



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101276205 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200810074173. 2

(22) 申请日 2008. 02. 27

(30) 优先权数据

095465/07 2007. 03. 30 JP

(73) 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 浅田幸广 露口诚 竹田亨

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 马高平

(51) Int. Cl.

G05B 13/02 (2006. 01)

F02D 41/14 (2006. 01)

审查员 刘剑锋

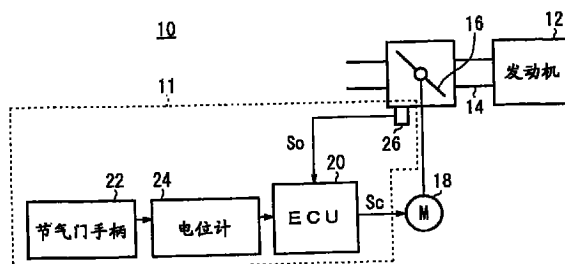
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 11 页

(54) 发明名称

驱动量控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种可减少节气门的开度调整等控制对象的驱动量调整中的应答延迟以及偏差的驱动量控制装置。车辆 (10) 的 ECU (20) 在节气门 (16) 处于停止的状态下目标开度 (DTHR) 发生变化时, 计算出马达 (18) 开始动作所必需的马达 (18) 的输出, 并输出补偿了差额的控制信号 (Sc)。



1. 一种驱动量控制装置,其利用马达的输出来调整控制对象的驱动量,其特征在于,具备:

目标驱动量输入机构,其输入所述控制对象的目标驱动量;

控制机构,其将控制所述马达输出的控制信号以与所述目标驱动量相对应的输出特性发送到所述马达;

驱动量检测机构,其检测出所述控制对象的实际驱动量,并将表示其检测结果的驱动量信息信号发送到所述控制机构,

所述控制机构在所述控制对象处于停止的状态下而所述目标驱动量发生变化时,计算出所述马达开始动作所必需的所述马达的输出,并加入补正差额的滞后补正输出而进行控制,

在目标驱动量增加时,通过下述公式算出滞后补正输出,

$$U_{dutgap}[k] = KDUTGAPH(DTHR[k]) \cdot (DUTTGTH[k] - USLBF[k]);$$

在目标驱动量减少时,通过下述公式计算出滞后补正输出,

$$U_{dutgap}[k] = KDUTGAPL(DTHR[k]) \cdot (DUTTGTL[k] - USLBF[k]),$$

其中,

U_{dutgap} 为滞后补正输出,

$DTHR$ 为目标开度,

$KDUTGAPH$ 和 $KDUTGAPL$ 为系数、且是目标开度 $DTHR$ 的函数,

$DUTTGTH$ 和 $DUTTGTL$ 为目标占空比,

$USLBF$ 为输出。

2. 如权利要求 1 所述的驱动量控制装置,其特征在于,所述控制对象为节气门,所述驱动量为所述节气门的开度。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的驱动量控制装置,其特征在于,所述控制机构根据所述控制对象的实际开度计算所述马达开始动作所必需的所述马达的输出。

驱动量控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用马达的输出来调整控制对象的驱动量（例如，节气门的开度）的驱动量控制装置。

背景技术

[0002] 两轮机动车或四轮机动车中的发动机的输出通常是利用节气门手柄或者油门踏板来进行控制的。即，通过对应节气门手柄的旋转量或者油门踏板的踏下量调整设置在发动机上的节气门的开度，来确定发动机的输出。

[0003] 通常，节气门与马达以及复位弹簧相连接，利用马达使节气门向打开方向受力，并利用马达以及复位弹簧使节气门向关闭方向受力，从而进行开度的调整。

[0004] 如上所述，节气门通过马达以及复位弹簧进行开度的调整，因此相对于节气门手柄或者油门踏板的操作的节气门的开度调整（以及与其相对应的实际发动机输出）会产生应答延迟或者偏差。从而，也提案有考虑了上述应答延迟以及偏差的各种装置（参照专利文献 1、专利文献 2 以及专利文献 3）。

[0005] 专利文献 1：日本特开 2003-216206 号公报

[0006] 专利文献 2：日本特开昭 61-106934 号公报

[0007] 专利文献 3：日本特开 2006-307797 号公报

[0008] 但是，专利文献 1、专利文献 2 以及专利文献 3 中所公开的各装置中，关于节气门的开度调整中的应答性以及偏差还有需改进的空间。

[0009] 在利用马达的节气门开度调整中，具有如图 10 所示的滞后特性。即，当由控制信号的占空比 DUT(%) 以及节气门的实际开度 DTH(度) 确定的点位于图 10 的滞后区域 40 内时，马达 18 不进行开关动作。例如，当节气门位于初始位置 ($DTH = 0$) 时，节气门向打开方向开始动作是在从电子控制装置 (ECU) 发送到马达的控制信号的占空比 DUT 为 $d1(\%)$ 时。另一方面，在使节气门向关闭方向动作时，节气门返回到初始位置是在占空比 DUT 位于比 $d1$ 小的 $d2(\%)$ 时。

[0010] 同样，在实际开度 DTH 为 $t1(\text{度})$ 的状态下节气门保持（停止）时，为了使节气门向打开方向动作，则必须使占空比 DUT 变为 $d3(\%)$ 。相对于此，为了使节气门向关闭方向动作，只要占空比 DUT 是比 $d3$ 小的 $d4$ 即可。

[0011] 其中，产生上述滞后特性的主要原因，认为有马达固有的原因、机械系统的摩擦以及复位弹簧产生的作用。马达固有的原因是指马达开始启动的电流值，该电流值因线圈、铁心等的位置、形状、材质等原因而有所不同。机械系统的摩擦是指马达的轴和轴承之间的摩擦、以及马达的多个齿轮之间的摩擦。复位弹簧产生的作用是指，利用与节气门相连接的复位弹簧而使节气门向关闭方向受力。

[0012] 另外，上述滞后特性是在将占空比 DUT(%) 变化为一定值之后所表现出的特性，在占空比 DUT 的变化量发生变化的过程中则表现出其他的滞后特性。

[0013] 有关伴随上述滞后特性的节气门开度调整的应答性，以及驾驶者的操作与节气门

开度之间的偏差等,在上述各专利文献中没有任何记载。

发明内容

[0014] 本发明正是考虑上述问题而进行研发的,其目的在于提供一种可减少节气门的开度调整等控制对象的驱动量调整中的应答延迟以及偏差的驱动量控制装置。

[0015] 本发明的驱动量控制装置,是利用马达的输出来调整控制对象的驱动量的,其特征在于,具备:输入所述控制对象的目标驱动量的目标驱动量输入机构;将控制所述马达输出的控制信号以与所述目标驱动量相对应的输出特性发送到所述马达的控制机构;和检测出所述控制机构的实际驱动量,并将表示其检测结果的驱动量信息信号发送到所述控制机构的驱动量检测机构;其中,所述控制机构在所述控制对象处于停止的状态下而所述目标驱动量发生变化时,计算出所述马达开始动作所必需的所述马达的输出,并输出补偿了差额(差值)的所述控制信号。

[0016] 所述差额除了包括与目标驱动量相对应的马达输出小于马达开始动作所必需的马达输出的情况之外,也包括与目标驱动量相对应的马达输出大于马达开始动作所必需的马达输出的情况。

[0017] 根据本发明,在控制对象处于停止的状态下使控制对象的目标驱动量发生变化,从而改变控制对象的驱动量之际,通过对马达的滞后特性引起的应答延迟进行补偿而可以减小马达的启动延迟,由此,能够减少控制对象的驱动量调整中的应答延迟。并且,当目标驱动量变得小于初始值时,可以避免由于马达的滞后特性而使马达的输出过大的现象发生,从而,能够减少控制对象的驱动量调整中的偏差。

[0018] 在上述结构中,优选所述控制机构根据所述节气门的实际开度计算所述马达开始动作所必需的所述马达的输出。

[0019] 如图 10 所示,可以看出马达的滞后特性与节气门的实际开度有相关关系。因此,通过根据节气门的实际开度来计算马达开始动作所必需的马达输出,能够更高精度地对应马达的滞后特性。

[0020] 本发明的有益效果是:根据本发明,在控制对象处于停止的状态下使控制对象的目标驱动量发生变化,从而改变控制对象的驱动量之际,通过对马达的滞后特性引起的应答延迟进行补偿而可以减小马达的启动延迟,由此,能够减少控制对象的驱动量调整中的应答延迟。并且,当目标驱动量变得小于初始值时,可以避免由于马达的滞后特性而使马达的输出过大的现象发生,从而,能够减少控制对象的驱动量调整中的偏差。

附图说明

[0021] 图 1 为表示搭载了本发明的一个实施方式的发动机输出控制装置的车辆简略结构的框图;

[0022] 图 2 为利用所述发动机输出控制装置进行发动机的输出控制的流程图;

[0023] 图 3 为表示节气门的目标开度的速度变化量和对控制信号的占空比的补入量的关系的示意图;

[0024] 图 4 为表示车辆加速时的节气门的目标开度、实际开度、以及等价控制输出的具体波形的示意图;

[0025] 图 5 为表示车辆减速时的节气门的目标开度、实际开度、以及等价控制输出的具体波形的示意图；

[0026] 图 6 为表示节气门的目标开度和输出增益的关系的示意图；

[0027] 图 7 为表示切换函数值和输出增益的关系的示意图；

[0028] 图 8 为表示节气门的目标开度、和利用了本发明的阻尼输出的实际开度、和基于现有技术的实际开度的比较例的示意图；

[0029] 图 9A 以及图 9B 为确定所述本发明的阻尼输出之际所使用的系数的特性图；

[0030] 图 10 表示了控制信号的占空比和节气门的实际开度的关系中的滞后特性；

[0031] 图 11 为对本发明的滞后补正输出进行判断的流程图；

[0032] 图 12 为表示与滞后补正是否需要相对应的区域的示意图；

[0033] 图 13 为判断所述区域的流程图；

[0034] 图 14 为对所述滞后补正中所使用的滞后补正输出的具体数值进行判断的流程图。

[0035] 附图标记说明

[0036] 10 : 车辆

[0037] 11 : 发动机输出控制装置 (驱动量控制装置)

[0038] 12 : 发动机

[0039] 14 : 进气通道

[0040] 16 : 节气门 (控制对象)

[0041] 18 : 马达

[0042] 20 : ECU (控制机构)

[0043] 22 : 节气门手柄 (目标驱动量输入机构)

[0044] 24 : 电位计

[0045] 26 : 节气门开度传感器 (驱动量检测机构)

[0046] Udutgap : 滞后补正输出

[0047] DTH : 实际开度

[0048] DTHR : 目标开度

[0049] DUT : 占空比

[0050] Sc : 控制信号

[0051] So : 开度信息信号 (驱动量信息信号)

具体实施方式

[0052] 下面, 参照附图对本发明的一个实施方式进行说明。

[0053] [1、本实施方式的结构]

[0054] 图 1 中表示了搭载了本发明的一个实施方式的发动机输出控制装置 11 的车辆 10 的功能框图。在本实施方式中, 车辆 10 为两轮机动车, 该车辆 10 具有发动机 12。在与该发动机 12 相连接的进气通道 14 内设置有对供往发动机 12 内的空气量进行调节的节气门 16。节气门 16 安装在未图示的复位弹簧上, 并且节气门 16 受到向关闭方向的施力。另外节气门 16 经由未图示的齿轮与马达 18 相连接, 且可以对节气门 16 的开度进行调整。马达

18 由电子控制装置 (ECU) 20 控制。

[0055] 节气门 16 的开度 TH(度) 是根据设置在车辆 10 的操纵部的节气门手柄 22 的旋转量 ROT(度) 而确定的, 通过与节气门手柄 22 相连接的电位计 24 检测出旋转量 ROT。电位计 24 的检测值发送给 ECU20, ECU20 再将与该检测值相对应的控制信号 Sc 输出到马达 18。利用节气门开度传感器 26 检测出通过马达 18 调整的节气门 16 的开度 TH, 该检测值被作为开度信息信号 So 发送到 ECU20。

[0056] 在本实施方式中, 发动机输出控制装置 11 由 ECU20、节气门手柄 22、电位计 24 以及节气门开度传感器 26 构成。

[0057] [2、发动机输出控制的顺序]

[0058] 图 2 中表示了用于对节气门 16 的开度进行调整的流程图。

[0059] 在步骤 S1 中, 当驾驶者在启动了发动机 12 的状态下旋转节气门手柄 22 时, 则电位计 24 检测出该旋转量 ROT(度)。

[0060] 在步骤 S2 中, ECU20 基于电位计 24 的检测值对节气门 16 的目标开度 DTHR(度) 进行判断。目标开度 DTHR 是表示相对于节气门 16 的默认开度 THDEF(度)(例如, 5 度) 的相对开度的实际开度 DTH(度) 的目标值。实际开度 DTH 通过将节气门 16 的绝对开度 TH(度) 减去默认开度 THDEF 而求出 ($DTH = TH - THDEF$)。

[0061] 在步骤 S3 中, ECU20 对输出到马达 18 的控制信号 Sc 的占空比 DUT(%) 进行运算, 在步骤 S4 中, 将与步骤 S3 的运算结果相对应的占空比 DUT 的控制信号 Sc 发送到马达 18。通过对应所述运算结果而改变控制信号 Sc 的占空比 DUT, 使马达 18 的输出得到控制。即, 在控制信号 Sc 中包含使马达 18 启动和停止的两种信号, 在一定时间内的启动信号和停止信号的存在比为占空比 DUT。例如, 在 1 毫秒的控制信号 Sc 中, 包含启动信号为 0.6 毫秒, 停止信号为 0.4 毫秒时, 则占空比 DUT 为 60%。有关占空比 DUT 的具体运算方法在后面进行叙述。

[0062] 在步骤 S5 中, 从 ECU20 接收到控制信号 Sc 的马达 18, 通过对应于占空比 DUT 的输出对节气门 16 的开度进行调整。由此, 与节气门 16 的实际开度 DTH 相对应的空气被供应到发动机 12 内, 与该空气量相对应的燃料喷射到发动机 12 内, 从而使发动机 12 的输出得到控制。

[0063] 步骤 S1 ~ S5 的处理, 一直到发动机 12 停止为止反复执行。

[0064] [3、目标开度 DTHR 的判断 (步骤 S2)]

[0065] 节气门 16 的目标开度 DTHR 根据节气门手柄 22 的旋转量 ROT 确定。例如, 可以与来自电位计 24 的脉冲输出成比例地确定目标开度 DTHR。或者, 也可以利用各种专利文献中所记载的方法来确定目标开度 DTHR。

[0066] [4、占空比 DUT 的运算 (步骤 S3)]

[0067] 上述占空比 DUT 的运算基于与专利文献 1 同样的游动方式控制而进行。关于游动方式控制的详细内容除了专利文献 1 之外, 例如在“スライディングモード制御-非線形ロバスト制御の設計理論”(野波健蔵、田宏奇著、株式会社コナ社発行、1994 年) 中也有详细叙述, 因此在此不再叙述。

[0068] 另外, 在本实施方式中, 占空比 DUT 通过下述公式 (1) 进行定义。

[0069] $DUT[k] = Ueq[k] + Urch[k] + Udamp[k] + Udutgap[k] \quad \cdots (1)$

[0070] 上述公式 (1) 中, $U_{eq}[k]$ 为等价控制输出、 $U_{rch}[k]$ 为到达则输出、 $U_{damp}[k]$ 为阻尼输出、 $U_{dutigap}[k]$ 为滞后补正输出。

[0071] (1) 定义

[0072] 为了说明上述等价控制输出 $U_{eq}[k]$ 、到达则输出 $U_{rch}[k]$ 、阻尼输出 $U_{damp}[k]$ 、滞后补正输出 $U_{dutigap}[k]$, 预先对基本用语进行定义。

[0073] 以下, a_1 、 a_2 、 b_1 、 c_1 为确定控制对象模式特性的模式参数 (参照专利文献 1 中的段落 [0027] 等)。

[0074] e 表示实际开度 DTH 和目标开度 $DTHR$ 的偏差 (度), 并通过下述公式 (2) 进行定义 (参照专利文献 1 中的段落 [0035] 等)。

[0075] $e[k] = DTH[k] - DTHR[k] \quad \cdots (2)$

[0076] $VPOLE$ 为被设定为大于 -1 小于 1 的数值的切换函数设定参数 (参照专利文献 1 中的段落 [0030]、[0035]、[0037]、[0038] 等)

[0077] σ 为切换函数值, 并通过下述公式 (3) 进行定义 (参照专利文献 1 中的段落 [0035] 等)。

[0078] $\sigma[k] = e[k] + VPOLE \cdot e[k-1] \quad \cdots (3)$

[0079] $= (DTH[k] - DTHR[k]) + VPOLE \cdot (DTH[k] - DTHR[k])$

[0080] (2) 等价控制输出 U_{eq}

[0081] 等价控制输出 U_{eq} 是用于当切换函数值 σ 为零时, 使节气门 16 的实际开度 DTH 和目标开度 $DTHR$ 的偏差 e 收敛为零, 从而将其约束到切换直线上的输出, 并通过下述公式 (4) 进行定义。

[0082] $U_{eq}[k] = \{(1 - a_1 - VPOLE) \cdot DTH[k] + (VPOLE - a_2) \cdot DTH[k-1] + KDDTHR \cdot (DTHR[k] - DTHR[k-1])^2 - c_1\} \cdot (1/b_1) \quad \cdots (4)$

[0083] 这里, 右边的项 “ $(1 - a_1 - VPOLE) \cdot DTH[k]$ ”、“ $(VPOLE - a_2) \cdot DTH[k-1]$ ” 及 “ $-c_1$ ” 以及右边的系数 “ $1/b_1$ ” 是与专利文献 1 的段落 [0078] 中的公式 (8a) 相同的项, 因其详细内容已在专利文献 1 中有记载, 因此这里省略对其的说明。

[0084] 另一方面, 右边的项 “ $KDDTHR \cdot (DTHR[k] - DTHR[k-1])^2$ ” (以下, 也对整个项统称为 “对占空比 DUT 的补入量 x ” 或者 “补入量 x ”) 是本发明中的特征项, 以下对其进行详细叙述。

[0085] 这里, 系数 “ $KDDTHR$ ” 表示正的系数 (在本实施方式中为 “1”)。系数 “ $(DTHR[k] - DTHR[k-1])^2$ ” 是将本次目标开度 $DTHR[k]$ 和上次目标开度 $DTHR[k-1]$ 的差值进行二次方后的值。

[0086] 如图 3 所示, 补入量 x 是顶点与原点相一致的正二次函数, 所以随着远离原点, 切线的倾斜度的绝对值变大。因此在横轴为正的区域内, 伴随着本次目标开度 $DTHR[k]$ 和上次目标开度 $DTHR[k-1]$ 之差 (即, 目标开度 $DTHR$ 的速度变化量 $\Delta DTHR$ [度/秒]) 变大, 相对于等价控制输出 $U_{eq}[k]$ 的增量 (对占空比 DUT 的补入量 x) 也变大。

[0087] 由此, 在车辆 10 进行急加速时, 由于补入量 x (等价控制输出 U_{eq}) 的增量变大, 所以占空比 DUT 也变大。因此, 在车辆 10 急加速时, 由于马达 18 的扭矩增大补入量 x 的量, 因此马达 18 急速地将节气门 16 打开, 从而能够急速地增加发动机 12 的输出。

[0088] 图 4 中表示了车辆 10 加速时的目标开度 $DTHR$ 、实际开度 DTH 以及等价控制输出

Ueq。图 4 中的点 a、b 与图 3 中的点 a、b 相对应。如图 3 所示,点 a 比点 b 的目标开度 DTHR 的速度变化量 $\Delta DTHR$ 大。并且,如图 4 所示,与点 a 对应的等价控制输出 Ueq 比与点 b 对应的等价控制输出 Ueq 大。其结果是,在图 4 中,目标开度 DTHR 和实际开度 DTH 之间几乎没有差值。

[0089] 另一方面,在横轴为负的区域中,伴随着本次目标开度 DTHR[k] 和上次目标开度 DTHR[k-1] 之差变大,对占空比 DUT 的补入量 x (等价控制输出 Ueq[k]) 的增量也变大。因此,在车辆 10 进行急减速时,占空比 DUT 的减少变得比较平缓。从而,在车辆 10 急减速时的马达 18 的负扭矩减小补入量 x 的量,节气门 16 关闭的速度变慢,其结果是,能够平缓地减少发动机 12 的输出。

[0090] 图 5 中表示了车辆 10 减速时的目标开度 DTHR、实际开度 DTH 以及等价控制输出 Ueq。图 5 中的点 c、d 与图 3 中的点 c、d 相对应。如图 3 所示,点 d 比点 c 的目标开度 DTHR 的速度变化量 $\Delta DTHR$ 小 (点 d 的速度变化量 $\Delta DTHR$ 的绝对值大)。并且,如图 5 所示,与点 d 对应的等价控制输出 Ueq 比与点 c 对应的等价控制输出 Ueq 大。其结果是,在图 5 中,目标开度 DTHR 和实际开度 DTH 之间几乎没有差值。

[0091] (3) 到达则输出 Urch

[0092] 到达则输出 Urch 是用于将切换函数值 σ 约束为零的输出,并通过下述公式 (5) 进行定义。

$$[0093] \quad Urch[k] = (-F/b1) \cdot \sigma[k] \quad \cdots (5)$$

[0094] 该公式 (5) 与专利文献 1 的公式 (9a) 相同,因而在此省略详细的说明。

[0095] (4) 阻尼输出 Udamp

[0096] 阻尼输出 Udamp 是用于防止实际开度 DTH 相对于目标开度 DTHR 的过调 (オーバーシュート) (过冲) 的输出,并通过下述公式 (6) 进行定义。

$$[0097] \quad Udamp[k] = -Kdamp \cdot (\sigma[k] - \sigma[k-1])/b1 \quad \cdots (6)$$

[0098] 这里, Kdamp 是增益特性值,并通过下述公式 (7) 进行定义。

$$[0099] \quad Kdamp = T_Kdump1 \cdot T_Kdump2 \quad \cdots (7)$$

[0100] 如图 6 所示,上述增益特性值 T_Kdump1 在节气门 16 的目标开度 DTHR 超过正的规定值 s 时,是变大的正的增益特性值。并如下所述增益特性值 T_Kdump2 取正的数值,并且由于对增益特性值 Kdamp 乘以了 -1 (参照公式 (6)),所以在节气门 16 较大地打开时,若增益特性值 T_Kump1 向正方向变大,则其结果是,阻尼输出 Udamp 向负方向变大。因此,利用增益特性值 T_Kump1 能够防止在车辆 10 进行急加速时的过调。

[0101] 另外,如图 7 所示,上述增益特性值 T_Kdump2 在切换函数值 σ 位于零附近时是变小的正增益特性值。如上所述,增益特性值 T_Kdump1 取正的数值,并且由于对增益特性值 Kdamp 乘以了 -1,所以当切换函数值 σ 为远离零的数值时,增益特性值 T_Kdump2 变大,其结果是,阻尼输出 Udamp 的值变大。因此,当切换函数值 σ 为远离零的数值时,即当鲁棒性较小时,将阻尼输出 Udamp 的绝对值增大,由此能够使切换函数值 σ 接近于切换直线从而可提高鲁棒性。

[0102] 在本实施方式中,通过将增益特性值 T_Kdump1 以及增益特性值 T_Kdump2 进行表格化并进行存储,而能够快速地运算增益特性值 Kdamp。

[0103] 另外,图 8 中表示了将目标开度 DTHR、利用了基于上述公式 (6) 的阻尼输出 Udamp

的实际开度 DTH、和利用了基于专利文献 1 的公式 (25) 以及公式 (27) 的阻尼输出 Udamp 的实际开度 DTH 进行比较后的示意图。

[0104] 如图 8 所示,利用了基于专利文献 1 的公式 (25) 的阻尼输出 Udamp 的实际开度 DTH,相对于目标开度 DTHR 进行过调。另外,利用了与基于专利文献 1 的公式 (27) 的阻尼输出 Udamp 的实际开度 DTH 相比,利用了基于上述公式 (6) 的阻尼输出 Udamp 的实际开度 DTH 实现了高速的随动。

[0105] (5) 滞后补正输出 Udutgap

[0106] (a) 滞后补正输出 Udutgap 的概述

[0107] 滞后补正输出 Udutgap 是考虑了节气门 16 的开度调整中的滞后的输出,并通过下述公式 (8) 进行定义。

[0108]
$$Udutgap[k] = \{DUTR(DTH[k]) - (Ueq[k] + Urch[k] + Udamp[k])\} \cdot$$

[0109]
$$Kdut/b1 \quad \dots (8)$$

[0110] 这里, $DUTR(DTH[k])$ 是对应于实际开度 $DTH[k]$ 的值使节气门 16 动作所必需的占空比 DUT 的值。另外, $Kdut$ 包含系数 $KDUTGAPH$ 和系数 $KDUTGAPL$, 且如图 9A 以及图 9B 所示, 这些系数 $KDUTGAPH$ 、 $KDUTGAPL$ 是目标开度 $DTHR$ 的函数。

[0111] 在利用马达 18 的节气门 16 的开度调整中, 如图 10 所示具有滞后特性。即, 当由占空比 DUT 以及实际开度 DTH 确定的点位于图 10 的滞后区域 40 内时, 马达 18 不进行开度调整。例如, 当节气门 16 位于初始位置 ($DTH = 0$) 时, 节气门 16 向打开方向开始动作是在从 ECU20 发送到马达 18 的控制信号 Sc 的占空比 DUT 为 $d1(\%)$ 时。另一方面, 在使节气门 16 向关闭方向动作时, 节气门 16 返回到初始位置是在占空比 DUT 为小于 $d1$ 的 $d2(\%)$ 时。

[0112] 同样, 在实际开度 DTH 为 $t1(\text{度})$ 的状态下节气门 16 保持 (停止) 时, 为了使节气门 16 向打开方向动作, 则必须使占空比 DUT 变为 $d3(\text{度})$ 。相对于此, 为了使节气门 16 向关闭方向动作, 只要占空比 DUT 为小于 $d3$ 的 $d4$ 即可。

[0113] 其中, 产生上述滞后特性的主要原因, 认为有马达固有的原因、机械系统的摩擦以及复位弹簧产生的作用。马达固有的原因是指马达开始启动的电流值, 该电流值因线圈、铁心等的位置、形状、材质等原因而有所不同。机械系统的摩擦是指马达的轴和轴承之间的摩擦、以及马达的多个齿轮之间的摩擦。复位弹簧产生的作用是指, 利用与节气门相连接的复位弹簧而使节气门向关闭方向受力。

[0114] 另外, 如图 10 所示的滞后特性是在将占空比 DUT (%) 变化为一定值之时所表现出的特性, 在占空比 DUT 的变化量进行变化时而表现出其他的滞后特性。

[0115] (b) 滞后补正输出 Udutgap 的判断

[0116] 图 11 中表示了判断滞后补正输出 $Udutgap[k]$ 的流程图。

[0117] 在步骤 S11 中, 除了滞后补正输出 $Udutgap$ 之外, ECU20 还计算出构成上述公式 (1) 的占空比 DUT 的输出, 即由等价控制输出 Ueq 、到达则输出 $Urch$ 以及阻尼输出 $Udamp$ 之和构成的输出 $Us1bf$ ($Us1bf[k] = Ueq[k] + Urch[k] + Udamp[k]$)。

[0118] 在步骤 S12 中, ECU20 计算出本次实际开度 $DTH[k]$ 和上次实际开度 $DTH[k-1]$ 之差 $DTGDDTH[k]$ ($DTGDDTH[k] = DTH[k] - DTH[k-1]$)。

[0119] 在步骤 S13 中, ECU20 对是否需要滞后补正进行判断。

[0120] 在步骤 S14 中, ECU20 对滞后补正输出 $Udutgap$ 的具体数值进行判断。

[0121] (c) 节气门 16 位置的判断方法 (步骤 S13)

[0122] 如上所述,在步骤 S13 中,对是否需要滞后补正进行判断。具体是指,如图 12 所示,ECU20 对目标开度 $DTHR[k]$ 和实际开度 $DTH[k]$ 之差 $ETHL[k]$ (度) ($ETHL[k] = DTHR[k] - DTH[k]$) 预先设定 5 个区域 (区域 0 ~ 区域 5),并检测出本次的差值 $ETHL$ 位于区域 0 ~ 区域 5 中的哪一区域中,从而判断是否需要滞后补正。

[0123] 即,当差值 $ETHL$ 大于等于正的阈值 $C_DUTGAPHH$ 时 (将该状态称为“区域 0”),驾驶者需要非常大的发动机输出,其结果是,认为节气门 16 的实际开度 DTH 迅速离开滞后区域 40 (图 10),因此 ECU20 不进行滞后补正。其中,在滞后特性上,所述阈值 $C_DUTGAPHH$ 在差值 $ETHL$ 增加时和减少时,使其数值有所不同。即,在差值 $ETHL$ 增加时相对较大地设定阈值 $C_DUTGAPHH$,在差值 $ETHL$ 减少时相对较小地设定阈值 $C_DUTGAPHH$ 。两者之差用 $C_HYSDTGPH$ 表示。

[0124] 另外,当差值 $ETHL$ 小于正的阈值 $C_DUTGAPHH$ 且大于正的阈值 $C_DUTGAPHL$ ($0 < C_DUTGAPHL < C_DUTGAPHH$) 时 (除了下述的例外之外,将该状态称为“区域 1”。),即使驾驶者期望平缓的加速,ECU20 也会判断为由于滞后无法获得发动机输出的状态,从而通常会进行增加控制信号 Sc 的占空比 DUT 的滞后补正。但是,即使不进行上述滞后补正,当下一个控制信号 Sc 的目标占空比 $DUTTGTGTH(\%)$ 小于在步骤 S 11 中所求出的输出 $Us1bf$ ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 时 (此时,属于“区域 0”。),则不进行滞后补正。

[0125] 当差值 $ETHL$ 小于等于所述正的阈值 $C_DUTGAPHL$ 、且大于等于负的阈值 $C_DUTGAPLH$ 时 (该状态称为“区域 2”。),则 ECU20 判断为节气门 16 的开度未发生变化,从而不进行滞后补正。

[0126] 当差值 $ETHL$ 小于所述负的阈值 $C_DUTGAPLH$ 且大于负的阈值 $C_DUTGAPLL$ ($C_DUTGAPLL < C_DUTGAPLH < 0$) 时 (除了下述的例外之外,将该状态称为“区域 3”。),即使驾驶者期望平缓的减速,ECU20 也会判断为由于滞后使发动机输出变大了的状态,从而减少控制信号 Sc 的占空比 DUT 而进行滞后补正。但是,即使不进行上述滞后补正,当下一个目标占空比 $DUTTGTGL(\%)$ 小于在步骤 S11 中所求出的输出 $Us1bf$ ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 时 (此时,属于“区域 4”。),则不进行滞后补正。

[0127] 当差值 $ETHL$ 小于等于所述负的阈值 $C_DUTGAPLL$ 时 (将该状态称为“区域 4”),不进行滞后补正。其中,在滞后特性上,所述阈值 $C_DUTGAPLL$ 在差值 $ETHL$ 增加时和减少时,使其数值有所不同。即,在差值 $ETHL$ 增加时 (向负方向变化时),相对较小地 (在负方向上大) 设定阈值 $C_DUTGAPLL$,在差值 $ETHL$ 减少时 (向正方向变化时),相对较大地 (在负方向上小) 设定阈值 $C_DUTGAPLL$ 。两者之差用 $C_HYSDTGPL$ 表示。

[0128] 图 13 中表示了用于进行上述步骤 S13 的处理 (用于判断图 12 的区域 0 ~ 5 的处理) 的流程图。

[0129] 即,在步骤 S21 中,ECU20 计算出本次目标开度 $DTHR[k]$ 和本次实际开度 $DTH[k]$ 之差 $ETHL[k]$ ($ETHL[k] = DTHR[k] - DTH[k]$)。

[0130] 在步骤 S22 中,ECU20 对差值 $ETHL[k]$ 是否大于用于判断是否有意图进行节气门 16 打开方向上的移动的正的阈值 $C_DUTGAPHL$ (参照图 12) 进行判断。当差值 $ETHL[k]$ 大于阈值 $C_DUTGAPHL$ 时,则进入步骤 S23,当差值 $ETHL[k]$ 小于等于阈值 $C_DUTGAPHL$ 时,则进入步骤 S28。

[0131] 在步骤 23 中, ECU20 对差值 ETHL[k] 是否小于用于判断节气门 16 是否实际向打开方向进行移动的正的阈值 C_DUTGAPHH 进行判断。当差值 ETHL[k] 大于等于正的阈值 C_DUTGAPHH 时, 则进入步骤 S24, ECU20 判断为节气门 16 向打开方向的移动较大以至于不需要滞后补正, 换言之, 判断为差值 ETHL 位于图 12 的区域 0 内, 不需要滞后补正。另一方面, 在步骤 S23 中, 当差值 ETHL[k] 小于阈值 C_DUTGAPHH 时, 则进入步骤 S25。

[0132] 在步骤 S25 中, ECU20 对应目标开度 DTHR 对用于使节气门 16 实际向打开方向移动所必需的目标占空比 DUTTGTH(%) 进行判断。该目标占空比 DUTTGTH 按照每目标开度 DTHR 预先存储在存储器(未图示)中。

[0133] 在步骤 S26 中, ECU20 对目标占空比 DUTTGTH 是否大于在步骤 S11 中所判断出的输出 Us1bf ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 进行判断。当目标占空比 DUTTGTH 小于等于输出 Us1bf 时, 则进入步骤 S24, ECU20 判断为目标占空比 DUTTGTH 位于滞后区域 40 外的区域 0 内, 不需要滞后补正。当目标占空比 DUTTGTH 大于输出 Us1bf 时, 则进入步骤 S27, ECU20 判断为目标占空比 DUTTGTH 位于滞后区域 40 内的区域 1 中, 需要滞后补正。

[0134] 如上所述, 在步骤 S22 中, 当差值 ETHL[k] 小于等于阈值 C_DUTGAPHL 时, 则进入步骤 S28。

[0135] 在步骤 S28 中, ECU20 判断节气门 16 向关闭方向的移动是否需要滞后补正, 因此对差值 ETHL[k] 是否大于阈值 C_DUTGAPLL 进行判断。当差值 ETHL[k] 小于等于阈值 C_DUTGAPLL 时, 则进入步骤 S29, ECU20 判断为节气门 16 向关闭方向的移动较大以至于不需要滞后补正, 换言之, 判断为差值 ETHL 位于图 12 的区域 4 内, 不需要滞后补正。另一方面, 在步骤 S28 中, 当差值 ETHL[k] 大于阈值 C_DUTGAPLL 时, 则进入步骤 S30。

[0136] 在步骤 S30 中, ECU20 对差值 ETHL 是否小于阈值 C_DUTGAPLH 进行判断。当不小于阈值 C_DUTGAPLH 时, 则进入步骤 S31, 判断为位于区域 2 内。当小于阈值 C_DUTGAPLH 时, 则进入步骤 S32。

[0137] 在步骤 S32 中, ECU20 对应目标开度 DTHR 对用于使节气门 16 实际向关闭方向移动所必需的目标占空比 DUTTGTL(%) 进行判断。该目标占空比 DUTTGTL 按照每目标开度 DTHR 预先存储在存储器(未图示)中。

[0138] 在步骤 S33 中, ECU20 对目标占空比 DUTTGTL 是否小于在步骤 S11 中所判断出的输出 Us1bf ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 进行判断。当目标占空比 DUTTGTL 大于等于输出 Us1bf 时, 则进入步骤 S29, ECU20 判断为目标占空比 DUTTGTL 位于滞后区域 40 外的区域 4 内, 不需要滞后补正。当目标占空比 DUTTGTL 小于输出 Us1bf 时, 则进入步骤 S34, ECU20 判断为目标占空比 DUTTGTL 位于滞后区域 40 内的区域 3 中, 需要滞后补正。

[0139] (d) 滞后补正输出 Udutgap[k] 的具体数值的判断方法(步骤 S14)

[0140] 图 14 中表示了用于 ECU20 对滞后补正输出 Udutgap[k] 的具体数值进行判断的流程图。

[0141] 在步骤 S41 中, ECU20 对节气门 16 的动作方向进行判断。即, 检测出目标开度 DTH 的速度变化量 DTGDDRTHR(度/秒)的正负, 从而判断节气门 16 的动作方向。或者, 考虑到误差, 也可以不单单看速度变化量 DTGDDRTHR 的正负, 而是设定正的预定值以及负的预定值, 并根据是否超过这些预定值来判断节气门 16 的动作方向。

[0142] 在步骤 S42 中, 对实际开度 DTH 的速度变化量 DTGDDTH(度/秒)是否大于负的阈

值 C_DGTPOUTL(度/秒)进行判断。该负的阈值 C_DGTPOUTL 是用于判断在节气门 16 进行关闭动作时是否需要滞后补正的数值。

[0143] 当速度变化量 DTGDDTH 小于负的阈值 C_DGTPOUTL 时,则进入步骤 S43,将滞后补正输出 Udutgap[k] 归零。当速度变化量 DTGDDTH 大于等于负的阈值 C_DGTPOUTL 时,则进入步骤 S44。

[0144] 在步骤 S44 中也与步骤 S43 同样,对实际开度 DTH 的速度变化量 DTGDDTH 是否大于正的阈值 C_DGTPOUTH 进行判断。当速度变化量 DTGDDTH 大于正的阈值 C_DGTPOUTH 时,则进入步骤 S43,将滞后补正输出 Udutgap[k] 归零。当速度变化量 DTGDDTH 小于等于正的阈值 C_DGTPOUTH 时,则进入步骤 S45。

[0145] 在步骤 S45 中,ECU20 对差值 ETHL 是否位于区域 1 内进行判断。当差值 ETHL 位于区域 1 内时,则进入步骤 S46,当不位于区域 1 内时,则进入步骤 S49。

[0146] 在步骤 S46 中,ECU20 对打开节气门 16 时的目标占空比 DUTTGTH 是否大于在步骤 S11 中计算出的和 Us1bf ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 进行判断。若目标占空比 DUTTGTH 小于等于和 Us1bf 时,则进入步骤 S43,将滞后补正输出 Udutgap[k] 归零。若目标占空比 DUTTGTH 大于和 Us1bf 时,则进入步骤 S47。

[0147] 在步骤 S47 中,ECU20 从预先设定的图表 T_KDUTGAPH 中读取系数 KDUTGAPH。该系数 KDUTGAPH 包含于上述函数 Kdut 中,并具有图 9A 所示的特性。即,系数 KDUTGAPH 具有随着节气门 16 的目标开度 DTHR 的增加而减少的特性。

[0148] 在步骤 S48 中,ECU20 利用下述公式 (9) 计算出滞后补正输出 Udutgap。

[0149]
$$Udutgap[k] = KDUTGAPH(DTHR[k]) \cdot (DUTTGTH[k] - USLBF[k]) \cdots (9)$$

[0150] 当在步骤 S45 中差值 ETHL 不位于区域 1 内时,则在步骤 S49 中对差值 ETHL 是否位于区域 3 内进行判断。当差值 ETHL 不位于区域 3 内时,则在步骤 S50 中将 Udutgap[k] 设定为零。当差值 ETHL 位于区域 3 内时,则进入步骤 S51。

[0151] 在步骤 S51 中,ECU20 对目标占空比 DUTGTGL 是否小于在步骤 S11 中计算出的和 Us1bf ($Us1bf = Ueq + Urch + Udamp$) 进行判断。若目标占空比 DUTTGTH 大于和 Us1bf 时,则进入步骤 S50,将滞后补正输出 Udutgap 归零。若目标占空比 DUTTGTH 小于和 Us1bf 时,则进入步骤 S52。

[0152] 在步骤 S52 中,ECU20 从预先设定的图表中读取系数 KDUTGAPL。该系数 KDUTGAPL 包含于上述函数 Kdut 中,并具有图 9B 所示的特性。即,系数 KDUTGAPL 具有随着节气门 16 的目标开度 DTHR 的减少而减少的特性。其中,需要注意的是在图 9B 中,横轴的正负是相反的。

[0153] 在步骤 S53 中,ECU20 利用下述公式 (10) 计算出滞后补正输出 Udutgap。

[0154]
$$Udutgap[k] = KDUTGAPL(DTHR[k]) \cdot (DUTGTGL[k] - USLBF[k]) \cdots (10)$$

[0155] [5、本实施方式产生的效果]

[0156] 如上所述,在本实施方式的发动机输出控制装置 11 中,ECU20 在节气门 16 处于停止的状态下目标开度 DTHR 发生变化时,计算出马达 18 开始动作所必需的马达 18 的输出,并输出补偿了差额的控制信号 Sc。

[0157] 在上述实施方式中,在节气门 16 处于停止的状态下目标开度 DTHR 发生变化,从而改变节气门 16 的实际开度 DTH 之际,通过对由于马达 18 的滞后特性引起的应答延迟进行

补偿而可以减小马达 18 的启动延迟,由此,能够减少节气门 16 的实际开度 DTH 调整中的应答延迟。并且,当目标开度 DTHR 变得小于初始值时,可以避免由于马达 18 的滞后特性而使马达 18 的输出过大的现象发生,从而,能够减少节气门 16 的实际开度 DTH 调整中的偏差。

[0158] 另外,ECU20 根据节气门 16 的实际开度 DTH 来确定马达 18 开始动作所必需的马达 18 的输出(即,向控制信号 Sc 的占空比 DUT 附加滞后补正输出 Udutgap)。

[0159] 如图 10 所示,可以看出马达 18 的滞后特性与节气门 16 的实际开度 DTH 有相关关系。因此,通过根据节气门 16 的实际开度 DTH 来改变滞后补正输出 Udutgap 的值,能够更高精度地对应马达 18 的滞后特性。

[0160] 进一步,ECU20 在目标开度 DTHR 大于实际开度 DTH 时,改变对控制信号 Sc 的占空比 DUT 的滞后补正输出 Udutgap,从而对应目标开度 DTHR 的增加量抑制马达 18 的输出增加,在实际开度 DTH 大于目标开度 DTHR 时,改变对控制信号 Sc 的占空比 DUT 的滞后补正输出 Udutgap,从而对应目标开度 DTHR 的减少量抑制马达 18 的输出减少。

[0161] 通常,当节气门 16 的目标开度 DTHR 大于实际开度 DTH,且目标开度 DTHR 或者实际开度 DTH 的增加量较大时,若离开滞后区域 40,则在其后实际开度 DTH 容易超过目标开度 DTHR。因此,通过对应目标开度 DTHR 或实际开度 DTH 的增加量抑制马达 18 的输出增加,能够减少发生过调的可能性。

[0162] 同样地,当节气门 16 的实际开度 DTH 大于目标开度 DTHR,且目标开度 DTHR 或者实际开度 DTH 的减少量较大时,由于在滞后区域 40 内的增加量,从而在其后实际开度 DTH 容易超过目标开度 DTHR。因此,通过对应目标开度 DTHR 或实际开度 DTH 的减少量抑制马达 18 的输出减少,能够减少发生过调的可能性。

[0163] [6、本发明的应用]

[0164] 另外,本发明并不局限于上述实施方式,可以根据本说明书的记载内容而采用各种各样的结构。例如可以采用以下所示(1)~(5)的结构。

[0165] (1) 车辆

[0166] 在上述实施方式中使用了两轮机动车的车辆 10,但并不局限于此。例如也可以适用于四轮机动车。

[0167] (2) 目标开度输入机构

[0168] 在上述实施方式中,使用节气门手柄 22 作为输入目标开度 DTHR 的机构,但并不局限于此。例如也可以使用油门踏板。

[0169] 另外,在上述实施方式中,将节气门手柄 22 和电位计 24 作为不同的结构元件进行了叙述,但也可以是一体型的结构。

[0170] (3) 控制方法

[0171] 在上述实施方式中,使用游动方式控制作为控制方法,但并不局限于此。例如,可以使用游动方式控制以外的非线性鲁棒控制以及线性鲁棒控制。

[0172] (4) 控制信号

[0173] 在上述实施方式中,使用控制信号 Sc 的占空比 DUT 控制马达 18 的输出,但也可以变更为占空比 DUT 以外的输出特性来改变马达 18 的输出。例如,也可以通过改变控制信号 Sc 的脉冲数、振幅、频率来改变马达 18 的输出。

[0174] (5) 节气门的开度

[0175] 在上述实施方式中,作为表示节气门 16 的实际的开度的参数使用了实际开度 DTH,即,使用了表示节气门 16 的默认开度 THDEF、和表示节气门 16 绝对位置的开度 TH 之间的关系参数 ($DTH = TH - THDEF$),但也可以使用开度 TH。

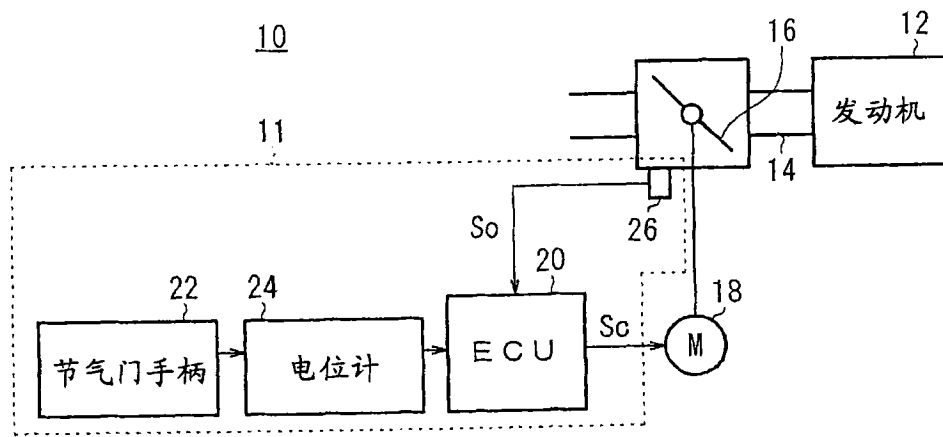


图 1

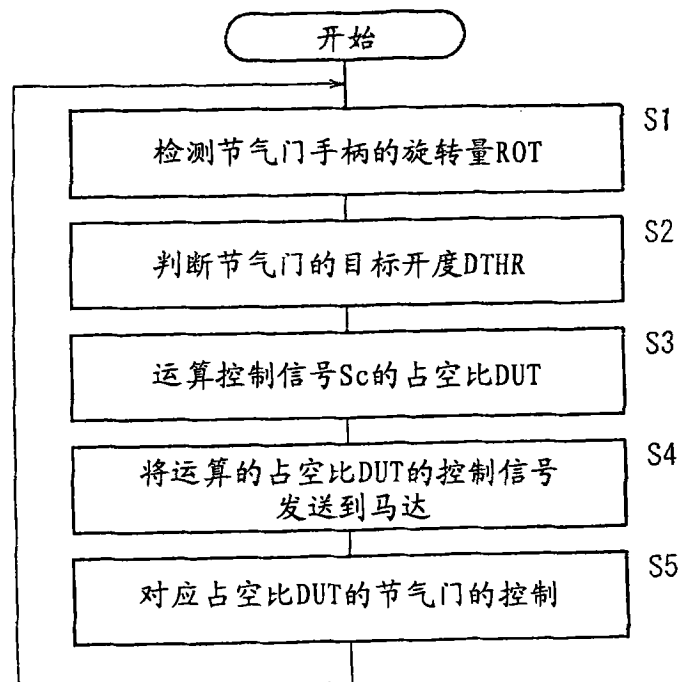


图 2

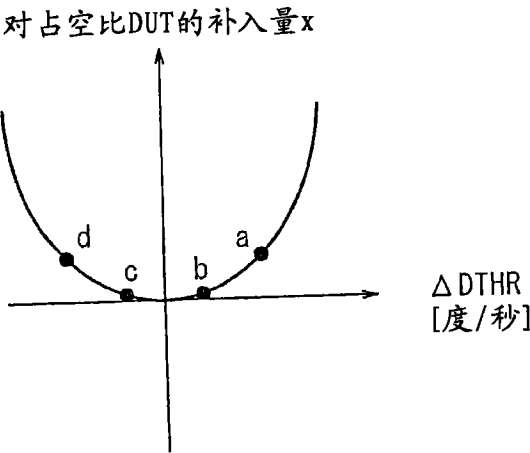


图 3

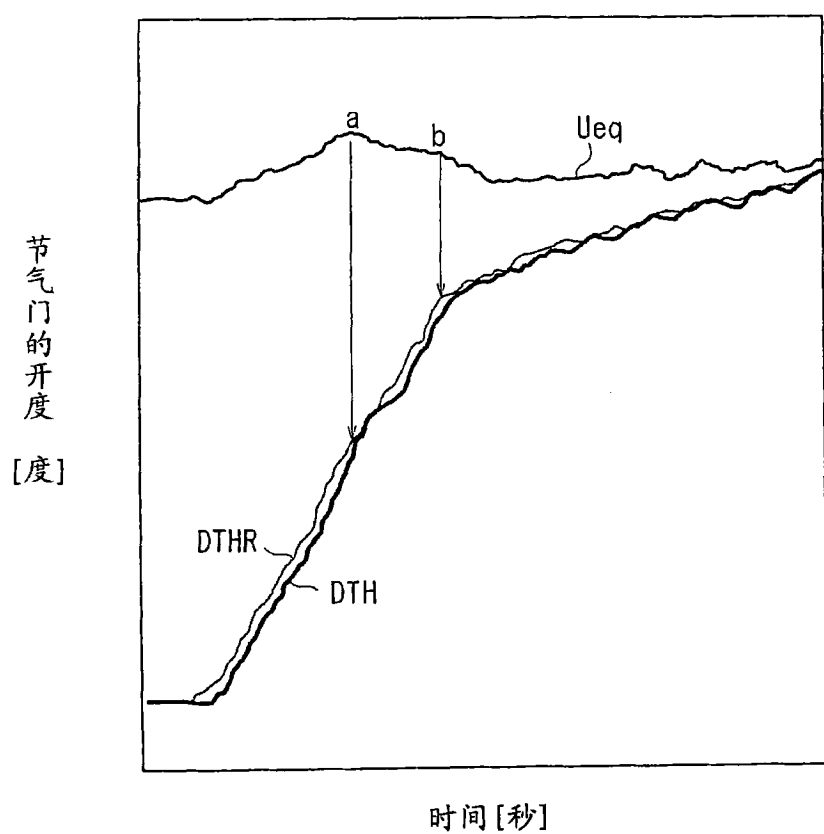


图 4

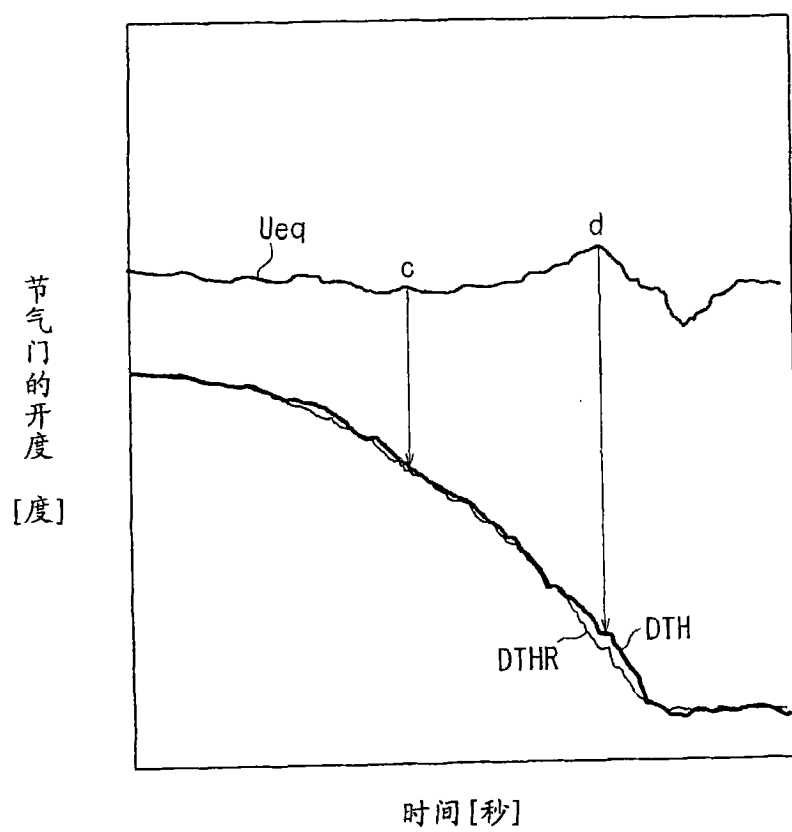


图 5

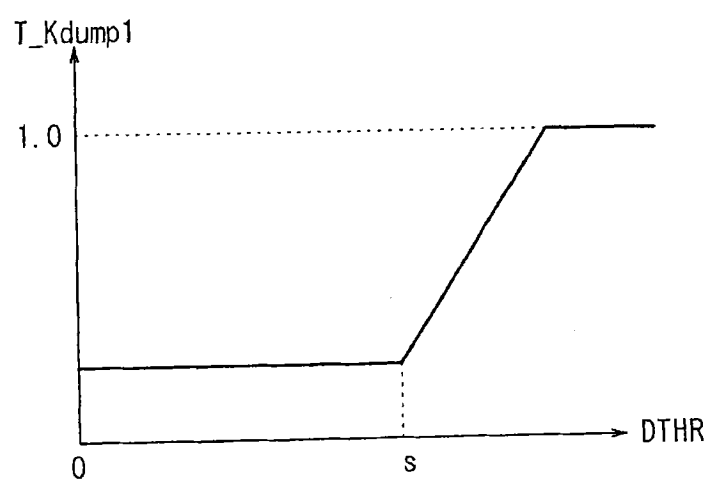


图 6

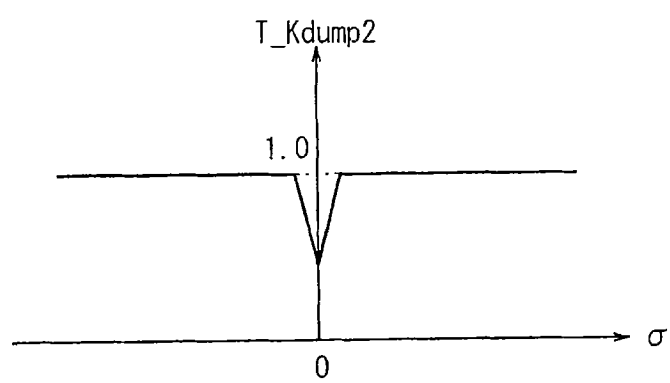


图 7

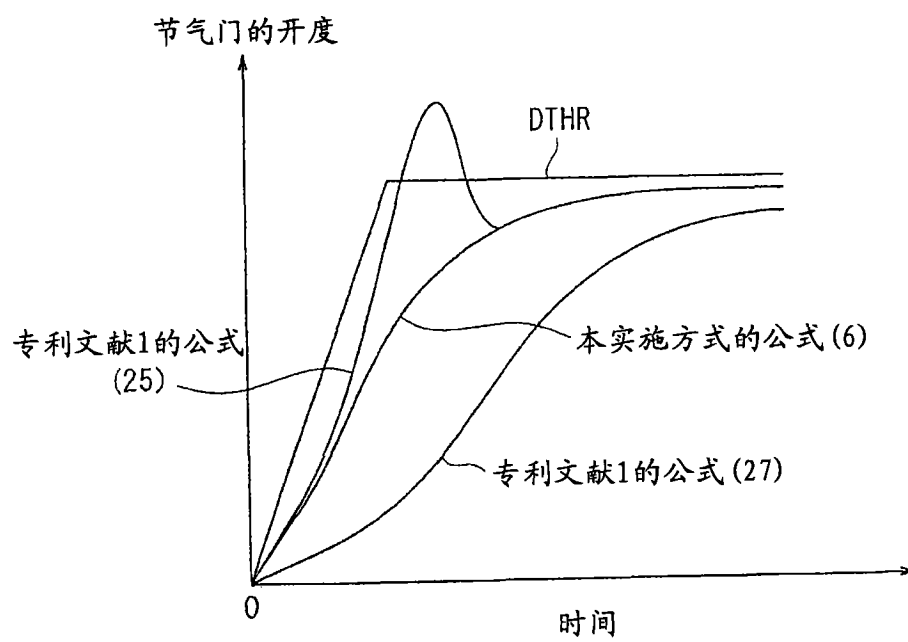


图 8

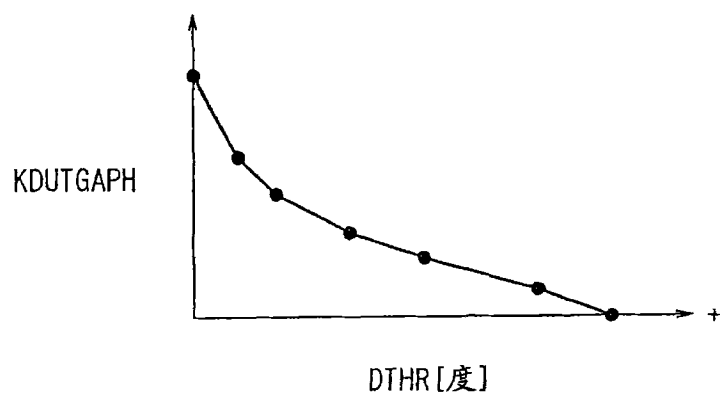


图 9A

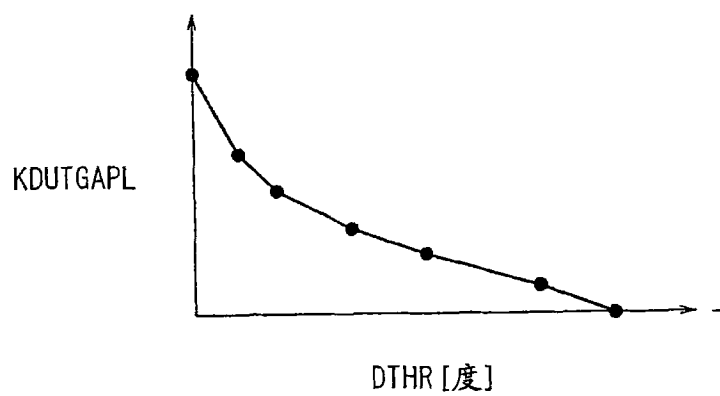


图 9B

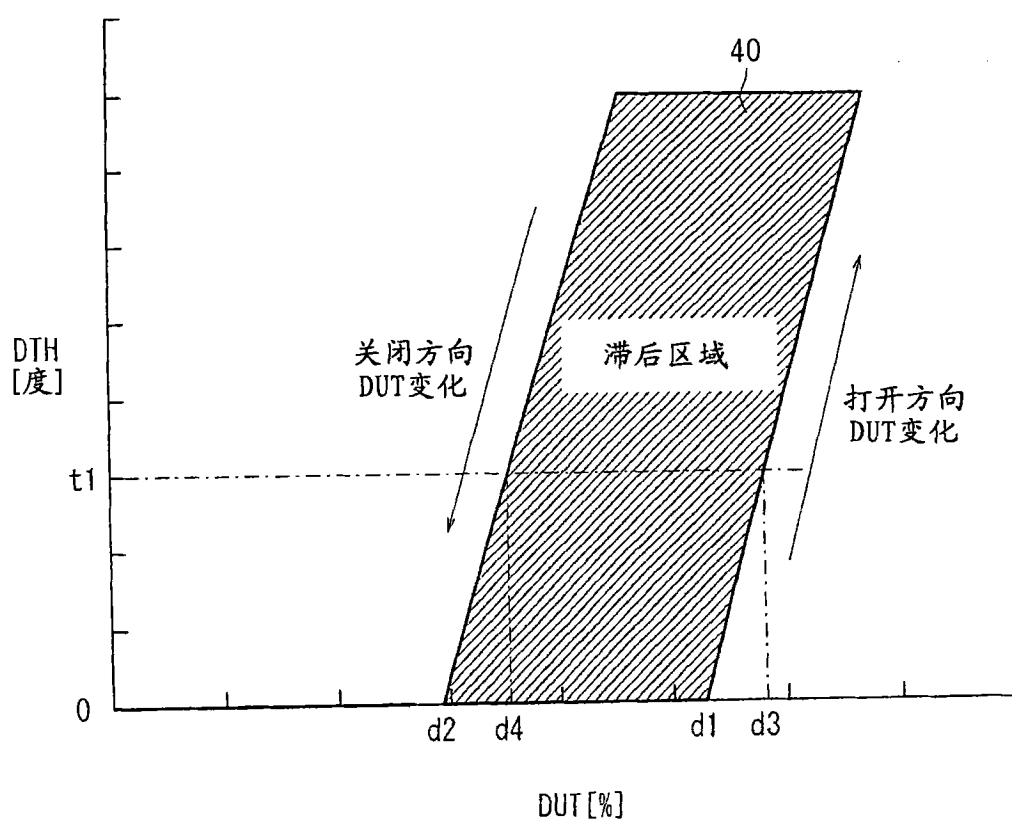


图 10

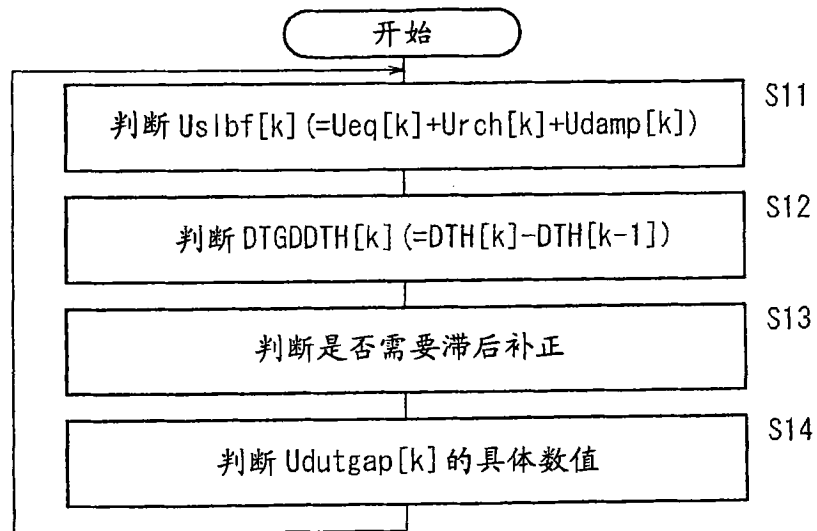


图 11

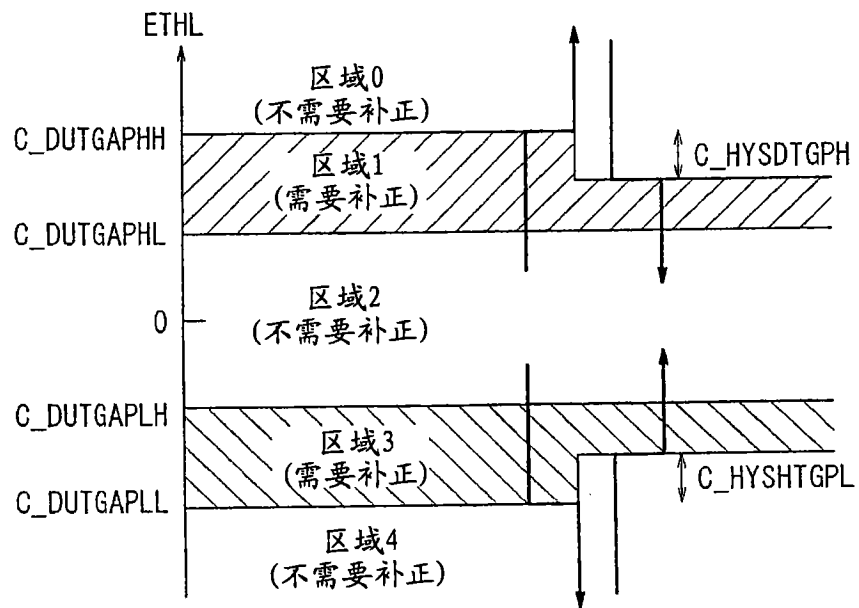


图 12

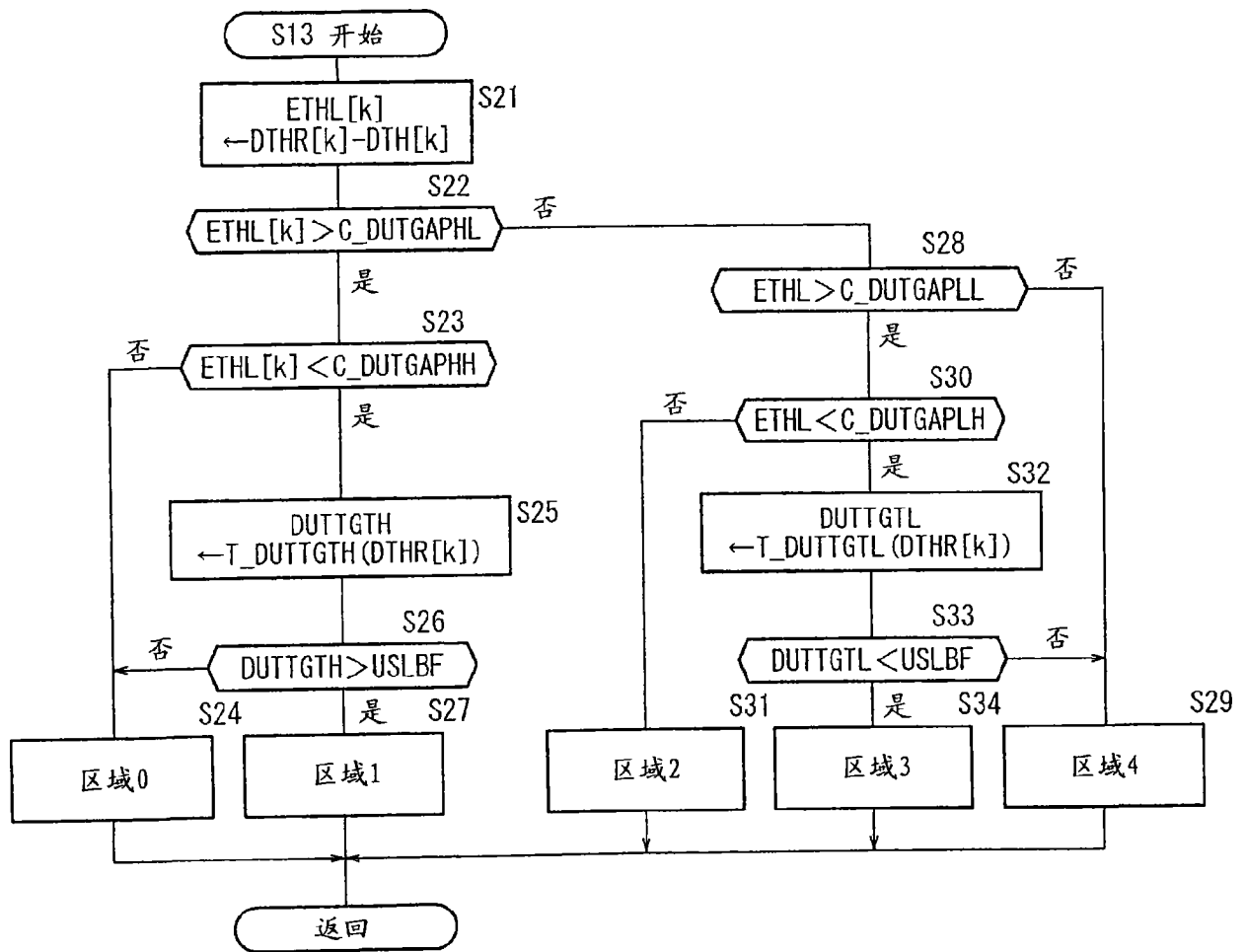


图 13

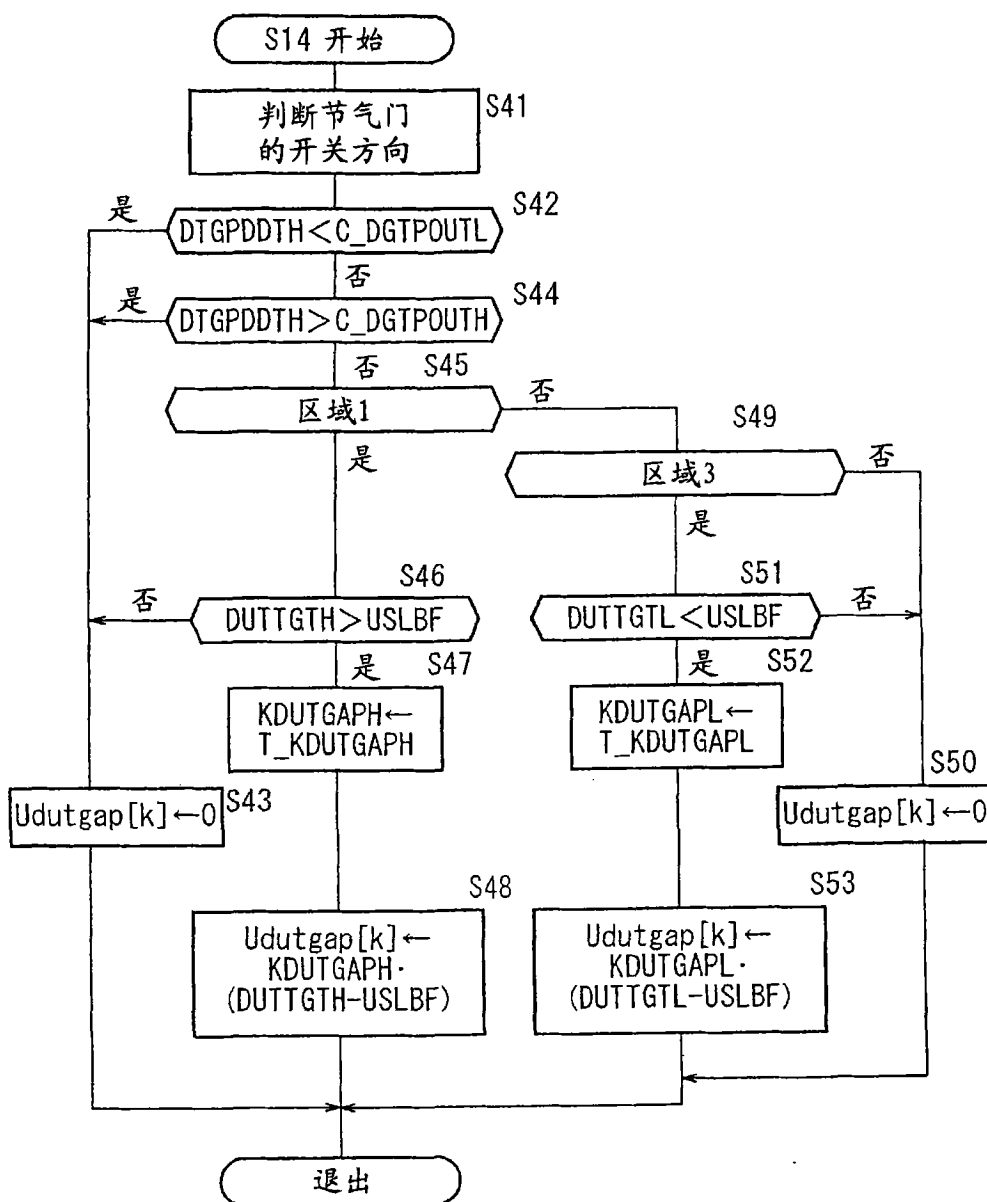


图 14