



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115075974 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202210169642.9

F02M 63/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.02.23

F02M 63/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

F01P 5/02 (2006.01)

17/198,106 2021.03.10 US

F01P 7/02 (2006.01)

F02F 1/28 (2006.01)

(71) 申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72) 发明人 大卫·奥辛斯基 M·斯基林

罗斯·普西福尔 迈克尔·乌里奇

约瑟夫·莱尔·托马斯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

专利代理师 李尚颖

(51) Int. Cl.

F02D 41/38 (2006.01)

F02D 41/30 (2006.01)

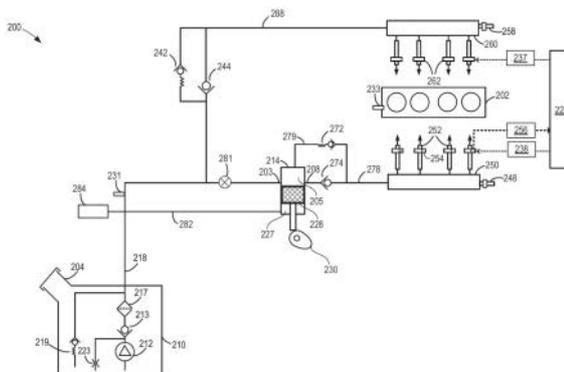
权利要求书2页 说明书18页 附图7页

(54) 发明名称

用于燃料喷射控制的方法和系统

(57) 摘要

本公开提供了“用于燃料喷射控制的方法和系统”。提供了用于燃料系统的方法和系统。在一个示例中,一种方法包括将直接喷射器的螺线管线圈的电阻与阈值电阻进行比较。所述方法还包括响应于所述比较而选择瞬态或稳态基于压力的喷射器平衡 (PBIB) 模型中的一者。



1. 一种方法,其包括:

响应于喷射器的螺线管线圈的电阻大于阈值电阻而执行瞬态基于压力的喷射器平衡(PBIB)模型。

2. 根据权利要求1所述的方法,其还包括响应于所述螺线管线圈的所述电阻小于或等于所述阈值电阻而执行稳态PBIB模型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述喷射器是被定位成直接喷射到发动机的燃烧室中的直接喷射器,其中当执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB时,所述直接喷射器处于活动状态。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中分开执行所述瞬态PBIB和所述稳态PBIB。

5. 根据权利要求2所述的方法,其还包括在所述稳态PBIB期间向所述螺线管线圈仅施加基础脉冲宽度。

6. 根据权利要求5所述的方法,其还包括在所述瞬态PBIB期间向所述螺线管线圈施加所述基础脉冲宽度和额外脉冲宽度。

7. 根据权利要求6所述的方法,其还包括基于喷射误差来确定所述额外脉冲宽度,其中所述喷射误差是基于实际喷射的燃料量与要喷射的命令的燃料量之间的差值,其中经由所述瞬态PBIB模型确定所述实际喷射的燃料量。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述电阻随着螺线管线圈温度升高而增加。

9. 一种系统,其包括:

发动机;

多个气缸,所述多个气缸包括多个进气道燃料喷射器和多个直接喷射器;以及

控制器,所述控制器包括存储在其非暂时性存储器上的计算机可读指令,所述计算机可读指令在被执行时使得所述控制器能够:

感测螺线管线圈的电阻;

响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述电阻大于阈值电阻而执行瞬态基于压力的喷射器平衡(PBIB),并且

响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述电阻小于或等于所述阈值电阻而执行稳态PBIB。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中所述指令还使得所述控制器能够感测所述螺线管线圈的温度,其中所述指令还使得所述控制器能够响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述温度高于阈值温度而执行瞬态PBIB。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中所述指令还使得所述控制器能够响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述温度低于或等于所述阈值温度而执行所述稳态PBIB。

12. 根据权利要求9所述的系统,其中所述指令还使得所述控制器能够响应于执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB而调整风扇操作,其中调整所述风扇操作以将气缸盖温度降低到低于期望的气缸盖操作温度范围的温度。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述指令还使得所述控制器能够调整所述风扇操作以将所述气缸盖温度维持为所述期望的气缸盖操作温度范围内的温度。

14. 根据权利要求9所述的系统,其中所述指令还使得所述控制器能够在所述稳态PBIB

期间向所述螺线管线圈施加基础脉冲宽度,并且其中所述指令还使得所述控制器能够在所述瞬态PBIB期间向所述螺线管线圈施加所述基础脉冲宽度和额外脉冲宽度。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述额外脉冲宽度是基于由所述多个直接喷射器中的直接喷射器的所述瞬态PBIB感测的喷射误差,其中所述喷射误差等于实际喷射的燃料量与命令的量之间的差值。

用于燃料喷射控制的方法和系统

技术领域

[0001] 本说明书总体上涉及校正燃料喷射器误差。

背景技术

[0002] 发动机可以被配置为使用进气道喷射和直接喷射中的一者或多者将燃料输送到发动机气缸。进气道燃料直接喷射 (PFDI) 发动机可能能够利用两个燃料喷射系统。例如,在高发动机负荷下,燃料可以经由直接喷射器直接喷射到发动机气缸中,由此利用直接喷射 (DI) 的充气冷却性质。在较低发动机负荷下和在发动机启动时,可以经由进气道燃料喷射器将燃料到发动机气缸的进气道中,从而减少微粒物质排放。在再其他状况期间,燃料的一部分可以经由进气道喷射器输送到气缸,而燃料的其余部分经由直接喷射器输送到气缸。

[0003] 随着时间推移,气缸的喷射器之间可能会产生差异,从而导致加燃料不准确。为了补偿喷射器可变性,可以使用为校正喷射参数确定的校正系数。然而,在一段时间不使用之后,可能会发生一种难以校正的变化。在停用阈值持续时间之后重新激活时,燃料喷射器可能会在一定时间内稀喷射,这可能会影响发动机操作。

[0004] 由Morris等人在美国专利号10,184,416中示出了一种示例性方法。其中,对喷射器尖端温度进行建模,并且基于所述模型来调整燃料喷射器的操作。如果喷射器已经被停用并且请求重新激活,则调整燃料脉冲宽度以补偿可能在停用之后出现的稀加燃料误差。

[0005] 然而,发明人已经识别出上文描述的方法的一些问题。例如,Morris的温度模型依赖于多次喷射以便校正喷射误差。因此,在发生PFI的DI停用时段之后,DI的重新启动可能包括在执行任何校正之前的多次不期望的稀燃料喷射。Morris进一步教导基于经验数据表明具有热尖端的喷射器可能非期望地稀喷射而应用所确定校正作为因子。发明人已经识别出喷射器尖端温度不是不期望稀喷射的原因,而是在较热时电阻增加的螺线管线圈导致打开时间更长。因此,所得误差是偏移误差,而不是乘法误差。因此,作为乘法因子的Morris校正因子不会校正稀加燃料现象。

发明内容

[0006] 在一个示例中,上述问题可以通过一种用于响应于喷射器的螺线管线圈的电阻大于阈值电阻而执行瞬态基于压力的喷射器平衡 (PBIB) 模型的方法来至少部分地解决。通过这种方式,可以学习和使用两个PBIB模型,即,瞬态PBIB模型和稳态PBIB模型。

[0007] 作为一个示例,在喷射器的瞬态阶段操作期间不更新稳态PBIB模型。同样,在喷射器的稳态操作期间不更新瞬态PBIB模型。在一个示例中,可以存在两个PBIB模型:在稳态喷射器操作期间使用的稳态PBIB模型和在瞬态喷射器操作期间使用的瞬态PBIB模型。来自瞬态PBIB模型的反馈可以用于在瞬态阶段期间调整喷射参数,使得由于喷射器的螺线管线圈状况偏离在稳态期间所学习状况而避免了不期望的稀喷射。在瞬态阶段期间提供给喷射器的脉冲宽度可以相对于稳态操作增加。可以延长喷射器的打开时间和/或可以减少喷射器的关闭时间以向燃烧室提供增加的加燃料。通过这样做,可以避免不期望的稀燃料喷射。

[0008] 应当理解,提供以上发明内容是为了以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的一系列概念。其并不意味着确定所要求保护的主题的关键或必要特征,主题的范围由具体实施方式之后的权利要求唯一地限定。此外,所要求保护的主题不限于解决上文或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示出了在示例性实施例中用于容纳和后处理由内燃发动机产生的排气流的装置以及内燃发动机。

[0010] 图2示出了混合动力车辆中包括的发动机的示意图。

[0011] 图3示出了用于执行基于压力的喷射器平衡 (PBIB) 程序的高级流程图。

[0012] 图4示出了用于在执行PBIB程序时调整风扇操作的方法。

[0013] 图5示出了用于在DI的瞬态操作期间基于来自瞬态PBIB程序的反馈向直接喷射器提供额外脉冲宽度 (PW) 的方法。

[0014] 图6A示出了用于更新PW查找表的操作。

[0015] 图6B示出了用于利用来自PW查找表的PW的操作。

[0016] 图7示出了预示性发动机操作序列,其示出了响应于加燃料状况而进行的PW调整。

具体实施方式

[0017] 以下描述涉及用于在直接喷射器停用时段之后结合处于活动状态的进气道燃料喷射调整操作参数的系统和方法。图1和图2示出了示出具有直接喷射器和进气道燃料喷射器的发动机的系统。图3示出了用于执行和更新PBIB模型的高级流程图。图4示出了用于在执行PBIB期间调整气缸盖温度 (CHT) 的方法。

[0018] 当直接喷射处于活动状态时,可以使用PBIB模型。在一个示例中,PBIB模型可以提供关于在直接喷射器重新启动时偏离命令的燃料喷射量的PBIB确定的燃料喷射量的反馈。在一个示例中,基于线圈电阻,可以选择PBIB模型,其中PBIB模型是瞬态PBIB模型或稳态PBIB模型。图5示出了响应于线圈电阻大于阈值电阻并结合所学习PW模型而执行瞬态PBIB模型。随着时间推移,可以基于查找表中的感测加燃料来更新提供给直接喷射器的PW,如图6A所示。查找表结合PBIB模型反馈可以用于调整直接喷射器PW参数,如图6A所示。图7示出了发动机操作序列的示例,所述发动机操作序列示出了对提供给直接喷射器的PW的调整。

[0019] 图1至图2示出了具有各种部件的相对定位的示例性配置。如果被示为直接彼此接触或直接联接,则至少在一个示例中,此类元件可以分别被称为直接接触或直接联接。相似地,至少在一个示例中,被示出为彼此邻接或相邻的元件可分别彼此邻接或相邻。作为一个示例,呈彼此共面接触搁置的部件可被称为共面接触。作为另一示例,在至少一个示例中,仅在其间具有空间并且没有其他部件的彼此相隔定位的元件可被称作如此。作为又一示例,被示出为在彼此的上方/下方的、在彼此相对的两侧或在彼此的左侧/右侧的元件可被称为相对于彼此如此。此外,如图中所示,在至少一个示例中,最顶部元件或元件的最顶点可被称为部件的“顶部”,并且最底部元件或元件的最底点可被称为部件的“底部”。如本文所使用的,顶部/底部、上部/下部、上方/下方可以是相对于图的竖直轴线而言的,并用于描述图的元件相对于彼此的定位。因而,在一个示例中,被示出为在其他元件上方的元件竖直

地定位在其他元件的上方。作为另一示例,附图内绘示的元件的形状可被称为具有这些形状(例如,诸如为圆形的、直线的、平面的、弯曲的、倒圆的、倒角的、成角度的等)。此外,在至少一个示例中,被示出为彼此交叉的元件可被称为交叉元件或彼此交叉。更进一步地,在一个示例中,被示出为在另一元件内或被示出为在另一元件外部的元件可被称为如此。应当理解,被称作“基本上类似和/或相同”的一个或多个部件根据制造公差(例如,在1%至5%的偏差内)而彼此不同。

[0020] 图1描绘了内燃发动机10的燃烧室或气缸的示例。发动机10可以联接在用于道路行驶的推进系统(诸如车辆系统5)中。在一个示例中,车辆系统5可以是混合动力电动车辆系统。

[0021] 发动机10可以至少部分地由包括控制器12的控制系统和来自车辆操作员130经由输入装置132的输入来控制。在该示例中,输入装置132包括加速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的气缸(本文还称为“燃烧室”)14可以包括燃烧室壁136与定位在其中的活塞138。活塞138可以联接到曲轴140,使得活塞的往复运动被转化为曲轴的旋转运动。曲轴140可以经由变速器系统联接到乘用车的至少一个驱动轮。此外,起动机马达(未示出)可以经由飞轮联接到曲轴140以实现发动机10的起动操作。

[0022] 气缸14可以经由一系列进气通道142、144和146接收进气。除了与气缸14连通之外,进气通道146还可以与发动机10的其他气缸连通。在一些示例中,进气通道中的一者或多者可以包括增压装置,诸如涡轮增压器或机械增压器。例如,图1示出了被配置有涡轮增压器的发动机10,所述涡轮增压器包括布置在进气通道142与144之间的压缩机174和沿着排气通道148布置的排气涡轮176。在增压装置被配置为涡轮增压器的情况下,压缩机174可以至少部分地由排气涡轮176经由轴180提供动力。然而,在其他示例中,诸如在发动机10设置有机械增压器的情况下,可以任选地省略排气涡轮176,其中压缩机174可以由来自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可以沿着发动机的进气通道设置,以用于改变提供给发动机气缸的进气的流速和/或压力。例如,如图1所示,节气门162可以位于压缩机174的下游,或者替代地可以设置在压缩机174的上游。

[0023] 除了气缸14之外,排气通道148还可以从发动机10的其他气缸接收排气。排气传感器128被示出为在排放控制装置178的上游联接到排气通道148。例如,传感器128可以从各种合适的传感器中选择以便提供对排气空燃比的指示,所述各种合适的传感器诸如线性氧传感器或UEGO(通用或宽域排气氧传感器)、双态氧传感器或EGO(如所描绘的)、HEGO(加热型EGO)、NO_x、HC或CO传感器。排放控制装置178可为三元催化器(TWC)、NO_x捕集器、各种其他排放控制装置或其组合。

[0024] 发动机10的每个气缸可以包括一个或多个进气门和一个或多个排气门。例如,气缸14被示出为包括位于气缸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。在一些示例中,发动机10的每个气缸(包括气缸14)可以包括位于气缸的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。

[0025] 进气门150可以由控制器12经由致动器152来控制。类似地,排气门156可以由控制器12经由致动器154来控制。在一些状况期间,控制器12可以改变提供给致动器152和154的信号,以控制相应的进气门和排气门的打开和关闭。进气门150和排气门156的位置可以分

别由相应的气门位置传感器(未示出)确定。气门致动器可以是电动气门致动类型或凸轮致动类型,或其组合。可以同时控制进气门正时和排气门正时,或者可以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的可能性中的任一者。每个凸轮致动系统可以包括一个或多个凸轮并且可以利用凸轮廓线变换(CPS)系统、可变凸轮正时(VCT)系统、可变气门正时(VVT)系统和/或可变气门升程(VVL)系统中的一者或多者,控制器12可以操作所述系统来改变气门操作。例如,气缸14可以替代地包括经由电动气门致动控制的进气门和经由凸轮致动(包括CPS和/或VCT)控制的排气门。在其他示例中,进气门和排气门可以由共同的气门致动器或致动系统或可变气门正时致动器或致动系统来控制。

[0026] 气缸14可以具有压缩比,所述压缩比是当活塞138处于下止点与处于上止点时的容积比。在一个示例中,压缩比在9:1至10:1的范围内。然而,在使用不同燃料的一些示例中,可以增大压缩比。例如,当使用较高辛烷值燃料或具有较高的汽化潜焓的燃料时可能会出现这种情况。如果使用直接喷射,由于直接喷射对发动机爆震的影响,则压缩比也可能会增大。

[0027] 在一些示例中,发动机10的每个气缸可以包括用于发起燃烧的火花塞192。点火系统190可在选择操作模式下响应于来自控制器12的火花提前信号SA而经由火花塞192向燃烧室14提供点火火花。然而,在一些实施例中,诸如在发动机10可以通过自动点火或通过燃料喷射来发起燃烧的情况下,可以省略火花塞192,就如同一些柴油发动机的情况那样。

[0028] 在一些示例中,发动机10的每个气缸可被配置有用于向气缸提供燃料的一个或多个燃料喷射器。作为非限制性示例,气缸14被示出为包括两个燃料喷射器166和170。燃料喷射器166和170可以被配置为输送从燃料系统8接收的燃料。如参考图2详细描述,燃料系统8可以包括一个或多个燃料箱、燃料泵以及燃料轨。燃料喷射器166被示为直接联接到气缸14,以用于与经由电子驱动器168从控制器12接收的信号FPW-1的脉冲宽度成比例地直接向气缸中喷射燃料。通过这种方式,燃料喷射器166向燃烧气缸14中提供所谓的燃料直接喷射(在下文中称为“DI”)。尽管图1示出了喷射器166被定位到气缸14的一侧,但是喷射器替代地可以位于活塞的顶部上方,诸如靠近火花塞192的位置。由于一些醇基燃料的较低挥发性,因此当使用醇基燃料操作发动机时,此类位置可以改善混合和燃烧。替代地,喷射器可以位于进气门顶部上方和附近以改善混合。燃料可以经由高压燃料泵和燃料轨从燃料系统8的燃料箱输送到燃料喷射器166。此外,燃料箱可以具有向控制器12提供信号的压力传感器。

[0029] 燃料喷射器170被示出为以向气缸14上游的进气道中提供所谓的燃料进气道喷射(在下文中称为“PFI”)的配置布置在进气道146中而不是在气缸14中。燃料喷射器170可与经由电子驱动器171从控制器12接收的信号FPW-2的脉冲宽度成比例地喷射从燃料系统8接收的燃料。应注意,单个驱动器168或171可用于两个燃料喷射系统,或者如所描绘的,可以使用多个驱动器,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。

[0030] 在替代示例中,燃料喷射器166和170中的每一者可以被配置为用于将燃料直接喷射到气缸14中的直接燃料喷射器。在又一个示例中,燃料喷射器166和170中的每一者可以被配置为用于在进气门150的上游喷射燃料的进气道燃料喷射器。在又其他示例中,气缸14可仅包括单个燃料喷射器,所述单个燃料喷射器被配置为以不同的相对量从燃料系统接

收不同的燃料作为燃料混合物,并且还被配置为作为直接燃料喷射器将此燃料混合物直接喷射到气缸中或者作为进气道燃料喷射器在进气门的上游喷射此燃料混合物。因而,应当理解,本文所描述的燃料系统不应受本文以举例方式描述的特定燃料喷射器配置的限制。

[0031] 在气缸的单个循环期间,燃料可通过两个喷射器输送到气缸。例如,每个喷射器可输送在气缸14中燃烧的总燃料喷射的一部分。此外,从每个喷射器输送的燃料的分配和/或相对量可以随着工况而变化,所述工况诸如是诸如在下文描述的发动机负荷、爆震和排气温度。可在打开进气门事件、关闭进气门事件(例如,基本上在进气冲程之前)期间以及在打开和关闭进气门操作期间输送进气道喷射的燃料。类似地,例如,可以在进气冲程期间以及部分在先前的排气冲程期间、在进气冲程期间并且部分在压缩冲程期间输送直接喷射的燃料。因而,甚至对于单个燃烧事件,可以在不同的正时从进气道喷射器和直接喷射器喷射所喷射的燃料。此外,对于单个燃烧事件,可以每循环执行输送的燃料的多次喷射。可以在压缩冲程、进气冲程或者它们的任何适当组合期间执行多次喷射。

[0032] 另外或替代地,在一些工况期间,喷射器中的一者或多者可以停用一段时间。例如,在小于高负荷的发动机负荷期间,可以停用燃料喷射器166,并且可以仅经由燃料喷射器170对气缸14加燃料。

[0033] 燃料喷射器166和170可具有不同的特性。这些不同的特性包括大小差异,例如,一个喷射器与另一个相比可以具有更大的喷射孔。其他差异包括但不限于不同喷雾角、不同操作温度、不同靶向、不同喷射正时、不同喷雾特性、不同位置等。此外,取决于喷射器170与166当中的所喷射燃料的分布比率,可以实现不同效果。

[0034] 燃料系统8中的燃料箱可以保存不同燃料类型的燃料,诸如具有不同燃料品质和不同燃料成分的燃料。差异可以包括不同的醇含量、不同的水含量、不同的辛烷值、不同的汽化热、不同的燃料共混物和/或它们的组合等。具有不同汽化热的燃料的一个示例可以包括作为第一燃料类型的具有较低汽化热的汽油和作为第二种燃料类型的具有较高汽化热的乙醇。在另一个示例中,发动机可以使用汽油作为第一燃料类型并使用含醇燃料共混物(诸如E85(它是大约85%的乙醇和15%的汽油)或M85(它是大约85%的甲醇和15%的汽油))作为第二燃料类型。其他可行物质包括水、甲醇、醇和水的混合物、水和甲醇的混合物、醇的混合物等。

[0035] 在再另一示例中,两种燃料可以是具有变化的醇成分的醇共混物,其中第一燃料类型可以是具有较低浓度醇的汽油醇共混物,诸如E10(其为大约10%乙醇),而第二燃料类型可以是具有较高醇浓度的汽油醇共混物,诸如E85(其为大约85%乙醇)。另外,第一燃料和第二燃料在其他燃料品质方面也可能不同,诸如温度、粘度、辛烷值等的差异。另外,一个或两个燃料箱的燃料特性可能经常变化,例如,由于油箱再加燃料引起的每日变化。

[0036] 控制器12在图1中被示为微型计算机,所述微型计算机包括:微处理器单元106、输入/输出端口108、用于可执行程序 and 校准值的电子存储介质(在此特定示例中被示为用于存储可执行指令的非暂时性只读存储器芯片110)、随机存取存储器112、保活存储器114以及数据总线。除先前讨论的那些信号之外,控制器12还可以接收来自联接到发动机10的传感器的各种信号,其包括:来自质量空气流量传感器122的进气质量空气流量(MAF);来自联接到冷却套管118的温度传感器116的发动机冷却剂温度(ECT);来自联接到曲轴140的霍尔效应传感器120(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124的绝对歧管压力信号 (MAP)。发动机转速信号 (RPM) 可以由控制器12根据信号PIP来生成。来自歧管压力传感器的歧管压力信号MAP可以用于提供对进气歧管中的真空或压力的指示。控制器12从图1的各种传感器接收信号,并采用图1的各种致动器以基于所接收的信号和存储在控制器的存储器上的指令来调整发动机操作。例如,基于由控制器向联接到直接喷射器的驱动器命令的脉冲宽度信号,燃料脉冲可以从直接喷射器输送到对应气缸中。

[0037] 如上所述,图1仅示出了多缸发动机的一个气缸。因而,每个气缸可类似地包括其自身的一组进气门/排气门、燃料喷射器、火花塞等。应当理解,发动机10可以包括任何合适数量的气缸,包括2个、3个、4个、5个、6个、8个、10个、12个或更多个气缸。此外,这些气缸中的每一者可以包括由图1参考气缸14所描述和描绘的各种部件中的一些或全部。

[0038] 在一些示例中,车辆5可以为具有可用于一个或多个车轮55的多个扭矩源的混合动力车辆。在其他示例中,车辆5是仅具有发动机的常规车辆或仅具有电机的电动车辆。在所示的示例中,车辆5包括发动机10和电机52。电机52可以是马达或马达/发电机。当一个或多个离合器56接合时,发动机10的曲轴140和电机52经由变速器54连接到车轮55。在所描绘的示例中,在曲轴140与电机52之间提供第一离合器56,并且在电机52与变速器54之间提供第二离合器56。控制器12可以向每个离合器56的致动器发送接合或脱离离合器的信号,以便将曲轴140与电机52以及与电机连接的部件连接或断开,和/或将电机52与变速器54以及与变速器连接的部件连接或断开。变速器54可以是齿轮箱、行星齿轮系统或另一种类型的变速器。动力传动系统可以各种方式配置,包括被配置为并联、串联或串-并联式混合动力车辆。

[0039] 电机52从牵引电池58接收电力以向车轮55提供扭矩。电机52也可以充当发电机,以例如在制动操作期间提供电力以对电池58充电。

[0040] 图2示意性地描绘燃料系统(诸如图1的燃料系统8)的示例性实施例200。燃料系统200可以被操作来将燃料输送到发动机,诸如图1的发动机10。燃料系统200可以由控制器操作来执行参考下文描述的方法描述的操作中的一些或全部。

[0041] 燃料系统200包括用于在车辆上存储燃料的燃料存储箱210、低压燃料泵(LPP) 212(在本文中也称为燃料提升泵212)和高压燃料泵(HPP) 214(在本文中也称为燃料喷射泵214)。燃料可以经由燃料加注通道204提供给燃料箱210。在一个示例中,LPP 212可以是至少部分地设置在燃料箱210内的电动低压燃料泵。LPP 212可以由控制器222(例如,图1的控制器12)操作以经由燃料通道218将燃料提供给HPP 214。LPP 212可以被配置为所谓的燃料提升泵。作为一个示例,LPP 212可以是包括电动(例如,DC)泵马达的涡轮(例如,离心)泵,由此可通过改变提供给泵马达的电力来控制泵两端的压力增加和/或通过泵的体积流速,从而增加或降低马达转速。例如,当控制器减小提供给提升泵212的电力时,可减小体积流速和/或提升泵两端的压力增大。可以通过增加提供给提升泵212的电力来增大体积流速和/或泵两端的压力增加。作为一个示例,被供应给低压泵马达的电力可以从交流发电机或车辆上的其他能量存储装置(诸如图1的电池58)获得,由此控制系统可以控制用于向低压泵提供动力的电气负荷。因此,通过改变提供给低压燃料泵的电压和/或电流,调整在高压燃料泵214的入口处提供的燃料的流速和压力。

[0042] LPP 212可以流体联接到过滤器217,所述过滤器可以去除燃料中所包含的可能会

潜在地损坏燃料处理部件的小杂质。可以促进燃料输送并且维持燃料管线压力的止回阀213可以流体定位在过滤器217的上游。在止回阀213处于过滤器217上游的情况下,低压通道218的顺度可以增加,这是因为过滤器的体积在物理上可以较大。此外,泄压阀219可以用于限制低压通道218中的燃料压力(例如,来自提升泵212的输出)。泄压阀219可以包括例如以指定压力差安置和密封的滚珠和弹簧机构。泄压阀219可以被配置为打开的压力差设置点可以采取各种合适值;作为非限制性示例,设置点可以是6.4巴或5巴(g)。孔口223可以用于允许将空气和/或燃料蒸气从提升泵212中泄放出去。孔口223处的这种泄放还可以用于向用于将燃料从燃料箱210内的一个位置转移到另一位置的射流泵提供动力。在一个示例中,孔口止回阀(未示出)可以与孔口223串联放置。在一些实施例中,燃料系统200可以包括一个或多个(例如,一系列)止回阀,所述止回阀流体联接到低压燃料泵212,以阻止燃料在气门的上游泄漏回来。在这种背景下,上游流是指从燃料轨250、260朝向LPP 212行进的燃料流,而下游流是指从LPP朝向HPP 214并且在HPP上去往燃料轨的标称燃料流方向。

[0043] 由LPP 212提升的燃料可以在低压下供应到通向HPP 214的入口203的燃料通道218中。位于入口203上游的电磁阀281控制被压缩的燃料量。HPP 214可以然后将燃料输送到第一燃料轨250,所述第一燃料轨联接到第一组直接喷射器252(在本文中也被称为第一喷射器组)中的一个或多个燃料喷射器。由LPP 212提升的燃料也可以被供应给第二燃料轨260,所述第二燃料轨联接到第二组进气道喷射器262(在本文中也被称为第二喷射器组)中的一个或多个燃料喷射器。HPP 214可以被操作以将输送到第一燃料轨的燃料的压力升高到高于提升泵压力,其中联接到直接喷射器组的第一燃料轨在高压下操作。结果,可以实现高压DI,同时可以在较低压力下操作PFI。

[0044] 尽管第一燃料轨250和第二燃料轨260中的每一者被示出为将燃料分配给相应的喷射器组252、262中的四个燃料喷射器,但是应当明白,每个燃料轨250、260可以将燃料分配给任何合适数量的燃料喷射器。作为一个示例,第一燃料轨250可以针对发动机的每个气缸将燃料分配给第一喷射器组252中的一个燃料喷射器,而第二燃料轨260可以针对发动机的每个气缸将燃料分配给第二喷射器组262中的一个燃料喷射器。控制器222可以单独地经由进气道喷射驱动器237致动进气道喷射器262中的每一者并且经由直接喷射驱动器238致动直接喷射器252中的每一者。控制器222、驱动器237、238和其他合适的发动机系统控制器可以包括控制系统。尽管驱动器237、238被示出为在控制器222外部,但是应当明白,在其他示例中,控制器222可以包括驱动器237、238或者可以被配置为提供驱动器237、238的功能性。控制器222可以包括未示出的另外部件,诸如图1的控制器12中所包括的那些部件。

[0045] 第一喷射器组252(例如,高压喷射器组和/或直接喷射组)包括多个喷射器,每个喷射器被示为包括螺线管254。螺线管254可以包括电磁线圈,所述电磁线圈被配置为从直接喷射驱动器238接收能量以调整直接喷射器的电枢移动,所述直接喷射器被配置为打开或关闭喷射器的一部分,由此调整喷射器囊与燃烧室之间的流体联接。电流传感器256可以被配置为感测螺线管254的电阻、电流、电压等,所述电阻、电流、电压等可以用于确定第一喷射器组252是在瞬态状况参数内还是在稳态参数内操作。另外或替代地,电流传感器256可以用温度传感器代替或与温度传感器组合,其中螺线管254的温度可以用于确定是否存在瞬态或稳态状况参数。

[0046] HPP 214可以是发动机驱动的正排量泵。作为一个非限制性示例,HPP 214可以利

用螺线管激活的控制阀(例如,燃料量调节器、磁性电磁阀等)来改变每个泵冲程的有效泵量。HPP的出口止回阀由外部控制器机械控制而非电子控制。与马达驱动的LPP 212相比,HPP 214可以由发动机机械地驱动。HPP 214包括泵活塞228、泵压缩室205(在本文中也称为压缩室)和阶状空间227。泵活塞228经由凸轮230从发动机曲轴或凸轮轴接收机械输入,由此根据凸轮驱动的单缸泵的原理来操作HPP。传感器(图2中未示出)可以定位在凸轮230附近以使得能够确定凸轮的角位置(例如,在0度至360度之间),所述角位置可以被中继到控制器222。阶状空间227也可以经由燃料管线282直接联接到燃料通道218。蓄积器284可以联接在节点处。

[0047] 提升泵燃料压力传感器231可以沿着燃料通道218定位在提升泵212与高压燃料泵214之间。在该配置中,来自传感器231的读数可以被解释为提升泵212的燃料压力(例如,提升泵的出口燃料压力)和/或高压燃料泵的入口压力的指示。来自传感器231的读数可以用于评估燃料系统200中的各种部件的操作,确定是否向高压燃料泵214提供足够的燃料压力使得高压燃料泵摄取液体燃料而不是燃料蒸气,和/或以使供应给提升泵212的平均电力最小化。

[0048] 第一燃料轨250包括用于向控制器222提供直接喷射燃料轨压力的指示的第一燃料轨压力传感器248。同样地,第二燃料轨260包括用于向控制器222提供进气道喷射燃料轨压力的指示的第二燃料轨压力传感器258。发动机转速传感器233可以用于向控制器222提供发动机转速的指示。因为泵214由发动机202例如经由曲轴或凸轮轴进行机械驱动,所以发动机转速的指示可以用于识别高压燃料泵214的转速。

[0049] 第一燃料轨250沿着燃料通道278联接到HPP 214的出口208。止回阀274和泄压阀(也被称为泵泄压阀)272可以定位在HPP 214的出口208与第一(DI)燃料轨250之间。泵泄压阀272可以联接到燃料通道278的旁通通道279。出口止回阀274仅在直接喷射燃料泵214的出口处的压力(例如,压缩室出口压力)高于燃料轨压力时才打开以允许燃料从高压泵出口208流入燃料轨中。泵泄压阀272可以限制HPP 214的下游和第一燃料轨250的上游的燃料通道278中的压力。例如,泵泄压阀272可以将燃料通道278中的压力限制到200巴。当燃料轨压力大于预定压力时,泵泄压阀272允许燃料从DI燃料轨250朝向泵出口208流出。阀244和242组合工作以使低压燃料轨260保持加压到预定低压。泄压阀242有助于限制可能由于燃料的热膨胀而聚积在燃料轨260中的压力。

[0050] 基于发动机工况,燃料可以由一个或多个进气道喷射器262和直接喷射器252输送。例如,在高负荷工况期间,燃料可以经由仅直接喷射在给定的发动机循环中输送到气缸,其中进气道喷射器262被禁用。在另一个示例中,在中等负荷工况期间,燃料可以经由直接喷射和进气道喷射中的每一者在给定发动机循环中输送到气缸。作为又另一示例,在低负荷工况、发动机起动以及暖机怠速状况期间,燃料可以经由仅进气道喷射在给定的发动机循环中输送到气缸,其中直接喷射器252被禁用。

[0051] 此处应注意,图2的高压泵214被呈现为高压泵的一种可能的配置的说明性示例。图2中所示的部件可以被移除和/或更换,而当前未示出的附加部件可以被添加到泵214,同时仍维持将高压燃料输送到直接喷射燃料轨和进气道喷射燃料轨的能力。

[0052] 控制器12还可以控制燃料泵212和214中的每一者的操作以调整被输送到发动机的燃料的量、压力、流速等。作为一个示例,控制器12可以改变燃料泵的压力设置、泵冲程

量、泵占空比命令和/或燃料流速以将燃料输送到燃料系统的不同位置。电联接到控制器222的驱动器(未示出)可以用于根据需要向低压泵发送控制信号,以调整低压泵的输出(例如,速度、流量输出和/或压力)。

[0053] 由于来自直接喷射器的燃料喷射导致喷射器冷却,因此在一段时间不活动之后,压力可以从捕集在DI燃料轨250处的燃料累积,从而导致在DI燃料轨250处经历温度和压力升高。另外,直接喷射器尖端温度可能开始上升。另外,由于燃料密度的变化,在给定的燃料脉冲宽度下释放的燃料质量可能下降,从而导致稀空燃比偏移。

[0054] 本文的发明人已经认识到,在所述不活动时段之后的DI操作可能呈现可能发生稀加燃料的情况。尽管DI尖端温度可以用于稍微缓解不期望的稀加燃料,但是来自DI尖端温度模型的反馈可能是缓慢的并且在执行校正之前需要多次燃料喷射。在一个示例中,可以由来自电流/电压模型的反馈结合瞬态PBIB模型来校正这些缺点。例如,电流/电压模型可以在操作参数期间快速(例如,立即)确定线圈电阻,其中如果电阻高于阈值电阻,则可能存在瞬态状况。线圈电阻可能随着其温度升高而增大。尽管线圈电阻与其温度成比例,但是其原因不是由于喷射器尖端温度。因此,在瞬态操作期间使用喷射器尖端温度来校正加燃料误差是不准确的并且提供的结果不如期望的结果。与稳态PBIB分开更新和执行的瞬态PBIB可以与PW计划结合使用以校正瞬态事件期间由于线圈电阻升高引起的加燃料误差。

[0055] 通过这种方式,图1至图2的系统实现了一种发动机系统,所述发动机系统包括:发动机气缸,所述发动机气缸包括:进气门和排气门;直接燃料喷射器,所述直接燃料喷射器用于将燃料直接输送到所述发动机气缸中;进气道燃料喷射器,所述进气道燃料喷射器用于将燃料输送到所述发动机气缸的所述进气门上游的进气道中;燃料轨,所述燃料轨向所述直接燃料喷射器和所述进气道燃料喷射器中的每一者提供燃料;温度传感器,所述温度传感器联接到所述燃料轨;以及控制器。所述控制器可以被配置有存储在非暂时性存储器上的计算机可读指令,所述计算机可读指令用于:停用所述直接燃料喷射器;响应于在仅经由进气道喷射进行的发动机加燃料的持续时间之后进行直接喷射器重新激活,增大命令的直接喷射燃料脉冲宽度;并且响应于在无发动机加燃料的持续时间之后进行直接喷射器重新激活,减小所述命令的直接喷射燃料脉冲宽度。在一个示例中,随着发动机转速、发动机负荷、火花正时延迟、估计的燃料轨压力和发动机加燃料的持续时间中的一者或多者的增加,可以提高所述增加的速率。在另一个示例中,响应于所述进气门和所述排气门在所述无发动机加燃料的持续时间期间保持活动和所述无发动机加燃料的持续时间的增加中的一者或多者,可以提高所述减小的速率。所述控制器可以包括用于估计进入所述停用的直接喷射器的燃料流速的另外指令;并且随着所述估计的燃料流速增加,响应于在所述仅经由进气道喷射进行的所述发动机加燃料的持续时间之后进行直接喷射器重新激活而减小所述增加的速率;并且响应于在无发动机加燃料的持续时间之后进行直接喷射器重新激活而提高所述减小的速率。

[0056] 现在参考图3,示出了用于执行调整PBIB模型的示例性方法300的高级流程图。PBIB模型可以是瞬态或稳态PBIB模型。然而,如本文将描述的,瞬态PBIB模型和稳态PBIB模型可以分开执行并且彼此分开更新,使得每个模型的状况和学习参数是不同的。图3的方法可以作为存储在控制器的非暂时性存储器中的可执行指令结合到图1的系统中。另外,方法300的其他部分可以经由控制器变换物理世界中的装置和致动器的操作状态来执行。控制

器可以采用发动机系统的发动机致动器来调整发动机操作。

[0057] 在302处,方法300确定工况。可以经由本文所述的传感器和致动器来确定发动机和车辆工况。在一个示例中,工况可以包括但不限于环境温度、环境压力、发动机温度、发动机转速、车辆速度、燃料轨压力和推进力踏板位置。

[0058] 方法300前进到304,其包括确定DI状态。DI状态可以是活动的(例如,正在喷射)或不活动的(例如,未喷射)。如果DI状态为不活动,则方法300前进到306,其包括不执行PBIB。因此,既不执行瞬态也不执行稳态PBIB。

[0059] 如果DI状态为活动,则方法300可以前进到308,其包括停用DI泵。DI泵可以对应于用于流体地联接到DI的高压燃料轨的高压泵。例如,图2的高压燃料泵214可以停用,由此阻止由于向高压燃料轨引入新燃料而引起的高压燃料轨的压力变化。因而,高压燃料轨中的压力变化可能是仅DI喷射燃料的结果。

[0060] 方法300可以前进到310,其包括将DI喷射偏移以防止喷射正时重叠。因此,当第一直接喷射器喷射燃料时,DI系统的另一个直接喷射器可以不喷射燃料,直到第一直接喷射器停止喷射燃料。通过这样做,燃料轨中的压力变化可以与经由单个喷射器进行的喷射直接相关。

[0061] 方法300可以前进到312,其包括在高压泵关闭并且喷射偏移的情况下执行DI喷射,使得可以根据需要执行PBIB。

[0062] 方法300可以前进到314,其包括在每次单独喷射之后感测燃料轨压力变化。结合特定喷射器存储燃料轨压力变化。例如,对于流体地联接到四个直接喷射器的燃料轨,将第一喷射器与第一燃料轨压力变化一起存储,将第二喷射器与第二燃料轨压力变化一起存储,以此类推。

[0063] 方法300可以前进到316,其包括将燃料轨压力变化与由对应喷射器喷射的实际燃料质量相关。在一个示例中,第一燃料轨压力变化与由第一喷射器喷射的第一实际燃料质量相关。第二燃料轨压力变化与由第二喷射器喷射的第二实际燃料质量相关。第一实际质量和第二实际质量可以是相等或不同的值。在一些示例中,另外或替代地,燃料轨压力变化可以与实际燃料喷射量相关。

[0064] 方法300可以前进到318,其包括将实际喷射的燃料量与命令的量进行比较。

[0065] 方法300可以前进到320,其包括确定命令的量与实际量之间的差值。在一个示例中,针对每个喷射器计算所述差值,其中所述差值等于喷射器加燃料误差。如果喷射器中的一者或多者不存在差值,则方法300前进到322,其包括不更新PBIB模型。因而,基于当前PBIB模型的调整可能已经是准确的,并且由于不存在喷射器加燃料误差,因此可能不需要更新PBIB模型。

[0066] 如果喷射器中的一者或多者存在差值,则方法300前进到324,其包括更新PBIB模型。更新PBIB模型可以包括更新喷射与命令的燃料量不同的燃料量的喷射器中的一者或多者的喷射器加燃料误差。基于对PBIB模型的更新,可以调整类似条件下的未来DI喷射以限制和/或缓解先前经历的误差。可以周期性地或连续地执行对PBIB模型的更新。在一个示例中,更新的PBIB模型可以调整喷射器命令(例如,脉冲宽度),使得一旦基于所学习误差将提供到直接喷射器的脉冲宽度调整到期望值,所有直接喷射器就都是相同的。另外或替代地,连续执行的闭环系统可以用于将命令的燃料质量与实际燃料质量之间的平均误差调整为

零。

[0067] 现在转向图4,其示出了用于在如上面关于图3所讨论的执行PBIB期间调整风扇操作的方法400。在一个示例中,调整风扇操作以维持相对接触的气缸盖温度(CHT)。在一个示例中,风扇是散热器风扇。然而,在不脱离本公开的范围的情况下,可以使用其他风扇。

[0068] 方法400开始于402,其包括确定PBIB是否处于活动状态。如上面关于图3描述,如果高压泵被停用并且DI喷射正时被偏移,则PBIB可以处于活动状态,使得来自不同喷射器的喷射不重叠。如果PBIB不处于活动状态,则方法400前进到404,其包括不调整风扇操作。因而,风扇操作可以基于维持期望的气缸盖温度、冷却剂温度或独立于气缸盖温度对PBIB学习和/或反馈的影响的其他温度。

[0069] 如果PBIB处于活动状态,则方法400前进到406,其包括调整风扇操作。可以调整风扇操作,使得风扇转速保持相对恒定。在一个示例中,在PBIB执行之外,可以周期性地激活和停用风扇操作,使得气缸盖温度遵循具有期望的温度范围的锯齿模式。然而,由于螺线管的绕组被加热,期望的温度范围的较低温度与较高温度之间的变化会影响螺线管电阻。这种电阻变化可能导致电流变化,从而可能影响喷射器打开和关闭力,由此影响PBIB结果。通过保持风扇转速相对恒定,可以避免气缸盖温度的变化并且可以改善PBIB结果。

[0070] 方法400可以前进到408,其包括将恒温器调整到完全打开位置。因而,气缸盖中的冷却剂可以自由地流动而不会由于恒温器的位置而中断和/或减慢。通过这种方式,可以仅经由风扇来控制气缸盖温度。

[0071] 方法400可以前进到410,其包括确定气缸盖温度是否低于期望的温度范围并高于下限阈值。在一个示例中,期望的温度范围与下限阈值之间的温度范围对应于低于PBIB操作之外的平均目标温度的气缸盖温度,其中所述平均目标温度是期望的温度范围的平均值。这可以确保螺线管绕组温度不会升高到其电阻增加到大于阈值电阻的电阻的温度,其中所述阈值电阻对应于其中喷射器的打开和关闭时间和/或力发生变化从而导致加燃料误差的电阻。

[0072] 如果气缸盖温度在期望的温度范围与下限阈值之间,则方法400可以前进到412以维持风扇操作。如果气缸盖温度不在期望的温度范围与下限阈值之间,则方法400可以前进到414,其包括调整风扇转速直到气缸盖温度在期望的温度范围与下限阈值之间。在一个示例中,通过调整风扇功率、转速、电压、电流和占空比中的一者或多者来调整风扇转速。通过这种方式,风扇转速不是基于期望的发动机操作温度或期望的冷却剂温度来调整的,而是响应于感测到的螺线管电阻基于螺线管绕组的加热来调整的。在一个示例中,如果气缸盖温度太高,则可以增大风扇转速。如果气缸盖温度太低,则可以降低风扇转速。

[0073] 在一个示例中,方法400教导在第一模式与第二模式之间调整风扇操作。可以在未执行PBIB时选择第一模式,并且可以在执行PBIB时选择第二模式。第一模式被配置为基于期望的温度范围的极值来维持气缸盖温度等于平均期望的温度。这可以通过基于由风扇和流到气缸盖的冷却剂中的每一者提供的冷却来振荡风扇功率、风扇转速、风扇占空比等来执行。因此,在第一模式期间,气缸盖温度可能会波动,从而形成波浪形温度曲线。第二模式被配置为缓解气缸盖温度的波动。相对于第一模式将风扇操作调整为恒定或更均匀操作,使得第二模式期间的气缸盖温度的最大值与最小值之间的差值低于第一模式期间的差值。在一个示例中,为了在第二模式期间实现更均匀的气缸盖温度,仅经由风扇提供冷却。因

此,恒温器移动到完全打开位置,从而允许冷却剂自由地流出气缸盖。另外,在第二模式期间实现的温度可以是低于期望的温度范围的最小值的温度。通过这样做,在PBIB执行期间学习的结果可能更准确,由此增强未来DI喷射的喷射误差。可以针对瞬态PBIB和稳态PBIB中的每一者调整风扇操作。

[0074] 现在转向图5,其示出了用于基于如上文关于方法300和400所述来自PBIB模型的反馈来调整直接喷射器操作参数的方法500。

[0075] 方法500开始于502,其包括确定是否存在对停用DI的请求。对停用DI的请求可以基于发动机负荷降低到相对较低负荷、发动机关闭或车辆关闭中的一者或多者。如果存在所述请求,则方法500可以前进到504,其包括维持当前操作参数并且不基于PBIB反馈结合所学习的瞬态PW调整来调整喷射器重新激活参数。在一些示例中,可以基于上述方法300和400在504处执行稳态PBIB。

[0076] 如果存在对停用DI的请求,则方法500可以前进到505,其包括停用DI。通过这种方式,燃料不经由DI喷射到燃烧室中。

[0077] 方法500可以前进到506,其包括确定是否需要经由PFI加燃料。如果不期望加燃料,则方法500可以前进到507,其包括停用PFI并且不对发动机加燃料。在车辆的全电动操作期间可能不期望加燃料。另外或替代地,在起动/停止、车辆关闭、滑行事件等期间可能不需要加燃料。方法500可以继续监测对PFI加燃料的请求。

[0078] 如果期望PFI加燃料,则方法500前进到508,其包括仅在PFI处于活动状态时操作发动机。因而,经由PFI输送全部量的命令的燃料。在此期间,DI处于不活动状态,这可能导致DI的螺线管绕组的温度升高。

[0079] 方法500可以前进到509,其包括确定是否存在对重新启动DI的请求。如果发动机负荷已经增加到中负荷或高负荷,则可能存在所述请求。如果不存在对重新启动DI的请求,则所述方法继续仅用PFI为发动机加燃料并维持DI处于不活动状态。

[0080] 如果存在所述请求,则方法500前进到510,其包括确定螺线管电阻是否大于阈值电阻。阈值电阻可以基于相对于其中电阻小于或等于阈值的稳态操作需要增加电流(例如,PW)来驱动喷射器的操作的电阻。在一个示例中,可以经由图2的传感器256来确定螺线管线圈的电阻。如果螺线管电阻不大于阈值电阻,则方法500可以前进到511,其包括基于方法300执行稳态PBIB。因而,不执行瞬态PBIB。然后,方法500可以前进到图4的406以如上所述以调整风扇操作。

[0081] 另外或替代地,可以代替螺线管电阻或结合螺线管电阻来确定螺线管线圈的温度。可以经由温度传感器(诸如图2的传感器256)来确定温度。可以将所述温度与阈值温度进行比较,其中所述阈值温度是基于螺线管线圈的温度,其中打开和关闭时间相对于低于阈值温度的温度发生变化,使得加燃料误差增大到期望的公差之外。如果温度高于阈值温度,则可能正在发生瞬态状况。如果温度低于或等于阈值温度,则可能正在发生稳态状况。

[0082] 返回到510,如果螺线管电阻大于阈值电阻,则方法500前进到512,其包括执行瞬态PBIB并基于瞬态PBIB反馈和PW计划来施加额外PW。图6B中示出了示例性PW计划,其中基于来自如图6A所示的瞬态PBIB的反馈来学习PW计划。

[0083] 方法500可以前进到512,其包括不更新稳态PBIB。通过这种方式,当执行瞬态PBIB模型时,既不执行也不更新稳态PBIB模型。

[0084] 方法500可以前进到514,其包括确定螺线管电阻是否等于或小于阈值电阻。如果螺线管电阻仍然大于阈值电阻并且瞬态状态仍在发生,则方法500可以前进到516,其包括继续执行瞬态PBIB模型并施加额外PW。

[0085] 如果螺线管电阻小于或等于阈值电阻,则已经达到稳态。因而,方法500可以前进到518,其包括停用瞬态PBIB并且不再基于瞬态PBIB反馈来施加额外PW。方法500可以前进到如上所述的511。

[0086] 在一个示例中,PBIB可以被配置为校正每个单独的喷射器的传递函数,使得系统将如同发动机中具有理想匹配的一组喷射器一样操作(例如,喷射器以相同方式喷射)。然而,在DI不使用一段时间之后,DI喷射可能为稀,直到在一阶指数曲线之后,它达到稳态值。这种情况的解决方法是通过基于喷射器尖端温度的校正因子来基于现有技术中提供的理论来补偿“缺失”燃料。然而,发明人已经发现,螺线管线圈的初始(和瞬态)高温导致高电阻、低电流、低力,并且因此导致缓慢的打开时间。确定测量的线圈电阻/温度,并且确定稳态电阻/温度和瞬态电阻/温度。其次,我们应用适合于缓慢喷射打开时间(加数)的校正,而不是作为基于瞬态PBIB反馈的因子。当然,由于线圈电阻是电感测的,因此可能无法对其进行建模。然而,可以将螺线管线圈电阻或温度分别与阈值电阻或温度进行比较,以确定是否正在发生瞬态状况或稳态状况。

[0087] 因此,在本公开的示例中,可以学习第一PBIB和第二PBIB。第一PBIB可以对应于稳态PBIB,并且第二PBIB可以对应于瞬态PBIB。基于螺线管线圈电阻与阈值电阻或螺线管线圈温度与阈值温度之间的比较来选择两个PBIB中的一者。如果正在发生瞬态状况,则可以结合感应特征测量(例如,PW测量)来学习经由瞬态PBIB感测到的加燃料误差。

[0088] 转向图6A,其示出了用于更新查找表的实施例600。在610处经由来自瞬态PBIB的反馈将命令的燃料质量和实际燃料质量输入到差值计算器中。在直接喷射器的重新激活的初始阶段期间感测命令的燃料质量和实际燃料质量。如上所述,由于基于螺线管线圈较热而引起的直接喷射器不活动,加燃料可能比期望的更稀。因而,可以确定实际燃料质量与命令的燃料量之间的差值。可以将差值(例如, $M_{\text{误差}}$)输入到积分增益620以产生与脉冲宽度校正相对应的 $M_{\text{增量}}$ 值。脉冲宽度校正可以被加时间戳,使得脉冲宽度校正可以在期望的时间施加并且施加到期望的喷射器。即,脉冲宽度校正可以对应于在特定时间点施加且施加到特定喷射器的额外脉冲宽度。图形630示出了在重新激活直接喷射器之后施加的额外脉冲宽度的示例。相对于时间绘制了额外脉冲宽度,其中时间零对应于直接喷射器的重新激活的开始,并且当曲线图与时间相交时,不再施加额外脉冲宽度,因为由PBIB感测到的实际燃料质量相对于命令的燃料质量达到较接近1的值。

[0089] 用校正因子更新直接喷射器燃料脉冲可以包括调整一个或多个喷射参数,诸如直接喷射器喷射的脉冲宽度、喷射压力和喷射量。在一个特定示例中,在直接喷射器重新激活之后的第一脉冲中,直接喷射的脉冲宽度可以在初始燃料脉冲宽度上增大,并且在后续脉冲中,直接喷射的脉冲宽度可以朝向初始燃料脉冲宽度逐渐减小。因而,考虑到由于每个加燃料事件发生的燃料状况和加燃料引起的燃料温度的变化,可以逐个加燃料事件地执行脉冲宽度调整(包括调整的量值和调整速率)。例如,所述调整可以考虑螺线管线圈电阻和/或温度的变化。因此,在直接喷射器重新激活之后的瞬态期间,关于第一脉冲的脉冲宽度相对于稳态的增加可以大于后续直接喷射器燃料脉冲的脉冲宽度的增加。

[0090] 应当理解,尽管图6A的示例描述了针对在仅经由进气道喷射进行发动机加燃料的时段之后重新激活直接喷射器时的直接喷射器燃料脉冲调整。燃料脉冲调整是基于感测到的螺线管线圈电阻,所述感测到的螺线管线圈电阻可以在不发生燃料喷射的情况下进行感测。因此,额外PW宽度可以在瞬态状况期间施加于第一次喷射,并且可以相对于基于感测喷射器尖端温度的先前示例的模型将实际喷射燃料增加得更接近命令的喷射燃料。通过这样做,可以随时间更新瞬态PBIB,然后使用所述瞬态PBIB来更新额外PW计划(曲线图630)以进一步改善瞬态状况期间的喷射器调整。

[0091] 转向图6B,其示出了在直接喷射器的重新激活期间施加校正的脉冲宽度的实施例650。 $M_{命令}$ 被输入到输入传递函数660中。输入传递函数660还可以接收体积模量输入和/或燃料轨压力输入。喷射器传递函数660可以输出 $PW_{基础}$ 值。 $PW_{基础}$ 值可以是在稳态操作期间提供的PW。在一个示例中,在稳态操作期间基于稳态PBIB反馈,实际喷射燃料除以命令的燃料量可以等于约1。然而,实际喷射燃料(仅 $PW_{基础}$ 值除以命令的燃料量)可以等于由瞬态PBIB确定的小于1的值(例如,在0.5至1之间)。然而,在670处将经由曲线图630确定的额外脉冲宽度($PW_{额外}$)添加到 $PW_{基础}$,其中 $PW_{额外}$ 是在如上文关于图6A描述的先前瞬态工况期间学习的。因而,所得的实际喷射燃料经由将 $PW_{额外}$ 添加到 $PW_{基础}$ 而更接近于命令的燃料喷射。

[0092] 在实际示例中,由于发动机负荷小于阈值负荷,直接喷射器被停用。在一个示例中,阈值负荷是高负荷或中负荷。PFI处于活动状态并将燃料喷射到发动机的进气道中。在此期间,DI可以在DI操作期间被加热到高于期望的温度。由于缺乏经由喷射燃料的冷却,这种加热可能导致螺线管线圈加热。因而,电阻以及因此用于在瞬态工况期间操作直接喷射器的电压可以高于在稳态操作期间使用的电压。响应于DI被重新激活并且感测到的线圈电阻大于阈值电阻,可以基于来自瞬态PBIB模型的反馈和PW计划而将额外脉冲宽度施加到基础脉冲宽度。可以经由存储在查找表(例如,曲线图630)中的数据来确定额外脉冲宽度,其中至少一个输入是自从DI重新激活开始以来的时间。额外PW可以随着自从DI重新激活开始以来的时间增加而减小。因此,随着重新激活的进行,喷射的燃料质量除以命令的燃料质量值可以朝着1增大,并且对额外PW校正稀加燃料误差的需求也可能降低。

[0093] 作为另一个实际示例,如果发动机操作包括其中PFI正在喷射而DI未喷射,则在重新激活DI时感测DI的线圈电阻。如果线圈电阻小于或等于阈值电阻,则选择稳态PBIB并且不向DI提供额外PW。然而,如果在重新激活DI之后,线圈电阻大于阈值电阻,则选择瞬态PBIB。瞬态PBIB感测喷射燃料量并基于喷射燃料量与命令的量之间的差值来确定加燃料误差。加燃料误差被转换为克服差值(例如,校正加燃料误差)所需的额外PW。瞬态PBIB在重新启动期间继续感测加燃料误差,并且在此期间学习额外PW。因此,在未来的瞬态状况期间,施加额外PW并且减小误差。然而,误差可能仍然存在。因此,可以经由所学习误差来更新瞬态PBIB和额外PW,以增强瞬态DI喷射。

[0094] 现在转向图7,其示出了图形700,所述图形示出了用于在PFI仍然处于活动状态时在停用时段之后的重新启动期间调整DI操作参数的发动机操作序列。曲线图710示出了DI状态。曲线图720示出了PFI状态。曲线图730示出了喷射的燃料质量除以命令的燃料质量,并且虚曲线图732示出了在没有脉冲宽度校正(例如,额外脉冲宽度)的情况下将发生的喷射的燃料质量除以命令的燃料质量的瞬态。曲线图740示出了脉冲宽度持续时间,并且虚线742示出了没有添加脉冲宽度校正的脉冲宽度基础。曲线图750示出了螺线管线圈电阻,并

且虚线750示出了阈值电阻。时间被示出在横坐标上并且从图的左侧到右侧增加。

[0095] 在 t_1 之前,直接喷射器(DI)状态为开启(曲线图710)。此外,进气道燃料喷射器(PFI)状态为开启(曲线图720)。喷射的燃料质量除以命令的燃料质量(例如,稳态PBIB反馈)在接近1的值下以阶梯式方式振荡(曲线图730)。即,在 t_1 之前执行稳态PBIB,并且瞬态PBIB不响应于螺线管电阻小于阈值电阻(分别为曲线图750和虚线752)。脉冲宽度持续时间等于脉冲宽度基础值,其被示出为在相对较长的持续时间与相对较短的持续时间之间(曲线图740)。

[0096] 在 t_1 处,将DI状态切换为关闭。因而,DI在 t_1 至 t_2 之间不向气缸喷射燃料。可以响应于发动机负荷减小或其他状况而停用DI。因而,在 t_1 至 t_2 之间,喷射的燃料质量除以命令的燃料质量值是不可用的。PFI保持活动,由此导致发动机被加燃料并发生燃烧。在此期间,DI可以在不经过喷射进行冷却的情况下被加热。即,当DI喷射燃料时,燃料的较低温度可以冷却DI的各种部件,包括喷射器尖端、喷射器螺线管等。当DI被加热时,螺线管线圈也可能被加热,这可能增加其电阻。如图所示,螺线管电阻增加到大于阈值电阻的相对较高的螺线管电阻。

[0097] 在 t_2 处,重新激活DI并且PFI喷射器保持活动。在 t_2 至 t_3 之间,当螺线管电阻大于阈值电阻时,发生DI重新激活,从而导致发生瞬态DI重新激活。因此,执行瞬态PBIB并且不执行稳态PBIB。在可以包括多次燃料喷射的这种瞬态阶段期间,基于图6A和图6B中描述的瞬态PBIB学习和PW更新来应用对DI参数的校正。从经由所提供的额外脉冲宽度进行的整个瞬态阶段,喷射的燃料质量除以命令的DI燃料等于约1。如图所示,脉冲宽度在瞬态阶段开始时增大到长持续时间,其中持续时间沿着断点曲线衰减,直到在没有额外脉冲宽度的情况下喷射的燃料质量除以命令的燃料质量是常数。在一个示例中,额外脉冲宽度可以对应于较长的打开时间或较短的关闭时间。由于脉冲宽度延长,避免了在瞬态模式832之后喷射的燃料质量除以命令的燃料质量值。在 t_2 至 t_3 之间,可以更新瞬态PBIB,而不更新稳态PBIB以避免不期望的学习行为。

[0098] 在 t_3 处,响应于螺线管电阻小于或等于阈值电阻,终止额外脉冲宽度。在 t_3 之后,可以使用与在 t_1 之前施加的脉冲宽度类似的基础脉冲宽度来维持喷射的期望的燃料质量除以DI的命令的燃料质量值。此外,瞬态PBIB被停用并且由此稳态PBIB被激活。DI和PFI保持活动并向发动机供应燃料。

[0099] 一种方法的实施例包括:响应于在停用时段之后重新激活多个直接喷射器,阻止对稳态PBIB模型的更新。所述方法的第一示例还包括其中所述停用时段还包括其中进气道燃料喷射器处于活动状态并且为发动机加燃料。所述方法的第二示例(任选地包括第一示例)还包括响应于在所述重新激活之后螺线管电阻小于或等于阈值电阻而更新所述稳态PBIB模型。所述方法的第三示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中在所述螺线管电阻大于所述阈值电阻的所述重新激活的瞬态阶段期间发生阻止对所述稳态PBIB模型的更新。所述方法的第四示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中除了基础脉冲宽度之外还提供额外脉冲宽度,其中响应于所述螺线管线圈电阻小于或等于所述阈值电阻而提供所述基础脉冲宽度。所述方法的第五示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述额外脉冲宽度随着所述瞬态阶段的进行而减小。

[0100] 一种系统的实施例包括:发动机,所述发动机包括多个气缸,所述多个气缸包括多

个进气道燃料喷射器和多个直接喷射器;以及控制器,所述控制器包括存储在其非暂时性存储器上的计算机可读指令,所述计算机可读指令在被执行时使得所述控制器能够响应于所述多个直接喷射器在停用时段之后被重新激活而感测螺线管线圈电阻;响应于所述螺线管电阻小于或等于阈值电阻而执行稳态基于压力的喷射器平衡(PBIB)模型;并且响应于所述压力比大于所述阈值电阻而执行瞬态PBIB模型并阻止对所述稳态PBIB模型的更新,还包括除了基础脉冲宽度之外还向所述多个直接喷射器施加额外脉冲宽度。所述系统的第一示例还包括其中所述指令还使得所述控制器能够从查找表中检索所述额外脉冲宽度,其中所述额外脉冲宽度是基于自从所述多个直接喷射器的重新激活以来的时间。所述系统的第二示例(任选地包括第一示例)还包括其中所述额外脉冲宽度随着自从所述重新激活以来的所述时间增加而减小。所述系统的第三示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中响应于在将所述额外脉冲宽度添加到所述基础脉冲宽度之后实际燃料质量小于命令的燃料质量而更新所述额外脉冲宽度。所述系统的第四示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述查找表是图形,并且其中所述图形是包括第一减小速率和第二减小速率的断点曲线,其中所述第一减小速率对应于所述重新激活的开始。所述系统的第五示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述第二减小速率小于所述第一减小速率。所述系统的第六示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中施加所述额外脉冲宽度与燃料喷射器尖端温度无关。所述系统的第七示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述多个直接喷射器被定位成直接喷射到燃烧室容积中,并且其中所述多个进气道燃料喷射器被定位成喷射到所述燃烧室容积之外的进气道中。所述系统的第八示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中用于调整散热器风扇操作以将气缸盖温度降低到地于期望的气缸盖温度范围的指令,并且其中当所述气缸盖温度低于所述期望的气缸盖温度范围时更新所述稳态PBIB模型。

[0101] 一种方法的实施例包括:响应于喷射器的螺线管线圈的电阻大于阈值电阻而执行瞬态基于压力的喷射器平衡(PBIB)模型。所述方法的第一示例还包括其中响应于所述螺线管线圈的所述电阻小于或等于所述阈值电阻而执行稳态PBIB模型。所述方法的第二示例(任选地包括第一示例)还包括其中所述喷射器是被定位成直接喷射到发动机的燃烧室中的直接喷射器,其中当执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB时,所述直接喷射器处于活动状态。所述方法的第三示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中分开执行所述瞬态PBIB和所述稳态PBIB。所述方法的第四示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括在所述稳态PBIB期间向所述螺线管线圈仅施加基础脉冲宽度。所述方法的第五示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括在所述瞬态PBIB期间向所述螺线管线圈施加所述基础脉冲宽度和额外脉冲宽度。所述方法的第六示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括基于喷射误差来确定所述额外脉冲宽度,其中所述喷射误差是基于实际喷射的燃料量与要喷射的命令的燃料量之间的差值,其中经由所述瞬态PBIB模型确定所述实际喷射的燃料量。所述方法的第七示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述电阻随着螺线管线圈温度升高而增加。

[0102] 一种系统的实施例包括:发动机;多个气缸,所述多个气缸包括多个进气道燃料喷射器和多个直接喷射器;以及控制器,所述控制器包括存储在其非暂时性存储器上的计算机可读指令,所述计算机可读指令在被执行时使得所述控制器能够感测螺线管线圈的电

阻,响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述电阻大于阈值电阻而执行瞬态基于压力的喷射器平衡(PBIB),并且响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述电阻小于或等于所述阈值电阻而执行稳态PBIB。所述系统的第一示例还包括其中所述指令还使得所述控制器能够感测所述螺线管线圈的温度,其中所述指令还使得所述控制器能够响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述温度高于阈值温度而执行瞬态PBIB。所述系统的第二示例(任选地包括第一示例)还包括其中所述指令还使得所述控制器能够响应于所述多个直接喷射器处于活动状态并且所述螺线管线圈的所述温度低于或等于所述阈值温度而执行所述稳态PBIB。所述系统的第三示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述指令还使得所述控制器能够响应于执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB而调整风扇操作,其中调整所述风扇操作以将气缸盖温度降低到低于期望的气缸盖操作温度范围的温度。所述系统的第四示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述指令还使得所述控制器能够调整所述风扇操作以将所述气缸盖温度维持为所述期望的气缸盖操作温度范围内的温度。所述系统的第五示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述指令还使得所述控制器能够在所述稳态PBIB期间向所述螺线管线圈施加基础脉冲宽度,并且其中所述指令还使得所述控制器能够在所述瞬态PBIB期间向所述螺线管线圈施加所述基础脉冲宽度和额外脉冲宽度。所述方法的第七示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括其中所述额外脉冲宽度是基于由所述多个直接喷射器中的直接喷射器的所述瞬态PBIB感测的喷射误差,其中所述喷射误差等于实际喷射的燃料量与命令的量之间的差值。

[0103] 一种方法的实施例包括:响应于直接喷射器的螺线管线圈的电阻而选择执行瞬态基于压力的喷射器平衡(PBIB)或稳态PBIB中的一者;以及在执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB中的一者期间调整风扇操作以将气缸盖温度降低到低于期望的气缸盖温度的温度。所述方法的第一示例还包括其中所述风扇操作包括第一模式和第二模式,其中所述第一模式使风扇转速振荡并将所述气缸盖温度调整为等于平均温度,其中所述平均温度等于所述期望的气缸盖温度,并且其中所述第二模式维持恒定风扇转速并将所述气缸盖温度调整到低于所述期望的气缸盖温度的温度,并且其中所述方法还包括当不执行所述瞬态PBIB和所述稳态PBIB时选择所述第一模式,并且当执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB中的一者时选择所述第二模式。所述方法的第二示例(任选地包括第一示例)还包括响应于所述螺线管线圈的温度而选择执行所述瞬态PBIB或所述稳态PBIB中的一者。所述方法的第三示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括在所述瞬态PBIB期间将额外脉冲宽度添加到施加到所述螺线管线圈的基础脉冲宽度,所述方法还包括基于在所述直接喷射器的瞬态操作期间经由所述瞬态PBIB确定的加燃料误差来学习所述额外脉冲宽度,其中所述额外脉冲宽度与所述直接喷射器的加燃料误差成比例。所述方法的第四示例(任选地包括一个或多个前述示例)还包括随着所述直接喷射器的瞬态操作的进行而减小添加到所述基础脉冲宽度的所述额外脉冲宽度。

[0104] 应注意,本文所包括的示例性控制和估计程序可以与各种发动机和/或车辆系统配置一起使用。本文公开的控制方法和程序可作为可执行指令存储在非暂时性存储器中,并且可由包括控制器的控制系统结合各种传感器、致动器和其他发动机硬件来实施。本文所述的具体程序可表示任何数量的处理策略(诸如事件驱动的、中断驱动的、多任务的、多

线程的等)中的一者或多者。因而,示出的各种动作、操作和/或功能可按示出的顺序执行、并行执行,或者在一些情况下被省略。同样,处理顺序不一定是实现本文描述的示例性实施例的特征和优点所必需的,而是为了便于说明和描述而提供。可以根据所使用的特定策略重复执行所示动作、操作和/或功能中的一者或多者。此外,所述动作、操作和/或功能可以图形地表示被编程到发动机控制系统中的计算机可读储存介质的非暂时性存储器中的代码,其中所述动作通过结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来执行。

[0105] 应理解,本文中公开的配置和程序本质上是示例性的,并且这些具体实施例不应被视为具有限制性含义,因为众多变化是可能的。例如,上述技术可应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4缸以及其他发动机类型。本公开的主题包括本文公开的各种系统和配置以及其他特征、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。

[0106] 如本文所使用,除非另有指定,否则术语“大约”被解释为表示所述范围的 $\pm 5\%$ 。

[0107] 所附权利要求特别地指出被视为新颖和非显而易见的某些组合和子组合。这些权利要求可指代“一个”要素或“第一”要素或其等同物。这些权利要求应理解为包括一个或多个此类要素的结合,既不要求也不排除两个或更多个此类要素。所公开特征、功能、要素和/或性质的其他组合和子组合可通过修正本权利要求或通过在此申请或相关申请中呈现新的权利要求来要求保护。此类权利要求与原始权利要求相比无论在范围上更宽、更窄、等同或不同,也都被视为包括在本公开的主题内。

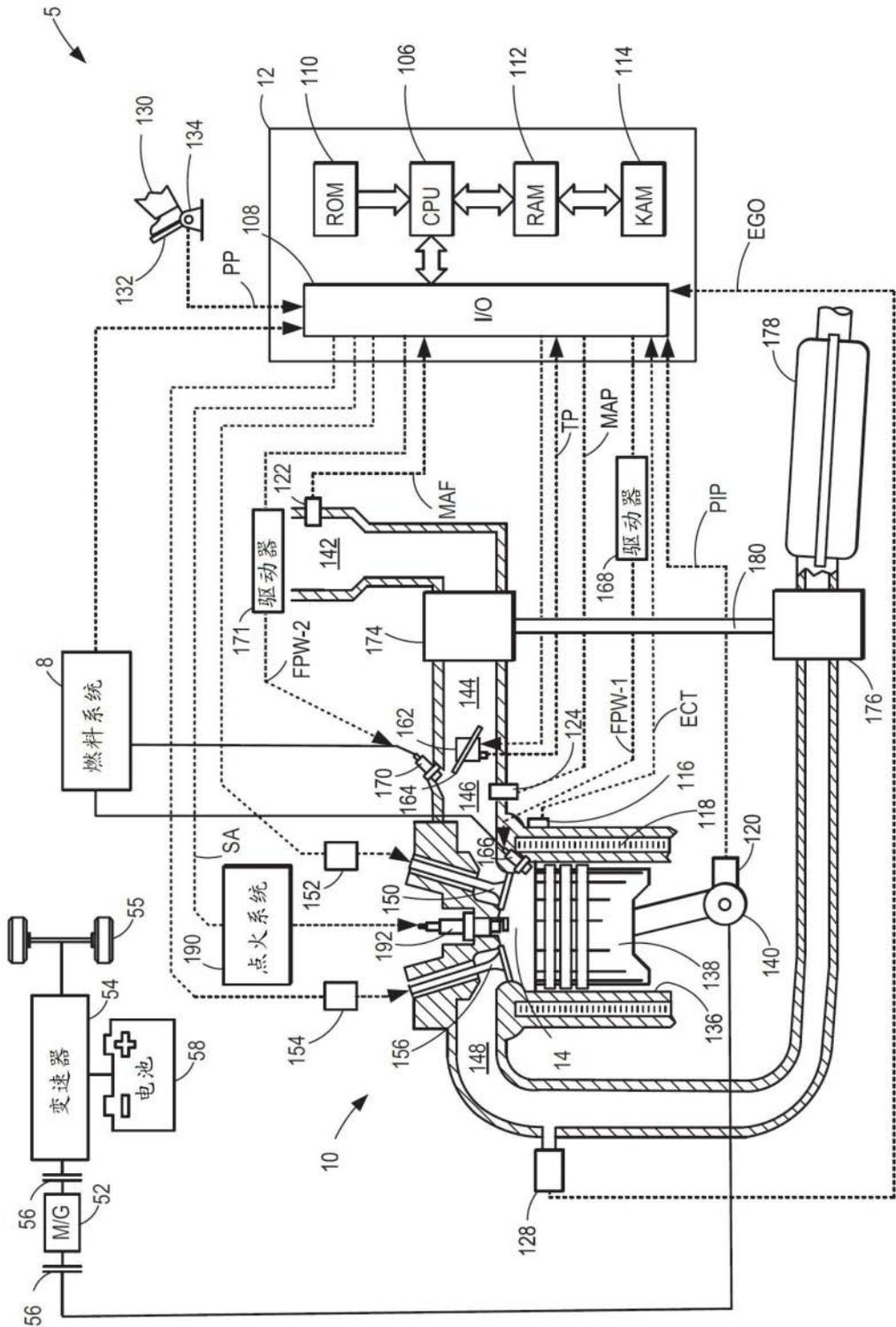


图1

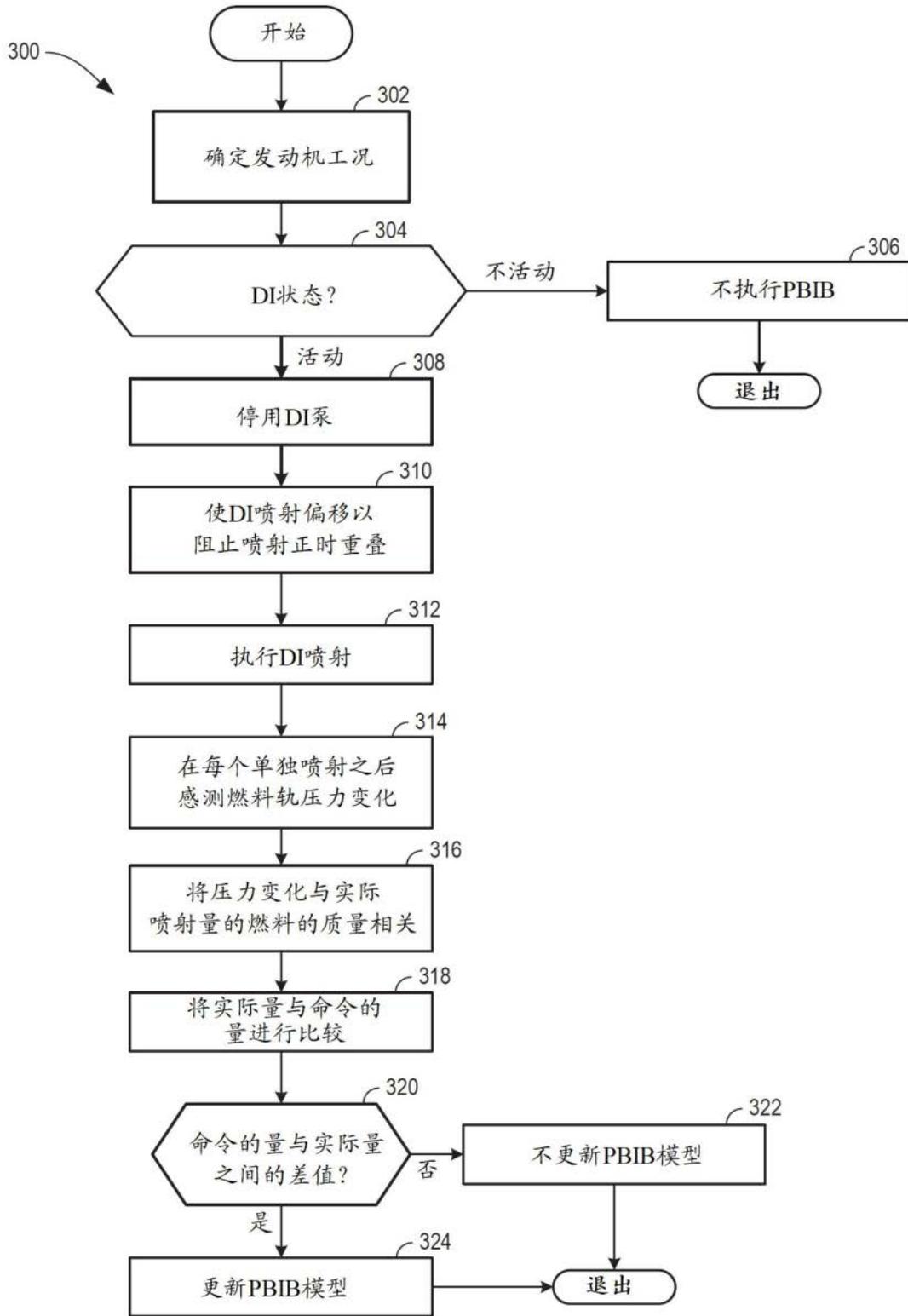


图3

400

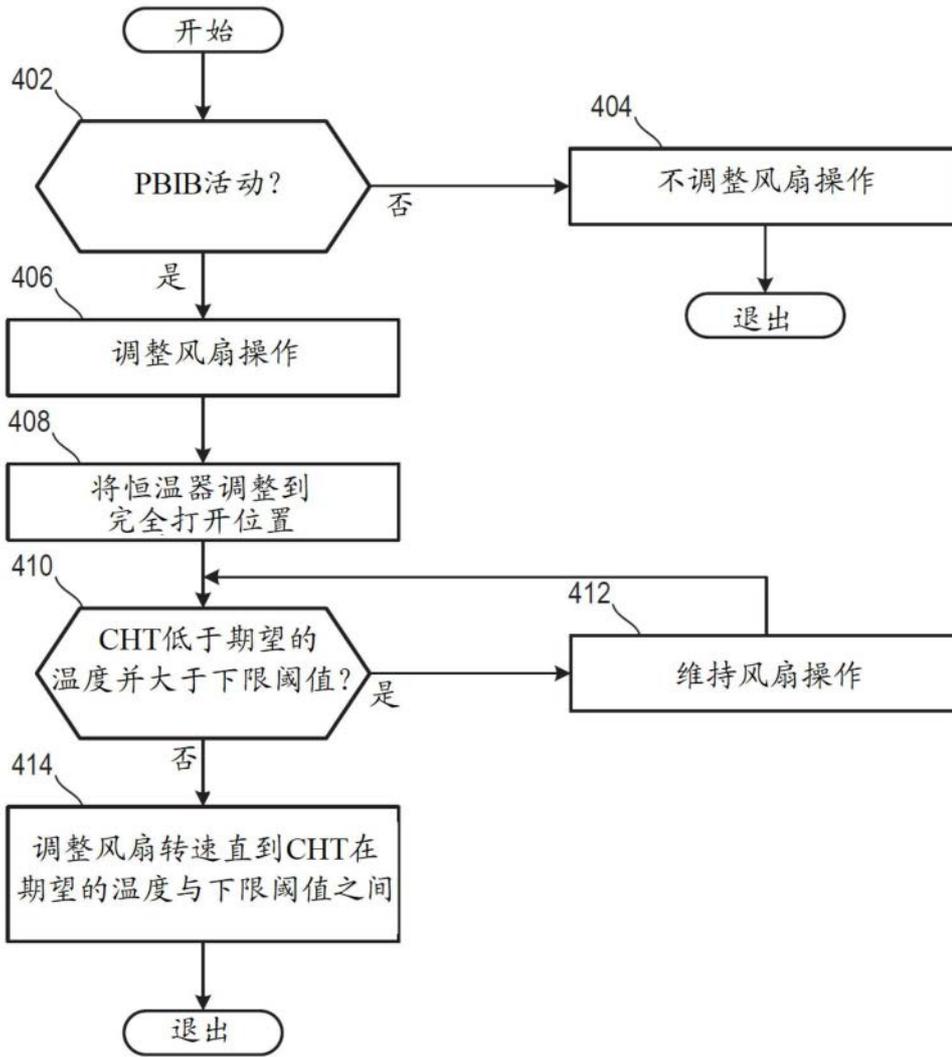


图4

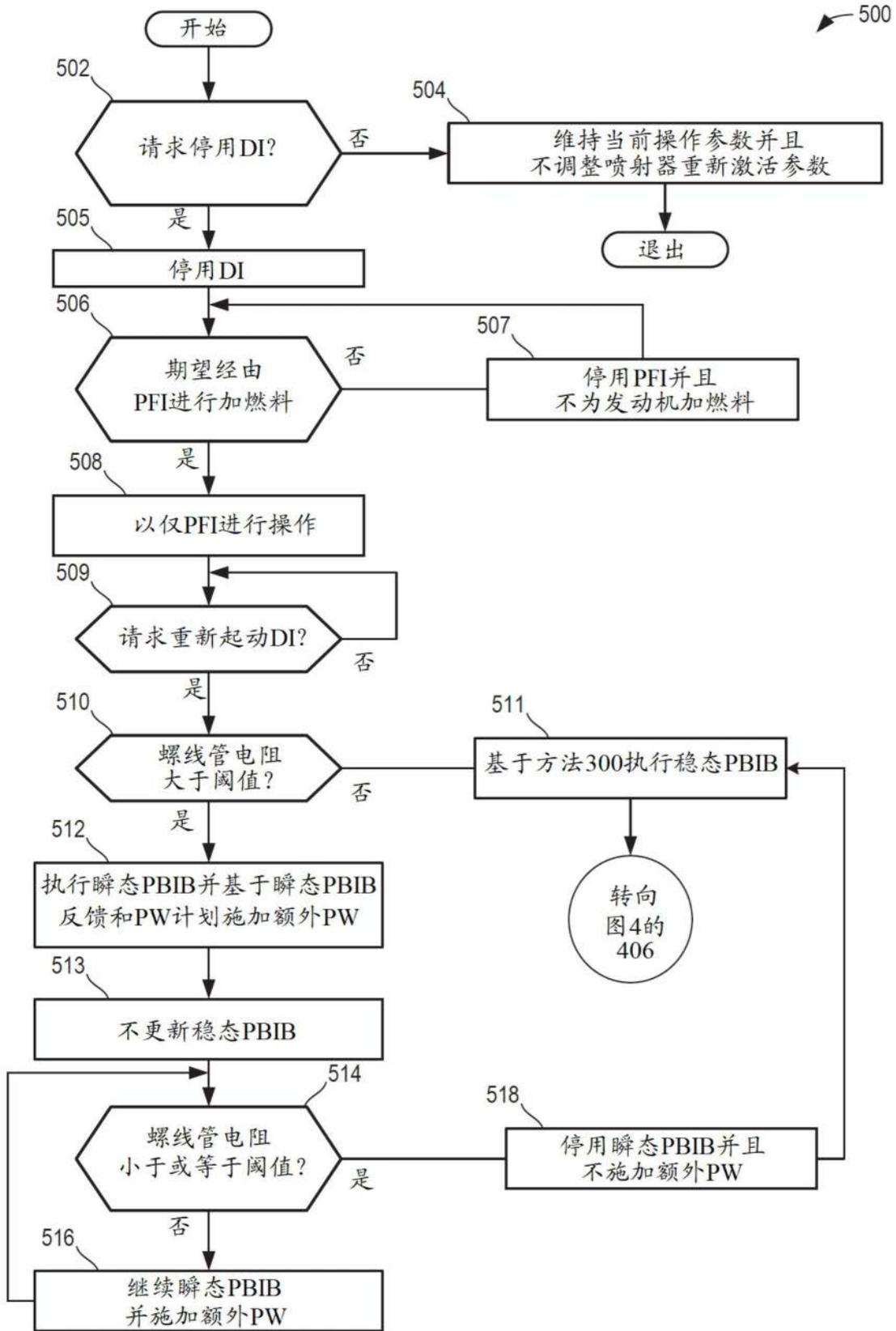


图5

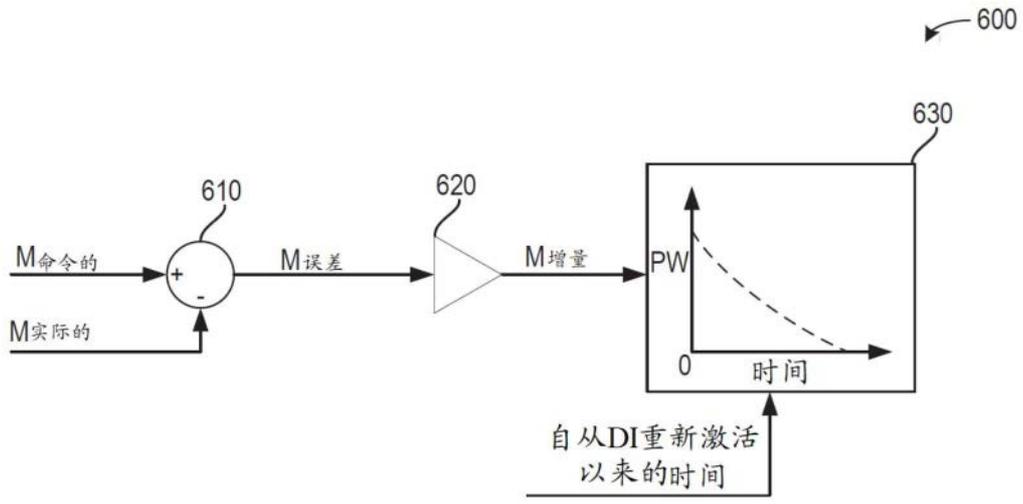


图6A

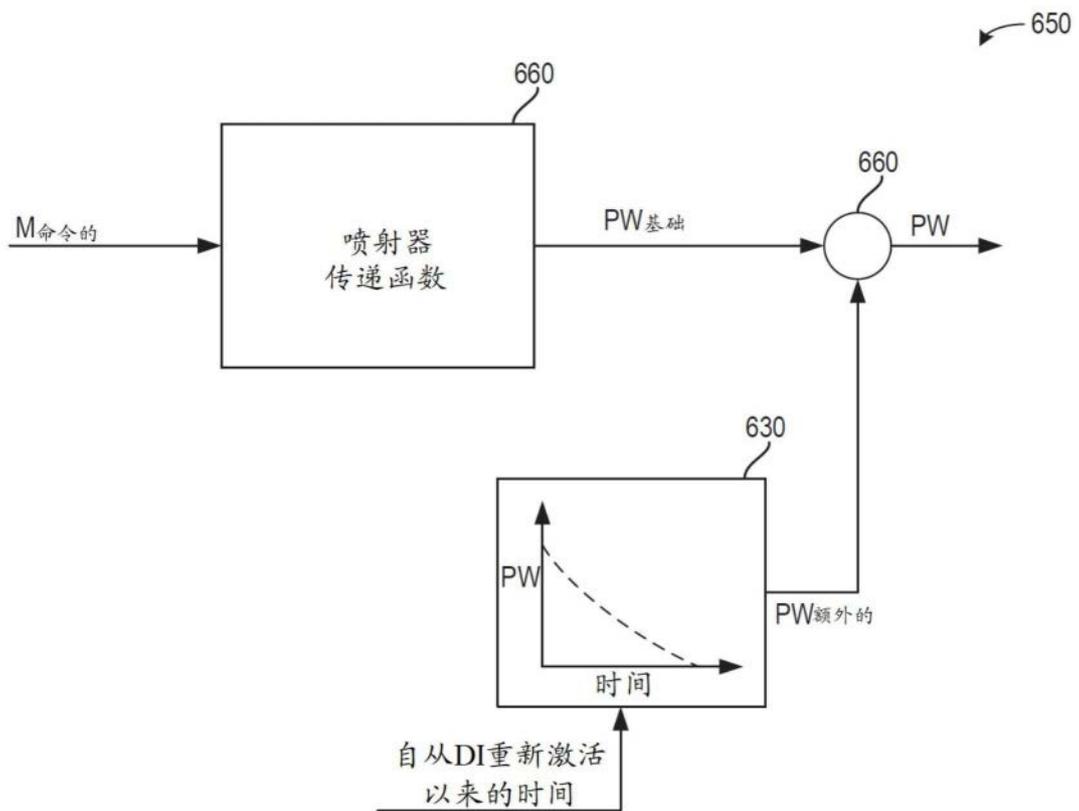


图6B

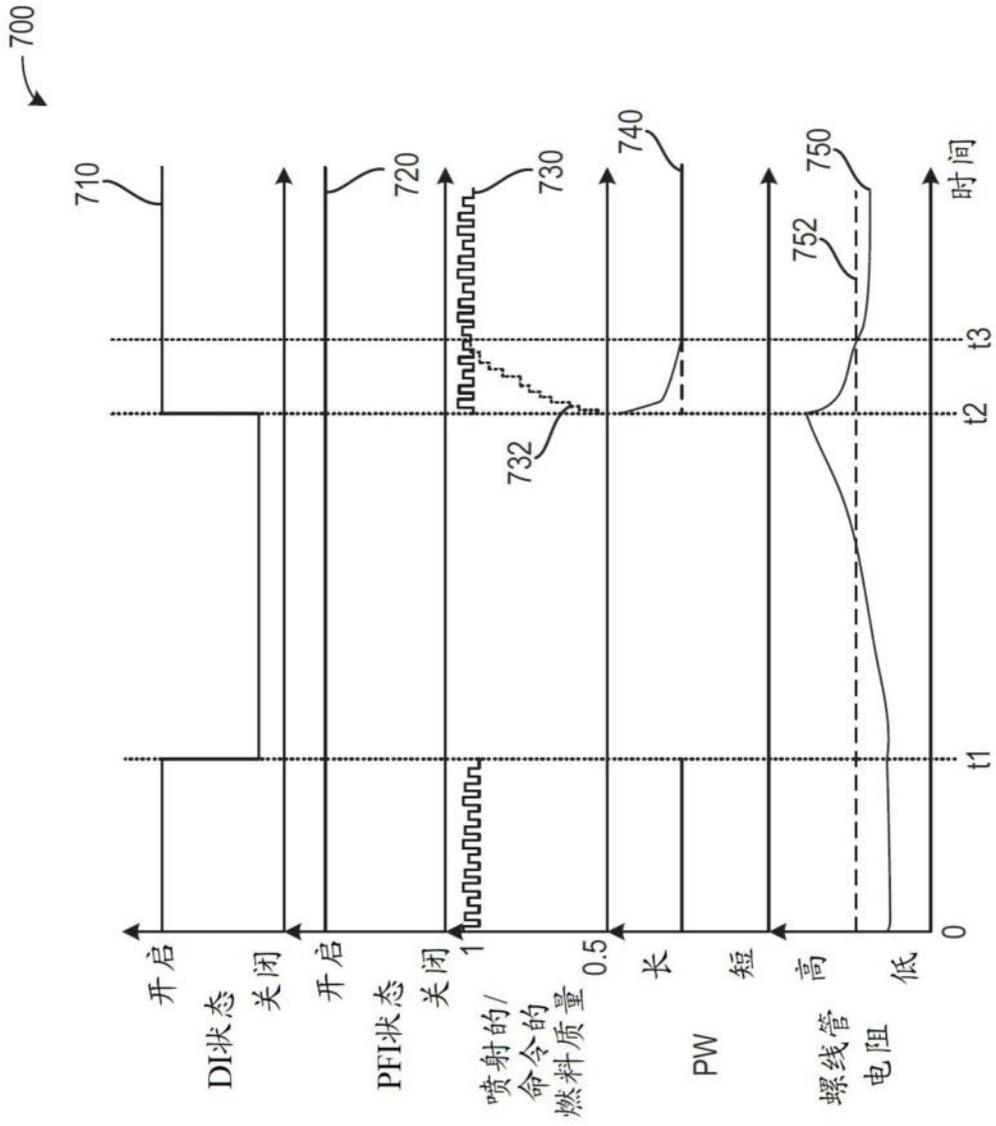


图7