



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104727981 A

(43) 申请公布日 2015.06.24

(21) 申请号 201410772955.9

(22) 申请日 2014.12.12

(30) 优先权数据

14/133,472 2013.12.18 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 C·P·格卢格拉 J·E·赫奇斯

G·苏尔尼拉 E·W·柯蒂斯

M·A·德尔斯

(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 赵蓉民

(51) Int. Cl.

F02M 21/02(2006.01)

F02D 41/06(2006.01)

F02D 41/38(2006.01)

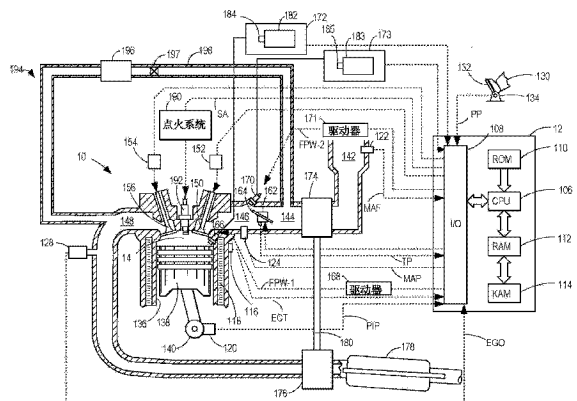
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

减少排气排放的气态燃料的后燃料喷射

(57) 摘要

本发明涉及减少排气排放的气态燃料后燃料喷射。提供了一种方法和系统,其用于在发动机冷起动期间作为被分成进气冲程、压缩冲程和/或做功冲程的多次燃料喷射来输送气态燃料,以加速排气催化剂加热。在进气和压缩冲程中喷射的燃料被点火并燃烧。做功冲程燃料喷射在排气道中被燃烧以增加排气温度和压力以便催化剂更快地起燃。



1. 一种用于发动机的方法,其包括:
在发动机冷起动期间,
燃烧在第一燃烧事件的进气冲程和压缩冲程中的一个或多个期间被喷射的第一量的气态燃料;
燃烧在所述第一燃烧事件的做功冲程期间被喷射的第二量的气态燃料,所述第一量的气态燃料与所述第二量的气态燃料的比被调整成维持总燃烧空-燃比在化学计量比。
2. 根据权利要求1所述的方法,随着在所述发动机冷起动期间估计的排气催化剂温度降低,更大部分的所述第一量的气态燃料被稍迟地喷射在所述压缩冲程内。
3. 根据权利要求1所述的方法,随着在所述发动机冷起动期间估计的排气催化剂温度降低,所述第二量的气态燃料被稍迟地喷射在所述做功冲程内。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二量的气态燃料以数次做功冲程喷射被喷射,所述做功冲程喷射的次数基于火花正时。
5. 根据权利要求4所述的方法,随着从MBT延迟火花正时,所述做功冲程喷射的次数被增加。
6. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:自所述第一燃烧事件后的数次燃烧事件继续燃烧第一量和第二量,所述燃烧事件的次数基于相对于阈值温度的排气催化剂温度。
7. 根据权利要求6所述的方法,随着在所述排气催化剂温度和所述阈值温度之间的差异增加,所述燃烧事件的次数被增加。
8. 根据权利要求6所述的方法,进一步包括:在已经历所述数次燃烧事件后,在所述进气冲程中燃烧在化学计量比处的气态燃料。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述气态燃料作为液化石油气即LPG被存储在液体燃料箱中。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一量的气态燃料和所述第二量的气态燃料中的每个均经由直接喷射被输送。
11. 一种发动机方法,其包括:
在发动机冷起动期间,
在燃烧事件的进气冲程期间,直接喷射第一量的液化石油气,即第一量的LPG;
在所述燃烧事件的压缩冲程期间,直接喷射第二量的液化石油气,即第二量的LPG;
在所述压缩冲程中燃烧所述第一量的LPG和所述第二量的LPG;以及
在做功冲程期间直接喷射第三量的LPG,所述第一量的LPG、所述第二量的LPG和所述第三量的LPG被调整成维持总排气空-燃比在化学计量比处。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述第一量和所述第二量在所述压缩冲程期间被燃烧,并且其中所述第三量在排气道中被燃烧。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第一量的LPG、所述第二量的LPG和所述第三量的LPG中的一个或多个作为多次燃料喷射被输送。
14. 根据权利要求13所述的方法,随着在所述冷起动期间排气催化剂温度降低,所述第二量的LPG相对于所述第一量的LPG的比例被增加。
15. 根据权利要求14所述的方法,进一步包括:在喷射所述第三量的LPG期间,基于所述第三量的LPG的量、所述第三量的LPG的喷射正时和喷射所述第三量的LPG时的缸内压

力中的一个或多个来调整燃料喷射器压力。

16. 根据权利要求 11 所述的方法,进一步包括:继续作为第一喷射量、第二喷射量和第三喷射量中的每个来喷射 LPG 直到排气催化剂温度处于或高于阈值温度。

17. 一种发动机系统,其包括:

发动机汽缸;

直接燃料喷射器,其耦接到所述汽缸;

燃料轨,其耦接在所述燃料喷射器的上游;

燃料箱,其用于存储在压力下作为液体的气态燃料;

调压器,其用于调整从所述燃料箱输送到所述燃料轨内的气态燃料的压力;

排气催化剂,其耦接在发动机排气通道中;和

控制器,其具有计算机可读指令以用于:

在发动机冷起动条件期间,直到排气催化剂温度处于或高于阈值温度,

作为包括至少压缩冲程喷射和做功冲程喷射的多次喷射来输送气态燃料;以及

燃烧在化学计量比的所述输送的燃料。

18. 根据权利要求 17 所述的系统,其中所述多次喷射包括第一进气冲程喷射、第二压缩冲程喷射和第三做功冲程喷射。

19. 根据权利要求 18 所述的系统,其中所述第一进气冲程喷射、所述第二压缩冲程喷射和所述第三做功冲程喷射中的正时和比基于火花点火正时。

20. 根据权利要求 19 所述的系统,其中随着从 MBT 延迟火花正时,所述第二压缩冲程喷射相对于所述第一进气冲程喷射的比被增加并且所述第二压缩冲程喷射的正时被移动成更接近 TDC,并且其中随着从 MBT 延迟火花正时,所述做功冲程喷射的正时被进一步移动越过 TDC。

减少排气排放的气态燃料的后燃料喷射

技术领域

[0001] 本申请涉及通过喷射液化石油气 (LPG) 减少在升压发动机中的颗粒排气排放的方法和系统。

背景技术

[0002] 发动机可以被配置成：具有直接燃料喷射器，该直接燃料喷射器将燃料直接喷射到燃烧室内（直接喷射）；和/或具有进气道燃料喷射器，该进气道燃料喷射器将燃料喷射到汽缸进气道内（进气道燃料喷射）。除了更好地实现喷射燃料的充气冷却效果，直接喷射允许实现较高的燃料效率和较高的功率输出。

[0003] 此外，在发动机冷起动期间，燃料的直接喷射在做功冲程或排气冲程（也被称为后燃料喷射）期间或在压缩冲程后期允许排气催化剂的快速加热。加快排气催化剂加热的一种示例方法由 Nagai 等人在美国 6374798 中示出。其中，当需要更多的催化剂加热时，燃料在压缩冲程中被喷射，并且当需要较少的催化剂加热时，燃料在进气冲程中被喷射。

[0004] 然而，发明人在此已经认识到汽油直接喷射的发动机在冷起动和发动机预热期间由于扩散火焰传播（其中燃料在燃烧之前不能与空气充分地混合）以及由于汽缸壁湿润而产生更多的颗粒物排放（或煤烟）。由于直接喷射本质上是相对较晚的燃料喷射，所以可能没有足够的时间用于喷射的燃料与汽缸内空气混合。类似地，当流过气门时，喷射的燃料会遭遇较少的扰动。因此，可以存在富燃烧的凹穴 (pocket)，这会局部地产生煤烟、劣化排气排放。同样地，经由直接喷射器作为后燃料喷射或较晚的压缩冲程喷射的汽油的输送能够导致增加的活塞燃料湿润和尾气管颗粒排放的显著增加。

发明内容

[0005] 发明人在此已经认识到至少一些上述提到的问题可以通过使用以如液化石油气的气态燃料的直接喷射来操作发动机系统的方法来解决。一个示例方法包括：在发动机冷启动期间，在第一燃烧事件的进气冲程和压缩冲程中的一个或更多个期间燃烧第一量的气态燃料；并且在第一燃烧事件的做功冲程期间燃烧第二量的气态燃料，第一量与第二量的比被调整以能够实现火花塞处丰富的空-燃比，用于提高发动机稳定性同时维持汽缸内的总燃烧空-燃比在化学计量比处。以此方式，可以加速催化剂加热而不会劣化排气排放物。

[0006] 作为示例，发动机系统可以被配置成具有液化石油气 (LPG) 燃料输送系统，并且气态燃料（例如，LPG）可以被直接喷射到燃烧室内。在发动机冷起动条件期间，如当排气催化剂温度低于阈值温度或效率时，气态燃料可以作为进气冲程喷射或压缩冲程喷射中的一个或更多个被输送到发动机。随着排气催化剂温度在发动机冷起动时降低，燃料喷射可以更加偏向于压缩冲程喷射。同样地，进气冲程喷射可以使得实现良好的混合并且在催化剂加热期间喷射可以是稀贫的。然后，压缩冲程喷射可以被用于使得火花塞处的空-燃比接近化学计量比以便混合物更容易点燃。可选地，燃料也可以在做功冲程期间作为单次或多次喷射被喷射并且在排气道内燃烧。排气温度和压力的最终增加减小了到催化剂起燃的时

间。在进气、压缩和做功冲程中喷射的燃料量可以被调整以便将总排气空-燃比维持在化学计量比处或附近。此外,基于催化剂温度和火花正时,喷射的正时可以被调整。例如,随着在冷起动条件下的催化剂温度降低,压缩冲程喷射可以更接近压缩冲程上止点(TDC)被执行而(一个或多个)做功冲程喷射更远离TDC被执行。作为另一示例,较小部分的燃料可以在进气冲程中被喷射而较大部分的燃料可以在压缩冲程中被输送并且(在做功冲程中)作为后喷射。随着催化剂温度或效率增加,多次燃料喷射策略可以继续。当排气催化剂足够暖(例如,在起燃温度处或之上)时,后喷射可以中断并且在进气冲程或压缩冲程中的一个或多个中的燃料喷射可以被恢复。替代地,多次燃料喷射策略可以被修改成中断(在做功冲程中的)后燃料喷射同时维持进气和压缩冲程燃料喷射直到催化剂起燃。

[0007] 以此方式,通过在压缩冲程TDC之后喷射燃料到汽缸内,烃和一氧化碳的增加的氧化进一步增加排气温度同时降低原料气排放。总体而言,改善了催化剂起燃效率而不会劣化排气颗粒。

[0008] 应当理解,上述概要被提供以简化的形式介绍精选构思,这些构思将被进一步描述在具体实施方式中。这并不意味着确定所要求保护的的主题的关键或实质性特征,要求保护的的主题的范围被随附具体实施方式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

[0009] 图1示出被配置为直接喷射气态燃料的发动机系统的示意图描述。

[0010] 图2示出描述在发动机冷起动喷射期间用于调整燃料喷射廓线的示例方法的流程图。

[0011] 图3示出用于发动机冷起动条件的示例燃料喷射廓线。

具体实施方式

[0012] 本描述涉及被配置为经由直接喷射输送气态燃料的发动机系统,如图1的发动机系统。作为在发动机冷起动条件期间分布在汽缸燃烧事件的多个冲程上的多次燃料喷射,气态燃料可以被输送。控制器可以被配置为执行控制程序,如图2的程序以便作为进气冲程和压缩冲程喷射中的一个或多个输送气态燃料,以及以便作为做功冲程中的后喷射输送一部分燃料。参考图3所示的示例燃料喷射廓线。

[0013] 图1描述内燃发动机10的燃烧室或汽缸14的示例实施例。发动机10可以至少部分通过包括控制器12的控制系统且通过经由输入装置132来自车辆操作者130的输入被控制。在这种示例中,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可以包括具有定位在其中的活塞138的燃烧室壁136。活塞138可以被耦接到曲轴140使得活塞的往复运动被转换为曲轴的旋转运动。曲轴140可以经由变速器系统被耦接到客运车辆的至少一个驱动轮。此外,起动机马达可以经由飞轮被耦接到曲轴140以便能够实现发动机10的起动操作。

[0014] 汽缸14可以经由一系列进气空气通道142、144和146接收进气空气。除了汽缸14之外,进气空气通道146还可以与发动机10的其他汽缸连通。在一些实施例中,进气通道中的一个或多个可以包括如涡轮增压器或机械增压器的升压装置。例如,图1示出发

动机 10, 该发动机 10 被配置成具有涡轮增压器, 该涡轮增压器包括被设置在进气通道 142 和 144 之间的压缩机 174 以及沿排气通道 148 设置的排气涡轮机 176。压缩机 174 可以经由轴 180 至少部分地由排气涡轮机 176 驱动, 其中升压装置被配置为涡轮增压器。包括节流板 164 的节气门 162 可以被提供成沿发动机的进气通道以用于改变被提供到发动机汽缸的进气空气的流率和 / 或压力。此外, 进气通道 144 可以包括节气门 162 上游的节气门入口压力 (TIP) 传感器 (未示出), 以用于估计节气门入口压力 (TIP)。节气门 162 可以如图 1 所示被布置在压缩机 174 的下游, 或可以被替代地提供在压缩机 174 的上游。

[0015] 除了汽缸 14 之外, 排气通道 148 还能够接收来自发动机 10 的其他汽缸的排气。排气传感器 128 被示为耦接到排放控制装置 178 上游的排气通道 148。传感器 128 可以是用于提供排气空 - 燃比指示的任何合适的传感器, 如线性氧传感器或 UEGO (通用排气氧或宽域排气氧)、双态氧传感器或 EGO (如图所示)、HEGO (加热的 EGO)、NO_x、HC 或 CO 传感器。排放控制装置 178 可以是三元催化剂 (TWC)、NO_x 捕集器、各种其它排放控制装置或它们的组合。此外, 排放控制装置 178 可以包括温度传感器 (未示出) 以提供排气催化剂温度的指示。发动机 10 可以包括通常在 194 处表示的排气再循环 (EGR) 系统。EGR 系统 194 可以包括沿 EGR 管道 198 布置的 EGR 冷却器 196。此外, EGR 系统可以包括沿 EGR 管道 198 布置的 EGR 阀 197 以调节被再循环到进气歧管 144 的排气的量。

[0016] 发动机 10 的每个汽缸可以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 上部区域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) 可以包括在汽缸上部区域的至少两个进气提升阀和至少两个排气提升阀。

[0017] 进气门 150 可以经由致动器 152 被控制器 12 控制。类似地, 排气门 156 可以经由致动器 154 被控制器 12 控制。在一些条件期间, 控制器 12 可以改变被提供到致动器 152 和 154 的信号以控制相应进气门和排气门的打开和关闭正时和 / 或提升量。进气门 150 和排气门 156 的位置可以由相应气门位置传感器 (未示出) 确定。气门致动器可以包括电气门致动或凸轮致动或它们的组合。在凸轮致动的示例中, 每个凸轮致动系统可以包括一个或更多个凸轮并且可以利用凸轮廓线变换 (CPS)、可变凸轮正时 (VCT)、可变气门正时 (VCT) 和 / 或可变气门升程 (VVT) 系统中的一个或更多个, 其中这些系统可以由控制器 12 操作以改变气门操作。例如, 汽缸 14 可以替代地包括经由电气门致动被控制的进气门和经由包括 CPS 和 / 或 VCT 的凸轮致动被控制的排气门。在另一些实施例中, 进气门和排气门可以由共同的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。

[0018] 在发动机操作期间, 发动机 10 内的每个汽缸通常经历汽缸燃烧事件, 该汽缸燃烧事件包括四个冲程: 进气冲程、压缩冲程、膨胀冲程和排气冲程。在进气冲程期间, 通常排气门 156 关闭并且进气门 150 打开。空气经由进气歧管 146 被引入燃烧室内, 并且活塞 138 运动到汽缸的底部以便增加燃烧室 14 内的容积。活塞 138 接近汽缸的底部且在其冲程结束时 (例如, 当燃烧室 14 在其最大容积时) 所处的位置通常被本领域的技术人员称为下止点 (BDC)。在压缩冲程期间, 进气门 150 和排气门 156 被关闭。活塞 138 运动向汽缸盖以便压缩燃烧室 14 内的空气。活塞 138 在其冲程结束并且最接近汽缸盖时 (例如, 当燃烧室 14 在其最小容积时) 所处的点通常被本领域的技术人员称为上止点 (TDC)。在下文被称为喷射的过程中, 在汽缸燃烧事件的进气冲程 (和 / 或压缩冲程) 期间燃料被引入燃烧室

内。在下文被称为点火的过程中,所喷射的燃料在压缩冲程期间通过如火花塞 192 的已知点火方式被点火,从而导致燃烧。在膨胀冲程期间,膨胀的气体将活塞 138 推回到 BDC。曲轴 140 将活塞运动转换为旋转轴的旋转转矩。最后,在排气冲程期间,排气门 156 打开以便将燃烧后的空气-燃料混合物释放到排气歧管 148 并且活塞返回到 TDC。以此方式,单个汽缸燃烧事件可以包括进气冲程、压缩冲程、膨胀冲程和排气冲程。注意,上述仅仅以示例示出,并且进气门和排气门打开和 / 或关闭正时可以变化,以便提供正或负气门重叠、进气门延迟关闭或各种其它的示例。

[0019] 在一些示例中,发动机 10 可以以后燃料喷射操作。具体地,除了在进气冲程期间被喷射的燃料之外,如上述所讨论的,燃料还可以在做功冲程期间被喷射。在做功冲程期间喷射的燃料在排气道中可以被氧化。替代地,燃料可以在排气冲程期间被喷射。可选地,在排气冲程期间喷射的燃料可以在排气道中被点火并燃烧。在做功冲程(或排气冲程)期间喷射第二燃料量在本文中被称为后燃料喷射。后燃料喷射可以被有利地用于提高排气温度,从而加速排气催化剂的活化。因此,当以后燃料喷射操作发动机 10 时,第一燃料量可以在进气冲程和 / 或压缩冲程期间被燃烧;并且然后第二燃料量在同一汽缸燃烧事件的做法功冲程期间被输送。以后燃料喷射操作发动机 10 的细节将在图 2-3 中进一步被详述。

[0020] 发动机 10 的每个汽缸可以包括用于点火被喷射的燃料和开始燃烧的火花塞 192。点火系统 190 能够响应来自控制器 12 的火花提前信号 SA 经由火花塞 192 将点火火花提供到燃烧室 14。

[0021] 在一些实施例中,发动机 10 的每个汽缸可以被配置为具有向其提供燃料的一个或更多个燃料喷射器。作为非限制示例,汽缸 14 被示为包括两个燃料喷射器 166 和 170。燃料喷射器 166 被示为直接耦接到汽缸 14 以用于将与经由电子驱动器 168 从控制器 12 接收的信号的脉冲宽度 FPW-1 成比例地向其内直接喷射燃料。以此方式,燃料喷射器 166 提供被称为向燃烧汽缸 14 内的燃料的直接喷射(此后被称为“DI”)。虽然图 1 将喷射器 166 示为侧面喷射器,不过它也可以被定位在活塞的顶部,如火花塞 192 的位置附近。燃料可以被第一燃料系统 172 输送到燃料喷射器 166,该第一燃料系统 172 可以是包括燃料箱、燃料泵和燃料轨的高压燃料系统。在如图 1 所示的一种示例中,燃料系统 172 可以包括加压的气体燃料箱 182 和检测在燃料箱 182 中的燃料压力的燃料压力传感器 184。

[0022] 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 中,且处于提供被称为向汽缸 14 上游的进气道内的燃料的进气道喷射(此后被称为“PFI”)的构造中。燃料喷射器 170 可以与经由电子驱动器 171 从控制器 12 接收的信号脉冲宽度 FPW-2 成比例地喷射燃料。燃料可以从第二燃料系统 173 被输送到燃料喷射器 170,该第二燃料系统 173 可以是包括燃料箱、燃料泵和燃料轨的液体(例如,汽油、乙醇或它们的组合)燃料系统。在图 1 所示的一种示例中,燃料系统 173 可以包括燃料箱 183 和用于检测燃料箱 182 中的存储量的燃料传感器 185,例如液位传感器。替代地,燃料可以在较低压力下被单级燃料泵输送,在该情况下,直接燃料喷射的正时在压缩冲程期间可以比高压燃料系统被使用时更受限制。在替代实施例中,来自第二燃料系统的燃料可以附加地或替代地被输送到用于将燃料直接喷射到燃烧室 14 内的附加的直接燃料喷射器。

[0023] 注意,单个驱动器 168 或 171 可以被用于两个燃料喷射系统,或者可以使用多个驱动器,例如驱动器 168 用于燃料喷射器 166 且驱动器 171 用于燃料喷射器 170,如所述的。

燃料系统 172 可以是气态燃料系统。在一种示例中,气态燃料可以作为液化石油气 (LPG) 被存储在液体燃料箱中。在另一示例中,气态燃料可以包括 CNG、氢、LPG、LNG 等或它们的组合。应该认识到,在本文中提到的气态燃料是在大气条件下是气态的但同时燃料系统的高压(具体地,高于饱和压力)下可以是液体形式的燃料。相比之下,在本文中提到的液体燃料是在大气条件下是液体的燃料。虽然图 1 描述了双燃料系统,不过在一些示例中,单气态燃料系统可以被用于通过直接喷射将如 CNG、氢、LPG、LNG 等或它们的组合的气态燃料输送到燃烧室。

[0024] 应该认识到,虽然所述的实施例被配置为经由直接喷射输送一种燃料且经由进气道喷射输送另一种燃料,不过在更进一步地实施例中,发动机系统可以包括多个进气道喷射器,其中气态燃料和液体燃料中的每种均经由进气道喷射被输送到汽缸。同样地,在另一些实施例中,发动机系统可以包括多个直接喷射器,其中气态燃料和液体燃料中的每种均经由直接喷射被输送到汽缸。

[0025] 如上面所介绍的,在某些发动机工况期间,如在排气催化温度不高于活化温度(或起燃温度)的发动机冷起动条件期间,燃料喷射能够导致颗粒排放的显著增加。这是由于来自进气冲程或压缩冲程后期的(液体)燃料的直接喷射的增加的活塞燃料湿润。本发明人已经认识到如 LPG 的气态燃料的直接喷射能够改善发动机冷条件而不会实质上增加颗粒排放。具体地,经由直接喷射被输送到汽缸的如 LPG 的气态燃料的蒸发使得能够在上止点(TDC)之后作为后喷射来喷射燃料,从而增大对烃和一氧化碳的氧化并且减少原料气排放。此外,增加的排气温度改善在发动机冷起动条件期间的催化起燃正时和催化效率。

[0026] 在一种示例中,直接喷射(DI)气态燃料系统 172 可以被配置成,在发动机冷起动条件期间作为一个或更多个后燃料喷射来输送燃料以改善催化起燃。这是补充了在压缩冲程期间汽缸燃烧的进气冲程和/或压缩冲程期间的喷射燃料(例如,第一燃料量)。后燃料喷射可以包括在汽缸燃烧事件(例如,在压缩冲程 TDC 之后)的做功冲程期间喷射燃料(例如,第二燃料量)。后燃料喷射然后在排气道中燃烧。释放的热排气然后被用于加速排气催化剂的加热。在一些情况下,可以不需要点火。在需要点火的事件中,点火正时可以取决于排气门正时位置。例如,点火正时可以在从 TDC 到 40ATC 的一般范围。参考图 2-3,进一步详述关于利用后燃料喷射以用于通过减小使得排放控制装置 178 的温度(例如,排气三元催化器或排气催化器的温度)到阈值温度的持续时间来改善催化起燃。

[0027] 返至图 1,控制器 12 被示为微型计算机,包括微处理器单元(CPU)106、输入/输出端口(I/O)108、在这个特定示例中被示为只读存储器芯片(ROM)110 的用于可执行程序 and 校准值的电子存储介质、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 可以接收来自被耦接到发动机 10 的传感器的各种信号,除了前面讨论的这些信号,还包括:来自空气质量流量传感器 122 的被引入空气质量流量(MAF)的测量值;来自耦接到冷却套管 118 的温度传感器 116 的发动机冷却剂温度(ECT);来自耦接到曲轴 140 的霍尔效应传感器 120(或其它类型)的表面点火感测信号(PIP);来自节气门位置传感器的节气门位置(TP);以及来自 MAP 传感器 124 的歧管绝对压力信号 MAP。发动机转速信号 RMP 可以根据信号 PIP 由控制器 12 产生。此外,控制器可以接收来自定位在涡轮机 167 处的涡轮机转速传感器(未示出)的涡轮机转速信号(未示出)。来自歧管压力传感器的歧管压力

信号 MAP 可以被用于提供进气歧管中真空或压力的指示。注意,上述传感器的不同组合可以被使用,如有 MAF 传感器而没有 MAP 传感器,或者反之亦然。在化学计量比操作期间,MAP 传感器能够给出发动机转矩的指示。此外,该传感器随同检测的发动机转速能够提供被引入汽缸内的充气(包括空气)的估计值。在一种示例中,也被用作发动机转速传感器的传感器 120 在曲轴每转一次可以产生预定数量的等间距脉冲。附加地,火花正时,即在汽缸燃烧事件期间的时间点,当汽缸内的火花塞点火以启动燃烧时,该火花正时可以由控制器来调整。

[0028] 如上所述,图 1 仅示出多缸发动机的一个汽缸。同样地,每个汽缸可以类似地包括其自身一组进气门/排气门、(一个或多个)燃料喷射器、火花塞等。

[0029] 以此方式,图 1 的系统能够实现用于发动机的方法,其包括:在发动机冷起动期间,在第一燃烧事件的进气冲程和压缩冲程中的一个或多个期间燃烧第一量的气态燃料;并且然后在所述第一燃烧事件的做功冲程期间燃烧第二量的气态燃料。在此,第一量与第二量的比被调整成维持总燃烧空-燃比在化学计量比。以此方式,催化剂加热被加速而不需增加排气颗粒排放。

[0030] 转至图 2,示出在汽缸燃烧事件期间用于执行气态燃料的燃料喷射的示例方法 200。该程序包括在发动机冷起动条件期间的后燃料喷射以改善催化剂起燃。发动机控制器(如图 1 示出的控制器 12)可以基于存储在其上的指令执行方法 200。

[0031] 在 202 处,该方法包括估计和/或测量发动机工况。这些工况可以包括但不限于发动机转速和负载、操作者转矩需求、空气质量流量、节气门位置、增压压力、歧管绝对压力、歧管温度、发动机冷却剂温度、大气压力、排气催化剂温度、踏板位置、环境温度等。

[0032] 在 204 处,基于发动机工况,可以确定是否存在发动机冷起动条件。例如,如果当发动机被重启时排气催化剂温度低于阈值温度(例如,起燃温度),则可以确认发动机冷起动条件。如果没有确认发动机冷起动条件,即,正在执行发动机热起动或热重启,则程序前进到 222,其中燃料在进气冲程期间被输送。输送的燃料量可以基于操作者转矩需求和发动机转速-负载条件。在一些示例中,基于发动机工况,燃料可以替代地或附加地在压缩冲程中被输送。因此,燃料可以仅作为进气冲程喷射、仅作为压缩冲程喷射或作为进气冲程喷射和压缩冲程喷射中的每个被输送。更进一步地,基于有待被输送的燃料量、燃料的性质以及当前发动机工况,燃料喷射可以作为单次(进气冲程和/或压缩冲程)喷射或多次(进气冲程和/或压缩冲程)燃料喷射被输送。附加地,在 222 处喷射的燃料量可以被调整成提供化学计量比的燃烧空-燃比。然而,在替代示例中,所喷射的燃料量可以根据需要被调整成提供富或稀空-燃比。

[0033] 在 224 处,被输送到燃烧室的燃料的燃烧可以通过在压缩冲程期间的火花点火被启动。例如,程序可以包括使用如图 1 所示的火花塞 192 的火花塞火花点火汽缸中的燃料量。在 226 处,燃烧的空-燃混合物可以在排气冲程期间被释放到排气歧管内。这样,在热发动机重启期间不可以执行后燃料喷射。

[0034] 返回至 204,如果确认发动机冷起动,则可以使用包括后喷射的燃料喷射廓线。这样,在发动机预热时段期间,由于催化剂不在其最佳温度处操作,所以来自排气装置的排放(例如,NO_x 或颗粒物排放)会增加。因此,为了减少实现催化剂阈值温度所需的时间,可以执行后燃料喷射。通过在当催化剂温度小于其最佳操作温度的条件期间执行后燃料喷射,

来自排气气体的附加热量可以被部分地利用以便比当不执行后燃料喷射时更快地将排气催化剂预热到其操作温度。因此,在冷起动条件期间可以获得减少的排气排放。此外,通过使用气态燃料,气态燃料的快速蒸发和相关的增压冷却特性允许在减小的活塞燃料湿润并且因此减少颗粒物产生的情况下多次使用稍后的燃料喷射(例如,稍后进入压缩冲程或超出压缩冲程)。

[0035] 具体地,在 206 处,程序包括,在发动机冷起动的从静止开始的第一燃烧事件期间在汽缸燃烧事件(例如,汽缸循环)的进气冲程和压缩冲程中的一个或更多个期间将第一气态燃料(如 LPG)量输送到燃烧室。第一量的气态燃料可以作为单次进气冲程喷射、多次进气冲程喷射、单次压缩冲程喷射、多次压缩冲程喷射或者至少一次进气冲程喷射和至少一次压缩冲程喷射被输送。

[0036] 当使用进气冲程和压缩冲程喷射的组合时,随着排气催化剂加热需要增加,更多的第一燃料量可以被稍后输送到压缩冲程中。具体地,在 208 处,随着在发动机冷起动期间估计的排气催化剂温度减小,第一燃料量的较大部分可以在压缩冲程中被输送。例如 10% 的第一燃料量可以作为进气冲程喷射被输送而剩余 90% 的第一燃料量可以作为压缩冲程喷射被输送。作为另一示例,20% 的第一燃料量可以作为进气冲程喷射被输送而剩余 80% 的第一燃料量可以作为压缩冲程喷射被输送。在一些实施例中,相对于压缩冲程在进气冲程中被输送的第一燃料量的部分(分流比)可以取决于发动机硬件,如燃料喷射器容量。同样地,在 209 处,随着在发动机冷起动期间估计的排气催化剂温度减小,压缩冲程燃料喷射的次数可以被增加。例如,压缩冲程燃料喷射量可以作为 1 至 3(或更多)次压缩冲程喷射被输送。除了调整在压缩冲程中输送的燃料量之外,在压缩冲程中输送的燃料正时也可以被调整。例如,随着排气催化剂温度减小(即,随着催化剂变得更冷),压缩冲程喷射量可以在压缩冲程中被较迟地输送,即,更接近压缩冲程 TDC。同样地,除了调整在进气冲程中输送的燃料量之外,在进气冲程中输送的燃料正时也可以被调整。例如,随着排气催化剂温度减小(即,随着温度更冷),进气冲程喷射量可以更接近进气冲程 BDC 被输送。通过增加在压缩冲程期间输送的一部分燃料,发动机燃烧稳定性被改善。此外,显著的火花正时延迟可以被使用且/或增加的发动机出焓能够被输送到排气催化剂。通过使用后燃料喷射和初始喷射(如在 212 处讨论的),燃料能够稍后在压缩冲程中被输送而不会湿润冷发动机活塞(冲击)。

[0037] 在一种示例中,第一燃料量可以被调整成产生稀贫空-燃比。然后,在做功冲程期间喷射的第二燃料量(后喷射)可以被调整成补偿较稀贫的空-燃比并且产生总化学计量比(或稍富)的空-燃比。调整第二燃料量在下文中在 212 处进一步被讨论。

[0038] 在替代实施例中,第一量的燃料可以基于产生化学计量比的空-燃比的气态燃料量。喷射的燃料可以是如 LPG 的气态燃料并且该燃料可以通过如图 1 所述的直接喷射(DI)系统被直接喷射到燃烧室内。例如,直接燃料喷射器(如图 1 所示的燃料喷射器 166)可以在汽缸燃烧事件的进气冲程或压缩冲程期间将第一 LPG 量喷射到发动机汽缸(例如,燃烧室)内。

[0039] 在 210 处,程序包括通过在汽缸循环的压缩冲程期间的火花点火的第一燃烧事件的进气冲程和压缩冲程中的一个或更多个期间喷射输送的第一量的气态燃料。例如,控制器可以在压缩冲程期间使用如图 1 的火花塞 192 的火花塞火花点火第一量的燃料。在一种

示例中,在发动机冷起动期间,火花正时可以从 MBT 延迟以增加排气热输送。例如,随着排气催化剂温度降低,火花正时可以从 MBT 被更进一步地延迟。然而,在替代示例中,通过使用具有较小火花正时延迟量的后喷射(如下面所讨论的),催化剂加热可以被加速同时带来较小的燃料损失。

[0040] 在 212 处,程序包括在第一燃烧事件的做功冲程期间输送第二量的气态燃料。这样,这可以构成后燃料喷射。在后燃料喷射期间,第二量的燃料可以经由直接喷射被输送到燃烧室。即,第二量的燃料可以在第二燃料喷射期间被输送,第二燃料喷射和第一燃料喷射被分别执行。在一种示例中,第二量的燃料可以小于第一量的燃料。

[0041] 在一种示例中,气态燃料可以在做功冲程期间被喷射到汽缸内。气态燃料可以作为液化石油气(LPG)被存储在液体燃料箱中。替代地,气态燃料可以包括 CNG、氢、LPG、LNG 等或它们的组合。

[0042] 在一种示例中,第一和第二燃料量中的每个均经由直接喷射被输送。然而,在替代示例中,至少第二燃料量经由直接喷射被输送。

[0043] 由于在第一燃料喷射期间的稀贫操作,第二燃料量可以被调整成使得在第一燃料燃烧后的残余氧可以在第二燃料量的燃烧期间被消耗。这样,汽缸燃烧事件的总空-燃比可以被维持在化学计量比处或稍富。因此,第一燃料量与第二燃料量的比可以被调整成维持总燃烧空-燃比在化学计量比处。在做功冲程期间所输送和燃烧的第二燃料量可以基于排气催化剂的温度。例如,随着排气催化剂温度和阈值温度(例如,起燃温度)之间的差在冷起动期间增加,更大量的燃料可以在做功冲程期间被喷射。第二燃料量可以作为单次做功冲程喷射或多次做功冲程喷射被输送。在 213 处,做功冲程喷射的次数可以基于火花正时被调整。例如,随着(从 MBT 的)火花正时延迟增加,做功冲程喷射的次数可以被增加。例如,燃料喷射的次数可以在初始发动机起动后且一旦进入催化剂加热模式时增加(例如,增加到 1 至 3 次喷射)。做功冲程喷射的正时也可以基于火花正时和排气催化剂温度被调整。例如,随着催化剂温度降低,做功冲程喷射可以进一步越过(pass)压缩冲程 TDC 被执行。

[0044] 在一些示例中,在后喷射期间,控制器也可以控制燃料喷射器的压力。例如,在做功冲程的燃料喷射期间,控制器可以增加燃料压力(50bar 至 200bar)以改善燃料喷射器蒸发。

[0045] 随后,在 214 处,所喷射的第二燃料量可以在排气道中(例如,在排气冲程期间)被燃烧或氧化。如果工况使得排气温度不足以启动点火,则第二燃料喷射可以通过火花点火被点火。通过执行后燃料喷射,并且在排气道中氧化进气道喷射的燃料,则可以产生附加的排气气体热,这可以被部分地用于预热排气催化剂到活化温度。在 216 处,燃烧的空-燃混合物可以在排气冲程期间被释放到排气歧管。

[0046] 在 218 处,可以确定排气催化剂温度(T_{cat})是否处于或高于阈值温度,如催化剂起燃温度。如果排气催化剂足够热,则控制器可以停止后燃料喷射。即,控制器可以恢复燃料喷射而不用后燃料喷射并且返回至 222 以便仅作为进气和/或压缩冲程喷射来喷射燃料。当排气催化剂温度增加到阈值温度之上时,可以通过停止喷射第二量的气态燃料来终止后燃料喷射。

[0047] 如果排气催化剂还没有被足够地预热和活化,则程序前进到 220,其中后燃料喷射

被维持自第一燃烧事件从静止开始的若干次燃烧事件。因此,控制器返回至 206 并且针对若干次燃烧事件继续燃烧第一燃料量和第二燃料量,其中所述燃烧事件的次数基于相对于阈值温度的排气催化剂温度。例如,随着排气催化剂温度和阈值温度之间的差异增加,燃烧事件的次数可以被增加。在已经经过所述若干次燃烧事件之后,控制器可以通过仅在进气冲程中输送燃料来恢复燃烧在化学计量比处的气态燃料。

[0048] 以此方式,后燃料喷射可以被利用以减小催化剂起燃所用的时间。通过利用气态燃料用于后燃料喷射,可以减少烟尘和颗粒物的产生。通过氧化后燃料喷射量,通过后燃料燃烧产生的附加热量可以被有效地利用以改善催化剂起燃。

[0049] 在一种示例中,发动机系统包括发动机汽缸;耦接到汽缸的直接燃料喷射器;耦接在燃料喷射器的上游的燃料轨;用于存储在压力下作为液体的气态燃料的燃料箱;用于调整从燃料箱输送到燃料轨内的气态燃料的压力的调压器;以及耦接在发动机排气通道中的排气催化剂。发动机系统进一步包括控制器,该控制器具有计算机可读指令以用于:在发动机冷起动条件期间,直到排气催化剂温度处于或高于阈值温度,作为包括至少压缩冲程喷射和做功冲程喷射的多次喷射来输送气态燃料;以及燃烧在化学计量比处所输送的燃料。多次喷射可以包括第一进气冲程喷射、第二压缩冲程喷射和第三做功冲程喷射。第一、第二和第三喷射的正时和比可以基于火花点火正时。例如,随着火花正时从 MBT 被延迟,第二压缩冲程喷射相对于第一进气冲程喷射的比可以被增加并且第二压缩冲程喷射的正时可以被移动到更接近 TDC。此外,随着火花正时从 MBT 被延迟,做功冲程喷射的正时可以被移动进一步越过 TDC。

[0050] 现转至图 3,图 300 描述可以被用于改善催化剂起燃的示例燃料喷射和后燃料喷射正时。可以通过减少将排气催化剂温度增加到阈值(起燃)温度所需要的时间来改善催化剂起燃。图 300 描述在曲线 302 处的进气门正时、在曲线 304 处的排气门正时、在曲线 306 处的活塞位置、在 410 处的在发动机热起动期间被使用的示例燃料喷射廓线以及在 420 和 430 处的示例燃料喷射廓线或两个不同的冷起动条件。在每个燃料喷射廓线 410-430 中,喷射量和正时被示为框(307,322-326,332-334)而火花正时事件被示为条(308,328,336)。

[0051] 在发动机起动期间,当发动机正在曲轴转动的同时,发动机控制器可以被配置为调整被输送到汽缸的燃料的燃料喷射廓线。具体地,燃料可以在热发动机起动期间以第一廓线 410 被输送,并且在冷发动机起动期间以第二廓线 420 或第三廓线 430 中的一个被输送。在一种示例中,在冷起动期间,发动机加燃料可以根据廓线 420 或 430 被启动并且然后变换到廓线 410(例如,在发动机曲轴转动期间或之后)。不同的冷起动燃料喷射廓线可以包括在做功冲程中作为后燃料喷射被输送到汽缸的一部分燃料。此外,燃料可以作为单次进气冲程喷射、单次压缩冲程喷射或它们的组合被直接喷射。

[0052] 图 300 示出沿以曲轴角度(CAD)为单位的 x 轴线的发动机位置。曲线 306 描述活塞位置(沿 y 轴线),其参考它们距上止点(TDC)和/或下止点(BDC)的位置,并且进一步参考它们在发动机循环的四冲程(进气、压缩、做功、排气)内的位置。如由正弦曲线 306 所指示的,活塞从 TDC 逐渐向下移动,在做功冲程结束时在 BDC 处触底。活塞然后在排气冲程结束时返回至在 TDC 处的顶部。活塞然后在进气冲程期间再次朝向 BDC 向下移回,在压缩冲程结束时返回至其在 TDC 处的原始顶部位置。

[0053] 曲线 302 和 304 描述在正常发动机操作期间用于排气门(虚曲线 304)和进气门

(实曲线 302) 的气门正时。如所示的, 随着活塞在做功冲程结束时触底, 排气门可以刚好打开。之后, 随着活塞完成排气冲程, 排气门可以关闭, 保持打开至少直到随后的进气冲程已开始。同样地, 进气门在进气冲程开始时或之前可以被打开, 并且可以保持打开至少直到随后的压缩冲程已开始。

[0054] 图 300 的 (从顶部数的) 第三曲线描述在发动机曲轴转动期间可以被使用的示例燃料喷射廓线 410。在描述的示例中, 燃料喷射廓线 410 可以在从发动机起动开始的第一燃烧事件期间被使用。在此, 发动机起动是发动机热起动。发动机控制器被配置为如在 307 处描述的作为单次进气冲程喷射将总燃料量提供到汽缸。此外, 接近 MBT 提供火花, 如在 308 处所描述的, 例如在 10BTDC 处提供火花。燃料喷射廓线 410 不包括后燃料喷射。在替代示例中, 燃料量可以作为单次压缩冲程喷射被提供。

[0055] 图 300 的 (从顶部数的) 第四曲线描述在发动机曲轴转动期间可以被使用的示例燃料喷射廓线 420。在描述的示例中, 燃料喷射廓线 420 可以在从发动机起动开始的第一燃烧事件期间被使用。在此, 发动机起动是发动机冷起动。发动机控制器被配置为作为如在 322 处描述的第一进气冲程喷射和在 324 处描述的第二压缩冲程喷射将燃料提供到汽缸。第一进气冲程喷射 322 可以包括在进气冲程期间以第一正时被直接喷射的第一燃料量。第二压缩冲程喷射可以包括在压缩冲程期间以第二正时被直接喷射的第二燃料量。因此, 在冷起动期间, 相比于进气冲程, 在压缩冲程中更大部分的喷射可以被输送。

[0056] 除了在进气冲程和压缩冲程中输送燃料之外, 燃料在做功冲程期间作为后燃料喷射被喷射, 如在 326 处所描述的。喷射量 322、324 和 326 被调整成维持总燃烧空-燃比在化学计量比处或附近。在描述的示例中, 燃料喷射廓线包括被设定在 10:80:10 的喷射的燃料质量的分流比 (即, 进气冲程喷射的燃料: 压缩冲程喷射的燃料: 做功冲程直接喷射的燃料的比)。在替代示例中, 发动机操作所需要的燃料质量根据需要被分流/划分。此外, 利用从 MBT 延迟的火花提供火花点火, 如在 328 处所描述的, 例如在 10BTDC 处提供火花点火。在压缩冲程中输送的火花事件被用于燃烧在进气冲程和压缩冲程 (322 和 324) 中被输送到汽缸的燃料喷射。燃料喷射量 326 然后在排气冲程期间在排气道中被氧化, 释放热排气到排气歧管内。通过使用与后燃料喷射相结合的火花延时, 排气催化剂温度能够快速增加到起燃温度, 从而改善在发动机冷起动时的发动机性能。此外, 通过将燃烧输送分为第一进气冲程喷射、第二压缩冲程喷射和第三做功冲程喷射, 能够获得催化剂起燃温度而不用增加排气颗粒物 (PM) 排放和降低发动机燃烧稳定性。这允许发动机起动排放被改善。

[0057] 图 300 的 (从顶部数的) 第五曲线描述在发动机曲轴转动期间可以被使用的示例燃料喷射廓线 430。在描述的示例中, 燃料喷射廓线 430 可以在从发动机起动开始的第一燃烧事件期间被使用。在此, 发动机起动是比燃料喷射廓线 420 的发动机冷起动更冷的发动机冷起动。例如, 相比于廓线 420, 排气催化剂温度可以在廓线 130 时更低。

[0058] 发动机控制器被配置为作为多次压缩冲程喷射 (在此, 三次) 将燃料提供到汽缸, 如在 332 处描述的。例如, 多次压缩冲程喷射 332 可以包括在 90 度 BTDC 处的第一压缩冲程喷射、在 45 度 BTDC 处的第二压缩冲程喷射和在 10 度 BTDC 处的第三压缩冲程喷射。根据控制器的能力和燃料喷射器大小 (容量), 压缩冲程喷射的次数、每次喷射的正时以及在每次压缩冲程喷射中输送的燃料质量可以变化。以此方式, 在冷起动期间, 更大部分的压缩冲程喷射可以在压缩冲程中稍迟地被输送。

[0059] 除了在压缩冲程中输送燃料之外,燃料在做功冲程期间作为多次(在此,三次)后燃料喷射被喷射,如在 334 处所描述的。喷射量 332 和 334 可以被调整成维持总燃烧空-燃比在化学计量比处或附近。

[0060] 此外,利用从 MBT 延迟的火花提供火花点火,如在 336 处所描述的,例如在 10BTDC 处提供火花点火。在压缩冲程中输送的火花事件被用于燃烧在压缩冲程中被输送到汽缸的燃料喷射(332)。燃料喷射量 334 然后在排气冲程期间在排气道中被氧化,释放热排气到排气歧管内。通过使用与后燃料喷射相结合的火花延迟,排气催化剂温度能够快速增加起到燃温度,从而改善在发动机冷起动时的发动机性能。此外,通过将燃料输送分成多次压缩冲程喷射和多次做功冲程喷射,能够获得催化剂起燃温度而不用增加排气颗粒物(PM)排放和降低发动机燃烧稳定性。这允许发动机起动排放被改善。

[0061] 在一种示例中,在发动机冷起动期间,控制器可以在燃烧事件的进气冲程期间直接喷射第一液化石油气(LPG)量;在燃烧事件的压缩冲程期间直接喷射第二 LPG 量;并且然后在压缩冲程中燃烧第一和第二量。控制器可以进一步在做功冲程期间直接喷射第三 LPG 量,第一、第二和第三量被调整成维持总排气空-燃比在化学计量比处。在此,第一和第二量可以在压缩冲程期间被燃烧而第三量在排气冲程期间在排气道中被燃烧。此外,第一、第二和第三 LPG 量中的一个或更多个可以作为多次燃料喷射被输送。例如,燃料可以作为多次进气冲程喷射、多次压缩冲程喷射、多次做功冲程喷射或它们的组合被输送。随着在冷起动期间排气催化剂的温度降低,压缩冲程喷射的第二量相对于进气冲程喷射的第一量的比例可以被增加。控制器可以在发动机冷起动期间作为第一、第二和第三喷射量中的每个继续喷射 LPG 直到排气催化剂温度处于或高于阈值温度。

[0062] 在后喷射期间,控制器也可以控制燃料喷射器的压力。例如,在做功冲程的燃料喷射期间,控制器可以基于在做功冲程期间喷射的燃料量、在做功冲程期间喷射的燃料的喷射正时和在做功冲程期间在喷射燃料时刻的缸内压力中的一个或更多个来调整(例如,增加或减小)燃料喷射器压力。在一种示例中,燃料喷射器压力被增加以提供最大混合,这有益于减少烟尘产生。

[0063] 以此方式,后燃料喷射的输送正时以及后燃料喷射燃烧的火花正时和能量可以被调整,从而提供附加的排气能量,该排气能量可以至少部分地被利用以便当转矩需求增加大于阈值时减小涡轮迟滞和/或当排气催化剂温度低于阈值温度时减小催化剂起燃的持续时间。

[0064] 以此方式,在瞬态条件期间执行后燃料喷射可以减小将涡轮增压器加速到期望转速的持续时间并且提供期望增压。附加地,在冷起动条件期间执行后燃料喷射可以减小将排气催化剂预热到阈值操作温度的持续时间。通过在后燃料喷射期间火花点火燃料,可以减小至燃烧室的热量损失。此外,通过利用如 LPG(其可以以气体形式被喷射)的燃料,可以减少烟尘和颗粒物的形成。以此方式,响应于涡轮迟滞和/或排气催化剂温度,通过在汽缸燃烧事件的排气冲程期间喷射和燃烧第二燃料量,实现了技术效果,从而减小涡轮迟滞并且改善催化剂起燃。

[0065] 注意,包含在本文中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。本文所描述的具体程序可以代表任意数目的处理策略中的一个或更多个,如事件驱动的、中断驱动、多任务的、多线程的等。因此,所示的各种动作、操作和/或功能可

以按所示的顺序执行、并行地执行或在某些情况下省略。同样,处理的顺序不是实现本文描述的示例实施例的特征和优点所必需的,而是为了便于说明和描述提供。根据使用的特定策略,所示的动作、操作和 / 或功能中的一个或更多个可以被重复地执行。此外,所示的动作、操作和 / 或功能可以图形化地表示被程序化到发动机控制系统的计算机可读存储介质的非临时性存储器内的代码。

[0066] 应当认识到,本文所公开的配置和程序在本质上是示例性的,并且这些具体实施例不应被认为具有限制意义,因为许多变体是可能的。例如,上述技术可以适用到V-6、I-4、I-6、V-12、对置 4 缸和其它发动机类型。本公开的主题包括本文所公开的各种系统和配置和其它特征、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。

[0067] 下面的权利要求具体指出被认为是新颖的和非显而易见的某些组合和子组合。这些权利要求可以涉及“一个”元件或“第一”元件或其等同物。这样的权利要求应当被理解包括一个或更多个这样的元件的结合,既不要求也不排除两个或更多个这样的元件。所公开的特征、功能、元件和 / 或性质的其它组合和子组合可以通过本申请的修改或通过在这个或相关的申请中提出新权利要求被要求保护。这样的权利要求,无论是比原权利要求范围更宽、更窄、等同或不同,均被认为包含在本公开的主题内。

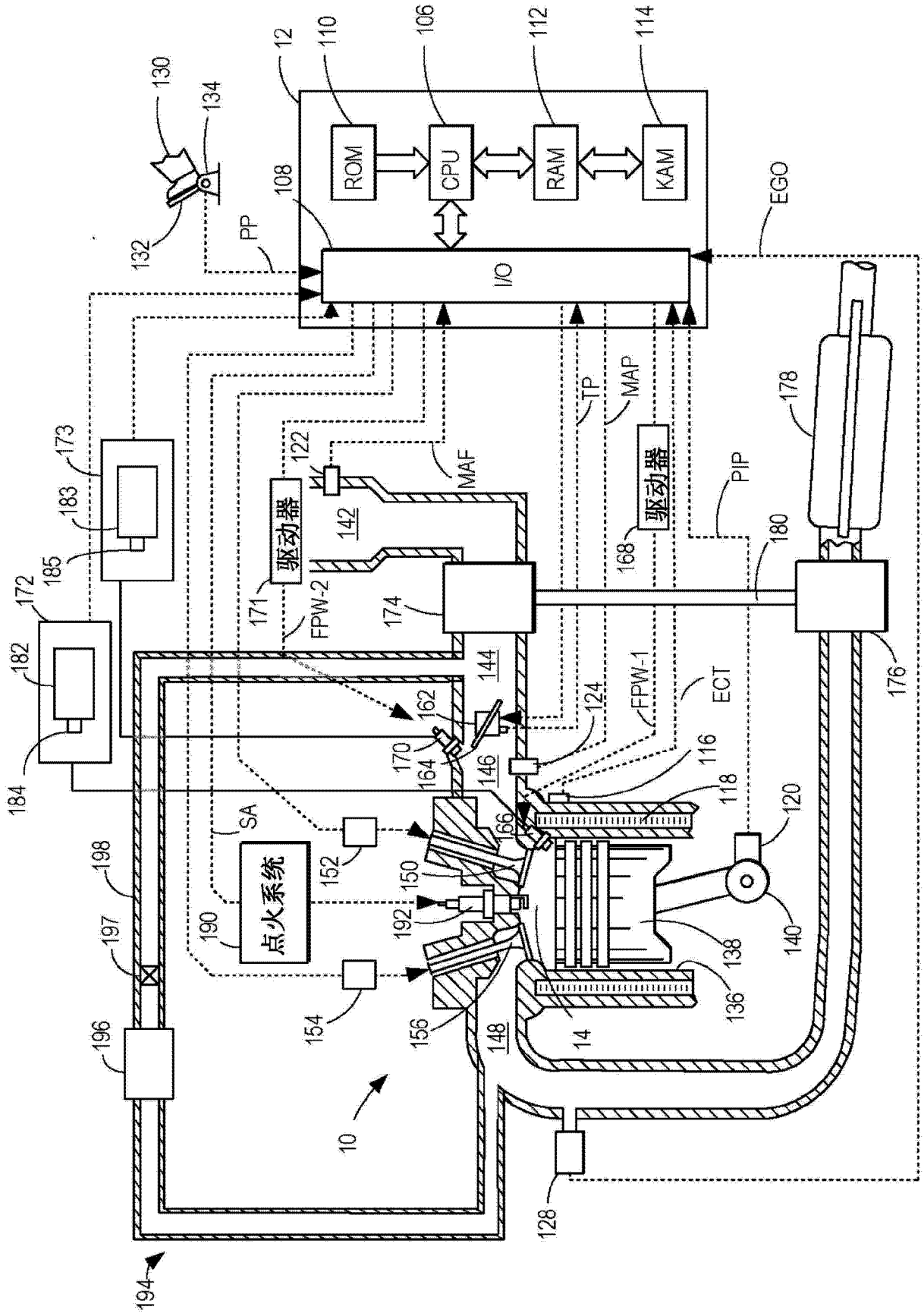


图 1

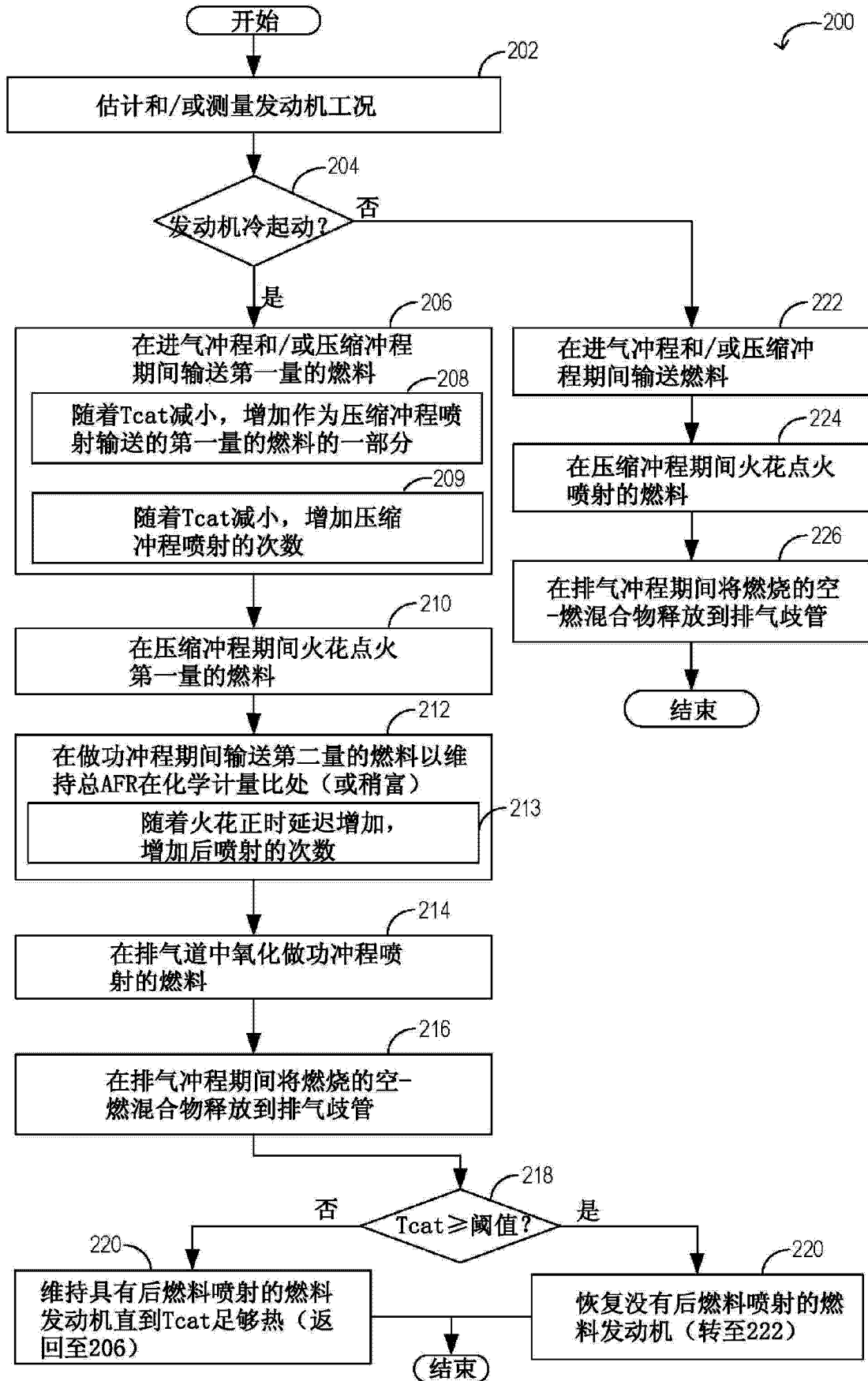


图 2

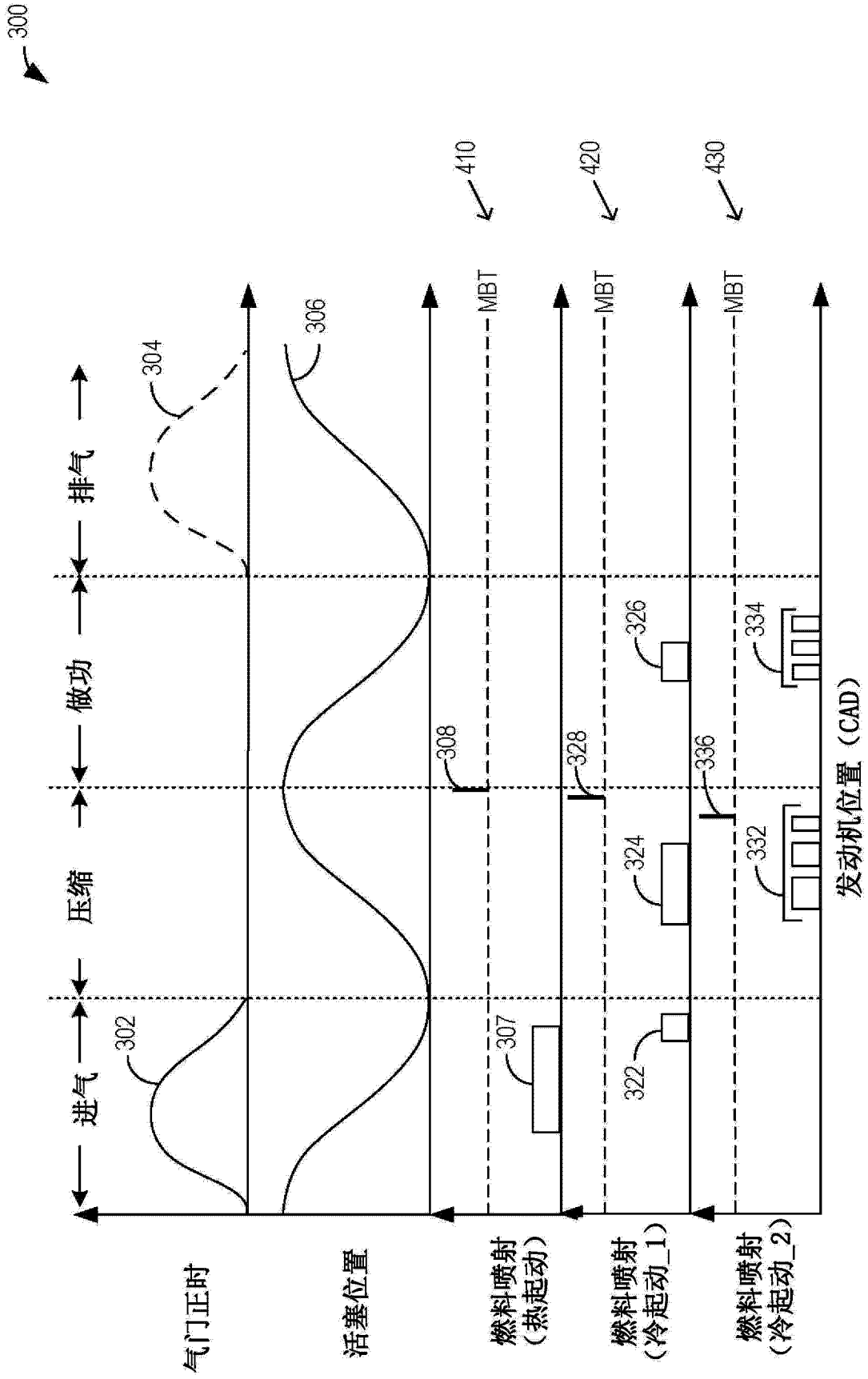


图 3