



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105863855 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201510026368.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.01.19

F02D 41/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 105863855 A

US 2007074707 A1,2007.04.05,

(43)申请公布日 2016.08.17

JP H1030456 A,1998.02.03,

(30)优先权数据

JP H10184408 A,1998.07.14,

2014-183822 2014.09.10 JP

CN 1403696 A,2003.03.19,

JP 2006307668 A,2006.11.09,

(73)专利权人 三菱电机株式会社

审查员 林秀霞

地址 日本东京

(72)发明人 绵贯卓生 叶狩秀树 牧野伦和

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

31100

代理人 俞丹

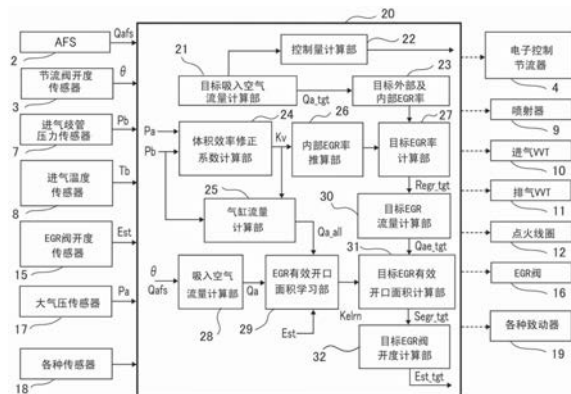
权利要求书3页 说明书18页 附图8页

(54)发明名称

内燃机的EGR流量推算装置以及内燃机的控制装置

(57)摘要

本发明提供一种能协调EGR阀与进排气VVT、并能更高精度地推算EGR流量的内燃机的EGR流量推算装置、以及内燃机的控制装置。通过基于目标EGR率以及EGR有效开口面积对EGR阀开度进行反馈控制，从而也能维持EGR阀开度-有效开口面积的正确特性，能协调EGR阀和进排气VVT，并能吸收偏差、历时变化、甚至环境条件，能高精度地推算EGR流量，该目标EGR率基于内部EGR率、目标外部及内部EGR率来计算，并使其以总EGR率恒定的方式进行修正，该EGR有效开口面积通过对EGR阀开度-有效开口面积的关系进行学习而得到。



1. 一种内燃机的EGR流量推算装置, 对将内燃机的节流阀下游侧的进气通路与所述内燃机的排气通路相连的EGR流路中的EGR流量进行推算, 其特征在于, 包括:

吸入空气流量计算部, 该吸入空气流量计算部对通过所述内燃机的所述节流阀并吸入到所述内燃机的气缸中的吸入空气流量进行计算;

EGR阀, 该EGR阀对所述EGR流路进行开闭, 从而对作为所述EGR流路中的EGR流量的外部EGR流量进行控制;

体积效率修正系数计算部, 该体积效率修正系数计算部基于所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的控制, 计算表示流入所述内燃机的气缸的空气量的指标、即作为体积效率等效值的体积效率修正系数;

气缸流量计算部, 该气缸流量计算部基于所述进气通路内部的压力与所述计算出的所述体积效率修正系数, 计算从所述节流阀下游侧的所述进气通路流入所述气缸的空气中的气缸流量;

内部EGR率推算部, 该内部EGR率推算部基于所述阀正时的控制, 推算内部EGR率, 该内部EGR率是残留在所述气缸内部的作为所述内燃机的排气流量的内部EGR流量、与利用所述吸入空气流量计算部计算出的所述吸入空气流量的比;

目标吸入空气流量计算部, 该目标吸入空气流量计算部基于所述内燃机的目标转矩, 计算所述内燃机的目标吸入空气流量;

目标外部及内部EGR率推算部, 该目标外部及内部EGR率推算部基于由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量、以及所述内燃机的转速, 推算作为目标的目标外部EGR率及目标内部EGR率;

目标EGR率推算部, 该目标EGR率推算部基于由所述目标外部及内部EGR率推算部推算出的所述目标外部EGR率及所述目标内部EGR率、以及由所述内部EGR率推算部推算出的所述内部EGR率, 计算目标EGR率;

EGR流量计算部, 该EGR流量计算部基于由所述气缸流量计算部计算出的所述气缸流量、以及由所述吸入空气流量计算部计算出的所述吸入空气流量, 计算EGR流量;

EGR有效开口面积计算部, 该EGR有效开口面积计算部基于由所述EGR流量计算部计算出的所述EGR流量, 计算与所述EGR阀的开度相对应的所述EGR阀的有效开口面积;

EGR有效开口面积学习部, 该EGR有效开口面积学习部对基于来自EGR阀开度传感器的输出的EGR阀开度、与由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积的关系进行学习, 该EGR阀开度传感器检测所述EGR阀的开度; 以及

EGR阀开度计算部, 该EGR阀开度计算部计算所述EGR阀的开度,

所述EGR阀开度计算部基于由所述目标EGR率推算部推算出的所述目标EGR率、由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积、以及由所述EGR有效开口面积学习部学习后的学习值, 计算所述内燃机的控制所使用的EGR阀开度。

2. 如权利要求1所述的内燃机的EGR流量推算装置, 其特征在于, 所述目标外部及内部EGR率推算部构成为,

预先设定作为在使用所述外部EGR流量与所述内部EGR流量中的至少一方的控制的情况下的控制进行适应时的适应参数的指标的、吸入空气流量、所述内燃机的转速、外部EGR率以及内部EGR率, 并根据所述预先设定的外部EGR率和内部EGR率, 求得所述内燃机运行时

的所述内燃机的转速与吸入空气流量所对应的外部EGR率和内部EGR率，

所述目标EGR率推算部构成为，

基于所述目标内部EGR率与内部EGR率的实际值的偏差，对所述目标外部EGR率进行修正，使得内部EGR率与外部EGR率的总和即总EGR率恒定，从而计算所述目标EGR率，

在利用所述目标EGR率推算部进行的所述目标EGR率的计算中，基于由所述目标外部及内部EGR率推算部推算出的所述目标外部EGR率及所述目标内部EGR率，计算所述总EGR率，并利用所述内部EGR率对所述目标外部EGR率进行修正，使得所述总EGR率达到恒定。

3. 如权利要求1或2所述的所述内燃机的EGR流量推算装置，其特征在于，包括：进气通路内压力检测部，该进气通路内压力检测部对所述节流阀的下游侧的与所述EGR流路相连的所述进气通路内部的压力进行检测；

排气通路内温度检测部，该排气通路内温度检测部对与所述EGR流路相连的所述排气通路内部的温度进行检测；

排气通路内压力检测部，该排气通路内压力检测部对与该EGR流路相连的所述排气通路内部的压力进行检测；

排气通路内音速计算部，该排气通路内音速计算部基于由所述排气通路内温度检测部检测到的排气通路内的温度，计算所述排气通路内的音速；

排气通路内密度计算部，该排气通路内密度计算部基于由所述排气通路内压力检测部检测到的排气通路内的压力、以及由所述排气通路内温度检测部检测到的排气通路内的温度，计算所述排气通路内的密度；

EGR基础有效开口面积计算部，该EGR基础有效开口面积计算部根据预先设定的EGR阀开度-基础有效开口面积映射，计算EGR基础有效开口面积；以及

有效开口面积修正部，该有效开口面积修正部对所述内燃机的控制中使用的EGR阀的有效开口面积进行修正，

所述EGR有效开口面积计算部构成为，

根据所述EGR阀的开度、所述进气通路内部的压力、所述排气通路内部的压力、所述排气通路内部的音速、排气通路内密度、以及所述EGR流量，计算EGR有效开口面积，

所述EGR有效开口面积学习部构成为，

基于由所述EGR有效开口面积计算部计算出的EGR有效开口面积、以及由所述EGR基础有效开口面积计算部计算出的EGR基础有效开口面积，计算所述EGR有效开口面积学习值，

所述有效开口面积修正部构成为，

基于由所述EGR有效开口面积学习部计算出的EGR有效开口面积学习值，对所述内燃机的控制所使用的EGR阀的有效开口面积进行修正，

所述EGR阀开度计算部

对由所述EGR有效开口面积计算部计算出的EGR有效开口面积与所述EGR阀的开度的关系进行学习，基于所述学习到的所述EGR有效开口面积与所述EGR阀的开度的关系，计算所述内燃机的控制中使用的EGR阀开度。

4. 如权利要求1或2所述的所述内燃机的EGR流量推算装置，其特征在于，所述目标外部及内部EGR率推算部基于所述外部EGR流量的控制的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量，推算所述目标外部EGR率。

5. 如权利要求1或2所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,包括目标相位角计算部,该目标相位角计算部计算所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的目标相位角,

所述目标外部及内部EGR率推算部

基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量,对所述目标内部EGR率进行推算,

所述目标相位角计算部

基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量,计算所述目标相位角。

6. 如权利要求1或2所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,包括目标相位角计算部,该目标相位角计算部计算所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的目标相位角,

所述目标外部及内部EGR率推算部

基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量,对所述目标内部EGR率进行推算,

所述目标相位角计算部

基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量,计算所述目标相位角。

7. 一种内燃机的控制装置,其特征在于,包括权利要求1或2所述的内燃机的EGR流量推算装置。

内燃机的EGR流量推算装置以及内燃机的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的EGR流量推算装置、以及具备该EGR流量推算装置的内燃机的控制装置。

背景技术

[0002] 为了对内燃机进行适当的控制,对被吸入到气缸内的空气流量进行高精度的计算、并进行与吸入到气缸内的空气流量相对应的燃料控制及点火时期控制是较为重要的。作为对吸入到内燃机气缸内的空气流量进行测量的方式,通常有如下两种:一种是利用设置在内燃机进气管内的节流阀上游侧的气流传感器(以下称为AFS。AFS:Air Flow Sensor)来测量空气流量的方式(以下称为AFS方式);另一种是设置进气歧管压力传感器、并根据由进气歧管压力传感器测量到的进气歧管内的压力和内燃机的转速来推算吸入到气缸内的空气流量的方式(以下称为S/D方式。SD:Speed Density:速度密度),其中,进气歧管压力传感器用于对包含进气管内的节流阀下游侧的气室在内的、统称为进气管的进气歧管内部的压力进行测量。此外,有时也同时设置这些传感器,并根据内燃机的运行状态来切换使用各个方式,或者,有时即使是AFS方式,也测量进气歧管内的压力来使用。

[0003] 关于内燃机的燃料控制,只要能进行反馈控制,使得主要喷射相对于气缸吸入空气流量达到目标空燃比的燃料量,就能获得大体良好的控制性,而关于点火时期控制,不仅需要根据内燃机转速和气缸吸入空气流量,还需要根据其它因素、例如内燃机温度、爆震产生状况、燃料性状、以及EGR率(EGR流量与吸入空气流量的比。EGR:Exhaust Gas Recirculation:废气再循环),在输出达到最大时的点火提前角(以下称为MBT。MBT:Minimum Spark Advance for Best Torque:最佳转矩时的最小点火提前角)进行控制。在对MBT产生影响的上述主要因素中,例如,内燃机的温度可以利用内燃机的冷却水温度传感器来进行检测,爆震产生状况可以由爆震传感器来进行检测,并能根据爆震产生状况来判断燃料性状是普通汽油或是高辛烷值汽油。

[0004] 关于EGR率,存在以下两种方式:在连结内燃机的排气管和进气管的EGR通路中设置EGR阀、并基于该EGR阀的开度对EGR流量进行控制的方式(以下称为外部EGR方式);以及设置使进气阀和排气阀的阀开关定时变化的可变阀正时机构(以下称为VVT。VVT:Variable Valve Timing:可变阀正时)、并利用该阀开关定时来改变进气阀和排气阀同时打开的状态即重叠期间,以对因废气残留于气缸内而产生的EGR流量进行控制的方式(以下称为内部EGR方式),或者,有时会同时使用上述两种方式。关于外部EGR方式涉及的EGR率,能够根据EGR阀的开度、排气压力、以及进气管内压力来计算大体的EGR流量。

[0005] 此外,在以下的说明中,在仅标注为EGR、EGR率的情况下,表示外部EGR、外部EGR率。此外,外部EGR率表示外部EGR流量与吸入空气流量的比,内部EGR率表示内部EGR流量与吸入空气流量的比。

[0006] 近年来,为了进一步降低油耗,提高输出,通常采用具有外部EGR方式、进气阀及排气阀的VVT(以下称为进排气VVT)的内燃机,由于从进气歧管吸入到气缸内的空气流量会因

EGR阀的开度、阀正时而产生较大变化,因此,若不考虑EGR阀的开度、进排气VVT对阀正时造成的影响,则特别是在S/D方式下,在正常以及过渡的全运行区域中吸入到气缸内的空气流量的计算精度会大幅下降。此外,在使EGR阀的开度、阀正时变化时会产生响应延迟,因此在过渡运行时,与正常运行时所设定的EGR阀的开度、阀正时不一致也成为导致空气流量的计算精度大幅下降的原因。

[0007] 此外,近年来,一般以内燃机的输出转矩为指标来进行内燃机控制,但在对该输出转矩进行推算的情况下,热效率也会根据气缸吸入空气流量和EGR率而发生变化。因此,不管是为了计算出上述的MBT,还是为了推算出转矩、热效率,都需要高精度地计算出气缸吸入空气流量和EGR率。并且,为了求出EGR率,需要高精度地计算出EGR流量。

[0008] 因此,以往,作为计算EGR流量、EGR率的方法,提出了专利文献1所公开的方法。在专利文献1所公开的方法中,基于根据EGR阀的开口面积而求出的废气量、以及根据EGR阀的开口面积指令值而求出的废气量,来计算出EGR流量并推算出EGR率。若采用专利文献1所公开的方法,则能使用预先赋予的“EGR阀的开度-流量特性”、以及EGR阀开口面积,来以简单的结构计算出EGR流量。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本专利特开平7-279774号公报

发明内容

[0012] 发明所要解决的技术问题

[0013] 在使用专利文献1所记载的现有方法的装置中,若EGR阀的开度特性因历时变化而发生变化,则预先准备的流量特性与实际的流量特性处于不同状态,从而存在推算精度下降的问题。此外,除了理所当然会因EGR阀产品本身的个体差异而导致EGR阀开度-流量特性不同以外,还会因安装有EGR阀的内燃机的状态而导致EGR阀开度-流量特性不同。为此,也考虑预先对EGR阀的开度与有效开口面积或流量的关系进行学习,从而高精度地推算外部EGR流量,但若同时控制EGR和进排气VVT,则除了外部EGR流量以外,还会因废气残留在气缸内而产生内部EGR流量,因此存在仅学习EGR阀的开度与有效开口面积或流量的关系无法确保精度的问题。而且,还存在如下问题:若不仅存在EGR,还存在进排气VVT的历时变化、个体偏差,则无论是正常运行或是过渡运行时,计算出的EGR流量中都会产生偏差。

[0014] 本发明是为了解决上述现有装置中的问题而完成的,其目的在于提供一种内燃机的控制装置,能协调EGR阀与进排气VVT,并能更高精度地推算EGR流量。

[0015] 解决技术问题所采用的技术方案

[0016] 本发明的内燃机的EGR流量推算装置对将内燃机的节流阀下游侧的进气通路与所述内燃机的排气通路相连的EGR流路中的EGR流量进行推算,其特征在于,包括:

[0017] 吸入空气流量计算部,该吸入空气流量计算部对通过所述内燃机的所述节流阀并吸入到所述内燃机的气缸中的吸入空气流量进行计算;

[0018] EGR阀,该EGR阀对所述EGR流路进行开闭,从而对作为所述EGR流路中的EGR流量的外部EGR流量进行控制;

[0019] 体积效率修正系数计算部,该体积效率修正系数计算部基于所述内燃机的进气阀

与排气阀中的至少一方的阀正时的控制,计算表示流入所述内燃机的气缸的空气量的指标、即作为体积效率等效值的体积效率修正系数;

[0020] 气缸流量计算部,该气缸流量计算部基于所述进气通路内部的压力与所述计算出的所述体积效率修正系数,计算从所述节流阀下游侧的所述进气通路流入所述气缸的空气的气缸流量;

[0021] 内部EGR率推算部,该内部EGR率推算部基于所述阀正时的控制,推算内部EGR率,该内部EGR率是残留在所述气缸内部的作为所述内燃机的排气流量的内部EGR流量、与利用所述吸入空气流量计算出的所述吸入空气流量的比;

[0022] 目标吸入空气流量计算部,该目标吸入空气流量计算部基于所述内燃机的目标转矩,计算所述内燃机的目标吸入空气流量;

[0023] 目标外部及内部EGR率推算部,该目标外部及内部EGR率推算部基于由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量、以及所述内燃机的转速,推算作为目标的目标外部EGR率及目标内部EGR率;

[0024] 目标EGR率推算部,该目标EGR率推算部基于由所述目标外部及内部EGR率推算部推算出的所述目标外部EGR率及所述目标内部EGR率、以及由所述内部EGR率推算部推算出的所述内部EGR率,计算目标EGR率;

[0025] EGR流量计算部,该EGR流量计算部基于由所述气缸流量计算部计算出的所述气缸流量、以及由所述吸入空气流量计算部计算出的所述吸入空气流量,计算EGR流量;

[0026] EGR有效开口面积计算部,该EGR有效开口面积计算部基于由所述EGR流量计算部计算出的所述EGR流量,计算与所述EGR阀的开度相对应的所述EGR阀的有效开口面积;

[0027] EGR有效开口面积学习部,该EGR有效开口面积学习部对基于来自EGR阀开度传感器的输出的EGR阀开度、与由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积的关系进行学习,该EGR阀开度传感器检测所述EGR阀的开度;以及

[0028] EGR阀开度计算部,该EGR阀开度计算部计算所述EGR阀的开度,

[0029] 所述EGR阀开度计算部基于由所述目标EGR率推算部推算出的所述目标EGR率、由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积、以及由所述EGR有效开口面积学习部学习后的学习值,计算所述内燃机的控制所使用的EGR阀开度。

[0030] 此外,本发明的内燃机的控制装置的特征在于,包括上述结构的内燃机的EGR流量推算装置。

[0031] 发明效果

[0032] 根据本发明的内燃机的EGR流量推算装置,能对EGR阀和进排气VVT进行协调,并能吸收偏差、历时变化、甚至环境条件,能高精度地推算EGR流量。特别是,若基于内部EGR率、目标外部EGR率及内部EGR率计算目标EGR率,使其以总EGR率恒定的方式进行修正,并基于对目标EGR率和EGR阀开度-有效开口面积的关系进行学习得到的EGR有效开口面积对EGR阀开度进行反馈控制,则也能维持EGR阀开度-有效开口面积的正确特性,能协调EGR阀与进排气VVT,并能吸收偏差、历时变化、甚至环境条件,能以极高的精度推算EGR流量。

[0033] 此外,根据本发明的内燃机的控制装置,由于具备上述结构的内燃机的EGR流量推算装置,因此能协调EGR阀与进排气VVT,并能吸收偏差、历史变化、甚至环境条件,从而能高精度地推算EGR流量,并能高精度地控制内燃机。

附图说明

[0034] 图1是示意性表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置、以及应用了具备该EGR流量推算装置的控制装置的内燃机的结构图。

[0035] 图2是表示具备本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置的内燃机的控制装置的方框结构图。

[0036] 图3是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算目标吸入空气流量的步骤的流程图。

[0037] 图4是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算进排气VVT控制量的步骤的流程图。

[0038] 图5是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算目标外部EGR率以及目标内部EGR率的步骤的流程图。

[0039] 图6是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、用于计算体积效率修正系数的映射的图。

[0040] 图7是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、从计算内部EGR率到计算目标EGR率的步骤的流程图。

[0041] 图8是表示本发明实施方式1所涉及的内燃机的控制装置中、计算吸入空气流量的步骤的流程图。

[0042] 图9是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、实施EGR有效开口面积的学习的步骤的流程图。

[0043] 图10是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中的、EGR阀开度-有效开口面积的映射的图。

[0044] 图11是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中的、EGR阀开度-学习值的映射的图。

[0045] 图12是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、从计算目标EGR流量到计算目标EGR阀开度为止的步骤的流程图。

具体实施方式

[0046] 实施方式1.

[0047] 下面,参照附图,详细说明本发明的实施方式1所涉及的内燃机的EGR流量推算装置以及内燃机的控制装置。图1是示意性表示将具备本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置的内燃机的控制装置加以应用的内燃机的结构图,图2是表示具备本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置的内燃机的控制装置的方框结构图。图1中,作为构成内燃机1的进气系统的进气通路的进气管的上游设置有能进行电气控制来调整吸入空气流量的作为节流阀的电子控制节流器4。另外,为了对电子控制节流器4的开度进行测定,设置有节流阀开度传感器3。

[0048] 进气管中的节流器4的上游设置有AFS2。用于测定大气温度的大气压传感器17(参照图2)内置在AFS2中。电子控制节流器4的下游设置有对包含气室5内以及进气歧管6内的空间、即进气歧管内的压力进行测定的作为进气管内压力检测部的进气歧管压力传感器7、以及对进气歧管内的温度进行测定的进气温度传感器8。

[0049] 此外,也可以使用严格来讲是不同温度、但近似地测量外部气体的温度传感器、例如内置于AFS2的大气压传感器17,根据外部气温来对进气歧管温度进行推算,以代替设置测量进气歧管内温度的进气温度传感器8。也可以反过来不设置大气压传感器17,而利用进气温度传感器8的测定值,根据进气歧管内的温度来推算大气温度。

[0050] 在包含进气歧管6及内燃机1的缸内在内的进气阀附近设有用于喷射燃料的喷射器9,在进气阀及排气阀中分别设有用于使阀正时可变的进气VVT10和排气VVT11,气缸盖上设有用于对火花塞进行驱动的点火线圈12,该火花塞用于在气缸内产生火花。

[0051] 在与排气管一同形成内燃机1的排气通路的排气歧管13内设有未图示的氧气传感器、催化剂。排气歧管13和气室5通过排气回流路(以下称为EGR通路)14进行连接。EGR通路14中设有用于对排气回流量(以下称为EGR流量)进行控制的排气回流阀(以下称为EGR阀)16,并设有EGR阀开度传感器15来测定EGR阀16的开度。

[0052] 在图2中,将AFS2所测得的吸入空气流量 Q_{afs} 、节流阀开度传感器3所测得的电子控制节流器4的开度 θ 、进气歧管压力传感器7所测得的进气歧管内的压力 b 、进气温度传感器8所测得的进气歧管内的温度 T_b 、EGR阀开度传感器15所测得的EGR阀16的开度 E_{st} 、以及大气压传感器17所测得的大气压 P_a 输入电子控制单元(以下称为ECU。ECU:Electric Control Unit)20。此外,可以使用对大气压进行推算的单元,也可以使用内置于ECU中的大气压传感器,来代替对大气压进行测定的大气压传感器17。另外,将来自上述以外的各种传感器(包含未图示的油门开度传感器、曲柄角度传感器)的测定值也都输入ECU20。

[0053] ECU20包括目标吸入空气流量计算部21、控制量计算部22、目标外部及内部EGR率推算部23、体积效率修正系数计算部24、气缸流量计算部25、内部EGR率推算部26、目标EGR计算部、吸入空气流量计算部28、EGR有效开口面积学习部29、目标EGR流量计算部30、目标EGR有效开口面积计算部31、以及目标EGR阀开度计算部32。

[0054] ECU20中的目标转矩计算部(未图示)基于与油门开度相对应的来自节流阀开度传感器3的电子控制节流器4的开度 θ 等、来自各种传感器18的各种信息来计算内燃机1的目标转矩 P_{i_tgt} 。目标吸入空气流量计算部21基于计算出的目标转矩 P_{i_tgt} 计算目标吸入空气流量 Q_{a_tgt} 。控制量计算部22利用由目标吸入空气流量计算部21计算出的目标吸入空气流量 Q_{a_tgt} ,计算作为进排气VVT控制量的进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT。目标外部及内部EGR率推算部23利用由目标吸入空气流量计算部21计算出的目标吸入空气流量 Q_{a_tgt} 和内燃机转速 N_e ,计算目标外部EGR率 Reg_{rex_t} 和目标内部EGR率 Reg_{rin_t} 。

[0055] 体积效率修正系数计算部24基于内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的VVT控制,来计算表示从上述节流阀下游的进气管流入上述内燃机的气缸的空气量的指标、即作为体积效率等效值的体积效率修正系数 K_v 。气缸流量计算部25利用由体积效率修正系数计算部24计算出的体积效率修正系数 K_v 、来自进气歧管压力传感器7的进气管内压力 P_b 、以及来自进气温度传感器8的进气歧管内的温度 T_b ,计算气缸流量 Q_{a_all} 。内部EGR率推算部26利用由体积效率修正系数计算部24计算出的体积效率修正系数 K_v 计算内部EGR率 Reg_{rin} 。

[0056] 目标EGR率计算部27利用由内部EGR率推算部26计算出的内部EGR率 Reg_{rin} 和由目标外部及内部EGR率推算部23计算出的目标内部EGR率 Reg_{rin_t} ,计算内部EGR率目标值实际值间偏差 ΔReg_{rin} ,并利用该内部EGR率目标值实际值间偏差 ΔReg_{rin} 与由目标外部及

内部EGR率推算部23计算出的目标外部EGR率 $Regrex_t$ 来计算目标EGR率 $Regr_tgt$ 。

[0057] 吸入空气流量计算部28利用由AFS2测定到的吸入空气流量 $Qafs$ 或节流阀流量 Qth 中的某一个计算吸入空气流量 Qa 。这里,利用基于来自节流阀开度传感器3的节流阀开度 θ 计算出的节流阀有效开口面积 Sth_ctl 以及节流阀开度学习值 $\theta1rn$ 来计算节流阀流量 Qth 。另外,利用基于由气缸流量计算部25计算出的气缸流量 Qa_all 而计算出的节流阀有效开口面积 Sth 以及节流阀开度 θ ,计算节流阀开度学习值 $\theta1rn$ 。

[0058] EGR有效开口面积学习部29利用由气缸流量计算部25计算出的气缸流量 Qa_all 以及由吸入空气流量计算部28计算出的吸入空气流量 Qa 计算EGR流量 Qae ,根据该计算出的EGR流量 Qae 以及来自进气温度传感器8的进气歧管内的温度 Tb 计算EGR有效开口面积 $Segr$,根据来自EGR阀开度传感器15的EGR阀开度 Est 计算EGR基础有效开口面积 $Segr_bse$,并利用EGR有效开口面积 $Segr$ 和EGR基础有效开口面积 $Segr_bse$ 计算EGR有效开口面积学习值 $K1rn$ 。

[0059] 计算出的EGR有效开口面积学习值 $K1rn$ 根据EGR阀开度 Est 存储在在学习值中。EGR有效开口面积学习部29根据所存储的EGR有效开口面积学习值 $K1rn$ 以及EGR基础有效开口面积 $Segr_bse$ 计算学习控制用EGR有效开口面积 $Segr_ctl$ 。

[0060] 目标EGR流量计算部30利用由目标吸入空气流量计算部21计算出的目标吸入空气流量 Qa_tgt 以及由目标EGR率计算部27计算出的目标EGR率 $Regr_tgt$,计算目标EGR流量 Qae_tgt 。目标EGR有效开口面积计算部31基于由目标EGR流量计算部30计算出的目标EGR流量 Qae_tgt 计算目标EGR有效开口面积 $Segr_tgt$ 。目标EGR阀开度计算部32利用由目标EGR有效开口面积计算部31计算出的目标EGR有效开口面积 $Segr_tgt$ 、以及由EGR有效开口面积学习部29计算出的EGR有效开口面积学习值 $Ke1rn$,计算目标EGR阀开度 Est_tgt 。

[0061] ECU20通过F/B控制对基于目标EGR率 $Regr_tgt$ 计算出的目标EGR阀开度 Est_tgt 、以及由上述控制量计算部22计算出的进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT进行修正,使得总EGR率恒定,并对EGR阀16、进气VVT10以及排气VVT11进行协调和控制。

[0062] 此外,如上所述,基于与油门开度相对应的电子控制节流器4的开度 θ 等输入的各种数据计算内燃机1的目标转矩 Pi_tgt ,计算用于达到该目标转矩 Pi_tgt 的目标吸入空气流量 Qa_tgt ,并计算用于达到该目标吸入空气流量 Qa_tgt 的目标节流阀开度、进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT。并且,ECU20将它们作为目标值来控制电子控制节流器4的开度、进气VVT10以及排气VVT11的相位角,并根据目标值驱动喷射器9、点火线圈12等,还根据需要控制其它各种致动器19。

[0063] 接着,参照在规定时刻的中断处理(例如10[ms]的主处理、BTDC75[degCA]中断处理)内实施的图3、图4所示的流程图对由图2所示的ECU20内的目标吸入空气流量计算部21和控制量计算部22进行的处理进行详细说明。即,图3是表示本发明实施方式1的EGR流量推算装置中计算目标吸入空气流量的步骤的流程图,图4是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中计算进排气VVT控制量的步骤的流程图。

[0064] 图3所示的流程图的步骤102由图2中的目标吸入空气流量计算部21来实施。图3中,在步骤101中,目标转矩计算部(未图示)基于与油门开度相对应的节流阀开度 θ 等输入的各种数据计算目标转矩 Pi_tgt 。步骤102中,计算用于达到步骤101中计算出的目标转矩 Pi_tgt 的目标吸入空气流量 Qa_tgt 。

[0065] 接着,由图2中的控制量计算部22实施图4所示的流程图的步骤202、203。图4中,步骤201是与图3的步骤102相对应的步骤,如上所述,由目标吸入空气流量计算部21计算目标吸入空气流量 Qa_tgt 。接着在步骤202中,基于计算出的目标吸入空气流量 Qa_tgt ,计算作为进排气VVT控制量的进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT。步骤202中的处理相当于目标相位角计算部。在接下来的步骤203中,基于步骤202中计算出的进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT计算进排气VVT控制量。然后,基于该进排气VVT控制量对进气VVT10以及排气VVT11的相位角进行控制。

[0066] 在以往的进排气VVT控制中,根据检测到的吸入空气流量 Qa 来计算进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT,因此认为存在以下问题:进气VVT10以及排气VVT11在吸入空气流量 Qa 变化后开始动作,因而响应性较差。认为在理想情况下,若在目标吸入空气流量 Qa_tgt 变化的时刻,进气VVT10以及排气VVT11的相位角也与节流阀开度同时进行变化,则响应性较好。

[0067] 为此,本发明实施方式1的内燃机的控制装置的EGR流量推算装置中,基于目标吸入空气流量 Qa_tgt 计算以往根据吸入空气流量 Qa 计算出的进气VVT目标相位角IVT以及排气VVT目标相位角EVT。

[0068] 接着,对图2所示的目标外部及内部EGR率推算部23进行详细说明。预先对使用外部EGR方式、内部EGR方式、以及同时使用这两种方式的情况下向各自的最优值适应时、作为其适应参数的指标的内燃机1的转速 Ne 、吸入空气流量 Qa 、内部EGR率、以及外部EGR率进行测量,该外部EGR方式利用EGR阀16的开度对EGR量进行控制,该内部EGR方式利用VVT改变进气阀以及排气阀的阀开关正时,并利用该阀开关正时来改变进气阀与排气阀同时打开的状态、即重叠期间,由此对因废气残留在气缸内而引起的EGR量进行控制。之后,生成求出内燃机1的转速 Ne 和吸入空气流量 Qa 的参数指标所对应的内部EGR率以及外部EGR率的映射(未图示)。

[0069] 也可以使用根据参数指标的关系求出的运算式(例如一次函数等)来代替求出内部EGR流量与吸入空气流量的比即内部EGR率、以及外部EGR流量与吸入空气流量的比即外部EGR率的映射。

[0070] 向所生成的上述求出内部EGR率以及外部EGR率的映射输入内燃机1的转速 Ne 和目标吸入空气流量 Qa_tgt ,根据该映射计算目标外部EGR率以及内部EGR率。即,图5是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算目标外部EGR率以及目标内部EGR率的步骤的流程图。图5中,在步骤302中,向上述映射输入步骤301中得到的目标吸入空气流量 Qa_tgt 以及内燃机1的转速 Ne ,在步骤302中根据映射计算目标外部EGR率,在步骤303中根据映射计算目标内部EGR率。

[0071] 在以往的外部EGR控制中,根据检测到的吸入空气流量 Qa 来计算目标外部EGR率,因此认为存在如下问题:EGR阀16在吸入空气流量 Qa 变化后开始动作,因而响应性较差。认为在理想情况下,若在目标吸入空气流量 Qa_tgt 变化的时刻,外部EGR率也与节流阀开度同时进行变化,则响应性较好。为此,在本发明实施方式1的内燃机的控制装置中,根据目标吸入空气流量 Qa_tgt 来计算以往根据吸入空气流量 Qa 计算出的目标外部EGR率。

[0072] 接着,对图2所示的体积效率修正系数计算部24进行详细说明。体积效率修正系数计算部24根据例如图6所示的映射,利用内燃机转速 Ne 、大气压 Pa 与进气歧管内的压力 Pb 的

比来计算体积效率修正系数。即,图6是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、用于计算体积效率修正系数的映射的图。图6中,若内燃机的转速Ne为“3000”[r/min],大气压Pa与进气歧管内的压力Pb的比Pb/Pa为“0.6”,则体积效率修正系数Kv为“0.9”。

[0073] 由于体积效率修正系数Kv会因阀正时而发生变化,因此,通常根据VVT的变化会需要映射。若将进气阀、排气阀的变化幅度设为“0”~“50”[degCA],且每隔“10”[degCA]准备映射,则需要“6×6=36”张映射。通常准备与运行条件的目标阀正时相对应的映射、以及VVT不动作时的映射这两张映射。当然也可以不根据映射、而通过计算求得体积效率修正系数。

[0074] 接着,对图2所示的气缸流量计算部25进行详细说明。气缸流量计算部25基于由体积效率修正系数计算部24计算出的体积效率修正系数Kv以及来自进气歧管压力传感器7的进气歧管内的压力Pb,利用下式(1)计算气缸流量Qa_all。气缸流量Qa_all和体积效率修正系数Kv由下式(1)的关系式表示,因此,只要算出体积效率修正系数Kv,就能算出气缸流量Qa_all。

[0075] [数学式1]

[0076] 数1

[0077]
$$Qa_all = \frac{Pb \cdot Vc \cdot Kv}{T(n) \cdot R \cdot (Tb + 273)} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

[0078] 这里,Qa_all为气缸流量[g/s],Vc为气缸容积[L],T(n)为每隔180度的曲柄角周期[s],R为气体常数[kJ/(kg·K)]。

[0079] 接着,参照在规定时刻的中断处理(例如10[ms]的主处理、BTDC“75”[degCA]中断处理)内实施的图7所示的流程图对由图2所示的ECU20内的内部EGR率推算部26、目标EGR率计算部27内的处理进行详细说明。图7是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、从计算内部EGR率到计算目标EGR率的步骤的流程图。图7所示的流程图的步骤401由图2中的体积效率修正系数计算部24实施,步骤402由图2中的内部EGR率推算部26实施。

[0080] 在图7所示的流程图的步骤402中,基于步骤401中求得的体积效率修正系数Kv计算内部EGR率Regrin。体积效率修正系数Kv与内部EGR率Regrin的关系式由下式(2)来定义。

[0081] [数学式2]

[0082] 数2

[0083]
$$Kv = Kin \cdot \left(\frac{\epsilon}{\epsilon - 1} - Kex \cdot \frac{1}{\epsilon - 1} \right), \quad Regrin = \frac{Kex}{\epsilon} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

[0084] 这里,Kin为进气效率,Kex为排气效率。

[0085] Kin、Kex由下式(3)定义(ε:压缩比)。

[0086] [数学式3]

[0087] 数3

[0088]
$$Kin = \frac{pin}{pb} \cdot \frac{Tb}{Tin}, \quad Kex = \frac{Vex}{Vmin} \cdot \frac{pex}{pin} \cdot \frac{Tin}{Tex} \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

[0089] 这里,Vex是视为残留气体容积1(残留气体为Pex、Tex时占据的容积)[L],Vmin为

间隙容积[L],P为压力[kPa],T为温度[K]

[0090] (下标·b:进气歧管内,in:缸内@B180(进气冲程结束时),ex:排气歧管内)

[0091] 体积效率修正系数Kv与内部EGR率Regrin的关系如上式(2)所示,但由于EGR率是EGR流量与新鲜空气即吸入空气流量的比,因此考虑内部EGR率为内部EGR流量与吸入空气流量的比,若为了更明确而对内部EGR率Regrin进行求解,则成为下式(4)。

[0092] [数学式4]

[0093] 数4

$$R_{egrin} = \frac{K_{in} \cdot \varepsilon}{\varepsilon - 1} - 1 \quad \dots \dots \text{式(4)}$$

[0095] 由式(4)可知,内部EGR率Regrin根据体积效率修正系数Kv以及进气效率Kin来计算。

[0096] 图7所示的流程图的步骤403~406由图2中的目标EGR率计算部27来实施。图7中,在步骤404中,基于步骤403(相当于图5的步骤303)中求得的目标内部EGR率Regrin_t、以及步骤402中求得的内部EGR率Regrin,利用下式(5)计算内部EGR率目标值实际值间偏差 Δ Regrin。

[0097] [数学式5]

[0098] 数5

$$\Delta \text{Regrin} = \text{Regrin}_t - \text{Regrin} \quad \dots \dots \text{式(5)}$$

[0100] 在接下来的步骤406中,基于步骤405中求得的目标外部EGR率Regrex_t、以及步骤404(相当于图5的步骤302)中求得的目标内部EGR率目标值实际值间偏差 Δ Regrin,利用下式(6)计算目标EGR率Regr_tgt。

[0101] [数学式6]

[0102] 数6

$$\text{Regr}_t\text{tgt} = \Delta \text{Regrin} + \text{Regrex}_t\text{tgt} \quad \dots \dots \text{式(6)}$$

[0104] 通过在目标外部EGR率Regrex_t中包含内部EGR率目标值与内部EGR率实际值之间的偏差即内部EGR率目标值实际值间偏差 Δ Regrin,使得内部EGR率的目标值与实际值之间的差直接被外部EGR率吸收,因此总EGR率变为恒定。即,利用目标EGR率Regr_tgt控制外部EGR,以达到内部EGR率与外部EGR率相加后的总EGR率即可。

[0105] 接着,参照在规定时刻的中断处理(例如10[ms]的主处理、BTDC“75”[degCA]中断处理)内实施的图8、图9所示的流程图对由图2中的ECU20内进行的吸入空气流量计算部28、EGR有效开口面积学习部29为止的处理进行详细说明。图8是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算吸入空气流量的步骤的流程图,图9是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、实施EGR有效开口面积的学习的步骤的流程图。图8所示的流程图的步骤501~504由图2中的吸入空气流量计算部28来实施。

[0106] 图8中,基于步骤501中利用来自节流阀开度传感器3的信号检测到的节流阀开度 θ ,在步骤502中计算节流阀流量Qth。这里,以如下方式基于节流阀开度 θ 计算节流阀流量Qth。即,首先基于节流阀开度 θ 计算控制用节流阀有效开口面积Sth_ctl。控制用节流阀有效开口面积Sth_ctl能够根据控制用节流阀开度 θ_{ct1} -节流阀有效开口面积Sth的特性中的

节流阀开度 θ 来计算得到。

[0107] 控制用节流阀有效开口面积 S_{th_ctl} 与节流阀流量 Q_{th} 的关系能由下式(7)来表示。

[0108] [数学式7]

[0109] 数7

$$Q_{th} = \frac{S_{th_ctl}}{\alpha_a \cdot \sigma_a \cdot \rho_a} \quad \dots \dots \dots \text{式(7)}$$

[0111] 这里, Q_{th} 为节流阀流量[g/s], S_{th_ctl} 为控制用节流阀有效开口面积[mm²], α_a 为与大气相同环境下进气管内的音速[m/s], σ_a 为无量纲流量[], ρ_a 为进气管内(=大气)的密度。

[0112] 由于节流阀流量 Q_{th} 与控制用节流阀有效开口面积 S_{th_ctl} 满足式(7)的关系,因此,若求得各常数 α_a 、 σ_a 、 ρ_a ,则能求得节流阀流量 Q_{th} 。在接下来的步骤504中,基于步骤503中由AFS2检测到的吸入空气流量 Q_{afs} 与步骤502中计算出的节流阀流量 Q_{th} 中的某一个计算吸入空气流量 Q_a 。

[0113] 接着,在图9中,由图2中的EGR有效开口面积学习部29实施步骤601~611。步骤602中,基于步骤601中计算出的气缸流量 Q_{a_all} 以及吸入空气流量 Q_a 计算EGR流量 Q_{ae} 。即,步骤601中求得的气缸流量 Q_{a_all} 与吸入空气流量 Q_a 的差分即为EGR流量 Q_{ae} 。图9的步骤602相当于EGR流量计算部。

[0114] 在接下来的步骤603中,对所计算出的EGR流量 Q_{ae} 进行滤波处理(例如一阶延迟滤波)。上述式(1)的运算所使用的进气歧管压力传感器7的传感器输出值中大多会混有微小的测量噪音,若利用使用了式(1)的气缸流量 Q_{a_all} 来计算EGR流量 Q_{ae} ,则认为可能会产生误差。为此,通过对EGR流量 Q_{ae} 实施滤波处理,能使噪音分量衰减。通过使用噪音分量衰减后的EGR流量 Q_{ae} ,从而能消除进气歧管压力传感器7所具有的微小检测误差所带来的影响,并实施之后的计算。

[0115] 利用下式(8)实施上述对EGR流量 Q_{ae} 的滤波处理。

[0116] [数学式8]

[0117] 数8

$$Q_{aef}(n) = K_1 \cdot Q_{aef}(n-1) + (1-K_1) \cdot Q_{ae}(n) \quad \dots \dots \text{式(8)}$$

[0119] 这里, $Q_{aef}(n)$ 为滤波后EGR流量[g/s], $Q_{ae}(n)$ 为本次EGR流量[g/s], $Q_{aef}(n-1)$ 为上一次滤波后EGR流量[g/s], K_1 为滤波常数(例如使用“0.9”~“0.99”左右的值)。

[0120] 在接下来的步骤604中,判定是否禁止EGR阀开度学习。若允许学习,则前进至步骤605,若禁止学习,则前进至步骤608。作为禁止EGR阀开度学习的条件,例如有水温等环境条件、是否在正常运行区域或过渡运行后经过了规定时间、EGR阀开度是否正在变化,是否存在VVT的目标值与控制值的偏差等,若禁止EGR阀开度学习,则设置EGR阀开度学习禁止标志。

[0121] 在接下来的步骤605中,基于EGR流量 Q_{ae} ,并利用下式(9)来计算EGR有效开口面积 S_{egr} 。

[0122] [数学式9]

[0123] 数9

[0124]
$$S_{egr} = \frac{Q_{ae}}{\alpha_e \cdot \sigma_e \cdot \rho_e} \quad \dots \dots \dots \text{式(9)}$$

[0125] 这里, S_{egr} 为EGR有效开口面积[mm²], Q_{ae} 为EGR流量[g/s], α_e 为排气管内的音速[m/s], σ_e 为无量纲流量[], ρ_e 为排气管内的密度。

[0126] 由于EGR有效开口面积 S_{egr} 与EGR流量 Q_{ae} 满足式(9)的关系,因此,若求得各常数,则能求得EGR有效开口面积 S_{egr} 。作为常数的排气管内的音速 α_e 由下式(10)来定义。

[0127] [数学式10]

[0128] 数10

[0129]
$$\alpha_e = \sqrt{\kappa \cdot R \cdot T_{ex}} \quad \dots \dots \dots \text{式(10)}$$

[0130] 这里, κ 为比热比(若为空气则为“1.4”), R 为气体常数[kJ/(kg·K)], T_{ex} 为排气管内的温度。

[0131] 式(10)中的排气管内的温度 T_{ex} 可以通过在排气管内设置温度传感器来测量,也可以根据表示内燃机1的转速 N_e 与内燃机1的填充效率 E_c (根据吸入空气流量来计算)的关系的映射等来计算。排气管内的音速 α_e 是排气温度的函数,也可以准备预先计算出的结果来作为温度的映射,而不在ECU20内计算并求出式(10)。此外,由于气体常数 R 是与气体相对应的常数,因此预先进行定义。即,排气管内的气体的组成会因燃烧状态而发生变化,但为了方便起见,可以将空气的气体常数设定为气体常数 R ,也可以对内燃机1的燃烧状态进行推算,使气体常数 R 可变。

[0132] 作为常数的上述无量纲流量 σ_e 由下式(11)来定义。

[0133] [数学式11]

[0134] 数11

[0135]
$$\sigma_e = \sqrt{\frac{2}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{P_b}{P_{ex}} \right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left(\frac{P_b}{P_{ex}} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa}} \right]} \quad \dots \dots \dots \text{式(11)}$$

[0136] 这里, κ 为比热比(若是空气则为“1.4”), P_b 为进气歧管内的压力[kPa], P_{ex} 为排气管内的压力[kPa]。

[0137] 式(11)中的排气管内的压力 P_{ex} 可以通过在排气管内设置压力传感器来测量,也可以根据表示内燃机1的转速 N_e 与内燃机1的填充效率 E_c (根据吸入空气流量来计算)的关系的映射等来计算。由于无量纲流量 σ_e 是排气管内的压力 P_{ex} 与进气歧管内的压力 P_b 的比的函数,因此也可以准备预先计算出的结果来作为排气管内的压力 P_{ex} 与进气歧管内的压力 P_b 的比的映射,而不在ECU20内对式(11)进行计算。

[0138] 作为常数的上述排气管内的密度 ρ_e 由下式(12)来定义。

[0139] [数学式12]

[0140] 数12

[0141]
$$\rho_e = \frac{P_{ex}}{R \cdot T_{ex}} \quad \dots \dots \dots \text{式(12)}$$

[0142] 这里, P_{ex} 为排气管内的压力[kPa], R 为气体常数[kJ/(kg·K)], T_{ex} 为排气管内的

温度。

[0143] 式(12)中的排气管内的温度 T_{ex} 可以通过在排气管内设置温度传感器来测量,也可以根据表示内燃机1的转速 N_e 与内燃机1的填充效率 E_c (根据吸入空气流量来计算)的关系的映射等来计算。式(12)中的排气管内的压力 P_{ex} 可以通过在排气管内设置压力传感器来测量,也可以根据表示内燃机1的转速 N_e 与内燃机1的填充效率 E_c (根据吸入空气流量来计算)的关系的映射等来计算。

[0144] 另外,有关上述式(10)、式(11)、式(12),图2中并未图示,但设置有对与EGR流路相连的排气管内的温度进行检测的排气管内温度检测部、对该EGR流路的排气管内的压力进行检测的排气管内压检测部、以及基于排气管内温度计算排气管内音速的排气管内音速计算部、以及基于排气管内压与排气管内温度计算排气管内密度的排气管内密度计算部。

[0145] 接着,在图9的步骤607中,根据基于来自EGR阀开度传感器15的信号在步骤606中求得的EGR阀开度 E_{st} ,计算作为EGR有效开口面积的EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 。例如,预先准备表示EGR阀开度-有效开口面积特性的映射等。即,例如图10是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中的、EGR阀开度-有效开口面积的映射的图。另外,如式(9)所示,有效开口面积与流量成比例,因此可以根据表示EGR阀开度-流量特性的映射计算EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 。由此,根据映射来计算与EGR阀开度 E_{st} 相对应的EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 。

[0146] 图9中,在步骤610中,基于步骤607中计算出的EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 、以及步骤605中计算出的EGR有效开口面积 S_{egr} 计算EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 。即,具体而言,计算EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 与EGR有效开口面积 S_{egr} 的差分,该差分即为EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 。另外,若已知EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 与EGR有效开口面积 S_{egr} 的差异,则也可以不是上述差分,而是GR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 与EGR有效开口面积 S_{egr} 的比率或其它值。

[0147] 步骤610中计算出的EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 存储在与EGR阀开度 E_{st} 相对应的学习区域中。所存储的EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 可以是该值本身,或者也可以是对EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 乘以或加上规定的增益。图11是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中的、EGR阀开度-学习值的映射的图。如图11所示,将EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 储存于与EGR阀开度 E_{st} 相对应的学习区域中,从而能进行精细的学习,即使在学习禁止时也能进行精度较高的EGR流量推算。另外,虽然精度会降低,但也可以不存储到学习区域中而直接使用步骤610中计算出的EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 的计算值。

[0148] 另一方面,步骤604中,如上所述,对例如水温等环境条件、是否在正常运行区域或过渡运行后经过了规定时间、EGR阀开度是否正在变化、是否存在VVT的目标值与控制值的偏差等学习禁止条件进行判断,若其结果是EGR阀开度学习禁止并设置了EGR阀开度学习禁止标志,则进入步骤608。步骤608中,与步骤607同样,根据步骤609中求得的EGR阀开度 E_{st} 来计算EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} ,并进入步骤611。

[0149] 在接下来的步骤611中,根据所保存的EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 和EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 来计算在控制中所使用的学习控制用EGR有效开口面积 S_{egr_ctl} 。这里,在由步骤610保存了利用EGR基础有效开口面积 S_{egr_bse} 与EGR有效开口面积 S_{egr} 的差分算出的EGR有效开口面积学习值 K_{lrn} 的情况下,在步骤611中将EGR基础有效开口面积

Segr_bse与EGR有效开口面积学习值Kl1rn相加,从而计算学习控制用EGR有效开口面积Segr_ctl。

[0150] 接着,参照在规定时刻的中断处理(例如10[ms]的主处理、BTDC“75”[degCA]中断处理)内实施的图12所示的流程图对由图2中的ECU20内进行的目标EGR流量计算部30、目标EGR有效开口面积计算部31、目标EGR阀开度计算部32中的处理进行详细说明。即,图12是表示本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置中、计算目标EGR流量到计算目标EGR阀开度为止的步骤的流程图。

[0151] 图12所示的流程图的步骤701~702由图2中的目标EGR流量计算部30来实施。图12中,在步骤702中,基于步骤701中计算出的目标吸入空气流量 Qa_tgt 、以及上述图7的步骤406中计算出的目标EGR率 $Regr_tgt$,计算目标EGR流量 Qae_tgt 。这里,上述图3的步骤102中计算出的目标吸入空气流量 Qa_tgt 、图7的步骤406中计算出的目标EGR率 $Regr_tgt$ 、与目标EGR流量 Qae_tgt 的关系为下式(13)。

[0152] [数学式13]

[0153] 数13

[0154] $Qae_tgt = Regr_tgt \times Qa_tgt$ 式(13)

[0155] 这里, Qae_tgt 为目标EGR流量[g/s], Qa_tgt 为目标吸入空气流量[g/s], $Regr_tgt$ 为目标EGR率[]。

[0156] 图12所示的流程图的步骤703~704由图2中的目标EGR有效开口面积计算部31来实施。在图12所示的步骤704中,基于步骤703中计算出的排气密度 ρ_e 、排气音速 α_e 、无量纲流量 σ_e 、以及步骤702中计算出的目标EGR流量 Qae_tgt ,并基于下式(14)计算目标EGR有效开口面积Segr_tgt。

[0157] [数学式14]

[0158] 数14

[0159] $Segr_tgt = \frac{Qae_tgt}{\alpha_e \cdot \sigma_e \cdot \rho_e}$ 式(14)

[0160] 这里,Segr_tgt为目标EGR有效开口面积[mm²], Qae_tgt 为目标EGR流量[g/s], α_e 为排气管内的音速[m/s], σ_e 为无量纲流量[], ρ_e 为排气管内的密度。

[0161] 由于目标EGR有效开口面积Segr_tgt与目标EGR流量 Qae_tgt 满足式(14)的关系,因此,若求得各常数 α_e 、 σ_e 、 ρ_e ,则能求得EGR有效开口面积Segr。由于各常数 α_e 、 σ_e 、 ρ_e 的关系与上式(9)相同,因此由上式(10)、式(11)、式(12)来定义。

[0162] 接着,由图2中的目标EGR阀开度计算部32实施图12中的步骤705~707。在图12的步骤706中,基于步骤705中计算出的EGR有效开口面积学习值Kelrn、步骤704中计算出的目标EGR有效开口面Segr_tgt来计算目标EGR阀开度Est_tgt。另外,步骤705相当于上述图9中的步骤610。

[0163] 在将因EGR阀16的产品偏差、历时变化等产生的EGR基础有效开口面积Segr_bse与EGR有效开口面积Segr的差分作为EGR有效开口面积学习值Kelrn进行保存的情况下,能通过将目标EGR有效开口面积Segr_tgt与EGR有效开口面积学习值Kelrn相加来计算学习后EGR有效开口面积,并能利用EGR阀开度-有效开口面积表来求得EGR控制中使用的目标EGR阀开度Est_tgt。

[0164] 在接下来的步骤707中,计算EGR阀的控制量、以及喷射器、点火线圈等的各个控制量并结束处理。由上述图4中的步骤203计算进排气VVT的控制量。

[0165] 通过如上述那样学习EGR有效开口面积,从而能应对EGR阀16的历时变化,能高精度地推算在控制中所使用的EGR流量,通过计算目标EGR率,使其以总EGR率恒定的方式进行修正,从而能协调EGR阀16和进排气VVT,并能吸收EGR阀16的偏差、历时变化、甚至环境条件的变化等。

[0166] 如上所述,根据本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置、以及具备该EGR流量推算装置的内燃机的控制装置,无论是在内燃机正常运行时还是过渡运行时,都能高精度地推算气缸吸入空气流量、吸入空气流量,能对内燃机进行合适的控制。而且,即使在因煤等堆积物导致EGR流量特性产生变化、或因历时劣化导致无法正常控制EGR阀、进排气VVT的情况下,也能根据推算出的气缸吸入空气流量、吸入空气流量对EGR阀开度-流量特性(有效开口面积特性)进行学习,并能计算目标EGR率,使其以总EGR率恒定的方式进行修正,并能利用学习的结果来高精度地推算EGR流量,能对内燃机进行合适的控制。

[0167] 以上所述的本发明实施方式1的内燃机的EGR流量推算装置以及内燃机的控制装置将以下发明具体化。

[0168] (1)一种内燃机的EGR流量推算装置,对将内燃机的节流阀下游侧的进气通路与所述内燃机的排气通路相连的EGR流路中的EGR流量进行推算,其特征在于,包括:

[0169] 吸入空气流量计算部,该吸入空气流量计算部对通过所述内燃机的所述节流阀并吸入到所述内燃机的气缸中的吸入空气流量进行计算;

[0170] EGR阀,该EGR阀对所述EGR流路进行开闭,从而对作为所述EGR流路中的EGR流量的外部EGR流量进行控制;

[0171] 体积效率修正系数计算部,该体积效率修正系数计算部基于所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的控制,计算表示流入所述内燃机的气缸的空气量的指标、即作为体积效率等效值的体积效率修正系数;

[0172] 气缸流量计算部,该气缸流量计算部基于所述进气通路内部的压力与所述计算出的所述体积效率修正系数,计算从所述节流阀下游侧的所述进气通路流入所述气缸的空气的气缸流量;

[0173] 内部EGR率推算部,该内部EGR率推算部基于所述阀正时的控制,推算内部EGR率,该内部EGR率是残留在所述气缸内部的作为所述内燃机的排气流量的内部EGR流量、与利用所述吸入空气流量计算出的所述吸入空气流量的比;

[0174] 目标吸入空气流量计算部,该目标吸入空气流量计算部基于所述内燃机的目标转矩计算所述内燃机的目标吸入空气流量;

[0175] 目标外部及内部EGR率推算部,该目标外部及内部EGR率推算部基于由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量、以及所述内燃机的转速,推算作为目标的目标外部EGR率及目标内部EGR率;

[0176] 目标EGR率推算部,该目标EGR率推算部基于由所述目标外部及内部EGR率推算部推算出的所述目标外部EGR率及所述目标内部EGR率、以及由所述内部EGR率推算部推算出的所述内部EGR率,计算目标EGR率;

[0177] EGR流量计算部,该EGR流量计算部基于由所述气缸流量计算部计算出的所述气缸

流量、以及由所述吸入空气流量计算部计算出的所述吸入空气流量,计算EGR流量;

[0178] EGR有效开口面积计算部,该EGR有效开口面积计算部基于由所述EGR流量计算部计算出的所述EGR流量,计算与所述EGR阀的开度相对应的所述EGR阀的有效开口面积;

[0179] EGR有效开口面积学习部,该EGR有效开口面积学习部对基于来自EGR阀开度传感器的输出的EGR阀开度、与由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积的关系进行学习,该EGR阀开度传感器检测所述EGR阀的开度;以及

[0180] EGR阀开度计算部,该EGR阀开度计算部计算所述EGR阀的开度,

[0181] 所述EGR阀开度计算部基于由所述目标EGR率推算部推算出的所述目标EGR率、由所述EGR有效开口面积计算部计算出的所述EGR有效开口面积、以及由所述EGR有效开口面积学习部学习后的学习值,计算所述内燃机的控制所使用的EGR阀开度。

[0182] 根据本发明,通过对EGR阀开度进行反馈控制,以达到内外总和的目标EGR率,从而能高精度地对EGR阀和进排气VVT进行协调和控制。

[0183] (2)如上述(1)所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,所述目标外部及内部EGR率推算部构成为,

[0184] 预先设定作为在使用所述外部EGR流量与所述内部EGR流量中的至少一方的控制的情况下的控制进行适应时的适应参数的指标的、吸入空气流量、所述内燃机的转速、外部EGR率以及内部EGR率,并根据所述预先设定的外部EGR率和内部EGR率,求得所述内燃机运行时的所述内燃机的转速与吸入空气流量所对应的外部EGR率和内部EGR率,

[0185] 所述目标EGR率推算部构成为,

[0186] 基于所述目标内部EGR率与内部EGR率的实际值的偏差对所述目标外部EGR率进行修正,使得内部EGR率与外部EGR率的总和即总EGR率恒定,从而计算所述目标EGR率,

[0187] 在利用所述目标EGR率推算部进行的所述目标EGR率的计算中,基于由所述目标外部及内部EGR率推算部推算出的所述目标外部EGR率及所述目标内部EGR率,计算所述总EGR率,并利用所述内部EGR率对所述目标外部EGR率进行修正,使得所述总EGR率达到恒定。

[0188] 根据本发明,通过控制目标外部EGR率以吸收内部EGR率的偏差,从而能进行总EGR率恒定的控制。

[0189] (3)如上述(1)或(2)所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,包括:进气通路内压力检测部,该进气通路内压力检测部对所述节流阀的下游侧的与所述EGR流路相连的所述进气通路内部的压力进行检测;

[0190] 排气通路内温度检测部,该排气通路内温度检测部对与所述EGR流路相连的所述排气通路内部的温度进行检测;

[0191] 排气通路内压力检测部,该排气通路内压力检测部对与该EGR流路相连的所述排气通路内部的压力进行检测;

[0192] 排气通路内音速计算部,该排气通路内音速计算部基于由所述排气通路内温度检测部检测到的排气通路内的温度,计算所述排气通路内的音速;

[0193] 排气通路内密度计算部,该排气通路内密度计算部基于由所述排气通路内压力检测部检测到的排气通路内的压力、以及由所述排气通路内温度检测部检测到的排气通路内的温度,计算所述排气通路内的密度;

[0194] EGR基础有效开口面积计算部,该EGR基础有效开口面积计算部根据预先设定的

EGR阀开度-基础有效开口面积映射,计算EGR基础有效开口面积;以及

[0195] 有效开口面积修正部,该有效开口面积修正部对所述内燃机的控制中使用的EGR阀的有效开口面积进行修正,

[0196] 所述EGR有效开口面积计算部构成为,

[0197] 根据所述EGR阀的开度、所述进气通路内部的压力、所述排气通路内部的压力、所述排气通路内部的音速、排气通路内密度、以及所述EGR流量,计算EGR有效开口面积,

[0198] 所述EGR有效开口面积学习部构成为,

[0199] 基于由所述EGR有效开口面积计算部计算出的EGR有效开口面积、以及由所述EGR基础有效开口面积计算部计算出的EGR基础有效开口面积,计算所述EGR有效开口面积学习值,

[0200] 所述有效开口面积修正部构成为,

[0201] 基于由所述EGR有效开口面积学习部计算出的EGR有效开口面积学习值,对所述内燃机的控制所使用的EGR阀的有效开口面积进行修正,

[0202] 所述EGR阀开度计算部

[0203] 对由所述EGR有效开口面积计算部计算出的EGR有效开口面积与所述EGR阀的开度的关系进行学习,基于所述学习到的所述EGR有效开口面积与所述EGR阀的开度的关系,计算所述内燃机的控制中使用的EGR阀开度。

[0204] 根据本发明,通过学习EGR阀开度-有效开口面积的关系,从而即使因历时变化等导致该关系产生变化,也能维持正确的开度-有效开口面积特性,通过使用精度良好的EGR阀开度学习值,从而能高精度地对EGR阀开度进行反馈控制。

[0205] (4)如上述(1)或(2)所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,所述目标外部及内部EGR率推算部基于所述外部EGR流量的控制的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量,推算所述目标外部EGR率。

[0206] 根据本发明,使用外部EGR控制适应时的运行条件来映射化,从而能容易地推算目标外部EGR率。

[0207] (5)如上述(1)或(2)所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,包括目标相位角计算部,该目标相位角计算部计算所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的目标相位角,

[0208] 所述目标外部及内部EGR率推算部

[0209] 基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量,对所述目标内部EGR率进行推算,

[0210] 所述目标相位角计算部

[0211] 基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及所述吸入空气流量,计算所述目标相位角。

[0212] 根据本发明,使用进气及排气VVT控制适应时的运行条件来进行映射化,从而能容易地推算目标内部EGR率和目标相位角。

[0213] (6)如上述(1)或(2)所述的内燃机的EGR流量推算装置,其特征在于,包括目标相位角计算部,该目标相位角计算部计算所述内燃机的进气阀与排气阀中的至少一方的阀正时的目标相位角,

[0214] 所述目标外部及内部EGR率推算部

[0215] 基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量,对所述目标内部EGR率进行推算,

[0216] 所述目标相位角计算部

[0217] 基于所述进气阀与所述排气阀中的至少一方的阀正时的运行条件、即所述内燃机的转速以及由所述目标吸入空气流量计算部计算出的所述目标吸入空气流量,计算所述目标相位角。

[0218] 根据本发明,通过在目标EGR阀开度的计算和目标相位角的计算中使用目标吸入空气流量,从而能改善EGR阀动作与进排气VVT动作的响应性。

[0219] (7)一种内燃机的控制装置,其特征在于,包括上述(1)或(2)所述的内燃机的EGR流量推算装置。

[0220] 根据本发明,能对EGR阀和进排气VVT进行协调,并能吸收偏差、历时变化、甚至环境条件,能高精度地推算EGR流量,能获得高精度的内燃机的控制装置。

[0221] 另外,对于本发明,可以在本发明范围内,对实施方式进行适当的变形、省略。

[0222] 标号说明

[0223] 1 内燃机

[0224] 2 AFS

[0225] 3 节流阀开度传感器

[0226] 4 电子控制节流器

[0227] 5 气室

[0228] 6 进气歧管

[0229] 7 进气歧管压力传感器

[0230] 8 进气温度传感器

[0231] 9 喷射器

[0232] 10 进气VVT

[0233] 11 排气VVT

[0234] 12 点火线圈

[0235] 13 排气歧管

[0236] 14 EGR通路

[0237] 15 EGR阀开度传感器

[0238] 16 EGR阀

[0239] 17 大气温度传感器

[0240] 18 各种传感器

[0241] 19 各种致动器

[0242] 20 ECU

[0243] 21 目标吸入空气流量计算部

[0244] 22 控制量计算部

[0245] 23 目标外部及内部EGR率推算部

-
- | | | |
|--------|----|----------------|
| [0246] | 24 | 体积效率修正系数计算部 |
| [0247] | 25 | 气缸流量计算部 |
| [0248] | 26 | 内部EGR率推算部 |
| [0249] | 27 | 目标EGR率计算部 |
| [0250] | 28 | 吸入空气流量计算部 |
| [0251] | 29 | EGR有效开口面积学习部 |
| [0252] | 30 | 目标EGR流量计算部 |
| [0253] | 31 | 目标EGR有效开口面积计算部 |
| [0254] | 32 | 目标EGR阀开度计算部 |

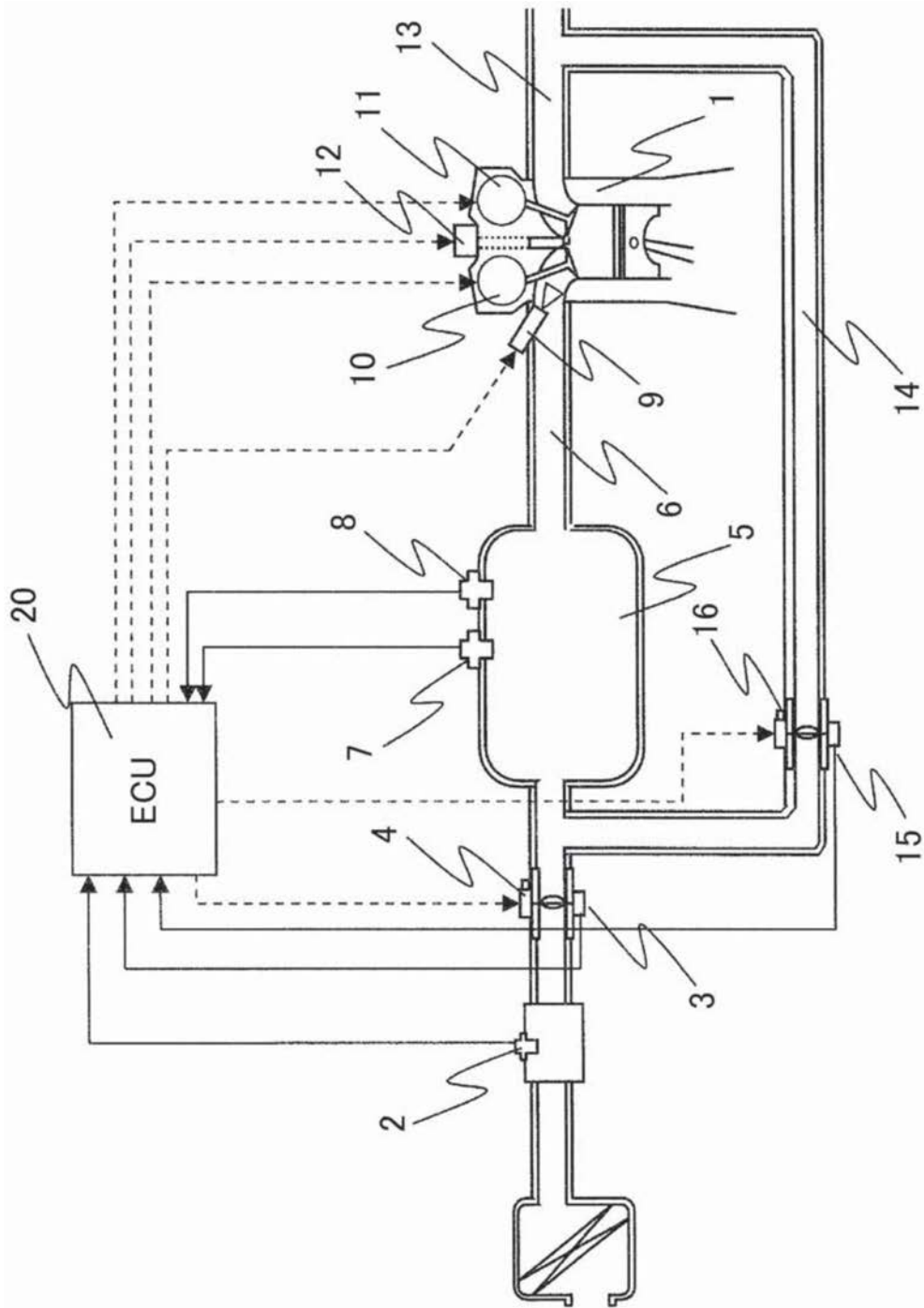


图1

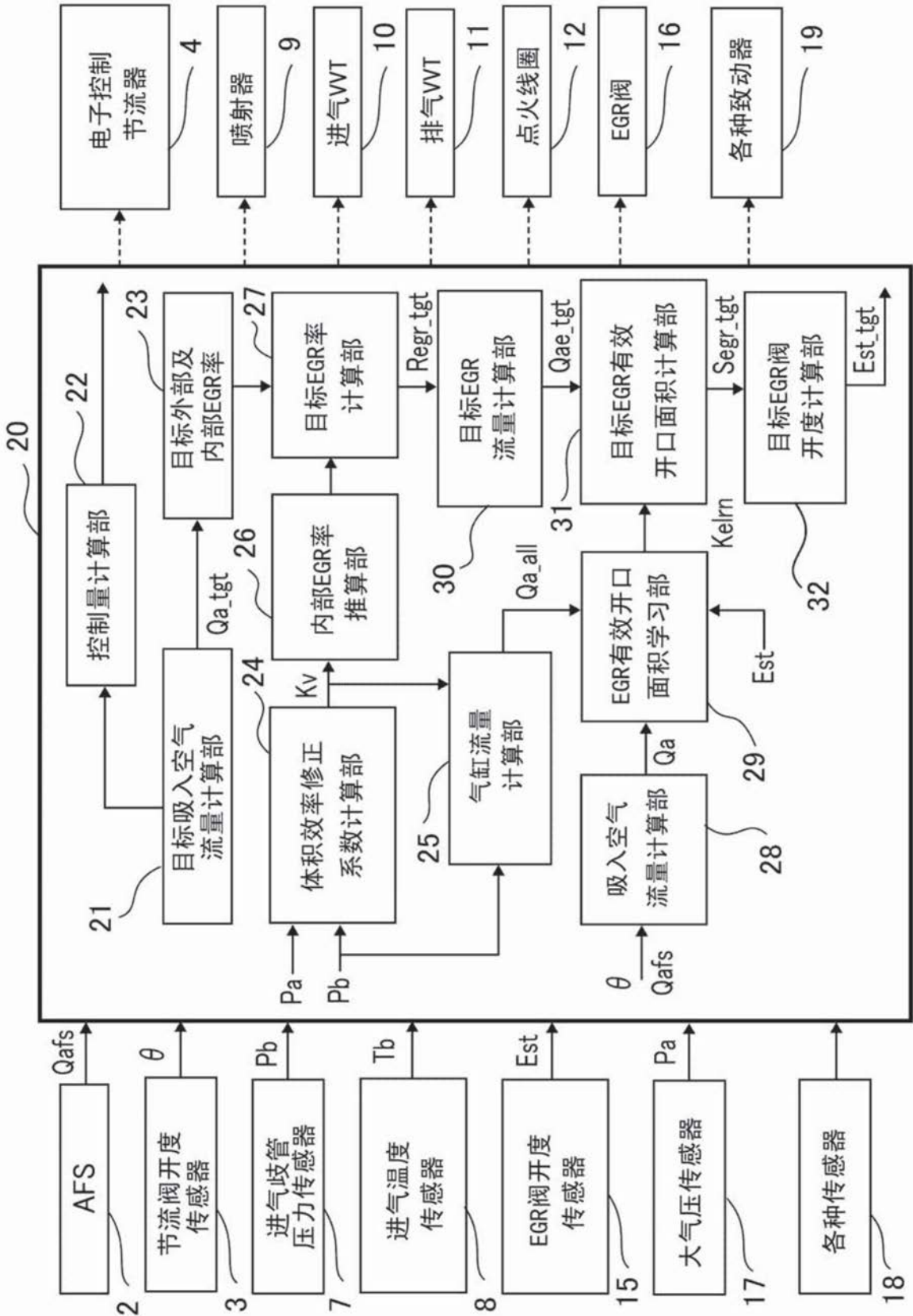


图2

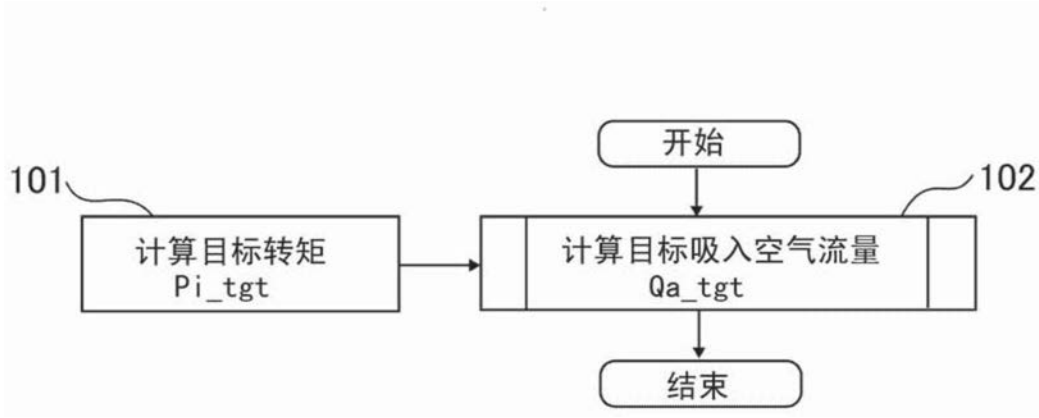


图3

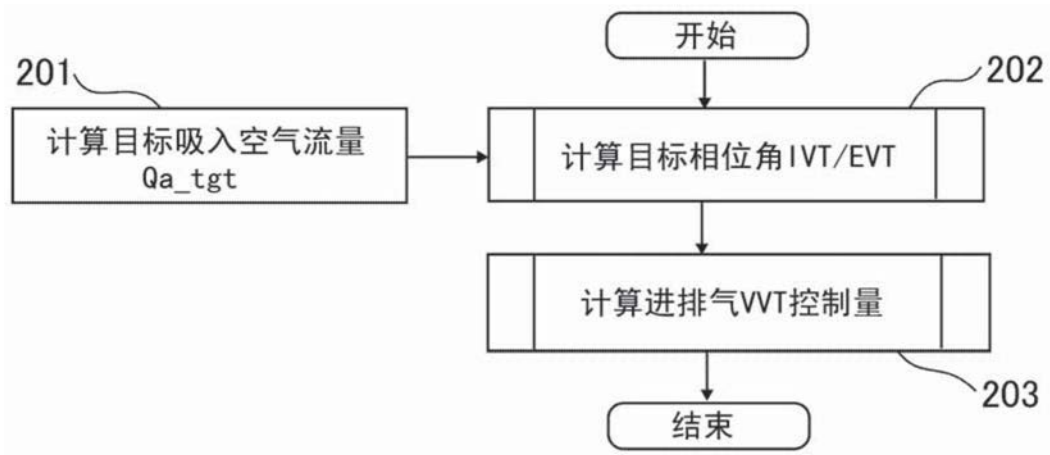


图4

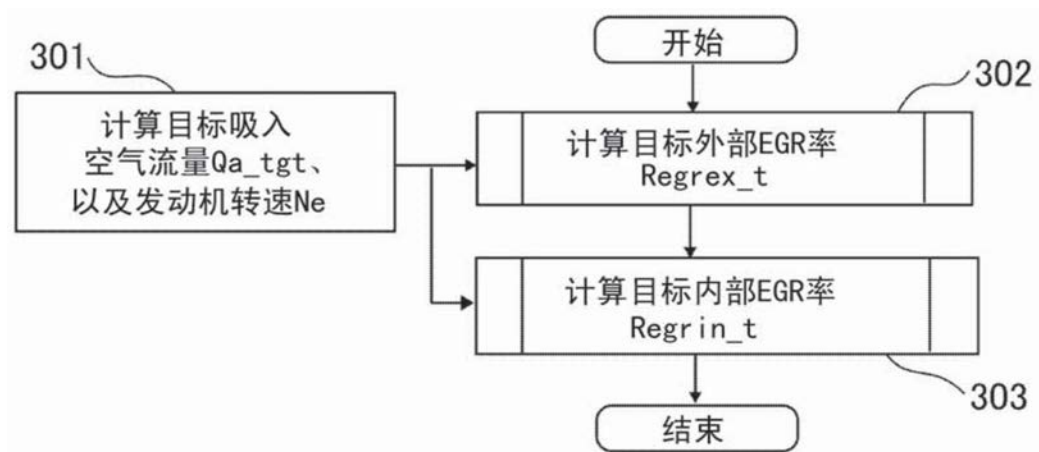


图5

		Ne		
		1500	3000	4500
Pb/Pa	0.1	0.5	0.5	0.5
	0.2	0.6	0.6	0.55
	0.3	0.7	0.7	0.65
	0.4	0.8	0.8	0.75
	0.6	0.9	0.9	0.85
	0.8	0.95	0.92	0.9
	1	0.95	0.95	0.95

图6

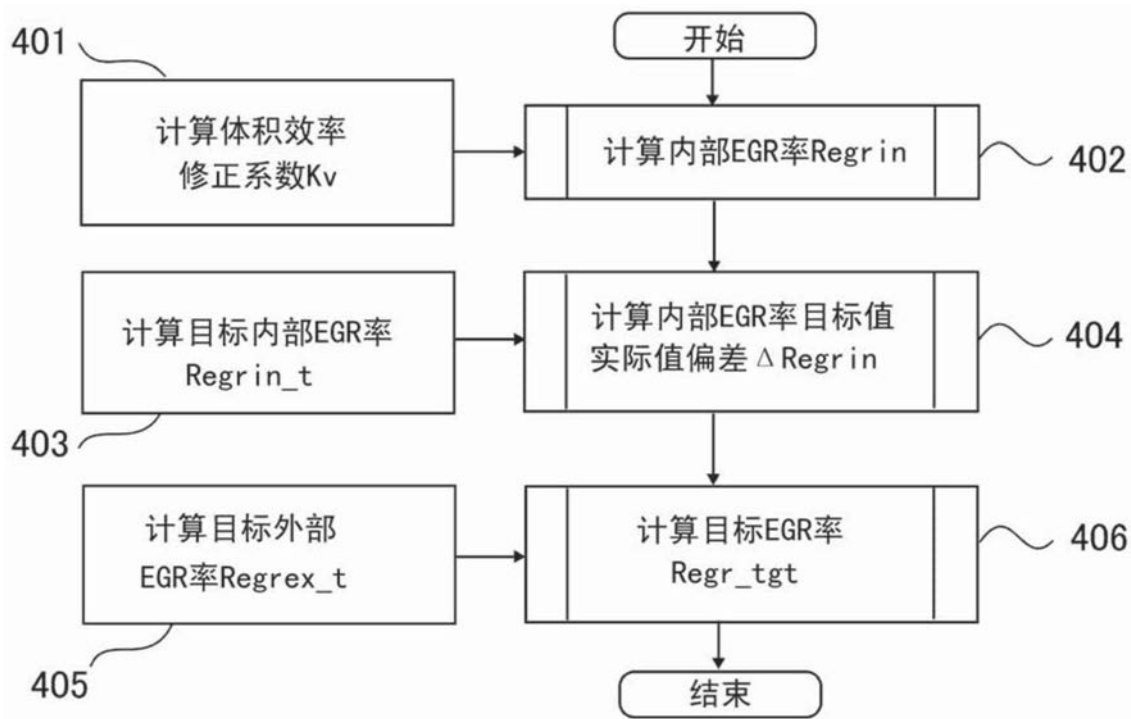


图7

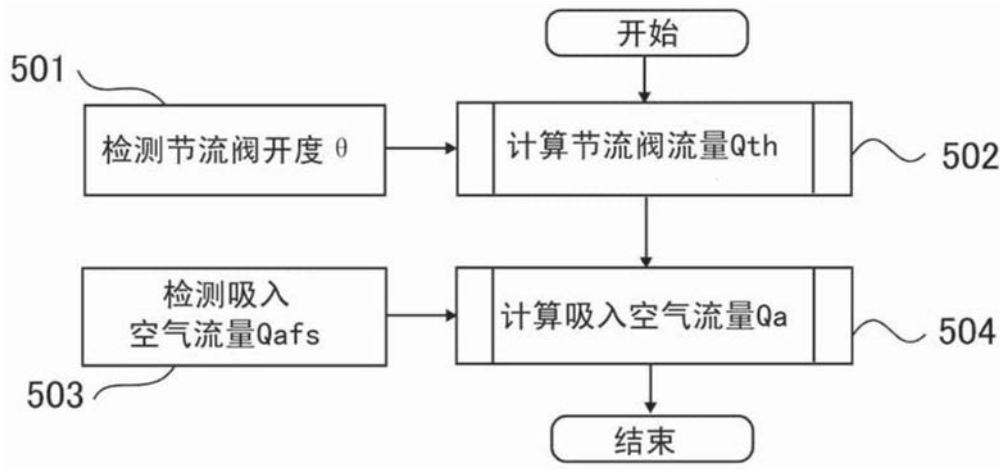


图8

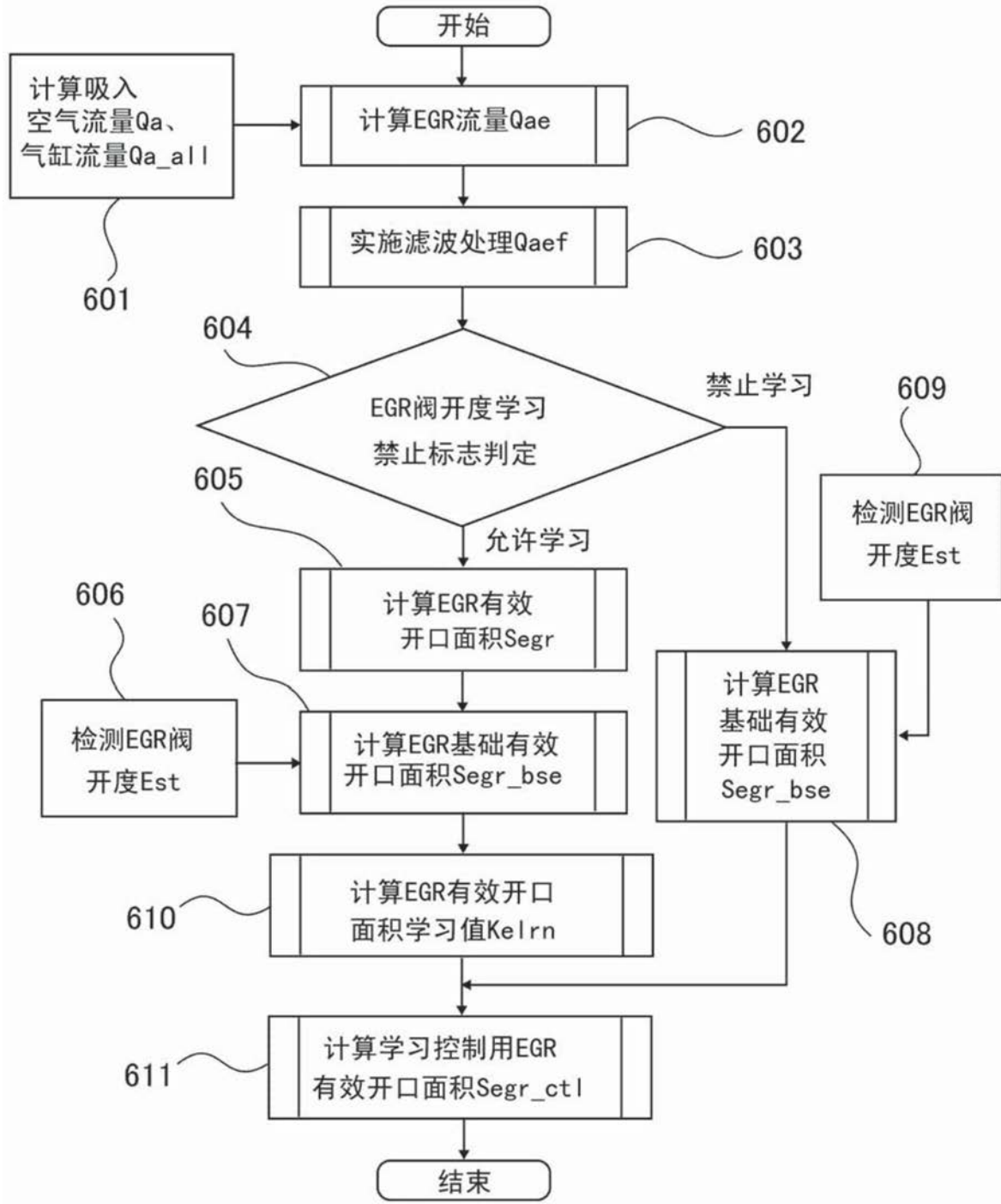


图9

		Segr
Est	10%	5
	20%	10
	30%	15
	40%	20
	60%	25
	80%	40
	100%	50

图10

		学习值
Est	10%	0.5
	20%	1
	30%	1.5
	40%	-1
	60%	-2
	80%	-1
	100%	-3

图11

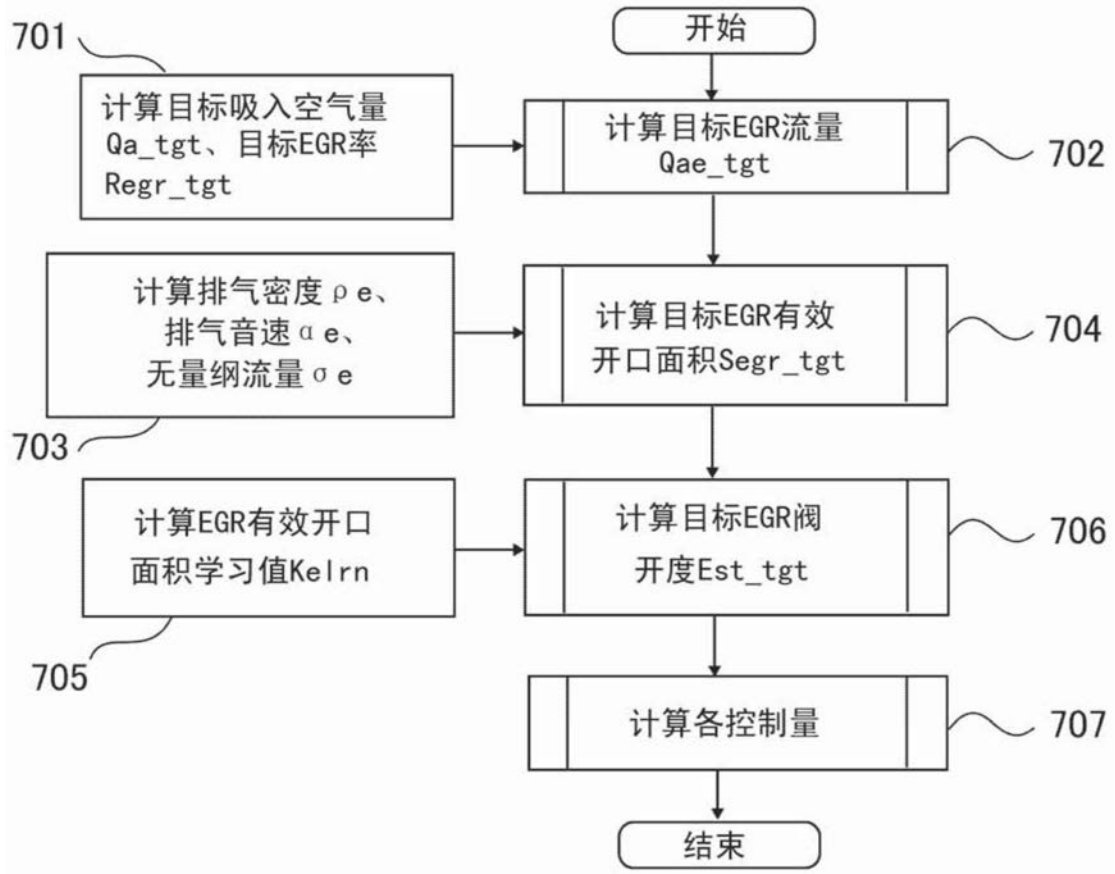


图12