



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102654085 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201210052957. 1

(22) 申请日 2012. 03. 02

(30) 优先权数据

13/038, 649 2011. 03. 02 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 E. V. 冈策 H. G. 桑托索

B. F. 亨特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 原绍辉 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02D 43/00(2006. 01)

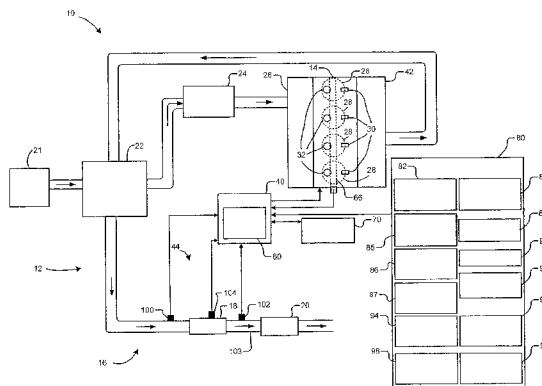
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于高效稀燃操作发动机的热管理系统

(57) 摘要

本发明涉及用于高效稀燃操作发动机的热管理系统。具体地,提供了一种热管理系统,其包括确定催化转化器是否为活性的催化转化器模块。选择性催化还原 SCR 催化剂模块确定 SCR 催化剂是否为活性。当催化转化器不为活性时,发动机控制模块调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并且延迟发动机的火花。当催化转化器为活性而 SCR 催化剂不为活性时,发动机控制模块执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到发动机的排气系统中的至少一个。



1. 一种热管理系统,包括:

催化转化器模块,所述催化转化器模块确定催化转化器是否为活性;

选择性催化还原 SCR 催化剂模块,所述 SCR 催化剂模块确定 SCR 催化剂是否为活性;以及

发动机控制模块,当所述催化转化器不为活性时,所述发动机控制模块调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并且延迟所述发动机的火花,

其中当所述催化转化器为活性而所述 SCR 催化剂不为活性时,所述发动机控制模块执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到所述发动机的排气系统中的至少一个。

2. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,还包括:

第一监测模块,所述第一监测模块确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个;

第二监测模块,所述第二监测模块确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个;以及

热控制模块,所述热控制模块基于:i)所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个;和 ii)所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个,调节所述发动机的空燃比以便以所述化学计量比操作,并且延迟所述发动机的火花。

3. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,还包括:

第一监测模块,所述第一监测模块确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个,

其中所述催化转化器模块基于所述第一温度与起燃温度之间的比较和所述第一活性体积与第一阈值之间的比较中的至少一个来产生第一比较信号;以及

第一控制模块,所述第一控制模块基于所述第一比较信号来请求所述发动机以化学计量比操作和延迟所述发动机的火花。

4. 根据权利要求 3 所述的热管理系统,其中当所述第一温度低于所述起燃温度和所述第一活性体积小于所述第一阈值中的至少一个存在时,所述发动机控制模块以化学计量的空燃比操作所述发动机,并延迟所述发动机的火花。

5. 根据权利要求 3 所述的热管理系统,还包括:

第二监测模块,所述第二监测模块确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个,

其中所述 SCR 催化剂模块基于所述第二温度与活性温度之间的比较和所述第二活性体积与第二阈值之间的比较中的至少一个来产生第二比较信号;以及

第二控制模块,所述第二控制模块基于所述第二比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

6. 根据权利要求 5 所述的热管理系统,其中当所述第二温度低于所述活性温度和所述第二活性体积小于所述第二阈值中的至少一个存在时,所述发动机控制模块向所述排气系统提供燃料。

7. 根据权利要求 5 所述的热管理系统,所述第二控制模块基于所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个以及所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个对提供到所述排气系统的燃料量进行限制。

8. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,还包括:

监测模块,所述监测模块确定所述 SCR 催化剂的温度和所述 SCR 催化剂的活性体积中的至少一个,

其中所述 SCR 催化剂模块基于所述温度与活性温度之间的比较和所述活性体积与阈值之间的比较中的至少一个来产生比较信号;以及

后喷射控制模块,所述后喷射控制模块基于所述比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

9. 根据权利要求 8 所述的热管理系统,其中所述后喷射控制模块基于所述 SCR 催化剂的温度和所述活性体积中的至少一个对提供至所述排气系统的燃料量进行限制。

10. 一种热控制方法,包括:

确定催化转化器是否为活性;

确定选择性催化还原 SCR 催化剂是否为活性;

当所述催化转化器不为活性时,调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并延迟所述发动机的火花;以及

当所述催化转化器为活性而所述 SCR 催化剂不为活性时,执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到所述发动机的排气系统中的至少一个。

用于高效稀燃操作发动机的热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆排气系统,尤其涉及维持排气部件的活性温度的热管理系统。

背景技术

[0002] 在此提供的背景说明是为了大体上介绍本发明的背景。当前署名的发明人的一部分工作在背景技术部分中被描述,这部分内容以及在提交申请时该描述中不另构成现有技术的方面,既不明确也不暗示地被承认是破坏本发明的现有技术。

[0003] 在内燃发动机(ICE)的燃烧循环期间,在 ICE 的气缸中提供空气 / 燃料混合物。空气 / 燃料混合物被压缩并燃烧,以提供输出扭矩。在燃烧之后,ICE 的活塞迫使气缸中的废气通过排气阀开口离开并进入排气系统。废气可包含氮氧化物(NO_x)和一氧化碳(CO)以及碳氢化合物(HC)。

[0004] ICE 的废气处理系统可包括催化转化器和选择性催化还原(SCR) 催化剂,以减轻废气排放。作为示例,可使用三元催化转化器(TWC),以减少排气系统内的 NO_x 、CO 和 HC。TWC 将 NO_x 转化成氮和氧,将 CO 转化成二氧化碳,并且将未燃烧的 HC 氧化以产生二氧化碳和水。SCR 催化剂可位于 TWC 的下游,并且可进一步减少排气系统中的 NO_x 。SCR 催化剂将 NO_x 转化成氮(N_2) 和水(H_2O)。

[0005] 典型地,催化转化器开始起作用的平均起燃温度近似为 200–350°C。高于其则 SCR 催化剂为活性的平均温度同样近似为 200–350°C。结果,当催化转化器和 SCR 催化剂的温度没有维持在或者没有维持高于相应的起燃和 / 或最低活性操作温度时,它们不起作用或提供最低限度的减排。

[0006] 为了提高催化转化器和 SCR 催化剂的温度并且将其温度维持在或维持高于起燃和 / 或最低活性操作温度,ICE 的稀燃操作受到限制。ICE 可以以稀燃的空气 / 燃料比操作,以使燃料消耗最低并改善 ICE 的操作效率。ICE 越稀燃地操作,则消耗的燃料越少,并且 ICE 操作越高效。

[0007] 然而,ICE 越稀燃地操作,则 ICE 的操作温度越低,这减少了被传递至排气系统部件的热能。随着到排气系统的热能减少,催化转化器和 SCR 催化剂的温度可能降低至低于活性操作温度。为此,稀燃操作受到限制,以便将催化转化器和 SCR 催化剂的操作温度维持成高于活性操作温度。限制稀燃操作限制了燃料消耗减少的量。

发明内容

[0008] 热管理系统包括确定催化转化器是否为活性的催化转化器模块。选择性催化还原(SCR)催化剂模块确定 SCR 催化剂是否为活性。当催化转化器不为活性时,发动机控制模块调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并且延迟发动机的火花。当催化转化器为活性而 SCR 催化剂不为活性时,发动机控制模块执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到发动机排气系统中的至少一个。

[0009] 在其他特征中,提供了一种热控制方法,并且该热控制方法包括确定催化转化器

和 SCR 催化剂是否为活性。当催化转化器不为活性时,调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并且延迟发动机的火花。当催化转化器为活性而 SCR 催化剂不为活性时,执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到发动机的排气系统中的至少一个。

[0010] 本发明还包括以下方案:

1. 一种热管理系统,包括:

催化转化器模块,所述催化转化器模块确定催化转化器是否为活性;

选择性催化还原 SCR 催化剂模块,所述 SCR 催化剂模块确定 SCR 催化剂是否为活性;以及

发动机控制模块,当所述催化转化器不为活性时,所述发动机控制模块调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并且延迟所述发动机的火花,

其中当所述催化转化器为活性而所述 SCR 催化剂不为活性时,所述发动机控制模块执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到所述发动机的排气系统中的至少一个。

[0011] 2. 根据方案 1 所述的热管理系统,还包括:

第一监测模块,所述第一监测模块确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个;

第二监测模块,所述第二监测模块确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个;以及

热控制模块,所述热控制模块基于:i)所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个;和 ii)所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个,调节所述发动机的空燃比以便以所述化学计量比操作,并且延迟所述发动机的火花。

[0012] 3. 根据方案 1 所述的热管理系统,还包括:

第一监测模块,所述第一监测模块确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个,

其中所述催化转化器模块基于所述第一温度与起燃温度之间的比较和所述第一活性体积与第一阈值之间的比较中的至少一个来产生第一比较信号;以及

第一控制模块,所述第一控制模块基于所述第一比较信号来请求所述发动机以化学计量比操作和延迟所述发动机的火花。

[0013] 4. 根据方案 3 所述的热管理系统,其中当所述第一温度低于所述起燃温度和所述第一活性体积小于所述第一阈值中的至少一个存在时,所述发动机控制模块以化学计量的空燃比操作所述发动机,并延迟所述发动机的火花。

[0014] 5. 根据方案 3 所述的热管理系统,还包括:

第二监测模块,所述第二监测模块确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个,

其中所述 SCR 催化剂模块基于所述第二温度与活性温度之间的比较和所述第二活性体积与第二阈值之间的比较中的至少一个来产生第二比较信号;以及

第二控制模块,所述第二控制模块基于所述第二比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

[0015] 6. 根据方案 5 所述的热管理系统,其中当所述第二温度低于所述活性温度和所述第二活性体积小于所述第二阈值中的至少一个存在时,所述发动机控制模块向所述排气

系统提供燃料。

[0016] 7. 根据方案 5 所述的热管理系统,所述第二控制模块基于所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个以及所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个对提供到所述排气系统的燃料量进行限制。

[0017] 8. 根据方案 1 所述的热管理系统,还包括:

监测模块,所述监测模块确定所述 SCR 催化剂的温度和所述 SCR 催化剂的活性体积中的至少一个,

其中所述 SCR 催化剂模块基于所述温度与活性温度之间的比较和所述活性体积与阈值之间的比较中的至少一个来产生比较信号;以及

后喷射控制模块,所述后喷射控制模块基于所述比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

[0018] 9. 根据方案 8 所述的热管理系统,其中所述后喷射控制模块基于所述 SCR 催化剂的温度和所述活性体积中的至少一个对提供至所述排气系统的燃料量进行限制。

[0019] 10. 根据方案 1 所述的热管理系统,其中当所述催化转化器和所述 SCR 催化剂为活性时,所述发动机控制模块以稀燃的空燃比操作所述发动机。

[0020] 11. 一种热控制方法,包括:

确定催化转化器是否为活性;

确定选择性催化还原 SCR 催化剂是否为活性;

当所述催化转化器不为活性时,调节发动机的空燃比以便以化学计量比操作,并延迟所述发动机的火花;以及

当所述催化转化器为活性而所述 SCR 催化剂不为活性时,执行后燃料喷射和将燃料直接喷射到所述发动机的排气系统中的至少一个。

[0021] 12. 根据方案 11 所述的热控制方法,还包括:

确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个;

确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个;以及

及

基于:i)所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个;和 ii)所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个,调节发动机的空燃比以便以所述化学计量比操作,并延迟所述发动机的火花。

[0022] 13. 根据方案 11 所述的热控制方法,还包括:

确定所述催化转化器的第一温度和所述催化转化器的第一活性体积中的至少一个;

基于所述第一温度与起燃温度之间的比较和所述第一活性体积与第一阈值之间的比较中的至少一个来产生第一比较信号;

请求所述发动机以化学计量比操作;以及

基于所述第一比较信号请求延迟所述发动机的火花。

[0023] 14. 根据方案 13 所述的热控制方法,还包括:

确定所述 SCR 催化剂的第二温度和所述 SCR 催化剂的第二活性体积中的至少一个;

基于所述第二温度与活性温度之间的比较和所述第二活性体积与第二阈值之间的比较中的至少一个来产生第二比较信号;以及

基于所述第二比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

[0024] 15. 根据方案 14 所述的热控制方法,其中:

当所述第一温度低于所述起燃温度和所述第一活性体积小于所述第一阈值中的至少一个存在时,以化学计量的空燃比操作所述发动机,并延迟所述发动机的火花;以及

当所述第二温度低于所述活性温度和所述第二活性体积小于所述第二阈值中的至少一个存在时,向所述排气系统提供燃料。

[0025] 16. 根据方案 14 所述的热控制方法,还包括基于所述第一温度和所述第一活性体积中的至少一个以及所述第二温度和所述第二活性体积中的至少一个来对提供到所述排气系统的燃料量进行限制。

[0026] 17. 根据方案 11 所述的热控制方法,还包括:

确定所述 SCR 催化剂的温度和所述 SCR 催化剂的活性体积中的至少一个;

基于所述温度与活性温度之间的比较和所述活性体积与阈值之间的比较中的至少一个来产生比较信号;以及

基于所述比较信号产生后喷射信号,以向所述排气系统提供燃料。

[0027] 18. 根据方案 17 所述的热控制方法,还包括基于所述 SCR 催化剂的温度和所述活性体积中的至少一个来对提供到所述排气系统的燃料量进行限制。

[0028] 19. 根据方案 11 所述的热控制方法,还包括当所述催化转化器和所述 SCR 催化剂为活性时,以稀燃的空燃比操作所述发动机。

[0029] 本发明的适用性的其它领域将通过以下提供的详细说明而变得明显。应理解的是,详细说明和具体示例仅旨在用于例示目的,而不旨在用于限制本发明的范围。

附图说明

[0030] 从详细说明和附图将获得对本发明更充分的理解,其中:

图 1 是结合了根据本发明的热管理系统的发动机系统的功能框图;

图 2 是图 1 的热管理系统的功能框图;

图 3 是结合了根据本发明的热控制模块的发动机控制模块的功能框图;以及

图 4 是根据本发明的热控制方法的逻辑流程图。

具体实施方式

[0031] 以下的说明本质上仅是说明性的,并且决不旨在限制本发明、其应用或使用。为了清楚,相同的附图标记在附图中用于标识相似的元件。如在此所使用地,短语“A、B、和 C 中的至少一个”应解释为表示利用了非排它性逻辑“或”的逻辑(A 或 B 或 C)。应理解的是,在不改变本发明原理的情况下,可以以不同的顺序执行方法内的步骤。

[0032] 如在此所使用地,术语“模块”可指的是以下各项的一部分或包括以下各项:专用集成电路(ASIC);电子电路;组合逻辑电路;现场可编程门阵列(FPGA);执行代码的(共用、专用、或组)处理器;提供所述功能性的其他合适部件;或者上述各项中的一些或全部的组合,例如在片上系统中。术语“模块”可包括存储由处理器执行的代码的(共用、专用、或组)存储器。

[0033] 如以上所使用地,术语“代码”可包括软件、固件和/或微码,并且可指的是程序、

例程、函数、类和 / 或对象。如以上所使用地,术语“共用”意思是可利用单个(共用)处理器执行来自多个模块的一些或所有代码。另外,来自多个模块的一些或所有代码可由单个(共用)存储器存储。如以上所使用地,术语“组”意思是可利用一组处理器执行来自单个模块的一些或所有代码。另外,可利用一组存储器存储来自单个模块的一些或所有代码。

[0034] 在此描述的设备和方法可通过由一个或多个处理器执行的一个或多个计算机程序来实现。计算机程序包括存储在非暂时性有形计算机可读介质上的处理器可执行指令。计算机程序还可包括存储的数据。非暂时性有形计算机可读介质的非限制性示例为非易失性存储器、磁存储器和光存储器。

[0035] 在此使用的术语仅为了描述特定示例的实施例,且并不旨在是限制性的。如在此所使用地,除非上下文以另外的方式清楚地指示,否则措词“一”、“一个”以及“该”可以被认为也包含“多个”的情况。术语“包括”、“包括有”、“包含”和“具有”都是包括性的,并因此详细说明了所声明的特征、任务、操作、元件和 / 或部件的存在,但不排除一个或多个其他特征、任务、操作、元件、部件和 / 或它们的组合的存在或附加。除非明确地确定为执行的顺序,否则在此描述的方法的步骤、过程和操作不应理解为一定需要它们按所讨论或例示的特定顺序来执行。还应理解的是,可采用附加的或替代的步骤。

[0036] 尽管术语“第一”、“第二”、“第三”等等在此可用于描述各种元件、部件和 / 或装置,但这些元件、部件和 / 或装置不应受这些术语限制。这些术语可仅用于使一个元件、部件或装置区别于另一元件、部件或装置。除非由上下文清楚地指示,否则诸如“第一”、“第二”及其他数值项之类的术语在用于本文中时并不暗含有序列或顺序的含义。因此,以下讨论的第一元件、部件或装置在不偏离示例的实施例的教导的情况下可被称为第二元件、部件或装置。

[0037] 在图 1 和图 2 中,示出了发动机系统 10 和热管理系统 12。发动机系统 10 为低排放的车辆系统,其包括热管理系统 12 和具有排气系统 16 的发动机 14。排气系统 16 包括催化转化器(CC)18 和选择性催化还原(SCR)催化剂 20。热管理系统 12 将 CC 18 和 SCR 催化剂 20 的温度维持成高于相应的起燃和 / 或最低活性操作温度。

[0038] 在允许发动机 12 以燃烧前的稀燃的空燃(空气 / 燃料)比操作的同时,维持 CC 18 和 SCR 催化剂 20 的温度。稀燃的空气 / 燃料比可指的是大于化学计量的空气 / 燃料比(例如 14.7:1)的空气 / 燃料比。当发动机 14 以稀燃的空气 / 燃料比操作时,排气系统 16 的一部分(除 CC 18 和 SCR 催化剂 20 以外)和 / 或发动机 14 的温度可降低至低于起燃和 / 或最低活性操作温度的温度。稀燃的发动机操作和降低的发动机操作温度减少了热损失并且改善了燃料经济性。

[0039] 发动机系统 10 包括发动机 14,其燃烧空气 / 燃料混合物以产生驱动扭矩。尽管发动机系统 10 显示为火花点火直喷式发动机,但是发动机系统 10 仅作为示例被提供。热管理系统 12 可实施在各种其他的发动机系统上,诸如分层燃烧(stratified)发动机系统、端口燃料喷射系统、均质充气压燃式(HCCI)发动机系统,等等。分层燃烧发动机系统可指的是燃料在进入发动机气缸时被点燃的直喷式发动机系统。

[0040] 在操作期间,空气通过空气滤清器 21 进入发动机 14,并可被吸入涡轮增压器 22。涡轮增压器 22 在被包括时压缩新鲜空气。压缩越大,则发动机 14 的输出越大。当包括有空气冷却器 24 时,压缩空气在进入进气歧管 26 之前还通过空气冷却器 24。进气歧管 26 内

的空气被分配到气缸 28 中。燃料可由燃料喷射器 30 直接喷射到气缸 28 中。火花塞 32 点燃气缸 28 中的空气 / 燃料混合物。空气 / 燃料混合物的燃烧产生排气。排气离开气缸 28 并进入排气系统 16。

[0041] 热管理系统 12 包括排气系统 16 和发动机操纵模块 (ECM) 40。排气系统 16 包括 CC 18、SCR 催化剂 20、ECM 40 和排气歧管 42。在示出的示例中, 排气系统 16 按以下顺序包括: 排气歧管 42、第一排气导管 124、第二排气导管 126、CC FWC 18、第三排气导管 128、底盘下 FWC 20 和第四排气导管 131。空气泵连接至排气歧管。氧传感器在空气泵上游连接至排气歧管。

[0042] 作为示例, CC 18 可包括三元催化剂 (TWC)。CC 18 可减少氮氧化物 NO_x , 氧化一氧化碳 (CO), 以及氧化未燃烧的碳氢化合物 (HC) 和挥发性有机化合物。CC 18 基于排气系统 16 中燃烧后的空气 / 燃料比使排气氧化。氧化量提高了排气的温度。SCR 催化剂 20 可用于进一步减少 NO_x 。SCR 催化剂 20 将 NO_x 转化成氨 (N_2) 和水 (H_2O)。

[0043] 可任选地, EGR 阀 (未示出) 将一部分排气再循环回到进气歧管 26 中。排气的其余部分被引导到涡轮增压器 22 中, 以驱动涡轮。涡轮有助于对从空气滤清器 21 接收的新鲜空气的压缩。排气从涡轮增压器 22 流向 CC 18。

[0044] 热管理系统 12 可以以各种模式操作, 包括: CC 加热模式、SCR 加热模式、和稀燃操作模式 (或温度维持模式)。可经由 ECM 40 和 / 或热控制模块 60 来启动和控制这些模式, 其中热控制模块 60 可作为 ECM 40 的一部分而结合。热控制模块 60 是热管理系统 12 的一部分, 并且在下面参考图 3 和图 4 进一步描述。

[0045] 在 CC 加热模式期间, 将 CC 18 加热到至少 CC 起燃温度 (例如 200–350°C)。在一个实现中, 将 CC 18 加热到至少 250°C。ECM 40 和 / 或热控制模块 60 可在延迟火花的同时将发动机 14 的燃烧前空气 / 燃料比设定成化学计量比, 以便加热 CC 18。这允许热量从发动机 14 传递到排气系统 16 中并且加热 CC 18。可使火花正时从例如与上止点 (TDC) 相关联的火花时间和 / 或当前设定的火花时间迟延, 以便延迟火花。当前设定的火花时间可在 TDC 之前或 TDC 之后。

[0046] 在 SCR 加热模式期间, 将 SCR 催化剂 20 加热到至少活性温度 (例如 200–350°C)。在一个实现中, 将 SCR 催化剂 20 加热到至少 225°C。ECM 40 和 / 或热控制模块 60 可执行后燃料喷射和 / 或将燃料喷射到排气系统 16 中, 以加热 SCR 催化剂 20。后燃料喷射可包括在气缸 28 内的空气 / 燃料混合物的点火之后并且在气缸 28 的进气冲程之前将燃料喷射到气缸 28 中。这允许燃料被传送至排气系统 16 中。碳氢化合物 (HC) 喷射器 62 (在图 2 中示出) 可用于将燃料直接喷射到排气系统 16 中。热控制模块 60 可向燃料泵 64 发信号, 以将燃料供应至 HC 喷射器 62。如所示, HC 喷射器 62 可以例如在发动机 14 与 CC 18 之间将燃料喷射到排气系统 16 中。

[0047] 例如, 可在 CC 18 中点燃经由后燃料喷射和 / 或经由 HC 喷射器 62 提供至排气系统 16 的燃料。由燃料的点燃所产生的热能加热 SCR 催化剂 20。后燃料喷射和 / 或经由 HC 喷射器 62 的喷射可由热控制模块 60 的后喷射控制模块 68 来控制。在执行 CC 加热模式时, 可以不执行 SCR 加热模式。

[0048] 在稀燃操作模式期间, ECM 40 和 / 或热控制模块 60 以燃烧前稀燃的空气 / 燃料比来操作发动机 14。在执行稀燃操作模式时, 可以不执行 CC 加热模式和 SCR 加热模式。

[0049] ECM 40 和 / 或热控制模块 60 可基于传感器信息来控制发动机系统 10 和热管理系统 12。可经由传感器直接获得传感器信息,和 / 或可经由存储在存储器 70 中的算法、模型和 / 或表格来间接获得传感器信息。示出了用于确定排气流量水平、排气温度水平、排气压力水平、催化剂温度、氧含量、进气流率、进气压力、进气温度、车速、发动机转速、EGR 等的一些示例性传感器 80。示出了排气流量传感器 82、排气温度传感器 83、排气压力传感器 85、催化剂温度传感器 86、环境温度传感器 87、氧传感器 88、EGR 传感器 90、进气流量传感器 92、进气压力传感器 94、进气温度传感器 96、车速传感器 98 和发动机转速传感器 99。

[0050] 第一排气流量、压力和 / 或温度传感器 100 可连接至第二排气导管 126 并位于 CC 18 上游。第二排气流量、压力和 / 或温度传感器 102 可连接至位于 CC 18 下游的第三排气导管 128。第一催化剂温度传感器 104 可连接至 CC 18。第三排气流量、压力和 / 或温度传感器 106 可连接至 SCR 催化剂 20 下游的第四排气导管 131。第二催化剂温度传感器 110 可连接至 SCR 催化剂 20。ECM 40 和热控制模块 60 可基于来自传感器 80、100、102、104、106 和 110 的信息来控制催化剂加热系统 12 和发动机 14 的操作。

[0051] 热控制模块 60 可包括尿素喷射控制模块 120,其控制 SCR 催化剂 20 上游的还原剂的喷射。仅举例来说,还原剂可包括无水氨、氨水或尿素。排气系统 16 可包括向尿素喷射器 132 提供还原剂的尿素供应系统 130。尿素喷射器 132 可例如在 CC 18 与混合器 134 之间和 / 或在 CC 18 与 SCR 催化剂 20 之间将尿素直接喷射到排气系统 16 中。混合器 134 可位于第二排气导管 103 中。

[0052] 现在还参考图 3,其示出了包括热控制模块 60 的 ECM 40。热控制模块 60 包括 CC 温度监测模块 150、CC 比较模块 152 和 CC 温度控制模块 154。CC 温度监测模块 150 可确定 CC 18 的操作和 / 或平均温度(CC 温度) T_{CC} (156) 和 / 或活性体积 CC_{AV} (158)。活性体积 CC_{AV} 指的是 CC 18 中处于活性(即具有高于起燃温度的温度)的体积。例如,可基于来自传感器 100、102、104 的温度信号 T_1 - T_3 (160-164)、发动机模型、算法等来确定 CC 温度 T_{CC} 和 / 或活性体积 CC_{AV} 。

[0053] 作为示例,CC 温度监测模块 150 可利用第一热模型并基于发动机参数和 / 或排气温度来估计 CC 温度 T_{CC} 和 / 或活性体积 CC_{AV} ,以下关于方程 1 和 2 描述了所述发动机参数和 / 或排气温度中的一些。CC 温度监测模块可经由传感器 100、102、104 直接确定 CC 温度 T_{CC} 。第一热模型可包括诸如方程 1 和方程 2 的方程。

$$T_{CC} = f \left\{ \begin{array}{l} F_{CCRate}, S_{ENG}, CC_{Mass}, CC_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$CC_{AV} = f \left\{ \begin{array}{l} T_{CC}, F_{CCRate}, S_{ENG}, CC_{Mass}, CC_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (2)$$

[0054] F_{CCRate} 是通过 CC 18 的排气流率,其可以是供应至气缸 28 的质量空气流量和燃料量的函数。质量空气流量可由诸如进气流量传感器 92 之类的质量空气流量传感器确定。 S_{ENG} 为发动机 14 的转速(即,发动机 14 的曲轴的旋转速度)。 DC 为发动机的工作循环(duty cycle)。 CC_{Mass} 为 CC 18 的质量。 CC_{IMP} 为 CC 18 的电阻或阻抗。 $E_{RunTime}$ 是发动机 14 启动(运转)的时间。 E_{Load} 是发动机 14 当前的负载。 T_{EXH} 可指的是排气系统 16 的温度,并且基于传

感器 100、102、104 中的一个或多个。 T_{amb} 为环境温度。CAM 是发动机 14 的凸轮定相。SPK 为火花正时。CC 温度 T_{CC} 和 / 或活性体积 CC_{AV} 可以基于在方程 1 和方程 2 中提供的发动机系统参数中的一个或多个和 / 或其他发动机系统参数。

[0055] CC 比较模块 152 将 CC 温度 T_{CC} 与催化剂起燃温度 T_{Lo} (166) 比较和 / 或将活性体积 CC_{AV} 与第一催化剂阈值 CC_{THR} (168) 比较。催化剂起燃温度 T_{Lo} 和第一催化剂阈值 CC_{THR} 可预定并存储在存储器 70 中。CC 比较模块 152 产生第一比较信号 C1 (170), 其指示了 CC 温度 T_{CC} 是否高于催化剂起燃温度 T_{Lo} 和 / 或活性体积 CC_{AV} 是否大于第一催化剂阈值 CC_{THR} 。

[0056] CC 温度控制模块 154 基于第一比较信号 C1 来确定是否以 CC 加热模式操作。当 CC 温度 T_{CC} 高于催化剂起燃温度 T_{Lo} 时和 / 或当活性体积 CC_{AV} 大于第一催化剂阈值 CC_{THR} 时, CC 温度控制模块 154 可以 CC 加热模式操作。CC 温度控制模块 154 可产生和 / 或调节化学计量信号 STOICH (171) 和 / 或延迟火花信号 RET (172), 以请求发动机 14 以化学计量的空气 / 燃料比操作以及延迟发动机 14 的火花正时。

[0057] 化学计量信号 STOICH 可被提供至空气 / 燃料比控制模块 174。空气 / 燃料比控制模块 174 包括空气控制模块 176 和燃料控制模块 178。空气控制模块 176 基于化学计量信号 STOICH 产生空气控制信号 THR (180)。空气控制信号 THR 可例如被提供至节气门致动器模块 182, 以控制节气门板的位置和调节供应至气缸 28 的空气量。燃料控制模块 178 基于化学计量信号 STOICH 产生燃料控制信号 FUEL (184)。燃料控制信号 FUEL 可被提供至燃料致动器模块 185, 以调节供应至气缸 28 的燃料量。燃料致动器模块 185 可控制燃料喷射器 30 的操作。

[0058] 改变发动机参数的每个系统可被称为接收致动器值的致动器。例如, 节气门致动器模块 182 可称为致动器, 而节气门开口面积可称为致动器值。节气门致动器模块 182 可通过调节节流阀的叶片的角度来实现节气门开口面积。节气门致动器模块 182 可利用一个或多个节气门位置传感器 (未示出) 来监测节流阀的位置。空气控制模块 176 可基于化学计量信号 STOICH 向节气门致动器模块 182 输出期望面积信号。节气门致动器模块 182 于是调节节流阀, 以产生期望的节气门面积。

[0059] 延迟火花信号 RET 可被提供至火花控制模块 186, 其可基于延迟火花信号 RET 产生火花控制 (或正时) 信号 SPARK (187)。火花控制信号 SPARK 可被提供至火花致动器模块 188。火花致动器模块 188 可称为致动器, 而对应的致动器值可以是相对于气缸 TDC 和 / 或气缸当前火花时间的火花延迟量。火花致动器模块控制火花塞 32 的操作。

[0060] 热控制模块 60 还包括 SCR 温度监测模块 190、SCR 比较模块 191 和 SCR 温度控制模块 192。SCR 温度监测模块 190 可确定 SCR 催化剂 20 的操作和 / 或平均温度 (SCR 温度) T_{SCR} (193) 和 / 或活性体积 SCR_{AV} (194)。活性体积 SCR_{AV} 指的是 SCR 催化剂 20 中处于活性 (即, 具有高于起燃温度的温度) 的体积。例如, 可基于来自传感器 102、106、110 的温度信号 T3-T5 (164、195、196)、发动机模型、算法等来确定 SCR 温度 T_{SCR} 和 / 或活性体积 SCR_{AV} 。

[0061] 作为示例, SCR 温度监测模块 190 可利用第二热模型并基于发动机参数和 / 或排气温度来估计 SCR 温度 T_{SCR} 和 / 或活性体积 SCR_{AV} , 以下相对于方程 3 和方程 4 描述了所述发动机参数和 / 或排气温度中的一些。SCR 温度监测模块 190 可经由传感器 102、106、110 直接确定 SCR 温度 T_{SCR} 。第二热模型可包括诸如方程 3 和方程 4 的方程。

$$T_{SCR} = f \left\{ \begin{array}{l} F_{SCRRate}, S_{ENG}, SCR_{Mass}, SCR_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$CC_{AV} = f \left\{ \begin{array}{l} T_{SCR}, F_{SCRRate}, S_{ENG}, SCR_{Mass}, SCR_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (4)$$

[0062] $F_{SCRRate}$ 是通过 SCR 催化剂 20 的排气流率,其可以是供应至气缸 28 的质量空气流量和燃料量的函数。 SCR_{Mass} 是 SCR 催化剂 20 的质量。 SCR_{IMP} 为 SCR 催化剂 20 的电阻或阻抗。 T_{EXH} 可指的是排气系统 16 的温度,并且基于传感器 102、106、110 中的一个或多个。SCR 温度 T_{SCR} 和 / 或活性体积 SCR_{AV} 可基于在方程 3 和方程 4 中提供的发动机系统参数中的一个或多个和 / 或其他发动机系统参数。

[0063] SCR 比较模块 191 将 SCR 温度 T_{SCR} 与活性温度 T_{ACT} (197) 比较和 / 或将活性体积 SCR_{AV} (198) 与第二催化剂阈值 SCR_{THR} 比较。活性温度 T_{ACT} 和 / 或活性体积 SCR_{AV} 可预定并存储在存储器 70 中。SCR 比较模块 191 产生第二比较信号 C2(199),其指示了 SCR 温度 T_{SCR} 是否高于活性温度 T_{ACT} 和 / 或活性体积 SCR_{AV} 是否大于第二催化剂阈值 SCR_{THR} 。

[0064] SCR 温度控制模块 192 可以是后喷射控制模块 68 的一部分,并基于第二比较信号 C2 来确定是否以 SCR 加热模式操作。当 SCR 温度 T_{SCR} 高于活性温度 T_{ACT} 时和 / 或当活性体积 SCR_{AV} 大于第二催化剂阈值 SCR_{THR} 时,SCR 温度控制模块 192 可以 SCR 加热模式操作。SCR 温度控制模块 192 可产生和 / 或调节后喷射信号 POST(200),以请求发动机 14 执行后喷射和 / 或请求 HC 喷射器 62 将燃料直接喷射到排气系统 16 中。

[0065] 后喷射信号 POST 可被提供至空气 / 燃料比控制模块 174 和 / 或燃料控制模块 178。燃料控制模块 178 基于后喷射信号 POST 产生燃料控制信号 FUEL。燃料控制信号 FUEL 和 / 或 HC 喷射信号 HCINJ (201) 可被提供至燃料致动器模块,以调节被提供至排气系统 16 的燃料量。

[0066] 可基于和 / 或作为 CC 温度 T_{CC} 、SCR 温度 T_{SCR} 和 / 或活性体积 CC_{AV} 、 SCR_{AV} 的函数来限制在后燃料喷射期间和 / 或由 HC 喷射器 62 提供至排气系统 16 的燃料量。这提供了喷射到排气系统 16 中的燃料的闭环控制。

[0067] 作为另一示例,可基于 SCR 上的温度梯度确定 SCR 温度 T_{SCR} 。CC 温度监测模块 150 基于来自温度传感器 102、106 的温度信号 T1、T2 确定 SCR 催化剂 20 上的温度梯度。例如,CC 温度监测模块 150 可如通过方程 5 所提供的那样来确定第一温度信号 T1 与第二温度信号 T2 之间的差。

$$GRAD = T1 - T2 \quad (5)$$

[0068] 可作为温度信号 T1、T2 的函数来产生加权平均值 WA。作为替代,加权平均值 WA 可以是温度信号 T1、T2 的加权平均。加权平均值 WA 的示例由方程 6 提供,其中 x 是 0 与 1 之间的校准值。例如,可基于测试的和 / 或建模的催化剂的热电偶数据对校准值 x 进行校准。

$$WA = [(x)T1 + (1-x)T2] \quad (6)$$

[0069] 加权平均值 WA 指示了 SCR 催化剂 20 的平均温度。可基于温度信号 T1、T2、加权平均值 WA 和 / 或其他参数确定 SCR 催化剂 20 的活性体积 SCR_{AV} 。如上所述,可例如基于 SCR

催化剂 20 的质量、电阻和 / 或阻抗、环境温度、发动机转速、凸轮轴定相、点火正时、发动机工作循环等确定 SCR 催化剂 20 的活性体积 SCR_{AV} 。

[0070] 还可利用传感器 100 和 102 确定 CC 18 上的温度梯度,以确定 CC 温度 T_{CC} 。可基于传感器 100、102 的温度信号、从所述温度信号确定的加权平均值、和 / 或其他参数(以上阐述了它们中的一些)来确定 CC 18 的活性体积 CC_{AV} 。

[0071] 可利用许多方法来操作热管理系统 12,图 4 的方法则提供了一种示例的方法。在图 4 中,示出了一种热控制方法。尽管主要关于图 1-3 的实现来描述以下的任务,但这些任务可容易地修改,以便适用于本发明其他的实现。这些任务可被反复地执行。该方法可开始于 202。

[0072] 在 203 处,产生传感器信号。例如,传感器 80、100、102、104、106、110 可产生相应的传感器信号。

[0073] 在 204 处,热控制模块 60 确定 CC 18 和 SCR 催化剂 20 是否为活性。当 CC 18 和 SCR 催化剂 20 都为活性时,执行任务 206,否则执行任务 208。CC 温度控制模块可基于第一比较信号来确定 CC 18 是否为活性。SCR 温度控制模块可基于第二比较信号来确定 SCR 催化剂 20 是否为活性。

[0074] 在 206 处,发动机 14 以稀燃操作模式操作。作为示例,在发动机 14 的稀燃操作期间,燃料控制模块可以空气主导模式操作,在空气主导模式中,空气 / 燃料比控制模块试图通过基于空气流量来控制燃料流量以维持化学计量的空气 / 燃料比。空气 / 燃料比控制模块和 / 或燃料控制模块可确定燃料质量,该燃料质量在与当前每气缸空气量结合时产生化学计量比的燃烧。燃料控制模块可基于燃料添加速率来指令燃料致动器模块,以将选择的燃料质量喷射到发动机 14 的各个被启用的气缸中。在任务 206 之后执行任务 203。

[0075] 在 208 处,CC 比较模块确定 CC 温度 T_{CC} 是否低于催化剂起燃温度 T_{Lo} (或者在第一预定温度范围内)和 / 或活性体积 CC_{AV} 是否小于第一催化剂阈值 CC_{THR} 。当 CC 温度 T_{CC} 低于催化剂起燃温度 T_{Lo} (或者在第一预定温度范围内)时和 / 或当活性体积 CC_{AV} 小于第一催化剂阈值 CC_{THR} 时,执行任务 210,否则执行任务 212。

[0076] 在 210 处,空气 / 燃料比控制模块、空气控制模块和 / 燃料控制模块产生空气控制信号 THR 和燃料控制信号 FUEL,以便以化学计量比操作发动机 14。火花控制模块产生火花控制信号 SPARK,以使发动机 14 的火花正时从 TDC 和 / 或从当前的火花时间延迟。在任务 210 之后执行任务 203。

[0077] 延迟发动机 14 的火花可包括使火花正时从预定的或当前的火花时间迟延一预定量(或度数)(或者迟延以相距 TDC 的预定度数)。预定的或当前的火花时间可以是超前的时间(在 TDC 之前的时间)、与 TDC 对应的时间或者在 TDC 之后的时间。延迟的正时可被限定为改变正时,从而使得燃料点火在燃烧循环中稍后发生。

[0078] 当 CC 18 为活性时可执行任务 212。在 212 处,SCR 比较模块确定 SCR 温度 T_{SCR} 是否低于活性温度 T_{ACT} (或者在第二预定温度范围内)和 / 或活性体积 SCR_{AV} 是否小于第二催化剂阈值 SCR_{THR} 。当 SCR 温度 T_{SCR} 低于活性温度 T_{ACT} (或者在第二预定温度范围内)时和 / 或当活性体积 SCR_{AV} 小于第二催化剂阈值 SCR_{THR} 时,执行任务 214,否则执行任务 203。

[0079] 在 214 处,空气 / 燃料比控制模块和 / 或燃料控制模块执行后喷射,和 / 或经由 HC 喷射器 62 将燃料直接喷射到排气系统 16 中。提供至排气系统 16 的燃料量可渐变升至预

定水平并如上所述那样受限制。任务 214 被执行以提高 SCR 催化剂 20 的温度。在任务 214 之后可执行任务 203。

[0080] 上述任务应是说明性的示例；这些任务取决于应用可以顺次、同步、同时、连续、在重叠的时间段期间、或者以不同的顺序执行。在一个实现中，在任务 202 之后执不执行任务 204 而是行任务 208。

[0081] 上述实现在允许发动机以增加的稀燃空气 / 燃料比操作的同时通过提供有目标的催化剂加热从而最大化了燃料的高效操作。在允许发动机和 / 或排气系统上游部分的温度降低的同时，维持催化转化器和 / 或 SCR 催化剂的温度。增加的稀燃的空气 / 燃料比和降低的操作温度减小了与发动机操作相关联的燃料消耗和热损失。

[0082] 为了例证和说明，已提供了对实施例的前述说明。所述说明并不旨在是无遗漏的，也不旨在限制本发明。即使未明确示出或描述，但是特定实施例的单独元件或特征一般不局限于该特定实施例，而是在可适用的情况下可互换，并且可用于选定的实施例。所述单独的元件和特征还可以许多方式改变。这样的变化不被认为是相对于本发明的偏离，并且所有这样的修改都被认为被包括在本发明的范围内。

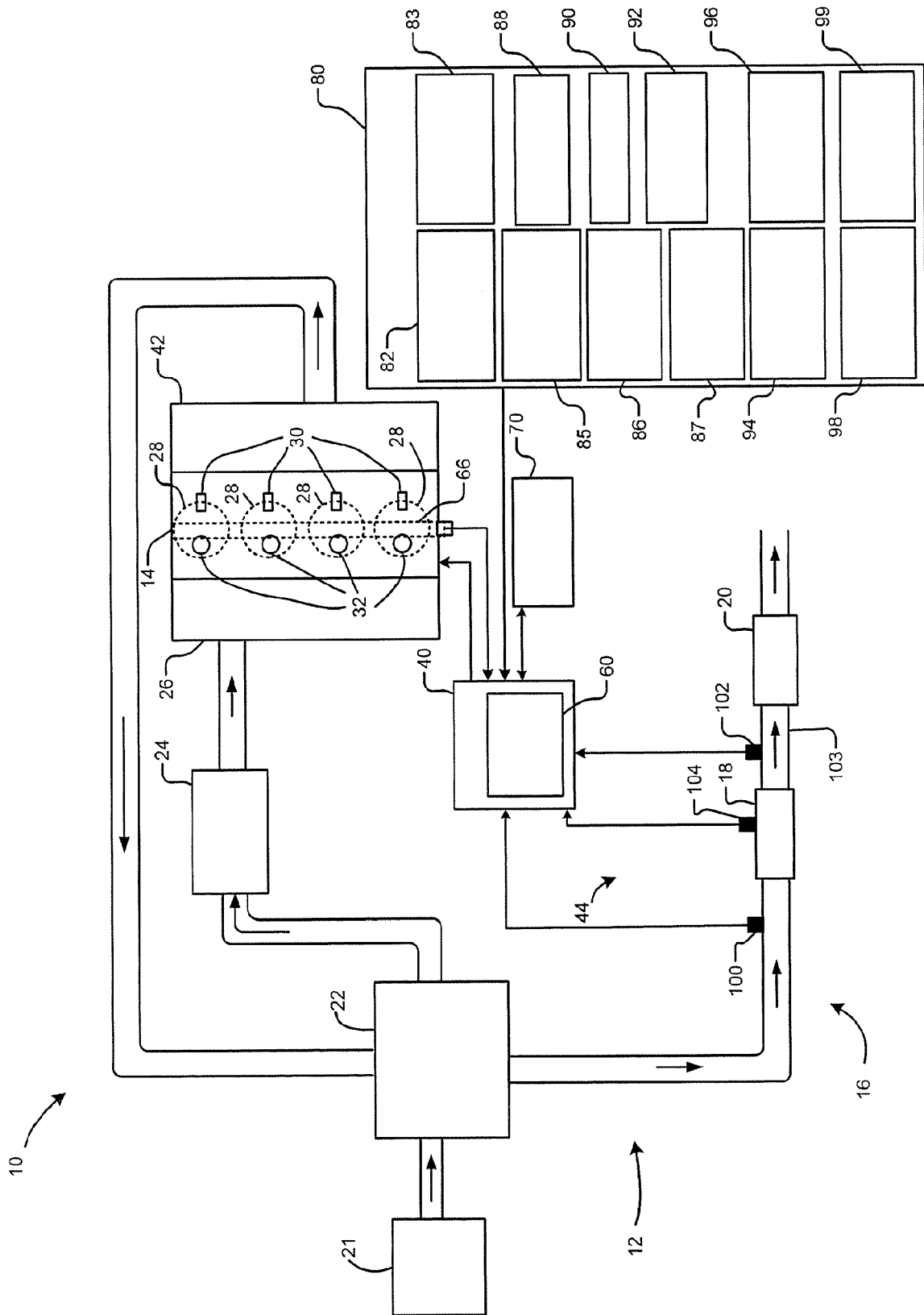


图 1

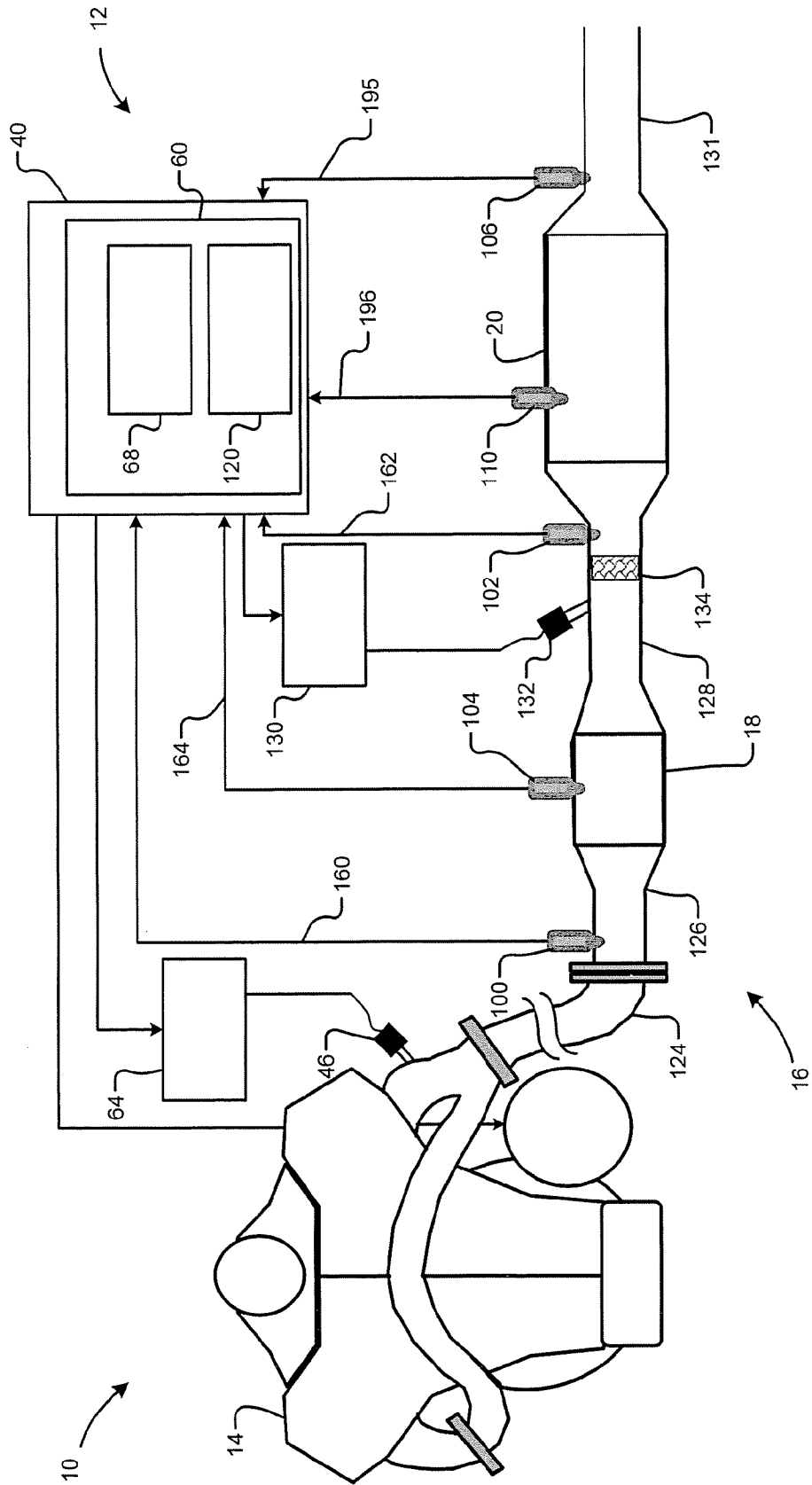


图 2

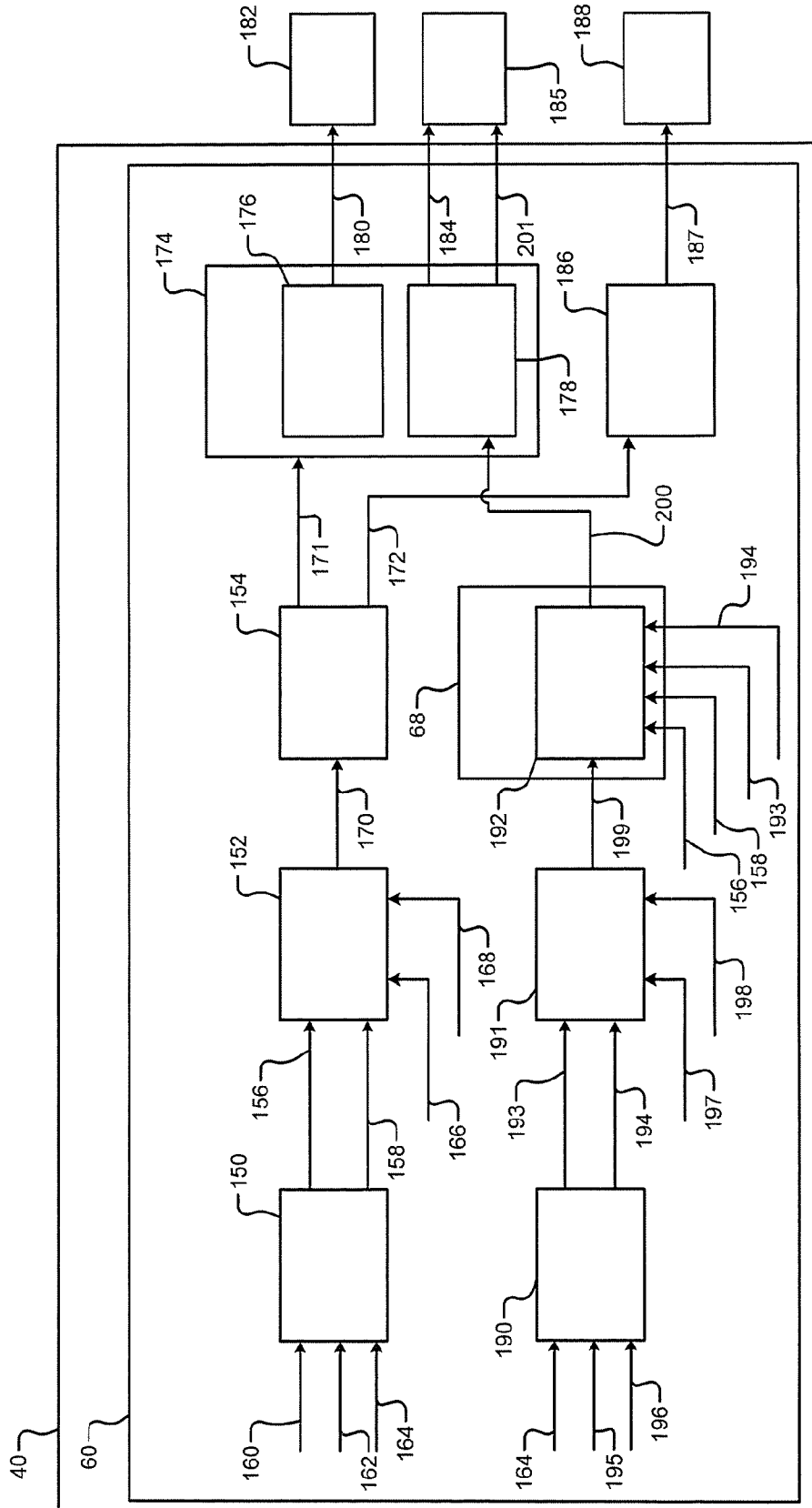


图 3

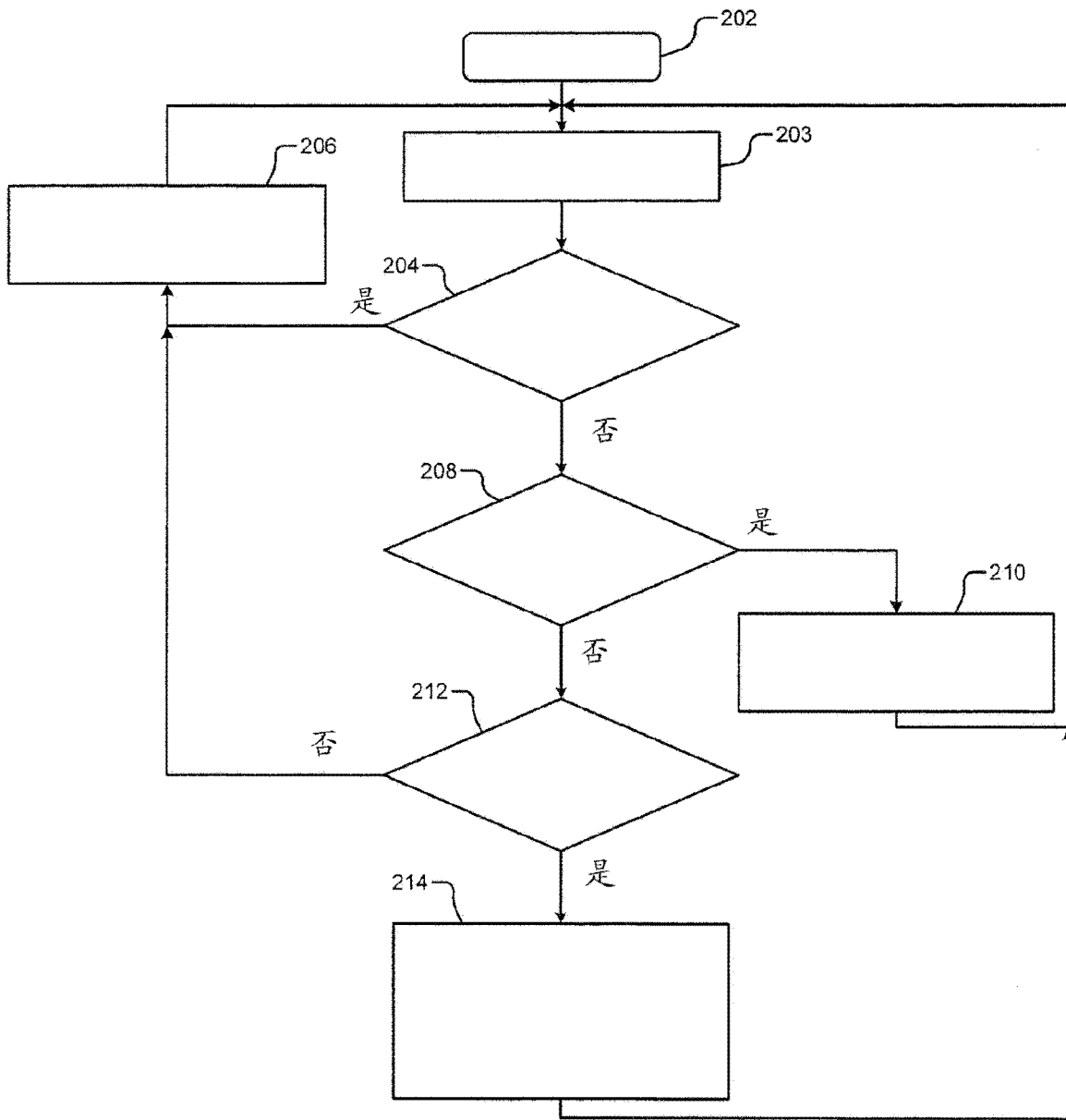


图 4