



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102667115 B

(45) 授权公告日 2016.02.17

(21) 申请号 201080058584.8

(22) 申请日 2010.12.22

(30) 优先权数据

09180649.7 2009.12.23 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/070470 2010.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/076837 EN 2011.06.30

(73) 专利权人 FPT 发动机研究公司

地址 瑞士阿尔邦

(72) 发明人 西奥菲尔·奥肯萨勒

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 周靖 郑霞

(51) Int. Cl.

F02D 41/00(2006.01)

F02D 41/24(2006.01)

(56) 对比文件

US 2006/0116472 A1, 2006.06.01, 全文.

US 6715287 B1, 2004.04.06, 说明书第1栏
第30行至第15栏第67行, 附图1-8.

US 5753805 A, 1998.05.19, 全文.

CN 1269868 A, 2000.10.11, 全文.

DE 4214648 A1, 1993.11.04, 全文.

审查员 闫玲

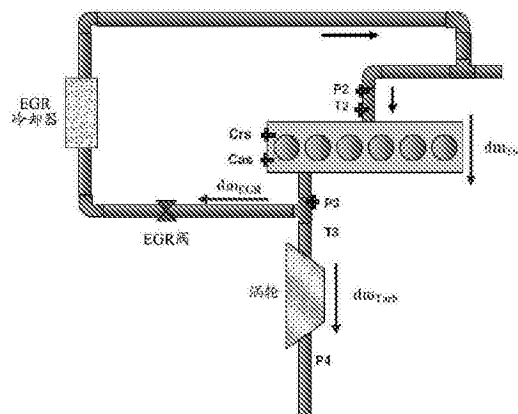
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

用于测量并控制燃烧发动机中 EGR 率的方法和装置

(57) 摘要

本发明提供了用于测量并控制燃烧发动机系统中的 EGR 率的方法和装置, 该系统包括 EGR 冷却器、EGR 阀和涡轮, 并且该方法根据穿过发动机气缸的总废气质量流量(dm_{tot})和穿过涡轮的涡轮质量流量(dm_{turb})之间的差值来确定 EGR 质量流量(dm_{EGR})。



1. 一种用于测量并控制燃烧发动机系统中的 EGR 率的方法,所述系统至少包括 EGR 冷却器、EGR 阀和涡轮,所述方法包括根据穿过发动机汽缸的总废气质量流量 (dm_{Tot}) 和穿过所述涡轮的涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 之间的差值来确定 EGR 质量流量 (dm_{EGR})。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述总废气质量流量 (dm_{Tot}) 通过以下获得:

—每个行程、汽缸中的总气体充注量,使用推进空气压力 (p_2)、发动机进口处的推进空气温度 (T_2) 以及可能的涡轮进口压力 (p_3) 和涡轮进口温度 (T_3) 计算而得;

—与发动机速度一起,根据气体充注量来计算实际的气体质量流量;

—所述总废气质量流量 (dm_{Tot}) 作为所述总气体质量流量和燃料质量流量的总和而被获得。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,在进一步的自适应步骤中,所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 或所述总废气质量流量 (dm_{Tot}) 被调节,使得当所述 EGR 阀封闭时,所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 和所述总废气质量流量 (dm_{Tot}) 相等。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,包括以下步骤:

将所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 的值和反馈校正值相加或相乘,或者分别与来自积分器或来自校正曲线或校正图的反馈校正因子相加或相乘;

将上一步骤的结果加到所述废气质量流量 (dm_{Tot}) 的值;

对上一步骤的结果进行增益校正;

仅当所述 EGR 阀封闭时,将上一步骤的结果馈送给所述积分器;如果所述 EGR 阀没有封闭,所述积分器的输入为零。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 和所述废气质量流量 (dm_{Tot}) 相互交换。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在固定几何形状涡轮的情形下,所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 分别根据所述涡轮的上游压力和下游压力 (p_3, p_4),并且根据所述涡轮的上游温度 (T_3) 获得,所述下游压力 (p_3) 从传感器获得,所述下游压力 (p_4) 从模型或从传感器获得,所述上游温度 (T_3) 从传感器或模型获得。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,在可变几何形状涡轮 (VGT) 的情形下,所述 VGT 的位置还需要被考虑用于所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 的确定。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的方法,其中,在废气门涡轮的情形下,所述废气门的开口还需要被考虑用于所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 的确定。

9. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,在多于一个涡轮的情形下, EGR 连接部的下游的涡轮的所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 被确定。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,对于高压 EGR 来说,第一涡轮或第二涡轮的所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 需要被确定,对于中压 EGR 来说,所述第二涡轮的所述涡轮质量流量 (dm_{Turb}) 需要被确定。

11. 一种用于测量并控制燃烧发动机系统中的 EGR 率的装置,所述发动机系统至少包括 EGR 冷却器、EGR 阀和涡轮,所述装置包括用于实施任一之前权利要求所述的方法的设备,所述设备包括所述发动机和所述涡轮的上游和下游的压力传感器和温度传感器。

12. 一种交通工具,包括如权利要求 11 中的用于测量并控制燃烧发动机系统中的 EGR 率的装置。

用于测量并控制燃烧发动机中 EGR 率的方法和装置

发明领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量并控制燃烧发动机中 EGR 率的方法和装置。

[0002] 现有技术描述

[0003] 燃烧发动机的 NO_x 排放量能够使用废气再循环(EGR)明显地减小。废气被再循环以减小燃烧气体的氧气含量。这导致减小的火焰温度,其接着导致发动机更低的 NO_x 排放量。

[0004] 从而,NO_x 排放量非常敏感地反应于 EGR 率的变化。

[0005] EGR 率通过再循环的废气和汽缸中全部气体之间的质量比给出。根据排放目标,20% 和 60% 之间的 EGR 率作为目标,其导致 3 到 10 倍左右的 NO_x 减小因子。

[0006] 因为增加的 EGR 率涉及更高的烟尘排放量、通常更高的燃料消耗和通常增加的发动机磨损,因此该技术仅应该在需要的地方应用。

[0007] 因此,对于 NO_x 排放量的精确和可再生控制来说,EGR 率的精确感应和控制概念是关键且必须的。

[0008] 多种 EGR 质量流量或 EGR 率的测量方法是已知的。

[0009] 第一最普通的测量方法是发动机进口处新鲜空气质量流量的测量。此质量流量从总汽缸质量流量中减去,总汽缸质量流量能够从推进气压 p_2 、推进气体温度 T_2 、发动机速度以及还有其他的量中获得,如图 1 中所示,例如从曲轴速度传感器 Crs 和凸轮速度传感器 Cas 中。所获的质量流量为 EGR 质量流量。

[0010] 此概念的第一主要问题是精度。空气质量流量的测量误差被空气质量流量和 EGR 质量流量之间的比率放大。如果例如 80kg/h 的空气质量流量具有 10% 的误差(即 8kg/h),并且 100kg/h 的总气体质量流量被测量,则获得具有 8kg/h 误差的 20kg/h 的 EGR 质量流量,其对应于 40% 的相对误差。第二主要问题是时间延迟,其产生自空气测量设备和汽缸之间的距离。为了也在瞬态条件下获得精确的 EGR 率,时间延迟必须要考虑,这是困难的任务。

[0011] 第二可能性是直接 EGR 质量流量测量设备的使用。能够使用各种测量原理,例如热膜测量,或者皮托管或文氏管设备上的压差。从精确度的观点来看,该途径是最健全的。然而,最有效的传感器在由具有高负载烟尘的严酷环境引起的损耗方面呈现了明显的问题。烟尘沉积甚至能够导致感应元件的堵塞。另一问题是 EGR 线路中高水平的脉动。这些脉动可导致明显的测量误差。

[0012] 第三可能性是在发动机进口或出口处氧气浓度(O_2 或空气 / 燃料比率 λ)的测量。从该氧气含量中,如果注射燃料的量和总气体质量流量是已知的,则 EGR 率能够直接计算。如在第一方法中(图 1),总气体质量流量从 p_2 、 T_2 、发动机速度以及其他的量中获得。

[0013] 为了实现 EGR 率的足够精度,氧气传感器需要非常精确,尤其是如果低的 EGR 率被使用,而这在重型应用中是普通的。现在,市场上没有满足精度要求的可用传感器。

[0014] 第四可能性是汽缸上游或下游二氧化碳(CO_2)的测量,其广泛地应用于发动机测试台中。EGR 率的计算以与使用氧气传感器时类似的方式完成。虽然理想地从精确度的观点,对于移动应用来说,当前没有传感器是可用的。

[0015] 第五可能性是 EGR 线路上的压降和涡轮上游温度 T3 的测量。考虑 EGR 阀的位置, EGR 质量流量能够使用节流阀等式获得。由于烟尘沉积、EGR 冷却器污垢等, EGR 线路的流量阻力特性在寿命期间可能明显地改变。另外, 由于产品分散, EGR 阀的特性可能明显地改变。因此, 通过此测量原理, 非常难于确保发动机寿命期间稳定的 EGR 率。

[0016] 发明概述

[0017] 因此, 本发明的主要目的是提供克服了以上问题和缺点的用于测量并控制燃烧发动机中的 EGR 率的方法和装置。

[0018] 本发明的基本设想是使用压力和温度传感器确定 EGR 率。取代根据 EGR 线路上的压降来直接计算 EGR 率, EGR 质量流量 $[dm_{EGR}]$ 根据穿过汽缸的总废气质量流量 $[dm_{Tot}]$ 和穿过涡轮的涡轮质量流量 $[dm_{Turb}]$ 之间的差值来获得。

[0019] 这些和其他的目标借助于如所附权利要求中描述的用于测量并控制燃烧发动机中的 EGR 率的方法和装置来实现, 其中所附权利要求形成了本描述的完整部分。

[0020] 附图简述

[0021] 本发明从仅以示例性而非限制性示例的方式给出的以下详细描述中并参照附图阅读而变得完全清楚, 附图中:

[0022] 图 1 显示发动机回路的一部分的示意图, 包括用于实施本发明方法的传感器;

[0023] 图 2 显示用于实施本发明变体的控制回路的框图。

[0024] 附图中相同的参考数字和字母表示相同或功能等价的部件。

[0025] 优选实施方式详述

[0026] EGR 率或 EGR 质量流量是由汽缸中总气体质量流量和燃料质量流量之间的差值和通过涡轮的气体质量流量确定的。

[0027] 总气体质量流量和涡轮质量流量是从使用压力传感器 p2 (推进气压)、p3 (涡轮进口压力)、温度传感器 T2 (推进气体温度)、以及如果可用的 p4 (涡轮出口压力) 和 T3 (涡轮进口温度) 的模型中得到的。

[0028] 图 1 显示发动机回路的一部分的已知示意图中的传感器, 所说的发动机回路的一部分包括发动机、EGR 冷却器、涡轮, 其中 EGR 冷却器的出口引向汽缸的进口, 并且汽缸的出口引向涡轮并通过 EGR 阀引向 EGR 冷却器的进口。

[0029] 任意地, 为了增加此测量概念的精度, 涡轮质量流量被调节, 使得当 EGR 阀关闭时并且因此 EGR 质量流量为零时, 其匹配总气体质量流量。

[0030] 本发明的基本设想是使用压力和温度传感器确定 EGR 率。取代从 EGR 线路上的压降来直接计算 EGR 率, EGR 质量流量 dm_{EGR} 从穿过汽缸的总废气质量流量 dm_{Tot} 和穿过涡轮的涡轮质量流量 dm_{Turb} 之间的差值间接地获得。

[0031] 总废气质量流量 dm_{Tot} 从其中汽缸在每个行程中的总气体充注量使用 p2、T2 并且还可能使用 p3 和 T3 计算的模型中获得。经常被称为“速度-密度模型”的这些模型被广泛地使用且已知。

[0032] 与发动机速度一起, 实际的气体质量流量能够从气体充注量中计算。总废气质量流量 dm_{Tot} 然后作为总气体质量流量和燃料质量流量的总和获得。总气体质量流量 dm_{Tot} 的计算可以使用公知的表达式来进行。

[0033] 涡轮质量流量 dm_{Turb} 使用模型来计算。

[0034] 如果使用固定几何形状的涡轮,则涡轮质量流量 dm_{Turb} 可以分别从涡轮的上游压力和下游压力 p_3 和 p_4 , 并且从涡轮的上游温度 T_3 中获得。压力 p_3 从传感器获得, p_4 从模型或从传感器获得。 T_3 通常从模型获得。

[0035] 如果使用可变几何形状涡轮(VGT),还需要考虑 VGT 位置,以确定涡轮质量流量 dm_{Turb} 。

[0036] 在废气门涡轮的情形下,废气门的开口还需要被考虑用于涡轮质量流量 dm_{Turb} 的确定。

[0037] 涡轮质量流量 dm_{Turb} 的计算能够使用公知的表达式进行,例如源自通过使用类似于节流阀等式的已知表达式确定的涡轮模型,例如在 Guzzella, Onder: “Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems (内燃发动机系统的建模和控制导论)”, ISBN3-540-22274-x, Springer-Verlag, Berlin, 2004 中所述的。

[0038] EGR 质量流量 dm_{EGR} 现能够获得为总废气质量流量 dm_{Tot} 和涡轮质量流量 dm_{Turb} 之间的差值。

[0039] $dm_{EGR} = dm_{Tot} - dm_{Turb}$

[0040] 以其他方法相比,使用本发明的方法具有很多优点:

[0041] 一涡轮在其寿命期间很难改变其流动阻力特性,至少比 EGR 线路小很多。

[0042] 一与发动机进口和汽缸之间的距离相比,汽缸和涡轮之间的距离非常小。因此,例如在空气质量流量测量概念中,预期没有明显的输送延迟。

[0043] 一 p_3 传感器可能比质量流量测量设备便宜。

[0044] 任意地, EGR 质量流量 dm_{EGR} 确定的精度使用自适应算法提高。当 EGR 阀封闭时, EGR 质量流量近似为零。近似为零意味着通常存在无关的小值,因为阀从来不完全封闭。

[0045] 因此,涡轮质量流量 dm_{Turb} 等于总质量流量 dm_{Tot} 。EGR 阀被有意地封闭以允许调节步骤,或者例如在加速期间,在阀以任何方式封闭的地方使用条件。由于涡轮和汽缸出口非常地接近,所以在瞬态操作期间甚至可以使用自适应算法。

[0046] 图 2 显示自适应算法的非限制性示例的框图。其应该是任何的自适应算法,其中涡轮质量流量 dm_{Turb} 或总废气质量流量 dm_{Tot} 被调节使得当 EGR 阀封闭时它们相等。

[0047] dm_{Turb} 的值被加上来自积分器的反馈校正偏移值。结果 $R1$ 从 dm_{Tot} 的值中减去,并且馈送到增益校正程序块的输入端,其可以是一个因子,与总质量流量和经校正的涡轮质量流量 $R1$ 之间的差值相乘。

[0048] 仅仅在 EGR 阀封闭时,增益校正的输出值馈送到积分器。如果 EGR 阀没有封闭,则积分器的输入值为零。

[0049] 在自适应算法的可能变体中,取代加到涡轮质量流量 dm_{Turb} 的校正偏移,还可以使用任何其他校正机制。

[0050] 校正因子能够与涡轮质量流量 dm_{Turb} 相乘,或者能够使用任何其他数学/代数的计算,例如校正曲线或校正图。

[0051] 取代涡轮质量流量 dm_{Turb} , 总质量流量 dm_{Tot} 能够以相同的方式校正。取代积分器,校正曲线或校正图也能够用于计算校正偏移、因子或函数。

[0052] 然而,主要的原理保持不变,即,在任何的校正被使用使得当 EGR 阀封闭时,积分器或类似机制将涡轮和总废气的质量流量最终推向相等的情形。

[0053] 更一般地,在多于一个的涡轮出现在发动机系统中,或者具有更加复杂的发动机结构的情形下,该方法的一般原理保持相同。

[0054] 例如,对于包括至少两个涡轮的更复杂结构来说,重要的是 EGR 连接部的下游的涡轮的涡轮质量流量 dm_{Turb} 被确定。

[0055] 对于高压 EGR 来说,第一或第二涡轮的涡轮质量流量 dm_{Turb} 需要被确定,对于中压 EGR 来说,第二涡轮的涡轮质量流量 dm_{Turb} 需要被确定。

[0056] 本发明的方法能够通过用于计算机的程序实施,包括程序编码设备,用于当该程序在计算机上运行时实施本方法的一个或多个步骤。因此,要理解,本发明的范围延伸到用于计算机的此程序并加上其中具有记录信息的计算机可读设备,所述计算机可读设备包括程序编码设备,用于当该程序在计算机上运行时实施本方法的一个或多个步骤。

[0057] 在考虑了公开本发明优选实施方式的说明书和附图以后,对于本领域技术人员来说,本发明的很多变化、修改、改变和其他使用及应用将变得清楚。不偏离本发明的精神和范围的所有这些变化、修改、改变和其他使用及应用被视为由本发明所覆盖。

[0058] 其他的实施细节将不再描述,因为本领域技术人员能够从以上描述的教导中开始实施本发明。

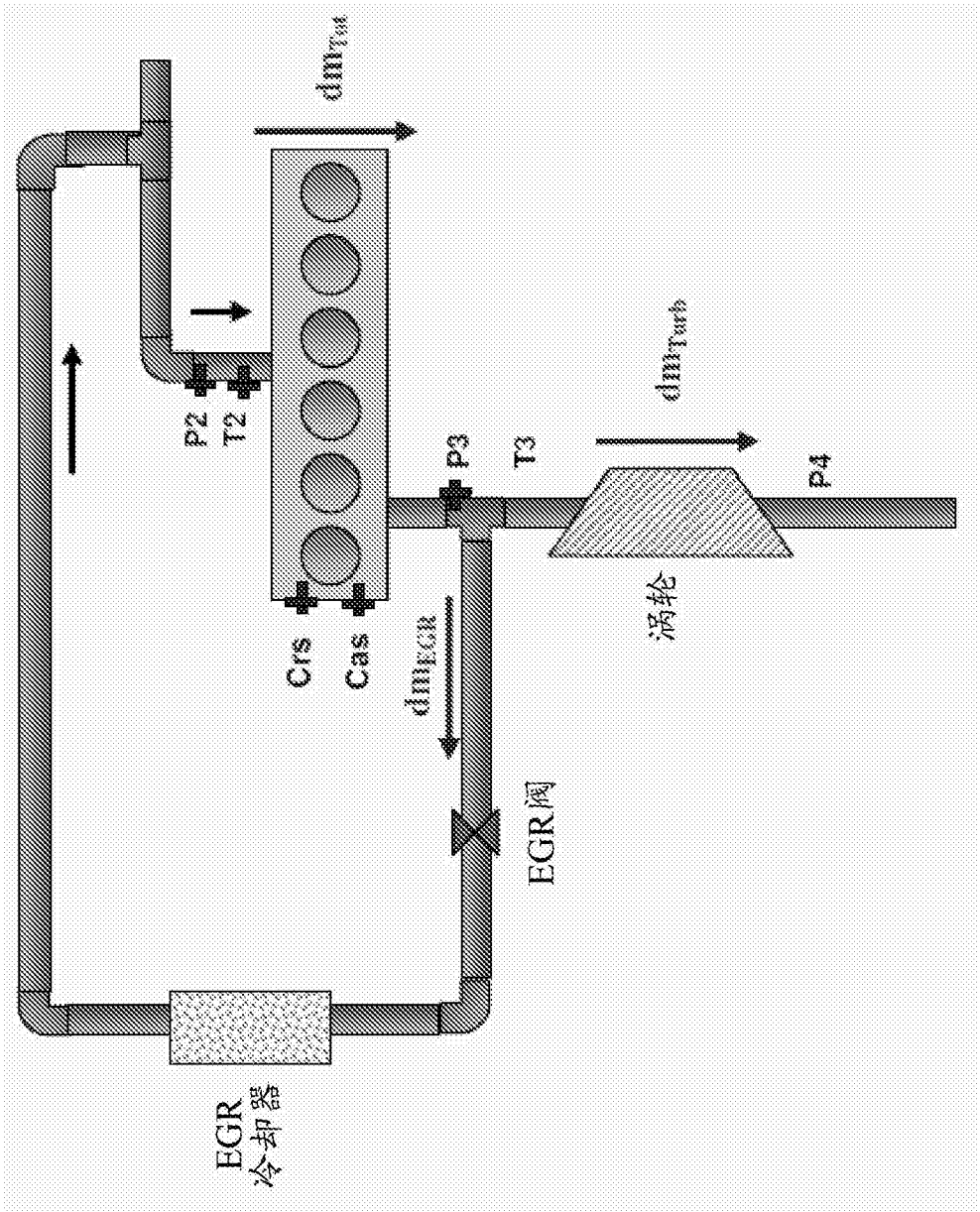


图 1

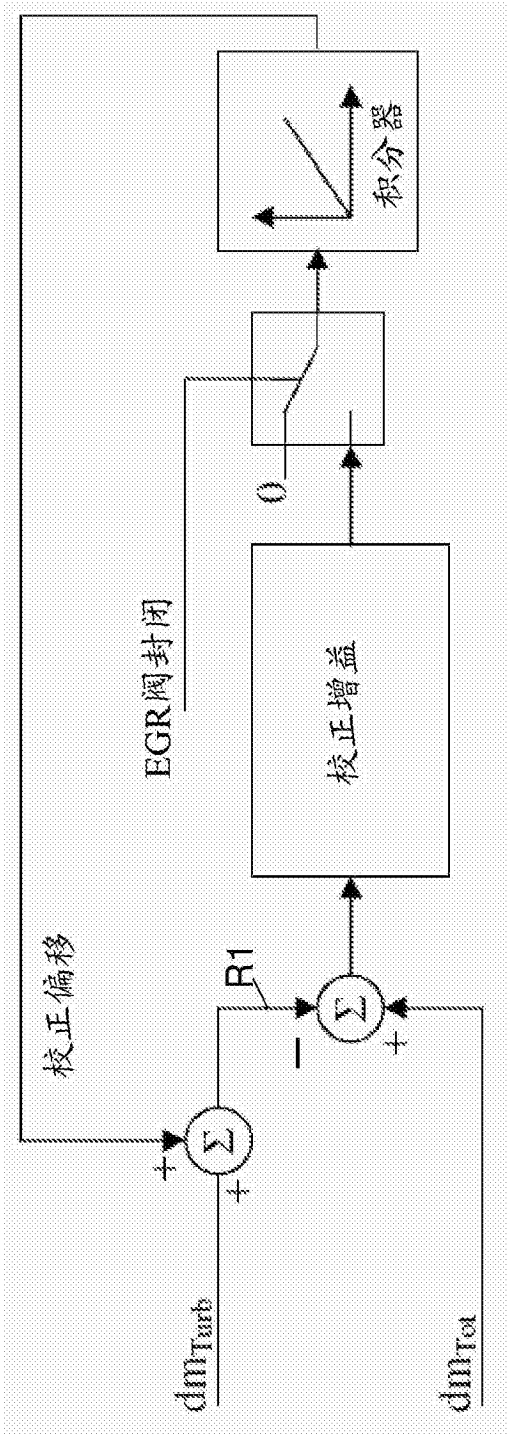


图 2