



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103216350 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201310027053.8

(22)申请日 2013.01.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103216350 A

(43)申请公布日 2013.07.24

(30)优先权数据
13/354,224 2012.01.19 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 W·C·若那 F·H·托克

(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.

F02D 41/40(2006.01)

(56)对比文件

- US 2006231066 A1, 2006.10.19,
- US 2006231066 A1, 2006.10.19,
- US 5941209 A, 1999.08.24,
- US 2009205889 A1, 2009.08.20,
- US 6837231 B1, 2005.01.04,
- CN 1940272 A, 2007.04.04,
- CN 1735746 A, 2006.02.15,

审查员 杨丽红

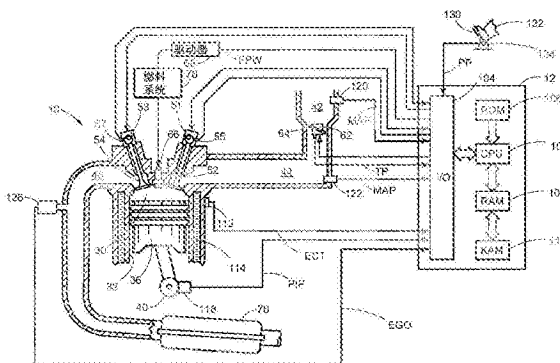
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

控制燃料喷射的方法和系统

(57)摘要

提供用于控制对发动机的燃料喷射的各种系统和方法。在一个示例中,在热发动机再启动期间调整所述发动机的汽缸的燃料喷射正时,以便仅当所述汽缸压力高于阈值汽缸压力时,燃料喷射器才开启。可响应燃料导轨压力调整所述阈值汽缸压力。



1. 一种用于发动机的方法,其包括:
测量燃料导轨压力,
基于所述燃料导轨压力确定阈值汽缸压力,
在热发动机再启动期间,调整对发动机汽缸的燃料喷射正时,以便在燃料喷射器开启的整个持续时间,汽缸压力都高于阈值汽缸压力,以及
在冷发动机启动期间,调整到所述汽缸内的燃料喷射正时以便所述喷射器至少在汽缸压力低于所述阈值汽缸压力时开启,
其中确定的所述阈值汽缸压力随着测量的所述燃料导轨压力升高而升高。
2. 根据权利要求1所述的方法,其还包括基于所述燃料导轨压力和所述汽缸压力调整喷射脉冲宽度。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热发动机再启动包括:当已关闭一段阈值持续时间后发动机被起动机时,以及冷却剂温度高于阈值温度时。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述燃料喷射正时包括所述喷射器开启的时间和所述喷射器关闭的时间。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述热发动机再启动期间,所述燃料喷射正时包括其中所述燃料喷射器开启的平均时间。
6. 根据权利要求1所述的方法,其还包括,在所述热发动机再启动期间,对于小于阈值的燃料喷射量,延迟喷射正时,其中开启和关闭正时被延迟一段曲轴角度持续时间,在该段曲轴角度持续时间中所述汽缸压力高于所述阈值汽缸压力。
7. 根据权利要求1所述的方法,其还包括在一燃烧循环内多次将燃料直接喷射到所述发动机汽缸。
8. 一种发动机方法,其包括:
测量燃料导轨压力;
响应于所述燃料导轨压力而调整阈值汽缸压力,包含响应于所述燃料导轨压力的升高而升高所述阈值汽缸压力;
在热发动机再启动期间,仅当汽缸压力高于所述阈值汽缸压力时,通过喷射器开启将燃料直接喷射到汽缸内,响应燃料导轨压力调整所述阈值汽缸压力;以及
在冷发动机启动期间,至少当汽缸压力低于所述阈值汽缸压力时,通过所述喷射器开启将燃料直接喷射到所述汽缸内。
9. 根据权利要求8所述的方法,进一步包括,在所述热发动机再启动期间,基于所述汽缸压力和所述燃料导轨压力而调整喷射脉冲宽度。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中在所述热发动机再启动期间,延迟所述燃料喷射的开启和关闭正时。

控制燃料喷射的方法和系统

技术领域

[0001] 本申请涉及控制内燃发动机中燃料的喷射正时和脉冲宽度的方法和系统。

背景技术

[0002] 可使用其中将燃料直接传送至发动机的燃烧室的燃料直接喷射, 以将燃料传送至发动机。燃料喷射器可从被高压燃料泵加压的导轨接收高压燃料。直接喷射使得取决于工况传送到汽缸中的燃料正时具有灵活性。

[0003] 本文的发明人已认识到, 在热发动机再启动期间, 由于燃料导轨中来自高温燃料的高压, 以及喷射器的最小开启时间, 可能向发动机传送比所需更高的燃料流量。由于传送到发动机的更高燃料量, 所以可能不能将空气-燃料比保持在期望水平。结果, 由于发动机的排放物可能增加, 所以有效排放物控制可能降低。

发明内容

[0004] 因而, 在一个示例中, 上述问题可能至少部分由一种发动机方法解决。一种示例方法包括, 在热发动机再启动期间, 调整进入发动机汽缸的燃料喷射正时, 以便对于全部持续时间, 燃料喷射器都开启, 汽缸压力大于阈值汽缸压力。通过该方式, 可利用活塞压缩冲程产生的压缩, 以抵消喷射器的最小开启时间的影响。

[0005] 在一个示例中, 阈值汽缸压力可能随着燃料导轨压力的提高而提高。因此, 与未基于汽缸压力明显改进喷射正时的冷启动状况或者热再启动状况相比, 燃料喷射开启和闭合正时可延迟。通过将汽缸喷射延迟至当汽缸压力更高时的状况, 对于给定燃料导轨压力, 更高汽缸压力就提高了实现期望喷射燃料量所需的燃料脉冲宽度。通过该方式, 例如响应于排放控制的空气-燃料比需要, 可更易于改进燃料脉冲宽度。

[0006] 在另一示例中, 发动机方法包括, 在热发动机再启动期间, 仅当汽缸压力高于阈值汽缸压力时, 才通过喷射器开启将燃料直接喷射到汽缸中, 响应燃料导轨压力调整阈值汽缸压力; 以及在冷发动机启动期间, 至少在汽缸压力低于阈值汽缸压力时, 通过喷射器开启直接将燃料喷射到汽缸中。

[0007] 在另一示例中, 阈值汽缸压力响应燃料导轨压力的升高而升高。

[0008] 在另一示例中, 该方法还包括, 在热发动机再启动期间, 基于汽缸压力和燃料导轨压力调整喷射脉冲宽度。

[0009] 在另一示例中, 在热发动机再启动期间, 延迟燃料喷射的开启和闭合正时。

[0010] 在另一示例中, 在冷发动机启动期间, 燃料喷射正时基于环境温度和环压力。

[0011] 在另一示例中, 本方法还包括基于多变状态方程估计汽缸压力。

[0012] 在另一示例中, 本方法还包括基于预定值的查找表估计汽缸压力。

[0013] 在另一示例中, 一种发动机系统包括: 燃料系统, 其具有被流体耦合在燃料导轨和发动机的汽缸之间并且经构造以直接将燃料喷射到汽缸中的直接喷射器; 以及控制器, 其与直接喷射器连通, 并且经构造以识别燃料导轨压力和汽缸的汽缸压力, 并且以控制直接

喷射器,从而在热发动机再启动期间仅当汽缸压力大于阈值汽缸压力时才将燃料喷射到汽缸中,阈值汽缸压力响应燃料导轨压力调整。

[0014] 在另一示例中,一种控制器经构造,以基于多变状态方程识别汽缸压力。

[0015] 在另一示例中,控制器还经构造,以在冷发动机启动期间,当汽缸压力小于阈值汽缸压力时将至少一些燃料喷射到汽缸。

[0016] 在另一示例中,控制器进一步经构造,以响应汽缸压力和燃料导轨压力调整喷射脉冲宽度。

[0017] 在另一示例中,控制器进一步经构造,以在热发动机启动期间响应阈值汽缸压力延迟喷射器的开启和闭合正时。

[0018] 应理解,提供上文发明内容,以通过简化形式介绍在具体实施方式中进一步描述的概念选择。无意确定所要求主旨的关键或必要特征,其范围由权利要求唯一限定。此外,所要求的主旨不限于解决上述或本公开任何部分中的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0019] 图1示出发动机的示意图。

[0020] 图2示出被耦合至燃料系统的发动机的汽缸的示意图。

[0021] 图3示出关于汽缸压力和活塞位置的燃料喷射的正时图。

[0022] 图4示出用于在冷发动机启动期间控制向发动机的燃料喷射的程序的流程图。

[0023] 图5示出用于在热发动机再启动期间控制向发动机的燃料喷射的程序的流程图。

[0024] 图6示出用于在热发动机再启动期间控制向发动机的燃料喷射的程序的流程图。

[0025] 图7示出关于发动机速度和燃料脉冲宽度的燃料喷射正时的正时图。

具体实施方式

[0026] 以下说明涉及控制向发动机燃料喷射的方法和系统的各种实施例。在一种运行发动机的示例方法中,在热发动机再启动期间,调整发动机汽缸的燃料喷射正时,以便对于全部持续时间,燃料喷射器都开启,汽缸压力大于阈值汽缸压力。在该示例中,燃料喷射器的开启和闭合正时每个都可延迟,以便当汽缸压力更大时,在稍后时间喷射燃料。例如,阈值汽缸压力可响应燃料导轨压力调整,以便阈值汽缸压力随着更高燃料导轨压力而升高。当汽缸压力和燃料导轨压力之间的差异更小时,当燃料以更高汽缸压力喷射时,到汽缸的燃料流速降低,并且燃料喷射器必须保持开启更长,以向汽缸传送期望的燃料量。因此,在热发动机再启动期间,存在向汽缸传送比所需燃料量更多燃料的较小机会,并且可保持期望空气-燃料比。热发动机再启动可包括发动机在上一发动机运行后不久从静止启动,以便发动机温度升高到阈值之上,并且相对于环境温度升高。相反,冷发动机启动包括发动机从静止启动,其中发动机已冷却至环境温度,例如低于阈值温度。也可使用各种替换方法,以识别冷发动机启动或热再启动,诸如发动机冷却剂温度、发动机汽缸体温度和各种其他因素。

[0027] 图1示出多汽缸发动机10的一个汽缸的示例实施例的示意图,其可包括在机动车辆的推进系统中。发动机10至少部分由包括控制器12的控制系统和通过来自车辆操作者132经输入装置130的输入控制。在该示例中,输入装置130包括加速器踏板和用于产生成比

例踏板位置信号PP的踏板位置传感器134。发动机10的燃烧室(即汽缸)30包括具有在其中定位的活塞36的燃烧室壁32。如图所示,活塞36被耦合至曲轴40,以便活塞的往复运动转化为曲轴的旋转运动。曲轴40可被通过中间传动系统耦合至车辆的至少一个驱动轮。此外,起动机马达可被通过飞轮耦合至曲轴40,以便能够开始发动机10的运行。

[0028] 如图1的示例中所示,燃烧室30通过进气通道42从进气歧管44接收进气空气,并且通过排气通道48排出燃烧气体。进气歧管44和排气歧管48能够选择性地通过各自进气门52和排气门54与燃烧室30连通。在一些实施例中,燃烧室30可包括两个或更多进气门和/或两个或更多排气门。

[0029] 在该示例中,进气门52和排气门54被分别通过各自的凸轮致动系统51和53的凸轮致动控制。凸轮致动系统51和53每个都可包括一个或更多凸轮并且可利用可由控制器12操作以改变气门运行的下列一个或更多系统,即凸轮廓线变换(CPS)、可变凸轮正时(CVT)、可变气门正时(VVT)和/或可变气门升程(VVL)系统。分别通过位置传感器55和57确定进气门52和排气门54的位置。在可替换实施例中,进气门52和/或排气门54可由电动气门致动控制。例如,汽缸30可替换地包括:进气门,其通过电动气门致动控制;以及,排气门,其通过包括CPS和/或VCT系统的凸轮致动控制。

[0030] 此外,示出燃料喷射器66被直接耦合至燃烧室30,用于在其中与通过电子驱动器68与从控制器12接收的信号FPW的脉冲宽度成比例地直接喷射燃料。通过该方式,燃料喷射器66向燃烧室30提供所谓的直接燃料喷射。例如,燃料喷射器可能安装在燃烧室的侧壁或者燃烧室的顶部中(如图1中所示)。如下文参考图2更详细所述,可通过包括燃料箱、燃料泵和燃料导轨的燃料系统70将燃料传送至燃料喷射器66。在一些实施例中,在向燃烧室30的上游的进气道提供所谓的燃料进气道喷射的构造中,燃烧室30可替换地或另外包括布置在进气歧管44中的燃料喷射器。

[0031] 如图1中所示,进气通道42包括具有节流板64的节气门62。在该具体示例中,节流板64的位置可通过控制器12,经提供给节气门62包括的电动马达或致动器的信号变换,通常将该构造称为电子节气门控制(ETC)。通过该方式,节气门62可经操作,以改变提供给燃烧室30以及其他发动机汽缸的进气。例如,将节流板64的位置通过节气门位置信号TP提供给控制器12。进气通道42还包括用于向控制器12提供各自信号MAF和MAP的质量空气质量流量传感器120和歧管空气压力传感器122。

[0032] 在一些实施例中,可有或无点火火花地,以压缩点火模式运行发动机10的燃烧室30或一个或更多其它燃烧室。在其它示例中,发动机10可另外或可替换地包括点火系统,其在选择操作模式下,响应从控制器12接收的火花提前信号,通过火花塞向燃烧室30提供点火火花。

[0033] 示出排气传感器126被耦合至排放控制装置70上游的排气通道48。传感器126可能为任何提供排气空气/燃料比的指示的适当的传感器,诸如线性氧传感器或UEGO(通用或宽域排气氧)、双态氧传感器或EGO、HEGO(加热的EGO)、NO_x、HC或CO传感器。示出排放物控制装置70被沿排气传感器126下游的排气通道48布置。装置70可能为三元催化剂(TWC)、NO_x捕集器、各种其他的排放控制装置或其组合。在一些实施例中,在发动机10运行期间,可通过在特定空气/燃料比内运行发动机的至少一个汽缸周期性地恢复排放控制装置70。

[0034] 图1中示出控制器12为微型计算机,其包括微处理器单元102、输入/输出端口104、

用于可执行程序 and 校准值的电子存储媒体(在该特殊示例中示出为只读存储芯片106)、随机存取存储器108、不失效存储器110和数据总线。除了上述那些信号以外,控制器12还可从被耦合至发动机10的传感器接收各种信号,包括:来自质量空气流量传感器120的感应质量空气流量(MAF)的测量值;来自被耦合至冷却套管114的温度传感器112的发动机冷却剂温度(ECT);来自被耦合至曲轴40的霍尔效应传感器118(或其他类型)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);以及来自传感器122的绝对歧管压力信号MAP。可从信号PIP由控制器12产生发动机速度信号RPM。来自歧管压力传感器的歧管压力信号MAP可用于提供进气歧管中的真空或压力的指示。注意,可使用上述传感器的各种组合,诸如无MAP传感器的MAF传感器,反之亦然。例如,在按化学计量运行期间,MAP传感器可给出发动机扭矩的指示。此外,该传感器与探测的发动机速度一起能够提供导入汽缸的充气(包括空气)的估计。在一个示例中,也可用作发动机速度传感器的传感器18可在曲轴的每次旋转都产生预定数目的等距脉冲。

[0035] 能够以计算机可读数据对存储媒体只读存储器106编程,该数据代表处理器102可执行的指令,用于执行下文所述的方法以及预期但是未特别列出的其他变体。

[0036] 如上所述,图1仅示出多汽缸发动机的一个汽缸;应理解,每个汽缸都可类似地包括其自身一组进气/排气门、燃料喷射器、火花塞等等。

[0037] 图2示出汽缸的另一示例实施例,诸如上文参考图1所述的发动机10的燃烧室30。如图2中所示,燃烧室30被流体耦合至燃料系统70。图1和图2包括相同部分,并且因此以相同的标识号标出,并且可能不再详细描述一些部分。

[0038] 如图2中所示,燃料系统70包括燃料箱72、燃料泵72和燃料导轨76。燃料箱72保持用于供应给燃烧室30的用于燃烧的合适的燃料。作为示例,燃料箱72可保持柴油燃料。在其他示例中,燃料箱72可保持汽油或含混合燃料的醇,诸如E85(约85%的乙醇和15%的汽油)或M85(约85%的甲醇和15%的汽油)。

[0039] 泵72可为高压泵,其向燃料导轨76供应高压燃料。燃料导轨76例如可为高压积聚器,其储存处于高压的燃料,直到将其传送至燃烧室30。燃料系统70还包括与控制器12连通的压力传感器78,并且其经构造以向控制器12发送指示燃料导轨压力的信号。压力传感器78可为测量压力的任何适当的传感器。在一些示例中,可在燃料导轨中的多个位置布置超过一个压力传感器。作为一个示例,每个燃料喷射器都可具有相应的压力传感器。如图2中所示,燃料被通过燃料喷射器66直接从燃料导轨74喷射到燃烧室30的顶部部分。在图2中所示的示例中,燃料喷射器66由控制器12致动。例如,燃料喷射器可由控制器12所控制的电磁阀操作。

[0040] 图3示出各种状况期间相对于汽缸压力和活塞位置的燃料喷射的一系列正时图。图4-6示出用于在图3中所示的各种状况期间,将燃料喷射到发动机的汽缸,诸如上文关于图1和图2所述的发动机10的燃烧室30中的控制程序的流程图。例如,图4示出在冷启动状况下确定燃料喷射正时和脉冲宽度的程序,图5示出在热发动机再启动状况下确定燃料喷射正时和脉冲宽度的程序,以及图6示出热发动机再启动状况下,基于汽缸压力确定燃料喷射正时和脉冲宽度的程序。

[0041] 如上所述,图3示出随时间的发动机位置、汽缸压力和燃料喷射的一系列图。在该示例中,例证了各种状况下的燃料喷射,以便示出其与汽缸压力和活塞位置的关系。

[0042] 曲线302示出汽缸的发动机循环在进气冲程和压缩冲程期间的活塞位置。例如,在时间 t_3 ,活塞达到下止点(BDC),并且进气冲程结束,而压缩冲程开始。曲线304示出进气和压缩冲程期间汽缸中的相应压力。例如,在进气冲程期间,进气门开启,允许充量空气进入汽缸,并且汽缸体积随着活塞在时间 t_3 接近下止点而增大。结果,汽缸中的压力下降。另一方面,在压缩冲程期间,汽缸中的压力随着进气门关闭而升高,并且燃烧室的体积随着活塞在时间 t_6 达到上止点(TDC)而减小。曲线304被示出为汽缸中压力的一个示例,并且其可指示汽缸中的平均压力。例如,在冷启动状况下,进气冲程期间的汽缸中的压力可能比曲线304所示的更大,并且在热发动机再启动期间,汽缸中的压力可能比曲线304所示的小。

[0043] 此外,在图3中示出燃料喷射A、B和C,其每个都相应于不同状况。燃料喷射A相应于冷发动机启动期间的燃料喷射。冷发动机启动可包括这样的状况,例如冷却剂温度低于阈值温度,并且发动机在立刻启动之前关闭超过阈值持续时间。如图所示,在冷发动机启动期间,燃料喷射可能在时间 t_1 和时间 t_5 之间的窗口306中发生,其中最早的燃料喷射器开启时间为 t_1 ,并且最晚的燃料喷射器闭合时间为 t_5 。例如可基于以下状况确定燃料喷射的窗口(例如,窗口306),诸如环境温度和压力以及燃料导轨压力。

[0044] 燃料喷射B相应于热发动机再启动期间的燃料喷射。热发动机再启动可包括这样的状况,例如冷却剂温度高于阈值温度,并且发动机在立刻启动之前关闭小于阈值持续时间。如图所示,在热发动机再启动期间,燃料喷射可能在时间 t_2 和时间 t_5 之间的窗口310中发生,其中最早的燃料喷射器开启时间为 t_2 ,并且最晚的燃料喷射器闭合时间为 t_5 。如上所述,例如可基于以下状况确定燃料喷射的窗口(例如,窗口310),诸如环境温度和压力以及燃料导轨压力。在热发动机再启动期间,燃料导轨压力可能比冷发动机启动期间的高,同样地,燃料喷射窗口的开始可关于冷启动状况延迟。例如,由于进气冲程期间燃料导轨中的高压燃料和燃烧室内的相对低压,所以热发动机再启动期间从燃料导轨到燃烧室的燃料流速可能比冷发动机启动期间更高。因而,在热发动机再启动期间,燃料喷射窗口可被延迟,以便可更好地控制燃料喷射量(例如,脉冲宽度)。然而,在一些示例中,即使燃料喷射窗口延迟,由于燃料导轨中的更高压力和到燃烧室的更高燃料流速,所以可能将比所需燃料量更高的量传送至汽缸。如图3中所示,相应于燃料喷射B的窗口310始于时间 t_2 ,其比相应于燃料喷射A所开始的窗口308的时间 t_1 更晚。

[0045] 此外,在图3中所示的示例中,示出燃料喷射A处于308,并且燃料喷射B处于312。如图所示,燃料喷射B比燃料喷射A具有短很多的持续时间(例如,脉冲宽度)。如上所述,这是因为与冷发动机启动相比,热发动机再启动期间燃料导轨中有更高压力,导致当喷射器开启时,从燃料导轨到燃烧室的燃料流速更高。因而,更大量的燃料在更短的时间量中流入燃烧室。

[0046] 燃料喷射C相应于热发动机再启动期间基于汽缸压力的燃料喷射。如图所示,在热发动机再启动期间,燃料喷射可能在时间 t_4 和时间 t_5 之间的窗口314中发生,其中最早的燃料喷射器开启时间为 t_4 ,并且最晚的燃料喷射器闭合时间为 t_5 。例如可基于以下状况确定燃料喷射的窗口(例如,窗口314),诸如环境温度和压力、燃料导轨压力,以及在该示例中汽缸压力。如上所述,在热发动机再启动期间,燃料导轨压力可比冷发动机启动期间的高,并且因此,燃料喷射窗口的开始可相对于冷启动状况延迟。通过监控汽缸压力,可确定阈值压力发生的时间,并且可预定仅在达到阈值汽缸压力后发生燃料喷射。通过该方式,可向汽缸

传送更长燃料脉冲宽度,以便更好地控制传送至汽缸的燃料量。例如,示出燃料喷射C处于316。燃料喷射C具有比燃料喷射B更长的持续时间,这是因为当汽缸压力更高时,燃料喷射C始于燃料喷射B的更晚时间。

[0047] 因而,如下文更详细所述,在一个实施例中,一种在热发动机再启动期间运行发动机的方法包括评估燃料导轨压力和评估发动机中的汽缸中的汽缸压力。该方法还包括预定燃料喷射正时,以仅当汽缸压力高于阈值汽缸压力时,其中阈值汽缸压力基于燃料导轨压力,将燃料直接喷射到汽缸中。例如,喷射正时可包括喷射器开启时间、喷射器闭合时间以及平均喷射时间。

[0048] 图4示出冷发动机启动期间控制对发动机的汽缸燃料喷射的程序400的流程图。作为示例,程序400可相应于图3中所示和上述燃料喷射A。

[0049] 在程序400的402,确定发动机工况。工况可包括冷却剂温度、环境温度和压力(例如,大气压力)、空气-燃料比等等。

[0050] 一旦确定了工况,就在404确定发动机是否处于冷启动。作为示例,在以下情况下就可确定发动机处于冷启动状况,即如果冷却剂温度低于阈值温度,和/或如果发动机在立即启动之前关闭比阈值持续时间更长。此外,如果发动机起动或者怠速比阈值持续时间更短,也可确定发动机启动。如果确定发动机不处于冷启动状况,程序就移至416,并且当前操作继续。

[0051] 另一方面,如果确定发动机处于冷启动,程序400就继续至406,其中确定环境温度和压力。例如,在发动机暖机前的冷发动机启动期间,进气歧管中的温度和压力可能接近周围环境压力。因此,冷启动运行下的进气冲程期间汽缸压力可比暖机发动机运行期间高相应于周围环境温度和压力的量。

[0052] 在408,程序确定喷射燃料的窗口。可基于以下参数确定燃料喷射窗口,诸如期望的空气-燃料比、汽缸中的空气和燃料混合、进气门正时等等。一旦确定了燃料喷射窗口,程序400就继续至410,其中确定燃料喷射量。可基于期望的空气燃料比、凸轮正时等等确定燃料喷射量。

[0053] 一旦确定了燃料喷射窗口和燃料喷射量,程序400就继续至412,其中基于工况调整燃料喷射正时和脉冲宽度。例如,基于冷启动期间的周围环境压力,由于燃料导轨和燃烧室之间的更小压差,所以当周围环境压力更高时,可尽早喷射燃料。通过该方式,在燃烧前,燃料可具有与进气空气混合的最大量时间。此外,可取决于周围环境温度和压力以及喷射开始的时间调整脉冲宽度。在一些示例中,可调整燃料喷射,以便分开燃料喷射,并且在单次燃烧循环中将燃料多次喷射到汽缸(例如,2喷射事件、3喷射事件、4喷射事件等等)中。在这样的示例中,可在多个喷射时间上分开将喷射到发动机的总期望燃料量,以便降低燃烧循环期间每个喷射事件的脉冲宽度。然后,在程序400的414,以经调整的正时和脉冲宽度执行燃料喷射。

[0054] 因而,在发动机暖机期间,可基于周围环境状况预定燃料喷射正时和脉冲宽度。通过该方式,可预定燃料喷射,以便在冷启动状况期间发生高效发动机运行。

[0055] 继续参考图5,其中示出在热发动机再启动期间控制对发动机的汽缸燃料喷射的程序500的流程图。作为示例,程序500可相应于图3中所示和上述燃料喷射B。

[0056] 在程序500的502确定发动机工况。工况可包括冷却剂温度、环境温度和压力(例

如,大气压力)、空气-燃料比等等。

[0057] 一旦确定了工况,程序500就继续至504,其中确定发动机是否处于热再启动。例如,在以下情况下就可确定发动机处于热再启动,即如果冷却剂温度高于阈值温度,和/或如果发动机在立即启动之前关闭比阈值持续时间更短。此外,如果发动机起动或者怠速比阈值持续时间更短,也可确定发动机启动。如果确定发动机不处于热再启动,程序500就移至516,其中当前操作继续。

[0058] 另一方面,如果确定发动机处于热再启动,程序500就继续至506,其中确定喷射燃料的窗口。可基于以下参数确定燃料喷射的窗口,诸如期望的空气-燃料比、汽缸中的空气和燃料混合、进气门正时等等。一旦确定了燃料喷射窗口,程序400就继续至410,其中确定燃料喷射量。燃料喷射量可基于期望的空气燃料比、凸轮正时等等确定。

[0059] 在510,确定燃料导轨压力。可通过压力传感器测量燃料导轨压力,该压力传感器布置在燃料导轨中并且例如与控制器通信。如上所述,在热发动机再启动期间,燃料导轨中的压力可能比冷发动机启动期间更高。由于燃烧室和燃料导轨中的更高压差,燃料就可能以更高速度流向汽缸。因此,燃料喷射正时(例如,喷射开始、喷射终止和/或平均喷射时间)可延迟。

[0060] 一旦确定了燃料导轨中的压力,就在512基于工况调整燃料喷射正时和脉冲宽度。作为示例,可响应工况调整喷射器开启正时、喷射器闭合正时和/或喷射器开启的平均持续时间。例如,由于热发动机再启动期间燃料导轨中的更高压力,燃料喷射可始于(例如,喷射器开启时间)比冷发动机启动更晚的时间。此外,由于燃料导轨和燃烧室中更高的压差,所以如图3中的燃料喷射B所示,脉冲宽度可具有比冷发动机启动期间更短的持续时间。在一些示例中,可调整燃料喷射,以便分开燃料喷射,并且在单次燃烧循环中将燃料多次喷射到汽缸(例如,2喷射事件、3喷射事件、4喷射事件等等)中。在这样的示例中,可在多个喷射时间上分开将喷射到发动机的总期望燃料量,以便降低燃烧循环期间每个喷射事件的脉冲宽度。然后,在程序500的514,以经调整的正时和脉冲宽度执行燃料喷射。

[0061] 通过该方式,可预定热发动机再启动期间的燃料喷射,以便例如保持期望的空气-燃料比。然而,由于燃料导轨中的高压,所以脉冲宽度可相对短,因此提高了精确喷射器控制的需要,其中为了空气-燃料比控制期望脉冲宽度调制。在一些示例中,期望脉冲宽度可小于最小或阈值脉冲宽度。因而,如下文参考图6更详细所述,可基于汽缸压力预定燃料喷射。

[0062] 继续参考图6,其中示出热发动机再启动期间基于汽缸压力控制发动机汽缸的燃料喷射的程序600的流程图。作为示例,程序600可相应于图3中所示和上述燃料喷射C。

[0063] 在程序600的602确定发动机工况。工况可包括冷却剂温度、环境温度和压力(例如,大气压力)、空气-燃料比等等。

[0064] 一旦确定了工况,程序600就继续至604,其中确定发动机是否处于热再启动。如上所述,例如,在以下情况下就可确定发动机处于热再启动,即如果冷却剂温度高于阈值温度,和/或如果发动机在立即启动之前关闭比阈值持续时间更短。此外,如果发动机起动或者怠速比阈值持续时间更短,也可确定发动机启动。如果确定发动机不处于热再启动,程序600就移至622,其中当前操作继续。

[0065] 另一方面,如果确定发动机处于再启动,程序600就继续至606,其中确定喷射燃料

的窗口。如上所述,可基于以下参数确定燃料喷射的窗口,诸如期望的空气-燃料比、汽缸中的空气和燃料混合、进气门正时等等。一旦确定了燃料喷射窗口,程序600就继续至608,其中确定燃料喷射量。燃料喷射量可基于期望的空气燃料比、凸轮正时等等确定。

[0066] 在610,确定燃料导轨压力。可通过例如压力传感器测量燃料导轨压力,该压力传感器布置在燃料导轨中并且与控制器通信。如上所述,在热发动机再启动期间,燃料导轨中的压力可能比冷发动机启动期间更高,导致燃烧室和燃料导轨中的更高压差。因此,从燃料导轨燃烧室的燃料流速可能提高,并且喷射正时(例如,喷射开始和/或喷射终止)可延迟。

[0067] 在612确定汽缸压力。在一个示例中,可通过基于多变状态方程计算而评估汽缸压力,诸如:

$$[0068] \quad P_2 = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma P_1$$

[0069] 其中, P_2 为汽缸内压力, V_2 为通过曲轴角度确定的汽缸内的体积,并且 P_1 、 V_1 和 γ 通过试验确定。在另一示例中,可基于存储在发动机控制器软件中的查找表评估汽缸压力。例如,可测量发动机压缩冲程期间的汽缸压力,并且汽缸压力可拟合曲柄位置(例如,凸轮正时)函数曲线,并且可将方程和/或系数存储为查找表。

[0070] 一旦已评估汽缸压力,就可在614确定阈值汽缸压力。阈值汽缸压力可为开始燃料喷射的最小汽缸压力。例如,高于阈值汽缸压力,可使用更长基础脉冲宽度,以便为了排放物控制存在脉冲宽度调制的更大边界,并且可保持空气-燃料比。阈值汽缸压力可响应测量的燃料导轨压力确定。例如,阈值汽缸压力可能为这样的汽缸压力,其为抵销(offset)与冷启动状况期间燃料导轨压力的热发动机再启动期间的燃料导轨压力所需的汽缸压力。因此,阈值汽缸压力可随着燃料导轨压力升高而升高。在一些示例中,至少可部分基于最小燃料喷射量确定阈值汽缸压力。例如,系统可具有这样的最小燃料喷射量,当燃料导轨压力相对高时,可在特殊的曲柄角度超过该最小燃料喷射量。在该示例中,燃料喷射的开启和闭合时间可延迟至曲柄角度持续时间,在该持续时间中,汽缸压力高于阈值压力,以便可将高于最小燃料喷射量的燃料量传送至燃烧室。

[0071] 在程序600的616,基于工况调整燃料喷射正时和脉冲宽度。例如,与冷启动状况(图4)或者其中未基于汽缸压力确定燃料喷射的热再启动状况(图5)相比,燃料喷射器开启和闭合时间可能延迟。在热发动机再启动期间,例如仅当汽缸压力高于阈值汽缸压力时,可通过保持燃料喷射器开启响应汽缸压力调整燃料喷射正时。此外,由于更晚的喷射开始时间和汽缸压力与燃料导轨压力之间的更小差异,燃料脉冲宽度可增大(例如,喷射器开启的持续时间)。在一个示例中,可预定燃料喷射完全在压缩冲程期间发生。此外,可预定燃料喷射,以便喷射器仅当汽缸压力高于阈值汽缸压力时开启。换句话说,汽缸的燃料喷射正时可调整,以便对于燃料喷射器开启的全部持续时间,汽缸压力都高于阈值汽缸压力。仍此外,在一些示例中,燃料喷射可经调整,以便分开燃料喷射,并且在单次燃烧循环中将燃料多次喷射到汽缸(例如,2喷射事件、3喷射事件、4喷射事件等等)中。在这样的示例中,可在多个喷射时间上分开将喷射到发动机的总期望燃料量,以便降低燃烧循环期间每个喷射事件的脉冲宽度。

[0072] 在618,确定汽缸压力是否高于阈值压力。如果汽缸压力不高于阈值压力,程序就

等待,直到汽缸压力高于阈值汽缸压力。一旦汽缸压力高于阈值汽缸压力,程序600就继续至620,其中根据经调整的设置执行燃料喷射。

[0073] 因而,在热发动机再启动期间,可控制燃料喷射,以便燃料喷射器仅当汽缸压力高于阈值压力时才开启。如上所述,阈值压力可响应燃料导轨压力调整。例如,随着燃料导轨压力升高,阈值压力升高。通过该方式,当燃烧室和燃料导轨之间的压差更低时,可发生燃料喷射,以便可使用更长的脉冲宽度,并且为了空气-燃料比控制更易于执行脉冲宽度调制。

[0074] 图7示出冷启动状况和热再启动状况的发动机速度、燃料脉冲宽度和燃料喷射正时的示例的一系列正时图。在图7的示例中,发动机在时间 t_1 之前停止,并且发动机在时间 t_1 发生起动转动。

[0075] 在发动机起动转动发生后,燃料脉冲宽度增加,以便第一次燃烧能够在时间 t_2 发生。例如,随着发动机速度(RPM)702增大,为了降低发动机扭矩,可降低期望的燃料脉冲宽度。在曲线704所示的冷启动下,燃料脉冲宽度保持处于最小燃料脉冲宽度(p_{wmin})以上。因此,在曲线708所示的冷启动期间,当汽缸压力达到阈值汽缸压力时(P_{thresh}),喷射正时可保持在该状况之前。然而,在热再启动下,燃料脉冲宽度降至时间 t_3 和 t_4 之间的最小燃料脉冲宽度下。因此,燃料喷射正时延迟至时间 t_3 和 t_4 之间,以便如曲线710所示,燃料喷射在更高汽缸压力下发生。因而,由于汽缸压力更高,所以能够在更长的脉冲宽度喷射相同的燃料量,以便如曲线706所示,脉冲宽度处于最小脉冲宽度。

[0076] 通过该方式,可能利用压缩冲程期间活塞产生的压缩,以抵消热发动机再启动期间喷射器的最小开启时间(例如,脉冲宽度)的影响。

[0077] 注意,能够和各种发动机和/或车辆系统构造一起使用本文包括的示例控制和评估程序。本文所述的特定程序可代表一种或更多任何数目的处理策略,诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等等。同样地,可按照所示的顺序、并列或者在一些情况下省略执行所示的各种动作、操作或功能。同样地,为了实现本文所述的示例实施例的特征和优点,不要求该处理顺序,而是为了易于例证和说明提供该处理顺序。取决于使用的具体策略,可重复执行一个或更多例证动作或功能。此外,所述动作可图形表示将被编程到发动机控制系统中的计算机可读存储媒体中的代码。

[0078] 应明白,本文公开的构造和方法本质上为例示性的,并且不应将这些特定实施例视为限制意义,因为可能有许多变体。例如,上述技术能够应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4和其他发动机类型。本公开的主旨包括本文公开的各种系统和构造以及其他特征、功能和/或特性的所有新颖和非明显组合和子组合。

[0079] 下文权利要求特别指出视为新颖和非明显的某些组合和子组合。这些权利要求可涉及“一个”元件或“第一”元件或其等效物。应将该权利要求理解为包括一个或更多该元件,而不需要或排除两个或更多该元件。可通过本权利要求的修正或通过在本申请或相关申请中出现的新权利要求而要求公开特征、功能、元件和/或特性的其他组合和子组合。

[0080] 该权利要求,无论范围上与原始权利要求是否更宽、更窄、等同或不同,都应被视为被包括在本公开的主旨之内。

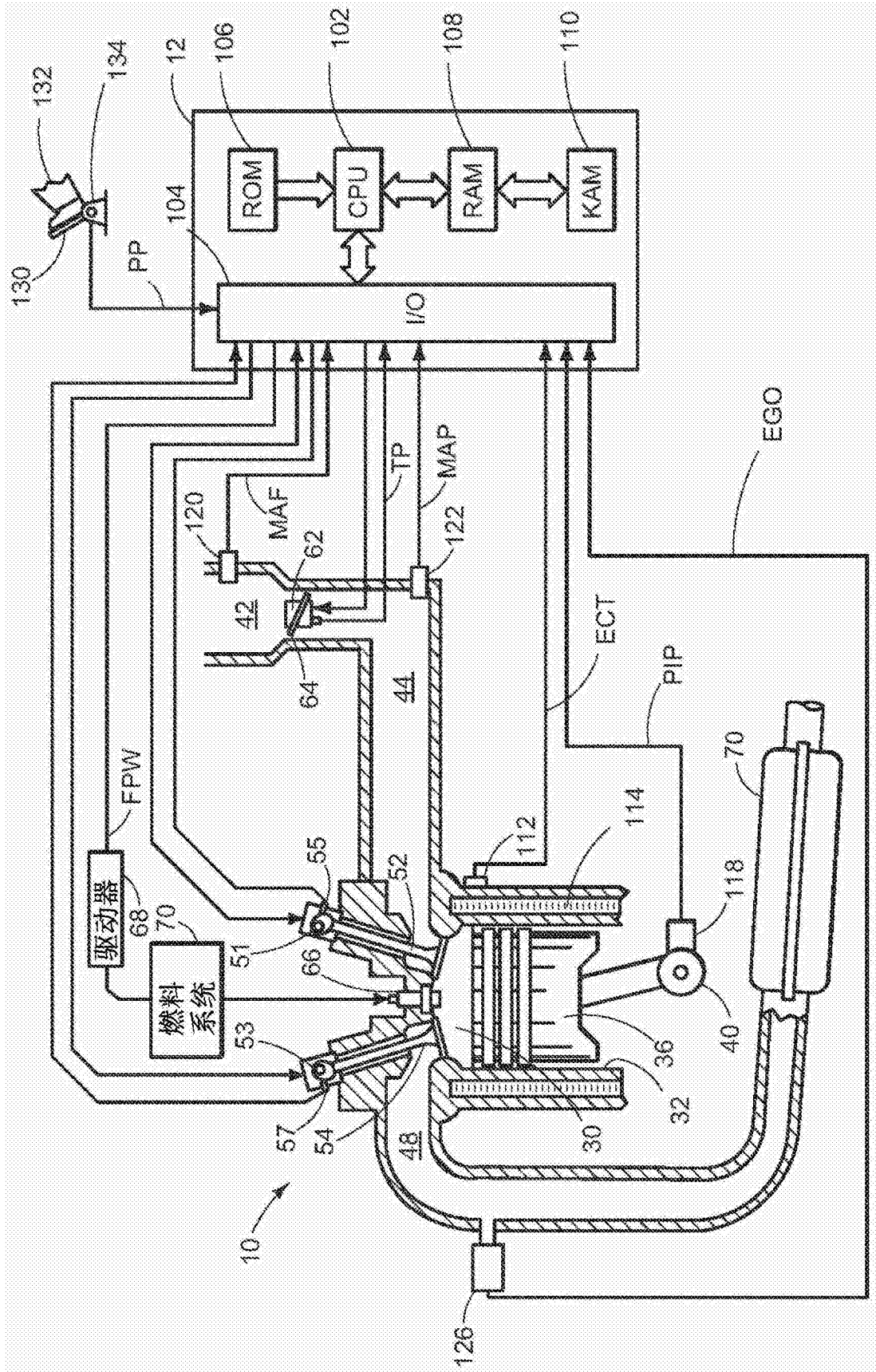


图1

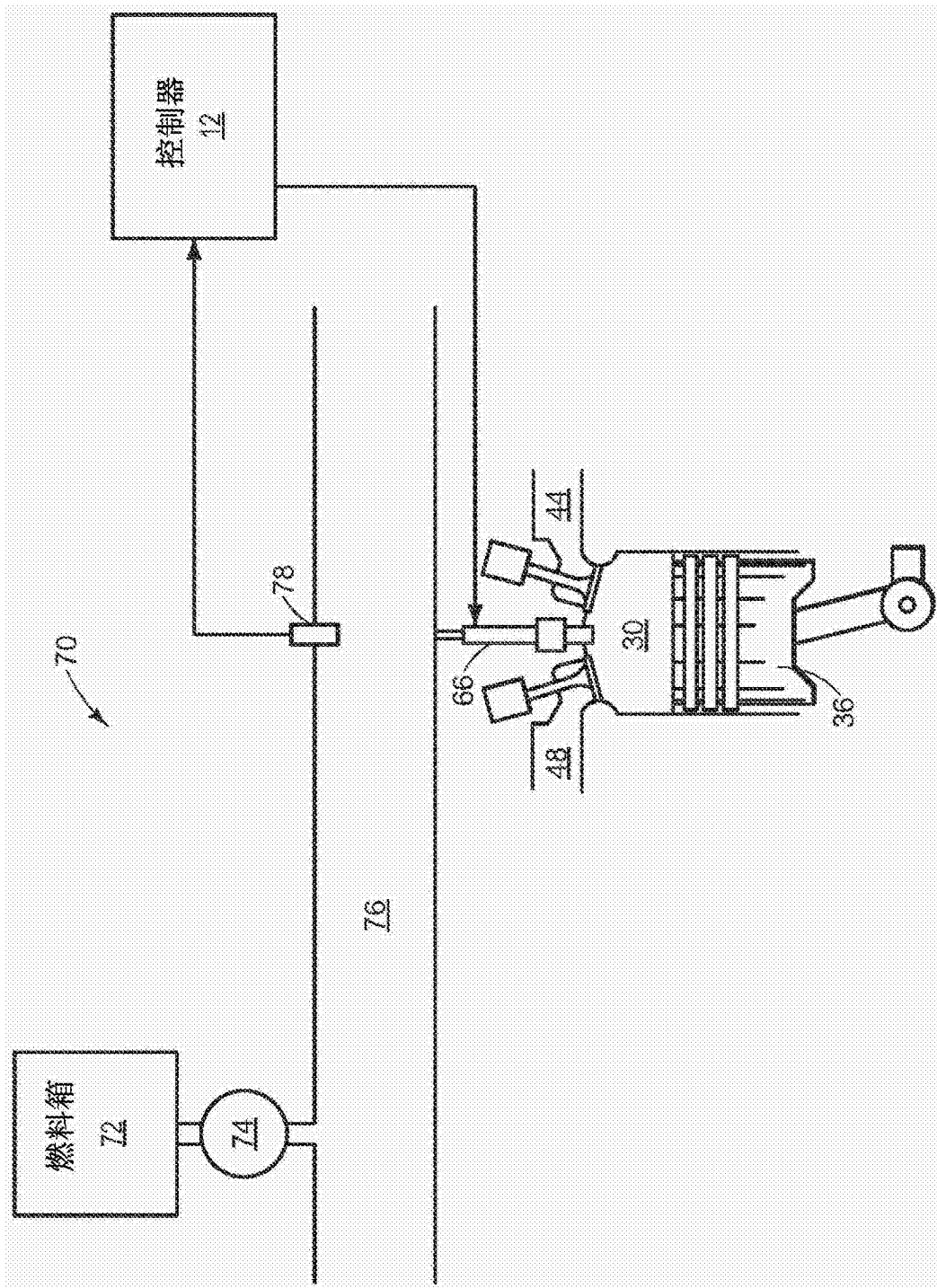


图2

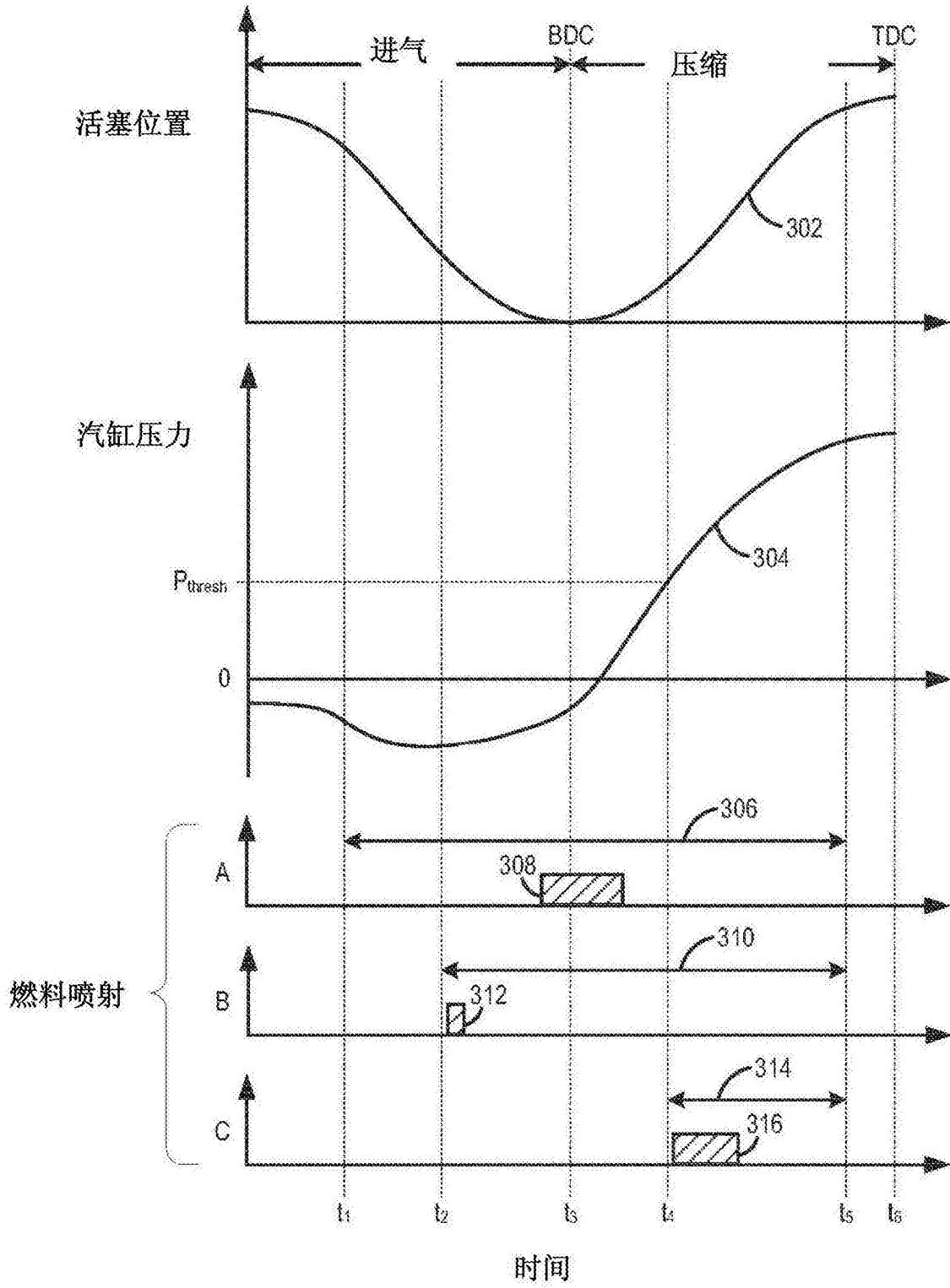


图3

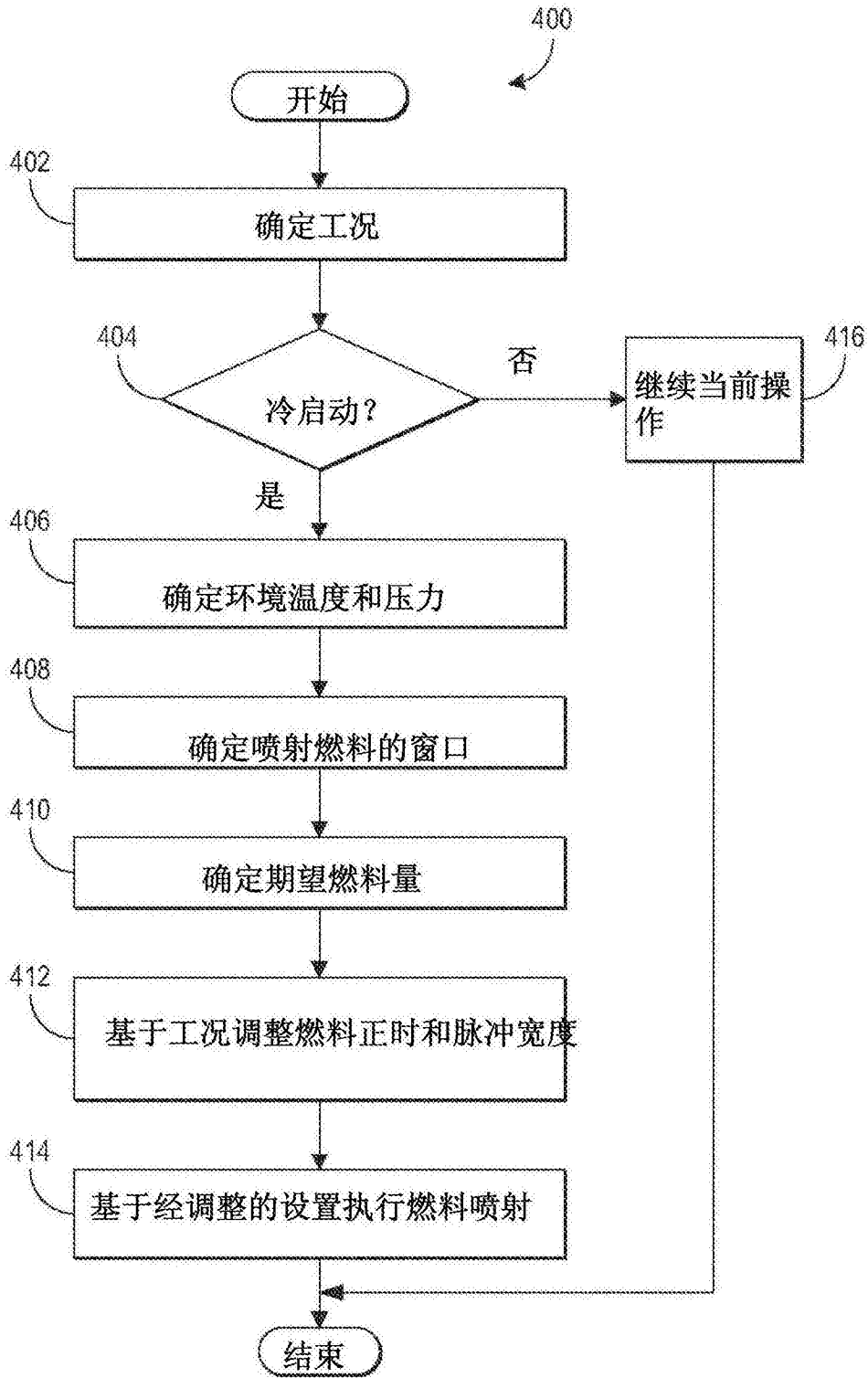


图4

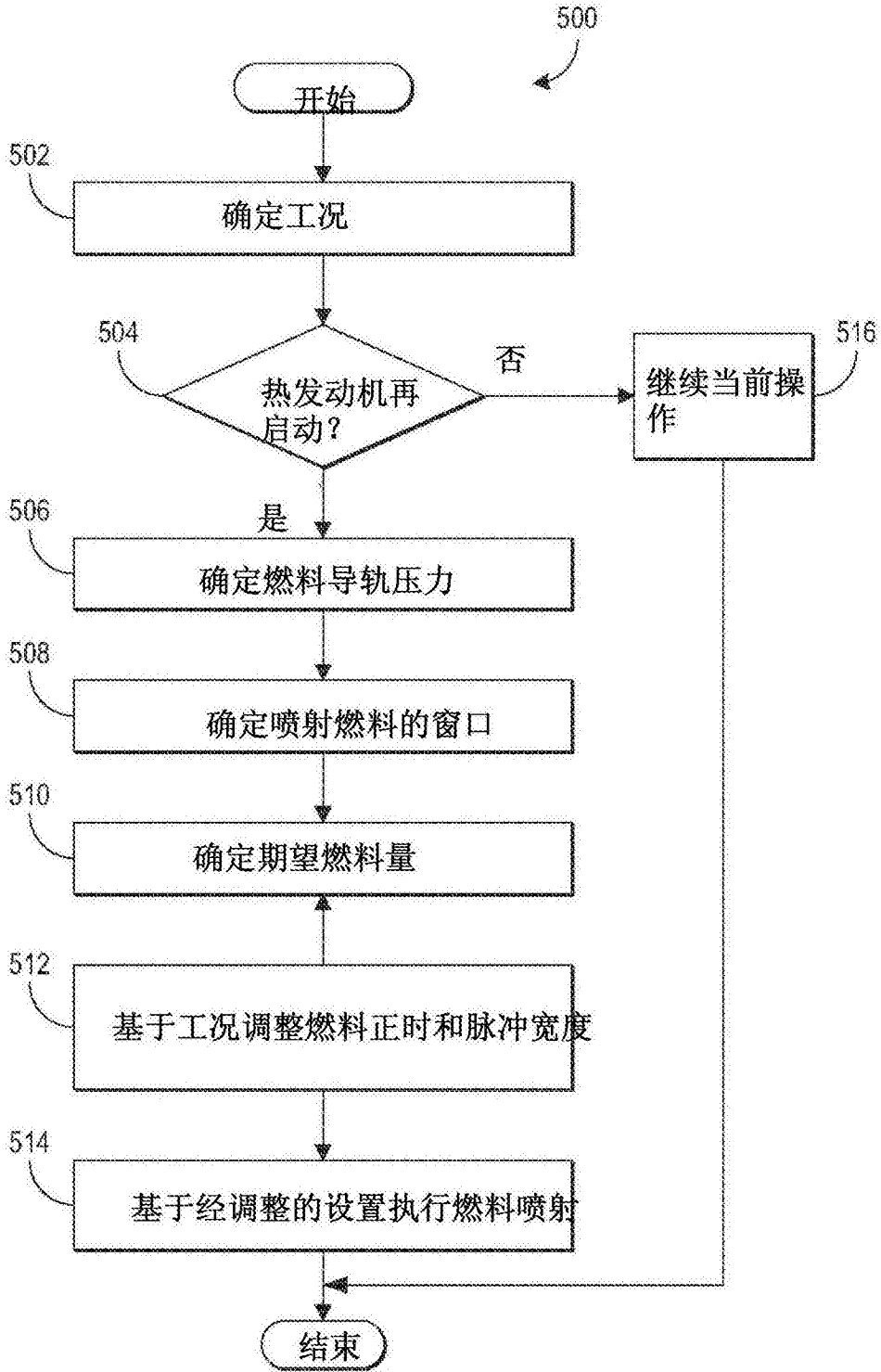


图5

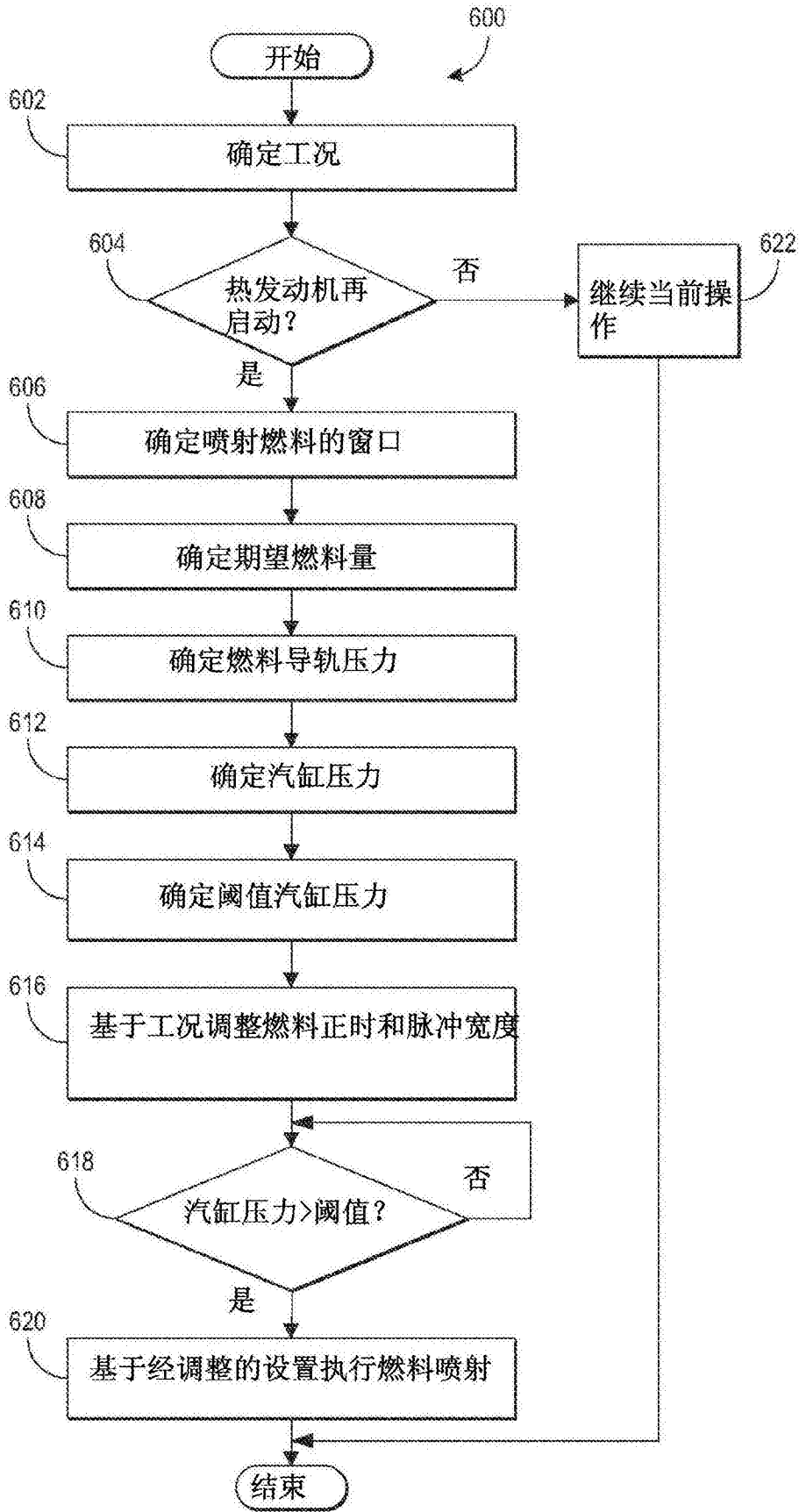


图6

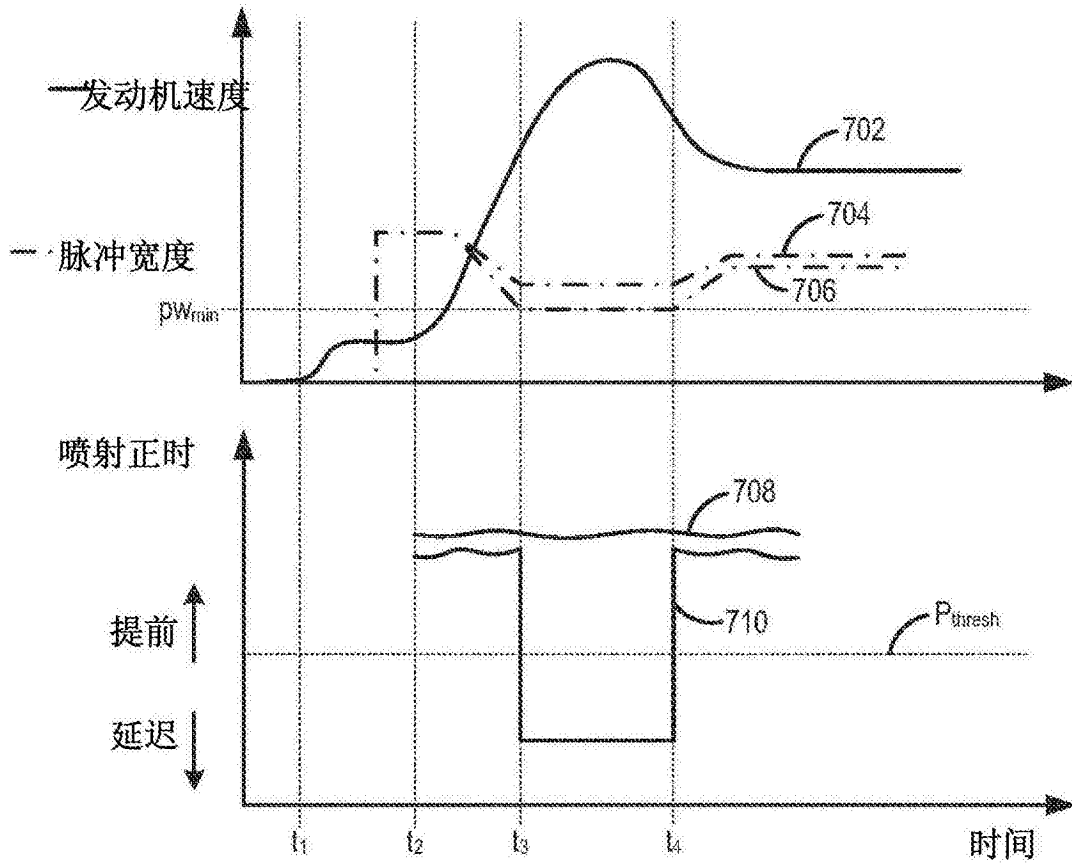


图7