



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105863893 B

(45)授权公告日 2020.01.17

(21)申请号 201610083821.5

(22)申请日 2016.02.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105863893 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(30)优先权数据
14/616,496 2015.02.06 US

(73)专利权人 福特环球技术公司
地址 美国密歇根州

(72)发明人 G·苏妮拉 D·J·斯泰尔斯
J·A·海蒂奇 I·艾里 王沿
T·A·瑞帕萨

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 徐东升 王爽

(51)Int.Cl.

F02D 21/04(2006.01)

F02M 26/01(2016.01)

F02M 26/65(2016.01)

F02B 47/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102770638 A,2012.11.07,

CN 1798917 A,2006.07.05,

US 2011023847 A1,2011.02.03,

CN 104033258 A,2014.09.10,

US 6446498 B1,2002.09.10,

CN 102770638 A,2012.11.07,

US 6622548 B1,2003.09.23,

US 2013228228 A1,2013.09.05,

审查员 汪炫妍

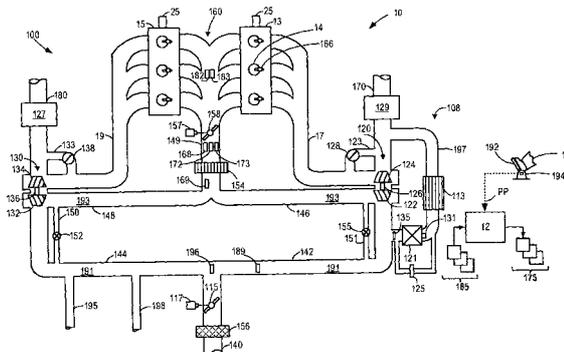
权利要求书2页 说明书22页 附图6页

(54)发明名称

用于基于阀的温度差运转排气再循环阀的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于基于阀的温度差运转排气再循环阀的系统和方法。具体地,本发明提供了用于确定EGR流量估计的由于EGR阀的杆与主体之间的温度差的改变导致的排气再循环(EGR)阀的流动面积的改变的方法和系统。在一个示例中,一种方法包括基于EGR流量的估计调整排气再循环(EGR)阀,所述EGR流量基于EGR阀两端的压力差和调整的阀流动面积来估计。调整的阀流动面积可以基于EGR阀的杆与主体之间的温度差。



1. 一种用于发动机的方法,其包括:

基于排气再循环流量即EGR流量的估计调整排气再循环阀即EGR阀,所述EGR流量基于所述EGR阀两端的压力差和调整的阀流动面积来估计,所述调整的阀流动面积基于所述EGR阀的杆与主体之间的第一温度差。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述EGR阀两端的所述压力差利用所述EGR阀两端的压力传感器来估计,其中所述压力传感器是阀上压力差传感器即DP传感器,并且其中所述调整的阀流动面积进一步基于所述EGR阀的已知横截面和EGR阀位置,所述EGR阀位置利用EGR阀位置传感器来测量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述调整的阀流动面积根据所述EGR阀的已知横截面流动面积和EGR阀位置传感器的输出来调整,并且进一步包括基于流动面积的第一改变确定所述调整的阀流动面积,所述流动面积的第一改变基于所述EGR阀的所述杆与主体之间的所述第一温度差和所述EGR阀的热膨胀系数。

4. 根据权利要求3所述的方法,其进一步包括,在所述EGR阀的每次关闭事件处,确定在EGR阀关闭位置处的所述EGR阀的所述杆与主体之间的第二温度差,并且将确定的在所述EGR阀关闭位置处的第二温度差存储在控制器的存储器中,并且其中所述流动面积的第一改变进一步基于所述EGR阀的所述杆与主体之间的所述第一温度差和在所述EGR阀关闭位置处的所述EGR阀的所述杆与主体之间的所述第二温度差之间的差。

5. 根据权利要求3所述的方法,其进一步包括,基于流过所述EGR阀的EGR气体的温度和流速估计所述第一温度差。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中确定所述调整的阀流动面积进一步基于由于EGR阀烟粒积聚导致的流动面积的第二改变,并且进一步包括,基于在当所述发动机未被升压时的第一状况下利用进气氧传感器并且利用所述EGR阀两端连接的压力传感器估计的EGR流量的差确定所述流动面积的第二改变。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中确定所述流动面积的第二改变进一步基于预期的EGR阀流动面积和在所述第一状况下利用所述进气氧传感器估计的第一EGR流量,所述预期的EGR阀流动面积基于EGR阀位置传感器的输出和EGR阀升程修正,所述EGR阀升程修正在EGR阀末端停止和热补偿学习程序期间被获悉。

8. 根据权利要求6所述的方法,其进一步包括,基于所述流动面积的第二改变增加至阈值水平之上而指示所述EGR阀上的烟粒积聚。

9. 一种用于发动机的方法,其包括:

基于EGR阀两端的压力差和总的阀流动面积估计排气再循环流量即EGR流量;

基于所述EGR阀的杆与主体之间的第一温度差获悉第一阀流动面积修正系数;以及

基于第一获悉的阀流动面积修正系数调整所述总的阀流动面积。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中获悉所述第一阀流动面积修正系数包括,将获悉的第一阀流动面积修正系数存储在控制器的存储器中,并且在一持续时间之后重复获悉所述第一阀流动面积修正系数,该持续时间包括发动机运转和若干发动机循环的持续时间中的一个或多个。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中获悉所述第一阀流动面积修正系数包括,基于EGR流量和流过所述EGR阀的排气的温度估计所述EGR阀的所述杆与主体之间的所述第一温度

差。

12. 根据权利要求9所述的方法,其中获悉所述第一阀流动面积修正系数包括,确定所述EGR阀的所述杆与主体之间的所述第一温度差和在所述EGR阀关闭位置处的所述EGR阀的所述杆与主体之间的第二温度差之间的差,在所述EGR阀关闭位置处的所述第二温度差在每次EGR阀关闭事件被获悉。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中获悉所述第一阀流动面积修正系数包括,将所述第一温度差与所述第二温度差之间的差乘以所述EGR阀的热膨胀系数,其中所述热膨胀系数是所述EGR阀的所述杆与主体之间的温度差的每度温度下的阀升程的热膨胀的系数。

14. 根据权利要求9所述的方法,其进一步包括,在抽取被禁用、升压被禁用并且质量空气流量在阈值水平之下的发动机运转期间基于根据进气氧传感器的输出估计的第一EGR流量与基于所述EGR阀两端的所述压力差估计的第二EGR流量之间的差获悉第二阀流动面积修正系数。

15. 根据权利要求14所述的方法,其进一步包括,基于所述第一获悉的阀流动面积修正系数和所述第二阀流动面积修正系数调整所述总的阀流动面积。

16. 根据权利要求9所述的方法,其中估计所述EGR流量包括,在当发动机抽取和升压开启时、和当进气质量空气流量在阈值之上时的一个或多个的第一状况下基于所述EGR阀两端的所述压力差和所述总的阀流动面积估计所述EGR流量。

17. 根据权利要求16所述的方法,其进一步包括,在当发动机抽取和升压关闭并且所述进气质量空气流量在所述阈值之下时的第二状况下基于进气氧传感器的输出而非所述EGR阀两端的所述压力差估计所述EGR流量。

18. 一种用于发动机的系统,其包括:

具有进气压缩机和排气涡轮的涡轮增压器;

低压排气再循环通道即低压EGR通道,其被连接在所述排气涡轮下游的排气通道与所述进气压缩机上游的进气通道之间,所述低压EGR通道包括排气再循环阀即EGR阀和用于估计EGR流量的压力差传感器即DP传感器;

进气氧传感器,其被设置在低压EGR通道下游的所述发动机的进气装置中;以及

控制器,其具有计算机可读指令,所述计算机可读指令用于基于所述EGR流量调整所述EGR阀,所述EGR流量基于所述DP传感器的输出和调整的阀流动面积来估计,所述调整的阀流动面积基于所述EGR阀的杆与主体之间的第一温度差和在所述EGR阀的关闭位置处的所述EGR阀的所述杆与主体之间的第二温度差。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中所述进气氧传感器被进一步设置在所述发动机的进气歧管中,并且其中所述调整的阀流动面积进一步基于在当升压和抽取被禁用并且质量空气流量在阈值水平之下时的发动机运转期间基于所述DP传感器的输出的第一EGR流量估计与基于所述进气氧传感器的输出的第二EGR流量估计之间的差。

20. 根据权利要求18所述的系统,其进一步包括被设置在所述低压EGR通道内的所述EGR阀附近的温度传感器,并且其中所述第一和第二温度差基于所述温度传感器的输出和EGR流量。

用于基于阀的温度差运转排气再循环阀的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及用于内燃发动机的排气再循环系统的方法和系统。

背景技术

[0002] 发动机系统可以利用排气从发动机排气系统到发动机进气系统(进气通道)的再循环(被称为排气再循环(EGR)的过程)来减少规定的排放并改进燃料经济性。EGR系统(诸如低压EGR系统)可以包括测量和/或控制EGR的各种传感器。作为一个示例,发动机进气系统可以包括进气成分传感器(诸如氧传感器),所述进气成分传感器可以在非EGR状况下被用来确定新鲜进气的氧含量。在EGR状况下,传感器可以被用来基于由于作为稀释剂的EGR的添加而导致的氧气浓度的改变来推测EGR。Matsubara等人在US 6,742,379中示出了这种进气氧传感器的一个示例。然而,利用进气氧传感器的EGR估计的准确性会在当碳氢化合物正流过进气系统时的升压的发动机运转和抽取状况下降低。EGR流量然后可以利用替代的EGR传感器来估计。例如,EGR系统还可以包括被设置在EGR阀附近的阀上压力差(DP)传感器,用于基于EGR阀两端的压力差和EGR阀流动面积估计EGR流量。EGR流量估计然后可以被用来调整EGR阀的位置,并且因此调整向发动机提供的EGR的量。

[0003] 作为一个示例,当EGR阀温度由于EGR温度的改变而改变,EGR阀的流动面积会改变。更具体地,EGR阀的热膨胀或收缩会引起EGR阀流动面积的改变。EGR阀流动面积的这种改变会基于来自包括DP传感器的DPOV(differential pressure over valve)(阀上压力差)系统的测量而影响EGR流量估计,并且因此影响EGR控制。发明人在此已经认识到,利用DPOV方法的EGR流量估计的误差会随着EGR阀的杆与主体之间的温度差增加而增加。

发明内容

[0004] 在一个示例中,上述问题可以通过以下方法来解决,该方法用于基于EGR流量的估计调整排气再循环(EGR)阀,所述EGR流量基于EGR阀两端的压力差和经调整的阀流动面积来估计,经调整的阀流动面积基于EGR阀的杆与主体之间的第一温度差。以此方式,由于热膨胀或收缩而导致的EGR阀的流动面积的改变可以被确定,并且随后的EGR流量估计可以基于经调整的阀流动面积被修正,由此增加EGR流量估计和产生的发动机控制的准确性。

[0005] 作为一个示例,EGR阀的杆与主体之间的第二温度差可以在EGR阀关闭时被确定。EGR阀的杆与主体之间的第二温度差和EGR阀的杆与主体之间的第一温度差之间的差可以被用来提供EGR阀流动面积的改变。EGR阀流动面积的改变可以被用来修正(correct)EGR阀面积估计。经修正的EGR阀面积估计可以被用于随后的EGR流量估计。

[0006] 应当理解,提供以上概述是为了以简化的形式介绍一些概念,这些概念在具体实施方式中被进一步描述。这并不意味着确定所要求保护的的主题的关键或基本特征,要求保护的的主题的范围被紧随具体实施方式之后的权利要求唯一地限定。此外,要求保护的的主题不限于解决在上面或在本公开的任何部分中提及的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0007] 图1是包括进气氧传感器和排气再循环系统的示例发动机系统的示意图。

[0008] 图2是用于利用进气氧传感器或压力差传感器基于发动机工况估计EGR流量的方法的流程图。

[0009] 图3是用于指示EGR阀上的烟粒积聚并基于烟粒积聚确定经修正的EGR阀流动面积的方法的流程图。

[0010] 图4是图示在变化的发动机工况下的利用进气氧传感器和压力差传感器的EGR流量估计的改变的曲线图。

[0011] 图5是用于获悉由于EGR阀的杆与主体之间的温度差的改变的EGR阀流动面积的改变的方法的流程图。

[0012] 图6是用于获悉在EGR阀关闭位置处的EGR阀杆与主体之间的温度差的方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 以下描述涉及用于确定用于EGR流量估计的排气再循环 (EGR) 阀流动面积的改变的系统和方法。在一个示例中, EGR阀流动面积的改变可能是由于EGR阀上的烟粒积聚和/或EGR阀的杆与主体之间的温度差的改变。涡轮增压的发动机 (如在图1中示出的) 可以包括位于发动机的进气通道中的进气氧传感器和位于EGR通道中的阀上压力差 (DP) 传感器。DP传感器和进气氧传感器均可以被用来进行通过低压EGR系统的EGR流量的估计。EGR流量可以通过EGR阀来调节, 当EGR阀打开时EGR阀可以允许排气从涡轮的下游向压缩机的上游再循环到进气通道。如在图4中示出的, EGR流量可以利用进气氧传感器和/或DP传感器基于发动机工况来估计。当EGR阀打开并且EGR正流过EGR通道时, EGR阀两端的压力差和EGR阀的开口的大小可以被用来确定EGR流量的量值。位置传感器可以被用来确定EGR阀升程, 并且因此估计EGR阀开口的面积, 并且DP传感器可以提供EGR阀两端的压力差。如在图5和6中描述的, EGR阀开口的估计的准确性可以通过考虑由于高EGR温度导致的EGR阀的热膨胀而被增加。因此, 综合考虑, 来自EGR阀位置传感器和DP传感器的测量可以被用来提供EGR质量空气流量的估计。然而, 随着时间的过去, 烟粒会EGR阀上积聚并且减小阀开口的有效流动面积。在没有用于估计烟粒累积的方法的情况下, 随着越来越多的烟粒在EGR阀上积聚, EGR流量估计会变得越来越不准确。

[0014] 如在图2中示出的, 确定是否使用用于估计EGR流速的DPOV进气氧传感器测量 (来自包括跨越EGR阀的DP传感器的DPOV系统) 可以基于发动机运转参数 (诸如抽取、升压和进气质量空气流量)。在图3中描述的方法提供了用于估计EGR阀上的烟粒累积的技术, 并且从而提供了EGR流量的更准确的估计。利用进气氧传感器, 可以通过比较当EGR阀打开时的进气的氧气含量与当EGR阀关闭时的基本水平来估计EGR流量。随着烟粒累积, 从进气氧传感器获得的EGR流量估计可以与从DP和位置传感器 (在本文中也被称为DPOV系统) 获得的EGR流量估计进行比较。图3进一步示出了从氧传感器与DP和位置传感器获得的EGR流量估计的差如何可以随后被用来确定EGR阀上的烟粒积聚的估计。通过考虑由于烟粒积聚而导致的有效的阀流动面积的改变, 随后的基于DP和位置传感器的EGR流量的估计可以基于确定的烟粒积聚来调整。

[0015] 图1示出了示例涡轮增压发动机系统100的示意图,涡轮增压发动机系统100包括多缸内燃发动机10与两个可以完全相同的涡轮增压器120和130。作为一个非限制性示例,发动机系统100可以被包括作为客车的推进系统的一部分。虽然本文中并没有描述,但是在不偏离本公开的范围的情况下,可以使用诸如具有单个涡轮增压器的发动机的其发动机配置。

[0016] 发动机系统100可以至少部分地由控制器12以及经由输入装置192通过来自车辆操作者190的输入控制。在这个示例中,输入装置192包括加速器踏板和用于产生成比例的踏板位置信号PP的踏板位置传感器194。控制器12可以是微型计算机,该微型计算机包括以下:微处理器单元、输入/输出端口、用于可执行程序 and 校准数值的电子存储介质(例如,只读存储器芯片)、随机存取存储器、不失效存储器和数据总线。存储介质只读存储器可以用计算机可读数据编程,该计算机可读数据表示可由微处理器执行的非暂时性指令,用于执行在下文中所描述的程序以及期望但没有具体列出的其他变型。控制器12可以被配置为接收来自多个传感器165的信息,并将控制信号发送至多个驱动器175(在本文中所描述的驱动器的各种示例)。其他驱动器(actuator)(诸如各种另外的阀和节气门)可以被连接至发动机系统100中的各种位置。控制器12可以接收来自各种传感器的输入数据、处理输入数据、并响应于经处理的输入数据基于其中对应于一个或多个程序的被编程的指令或代码而触发驱动器。在本文中关于图2-3和5-6描述了示例控制程序。

[0017] 发动机系统100可以经由进气通道140接收进气。如在图1中示出的,进气通道140可以包括空气过滤器156和进气系统(AIS)节气门115。可以通过控制系统经由通信地连接至控制器12的节气门驱动器117调整AIS节气门115的位置。

[0018] 至少一部分进气可以经由在142处指出的进气通道140的第一分支被引导至涡轮增压器120的压缩机122,并且至少一部分进气可以经由在144处指出的进气通道140的第二分支被引导至涡轮增压器130的压缩机132。因此,发动机系统100包括在压缩机122和132上游的低压AIS系统(LP AIS) 191和在压缩机122和132下游的高压AIS系统(HP AIS) 193。

[0019] 曲轴箱强制通风装置(PCV)管道198(例如,推侧管)可以将曲轴箱(未示出)连接至进气通道的第二分支144,以便可以控制方式自曲轴箱排出曲轴箱中的气体。另外,可以通过将燃料蒸汽滤罐连接至进气通道的第二分支144的燃料蒸汽抽取(purge)管道195将来自燃料蒸汽滤罐(未示出)的蒸发性排放排入进气通道内。

[0020] 可以通过压缩机122压缩总进气的第一部分,其中可以经由进气通道146向进气歧管160供应第一部分。因此,进气通道142和146形成发动机的进气系统的第一分支。类似地,可以通过压缩机132压缩总进气的第二部分,其中可以经由进气通道148向进气歧管160供应第二部分。因此,进气通道144和148形成发动机的进气系统的第二分支。如在图1中示出的,来自进气通道146和148的进气可以在到达进气歧管160之前经由共用进气通道149而被重新混合,其中进气可以被提供给发动机。在一些示例中,进气歧管160可以包括用于估计歧管压力(MAP)的进气歧管压力传感器182和/或用于估计歧管空气温度(MCT)的进气歧管温度传感器183,每个传感器均与控制器12连通。在所描绘的示例中,进气通道149还包括增压空气冷却器(CAC) 154和节气门158。可以由控制系统通过被连通地连接至控制器12的节气门驱动器157调整节气门158的位置。如图所示,节气门158可以被布置在CAC 154下游的进气通道149中,并且可以被配置为调整进入发动机10的进气流的流量。

[0021] 如在图1中示出的,压缩机旁通阀(CBV)152可以被布置在CBV通道150中,并且CBV 155可以被布置在CBV通道151中。在一个示例中,CBV 152和155可以是电子气动CBV(EPCBV)。可以控制CBV 152和155,以便当发动机被升压时使进气系统中的压力能被释放。CBV通道150的上游端可以与压缩机132下游的进气通道148连接,而CBV通道150的下游端可以与压缩机132上游的进气通道144连接。类似地,CBV通道151的上游端可以与压缩机122下游的进气通道146连接,并且CBV通道151的下游端可以与压缩机122上游的进气通道142连接。根据每个CBV的位置,由相应的压缩机压缩的空气可以被再循环到压缩机上游的进气通道(例如,用于压缩机132的进气通道144和用于压缩机122的进气通道142)中。例如,CBV 152可以打开,以使压缩机132上游的压缩的空气再循环,和/或CBV 155可以打开,以使压缩机122上游的压缩空气再循环,从而在所选状况下释放进气系统中的压力,以便降低压缩机喘振(surge)负荷的影响。CBV 155和152可以由控制系统主动地或被动地控制。

[0022] 如图所示,压缩机入口压力(CIP)传感器196被布置在进气通道142中,并且高压AIS系统压力传感器169被布置在进气通道149中。然而,在其他可预期的实施例中,传感器196和169可以被分别布置在低压AIS系统和高压AIS系统内的其他位置处。除了其他功能外,CIP传感器196可以被用来确定EGR阀121下游的压力。

[0023] 发动机10可以包括多个汽缸14。在所描绘的示例中,发动机10包括以V形配置布置的六个汽缸。具体地,六个汽缸被布置在两个(汽缸)组13和15上,其中每个(汽缸)组包括三个汽缸。在替代的示例中,发动机10可以包括两个或多个汽缸诸如3、4、5、8、10或多个汽缸。这些各种汽缸对称地分开,并且以替代的配置(诸如V形、直列式、箱形等)布置。每个汽缸14可以被配置为具有燃料喷射器166。在所描绘的示例中,燃料喷射器166是缸内直接喷射器。然而,在其他示例中,燃料喷射器166可以被配置为基于进气道的燃料喷射器。

[0024] 经由共用进气通道149向每个汽缸14(在本文中也称为燃烧室14)供应的进气可以用于燃料燃烧,然后可以经由特定组的排气通道排出燃烧产物。在所描绘的示例中,发动机10的第一汽缸组13可以经由共用排气通道17排出燃烧产物,而第二汽缸组15可以经由共用排气通道19排出燃烧产物。

[0025] 可以通过连接至气门推杆的液压致动的挺柱或通过其中使用凸轮凸角的机械活塞来调节每个汽缸14的进气门和排气门的位置。在这个示例中,至少每个汽缸14的进气门可以由使用凸轮致动系统的凸轮致动控制。具体地,进气门凸轮致动系统25可以包括一个或多个凸轮,并且可以针对进气门和/或排气门利用可变凸轮正时或升程。在替代实施例中,进气门可以由电动气门致动来控制。类似地,排气门可以由凸轮致动系统或电动气门致动来控制。在另一替代实施例中,凸轮可以是不可调整的。

[0026] 发动机10经由排气通道17排出的燃烧产物可以被引导通过涡轮增压器120的排气涡轮124,这进而可以经由轴126向压缩机122提供机械功,以便为进气提供压缩。可替代地,如由废气门128所控制,流过排气通道17的一些或所有排气可以经由涡轮旁通通道123绕过涡轮124。如由控制器12操纵,可以通过驱动器(未示出)控制废气门128的位置。作为一个非限制性示例,控制器12可以经由通过电磁阀控制的气动驱动器来调整废气门128的位置。例如,电磁阀可以接收用于便于基于布置在压缩机122上游的进气通道142与布置在压缩机122下游的进气通道149之间的空气压力差经由气动驱动器致动废气门128的信号。在其他示例中,除了电磁阀外,其他合适的装置也可以用于致动废气门128。

[0027] 类似地,发动机10经由排气通道19排出的燃烧产物可以被引导通过涡轮增压器130的排气涡轮134,这进而可以经由轴136为压缩机132提供机械功,以便为流过发动机的进气系统的第二分支的进气提供压缩。可替代地,流过排气通道19的一些或所有排气可以经由涡轮旁通通道133绕过涡轮134,这由废气门138控制。可以通过驱动器(未示出)控制废气门138的位置,这由控制器12操纵。作为一个非限制性示例,控制器12可以经由控制气动驱动器的电磁阀调整废气门138的位置。例如,电磁阀可以接收用于便于基于布置在压缩机132上游的进气通道144与布置在压缩机132下游的进气通道149之间的空气压力差经由气动驱动器来致动废气门138的信号。在其他示例中,除了电磁阀外,其他合适的装置也可以用于致动废气门138。

[0028] 在一些示例中,排气涡轮124和134可以被配置为可变几何形状涡轮,其中控制器12可以调整涡轮叶轮桨叶(或叶片)的位置,以改变从排气流获得并赋予(impart)其各自压缩机的能量的水平。可替代地,排气涡轮124和134可以被配置为可变喷嘴涡轮,其中控制器12可以调整涡轮喷嘴的位置,以改变从排气流获得并赋予其各自压缩机的能量的水平。例如,控制系统可以被配置为通过各自的驱动器独立地改变排气涡轮124和134的叶片(vane)或喷嘴位置。

[0029] 汽缸经由排气通道19排出的燃烧产物可以经由涡轮134下游的排气通道180被引导至大气,而经由排气通道17排出的燃烧产物可以经由涡轮124下游的排气通道170被引导至大气。排气通道170和180可以包括一个或多个排气后处理装置(诸如催化剂)和一个或多个排气传感器。例如,如在图1中示出的,排气通道170可以包括被布置在涡轮124下游的排放控制装置129,并且排气通道180可以包括被布置在涡轮134下游的排放控制装置127。排放控制装置127和129可以是选择性催化还原(SCR)装置、三元催化剂(TWC)、NO_x捕集器、各种其他排放控制装置或它们的组合。另外,在一些实施例中,例如,在发动机10的运转期间,排放控制装置127和129可以通过使发动机中的至少一个汽缸在特定空燃比内运转而被周期性地再生。

[0030] 发动机系统100可以进一步包括一个或多个排气再循环(EGR)系统,用于使至少一部分排气从排气歧管再循环到进气歧管。这些可以包括用于提供高压EGR(HP EGR)的一个或多个高压EGR系统和用于提供低压EGR(LP EGR)的一个或多个低压EGR回路。在一个示例中,在不存在由涡轮增压器120、130提供的升压的情况下可以提供高压EGR,而在存在涡轮增压器升压的情况下和/或当排气温度超过阈值时可以提供低压EGR。在其他示例中,可以同时提供HP EGR和LP EGR。

[0031] 在所描绘的示例中,发动机系统100可以包括低压(LP)EGR系统108。LP EGR系统108将期望部分的排气从排气通道170输送至进气通道142。在所描绘的实施例中,在EGR通道197中将EGR从涡轮124的下游输送至位于压缩机122上游的混合点处的进气通道142。向进气通道142提供的EGR量可以由控制器12通过连接在LP EGR系统108中的EGR阀121来改变。在图1所示的示例实施例中,LP EGR系统108包括被设置在EGR阀121上游的EGR冷却器113。例如,EGR冷却器113可以将热从再循环的排气排放(reject)到发动机冷却液。LP EGR系统可以包括阀上压力差(压力差或 Δ 压力或DP)传感器125。在一个示例中,可以基于包括DP传感器125的DPOV系统来估计EGR流速,DP传感器125检测EGR阀121的上游区域与EGR阀121的下游区域之间的压力差。通过DPOV系统确定的EGR流速(例如,LP EGR流速)可以进一

步基于通过位于EGR阀121下游的EGR温度传感器135检测到的EGR温度和通过EGR阀升程传感器131检测到的EGR阀开口的面积。在另一示例中,可以基于来自包括进气氧传感器(在本文中被称为IAO₂传感器)168、质量空气流量传感器(未示出)、歧管绝对压力(MAP)传感器182和歧管温度传感器183的EGR测量系统的输出来确定EGR流速。在一些示例中,两个EGR测量系统(即,包括压力差传感器125的DPOV系统和包括进气氧传感器168的EGR测量系统)都可以被用来确定、监测并调整EGR流速。

[0032] 在替代实施例中,发动机系统可以包括第二LP EGR系统(未示出),该第二LP EGR系统将期望部分的排气从排气通道180输送至进气通道144。在另一替代实施例中,发动机系统可以包括上述两个LP EGR系统(一个将排气从排气通道180输送至进气通道144,而另一个将排气从排气通道170输送至进气通道142)。

[0033] 在进一步的实施例中,虽然未在图1中示出,但是发动机系统100还可以包括高压EGR系统,所述高压EGR系统可以将期望部分的排气从涡轮124上游的共用排气通道17输送至进气节气门158下游的进气歧管160。

[0034] EGR阀121可以包括主体和杆(未示出),其中所述杆可在EGR阀121的主体内移动,使得EGR阀121的开口可以基于杆与主体的相对位置来进行调整。EGR阀121可以被配置为调整通过EGR通道转向的排气的量和/或速率,以实现进入发动机的进气充气的期望的EGR稀释百分比,其中具有较高EGR稀释百分比的进气充气包括比具有较低EGR稀释百分比的进气充气更高的再循环的排气对空气的比例。除了EGR阀的位置外,还应认识到,AIS节气门115的AIS节气门位置和其他驱动器也可以影响进气充气的EGR稀释百分比。作为一个示例,AIS节气门位置可以增加LP EGR系统上的压力下降,允许更多LP EGR流入进气系统。因此,这可以增加EGR稀释百分比,而更少LP EGR流入进气系统可以减小EGR稀释百分比(例如,百分比EGR)。相应地,可以通过控制EGR阀位置和AIS节气门位置以及其他参数中的一个或多个来控制进气充气的EGR稀释。因此,调整EGR阀121和/或AIS节气门115可以调整EGR流量(或流速)并随后调整质量空气流量(例如,进入进气歧管的空气充气)中的百分比EGR。

[0035] 发动机10可以进一步包括被设置在共用进气通道149中的一个或多个氧传感器。因此,一个或多个氧传感器可以被称为进气氧传感器。在所描绘的实施例中,进气氧传感器168被设置在节气门158的上游并且在增压空气冷却器(CAC)154的下游。然而,在其他实施例中,进气氧传感器168可以沿着进气通道149(诸如,CAC 154的上游)被布置在另一位置处。进气氧传感器(IAO₂)168可以是可变电电压(VV)氧传感器或用于提供进气充气空气(例如,流过共用进气通道149的空气)的氧气浓度和EGR浓度的指示的任何合适的传感器。在一个示例中,进气氧传感器168可以是包括作为测量元件的加热式元件的进气氧传感器。在运转期间,进气氧传感器的泵送电流可以表示气流中的氧气量。

[0036] 压力传感器172可以被设置在氧传感器的旁边,用于估计氧传感器的输出被接收的进气压力。由于氧传感器的输出受进气压力影响,因此可以在参考进气压力下获悉(learn)参考氧传感器输出。在一个示例中,参考进气压力是节气门入口压力(TIP),其中压力传感器172是TIP传感器。在替代示例中,参考进气压力是由MAP传感器182感测的歧管压力(MAP)。

[0037] 除了上面提到的那些外,发动机系统100还可以包括各种传感器165。如在图1中示出的,共用进气通道149可以包括用于估计节气门空气温度(TCT)的节气门入口温度传感器

173。另外,虽然未在本文中描绘,进气通道142和144中的每一个都可以包括质量空气流量传感器,或替代地,质量空气流量传感器可以位于共用风道140中。

[0038] 湿度传感器189可以只被包括在并联的进气通道中的一个中。如在图1中示出的,湿度传感器189被设置在CAC 154和进入进气通道142的LP EGR通道197的出口(例如,LP EGR进入进气通道142的LP EGR通道197与进气通道142的接合处)的上游的进气通道142(例如,进气通道的非PCV和非抽取组)中。湿度传感器189可以被配置为估计进气的相对的湿度。在一个实施例中,湿度传感器189是UEGO传感器,湿度传感器189被配置为基于传感器在一个或多个电压处的输出估计进气的相对的湿度。由于抽取空气和PCV空气会使湿度传感器的结果混淆,因此抽取端口和PCV端口被设置在与湿度传感器不同的进气通道中。

[0039] 进气氧传感器168可以用于估计进气氧浓度,以及基于EGR阀121打开之后的进气氧浓度的改变来推测通过发动机的EGR流量。具体地,比较EGR阀121打开之后的传感器输出的改变与传感器在没有EGR的情况下运转的参考点(零点)。基于氧气量自没有EGR的情况下运转的时间的改变(例如,降低),能够计算当前提供给发动机的EGR流量。例如,在将参考电压(VS)施加于传感器后,泵送电流(I_p)由传感器输出。氧气浓度的改变可以相对于在不存在EGR(零点)的情况下的传感器输出在存在EGR的情况下与由传感器输出的泵送电流的改变(ΔI_p)成比例。基于估计的EGR流量相对于预期的(或目标)EGR流量的偏差,可以执行进一步的EGR控制。

[0040] 进气氧传感器168的零点估计可以在进气压力波动是最小的并且当没有PCV或抽取空气被吸入低压进气系统的怠速状况下被执行。此外,怠速自适应可以被周期性地(诸如在发动机启动之后的每一次第一怠速时)执行,以补偿传感器老化和零件间差异对传感器输出的影响。

[0041] 替代地,进气氧传感器的零点估计可以在发动机非燃料供给状况下(诸如在减速燃料切断(DFSO)期间)被执行。通过在DFSO状况下执行自适应,除了减少的噪声因素(诸如在怠速自适应期间实现的那些)外,还可以减小由于EGR阀泄露而导致的传感器读数变化。

[0042] 因此,图1的系统提供了一种用于发动机的系统,其包括:涡轮增压器,其具有进气压缩机和排气涡轮;低压排气再循环(EGR)通道,其被连接在排气涡轮下游的排气通道与进气压缩机上游的进气通道之间,低压EGR通道包括EGR阀和用于测量EGR流量的DPOV系统;进气氧传感器,其被设置在低压EGR通道下游的发动机的进气装置中;以及控制器,其具有计算机可读指令,所述计算机可读指令用于在抽取被禁用、升压被禁用并且质量空气流量在阈值水平之下的发动机运转期间基于根据DP传感器的输出的第一EGR流量估计与基于进气氧传感器的输出的第二EGR流量估计之间的差指示EGR阀流动面积退化。进气氧传感器可以被进一步设置在发动机的进气歧管中,并且计算机可读指令进一步包括用于调整第三EGR流量估计的指令,第三EGR流量估计基于在当抽取被启用、升压被启用和质量空气流量大于阈值水平中的一个或多个的发动机运转期间的DP传感器的输出、基于第一EGR流量估计与第二EGR流量估计之间的差。

[0043] 图2示出了用于基于发动机工况而利用进气氧传感器(诸如在图1中示出的IAO₂ 168)和/或DPOV系统的DP传感器(例如,在图1中示出的DP传感器125)来估计低压EGR系统中的EGR流量的方法200的流程图。执行方法200的指令可以被存储在发动机控制器(诸如在图1中示出的控制器12)的存储器中。另外,方法200可以通过控制器来执行。控制器可以利用

测量EGR阀两端的压力差的DP传感器和阀位置传感器(例如,诸如EGR阀升程传感器131)来估计EGR质量流速。然而,如之前解释的,随着烟粒在EGR阀上积聚,上述的利用DPOV方法的EGR质量流速估计会变得越来越不准确。因此,在一些状况下,IAO₂传感器可以被用来估计EGR质量流速,以提供具有增加的准确性的EGR流速估计。IAO₂传感器还可以被用来确定EGR阀上的烟粒积聚的估计。因为在某些发动机工况(例如升压的发动机运转、超过阈值的进气质量空气流量)下IAO₂传感器的测量中会存在显著误差,所以不能总是使用IAO₂传感器。因此,方法200额外地包括确定何时使用IAO₂传感器来估计EGR质量流速。方法200进一步包括对从IAO₂传感器获得的EGR流量估计与来自DPOV系统的EGR流量估计进行比较。这可以从具有改善的EGR阀流动面积的DPOV系统输入的准确性的DPOV系统提供准确的EGR流量估计。方法200在202处开始,并且控制器(例如控制器12)基于来自多个传感器的反馈估计和/或测量发动机工况。发动机工况可以包括发动机温度、发动机转速与负荷、进气质量空气流量、歧管压力、EGR阀的位置、抽取阀的位置等。

[0044] 方法200进入到204,其中控制器基于来自位置传感器(例如EGR阀升程传感器131)的关于EGR阀的位置的反馈确定EGR是否开启。在另一示例中,控制器可以基于大于零的EGR流量确定EGR开启。以此方式,如果EGR从排气通道正在流动通过低压EGR通道(例如EGR通道197)流向进气通道,那么EGR流可以开启。如果控制器确定EGR阀关闭并且EGR关闭,那么方法200继续到206,其中控制器运转进气氧(IAO₂)传感器(例如在图1中示出的IAO₂传感器168)以测量进气氧气水平。IAO₂传感器被配置为在泵送电极对两端施加基本参考电压(V₀),所述泵送电极对将氧气从内腔中泵送出来或将氧气泵送到内腔中并且产生泵送电流,所述泵送电流可以被用来推测进气流中的氧气水平(即,O₂的部分压力)。在一个实施例中,IAO₂传感器可以是可变电电压(VV)氧传感器。如果在204处控制器确定EGR开启,那么控制器进入到208以确定抽取和升压是否关闭。

[0045] 在208和214处,控制器确定抽取和升压是否关闭并且进气质量空气气流是否在阈值之下,以确定是利用来自IAO₂传感器的输出还是利用来自DP和EGR阀位置传感器的输出来估计EGR流量。在208处,控制器确定抽取和升压是否关闭。当发动机未被升压时,IAO₂传感器可以提供比利用DPOV方法的DP传感器更准确的EGR流速的估计。然而,如果在当燃料滤罐抽取和/或曲轴箱通风被启用(例如,PCV气流被启用)时的状况下利用来自IAO₂的输入来执行EGR估计,那么IAO₂传感器的输出会被流至传感器的额外碳氢化合物损害。因此,在升压的发动机状况下,DP传感器可以提供更准确的EGR流量的估计。由于吸入的碳氢化合物在进气传感器的感测元件处与环境氧气反应,因此IAO₂传感器输出主要在升压的状况下被损害。这降低了由传感器读取的(局部)氧气浓度。由于传感器的输出和氧气浓度的改变被用来推测进气空气充气的EGR稀释,因此在抽取空气和/或PCV存在的情况下由进气氧传感器读取的降低的氧气浓度会被不正确地解读为额外的稀释剂。因此,如果在208处控制器确定抽取或升压开启,那么方法200进入到210,并且控制器利用包括 Δ 压力(DP)传感器(例如, Δ 压力传感器125)和位置传感器(例如EGR阀升程传感器131)的DPOV系统来估计EGR质量流速。EGR质量流速可以与EGR阀开口的横截面面积和(如根据DP传感器确定的)EGR阀两端的压力差成比例。EGR阀开口的横截面面积(例如,流动面积)的估计可以根据由位置传感器提供的EGR阀(例如,阀升程)的位移、EGR阀的已知横截面流动面积和阀升程修正系数来计算。EGR阀的已知横截面流动面积是垂直于通过阀的EGR流的方向的阀的标准横截面面积。通过

考虑对EGR阀的膨胀的热效应, 阀升程修正系数可以增加流动面积的估计的准确性。例如, 该热补偿方法可以包括利用经确定的EGR阀的杆与主体温度之间的差来估计已知的(或预期的)EGR阀流动面积的改变, 如在下面参照图5与6更详细地解释的。EGR阀开口的横截面面积的估计(例如, 垂直于通过阀的流动方向的EGR阀流动面积)以及由DP传感器提供的估计的EGR阀两端的压力差可以被用来估计EGR质量流速(在本文中被称为DPOV方法)。一旦EGR质量流速被估计, 控制器然后就在212处基于估计的EGR质量流速调整发动机运转。作为示例, 如果估计的EGR质量流速小于期望的速率, 那么控制器可以命令EGR阀进一步打开, 并且允许更多的排气被再循环到进气通道(例如, 共用进气通道149)。期望的EGR速率可以由控制器基于发动机工况诸如发动机负荷和发动机转速来确定。

[0046] 如果在208处控制器确定抽取和升压关闭, 那么在214处控制器基于来自发动机的空气进气通道中的质量空气质量流量传感器的反馈确定进气质量空气质量流量是否大于阈值。基于IAO₂的输出估计EGR流量可以包括, 将传感器的输出乘以基于质量空气流量的系数, 以便将输出转换为EGR流速或流量百分比。因此, 在一个示例中, 阈值质量空气质量流量可以基于利用IAO₂传感器的EGR流量估计的误差增加至可接受水平之上(或增加至利用DPOV方法估计EGR流量的误差之上)所处的质量空气质量流量。当利用IAO₂传感器和质量空气质量流量来计算EGR质量流量估计时, EGR质量流量估计受质量空气质量流量测量的准确性影响。EGR质量流量估计的相对空气质量流量误差在较低的空气流速下会更低。阈值空气质量流速可以被选择为使得空气质量流量误差与EGR质量流量估计比较是小的。

[0047] 如果在214处进气质量空气质量流量在阈值之下, 那么IAO₂传感器可以提供比DPOV系统更准确的EGR质量流速的估计。因此, 控制器可以进入到216, 并且利用IAO₂传感器来估计EGR流速。如在图1中描述的, 进气氧传感器可以施加参考电压, 所述参考电压可以产生以泵送电流(I_p)形式的输出, 所述泵送电流(I_p)可以被用来确定共用进气通道149中的周围气体的氧气浓度。控制器然后可以基于当EGR阀是打开的并且EGR是开启(例如, EGR阀121)的时的进气氧浓度到EGR阀是关闭的并且EGR是关闭的参考点的改变来估计进气中的EGR浓度。换言之, 基于当EGR正在运转时到在没有EGR的情况下运转的时候确定的氧气浓度的改变(例如, 降低), 控制器可以估计EGR流量。随后, 在218处, 控制器可以基于估计的EGR质量流速调整发动机运转。作为示例, 如果估计的EGR质量流速小于期望的速率, 那么控制器可以命令EGR阀进一步打开, 并且允许更多的排气被再循环到进气通道(例如, 共用进气通道149)。此外, 控制器可以输送更多排气通过EGR通道197。期望的EGR速率可以由控制器基于发动机工况(诸如, 发动机负荷和发动机转速)来确定。

[0048] 替代地, 如果进气质量空气质量流量在阈值之上, 那么利用IAO₂传感器的EGR质量流速的估计会退化。如在上面讨论的, 为了估计EGR质量流量, 通过将进气质量空气质量流速乘以EGR与进气的浓度比, 控制器可以将通过IAO₂传感器估计的EGR浓度转换为EGR质量流速。换言之, 当乘以更高的质量空气质量流量值时, EGR流量估计的误差在量值方面会增加。以此方式, EGR流量的估计在更高的空气质量水平下会变得越来越不准确。如果在214处进气质量空气质量流量水平在阈值之上, 那么EGR质量流速的估计利用DPOV方法会比IAO₂传感器更准确。因此, 如果在214处控制器确定进气质量空气质量流量在阈值之上, 那么在210处控制器可以利用DPOV系统来估计EGR质量流速。随后在212处, 控制器可以基于估计的EGR质量流速调整发动机运转。作为示例, 如果估计的EGR质量流速小于期望的速率, 那么控制器可以命令EGR阀进

一步打开,并且允许更多的排气被再循环到进气通道(例如,共用进气通道149)。如在图1中更详细地描述的,期望的EGR速率可以基于发动机运转参数(诸如发动机负荷、发动机温度等)来确定。

[0049] 如在上面描述的,只要抽取和升压关闭并且进气质量空气流量在阈值之下,控制器就可以利用IAO₂传感器来估计EGR质量流速。否则,DPOV系统可以被用来估计EGR质量流速。因此,在一个示例中,在未升压的发动机状况下,IAO₂可以提供比DPOV系统更准确的EGR质量流速的估计。一旦EGR质量流速已经通过利用IAO₂传感器或DPOV系统被估计,控制器然后在218和212处基于估计的EGR流速调整发动机运转。在一个实施例中,控制器可以通过以打开或关闭EGR阀用于匹配期望的EGR流速的方式增加或减少EGR量来调整发动机运转。如果估计的EGR质量流速小于期望的速率,那么控制器可以命令EGR阀进一步打开以允许更多的EGR。在另一方面,如果估计的EGR高于期望的EGR,那么控制器可以命令EGR阀关闭一定量(amount),由此减少EGR流量。

[0050] 返回到方法200,在218处基于利用IAO₂传感器估计的EGR流速调整发动机运转之后,然后控制器继续到220,并且确定是否是EGR阀面积学习(learning)的时候。EGR阀面积学习可以是用于当不希望使用IAO₂传感器(诸如在升压的发动机工况下)并且可以替代地使用DPOV系统时增加EGR质量流速估计的准确性的方法。如在图3中更详细地描述的,阀面积学习可以包括,通过比较两个EGR流量估计来修正EGR阀流动面积的估计,一个流量估计获得自IAO₂传感器的输出,而另一个流量估计获得自DPOV系统的输出。由于阀面积学习需要来自IAO₂传感器的测量,因此它仅会在当抽取也被禁用时并且进气质量空气流量在阈值之下时在未升压的发动机状况下发生。控制器可以基于阀面积学习的实例之间的预定时间间隔来确定阀面积学习何时发生。在一个实施例中,阀学习实例之间的时间间隔可以是若干发动机循环。因此,如果自最近的EGR阀面积学习的实例以后已经历过预定次数的发动机循环,那么控制器可以确定该是开始另一阀面积学习顺序的时候。然而,如在上面所阐述的,只要发动机正在未升压的状况下运转并且进气质量空气流量在阈值之下,阀面积学习才会发生。在另一实施例中,阀面积学习实例之间的时间间隔可以是发动机使用的持续时间。在进一步的实施例中,时间间隔可以是一段期间。因此,重要的是注意,在发动机运转期间,EGR阀面积学习可以多次发生,每个实例产生用于估计通过EGR阀的有效流动面积的修正系数,其中每个阀误差修正可以更新根据之前的阀面积学习实例确定的更早的修正。

[0051] 如果控制器确定该是EGR阀面积(例如,EGR阀流动面积)学习的时候,那么方法200继续到224,并且控制器利用DPOV系统(经由上述的DPOV方法)来估计EGR质量流速并将该EGR质量流速与从IAO₂传感器获得的EGR流速估计进行比较。两种估计之间的差可以被用来(基于EGR阀升程传感器和任何其他升程修正)修正预期的EGR阀流动面积估计,并且用于指示EGR阀上的烟粒积聚量,如在下面参照图3详细说明的。具体地,由于EGR阀上的烟粒积聚,利用IAO₂传感器获得的EGR流速估计会小于利用DPOV系统的EGR流量估计。烟粒会部分地堵塞EGR阀开口,并且减小通过阀的有效流动面积。减小的流动面积会导致氧传感器可以被设置在其中的共用进气通道149处的更低的EGR质量流速。两种EGR质量流速估计之间的差随后可以被控制器用来确定经修正的EGR阀流动面积。对于控制器如何确定经修正的EGR阀流动面积的更多描述,参见图3。如果两种EGR质量流速的估计之间的差大于阈值,那么控制器可以指示烟粒已经在EGR阀上积聚。

[0052] 如果在220处控制器确定自最近的阀面积学习的实例以后尚未到达预定时间间隔,那么在222处控制器继续发动机运转而不进行EGR阀偏移学习。来自之前的阀偏移学习实例的通过EGR阀的流动面积的修正系数随后可以在使用DPOV方法时被用来确定用于发动机控制的EGR流量。

[0053] 方法200可进一步需要一种用于发动机的方法,其包括:基于在当发动机未被升压的第一状况下利用进气氧传感器并且利用连接在EGR阀两端的压力传感器估计的EGR流量的差,指示排气再循环(EGR)阀上的烟粒积聚。EGR流量的差是在第一状况下基于进气氧传感器的输出估计的第一EGR流量与在第一状况下利用在EGR阀两端的压力传感器估计的第二EGR流量之间的差,其中压力传感器是阀上压力差传感器(DP传感器)。该方法可以进一步包括,基于DP传感器的输出和EGR阀流动面积估计第二EGR流量,其中EGR阀流动面积基于EGR阀的已知横截面和基于EGR阀位置传感器的输出的EGR阀位置来估计。所述第一状况进一步包括当抽取被禁用并且到发动机的质量空气流量小于阈值水平时。因此,方法200进一步包括,当发动机未被升压、抽取被禁用并且到发动机的质量空气流量在阈值水平之下时,基于利用进气氧传感器而非连接在EGR阀两端的压力传感器估计的EGR流量调整发动机运转。方法200进一步包括,基于EGR流量的差、预期的EGR阀流动面积和在第一状况下利用进气氧传感器估计的第一EGR流量确定EGR阀流动面积的改变,预期的EGR阀流动面积基于EGR阀位置传感器的输出和EGR阀升程修正,EGR阀升程修正在EGR阀末端停止和热补偿学习程序期间被获悉。

[0054] EGR阀上的烟粒积聚的指示可以基于有效的EGR阀流动面积的改变而被给出。方法200可以包括,基于EGR阀流动面积的改变增加至阈值水平之上而指示EGR阀上的烟粒积聚。在另一示例中,该方法可以进一步包括,基于EGR阀流动面积的改变的改变速率增加至阈值速率之上而指示EGR阀上的烟粒积聚。

[0055] 方法200可进一步需要,基于经确定的EGR阀流动面积的改变和预期的EGR阀流动面积确定经修正的EGR阀流动面积,并且在当利用DP传感器估计EGR流量时的第二状况下,基于DP传感器的输出和经修正的EGR阀流动面积估计EGR流量。第二状况包括当发动机被升压时、当抽取被启用时和当到发动机的质量空气流量大于阈值水平时的一个或多个。

[0056] 现在转向图3,示出了用于指示EGR阀上的烟粒积聚并且确定经修正的EGR阀流动面积的方法300。用于执行方法300的指令可以被存储在发动机控制器(诸如在图1中示出的控制器12)的存储器中。另外,方法300可以通过控制器来执行。

[0057] 方法300可以从方法200中的步骤224继续。因此,方法300在302处开始,其中控制器利用IAO₂传感器和EGR阀DPOV系统估计EGR质量流速。如在上面参照图2描述的,控制器可以通过将当EGR阀是打开的并且EGR开启(例如EGR阀121)时通过氧传感器估计的进气氧浓度与当EGR阀关闭并且EGR关闭时的参考点相比较来计算EGR质量流量(例如,EGR流速或流量百分比)。控制器可以利用DPOV系统基于EGR阀两端的压力差和通过阀开口的流动面积的估计来估计质量流速。DP传感器可以提供EGR阀上的压力差。连接至EGR阀的位置传感器可以提供EGR阀的位移(例如,升程)。通过EGR阀的流动面积然后能够基于EGR阀的位置、阀的已知横截面流动面积和基于EGR阀由于热效应(例如,由于EGR阀的杆与主体之间的温度差)而导致的膨胀和/或收缩的补偿(例如,修正)来估计,如在下面参照图5与6更详细地描述的。

[0058] 一旦控制器在302处利用IAO₂传感器和DPOV系统估计EGR质量流速,然后控制器在304处针对到IAO₂传感器的位置的延迟调整DPOV EGR估计。换言之,该延迟可以是由于IAO₂传感器和EGR阀相对于彼此的不同位置导致的测量延迟。如在图2中描述的,DPOV EGR流速估计可以不同于IAO₂传感器EGR流速估计。该差异可以至少部分地由于IAO₂传感器和DPOV系统正在测量不同的排气而引起,或差异可能是测量系统中的一个中的系统误差而引起。如果EGR阀上的烟粒积聚减小了EGR阀的有效流动面积,那么DPOV系统会系统地过高估计EGR流速。方法300的目的是用于估计DPOV测量系统中的系统误差,并且用于获悉可以被用来提供EGR阀流动面积的更准确估计并且由此提供EGR流量估计的阀面积修正系数。因此,为了通过将DPOV系统的EGR质量流速估计与IAO₂传感器的EGR质量流速估计相比较来判断DPOV系统的准确性,IAO₂传感器和DPOV系统在相同的时间点处测量相同的排气是重要的。如在图1中可以看出的,排气必须从EGR通道197行进一距离到共用进气通道149。因此,离开EGR通道中的EGR阀的排气花费一段时间到达位于共用进气通道中的IAO₂传感器。在EGR阀和IAO₂传感器两者处测量相同的排气会需要对DPOV和/或IAO₂ EGR估计的时间延迟调整。因此控制器可以将DPOV流速估计延迟到IAO₂ EGR估计,以考虑排气从EGR阀行进到进气氧传感器花费的时间。以此方式,产生的来自IAO₂传感器和(DPOV系统的)DP传感器的EGR流量估计可以反应针对相同的EGR气体的EGR流量估计。

[0059] 作为一个示例,控制器可以从DPOV系统和IAO₂传感器两者获得同时的测量。在一个实施例中,控制器然后将预定的时间延迟修正系数应用于IAO₂传感器测量。延迟修正系数可以基于排气从EGR阀行进到共用进气通道的估计时间,所述估计时间可以基于气流速率。在另一实施例中,控制器可以将预定的时间延迟修正系数应用于DPOV系统测量。延迟修正系数可以基于排气从EGR阀行进到共用进气通道的估计时间,所述估计时间可以基于气流速率。例如,在瞬变运转中,EGR阀和EGR阀两端的 Δ 压力(DP)正在改变。在给定实例处计算的EGR质量流速需要与通过IAO₂传感器测量的EGR质量流速进行比较。为了能够比较相同的EGR流量,EGR流速的DPOV测量被延迟考虑EGR测量到达IAO₂传感器花费的时间。

[0060] 在另一示例中,控制器可以自DPOV系统EGR流速估计延迟利用IAO₂传感器的EGR流速估计。换言之,IAO₂传感器处的EGR的测量可以发生在略微在EGR阀处的DP传感器测量和位置传感器测量之后的时间点处。由IAO₂传感器进行的EGR流速估计可以被略微延迟,以考虑排气从EGR阀行进到进气排气传感器花费的时间。因此,控制器可以确定在时间上分开但是基于相同的排气的测量的EGR质量流速的两个估计。两种测量之间的精确正时可以由控制器基于进气流速、压力(升压压力)和温度来确定。因此,对于更快的流速,两种测量之间的延迟的持续时间可以小于更慢的流速。

[0061] 在另一示例中,控制器可以随着在非升压的发动机状况下的EGR运转的一段时间记录来自DPOV系统和IAO₂传感器两者的若干测量。控制器然后可以基于估计的气流速率确定排气从EGR阀行进到进气氧传感器花费的时间量。随后,控制器可以确定从DPOV系统和IAO₂传感器获得的哪些测量对应于相同的测量的排气。对于给定的DPOV测量,控制器可以首先确定获得测量的时刻、加上排气行进到进气氧传感器花费的时间、并且然后确定在稍后的时刻发生哪个IAO₂传感器测量。控制器然后可以利用这两种测量来获得EGR质量流量的两个估计。

[0062] 向前移动到306,控制器可以根据IAO₂与DPOV EGR流速估计之间的差确定EGR流速

误差。在步骤306中可以假设由IAO₂传感器给出的EGR流速估计比由DPOV系统给出的流速更准确。因此,IAO₂ EGR流速估计被视为实际估计的EGR流速。如在上面解释的,这是在当进气流速在阈值流速之下时在非升压的发动机状况下作出的合理假设。由于EGR阀上的烟粒积聚,从DPOV系统获得EGR流速估计会具有降低的准确性。在这种情况下,从IAO₂传感器获得的EGR流速估计会小于从DPOV系统获得的EGR流速估计。EGR流速误差将会是从DPOV EGR流速估计减去IAO₂ EGR流速估计。在估计EGR流速误差之后,在310处,控制器基于EGR流量误差确定EGR阀流动面积的改变。控制器可以将EGR流速误差除以IAO₂ EGR流速估计,从而给出DPOV EGR流速估计的百分比误差。然后,将DPOV EGR流速估计的百分比误差乘以EGR阀流动面积(例如,预期的或已知的EGR阀流动面积)可以给出由于烟粒积聚而导致的EGR阀流动面积的改变的估计。EGR阀流动面积可以是在DPOV EGR流速计算中使用的相同的EGR阀流动面积估计。在另一实施例中,控制器可以在进行EGR流速的估计之后估计EGR阀流动面积。在312处,基于EGR阀流动面积的改变,控制器然后可以确定修正的EGR阀流动面积。修正的EGR阀流动面积可以从EGR阀位置传感器(例如,EGR阀升程传感器)获得的估计的流动面积与阀流动面积的估计改变之间的差。如在图2中解释的,EGR阀上的烟粒积聚减小通过阀的流动面积,并且使如由IAO₂传感器估计的EGR流速小于通过DPOV系统估计的EGR流速。因此,阀流动面积的改变会与EGR阀上的烟粒积聚量直接相关,并且可以被用来指示EGR阀上的烟粒的量。

[0063] 一旦EGR阀面积学习已经在312处发生,方法300然后就进入到314,并且控制器将修正的EGR阀流动面积用于随后的DPOV EGR流速估计,并基于修正的EGR流速估计来调整EGR。如果控制器利用修正的EGR阀流动面积来估计EGR流速并且该流速不同于期望的流速,那么控制器可以调整发动机运转以将EGR流速与期望的速率相匹配。在一个示例中,如果EGR流速小于期望的速率,那么控制器可以命令EGR阀进一步打开并且允许更多的排气被再循环到进气通道。控制器可以额外地增加进入EGR通道197的排气量。期望的流速可以基于通过多个发动机传感器测量的发动机运转参数(诸如发动机负荷、发动机转速、发动机温度、排气温度等)。因此,当控制器利用来自DPOV系统的输出来估计EGR流速时,控制器可以利用修正的EGR阀流动面积来这样做。如在图2中提及的,由于基于来自IAO₂传感器的测量的EGR流速的新的估计,控制器可以继续更新修正的EGR阀流动面积。随着发动机运转继续,EGR阀上的烟粒积聚也会继续。如果烟粒积聚到达足够高的水平,那么DPOV EGR流速的准确性会进一步降低。由于不准确的EGR流速估计,期望的EGR流量与实际的EGR流量之间的差在更大的烟粒水平下也会更大。在316处,控制器确定EGR阀流动面积误差是否大于阈值。在一个示例中,EGR阀流动面积误差可以是实际的EGR阀流动面积(基于EGR阀位置传感器输出)与修正的EGR阀流动面积之间的差。在另一示例中,EGR阀流动面积误差可以基于EGR流速误差。如果控制器确定EGR阀误差大于阈值,那么它继续到320以指示EGR阀退化和/或开始阀清洁程序。

[0064] 在一个实施例中,阈值EGR阀误差可以基于EGR阀面积误差与最近确定的EGR阀面积误差之间的差。如在图2中解释的,控制器可以基于来自IAO₂传感器的EGR流速的新的估计继续更新EGR阀面积误差。因此,如果EGR阀面积误差大于最近确定的EGR阀面积误差到超过阈值,那么控制器可以指示EGR阀退化和/或开始阀清洁程序。在另一实施例中,阈值EGR阀误差可以基于EGR阀面积误差与EGR阀流动面积的原始估计之间的差,所述EGR阀流动面

积的原始估计仅基于EGR阀的位置和阀的已知面积而不利用EGR阀流量误差修正。EGR阀流动面积的原始估计将会是在任何烟粒积聚和阀面积学习之前进行的阀流动面积的第一估计。控制器可以存档原始估计达发动机运转的持续时间。也可以每次DPOV系统被用来估计阀流动面积并且然后EGR阀流量误差修正可以被应用之后产生原始估计。换言之,流动面积可以首先通过EGR阀的位置和阀的已知面积来确定。然后,EGR阀误差可以被应用以修正流动面积的估计。控制器可以将阀误差修正之前的EGR阀面积估计与阀误差修正之后的EGR阀面积估计进行比较。如果两个阀面积估计之间的差大于阈值,那么控制器可以继续到320。阈值也可以被认为是EGR阀上的烟粒积聚的阈值量,因为EGR阀面积的改变会与EGR阀上的烟粒积聚直接相关。在另一实施例中,阈值可以基于EGR阀面积估计的改变的改变速率。如果通过EGR误差估计的阀流动面积的改变速率增加至阈值之上,那么控制器可以进入到320。

[0065] 在320处,控制器可以指示EGR阀退化。可以经由用户反馈显示(诸如仪表板上的照明开关)向用户给出指示。控制器可以额外地或替代地开始阀清洁程序,所述阀清洁程序可以被用来减少EGR阀上的烟粒量。在又一示例中,指示EGR阀退化可以包括设定诊断代码。

[0066] 如果在316处,控制器确定EGR阀面积误差不大于阈值,那么控制器继续到318,并且继续EGR阀运转,而不指示EGR阀退化和/或开始阀清洁程序。

[0067] 方法300包括估计由于烟粒积聚而导致的EGR阀流动面积的改变。在一个示例中,经确定的EGR流动面积的改变可以被用来修正利用DPOV方法估计的EGR流速。该方法可以进一步包括,如果烟粒积聚已经到达阈值水平,则指示EGR阀退化和/或开始EGR阀清洁程序,所述阈值水平基于EGR阀面积误差、EGR阀流动面积的改变、和/或EGR阀流动面积的改变速率和/或EGR流速误差来确定。

[0068] 图3包括一种用于发动机的方法,其包括:在选定的状况下,将基于进气氧传感器的输出估计的第一排气再循环(EGR)流量与基于EGR阀两端的压力差估计的第二EGR流量相比较;以及基于所述比较指示EGR阀上的烟粒累积。将第一EGR流量与第二EGR流量相比较包括,基于第一EGR流量与第二EGR流量之间的差获悉EGR阀流动面积误差。指示EGR阀上的烟粒累积包括,基于获悉的流动面积误差增加至阈值之上而指示由于烟粒导致的EGR阀的退化。该方法可以进一步包括,在随后的当EGR流量基于EGR阀两端的压力差来估计时的发动机运转期间,基于获悉的流动面积误差调整EGR流量估计。EGR阀两端的压力差可以经由EGR阀两端连接的阀上压力差(DP)传感器来测量。指示EGR阀上的烟粒累积包括设定诊断代码、开始EGR阀清洁程序和警告车辆操作者EGR阀退化并且需要维护中的一个或多个。选定的状况可以包括:当发动机未被升压、抽取被禁用并且当质量空气流量小于阈值水平时。指示烟粒积聚包括开始清洁程序、警告车辆操作者EGR阀退化和设定诊断代码中的一个或多个。

[0069] 确定经调整的阀流动面积进一步基于由于EGR阀的烟粒积聚而导致的流动面积的第二改变。该方法可以包括:基于在当发动机未被升压的第一状况下利用进气氧传感器并且利用EGR阀两端连接的的压力传感器估计的EGR流量的差确定流动面积的第二改变。进一步基于预期的EGR阀流动面积和在第一状况下利用进气氧传感器估计的第一EGR流量确定流动面积的第二改变,预期的EGR阀流动面积基于EGR阀位置传感器的输出和EGR阀升程修正,EGR阀升程修正在EGR阀末端停止和热补偿学习程序期间被获悉。该方法可以进一步包括,基于流动面积的第二改变增加至阈值水平之上而指示EGR阀上的烟粒积聚。

[0070] 移动到图4,示出了图示如何可以在变化的发动机状况下估计EGR流量的图形。具体地,图形400在曲线402处示出了通过EGR阀DPOV系统测量的EGR流量的改变,并且在曲线404处示出了通过IAO₂传感器测量的EGR流量的改变。图形400还在曲线406处示出了EGR阀流速误差,在曲线408处示出了估计的EGR阀上的烟粒累积量,在曲线410处示出了进气质量空气流速,在曲线412处示出了发动机的升压状况,并且在曲线414处示出了抽取状况。EGR阀流速误差实质上为来自DPOV系统和IAO₂传感器的EGR流速估计之间的差,如在图3中的方法中更详细地描述的。因此,EGR阀流速误差是基于来自IAO₂传感器和DPOV系统的EGR流速估计之间的差的DPOV EGR流速估计的误差。烟粒累积可以通过图3中的方法如所描述的那样根据EGR流速误差来推测。更具体地,EGR流速误差可以被用来估计EGR流动面积误差,这是因为EGR流速误差可以由烟粒积聚导致的EGR阀流动面积的改变而引起。EGR流动面积误差然后可以被用来推测烟粒积聚量。进气质量空气流量可以通过质量空气流量传感器来测量。升压和抽取的运转状况可以通过控制器(例如控制器12)来调节。因此,控制器可以基于抽取通道(例如,燃料蒸汽抽取管道195)中的抽取阀的位置确定抽取水平。控制器可以经由涡轮、压缩机的运转状况或通过向涡轮增压器发送的命令来确定升压水平。

[0071] 如在上面参照图2与图3描述的,DPOV系统和IAO₂传感器两者都可以被用来估计涡轮增压的发动机中的EGR质量流速。由于在如同升压、抽取等状况下的传感器损害(如在图2中详细说明的),DPOV系统和IAO₂传感器两者仅可以在某些工况下被用来估计EGR质量流速估计。因此,根据发动机工况,来自DPOV系统和IAO₂传感器的EGR流速估计可以具有变化的准确性水平。例如,当进气质量空气流量在阈值之上时,DPOV系统可以提供比IAO₂传感器更准确的EGR流速估计。然而,在当抽取被禁用时并且当进气质量空气流量在阈值之下时的非升压的发动机状况下,IAO₂传感器测量可以提供比DPOV系统更准确的EGR质量流速的估计。控制器可以基于发动机工况确定是来自DPOV系统的EGR流速估计还是来自IAO₂传感器的EGR流速估计更准确。在另一实施例中,控制器可以利用EGR流速估计的组合来估计EGR流速。因此,如果控制器确定抽取和升压被禁用并且进气质量空气流量在阈值之下,那么控制器可以利用IAO₂传感器EGR估计来修正DPOV系统EGR流速估计并增加DPOV系统EGR流速估计的准确性。因此,通过当发动机正在选定的工况(例如非升压的、抽取禁用的、低进气质量空气流量的状况)下运转时利用IAO₂测量,在所有车辆工况下的EGR质量流速的估计都可以被改善。这是尤其有用的,因为随着烟粒在EGR阀上积聚,DPOV系统EGR流速估计会由于由烟粒引起的阀流动面积的减小而变得越来越不准确。因此,通过将IAO₂传感器用作参考点,DPOV系统EGR速率估计可以被修正,以考虑由于烟粒积聚而导致的减小的EGR阀流动面积。如果烟粒积聚到达临界阈值,那么阀清洁程序可以被开始,或烟粒累积的指示可以被报告给车辆操作者。

[0072] 在时间 t_1 之前开始,升压开启(曲线412)(例如,发动机被升压),而抽取关闭(曲线414),并且进气质量空气流量在阈值 T_1 之下(曲线410)。由于升压开启,经由IAO₂传感器的EGR流量估计(曲线404)没有正在进行,如从曲线404在时间 t_1 之前不存在可以看出。EGR阀流速误差可以处于第一水平 E_1 (曲线406)。第一水平 E_1 可以是之前的阀面积学习事件估计的EGR阀流速误差。烟粒累积可以处于第一水平 S_1 ,所述第一水平 S_1 对应于EGR阀流动面积误差水平 E_1 。在时间 t_1 处,升压被关闭,但是进气质量空气流量猛增到阈值 T_1 之上。因此,控制器继续利用DPOV系统来估计EGR质量流速,而不考虑来自IAO₂传感器的输出。因为来自IAO₂

传感器的测量没有正在进行,所以不会发生新的阀面积学习,并且因此不会存在EGR阀流速误差或烟粒累积的新估计。因此,EGR阀流动面积误差和烟粒累积在 t_1 之前和之后保持相同分别处于水平 E_1 和 S_1 处。

[0073] 在时间 t_2 处,抽取被开启,并且进气质量空气流量降回至阈值 T_1 之下。IAO₂传感器测量继续不被控制器所使用,并且因此EGR阀流速误差和烟粒累积估计保持不变。在时间 t_3 处,进气质量空气流量增加至阈值 T_1 之上,并且升压被开启。抽取也保持开启。控制器继续忽略IAO₂传感器测量,并且烟粒累积估计停留在第一水平 S_1 处,并且EGR阀流动面积误差保持在 E_1 处。重要的是注意,三个发动机运转参数(进气质量空气流量、升压和抽取)可以在任何组合中都开启或在阈值水平之上。然而,只要升压或抽取开启或进气质量空气流量在 T_1 之上,IAO₂传感器测量就保持不被控制器使用,并且针对烟粒累积和EGR阀流速误差的估计将会保持不变。

[0074] 在时间 t_4 处,进气质量空气流量降至阈值 T_1 之下,并且抽取和升压两者都被关闭。因此,在时间 t_4 处,控制器可以利用IAO₂传感器输出来估计EGR流量(在曲线404处)。此时,EGR质量流速估计从IAO₂传感器和DPOV系统两者获得。如在图3的方法中描述的,控制器可以对两个EGR流量估计进行比较,并且估计EGR阀流速误差。因为IAO₂传感器在时间 t_4 之前还未被用来估计EGR流量,所以烟粒量会已经在EGR阀上积聚,如在曲线408上的从第一水平 S_1 到更高的第二水平 S_2 的尖峰中看出的。烟粒累积会引起DPOV系统EGR流速估计的不准确,具体地是EGR阀流动面积的估计的不准确性。相应地,在曲线406中,在时间 t_4 处,EGR阀流速误差从第一误差 E_1 增加至更高的第二误差 E_2 。

[0075] 从时间 t_4 到时间 t_5 ,升压和抽取保持关闭,并且进气质量空气流量停留在 T_1 之下。基于IAO₂传感器输出的EGR质量流速估计继续在该时间内被获得,但是它们会偏离DPOV EGR质量流速估计。这是由于从时间 t_4 到时间 t_5 EGR阀上的烟粒积聚增加。因此,随着越来越多的烟粒在EGR阀上积聚,DPOV系统与IAO₂传感器之间的EGR质量流速的估计之间的差会增加。如在曲线406和408中从时间 t_4 到时间 t_5 看出的,烟粒积聚持续增加,并且EGR阀流速误差也是如此。然后在时间 t_5 处,控制器如在图3的方法中描述的那样修正EGR阀面积估计。由于修正,通过DPOV系统估计的EGR质量流速变得更准确,并且更类似于从IAO₂传感器获得的估计的EGR质量流速。因此,在时间 t_5 处,EGR阀流速误差从更高的水平 E_4 降至类似于 E_1 的水平的更低水平。同时,烟粒累积继续增加。在时间 t_5 处,尽管烟粒累积继续增加,但是控制器使用IAO₂传感器测量作为参考点来修正利用DPOV系统的EGR阀流速的估计。具体地,控制器可以利用IAO₂传感器与DPOV系统EGR流速估计之间的差来推测EGR阀流动面积估计的误差。由于EGR阀流动面积被用来估计DPOV系统EGR流速,因此由于烟粒积聚导致的EGR阀流动面积的误差会引起DPOV系统EGR流速估计的误差。因此,IAO₂传感器与DPOV系统EGR流速估计之间的差异可以归因于由于EGR阀上的烟粒积聚引起的EGR阀流动面积估计的误差。相应地,EGR阀流速误差可以被用来推测EGR阀流动面积误差。通过考虑由于EGR阀上的烟粒积聚导致的EGR阀流动面积的改变,DPOV EGR流速估计的准确性被增加。

[0076] 在时间上向前移动到时间 t_6 ,进气质量空气流量增加至阈值 T_1 之上。如在曲线404处看出的,在时间 t_6 处,控制器停止使用来自IAO₂传感器的针对EGR流速估计的输出。DPOV系统继续进行测量(曲线402),并且控制器利用在时间 t_5 处根据EGR流速误差估计的修正的EGR阀流动面积来估计EGR质量流速。由于没有新的IAO₂传感器测量被用来与DPOV系统估计

进行比较,因此EGR阀流速误差在时间 t_6 之后保持恒定。类似地,在时间 t_6 之后,烟粒会继续在EGR阀上积聚而且没有准确的IAO₂测量,控制器不能测量和/或估计烟粒水平。因此,如在曲线408处看出的,由控制器估计的烟粒水平在时间 t_6 之后保持恒定。

[0077] 在时间 t_7 处,进气质量空气流量降至阈值 T_1 之下,同时升压和抽取保持关闭。因此,在时间 t_7 处,控制器可以基于IAO₂传感器的输出估计EGR流量。来自IAO₂传感器的EGR质量流速估计会小于来自DPOV系统的估计。相应地,由于EGR质量流速的两个估计之间的差异,EGR阀流速误差从类似于 E_1 的水平增加至更高的水平 E_3 。由于IAO₂传感器与DPOV传感器EGR流量估计之间的差,由控制器估计的烟粒积聚从更低的水平 S_3 增加至更高的水平 S_4 。从时间 t_7 到时间 t_8 ,由于EGR阀上的增加的烟粒积聚并且因此来自DPOV系统的EGR阀面积估计的更多误差导致来自DPOV系统和IAO₂传感器的EGR质量流速估计分离(diverge)。EGR阀流速误差持续增加,直至在时间 t_8 处,控制器如在图3的方法中描述那样修正EGR阀流动面积估计,正如它在时间 t_5 处所做的那样。利用修正的EGR阀面积,DPOV系统EGR质量流速估计更接近地匹配IAO₂传感器估计。EGR阀流速误差降至类似于 E_1 的水平的更低水平。同时烟粒积聚继续增加。因此,在时间 t_5 和时间 t_8 处,控制器开始阀面积学习,并且修正来自DPOV系统的EGR阀面积估计,使得来自DPOV系统的EGR质量流速估计更接近地匹配来自IAO₂传感器的估计。

[0078] 移动到时间 t_9 ,烟粒积聚到达阈值 T_2 。如在图3中的方法中描述的,在时间 t_9 处,控制器可以对车辆操作者指示EGR阀退化,或控制器可以响应于烟粒积聚到达阈值 T_2 而开始阀清洁程序。如果控制器对车辆操作者指示EGR阀退化,那么烟粒积聚会在时间 t_9 之后继续增加。然而,如果控制器开始阀清洁程序,那么烟粒可以从EGR阀中被去除,并且烟粒水平可以降至更低的水平 S_5 ,类似于 S_1 的水平。在时间 t_9 之后,进气质量空气流量保持在阈值 T_1 之下,并且升压和抽取保持关闭。因此,IAO₂传感器测量继续被用来估计EGR质量流速,并且烟粒在EGR阀积聚。相应地,EGR阀流速误差增加,并且来自DPOV系统和IAO₂传感器的EGR质量流速估计会不同于彼此。

[0079] 曲线图400示出了控制器可以如何依据发动机工况来估计EGR质量流速。在一个实施例中,当进气质量空气流量在阈值之上、升压开启或抽取被启用中的一个或多个时,控制器可以仅利用DPOV系统来估计EGR质量流量。在当进气质量空气流量在阈值之下、升压关闭和抽取被禁用时的状况下,由于IAO₂传感器的准确性在这些状况下增加,控制器可以利用IAO₂传感器来估计EGR质量流速。在其他实施例中,控制器可以利用IAO₂传感器和EGR阀DPOV系统两者来估计EGR流量;然而,控制器然后可以基于每种测量的相对准确性决定使用哪一个估计,所述相对准确性基于发动机工况(诸如升压水平、抽取水平,和/或质量空气流量)。控制器可以将DPOV系统EGR质量流量估计与IAO₂传感器的EGR质量流量估计进行比较,以判断DPOV系统EGR流量估计的误差量。控制器然后可以基于IAO₂传感器估计修正DPOV系统EGR流速估计。由于烟粒会在EGR阀上积聚,因此DPOV系统EGR质量流量估计的误差会在发动机使用期间增加。烟粒积聚会影响EGR阀流动面积的估计,并且因此也会影响EGR流量估计。通过将IAO₂传感器测量用作比较性参考点,DPOV系统EGR质量流速估计可以通过考虑由于烟粒积聚导致的减小的EGR阀流动面积而被修正。另外,当烟粒积聚到达阈值烟粒水平时,控制器可以发出EGR阀已经退化的信号和/或控制器可以开始阀清洁程序以从EGR阀中清除烟粒。

[0080] 移动到图5,提供了用于获悉由于EGR阀杆与主体之间的温度差的改变而导致的EGR阀流动面积的改变的方法500。随着EGR阀的主体与杆之间的温度差增加,EGR阀的横截面流动面积会由于热膨胀或收缩而改变,由此增加EGR阀流动面积的误差,并且因此增加产生的利用DPOV方法的EGR流量估计的误差。EGR阀流动面积的更准确的估计会增加利用DPOV系统的EGR流速估计的准确性。因此,方法500可以提供用于利用DPOV系统更准确地估计EGR流速的手段。如之前在图2和3中描述的,DPOV系统可以基于EGR阀(例如EGR阀121)两端的压力差和通过EGR阀的流动面积估计EGR流速。EGR阀流动面积可以基于(如通过升程传感器确定的)EGR阀的位置和阀的已知横截面流动面积来估计。方法500提供了用于估计EGR阀流动面积的修正系数,所述修正系数基于EGR阀的热膨胀。执行方法500的指令可以被存储在发动机控制器(诸如在图1中示出的控制器12)的存储器中。另外,方法500可以通过控制器来执行。

[0081] 方法500在502处开始,其中控制器估计和/或测量发动机运转参数。发动机运转参数可以基于来自多个传感器的反馈来估计,并且可以包括:发动机温度、发动机转速与负荷、进气质量空气流量、歧管压力等。

[0082] 控制器然后继续到504,并且确定是否该是EGR阀热补偿学习的时候。阀热补偿学习可以包括,基于EGR阀的杆与主体之间的温度差的改变估计EGR阀流动面积的改变,如在下面进一步描述的。控制器可以基于自最近的热补偿学习事件以后已经逝去多少时间确定热补偿学习的正时。因此,控制器可以在自最近的热补偿学习事件以后已经逝去预定的时间量之后开始阀热补偿学习。预定的时间量可以是若干发动机循环、发动机使用的持续时间、或一段时间。因此,如果自最近的热补偿学习事件以后还未逝去预定的时间量,那么控制器可以确定不需要热补偿,并且可以进入到506。在506处,控制器可以将来自在前的热补偿学习事件的之前确定的EGR阀面积修正用于DPOV EGR估计。之前确定的EGR阀面积修正然后在图2-3的方法中被用来更准确地估计利用DPOV方法的EGR流量。

[0083] 如果自最近的热补偿学习事件以后已经逝去预定的时间量,那么控制器可以确定该是热补偿学习的时候并且进入到508。在508处,控制器基于EGR温度估计EGR阀的杆与主体之间的温度差。具体地,EGR阀的杆与主体之间的温度差可以根据EGR温度被存储在控制器的存储器中。EGR阀杆与主体温度差和EGR温度之间的关系可以基于工厂测试而被预先设定。EGR温度可以通过在EGR阀上游或下游的温度传感器(例如,EGR温度传感器135)来估计。由温度传感器记录的温度可以依据温度传感器相对于EGR阀的位置来调整。当排气行进通过排气通道(例如,EGR通道197)时排气会变冷,并且因此由在EGR阀下游的传感器记录的温度会低于实际排气温度,这是因为排气经过EGR阀。相反,上游温度传感器会记录比在EGR阀处的排气温度更暖的排气温度。从EGR阀的位置到温度传感器的排气温度的改变量可以通过工厂测试并且基于EGR流量而被预先确定。因此,由温度传感器记录的排气温度可以被更改为表示EGR阀处的排气温度。借助于EGR温度的估计,控制器可以利用EGR温度和EGR阀杆与主体温度差之间的已知关系来估计EGR阀杆与主体之间的温度差。因而产生的温度的改变然后可以基于EGR流量来更改。以此方式,EGR阀杆与主体之间的温度差可以基于EGR温度和EGR流量。

[0084] 随后,在510处,控制器可以对应于与在508处被用来确定 ΔT_{v1v} 的相同的EGR温度确定在EGR阀关闭位置处EGR阀杆与主体之间的温度差(ΔT_{ESL})。更具体地,在508处,EGR阀

的杆与主体温度之间的差在当前EGR温度下被确定。每当EGR阀关闭(例如,完全关闭使得EGR不会流过EGR通道),控制器就会根据EGR温度存储EGR阀的杆与主体之间的温度差,如在下面参照图6进一步描述。因此,控制器可以检索(例如,查询)对应于在步骤508中估计的 ΔT_{v1v} 的相同EGR温度的主体与杆温度差。

[0085] 方法500可以然后进入到512,并且控制器可以基于 ΔT_{v1v} 与 ΔT_{ESL} 之间的差和热膨胀系数确定EGR阀流动面积的改变。具体地,控制器可以将 ΔT_{v1v} 与 ΔT_{ESL} 之间的差乘以热膨胀系数,以给出EGR阀流动面积的改变的估计。在一个示例中,热膨胀系数可以基于材料(包含EGR阀)的类型而被预先确定。

[0086] 在确定EGR阀流动面积的改变之后,控制器可以继续到514,并且确定用于在随后的DPOV EGR流量估计中使用的经修正的EGR阀流动面积。因此,经修正的EGR阀流动面积可以基于EGR阀流动面积的改变来确定。具体地,如之前在图2中描述的,EGR阀流动面积可以根据EGR阀的位置(如通过EGR阀的升程传感器确定的)和EGR阀的已知横截面流动面积来确定。然而,由于EGR阀的热膨胀,EGR阀流动面积会不同于通过利用EGR阀的位置和已知面积确定流动面积。因此,利用由于EGR阀的热膨胀而导致的阀流动面积的改变,EGR阀流动面积的估计的准确性可以被增加,并且可以更接近地匹配通过EGR阀的实际流动面积,并且因此更接近地匹配通过阀的有效EGR流速。因此当确定EGR阀流动面积时,控制器考虑阀的热膨胀和阀上的烟粒积聚量两者的影响。因此,控制器可以基于EGR阀的热膨胀估计第一EGR阀面积修正系数。控制器还可以基于EGR阀上的烟粒沉积确定第二EGR阀面积修正系数。通过并入两种EGR阀面积修正系数,控制器可以确定总的EGR阀流动面积修正系数。因此,EGR阀面积估计的准确性可以被增加,并且可以随后被用来提供更准确的DPOV EGR流量估计,如之前在图2中描述的。具体地,EGR阀面积估计和通过DP传感器测量的EGR阀两端的压力差可以被用来推测EGR速率。

[0087] 以此方式,一种用于发动机的方法可以包含:基于EGR流量的估计调整排气再循环(EGR)阀,所述EGR流量基于EGR阀两端的压力差和经调整的阀流动面积来估计,经调整的阀流动面积基于EGR阀的杆与主体之间的第一温度差。EGR阀两端的压力差可以利用EGR阀两端的压力传感器来估计,其中压力传感器是阀上压力差(DP)传感器,并且其中经调整的阀流动面积进一步基于EGR阀的已知横截面和EGR阀位置,EGR阀位置利用EGR阀位置传感器(例如,升程传感器)来测量。经调整的阀流动面积根据EGR阀的已知横截面流动面积和EGR阀位置传感器的输出来调整。该方法可以进一步包含,基于流动面积的第一改变确定经调整的阀流动面积,流动面积的第一改变基于EGR阀的杆与主体之间的第一温度差和EGR阀的热膨胀系数。该方法可以进一步包括:在EGR阀的每次关闭事件处,确定在EGR阀关闭位置时的EGR阀的杆与主体之间的第二温度差,并且将经确定的在EGR阀关闭位置时的第二温度差存储在控制器的存储器中。流动面积的第一改变进一步基于EGR阀的杆与主体之间的第一温度差和在EGR阀关闭位置处的EGR阀的杆与主体之间的第二温度差之间的差。该方法可以进一步包含基于流过EGR阀的EGR气体的温度和流速估计第一温度差。

[0088] 在另一示例中,一种用于发动机的方法可以进一步包含,基于当阀打开与关闭时之间的EGR阀的杆与主体的温度差的改变确定EGR阀升程修正,其中EGR阀的杆与主体之间的温度差基于在EGR阀附近测量的EGR温度和EGR流量。

[0089] 在另一示例中,一种用于发动机的方法包含:基于EGR阀两端的压力差和总的阀流

动面积估计排气再循环 (EGR) 流量; 基于 EGR 阀的杆与主体之间的第一温度差获悉第一阀流动面积修正系数; 以及基于第一获悉的阀流动面积修正系数调整总的阀流动面积。获悉第一阀流动面积修正系数包括, 将获悉的第一阀流动面积修正系数存储在控制器的存储器中, 并且在持续时间之后重复获悉第一阀流动面积修正系数, 持续时间包括发动机运转的持续时间和若干发动机循环中的一个或多个。获悉第一阀流动面积修正系数包括, 基于 EGR 流量和流过 EGR 阀的排气的温度估计 EGR 阀的杆与主体之间的第一温度差。获悉第一阀流动面积修正系数包括基于 EGR 流量和流过 EGR 阀的排气的温度估计 EGR 阀的杆与主体之间的第一温度差。获悉第一阀流动面积修正系数包括将第一温度差与第二温度差之间的差乘以 EGR 阀的热膨胀系数, 其中热膨胀系数是每度的 EGR 阀的杆与主体之间的温度差的阀升程的热膨胀的系数。用于发动机的方法进一步包含, 在抽取被禁用、升压被禁用并且质量空气质量流量在阈值水平之下的发动机运转期间基于根据进气氧传感器的输出估计的第一 EGR 流量与根据 EGR 阀两端的压力差估计的第二 EGR 流量之间的差获悉第二阀流动面积修正系数, 并且进一步包含, 基于第一获悉的阀流动面积修正系数和第二阀流动面积修正系数调整总的阀流动面积。估计 EGR 流量包括, 在当发动机抽取和升压开启时和当进气质量空气质量流量在阈值之上时的一个或多个的第一状况下基于 EGR 阀两端的压力差和总的阀流动面积估计 EGR 流量。该方法进一步包含, 在当发动机抽取和升压关闭并且进气质量空气质量流量在阈值之下时的第二状况下基于进气氧传感器的输出而非 EGR 阀两端的压力差估计 EGR 流量。

[0090] 在另一示例中, 一种用于发动机的系统包含: 涡轮增压器, 其具有进气压缩机和排气涡轮; 低压排气再循环 (EGR) 通道, 其被连接在排气涡轮下游的排气通道与进气压缩机上游的进气通道之间, 低压 EGR 通道包括 EGR 阀和用于估计 EGR 流量的压力差 (DP) 传感器; 进气氧传感器, 其被设置在低压 EGR 通道下游的发动机的进气装置中; 以及控制器, 其具有计算机可读指令, 计算机可读指令用于基于 EGR 流量调整 EGR 阀, EGR 流量基于 DP 传感器的输出和经调整的阀流动面积来估计, 经调整的阀流动面积基于 EGR 阀的杆与主体之间的第一温度差和在 EGR 阀的关闭位置时的 EGR 阀的杆与主体之间的第二温度差。进气氧传感器被进一步设置在发动机的进气歧管中, 并且其中经调整的阀流动面积进一步基于在当升压和抽取被禁用并且质量空气质量流量在阈值水平之下时的发动机运转期间基于 DP 传感器的输出的第一 EGR 流量估计与基于进气氧传感器的输出的第二 EGR 流量估计之间的差。发动机系统可以进一步包含被设置在低压 EGR 通道内的 EGR 阀附近的温度传感器, 并且其中第一和第二温度差基于温度传感器的输出和 EGR 流量。

[0091] 移动到图 6, 示出了用于估计在阀关闭位置时 EGR 阀杆与主体之间的温度差的方法 600 (例如, 在本文中被称为末端停止学习)。方法 600 提供了用于估计当 EGR 阀关闭时 EGR 阀杆与主体之间的温度差 (ΔT_{ESL})。因此, 如之前在图 5 的方法中描述的, (ΔT_{ESL}) 可以被用来改善估计的由于 EGR 阀的热膨胀而导致的 EGR 阀流动面积的改变的准确性。

[0092] 方法 600 在 602 处开始, 并且控制器估计和/或测量发动机工况。发动机运转参数可以基于来自多个传感器的反馈来估计, 并且可以包括: 发动机温度、发动机转速与负荷、进气质量空气质量流量、歧管压力、EGR 阀位置等。

[0093] 基于发动机工况, 控制器然后可以在 604 处确定 EGR 阀是否正在关闭。具体地控制器可以基于由位置传感器 (例如, EGR 阀升程传感器 131) 给出的 EGR 阀的位置确定 EGR 阀是否正在关闭。在一个实施例中, 控制器可以继续监测 EGR 阀, 使得它可以在阀关闭事件时进入

到608。如果控制器确定阀未正在关闭,那么控制器可以进入到606。在另一实施例中,控制器可以不在阀关闭事件时进入到608。替代地,如果EGR阀正在关闭并且已经逝去持续时间,那么控制器只会进入到608。否则,控制器可以进入到606。持续时间可以是若干阀关闭事件、时间间隔、若干发动机循环等。因此,如果还未逝去持续时间,那么即使控制器检测到阀将会关闭,控制器也不会替代地进入到606。在606处,EGR阀位置可以基于通过发动机运转参数(例如,发动机温度、排气温度、进气质量空气流量等)确定的期望的EGR流速来调节。

[0094] 然而,如果在604处EGR阀正在关闭并且已经逝去持续时间,那么控制器可以基于由温度传感器(例如,EGR温度传感器135)给出的EGR温度确定EGR阀杆与主体之间的温度差。例如,控制器可以根据EGR温度和/或EGR流量查询EGR阀杆与主体之间的温度差,并且存储该温度差作为 ΔT_{ESL} 。当EGR阀关闭时,计算的 Δ 温度被用作将被存储用于 ΔT_{ESL} 的值。在608处确定 ΔT_{ESL} 之后,控制器可以进入到610,并且将在608处确定的 ΔT_{ESL} 和EGR温度值存储在控制器的存储器中(例如,在查询表中)。因此,存储在控制器中的 ΔT_{ESL} 值可以被访问,以与 ΔT_{VLV} 值进行比较,从而确定用于EGR阀流动面积的估计的热膨胀修正,如在图5的方法中描述的。

[0095] 以此方式,一种方法可以包括,基于来自DPOV系统和进气氧传感器的输出估计EGR流速。包括 Δ 压力(DP)传感器和EGR阀位置传感器的DPOV系统与进气氧传感器两者都可以被用来给出单独的EGR质量流速的估计。在抽取被禁用、升压关闭并且进气质量空气流量在阈值之下的发动机工况下,进气氧传感器可以被用来给出EGR质量空气流速的估计。根据进气氧传感器输出确定的EGR质量空气流速的估计然后可以与基于DPOV系统的输出的EGR流量估计进行比较,以确定EGR阀上的烟粒累积量,并且由此提供具有增加的准确性的EGR质量空气流速的估计。

[0096] DPOV系统可以基于通过DP传感器测量的阀两端的压力差和EGR阀开口(以便EGR流动)的面积估计EGR质量流速。EGR阀开口的面积可以基于由位置传感器(例如,EGR阀升程传感器)给出的阀的位置、阀的已知横截面流动面积和考虑在当前EGR温度下的阀的热膨胀的热膨胀修正系数而被估计。阀的横截面流动面积(例如,用于EGR流动的开口)可以依据阀的杆与主体之间的温度差而改变。因此,EGR阀开口的面积可以基于当EGR阀关闭与打开时EGR阀的杆与主体的温度差之间的改变和热膨胀系数来更改。

[0097] 以此方式,基于EGR阀上的烟粒积聚(如通过比较来自进气氧传感器与DPOV系统的EGR流量估计确定的)和EGR阀的热膨胀或收缩(如通过EGR阀的杆与主体之间的温度差确定的)确定经修正的EGR流动面积的技术效果将确定更准确的EGR流量估计,以增加EGR控制和额外的发动机控制的准确性。此外,EGR阀上的烟粒累积量可以被估计,并且如果烟粒水平到达阈值,则被用来开始阀清洁程序、或向车辆操作者发出信号。通过使用基于氧传感器的EGR流速作为参考点,DPOV系统EGR流速估计可以通过考虑由EGR阀上的烟粒累积引起的减小的流动面积而具有增加的准确性。另一技术效果通过基于当阀打开与关闭时EGR阀的杆与主体的温度差调整EGR流速来实现。阀开口可以依据阀的杆与主体之间的温度差而改变。因此,EGR阀开口的面积可以基于当EGR阀关闭与打开时EGR阀的杆与主体的温度差之间的改变和热膨胀系数来更改。随后,EGR的流速可以被调整为更接近地匹配期望的EGR流速,使得发动机的效率可以被增加。

[0098] 在另一表示中,一种用于发动机的方法包含:在选定的状况下,比较基于进气氧传

传感器的输出估计的第一排气再循环 (EGR) 量与基于EGR阀两端的压力差估计的第二EGR流量;以及基于所述比较指示EGR阀上的烟粒累积。

[0099] 在又一表示中,一种用于发动机的方法包含:在选定的状况下,基于经由进气氧传感器与经由EGR阀两端的阀上压力差 (DP) 传感器的EGR流量估计之间的差获悉EGR阀流动面积误差;以及基于获悉的流动面积指示由于烟粒而导致的EGR阀的退化。该方法进一步包含,在随后的当EGR利用DP传感器来估计时的发动机运转期间,基于获悉的流动面积误差调整DPOV EGR估计。

[0100] 注意,本文中包括的示例控制和估计程序能够与各种发动机和/或车辆系统配置一起使用。在本文中所公开的控制方法和程序可以作为可执行指令存储在非临时性存储器中。在本文中所描述的具体程序可以代表任意数量的处理策略中的一个或多个,诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等。因此,所描述的各种动作、操作或功能可以所示顺序、并行地被执行,或者在一些情况下被省略。同样,实现在本文中所描述的本发明的示例实施例的特征和优点不一定需要所述处理顺序,但是为了便于图释和说明而提供了所述处理顺序。取决于所使用的特定策略,所示出的动作、操作或功能中的一个或多个可以被重复执行。另外,所描述的动作、操作或功能可以图形地表示被编入发动机控制系统中的计算机可读存储介质的非临时性存储器的代码,其中通过配合电子控制器执行包括各种发动机硬件部件的系统中的指令而使所描述的动作得以实现。

[0101] 应认识到,在本文中所公开的配置和程序本质上是示范性的,并且这些具体的实施例不被认为是限制性的,因为许多变体是可能的。例如,上述技术能够应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4缸和其他发动机类型。本公开的主题包括在本文中所公开的各种系统和构造和其他的特征、功能和/或性质的所有新颖的和非显而易见的组合和子组合。

[0102] 本申请的权利要求具体地指出某些被认为是新颖的和非显而易见的组合和子组合。这些权利要求可能涉及“一个”元件或“第一”元件或其等同物。这些权利要求应当被理解为包括一个或多个这种元件的结合,既不要求也不排除两个或多个这种元件。所公开的特征、功能、元件和/或特性的其他组合和子组合可通过修改现有权利要求或通过在这个或关联申请中提出新的权利要求而得要求保护。这些权利要求,无论与原始权利要求范围相比更宽、更窄、相同或不相同,都被认为包括在本公开的主题内。

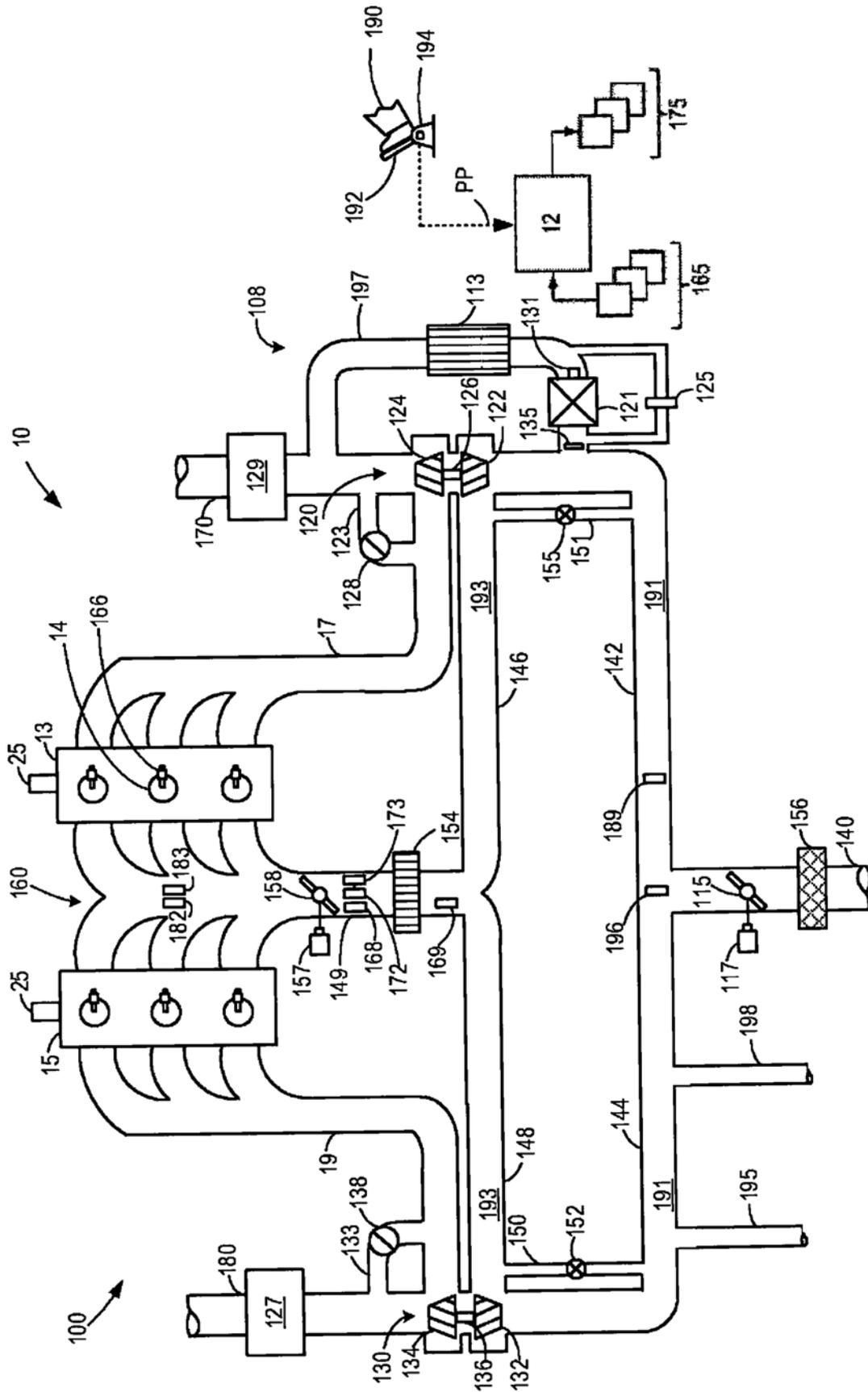


图1

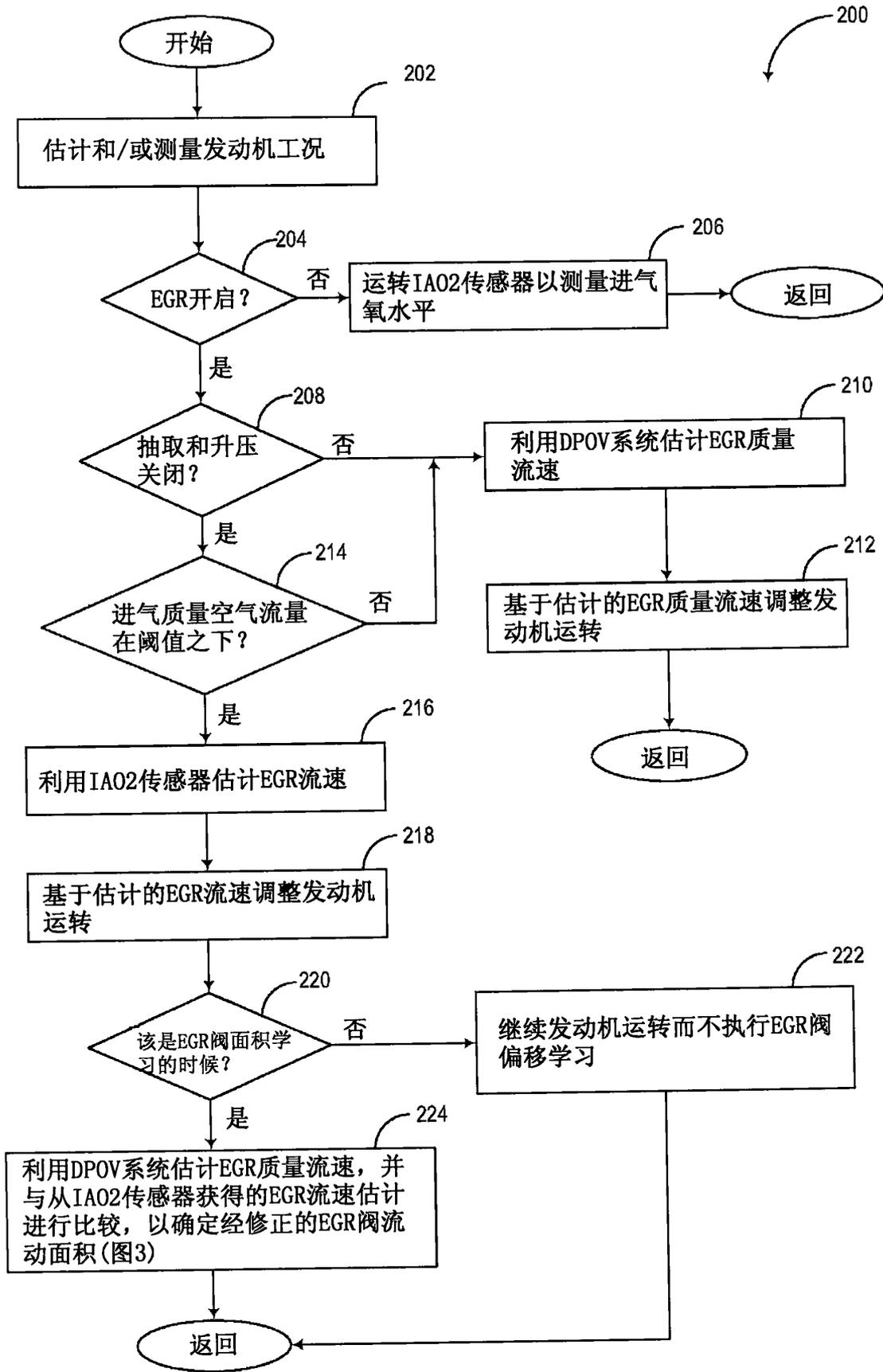


图2

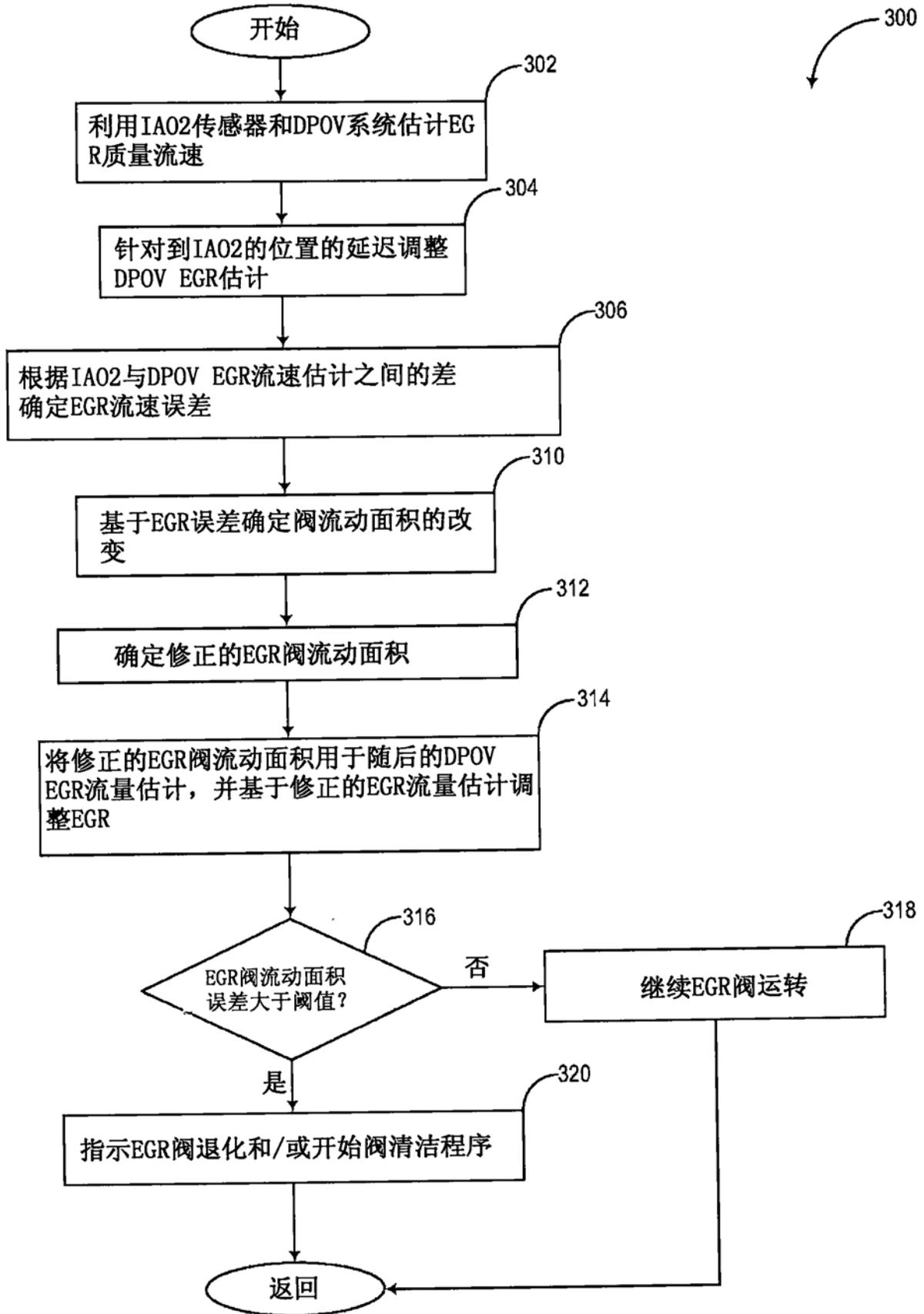


图3

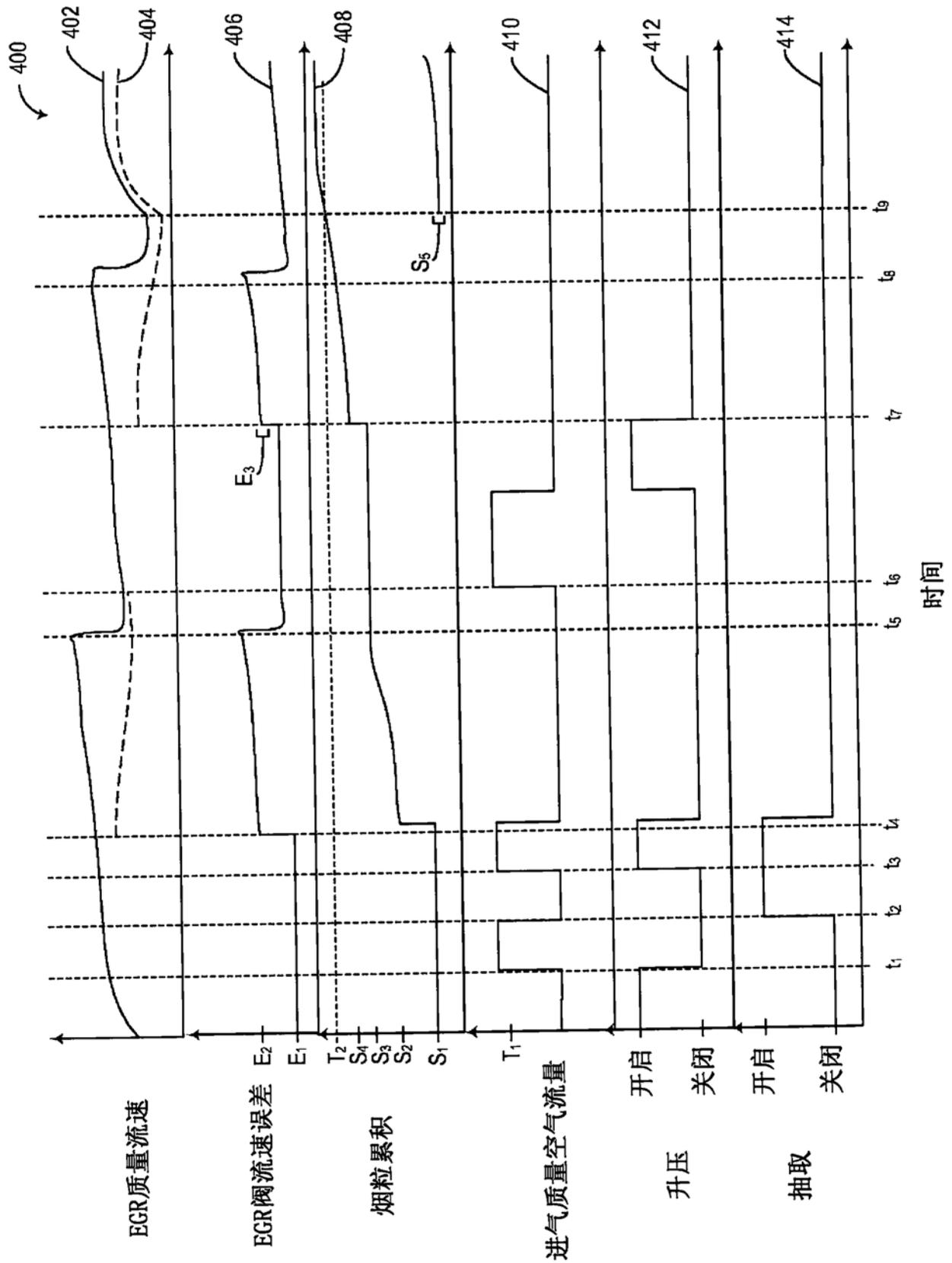


图4

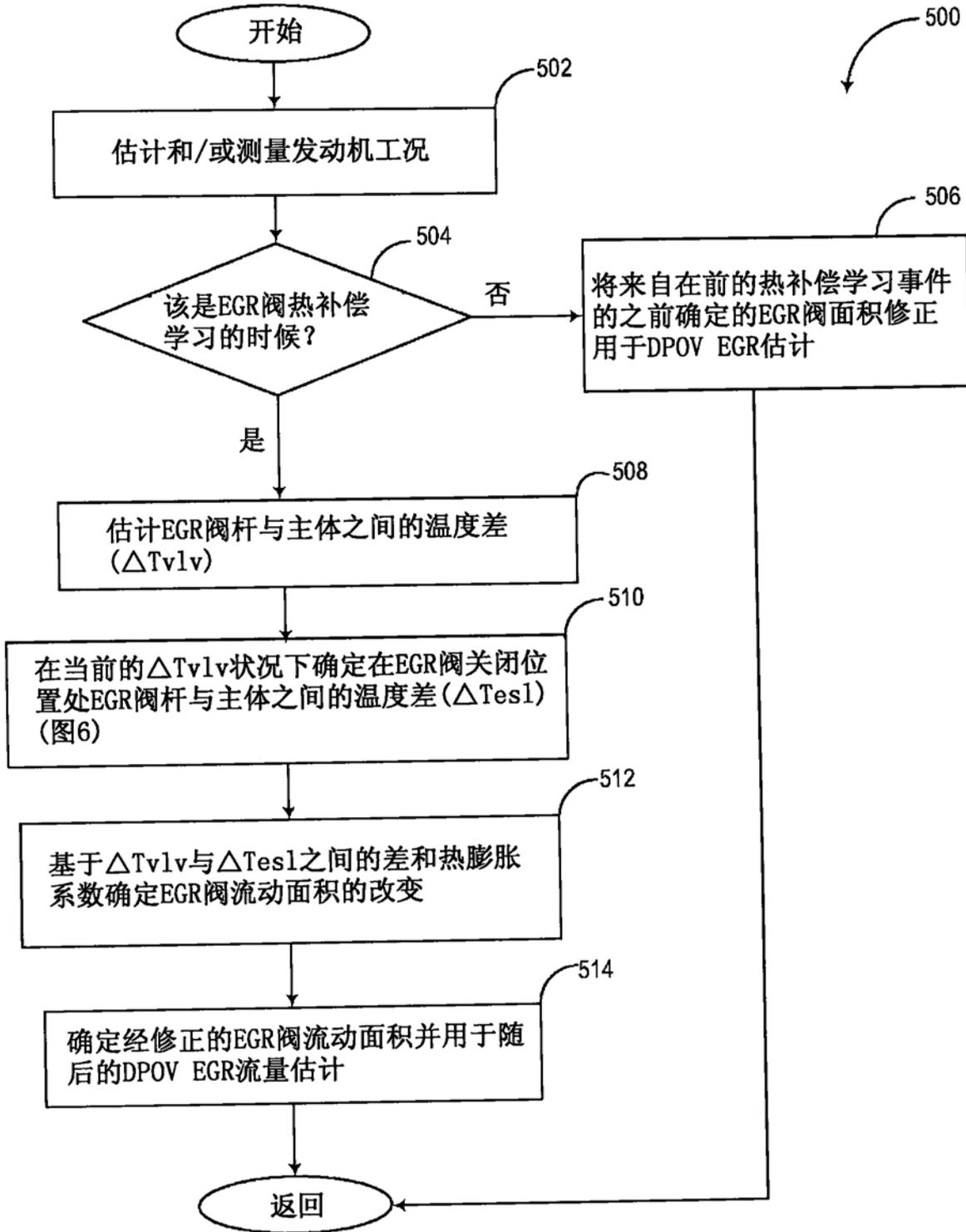


图5

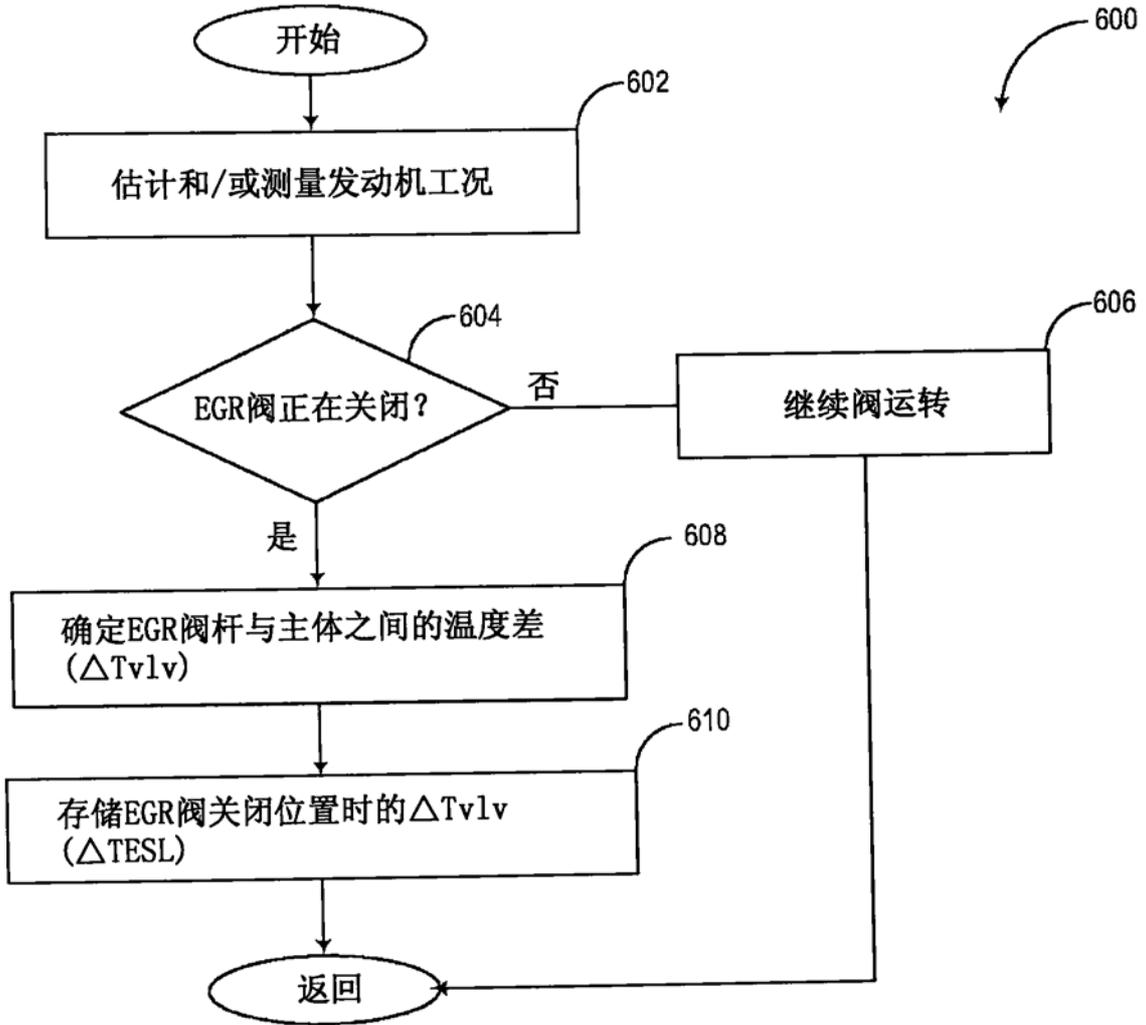


图6