



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102400802 A

(43) 申请公布日 2012.04.04

(21) 申请号 201110211503.X

(22) 申请日 2011.07.21

(30) 优先权数据

12/841,066 2010.07.21 US

(71) 申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 D·K·比德纳 R·W·坎宁安

S·G·拉斯 J·希尔迪奇

J·E·罗林杰

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

F02D 41/30 (2006.01)

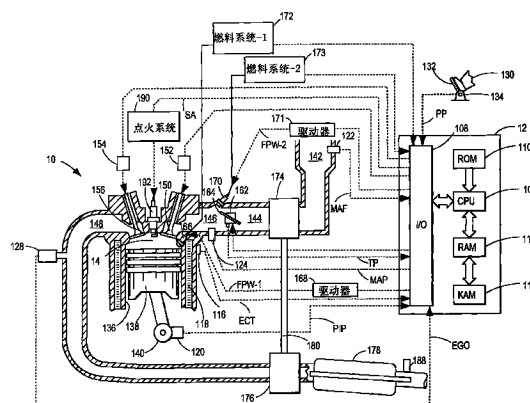
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于发动机控制的方法和系统

(57) 摘要

本发明提供了控制排气排放的方法和系统，所述方法和系统通过基于所喷射燃料的燃料类型并且进一步基于发动机的烟尘负载调整多个燃料喷射器向发动机汽缸的燃料喷射。随着发动机烟尘负载的增加，通过减小向汽缸内的直接喷射量来减少由直接燃料喷射产生的烟尘。



1. 一种运行发动机的方法,所述发动机包括将第一燃料喷射至发动机汽缸内的第一进气道喷射器和将第二燃料喷射至所述发动机汽缸内的第二直接喷射器,所述方法包括:

基于所述发动机的烟尘负载在所述第一进气道喷射器和所述第二直接喷射器之间调整到所述汽缸的燃料喷射。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述烟尘负载由联接至所述发动机的微粒物质传感器估计。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述烟尘负载基于发动机工况被推导,所述发动机工况包括发动机速度和负载。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中调整所述燃料喷射包括在所述第一进气道喷射器和所述第二直接喷射器之间调整燃料喷射量。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述调整包括,随着所述发动机的烟尘负载超过阈值,减小自所述第二直接喷射器的燃料喷射量同时增加自所述第一进气道喷射器的燃料喷射量。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中自所述进气道喷射器的燃料喷射量的增加基于所述第一燃料被调整,并且自所述直接喷射器的燃料喷射量的减小是基于所述第二燃料的。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中当所述第一燃料的醇含量较高时,自所述进气道喷射器的燃料喷射量的增加较小,并且其中当所述第二燃料的醇含量较高时,自所述直接喷射器的燃料喷射量的减小较小。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中自所述进气道喷射器的燃料喷射量的增加和自所述直接喷射器的燃料喷射量的减小基于所述发动机烟尘负载的升高速率被进一步调整,该调整包括当所述升高速率超过阈值时,增加自所述进气道喷射器的燃料喷射量的增加速度,并且增加自所述直接喷射器的燃料喷射量的减小速度。

9. 一种控制燃料喷射到发动机汽缸的方法,所述发动机具有第一进气道喷射器和第二直接喷射器,所述方法包括:

响应于微粒物质的量和燃料类型在所述第一进气道喷射器和第二直接喷射器之间调整燃料喷射量。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述燃料类型包括通过所述第二直接喷射器输送的燃料。

11. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述燃料类型包括通过所述第一进气道喷射器输送的燃料。

12. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述燃料类型包括通过所述第二直接喷射器输送的燃料的醇含量。

13. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述燃料类型包括与所述第一进气道喷射器相比,通过所述第二直接喷射器输送的燃料的相对醇含量。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述调整包括:

当由所述第二喷射器输送的燃料的醇含量较高并且所述微粒物质的量大于阈值时,将自所述直接喷射器的燃料喷射量减小较小的第一量并且将自所述进气道喷射器的燃料喷射量增加所述第一量;并且

当由所述第二喷射器输送的燃料的醇含量较低并且所述微粒物质的量大于阈值时,将

自所述直接喷射器的燃料喷射量减小较大的第二量并且将自所述进气道喷射器的燃料喷射量增加所述第二量。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中减小自所述直接喷射器的燃料喷射的速率和增加自所述进气道喷射器的燃料喷射的速率响应于所述微粒物质的量的迅速增加被增大。

16. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述燃料喷射量响应于微粒过滤器再生被进一步调整。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中所述调整包括:

在再生之前,减小自所述直接喷射器的燃料喷射量并且增加自所述进气道喷射器的燃料喷射量;以及

在再生之后,增加自所述直接喷射器的燃料喷射量并且减小自所述进气道喷射器的燃料喷射量。

18. 如权利要求 9 所述的方法,还包括基于被调整的燃料喷射量来调整微粒过滤器的再生。

19. 一种发动机系统,包括:

发动机;

联接至所述发动机的微粒物质传感器;

将第一燃料喷射至汽缸内的第一进气道喷射器;

将第二燃料喷射至所述汽缸内的第二直接喷射器;以及

带有计算机可读指令的控制系统,所述计算机可读指令用于响应于由所述发动机产生的微粒物质的量来启动和停用所述第一进气道喷射器和所述第二直接喷射器。

20. 如权利要求 19 所述的系统,其中由所述发动机产生的微粒物质的量由所述微粒物质传感器估计和/或基于发动机工况被推导。

21. 如权利要求 19 所述的系统,其中所述启动和停用包括随着由所述发动机产生的微粒物质的量超过阈值,启动所述第一进气道喷射器来增加所述第一燃料的燃料喷射并且停用所述第二直接喷射器来减少所述第二燃料的燃料喷射。

22. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述增加基于所述第一燃料的醇含量被调整,并且其中所述减少基于所述第二燃料的醇含量被调整,所述调整包括当所述第一燃料的醇含量较低时将所述第一燃料的燃料喷射增加一个较小量,并且当所述第二燃料的醇含量较高时将所述第二燃料的燃料喷射减少一个较小量。

23. 如权利要求 22 所述的系统,其中所述增加的速率和所述减少的速率基于所述微粒物质质量的升高速率被调整,所述调整包括随着所述升高速率超过阈值,加大启用和停用的速率。

24. 如权利要求 19 所述的系统,其中所述控制系统还包括基于所述喷射器的启动和停用来调整发动机运行参数的指令,所述发动机运行参数包括火花正时、气门凸轮轴正时、增压和排气再循环中一种或更多种。

25. 如权利要求 19 所述的系统,其还包括用于存储微粒物质的微粒过滤器,其中所述控制系统还包括用于响应于所述微粒过滤器的再生来调整所述启动和停用的指令。

用于发动机控制的方法和系统

技术领域

[0001] 本申请涉及用于控制发动机系统中的燃料喷射的方法和系统。

背景技术

[0002] 发动机可被配置带有燃料直接喷射器和 / 或燃料进气道喷射器, 所述燃料直接喷射器将燃料直接喷射到燃烧汽缸内 (直接喷射, DI), 所述燃料进气道喷射器将燃料喷射到汽缸进气道内 (燃料进气道喷射, PFI)。除了更好地使得所喷射燃料的充气冷却作用有效之外, 直接喷射还允许实现较高的燃料效率和较高的功率输出。

[0003] 然而, 直接喷射发动机还由于扩散的火焰传播 (其中燃料在燃烧之前可能与空气混合不充分) 而产生更多的微粒物质排放 (或烟尘)。因为直接喷射本质上是一种相对延迟的燃料喷射, 所以在汽缸内所喷射燃料与空气的混合时间是不足够的。相似地, 当所喷射的燃料流过气门时, 所述燃料可能遇到更少的湍流。结果, 存在富燃穴, 这可在局部产生烟尘, 从而使得排气排放降级。

发明内容

[0004] 因此, 以上问题可至少部分通过一种运行发动机的方法解决, 所述发动机包括将第一燃料喷射到发动机汽缸内的第一进气道喷射器和将第二燃料喷射到发动机汽缸内的第二直接喷射器。在一个实施例中, 所述方法包括基于发动机的烟尘负载在第一进气道喷射器和第二直接喷射器之间调整到汽缸的燃料喷射。

[0005] 在一个示例中, 发动机可被配置为带有向发动机汽缸的直接喷射和进气道燃料喷射二者。在直接喷射器和进气道燃料喷射器之间的燃料喷射量 (即喷射到汽缸内的燃料量) 可基于由发动机产生的微粒物质 (PM) 的量 (即发动机烟尘负载) 被调整。在一个示例中, 由发动机产生的微粒物质的量可被微粒物质传感器感测并估计。在另一示例中, 所产生的微粒物质的量可基于发动机工况, 例如发动机的速度 - 负载状况, 或者基于微粒物质过滤器两端的压差被推导。燃料喷射量还可基于燃料类型。

[0006] 例如, 基于发动机工况, 可确定燃料喷射绘图, 其包括通过第一进气道喷射器喷射的第一燃料量和通过第二直接喷射器喷射的第二燃料量。在一个示例中, 例如在较高发动机速度和负载处, 进气道喷射的第一量可小于直接喷射的第二量。在此可使用较高的直接喷射的量, 从而利用较高的燃料效率和更精确的直接喷射功率输出, 以及所喷射燃料的充气冷却特性。

[0007] 在发动机运行期间产生的微粒物质的量 (烟尘负载) 可通过传感器估计和 / 或基于工况推导。在一个示例中, 随着产生的微粒物质的量超过阈值, 燃料喷射的比例可被调整。例如, 随着烟尘负载超过阈值, 自直接喷射器的燃料喷射量可被降低同时自进气道喷射器的燃料喷射量可被相应升高。可基于燃料喷射的调整作出额外的点火正时调整, 从而补偿扭矩的扰动。此外, 还可调整可替代发动机运行参数, 例如气门凸轮轴正时 (VCT) 安排、增压、排气再循环 (EGR) 等等用来补偿扭矩瞬变。

[0008] 自进气道喷射器的燃料喷射量的增加可基于第一燃料的燃料类型而自直接喷射器的燃料喷射量的降低可基于第二燃料的燃料类型。因此,醇燃料与汽油燃料相比可以产生更少微粒物质。就此而言,在一个示例中,当第一燃料的醇含量较高时,则自进气道喷射器的燃料喷射量的增加可以较小。在另一示例中,当第二燃料的醇含量较高时,自直接喷射器的燃料喷射量的降低可以较小。

[0009] 还可基于排气微粒物质水平的升高速率(或烟尘负载的升高速率)调整燃料喷射量的变化速率。在一个示例中,响应于烟尘负载的升高速率超过阈值(即,烟尘水平的突然并且迅速地升高),自进气道喷射器的燃料喷射量的升高和自直接喷射器的燃料喷射量的降低可被增加。例如,从较大的直接喷射向较大的进气道喷射的过渡可以是基本紧接的。在另一示例中,响应于烟尘中升高的速率低于阈值(即,烟尘水平的逐渐升高),从较大的直接喷射向较大的进气道喷射的过渡可实施为较低速率(例如,逐渐地)。过渡速率还可基于燃料类型调整。

[0010] 此外,可基于微粒过滤器的再生运行来调整燃料的喷射,其中所述微粒过滤器被配置为存储排气微粒物质。例如,在过滤器再生之前,当过滤器的烟尘负载较高时,自直接喷射器的燃料喷射量可被减小而自进气道喷射器的燃料喷射量可被增加。然后,在再生之后,当过滤器的烟尘负载较低并且过滤器能够存储更多的排气微粒物质时,自直接喷射器的燃料喷射量可被增加并且自进气道喷射器的燃料喷射量可被减小。在此,通过在过滤器再生之后增加直接喷射量,可实现直接喷射的燃料经济效益同时由直接喷射产生的排气微粒物质被存储在过滤器上。

[0011] 以此方式,通过响应于微粒物质(PM)水平的升高,至少暂时地改变相比直接喷射相对较高的进气道喷射量,则排气微粒物质排放可被减少,并且基本不影响发动机燃料的经济性。此外,通过在微粒物质的限定范围优化发动机喷射,直接喷射和进气道喷射的优点可以是有用的。

[0012] 应理解提供以上概要以便以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的选择性概念。该概要不是意味着指出要求保护的主题的关键特征或重要特征,其范围由权利要求唯一限定。此外,要求保护的主题不限于解决在以上或本公开的任何部分提到的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0013] 图 1 示出示例燃烧室。

[0014] 图 2- 图 3 示出基于发动机烟尘负载来调整燃料喷射的高级流程图。

[0015] 图 4- 图 5 示出针对各种燃料类型响应升高的烟尘负载对燃料喷射比例的调整的示例绘图。

[0016] 图 6 示出根据本公开响应于发动机烟尘负载的示例燃料喷射运行。

[0017] 图 7 示出根据本公开响应于过滤器再生的示例燃料喷射运行。

具体实施方式

[0018] 以下说明涉及基于发动机的烟尘负载来调整发动机燃料喷射(例如在图 1 的发动机系统中)的系统和方法。如在此参考图 2- 图 3 详细说明书的,发动机控制器可基于由发动

机产生的微粒物质的量来调整燃料喷射,具体是喷射到发动机汽缸内的直接喷射燃料量与进气道喷射燃料量。烟尘负载可由发动机排气中的传感器估计,和/或基于发动机的工况推导。如参考图 4-图 5 详细说明书的,所述调整可以基于可用于直接喷射和进气道喷射的燃料类型。例如,所述调整可以基于被直接喷射到汽缸内和/或进气道喷射到汽缸内的燃料的醇含量。随着烟尘负载的升高,通过使燃料喷射从直接喷射相对较大过渡到进气道喷射相对较大,排气排放可被控制。如在图 6 的示例调整中示出的,过渡不仅可基于喷射器中的燃料类型被调整,还可基于烟尘负载的升高速率被调整。随着烟尘负载超过阈值,通过减少直接喷射量并且增加进气道喷射量,排气排放可被控制且不会降级发动机的燃料经济性。

[0019] 图 1 描绘了内燃发动机 10 的燃烧室或汽缸的示例实施例。发动机 10 可至少部分由包括控制器 12 的控制系统以及由车辆操作者 130 经由输入装置 132 的输入控制。在此示例中,输入装置 132 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 134。发动机 10 的汽缸(即燃烧室)14 可包括燃烧室壁 136,活塞 138 置于其中。活塞 138 可被联接至曲轴 140,这样活塞的往复运动被转换为曲轴的旋转运动。曲轴 140 可经由变速系统被联接至客车的至少一个驱动轮。此外,起动机马达经由飞轮被联接至曲轴 140,从而使得发动机 10 的启动运转有效。

[0020] 汽缸 14 能够经由一系列进气通道 142、144 和 146 接收进入空气。除了汽缸 14 之外,进气通道 146 还能够与发动机 10 的其他汽缸连通。在一些实施例中,一个或更多个进气通道可包括增压装置,所述增压装置例如涡轮增压器或机械增压器。例如,图 1 示出配置有涡轮增压器的发动机 10,其包括设置在进气通道 142 和 144 之间的压缩机 174 和沿排气通道 148 设置的排气涡轮机 176。压缩机 174 可经由轴 180 至少部分由排气涡轮机 176 提供动力,在此增压装置被配置为涡轮增压器。然而,在其他示例中,例如在发动机 10 具有机械增压器的示例中,排气涡轮机 176 可被选择性地省略,其中压缩机 174 可由马达或发动机的机械输入提供动力。包括节流板 164 的节气门 162 可沿发动机的进气通道被提供,以用于改变提供至发动机汽缸的进入空气的流动速率和/或压力。例如,节气门 162 可被设置在压缩机 174 的下游,如在图 1 中显示的,或者可替代地被提供在压缩机 174 的上游。

[0021] 除了汽缸 14 之外,排气通道 148 还能够从发动机 10 的其他汽缸接收排气。排气传感器 128 被示出为联接至排放控制装置 178 上游的排气通道 148。传感器 128 可以是提供排气空气/燃料比指示的任何适当的传感器,例如线性氧传感器或 UEGO(通用或宽域排气氧传感器)、双态氧传感器或 EGO(排气氧传感器)(如描绘的)、HEGO(加热型 EGO)、NO_x、HC 或 CO 传感器。排放控制装置 178 可以是三元催化器(TWC)、NO_x 捕集器、各种其他排放控制装置或者其组合。

[0022] 排气通道 148 还可包括在排放控制装置 178 上游用于存储被释放到发动机排气中的微粒物质或烟尘的微粒过滤器(未示出)。过滤器可被定期地再生,从而烧掉被存储的烟尘并且恢复过滤器的存储容量。在一个示例中,压力传感器可被配置为基于过滤器两端的压差来估计过滤器的烟尘负载,并且当所述负载超过阈值时,过滤器的再生被启动。如在此参考图 3 和图 7 详细说明书的,向汽缸的燃料喷射可基于再生被调整。

[0023] 发动机 10 的每个汽缸可包括一个或更多个进气门和一个或更多个排气门。例如,汽缸 14 被示为包括位于汽缸 14 的上部区域处的至少一个进气提升阀 150 和至少一个排气

提升阀 156。在一些实施例中,发动机 10 的每个汽缸(包括汽缸 14)可以包括位于其上部区域处的至少两个进气提升阀和至少两个排气提升阀。

[0024] 进气门 150 可经由致动器 152 被控制器 12 控制。相似地,排气门 156 可经由致动器 154 被控制器 12 控制。在一些状况期间,控制器 12 可改变提供至致动器 152 和致动器 154 的信号,从而控制相应进气门和排气门的打开和关闭。进气门 150 和排气门 156 的位置可由对应的气门位置传感器(未示出)确定。气门致动器可以是电子气门致动类型或者凸轮致动类型或其组合。进气门和排气门正时可被同时控制,或者可使用可变进气凸轮正时、可变排气凸轮正时、双独立可变凸轮正时或固定凸轮正时中任一种可能性。每个凸轮致动系统可包括一个或更多个凸轮并且可利用由控制器 12 操作的凸轮廓线变换(CPS)、可变凸轮正时(VCT)、可变气门正时(VVT)和/或可变气门升程(VVL)中的一个或更多个来改变气门运行。例如,汽缸 14 可替代地包括经由电子气门致动控制的进气门或经由凸轮致动控制的排气门,所述凸轮致动包括 CPS 和/或 VCT。在其他实施例中,进气门和排气门可通过公共气门致动器或致动系统,或者可变气门正时致动器或致动系统控制。

[0025] 汽缸 14 具有一定压缩比,该压缩比是当活塞 138 处于下止点时与上止点时的容积的比例。常规地,压缩比在 9 : 1 到 10 : 1 范围内。然而,在使用不同燃料的一些示例中,压缩比可被增大。这可发生在例如使用较高辛烷值燃料或者具有较高蒸发潜焓的燃料时。如果使用直接喷射,由于其对于发动机爆震的影响,则压缩比也可被增大。

[0026] 在一些实施例中,发动机 10 的每个汽缸可包括用于启动燃烧火花塞 192。在选择运行模式下,点火系统 190 能够响应于来自控制器 12 的点火提前信号 SA 经由火花塞 192 向燃烧室 14 提供点火花。然而,在一些实施例中,火花塞 192 可被省略,例如在发动机 10 可通过自动点火或通过燃料喷射来启动燃烧的情况下,如在一些柴油发动机中的情况。

[0027] 在一些实施例中,发动机 10 的每个汽缸可被配置成带有向其提供燃料的一个或更多个燃料喷射器。作为非限定性示例,汽缸 14 被示为包括两个燃料喷射器 166 和 170。燃料喷射器 166 被示为直接联接至汽缸 14 以用于以与经由电子驱动器 168 从控制器 12 接收的信号 FPW-1 的脉冲宽度成比例的方式向其直接喷射燃料。以此方式,燃料喷射器 166 向燃烧室 14 中提供所谓的燃料直接喷射(下文称作“DI”)。虽然图 1 示出喷射器 166 为侧向喷射器,但是它还可位于活塞的顶部,例如火花塞 192 位置的附近。当使用醇基燃料运行发动机时,由于一些醇基燃料的低挥发性原因,这种位置可改进混合和燃烧。可替代地,喷射器可位于顶部并且靠近进气门从而改进混合。燃料可从高压燃料系统-1172 被输送至燃料喷射器 166,所述高压燃料系统-1 包括燃料箱、燃料泵和燃料集合管。可替代地,燃料在低压可通过单级燃料泵被输送,在这种情况下压缩冲程期间的直接燃料喷射的正时比使用高压燃料系统时会被更加限制。此外,虽然没有示出,但是燃料箱可具有提供信号至控制器 12 的压力换能器。

[0028] 燃料喷射器 170 被示为设置在进气通道 146 中,而不是在汽缸 14 内,其被配置为向汽缸 14 上游的进气道中提供所谓的燃料进气道喷射(下文被称作“PFI”)。燃料喷射器 170 能够以与经由电子驱动器 171 从控制器 12 接收的信号 FPW-2 的脉冲宽度成比例的方式喷射燃料。燃料可通过燃料系统-2 173 被输送至燃料喷射器 170,所述燃料系统-2 包括燃料箱、燃料泵和燃料集合管。注意,针对两种燃料喷射系统,可使用单个驱动器 168 或者 171,或者可使用多个驱动器,例如用于燃料喷射器 166 的驱动器 168 和用于燃料喷射器

170 的驱动器 171, 如所描绘的。

[0029] 在汽缸的单个循环期间, 燃料可被两个喷射器输送至汽缸。例如, 每个喷射器可输送在汽缸 14 内燃烧的总燃料喷射的一部分。此外, 自每个喷射器输送的燃料的分配和 / 或相对量可随着工况改变, 所述工况例如发动机负载和 / 或爆震, 例如在本文以下描述的。总喷射燃料在喷射器 166 和 170 之间的相对分配可被称作喷射比例。例如, 经由 (直接) 喷射器 166 喷射较大量的燃料用于燃烧事件可以是高比例直接喷射的示例, 而经由 (进气道) 喷射器 170 喷射较大量的燃料用于燃烧事件可以是高比例进气道喷射。注意, 这些仅是不同喷射比例的示例, 并且可使用各种其他喷射比例。此外, 应理解进气道喷射的燃料可在打开进气门事件、关闭进气门事件 (例如, 基本在进气冲程之前) 以及打开和关闭进气门运行二者期间被输送。相似地, 直接喷射的燃料可例如在进气冲程期间以及部分在先前的排气冲程期间、在进气冲程期间和部分在压缩冲程期间被输送。因此, 即便是对于单个燃烧事件, 喷射的燃料可从进气道喷射器和直接喷射器在不同正时喷射。此外, 对于单个燃烧事件, 每个循环可执行所输送的燃料的多次喷射。可在压缩冲程、进气冲程或其任一适当组合期间实施多个喷射。

[0030] 如以上描述的, 图 1 仅示出多汽缸发动机的一个汽缸。因此每个汽缸可相似地包括其自身的进 / 排气门组、(多个) 燃料喷射器、火花塞等。

[0031] 燃料喷射器 166 和 170 可具有不同的特征。这些特征包括大小上的不同, 例如一个喷射器可具有比其他喷射器更大的喷射孔。其他不同包括但不限于: 不同喷雾角、不同运行温度、不同标靶、不同喷射正时、不同喷雾特征、不同位置等等。此外, 根据喷射器 170 和 166 之间所喷射燃料的分配比, 可实现不同的效果。

[0032] 燃料系统 172 和 173 中的燃料箱可容纳具有不同燃料特性 (例如不同燃料成分) 的燃料。这些不同可包括不同的醇含量、不同的辛烷值、不同的蒸发热、不同的燃料混合物和 / 或其组合等。在一个示例中, 具有不同醇含量的燃料可包括是汽油的一种燃料和是乙醇或甲醇的另一种燃料。在另一示例中, 发动机可使用汽油作为第一燃料并且使用包含醇的燃料混合物例如 E85 (大约为 85% 乙醇和 15% 汽油) 或 M85 (大约为 85% 甲醇和 15% 汽油) 作为第二燃料。其他包含醇的燃料可以是醇和水的混合物, 醇、水和汽油的混合物等。在另一示例中, 两种燃料均可以是醇混合物, 其中第一燃料可以是一种汽油醇混合物, 其所具有的醇比例要低于具有较高比例醇的第二燃料的汽油醇混合物, 例如 E10 (大约为 10% 乙醇) 作为第一燃料而 E85 (大约为 85% 乙醇) 作为第二燃料。此外, 第一燃料和第二燃料的其他燃料特性也可以不同, 例如温度、粘度、辛烷值、蒸发潜焓等也可以不同。

[0033] 控制器 12 在图 1 中被示为微计算机, 该微计算机包括微处理器单元 (CPU) 106、输入 / 输出端口 (I/O) 108、用于可执行程序 and 校准值的电子存储介质 (在该具体示例中被显示为只读存储芯片 (ROM) 110)、随机存取存储器 (RAM) 112、保活存储器 (KAM) 114 和数据总线。控制器 12 可以从联接到发动机 10 的传感器接收各种信号, 除了以前讨论的那些信号外, 这些信号还包括: 来自质量空气质量流量传感器 122 的感应质量空气质量 (MAF) 的测量值; 来自联接到冷却套管 118 上的温度传感器 116 的发动机冷却剂温度 (ECT); 来自联接至曲轴 140 的霍尔效应传感器 120 (或其他类型传感器) 的表面点火感测信号 (PIP); 来自节流阀位置传感器的节流阀位置 (TP); 以及来自传感器 124 的绝对歧管压力信号 (MAP)。发动机速度信号 RPM 可由控制器 12 根据信号 PIP 产生。来自歧管压力传感器的歧管压力信号

MAP 可以被用来提供对于进气歧管中真空或者压力的指示。

[0034] 控制器 12 可估计发动机的烟尘负载（即，由发动机产生的微粒物质的量）并且相应地调整通过直接喷射器和进气道喷射器所喷射的燃料的比例。如在此参考图 2- 图 3 详细说明的，随着发动机烟尘负载的升高，控制器可增加进气道喷射的燃料量并且减少直接喷射的燃料量。烟尘负载可基于发动机的工况（例如发动机速度和负载）通过控制器 12 估计。额外地或可选地，烟尘负载可通过微粒物质（PM）传感器 188 感测，微粒物质传感器 188 被包括在例如排放控制装置 178 下游的排气通道 148 中。

[0035] 存储媒介只读存储器 110 能够通过计算机可读数据被编程，所述计算机可读数据表示可由处理器 106 执行用于实施以下描述的方法以及被预期但并未具体列出的其他变型的指令。

[0036] 现转向图 2，示例程序 200 被示为用于基于发动机产生的微粒物质的量来控制向发动机汽缸的燃料喷射，所述发动机汽缸包括（第一）进气道喷射器和（第二）直接喷射器。

[0037] 在步骤 202，可估计和 / 或测量发动机的工况。这些工况可包括例如发动机速度、发动机负载、缸内空气和喷射燃料的比例（AFR）、发动机温度（例如，由发动机冷却剂温度推导的）、排气温度、催化剂温度（T_{cat}）、期望扭矩、增压等等。

[0038] 在步骤 204，可确定是否存在启动状况。在一个示例中，启动状况可包括发动机冷启动状况。在另一示例中，启动状况可包括发动机重启动状况（例如，在先前发动机关闭后不久重启动）。因此，在启动状况中，发动机温度和 / 或催化剂温度可低于期望的阈值。例如，催化剂温度可低于阈值催化剂起燃温度。如果启动状况存在，则在步骤 208，控制器可调整向发动机的燃料喷射以便包括相对较大的进气道喷射和相对较小的直接喷射的燃料喷射。在此，燃料的进气道喷射可被有利地用于加热发动机和催化剂，由此改进发动机启动状况下的发动机和催化剂的性能。在步骤 210，可确认发动机温度和催化剂温度中的至少一者是否在期望阈值温度的阈值区域内。如果发动机温度和 / 或催化剂温度尚未有效升高，则在步骤 214，燃料喷射继续地以与直接喷射相比较大量的进气道喷射。然后，程序进行至步骤 216，其中发动机烟尘负载被确定。

[0039] 比较来说，如果发动机温度和 / 或催化剂温度已经升高并且处于阈值温度的阈值区间内，则在步骤 212，控制器可启动向发动机汽缸的燃料喷射的过渡，所述过渡是从相对较大的进气道燃料喷射向相对较大的直接燃料喷射的过渡。所述过渡可以基于发动机温度和 / 或催化剂温度距阈值温度的距离被调整。例如，一旦温度处于阈值温度的阈值区间内，则随着距阈值温度的距离增加，过渡的速率可被增加。这可包括随着温度接近阈值温度，逐渐停用进气道喷射器，而同时逐渐启用直接喷射器。因此，当发动机温度和 / 或催化剂温度处于或超过阈值温度时，燃料喷射可以已经被过渡至较大的直接燃料喷射和较小的进气道燃料喷射。在此，随着发动机负载的增大（并且因此发动机温度的升高），通过使用较大比例的直接喷射，充气冷却和直接喷射燃料的改进的燃料经济效益可用。

[0040] 如果发动机启动状况在步骤 204 未被确认，则在步骤 206，燃料喷射可基于发动机工况以及燃料类型被确定。这可包括确定要被喷射的燃料（或多种燃料）量，以及通过进气道喷射器和直接喷射器输送的喷射燃料的比例。在一个示例中，随着发动机速度、发动机负载和 / 或期望扭矩的增加，通过直接喷射器喷射的燃料量可被增加而通过进气道喷射器

喷射的燃料量可被减小。在此,燃料的直接喷射可提供较高的燃料效率和较高的功率输出。额外地,当直接喷射的燃料是醇燃料时,燃料的直接喷射可用于利用醇燃料的充气冷却特性。

[0041] 在步骤 216,发动机的烟尘负载可被确定。在一个示例中,烟尘负载可基于发动机工况(例如发动机速度-负载状况)被确定。在另一示例中,烟尘负载可通过联接至发动机排气的微粒物质传感器被估计。在另一示例中,烟尘负载可基于发动机排气中的微粒过滤器两端的压差被推导。在步骤 218,可确定所估计的烟尘负载是否处于阈值或在阈值附近。如果烟尘负载未超过阈值,则在步骤 220,发动机运行可以继续使用确定的燃料喷射(在步骤 206 或步骤 212)。比较来说,响应于超过阈值的烟尘负载并且如在图 3 中进一步详细描述,在步骤 222 处,燃料喷射可以基于确定烟尘负载(即由发动机产生的微粒物质的量)而被调整。在步骤 224,点火正时调整可以基于燃料喷射调整而被执行,从而补偿扭矩的瞬变。例如,响应于进气道燃料喷射量的减少和直接燃料喷射量的增加,火花点火正时可以被延迟一定量。在可替代实施例中,额外或可选地,可对增压、EGR、VCT 等中的一个或多个做出调整,从而补偿扭矩瞬变。

[0042] 现在转向图 3,示例程序 300 被示为用于基于发动机产生的微粒物质的量并且进一步基于燃料类型在进气道喷射器和直接喷射器之间调整向汽缸的燃料喷射量。

[0043] 在步骤 302,可确认烟尘负载是否处于阈值处或在阈值附近。根据该确认,在步骤 304,烟尘水平的升高速率(dPM/dt)可被估计或推导。在步骤 306,响应于超过阈值的烟尘负载,进气道喷射器和直接喷射器之间的燃料喷射量可被调整。具体地,自直接喷射器的燃料喷射量可被减小同时增加自进气道喷射器的燃料喷射量。在此,通过响应于烟尘负载的增加从较大量的直接喷射至少暂时改变至较大量的进气道喷射,则由燃料的直接喷射产生的烟尘可被减少,由此改进排气排放。

[0044] 在步骤 308,燃料喷射的过渡可以基于各喷射器中的燃料类型以及烟尘负载的升高速率被调整。在此,燃料类型包括被直接喷射器输送的燃料和/或被进气道喷射器输送的燃料。在一个示例中,这还可以包括被直接喷射器输送的燃料的醇含量。在另一示例中,燃料类型可以包括与进气道喷射器相比由直接喷射器输送的燃料中醇的相对量。因此,在一个示例中,自进气道喷射器的燃料喷射量的增加可基于由进气道喷射器喷射的第一燃料被调整,而自直接喷射器的燃料喷射量的减少可基于由直接喷射器喷射的第二燃料被调整。

[0045] 在一个示例中,进气道喷射器和直接喷射器可被配置为喷射相同的燃料。在此,如在图 4 的绘图 400 中示出的,随着燃料的醇含量增加,自直接喷射器的燃料喷射的减少和自进气道喷射器的燃料喷射的增加可越来越小。在另一示例中,进气道喷射器和直接喷射器可被配置为喷射具有不同醇含量的不同燃料。在此,如在图 5 的绘图 500 中示出的,当由直接喷射器输送的燃料的醇含量较高并且微粒物质的量大于阈值时,自直接喷射器的燃料喷射量可减小第一较小量,而自进气道喷射器的燃料喷射量增加所述第一量。比较来说,当由直接喷射器输送的燃料的醇含量较少并且微粒物质的量大于阈值时,自直接喷射器的燃料喷射量可减小第二较大量同时自进气道喷射器的燃料喷射量增加所述第二量。即当第一燃料的醇含量较高时自进气道喷射器的燃料喷射量的增加较小,并且当第二燃料量的醇含量较高时自直接喷射器的燃料喷射量的减小较小。

[0046] 自进气道喷射器的燃料喷射量的增加和自直接喷射器的燃料喷射量的减小可以基于发动机烟尘负载的升高速率被进一步调整。在一个示例中,所述调整可包括增加自进气道喷射器的燃料喷射量的增加速率,并且当升高速率超过阈值时,增加自直接喷射器的燃料喷射量的减小速率。即,响应于微粒物质质量的突然并且迅速的增加,自直接喷射器的燃料喷射的减小速率和自进气道喷射器的燃料喷射的增加速率可被增加(例如,基本立即变化),而所述速率响应于烟尘负载升高的逐渐增加可被降低(例如,逐渐变化)。

[0047] 转向图 3,在步骤 310,可确定过滤器再生状况是否存在。因此,过滤器再生可响应于例如发动机的工况而被确定,所述发动机工况包括排气温度、过滤器的烟尘负载超过阈值和/或过滤器两端的压差超过阈值。如果过滤器再生状况未被确认,则程序可结束并且没有进一步的燃料喷射调整被实施。比较来说,如果再生被确认,则在步骤 312,燃料喷射量可响应于过滤器再生而被进一步调整。具体地,在再生之前,响应于发动机的烟尘负载超过阈值,自直接喷射器的燃料喷射量可被减小并且自进气道喷射器的燃料喷射量可被增加。比较来说,在再生之后,响应于发动机烟尘负载超过阈值,自直接喷射器的燃料喷射量可被增加(或者减小较小量)并且自进气道喷射器的燃料喷射量可被减少(或增加较小量)。

[0048] 因此,在再生之前,微粒过滤器的烟尘负载会较高并且因此存储容量会较低。因此,在这些状况下,响应于发动机的较高烟尘负载,燃料喷射可被调整为减少直接喷射的燃料量,由此减少由发动机产生的 PM 量,由此抢先降低已经被加入到过滤器的额外的烟尘负载。比较来说,再生之后,微粒过滤器的烟尘负载会较低并且存储容量会较高。因此,在这些状况下,过滤器存储由直接喷射产生的排气 PM 的能力会较高。因此,可以不需要或者可以减少直接喷射的减少和进气道喷射的增加。在过渡期间产生的扭矩瞬变可使用点火延迟来补偿。

[0049] 在可替代实施例中,微粒过滤器的再生(例如,过滤器再生的起动)可基于被调整的燃料喷射量和燃料类型被进一步调整。

[0050] 现转向图 6,响应于发动机烟尘负载的示例燃料喷射调整被示出。发动机可包括将第一燃料喷射至发动机汽缸内的第一进气道喷射器和将第二燃料喷射至汽缸内的第二直接喷射器。包括控制器的控制系统可被配置成具有计算机可读指令,所述指令用于响应于由发动机产生的微粒物质的量(例如,由微粒物质传感器感测的微粒物质的量)来激活和停用第一进气道喷射器和第二直接喷射器。绘图 600 在图 602 处示出发动机烟尘负载的变化,在图 604 处示出对直接喷射器的燃料喷射量的调整并且在图 606 处示出对进气道喷射器的燃料喷射量的相应调整。

[0051] 在 t_1 之前,基于发动机工况,直接喷射器和进气道喷射器之间的燃料喷射量可被确定。在所描绘的示例中,自直接喷射器的较大燃料喷射量和自进气道的较小燃料喷射量可被确定。发动机的烟尘负载可被监控。如示出的,烟尘负载可增加并且烟尘负载的升高速率可被确定。在一个示例中,在 t_1 之前,烟尘负载可以以第一较低的升高速率升高。在 t_1 处,响应于超过阈值 603 的发动机烟尘负载,燃料喷射可被调整,其中自直接喷射器的燃料喷射量被减少同时自进气道喷射器的燃料喷射量被相应增加。

[0052] 随着直接喷射的燃料量被减少,发动机烟尘负载会开始减少并且下降至低于阈值。当烟尘负载已经降低至低于阈值时,燃料喷射可被调整返回至较大进气道喷射量和较小直接喷射量。

[0053] 在 t_2 之前,烟尘负载可再次开始升高,不过是以第二较大的升高速率升高。因此,在 t_2 处,响应于超过阈值 603 的发动机烟尘负载,燃料喷射可被再次调整,其中自直接喷射器的燃料喷射量被减少同时自进气道喷射器的燃料喷射量被相应增加,在此,进气道喷射量的增加和直接喷射量的减少可响应于烟尘负载的升高速率超过阈值而以更快速率发生(例如,如在此描绘的,基本瞬时地)。

[0054] 虽然未被描绘,不过喷射量可基于所喷射燃料的燃料类型被进一步调整。例如,当由直接喷射器喷射的第二燃料具有较高醇含量(例如 E85)时,与由直接喷射器喷射的第二燃料具有较低醇含量(例如 E10 或汽油)相比,自直接喷射器的燃料喷射量的减少可以较小。在另一示例中,当由进气道喷射器喷射的第一燃料具有较小醇含量(例如汽油)时,与第一燃料具有较高醇含量(例如 E85)相比,自直接喷射器的燃料喷射量的减少可以较小。

[0055] 现转向图 7,与过滤器再生配合的示例燃料喷射调整被示出。绘图 700 在图 702 处示出发动机即时烟尘负载的变化,在图 704 处示出对进气道喷射器的燃料喷射量的调整,在图 706 处示出对直接喷射器的燃料喷射量的调整,在 708 处示出微粒过滤器烟尘负载,并且在 710 处示出点火正时调整。

[0056] 在 t_1 之前,基于发动机工况,直接喷射器和进气道喷射器之间的燃料喷射量可被确定。在所描绘的示例中,自进气道喷射器的较大燃料喷射量(704)和自直接喷射器的较小燃料喷射量(706)可被确定。发动机的烟尘负载(702)和微粒过滤器的烟尘负载(708)可被监控。

[0057] 在 t_1 处,响应于发动机的爆震,自直接喷射器的燃料喷射量可被增大同时自进气道喷射器的燃料喷射量被减小。在此,燃料的直接喷射可被有利地用于提供汽缸充气冷却并且减小爆震。因此,较大直接喷射量和较小进气道喷射量的燃料喷射可被继续一段时间。随着燃料直接喷射的继续,由发动机产生的 PM 量可增大,由此增加发动机和过滤器的烟尘负载。在 t_2 处,响应于超过阈值 703 的发动机烟尘负载,燃料喷射可被调整,其中自直接喷射器的燃料喷射量被减小同时自进气道喷射器的燃料喷射量被相应增加。

[0058] 随着被直接喷射的燃料量被减小,即时发动机烟尘负载会开始下降并且降低至低于阈值。然而,随着发动机运行继续,微粒过滤器的烟尘负载可继续增加。在 t_3 处,响应于超过阈值 709 的过滤器烟尘负载,过滤器再生可被起动。随着过滤器再生继续,过滤器烟尘负载可开始降低,由此升高过滤器的存储容量。因此,在再生之后,在 t_4 处,响应于升高至高于阈值的发动机烟尘负载,预期过滤器能够存储由直接喷射产生的额外的烟尘,则自直接喷射器的燃料喷射量可被增加(或被保持在较大量处)并且自进气道喷射器的燃料喷射量可被减小(或被保持在较小量处)。扭矩调整可由调整火花正时例如瞬时延迟点火被提供,如在 710 示出的。以此方式,燃料喷射的调整可与过滤器再生协作。

[0059] 以此方式,通过基于发动机的烟尘负载并且进一步基于燃料类型调整直接喷射器和进气道喷射器之间的发动机燃料喷射量,直接喷射的燃料高效和功率输出的优点可被实现,且没有降级排气排放。

[0060] 注意到在此包括的示例控制和估计程序可在各种发动机和/或车辆系统配置中使用。在此描述的特别的程序可代表一个或者更多个任何数目的处理策略,例如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等等。就此而言,所示的各种步骤、操作或功能可以以所示的顺序实施、并行实施或者在一些情况下被省略。类似地,该处理的顺序并不是实现在此所述的示

例性实施例的特征和优点所必需的,只不过被提供以便于展示以及说明。根据所使用的特别策略可以重复实施一个或多于一个所示的步骤或者功能。此外,所述步骤可以图表性地代表有待编程到发动机控制系统中的计算机可读存储媒介内的代码。

[0061] 应注意,在此公开的这些配置以及程序本质上是示例性的,并且这些具体的实施方案不应从限定的角度进行解释,因为可能存在多种变体。例如,上述技术可以应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4以及其他发动机类型。本公开的主题包括多种系统和配置以及在此公开的其他特征、功能和/或特性的所有新颖的且非显而易见的组合和子组合。

[0062] 随附的权利要求特别指出了被认为是新颖的和非显而易见的某些组合以及子组合。这些权利要求可能提到“一个”元件或“第一”元件或者其等价物。这种权利要求应该被理解为包括一个或多于一个这种元件的结合,既不必需也不排除两个或多于两个这种元件。所公开的这些特征、功能、元件和/或特性的其他组合以及子组合可能通过当前权利要求的修改或者通过在本申请或相关申请中提出新权利要求而要求保护。不管是否比原始权利要求的范围更宽、更窄、等同或者不同,这种权利要求均被视为包括在本公开的主题内。

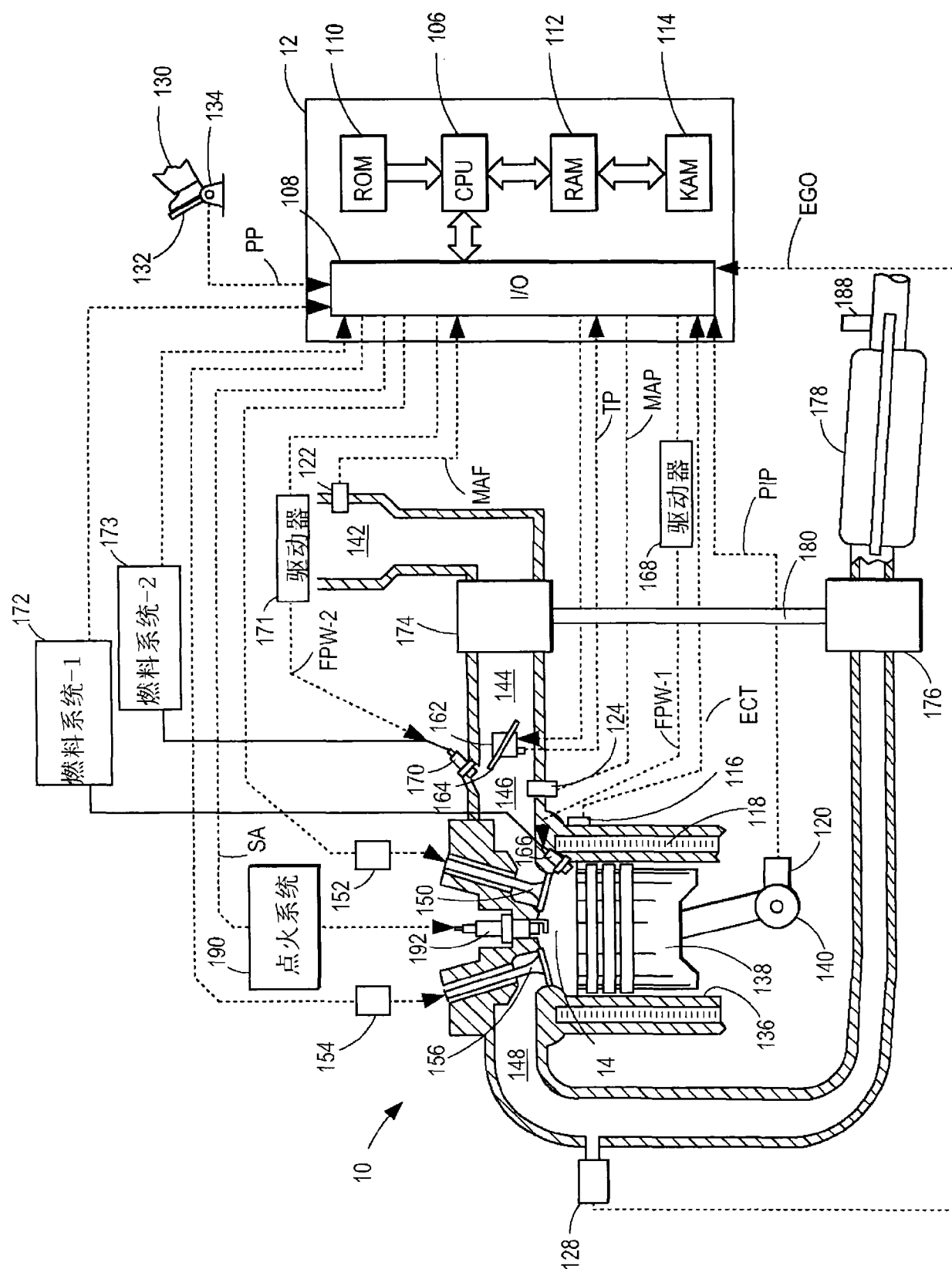


图 1

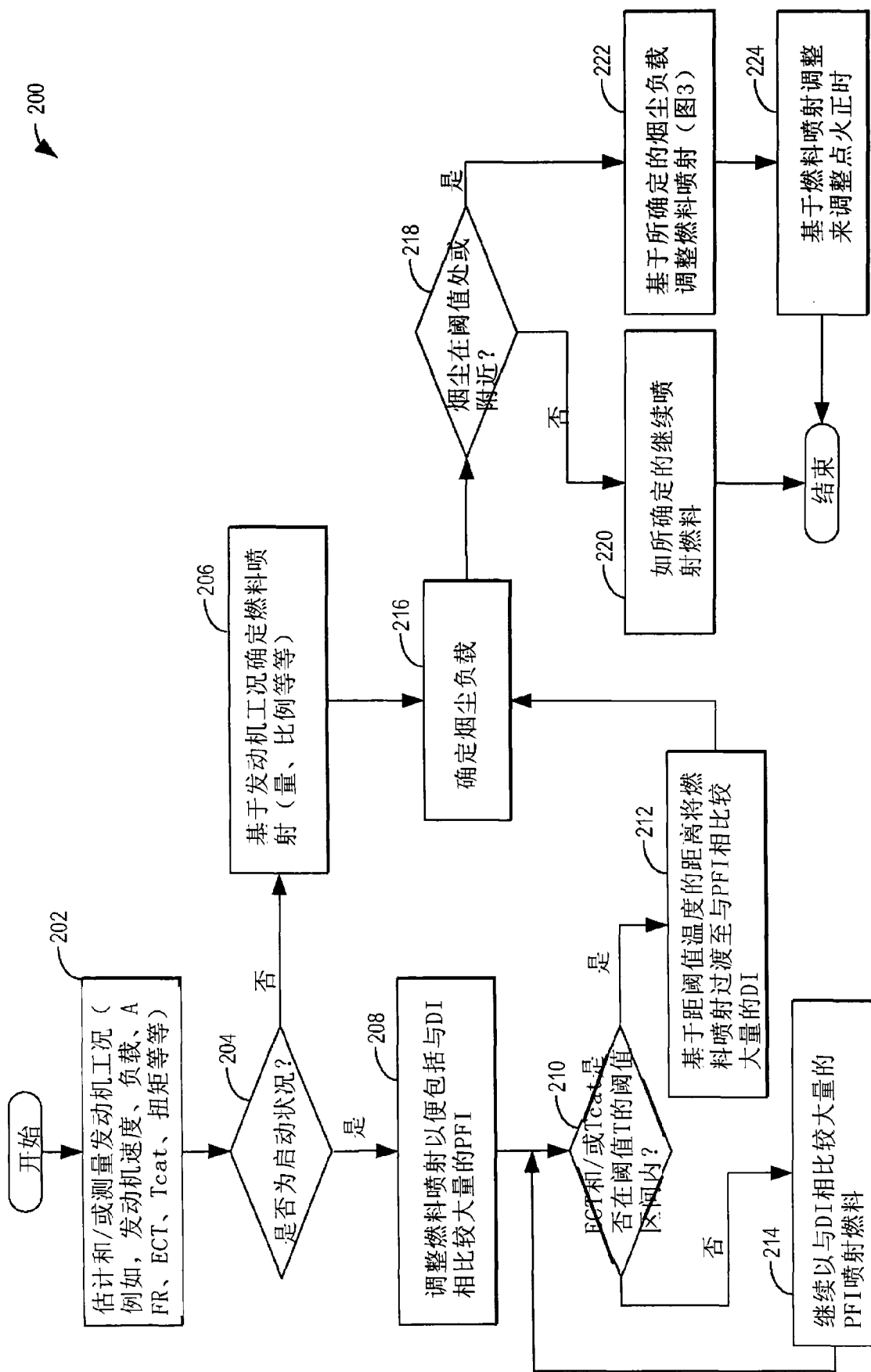


图 2

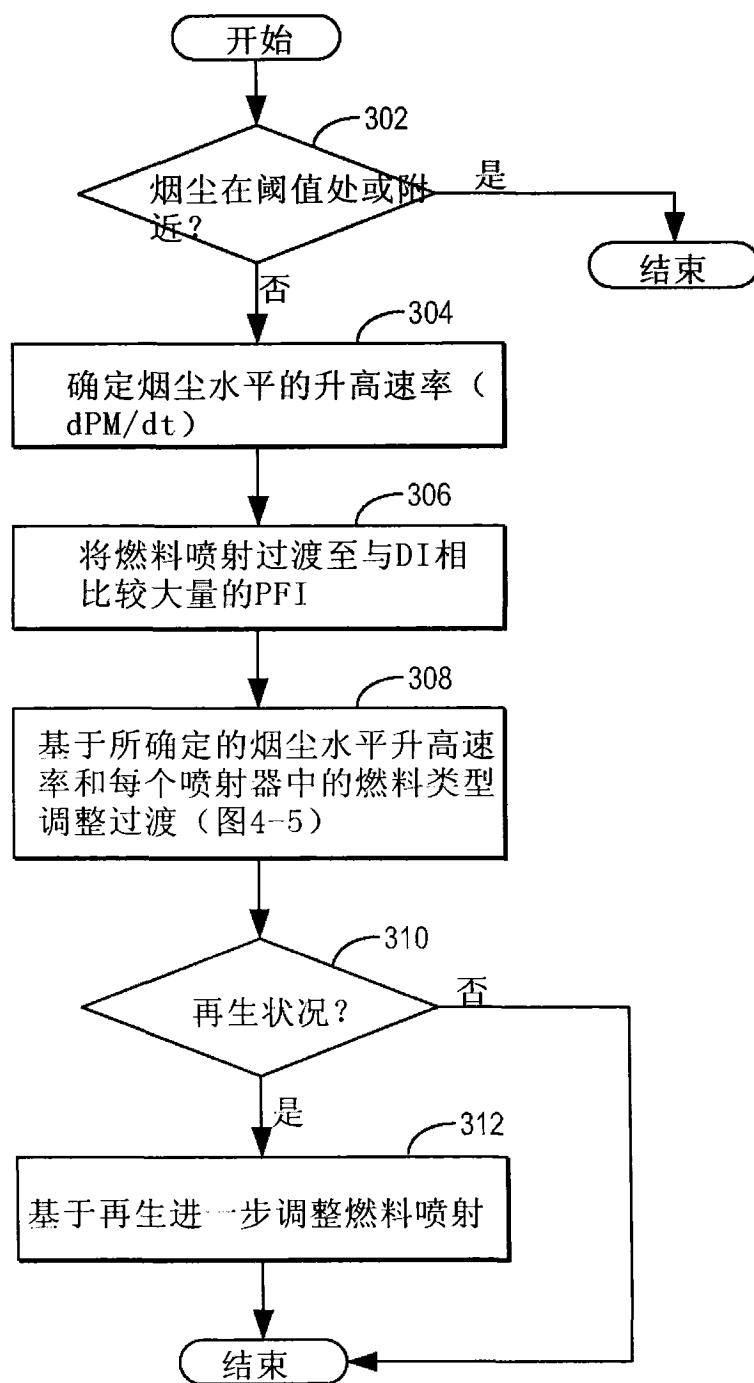


图 3

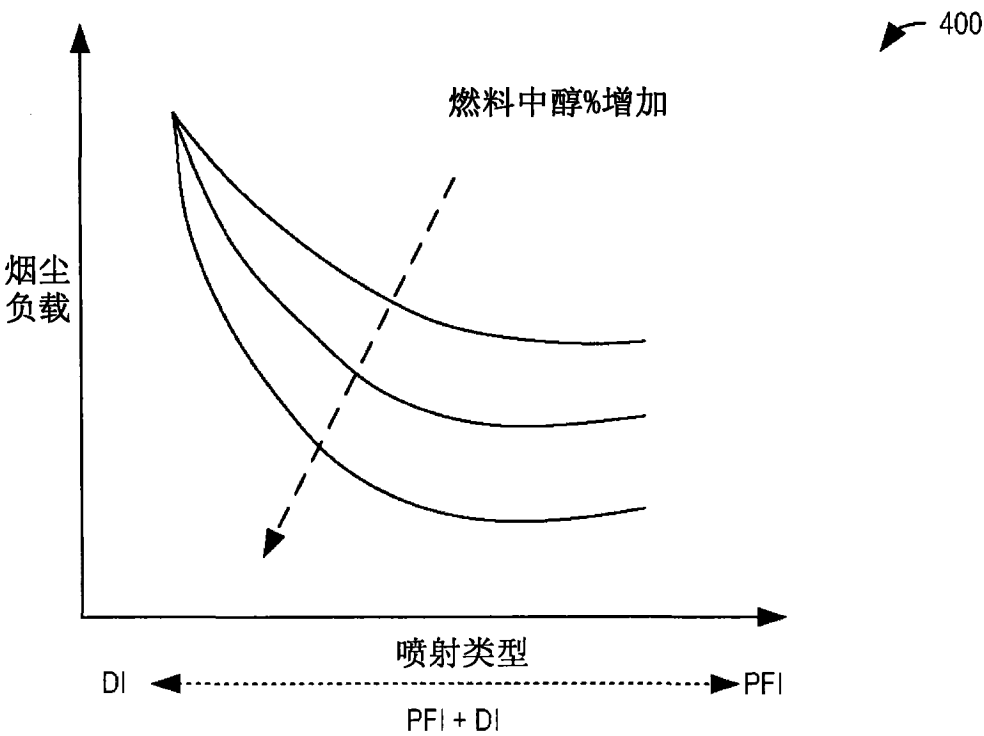


图 4

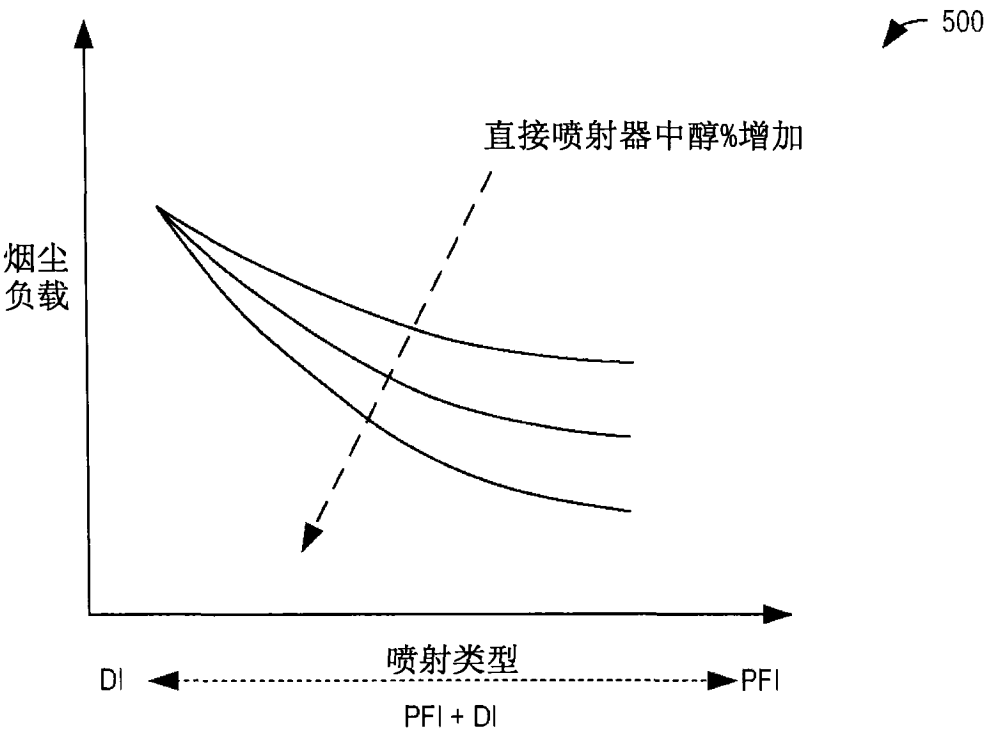


图 5

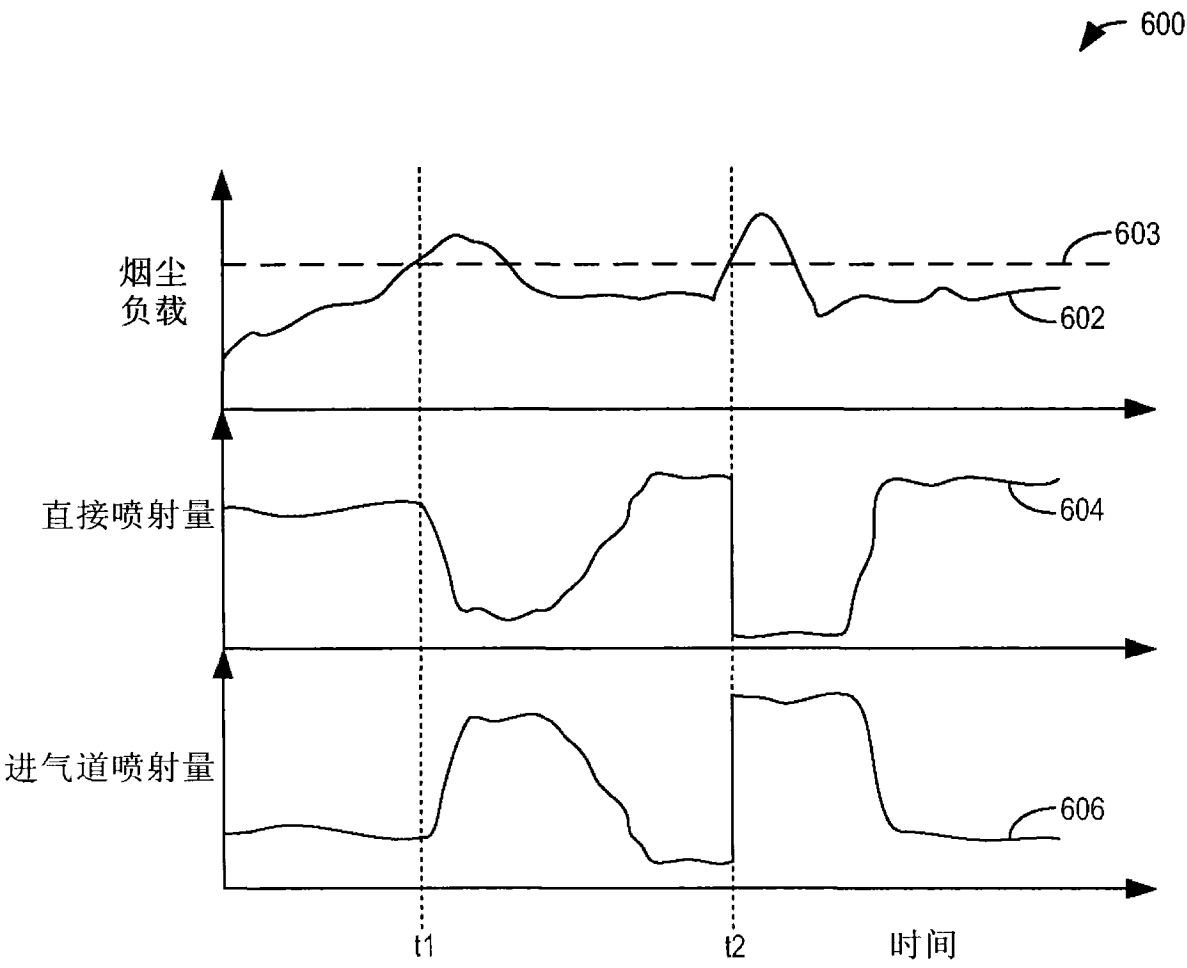


图 6

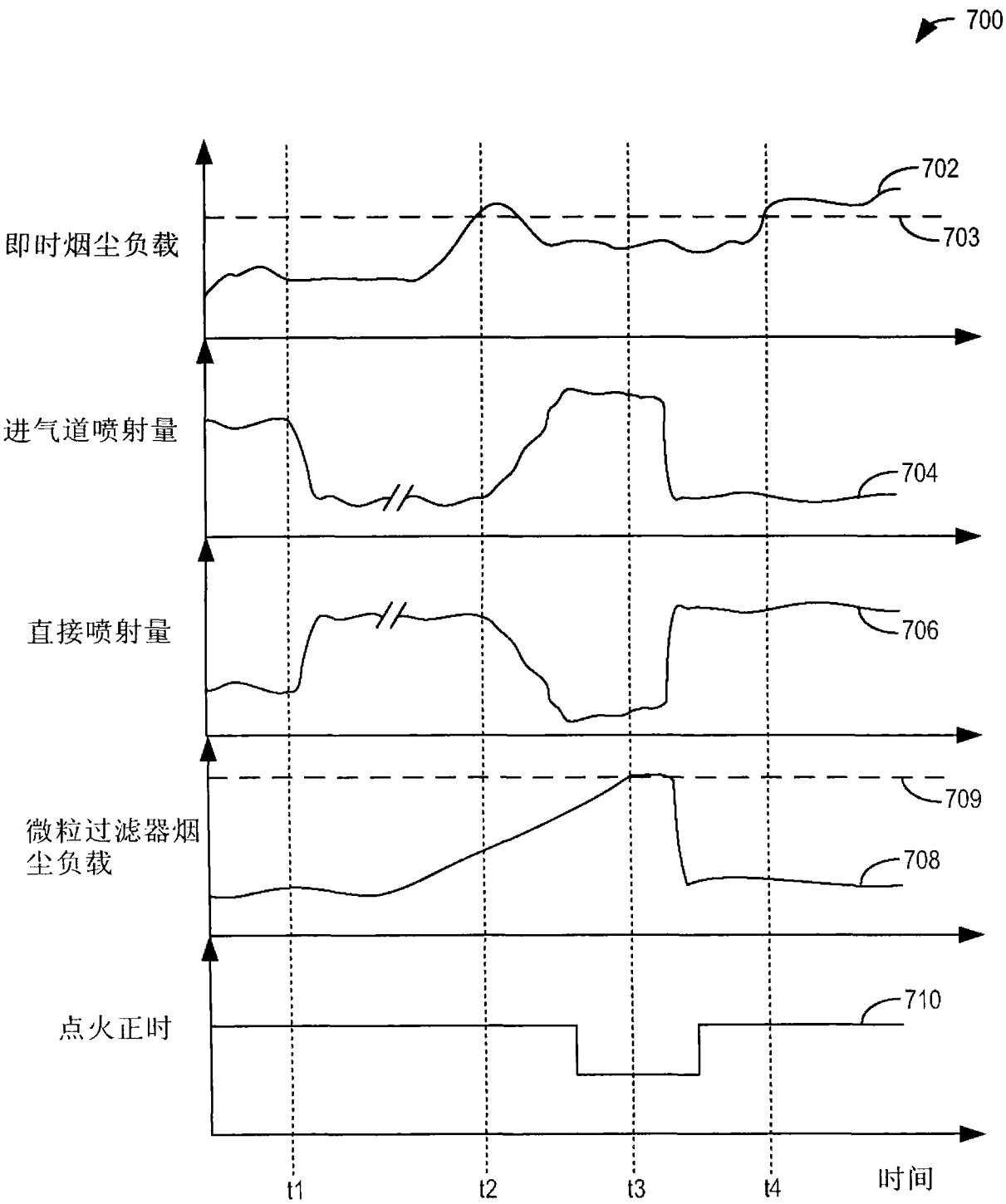


图 7