定周期重复执行图 5 中的程序。当程序开始时，输出控制部 42 在步骤 101 处读取由应用选择部 41 选择的最终目标扭矩。在随后的步骤 102 处，输出控制部 42 根据二维映射来计算目标进气量“ M_t ”，所述二维映射与当前发动机转速“ N_e ”和最终目标扭矩对应。随后程序进行到步骤 103，在步骤 103 处，输出控制部 42 根据示出目标进气管压力“ P_{mt} ”关于目标进气量“ M_t ”的参数的映射（图 7 所示）来计算目标进气管压力“ P_{mt} ”，所述目标进气管压力“ P_{mt} ”是实现目标进气量“ M_t ”所必需的。

[0068] 如已经说明的，由于进气量和进气管压力“ P_m ”之间的关系依据诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件而变化，所以为了将目标进气量“ M_t ”转换为目标进气管压力“ P_{mt} ”的映射（图 7）具有包括诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件在内的参数。

[0069] 程序进行到步骤 104，在步骤 104 处，输出控制部 42（运动限制部 45）执行防护程序，使得目标进气管压力“ P_{mt} ”处于能够在当前大气压力下实现的压力范围内。随后，程序进一步进行到步骤 105，在步骤 105 处，输出控制部 42（计算部 44）读取将根据图 6 中的程序（稍后说明）计算的推定进气管压力“ P_{mest} ”和推定进气量“ M_{test} ”，程序进行到步骤 106，在步骤 106 处，计算部 44 计算目标进气管压力“ P_{mt} ”和推定进气管压力“ P_{mest} ”之间的偏差“ dP_m ”（ $= P_{mt} - P_{mest}$ ）。

[0070] 程序进一步进行到步骤 107，在步骤 107 处，计算部 44 根据公式 1 来计算补偿量，所述补偿量用于以相应于从节气门 16 至稳压罐 18 的进气滞后（即，待充入稳压罐的进气的滞后）的量来向提前侧补偿偏差“ dP_m ”。

[0071] 随后，程序进行到步骤 108，以通过将上述补偿量与推定进气量“ M_{test} ”相加来计算经过节气门的空气量“ M_i ”。

[0072] 程序进行到步骤 109，以根据下面的方式来计算实现经过节气门的空气量“ M_i ”所必需的目标节气门开度“ θ_t ”。首先，根据下面的公式 5 计算实现经过节气门的空气量“ M_i ”所必需的节气门开启面积“ A_t ”：

[0073] 【公式 5】

$$[0074] \quad A_t = M_i \cdot \frac{\sqrt{R \cdot T_{mp}}}{\mu \cdot P_a \cdot \phi}$$

[0075] 在上面的公式 5 中，空气流量系数“ ϕ ”基于例如图 8 所示的映射、根据推定进气管压力“ P_{mest} ”和大气压力“ P_a ”之间的比值（ P_{mest}/P_a ）进行计算。

[0076] 输出控制部 42 根据例如图 9 所示的映射来将节气门的开启面积“ A_t ”（根据上面的公式 5 计算出的）转换为目标节气门开度“ θ_t ”。

[0077] 随后，程序进行到步骤 110，在步骤 110 处，通过防护程序来限制节气门的目标开度（例如，设置上限和下限并且限制节气门 16 的驱动速度或驱动加速度），以便获得目标节气门开度的最终值“ θ_t ”。

[0078] <用于计算推定值（ P_{mest} 、 M_{test} ）的程序>

[0079] 在发动机运行期间还以预定周期重复执行图 6 中的程序。当程序开始时，推定值

计算部 46 在步骤 201 处读取节气门运动已被限制的情况下的最终（当前）目标节气门开度“ θ_t ”。随后，在下一个步骤 202 处，推定值计算部 46 推定能够由上述目标节气门开度“ θ_t ”实现的推定空气量“ M_{iest} ”。

[0080] 在此过程中，基于与图 9 中的映射相似的映射，将目标节气门开度“ θ_t ”转换为节气门的开启面积“ A_t ”。推定空气量“ M_{iest} ”根据公式 3 进行计算，在公式 3 中使用了上述节气门的开启面积“ A_t ”。

[0081] 随后，程序进行到步骤 203，在步骤 203 处，推定值计算部 46 基于前一个循环的推定进气量“ $M_{testold}$ ”与当前循环的推定空气量“ M_{iest} ”之间的差值（ $M_{iest} - M_{testold}$ ）来计算每个计算周期“ dt ”的进气管压力的变化值“ dP_{mest} ”。并且，推定值计算部 46 通过将上述变化值“ dP_{mest} ”与前一个循环的推定进气管压力“ $P_{mestold}$ ”相加来计算当前循环的推定进气管压力“ P_{mest} ”。

[0082] 程序进一步级行到步骤 204，在步骤 204 处，推定值计算部 46 根据映射（图 10 中所示）来计算与推定进气管压力“ P_{mest} ”对应的推定进气量“ M_{test} ”。

[0083] 推定进气量“ M_{test} ”与推定进气管压力“ P_{mest} ”之间的关系依据诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件而变化。因此，为了将推定进气管压力“ P_{mest} ”转换为推定进气量“ M_{test} ”的映射（图 10）具有包括诸如发动机转速、进气门和排气门的气门正时等发动机运转条件在内的参数。

[0084] 下面参考图 11 和图 12 来说明本发明实施方式的效果。

[0085] 图 11 是示出节气门控制的示例的时间图，图中，进气量以逐级方式变化，且图中的目标节气门开度基于普通物理公式确定。图 12 是示出进气量和节气门开度的时间图，图中，进气量同样以逐级方式变化，但目标节气门开度根据本发明实施方式的方法进行计算。

[0086] 在根据普通物理公式计算目标节气门开度的情况下，如图 11 所示，当目标进气量以逐级方式变化时，根据物理公式（进气系统的逆模型）计算出的目标节气门开度（即，在施加运动限制之前的目标节气门开度）瞬间增大。随后，所述目标节气门开度立刻减小为稳态的目标节气门开度，所述稳态是在目标进气量变化之后达到的工作状态。但是，考虑到排放控制、电子节气门控制系统的马达 15 的驱动特性等，所述目标节气门开度实际上受防护程序限制。因此，即使当目标进气量以逐级方式变化时，目标节气门开度（受防护程序限制）不会瞬间增大，而是朝着目标进气量变化之后达到的稳态的目标节气门开度逐渐增大。因此，在实际进气量相对于所述目标进气量的逐级变化的响应中，滞后有可能增大。

[0087] 但是，根据本发明，考虑到响应的滞后，进气量的推定值（ M_{test} ）和进气管压力的推定值（ P_{mest} ）基于目标节气门开度“ θ_t ”（已对其施加了运动限制）进行计算。随后，计算目标进气管压力“ P_{mt} ”和推定进气管压力“ P_{mest} ”之间的偏差“ dP_m ”（ $= P_{mt} - P_{mest}$ ）。并且，通过按照对应于在进气系统中的响应滞后的量向提前侧补偿所述偏差“ dP_m ”来计算经过节气门的空气量“ M_i ”。

[0088] 此外，基于经过节气门的空气量“ M_i ”来计算节气门开度，并且在考虑排放等的情况下向所计算出的节气门开度施加运动限制，以最终获得目标节气门开度“ θ_t ”。

[0089] 因此，如图 12 所示，当目标进气量以逐级方式变化时，目标节气门开度（即，施加运动限制前的目标节气门开度）瞬间增大。

[0090] 但是，目标节气门开度不会像图 11 一样立刻减小，而是以适当倾向逐渐减小至目

标进气量变化之后达到的稳态的目标节气门开度。因此,当目标进气量以逐级方式变化时,目标节气门开度(即,带有运动限制的目标节气门开度)以如下过调方式变化:即,适当地将目标节气门开度过调为超过目标进气量变化之后达到的稳态的目标节气门开度。因此,能够改善实际进气量相对于目标进气量的逐级变化的响应滞后。

[0091] 此外,根据本发明的实施方式,能够准确地计算推定进气量“ M_{test} ”和推定进气管压力“ P_{mest} ”,其中,这些推定值都能够通过节气门 16 的实际驱动操作来获得。上述效果能够像在日本专利公报 No. 2002-201998 中所公开的现有技术一样在没有节气门控制滞后的情况下获得。因此,能够在节气门控制操作中实现响应度和稳定性(抑制过调)。

[0092] 另外,由于能够通过利用进气系统的逆模型来计算推定进气量“ M_{test} ”和推定进气管压力“ P_{mest} ”,所以能够通过这样的过程获得推定值,即,在所述过程中能够直接使用进气系统的模型的参数(例如,空气填充效率“ η ”)。因此,能够减少用于将所述参数与相应的发动机类型进行匹配的劳动力。

[0093] 本发明并不局限于应用到直接喷射类型的发动机,而是还可应用于任何其它类型的发动机,例如,进气口喷射类型的发动机。本发明能够以各种方式进行修改。

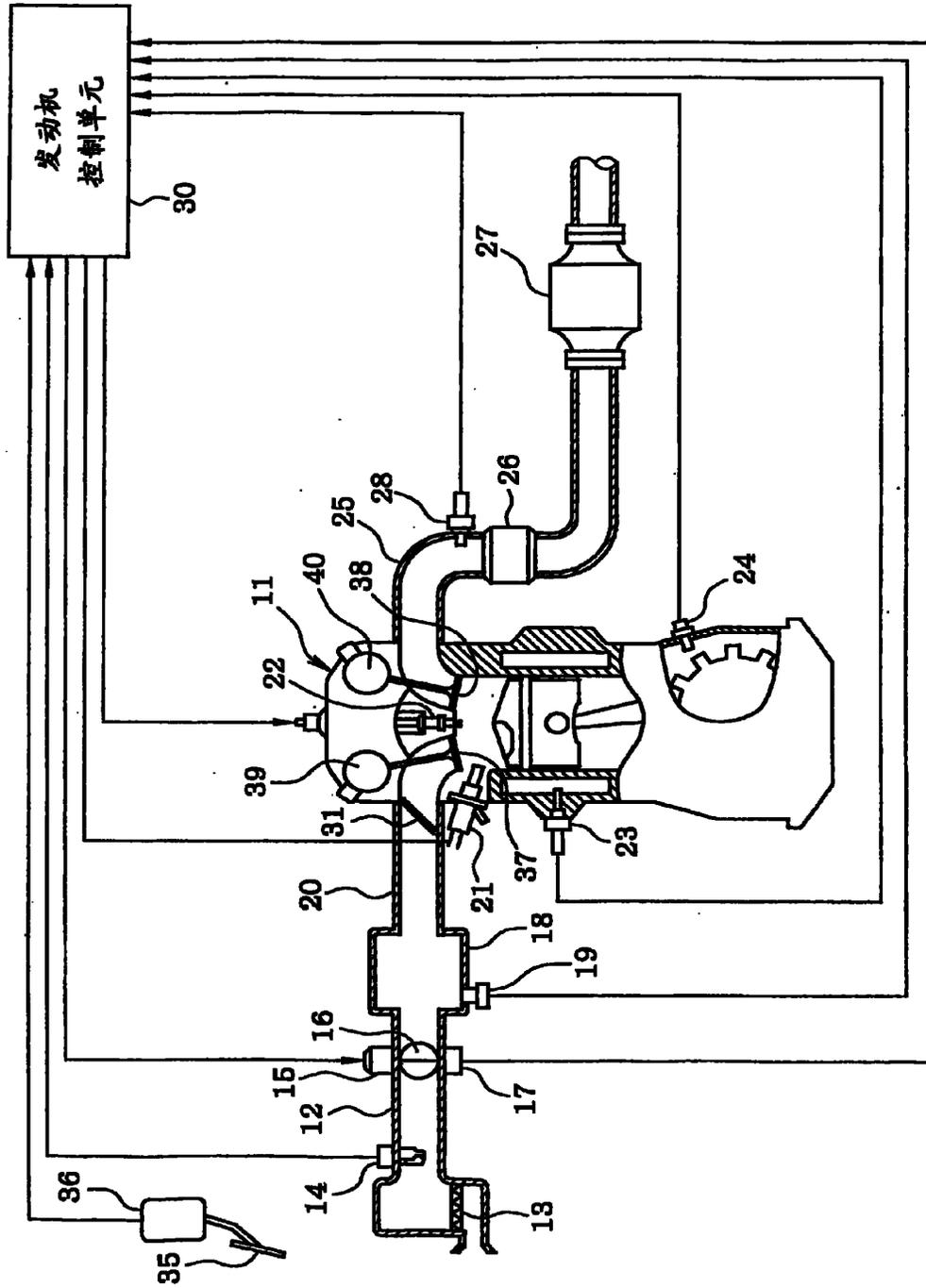


图1

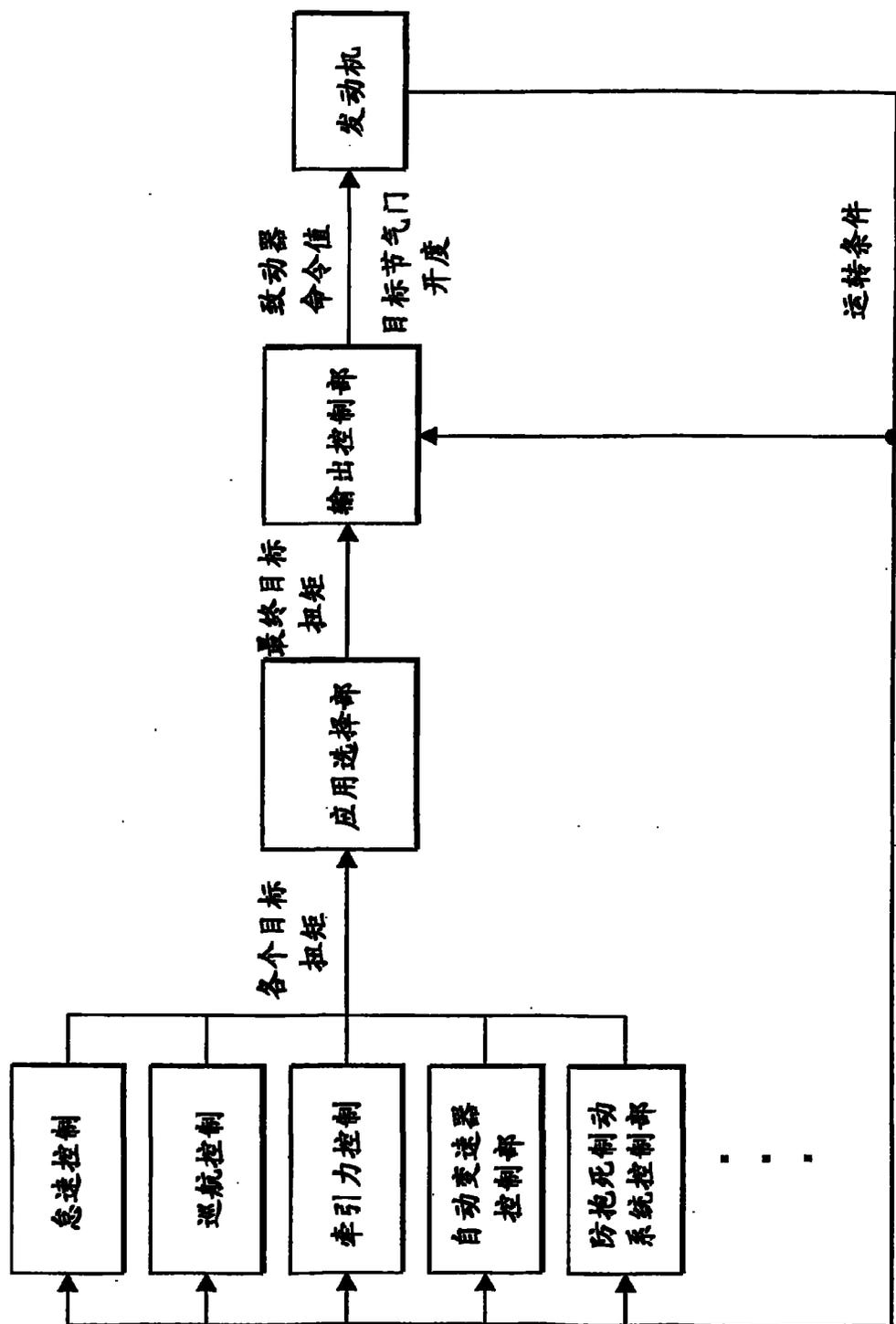


图2

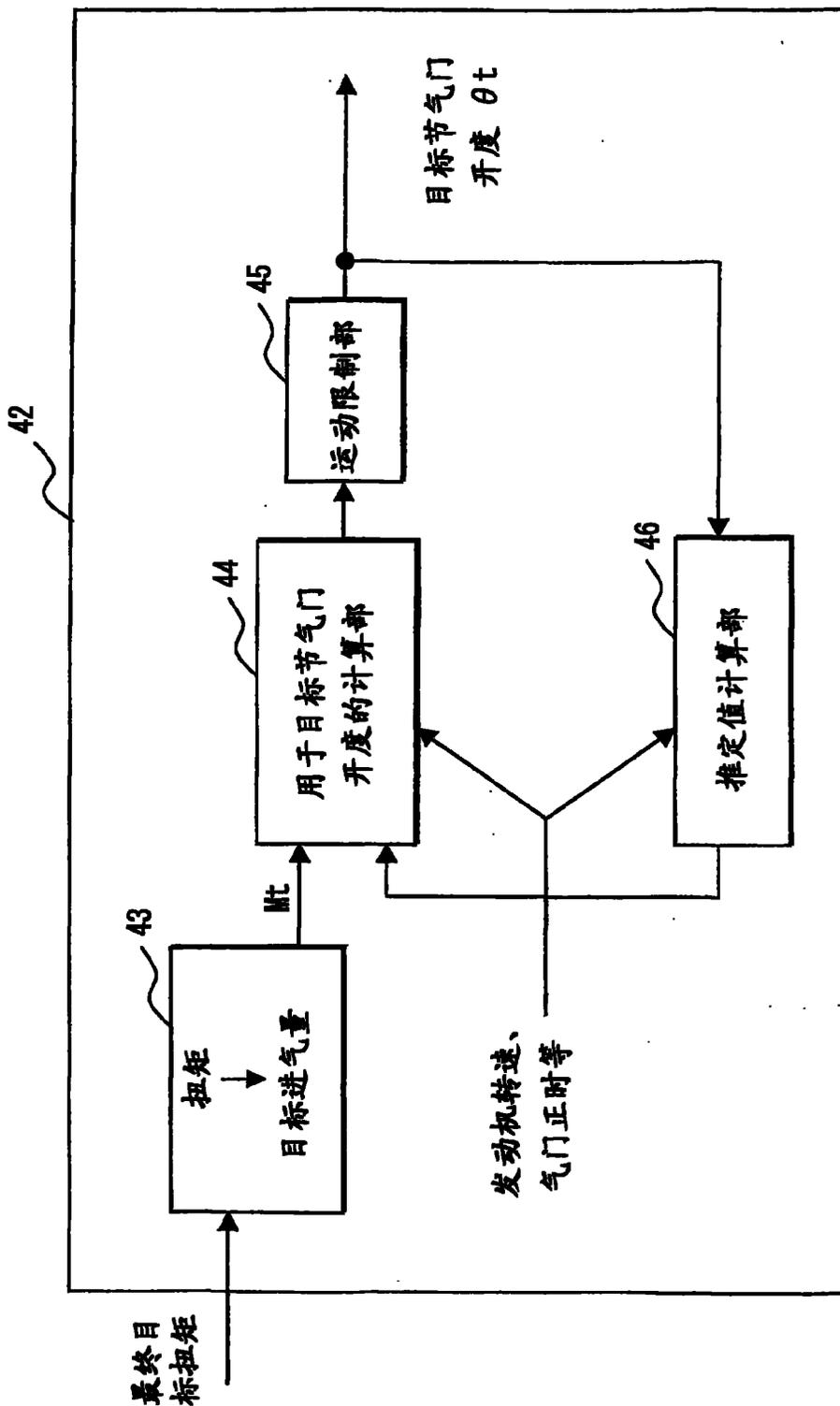


图3

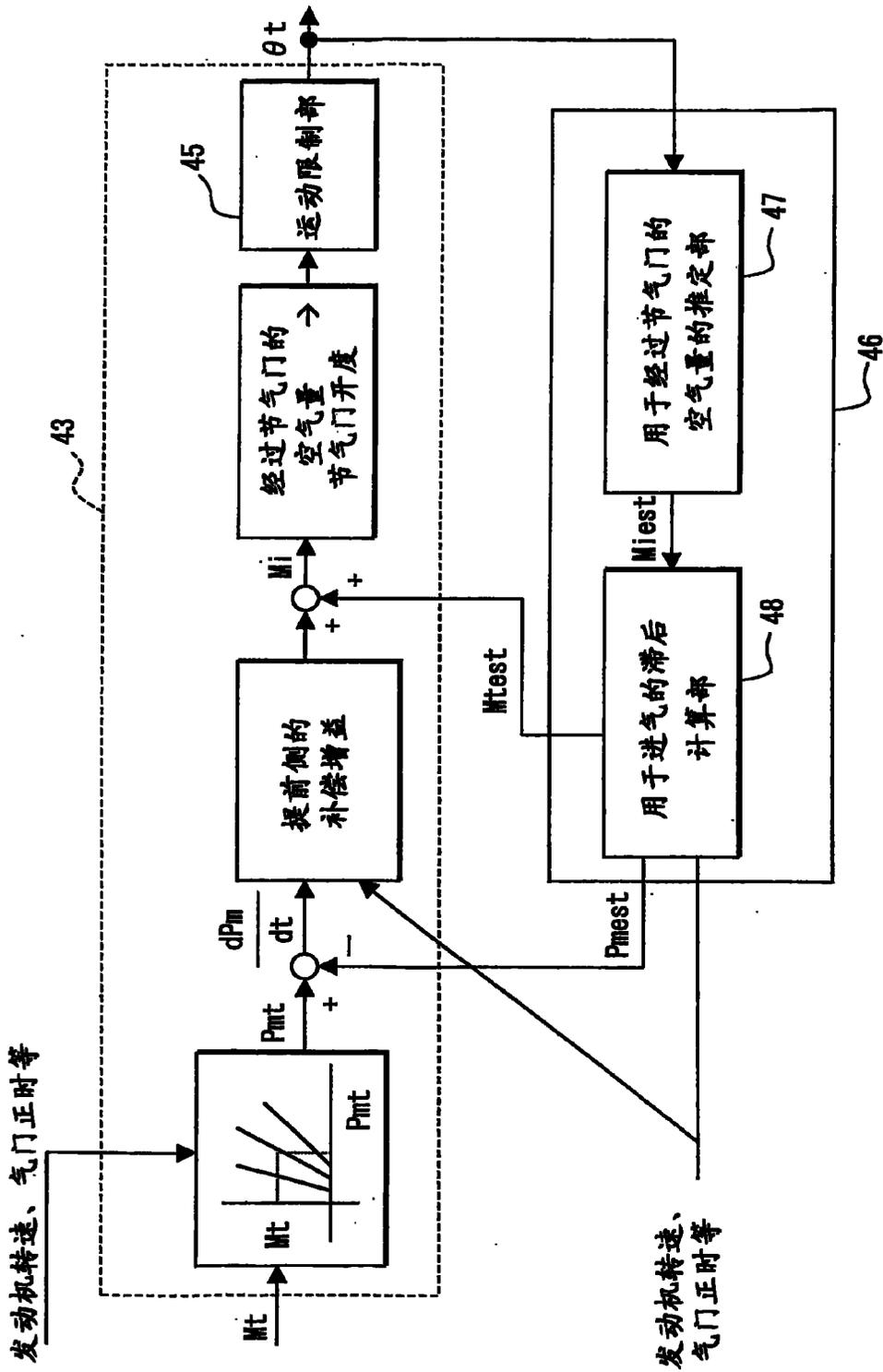


图 4

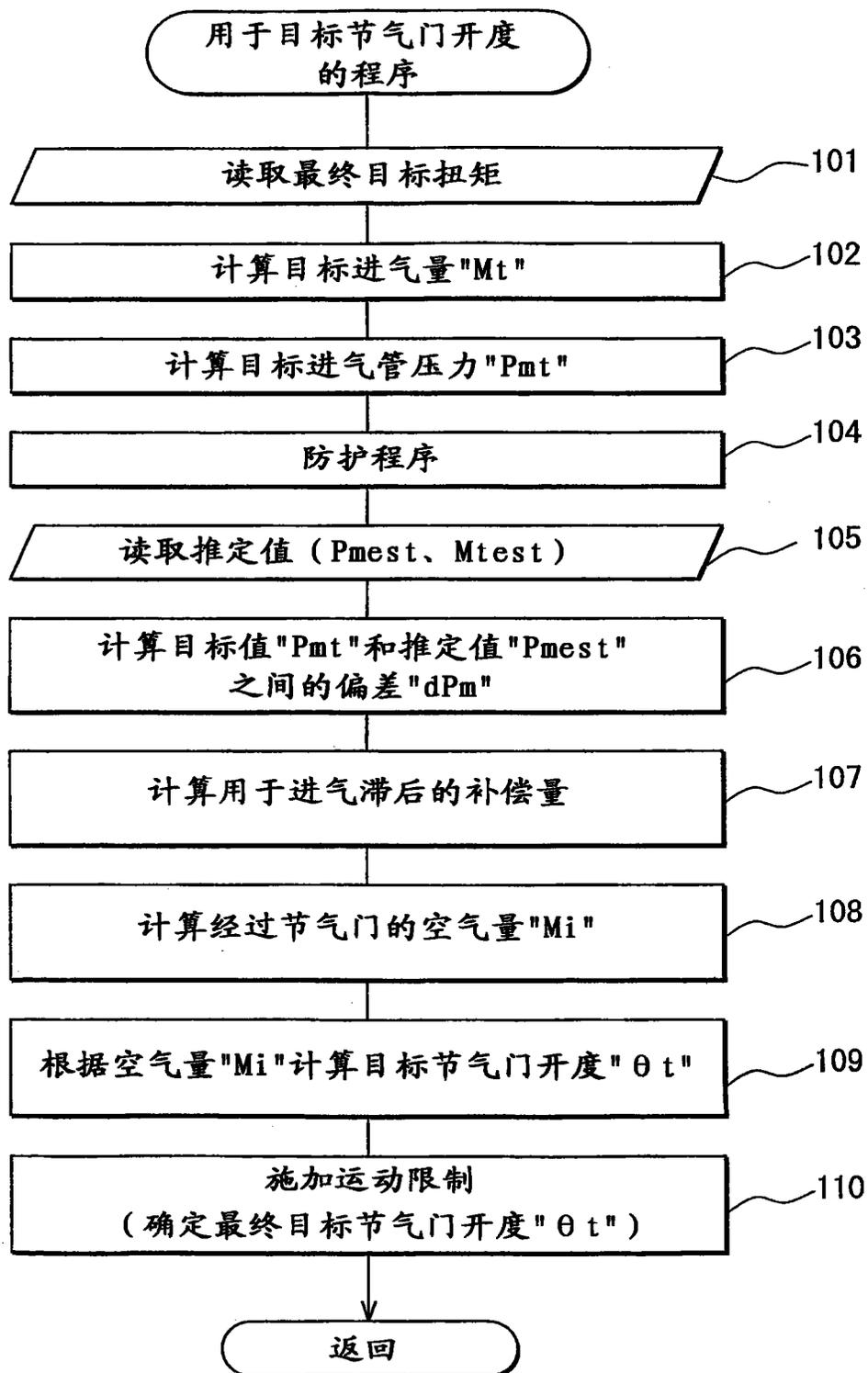


图 5

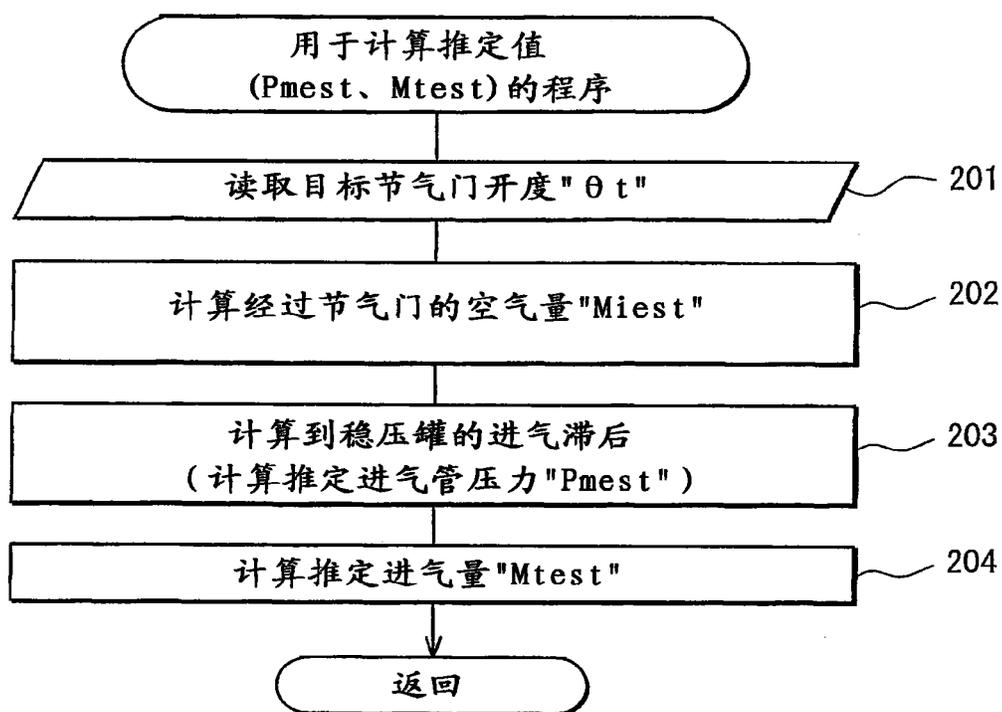


图 6

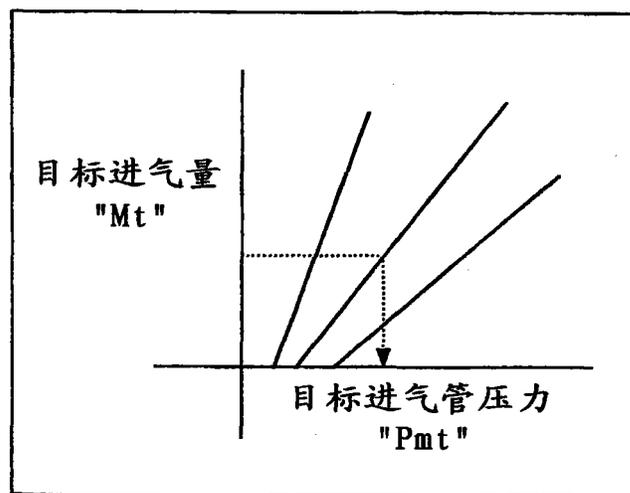


图 7

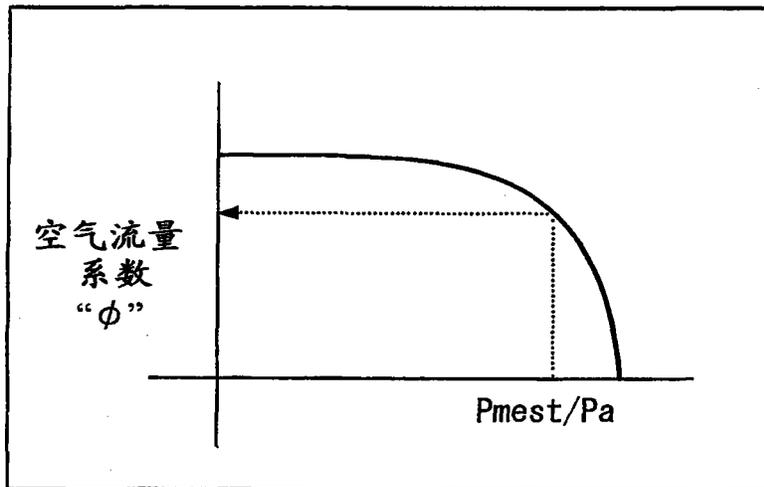


图 8

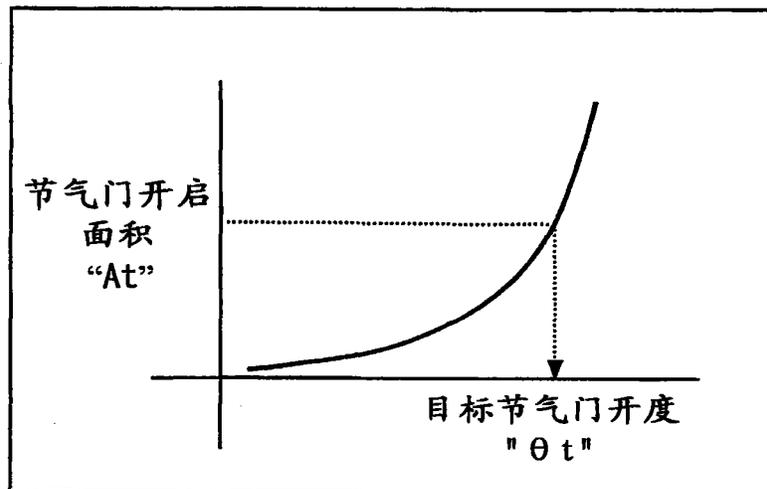


图 9

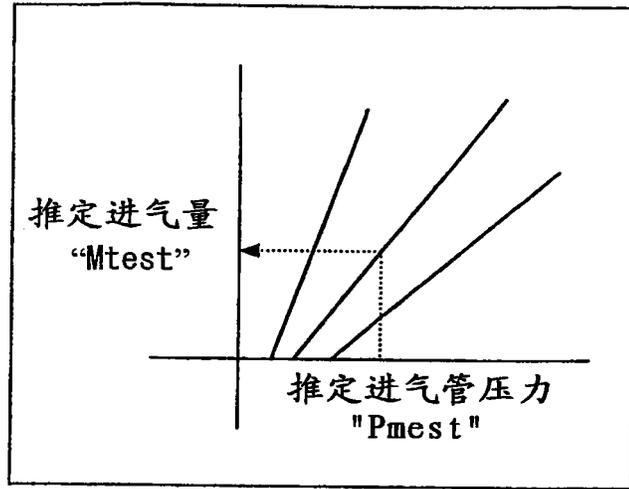


图 10

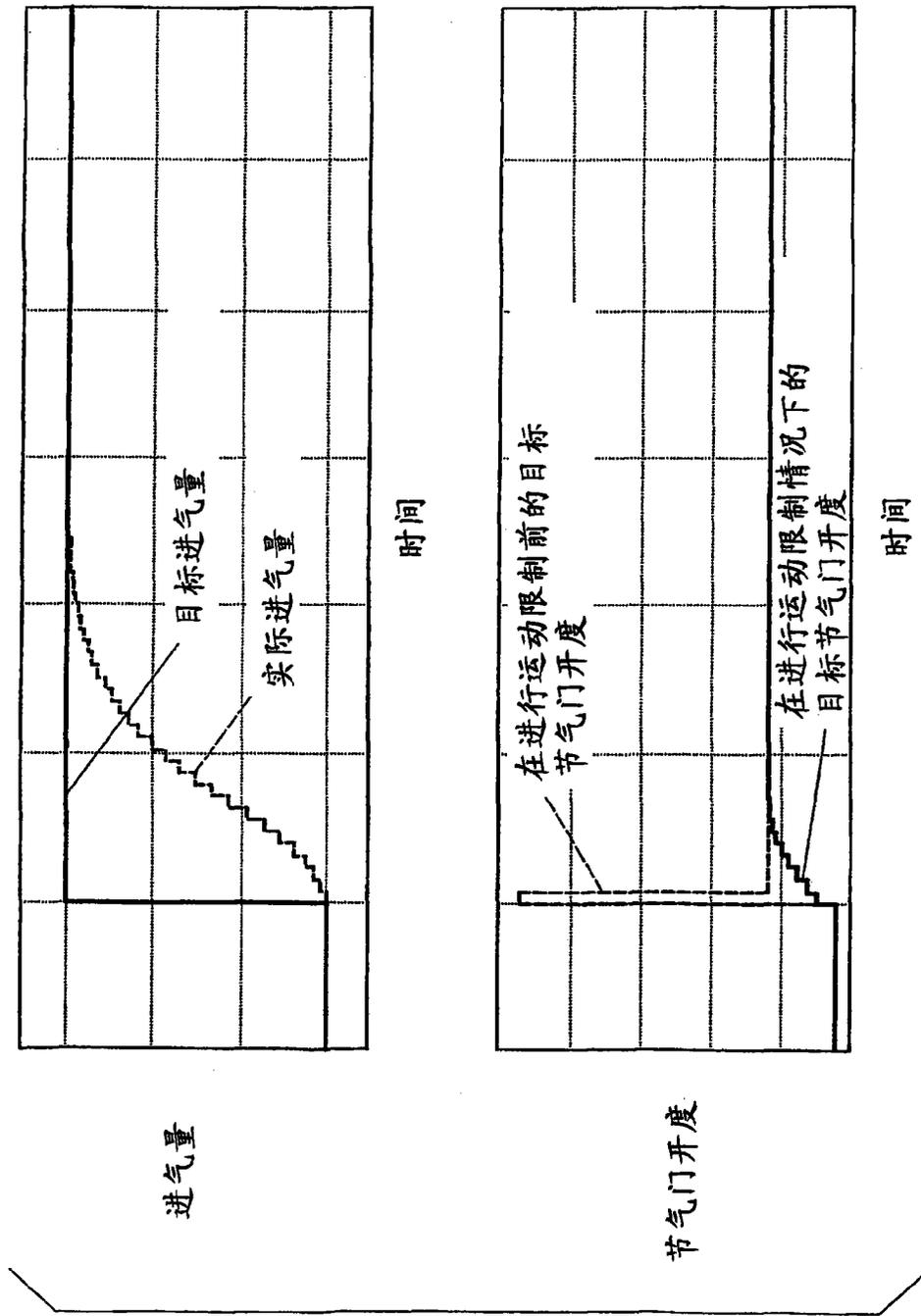


图11

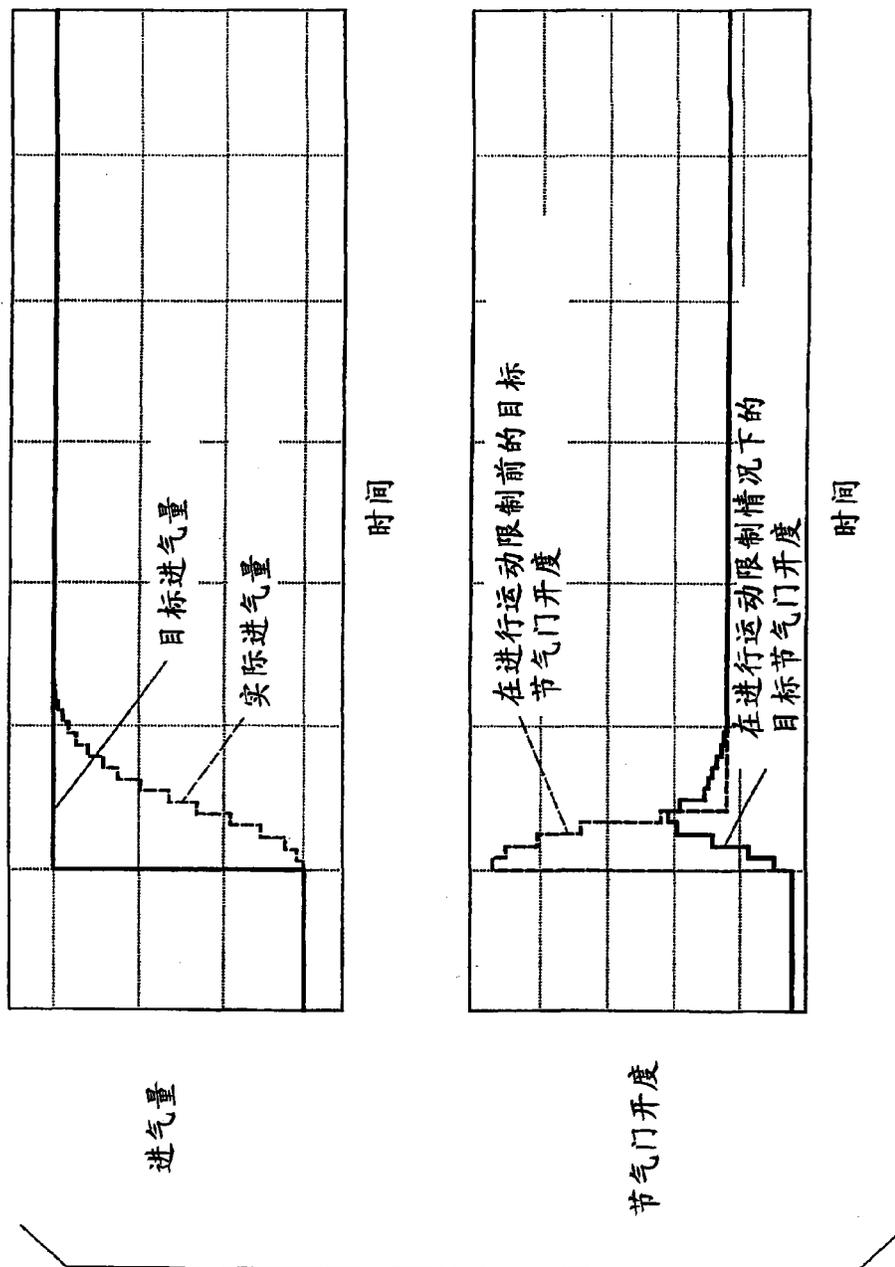


图12