



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102953791 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201210287901. 4

(22) 申请日 2012. 08. 14

(30) 优先权数据

13/211, 750 2011. 08. 17 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 D. B. 布朗

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 崔幼平

(51) Int. Cl.

F01N 9/00(2006. 01)

F01N 3/20(2006. 01)

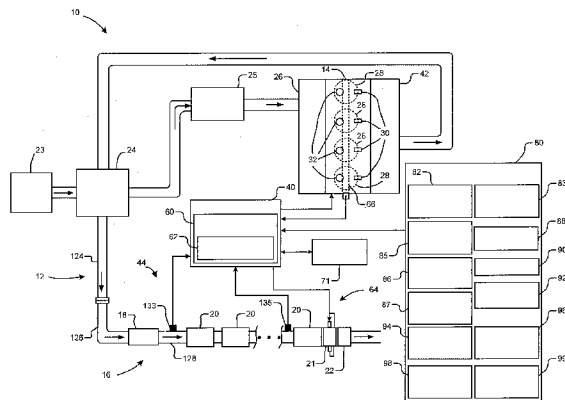
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 5 页

(54) 发明名称

被动 SCR 控制系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及被动 SCR 控制系统和方法,具体地,一种热管理系统包括使能模块、状态模块和温度控制模块。所述使能模块在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨。所述状态模块确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号。所述被动 SCR 模式包括以富空气/燃料比操作发动机。所述温度控制模块基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。



1. 一种热管理系统,其包括:

使能模块,所述使能模块在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR) 催化剂中使用的氨;

状态模块,所述状态模块确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号,其中,所述被动 SCR 模式包括以富空气/燃料比操作发动机;以及

温度控制模块,所述温度控制模块基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。

2. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括氨监测模块,所述氨监测模块确定所述排气系统内的氧化氮( $\text{NO}_x$ ) 的水平,并基于所述  $\text{NO}_x$  水平生成氨状态信号,其中,所述使能模块基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

3. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括氨监测模块,所述氨监测模块估计所述 SCR 催化剂内的氨水平,并基于所述氨水平生成氨状态信号,其中,所述使能模块基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

4. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括空气/燃料比控制模块,所述空气/燃料比控制模块通过基于使能信号以所述富空气/燃料比操作所述发动机来在所述排气系统中生成氨,

其中,所述使能模块基于所述排气系统内的  $\text{NO}_x$  水平和所述 SCR 催化剂内的氨水平中的至少一个来生成所述使能信号。

5. 根据权利要求 4 所述的热管理系统,其特征在于,当所述被动 SCR 模式为活跃时,所述空气/燃料比控制模块在以富模式操作和以贫模式和化学计量模式中之一操作之间切换。

6. 根据权利要求 4 所述的热管理系统,其特征在于,所述空气/燃料比控制模块在预定的时段内在以富模式操作和以贫模式和以化学计量模式中之一操作之间切换,同时所述被动 SCR 模式为活跃的。

7. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括:

温度监测模块,所述温度监测模块确定所述氧化催化剂的温度;以及

比较模块,所述比较模块将所述氧化催化剂的所述温度与预定的阈值进行比较,并生成比较信号,

其中,所述温度控制模块基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

8. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括:

温度监测模块,所述温度监测模块确定所述氧化催化剂的活性体积;以及

比较模块,所述比较模块将所述氧化催化剂的所述活性体积与预定的阈值进行比较,并生成比较信号,

其中,所述温度控制模块基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

9. 一种系统,所述系统包括:

根据权利要求 1 所述的热管理系统;

检测所述排气系统中的  $\text{NO}_x$  的水平  $\text{NO}_x$  传感器;以及

检测所述氧化催化剂的温度的温度传感器,

其中,所述使能模块基于  $\text{NO}_x$  的水平启用所述被动 SCR 模式。

10. 一种热管理方法,其包括:

在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨;

确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号,其中,所述被动 SCR 模式包括以富空气/燃料比操作发动机;以及

基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。

## 被动 SCR 控制系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆排气系统,且更具体地涉及保持排气组分的活性温度的热管理系统。

### 背景技术

[0002] 这里提供的背景技术描述用于总体上介绍本发明的背景。当前所署名发明人的在本背景技术部分中所描述的程度上的工作,以及本描述的在申请时可能不构成现有技术的各方面,既非明示也非默示地被承认为与本发明相抵触的现有技术。

[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,从而提供输出扭矩。在燃烧之后,ICE 的活塞将气缸中的废气通过排气门开口驱出并进入排气系统。废气可以包含氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、一氧化碳(CO)和烃(HC)。

[0004] ICE 的废气处理系统可以包括催化转化器和选择性催化还原(SCR)催化剂,以减少排气排放物。举例而言,可以使用三效催化剂转化器(TWC)来减少排气系统内的  $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}_2$  和 HC。TWC 将  $\text{NO}_x$  转化为氮和氧,将 CO 转化为二氧化碳,并氧化未燃烧的 HC,以产生二氧化碳和水。SCR 催化剂可以位于 TWC 的下游,并可以进一步减少排气系统中的  $\text{NO}_x$ 。SCR 催化剂将  $\text{NO}_x$  转化为氮  $\text{N}_2$  和水  $\text{H}_2\text{O}$ 。

### 发明内容

[0005] 提供了一种热管理系统,其包括使能模块、状态模块和温度控制模块。所述使能模块在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨。所述状态模块确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号。所述被动 SCR 模式包括以富的空气/燃料比操作发动机。所述温度控制模块基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。

[0006] 在其他特征中,提供了一种热管理方法,其包括:在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨。所述方法还包括:确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号。所述被动 SCR 模式包括以富的空气/燃料比操作发动机。基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。

[0007] 本发明还包括如下方案:

1、一种热管理系统,其包括:

使能模块,所述使能模块在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨;

状态模块,所述状态模块确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号,其中,所述被动 SCR 模式包括以富空气/燃料比操作发动机;以及

温度控制模块,所述温度控制模块基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温

度激活氧化催化剂的电加热。

[0008] 2、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括氨监测模块,所述氨监测模块确定所述排气系统内的氧化氮( $\text{NO}_x$ )的水平,并基于所述  $\text{NO}_x$  水平生成氨状态信号,

其中,所述使能模块基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

[0009] 3、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括氨监测模块,所述氨监测模块估计所述 SCR 催化剂内的氨水平,并基于所述氨水平生成氨状态信号,

其中,所述使能模块基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

[0010] 4、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括空气 / 燃料比控制模块,所述空气 / 燃料比控制模块通过基于使能信号以所述富空气 / 燃料比操作所述发动机来在所述排气系统中生成氨,

其中,所述使能模块基于所述排气系统内的  $\text{NO}_x$  水平和所述 SCR 催化剂内的氨水平中的至少一个来生成所述使能信号。

[0011] 5、根据方案 4 所述的热管理系统,其特征在于,当所述被动 SCR 模式为活跃时,所述空气 / 燃料比控制模块在以富模式操作和以贫模式和化学计量模式中之一操作之间切换。

[0012] 6、根据方案 4 所述的热管理系统,其特征在于,所述空气 / 燃料比控制模块在预定的时段内在以富模式操作和以贫模式和以化学计量模式中之一操作之间切换,同时所述被动 SCR 模式为活跃的。

[0013] 7、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括:

温度监测模块,所述温度监测模块确定所述氧化催化剂的温度;以及

比较模块,所述比较模块将所述氧化催化剂的所述温度与预定的阈值进行比较,并生成比较信号,

其中,所述温度控制模块基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

[0014] 8、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括:

温度监测模块,所述温度监测模块确定所述氧化催化剂的活性体积;以及

比较模块,所述比较模块将所述氧化催化剂的所述活性体积与预定的阈值进行比较,并生成比较信号,

其中,所述温度控制模块基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

[0015] 9、根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,当所述被动 SCR 模式为活跃的,并且所述氧化催化剂的所述温度小于预定的阈值时,所述温度控制模块激活所述氧化催化剂的电加热。

[0016] 10、一种系统,所述系统包括:

根据方案 1 所述的热管理系统;

检测所述排气系统中的  $\text{NO}_x$  的水平  $\text{NO}_x$  传感器;以及

检测所述氧化催化剂的温度的温度传感器,

其中,所述使能模块基于  $\text{NO}_x$  的水平启用所述被动 SCR 模式。

[0017] 11、根据方案 10 所述的系统,其特征在于,其还包括所述排气系统,其中,所述排气系统包括:

位于所述 SCR 催化剂的上游的催化转化器,其中,当所述发动机在所述富空气 / 燃料比

下操作时,所述催化转化器产生氨和一氧化碳;

所述 SCR 催化剂,其中,所述 SCR 催化剂是级联的,并位于所述催化转化器的下游且吸收所述氨;

所述氧化催化剂,其中,所述氧化催化剂是电加热的催化剂;以及  
位于所述电加热的催化剂的下游的被动氧化催化剂,

其中,所述电加热的催化剂和所述被动氧化催化剂在所述被动 SCR 模式期间氧化由所述催化转化器生成的一氧化碳。

[0018] 12、根据方案 10 所述的系统,其特征在于,所述氧化催化剂位于所述 SCR 催化剂的下游。

[0019] 13、一种热管理方法,其包括:

在被动 SCR 模式期间能够生成供在排气系统的选择性催化还原(SCR)催化剂中使用的氨;

确定所述排气系统是否在被动 SCR 模式下操作,并生成被动 SCR 活跃信号,其中,所述被动 SCR 模式包括以富空气/燃料比操作发动机;以及

基于所述被动 SCR 活跃信号和所述氧化催化剂的温度激活氧化催化剂的电加热。

[0020] 14、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:

确定所述排气系统内的氧化氮( $\text{NO}_x$ )的水平;

基于所述  $\text{NO}_x$  水平生成氨状态信号;以及

基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

[0021] 15、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:

估计所述 SCR 催化剂内的氨水平;

基于所述氨水平生成氨状态信号;以及

基于所述氨状态信号启用所述被动 SCR 模式。

[0022] 16、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:

通过基于使能信号以所述富空气/燃料比操作所述发动机来在所述排气系统中生成氨;以及

基于所述排气系统内的氨水平和所述 SCR 催化剂内的氨水平中的至少一个来生成所述使能信号。

[0023] 17、根据方案 16 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:当所述被动 SCR 模式为活跃的时,在以富模式操作和以贫模式和化学计量模式中之一操作之间切换。

[0024] 18、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:

确定所述氧化催化剂的温度;以及

将所述氧化催化剂的所述温度与预定的阈值进行比较;

基于所述氧化催化剂的温度和所述预定的阈值之间的比较生成比较信号;以及

基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

[0025] 19、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:

确定所述氧化催化剂的活性体积;

将所述氧化催化剂的所述活性体积与预定的阈值进行比较;

基于所述氧化催化剂的温度和所述预定的阈值之间的比较生成比较信号;以及

基于所述比较信号激活氧化催化剂的电加热。

[0026] 20、根据方案 13 所述的热管理方法,其特征在于,其还包括:当所述被动 SCR 模式为活跃的,并且所述氧化催化剂的所述温度小于预定的阈值时,激活所述氧化催化剂的电加热。

[0027] 本发明进一步的适用范围将通过下文提供的详细描述而变得显而易见。应当理解的是,该详细描述和具体示例仅用于说明目的,而并非旨在限制本发明的范围。

## 附图说明

[0028] 通过详细描述和附图将会更全面地理解本发明,附图中:

图 1 是根据本发明的并入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 是根据本发明的并入热控制模块的发动机控制模块的功能框图;以及

图 4 是根据本发明的被动 SCR 控制模块的功能框图;以及

图 5 是根据本发明的热控制方法的逻辑流程图。

## 具体实施方式

[0029] 内燃发动机(ICE)可以以贫空气/燃料比操作,以使燃料消耗最小化,并提高 ICE 的操作效率。越贫乏地操作 ICE,越少地消耗燃料,并且 ICE 的操作更高效。ICE 的废气处理系统可以包括催化转化器和级联的选择性催化还原(SCR)催化剂,以还原排气排放物。SCR 催化剂可以位于 TWC 的下游,并还原排气系统中的  $\text{NO}_x$ 。

[0030] 储存在 SCR 催化剂中的氨还原排气系统中的  $\text{NO}_x$ 。可以通过在被动 SCR 模式下操作排气系统来提供储存在 SCR 催化剂中的氨。在被动 SCR 模式期间,ICE 以富混合物或比化学计量比小的空气/燃料比(例如,小于 14.7:1)操作。在富排气操作条件下,催化转化器可以将  $\text{NO}_x$  转化为氨,并产生氨和一氧化碳(CO)。氨由 SCR 催化剂储存,并在贫排气条件期间由 SCR 催化剂使用,从而将  $\text{NO}_x$  转化为氮和氧。在没有使用脉定量给料回路的情况下将氨提供到 SCR 催化剂。这使得系统部件最小化。

[0031] 由于当第一 SCR 温度超过  $400^\circ\text{C}$  时 SCR 催化剂中的储存的氨可随着 SCR 温度升高而被释放,使用级联的 SCR 催化剂(多个串联连接的 SCR 催化剂)而不是单个 SCR 催化剂。这可以在具有大的温度差异轮廓的发动机排气系统中发生。多个 SCR 催化剂的使用防止氨到达 SCR 催化剂的下游的氧化催化剂。SCR 催化剂越靠近 ICE,SCR 催化剂的温度越高。由处于高于  $400^\circ\text{C}$  的温度下的上游 SCR 催化剂释放的氨可以被处于低于  $400^\circ\text{C}$  的温度下的下游催化剂吸收。

[0032] 氧化催化剂可以并入到级联的 SCR 催化剂的下游,从而氧化在被动 SCR 模式期间产生的 CO。氧化催化剂通常开始发挥作用的平均起燃温度(激活温度)为大约  $200\text{--}350^\circ\text{C}$ 。插入到 SCR 催化剂的上游的排气系统中的氧化催化剂可以将氨转化为  $\text{NO}_x$ 。在氧化催化剂位于与 ICE 距离明显的距离时,氧化催化剂的温度会降低到比激活温度低的温度。这会在被动 SCR 模式期间和/或在轻负载操作条件(例如,市区行驶)期间发生。因此,氧化催化剂不会氧化产生的 CO。

[0033] 下面公开的实施方案在以被动 SCR 模式操作的同时将氧化催化剂保持在活性温

度。

[0034] 下面的描述本质上仅是示例性的并且决不是要限制本发明、其应用或用途。为了清楚起见,在附图中将使用相同的附图标记标识相似的元件。如这里所使用的,短语 A、B 和 C 中的至少一个应当被解释为是指使用非排他逻辑或的逻辑(A 或 B 或 C)。应当理解的是,在不改变本发明的原理的情况下,可以以不同的顺序执行方法内的步骤。

[0035] 如这里所使用的,术语模块可以指或包括:专用集成电路(ASIC);电子电路;组合逻辑电路;场可编程门阵列(FPGA);执行代码的处理器(共用的、专用的、或成组的);提供所描述功能的其他适合部件;或上述的一些或全部的组合,例如以芯片上系统的形式,或者可以是上述的一部分。术语模块可以包括存储由处理器执行的代码的存储器(共用的、专用的、或成组的)。

[0036] 如上面所使用的,术语代码可以包括软件、固件和 / 或微代码,并可以指程序、例程、函数、类和 / 或对象。如上面所使用的,术语共用意味着来自多个模块的一些或全部代码可以使用单个(共用的)处理器来执行。另外,来自多个模块的一些或全部代码可以由单个(共用的)存储器存储。如上面所使用的,术语成组意味着来自单个模块的一些或全部代码可以使用一组处理器来执行。另外,来自单个模块的一些或全部代码可以使用一组存储器存储。

[0037] 这里描述的装置和方法可以由通过一个或多个处理器执行的一个或多个计算机程序来执行。计算机程序包括存储在非瞬时的有形计算机可读介质上的处理器可执行指令。计算机程序还可以包括存储的数据。非瞬时的有形计算机可读介质的非限制性示例是非易失性存储器、磁存储器和光存储器。

[0038] 这里使用的术语仅用于描述特定示例实施例的目的,并不意图是限制性的。除非上下文另外明确指出,否则这里使用的单数形式“一种”、“一个”和“所述”也可以意图包括复数形式。术语“包括”、“包含”和“具有”是包括性的,因此,说明存在所述特征、任务、操作、元件和 / 或部件,但是不排除存在或添加一个或多个其他特征、任务、操作、元件、组件和 / 或它们的组。这里描述的方法步骤、过程和操作不应解释为在讨论的或示出的特定次序必须需要它们的执行,除非被特别指示为执行的次序之外。还应当理解的是,可以采用另外的或可选的步骤。

[0039] 尽管在这里可使用术语第一、第二、第三等来描述不同的元件、部件和 / 或装置,但是这些元件、部件和 / 或装置不应当受这些术语的限制。这些术语仅可用来将一个元件、部件或装置与另一元件、部件或装置区分开来。除非上下文明确指出,否则术语诸如“第一”、“第二”和其他数字术语在使用时并不暗示次序或顺序。因此,下面讨论的第一元件、部件或装置可被命名为第二元件、部件或装置而不脱离示例实施例的教导。

[0040] 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 是低排放物车辆系统,其包括具有排气系统 16 的发动机 14 和热管理系统 12。排气系统 16 包括催化转化器(CC) 18、级联的选择性催化还原(SCR) 催化剂 20 和一个或多个氧化催化剂(示出了两个氧化催化剂 21、22)。在示出的示例中,氧化催化剂包括电加热氧化催化剂(EHC) 21 和非电加热或被动氧化催化剂(OXI) 22。虽然氧化催化剂 21 被示为在 SCR 催化剂 20 的下游,但是氧化催化剂 21 可以位于相对于 SCR 催化剂 20 的不同位置(例如,SCR 催化剂 20 的上游或之间)。热管理系统 12 将 CC 18、级联的 SCR 催化剂 20 和氧化催化剂的温度保持在



相应的起燃和 / 或最小活性操作温度之上。

[0041] 在准许发动机 14 以预燃烧的贫空气和燃料(空气 / 燃料) 比操作的同时, 保持 CC 18 和级联的 SCR 催化剂 20 的温度。在被动 SCR 模式下操作的同时, 保持氧化催化剂的温度。在被动 SCR 模式期间, 补充级联的 SCR 催化剂 20 中的氨。为了补充氨, 发动机 14 可以以富空气 / 燃料比(即, 小于化学计量比(例如, 14. 7:1) 的比) 操作预定的时间段, 直到  $\text{NO}_x$  水平在预定的阈值以下为止, 和 / 或周期性地操作。替代于或额外于以富空气 / 燃料比操作发动机 14, 可以执行后燃料喷射, 和 / 或可以将燃料喷射到排气系统 16 中。CC 18 转化排气中的燃料, 以产生氨和 CO。氨被级联的 SCR 催化剂 20 吸收。当氧化催化剂被激活时, 氧化催化剂氧化过量的产生的 CO。

[0042] 当发动机 14 以贫空气 / 燃料比操作时, 发动机 14 和 / 或排气系统 16 的部分(除了 CC 18 和级联的 SCR 催化剂 20 之外) 的温度可以降低至比起燃和 / 或最小活性操作温度低的温度。贫发动机操作和降低的发动机操作温度减小了热损失, 并提高了燃料经济性。当在被动 SCR 模式下操作时, 排气系统 16 (除了氧化催化剂之外) 的温度可以降低到比起燃或最小活性操作温度低的温度。

[0043] 发动机系统 10 包括发动机 14, 后者燃烧空气 / 燃料混合物, 以产生驱动扭矩。虽然发动机系统 10 被示为火花点火直接喷射式发动机, 但是发动机系统 10 是作为示例提供的。热管理系统 12 可以在各种其他发动机系统例如分层发动机系统、点燃料喷射系统、均质充气压燃式(HCCI) 发动机系统等上实施。分层发动机系统可以指直接喷射式发动机系统, 其中, 燃料在进入发动机的气缸时被点燃。

[0044] 在操作期间, 空气通过穿过空气过滤器 23 进入发动机 14, 并可以被吸入到涡轮增压器 24 中。当包括涡轮增压器 24 时, 涡轮增压器 24 压缩新鲜空气。压缩越大, 发动机 14 的输出越多。当包括空气冷却器 25 时, 压缩的空气在进入进气歧管 26 之前穿过空气冷却器 25。进气歧管 26 内的空气被分配到气缸 28 中。燃料可以通过燃料喷射器 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 进入排气系统 16。

[0045] 热管理系统 12 包括排气系统 16 和发动机控制模块(ECM) 40。排气系统 16 包括 CC 18、级联的 SCR 催化剂 20、氧化催化剂、ECM 40 和排气歧管 42。在示出的示例中, 排气系统 16 以下面的次序包括: 排气歧管 42、第一排气管 124、第二排气管 126、CC 18、第三排气管 128、级联的 SCR 催化剂 20、氧化催化剂(例如, 氧化催化剂 21、22) 和第四排气管 131。

[0046] 举例而言, CC 18 可以包括三效催化剂(TWC)。CC 18 可以还原氧化氮  $\text{NO}_x$ , 氧化一氧化碳(CO), 并氧化未燃烧的烃(HC)和挥发性有机化合物。CC 18 氧化排气系统 16 中的基于后燃烧空气 / 燃料比的排气。氧化的量提高排气的温度。级联的 SCR 催化剂 20 用于通过吸收到级联的 SCR 催化剂 20 中的氨进一步还原  $\text{NO}_x$ 。级联的 SCR 催化剂 20 将  $\text{NO}_x$  转化为氮  $\text{N}_2$  和水  $\text{H}_2\text{O}$ 。

[0047] 可选地, EGR 阀(未示出)使排气的一部分再循环回到进气歧管 26 中。剩余的排气被引导至涡轮增压器 24 中, 以驱动涡轮。涡轮有助于压缩从空气过滤器 23 接收的新鲜空气。排气从涡轮增压器 24 流到 CC 18。

[0048] 热管理系统 12 可以在包括被动 SCR 模式、氧化催化剂加热模式、CC 加热模式、SCR 加热模式、贫操作模式(或温度保持模式)等的各种模式下操作。该模式可以通过 ECM 40、热

控制模块 60 和 / 或被动 SCR 控制模块 62 开始并被控制。热控制模块 60 和被动 SCR 控制模块 62 可以并入为 ECM 40 的一部分。热控制模块 60 可以包括被动 SCR 控制模块 62。控制模块 60、62 是热管理系统 12 的一部分,且下面参考图 3-5 进一步予以描述。

[0049] 在被动 SCR 模式期间,产生氨,从而使级联的 SCR 催化剂 20 再生。在特定的操作条件下,氧化催化剂(例如,氧化催化剂 21、22)的温度可以降低在预定的氧化阈值  $THR_{OXI}$  之下。特定的条件可以包括在轻负载下例如在市区行驶下操作。由发动机 14 产生的热能量在轻负载条件下被减少,这可以使氧化催化剂的温度降低到最小活性操作温度以下的温度。被动 SCR 控制模块 62 激活氧化催化剂加热模式,以加热至少一种氧化催化剂,从而将氧化催化剂至少保持在最小活性操作温度。

[0050] 可以通过加热电路 64 将一种或多种氧化催化剂(例如, EHC 21)电加热。加热电路 64 补充由排气系统 16 提供的氧化催化剂的加热。举例而言,加热电路 64 可以连接到最上游的一个氧化催化剂(例如,电加热催化剂(EHC)21),并对其进行加热。其他氧化催化剂(例如,氧化催化剂 OXI 22)可以由于穿过该最上游的一个氧化催化剂的经加热的排气和 / 或来自 EHC 21 的辐射热传递而被加热。EHC 21 从催化剂加热电路 64 接收选择的电流和 / 或选择的电压。

[0051] 催化剂加热电路 64 包括一个或多个端子。在示出的示例中,提供了两个端子:供给端子 66 和接地或返回端子 68。在示出的示例中,EHC 21 可以实施为端子 66、端子 68 之间的电阻元件,并从供给端子 66 接收电流。在电流被供给到供给端子 66 时,EHC 21 的温度升高。这使得 EHC 21 升高到起作用的温度或活性温度(例如, $\geq$ 催化剂起燃温度)。可以将不同的电压电平施加到端子 66、68,例如 12V-42V。可以使用高于 42V 的电压电平。供给到端子 66、68 的功率可以来自于包括混合动力车辆电池、插入型电池和 / 或锂离子电池的电源。

[0052] 氧化催化剂的最小活性操作温度和 / 或保持温度可以为 200-350°C。例如,最小操作温度和 / 或保持温度可以为 250°C。预定的氧化阈值  $THR_{OXI}$  可以大于或等于氧化催化剂的最小活性操作温度。

[0053] 在 CC 加热模式期间,CC 18 被加热到至少 CC 起燃温度(例如,200-350°C)。在一个实施方案中,CC 18 被加热到至少 250°C。ECM 40 和 / 或热控制模块 60 可以在延迟火花的同时将发动机 14 的预燃烧空气 / 燃料比设定到化学计量比,以加热 CC 18。这允许来自发动机 14 的热传递到排气系统 16 并加热 CC 18。火花正时可以从例如与上止点(TDC)相关联的火花时间和 / 或当前设定的火花时间延迟,以延迟火花。当前设定的火花时间可以在 TDC 之前或之后。

[0054] 在 SCR 加热模式期间,级联的 SCR 催化剂 20 被加热到至少活性温度(例如,200-350°C)。在一个实施方案中,级联的 SCR 催化剂 20 被至少加热到 225°C。ECM 40 和 / 或热控制模块 60 可以执行后燃料喷射,和 / 或将燃料喷射到排气系统 16 中,以加热级联的 SCR 催化剂 20。后燃料喷射可以包括在气缸 28 中的空气 / 燃料混合物的点燃之后且在气缸 28 的进气冲程之前将燃料喷射到气缸 28 中。这允许燃料通入到排气系统 16 中。烃(HC)喷射器 70 (在图 2 中示出)可以用于将燃料直接喷射到排气系统 16 中。热控制模块 60 可以向燃料泵 72 发送信号,以将燃料供给到 HC 喷射器 70。HC 喷射器 70 可以将燃料喷射到排气系统 16 中,例如喷射在发动机 14 和 CC 18 之间,如所示。

[0055] 通过后燃料喷射和 / 或通过 HC 喷射器 70 提供到排气系统 16 的燃料可以在例如 CC 18 中点燃。通过燃料的点燃产生的热能量加热级联的 SCR 催化剂 20。后燃料喷射和 / 或通过 HC 喷射器 70 的喷射可以通过热控制模块 60 的后喷射控制模块 74 来控制。在执行 CC 加热模式的同时,可以不执行 SCR 加热模式。

[0056] 在贫操作模式期间,ECM 40 和 / 或热控制模块 60 以预燃烧的贫空气 / 燃料比操作发动机 14。在执行贫操作模式的同时,可以不执行 CC 加热模式、SCR 加热模式和 / 或氧化催化剂加热模式。

[0057] ECM 40、热控制模块 60 和 / 或被动 SCR 控制模块 62 可以基于传感器信息控制发动机系统 10 和热管理系统 12。传感器信息可以直接通过传感器获得,和 / 或间接地通过算法、建模和 / 或存储在存储器 71 中的表获得。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、氧水平、进气空气流率、进气空气压力、进气空气温度、车辆速度、发动机速度、EGR 等的一些示例传感器 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、进气空气流量传感器 92、进气空气压力传感器 94、进气空气温度传感器 96、车辆速度传感器 98 和发动机速度传感器 99。

[0058] 第一排气流量、压力和 / 或温度传感器 100 可以连接到第二排气管 126,并可以位于 CC 18 的上游。第二排气流量、压力和 / 或温度传感器 102 可以连接到位于 CC 18 的下游的第三排气管 128。第一催化剂温度传感器 104 可以连接到 CC 18。第三排气流量、压力和 / 或温度传感器 106 可以连接到位于一个或多个级联的 SCR 催化剂 20 的下游的第四排气管 129。一个或多个催化剂温度传感器可以连接到级联的 SCR 催化剂 20,并可以连接到氧化催化剂。作为一个示例,示出了第二催化剂温度传感器 110,并且第二催化剂温度传感器 110 连接到级联的 SCR 催化剂 20 中的一个。

[0059] 第四排气流量、压力和 / 或温度传感器 112 可以连接到第五排气管 131。第三催化剂温度传感器 114 可以连接到例如其中一个氧化催化剂。第三催化剂温度传感器 114 可以连接到最下游的一个氧化催化剂。

[0060] 第一  $\text{NO}_x$  传感器 133 可以连接到第二排气管 128。第二  $\text{NO}_x$  传感器 135 可以连接到第四排气管 131。任何数量的  $\text{NO}_x$  传感器可以并入到排气系统 16 中。 $\text{NO}_x$  传感器检测排气系统 16 内的  $\text{NO}_x$  水平。 $\text{NO}_x$  传感器可以位于与为传感器 133、135 示出的位置不同的位置。ECM 40、热控制模块 60 和 / 或被动 SCR 控制模块 62 可以基于来自传感器 80、100、102、104、106、110、112、114、133 和 135 的信息控制热控制系统 12 和发动机 14 的操作。

[0061] 现在还参照图 3,示出了包括热控制模块 60 的 ECM 40。热控制模块 60 包括被动 SCR 控制模块 62 和空气 / 燃料比控制模块 116。被动 SCR 控制模块 62 可以基于一个或多个传感器信号和 / 或空气 / 燃料比信号激活被动 SCR 模式和 / 或氧化加热模式。传感器信号可以至少包括例如来自传感器 102、106、110、112、114 的温度信号 T2 和 T4-T7(118、119)以及来自传感器 133、135 的氮信号  $\text{NO}_{x1}$ 、 $\text{NO}_{x2}$  (120、122)。被动 SCR 控制模块 62 可以生成被动 SCR 模式请求信号 REQ (137),以启动和 / 或激活被动 SCR 模式。

[0062] 空气 / 燃料比控制模块 116 控制发动机 14 的空气 / 燃料比,并可以生成可在富模式、贫模式和 / 或化学计量模式下指示当前的空气 / 燃料比和 / 或操作的空气 / 燃料比信号。空气 / 燃料比控制模块 116 可以基于被动 SCR 模式请求信号来控制 REQ 控制发动机 14

的空气 / 燃料比。进一步参照图 4 和图 5 来描述被动 SCR 控制模块 62。

[0063] 热控制模块 60 还可以包括 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 可以确定 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  $CC_{AV}$  是指作为活性的 CC 18 的体积 (即, 具有大于起燃温度的温度)。可以基于例如来自传感器 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  $CC_{AV}$ 。

[0064] 举例而言, CC 温度监测模块 150 可以使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  $CC_{AV}$ , 下面参照式 1 和式 2 描述发动机参数和 / 或排气温度中的一些。CC 温度监测模块可以通过传感器 100、102、104 直接确定 CC 温度  $T_{CC}$ 。第一热模型可以包括诸如等式 1 和等式 2 的等式。

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

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

$F_{CCRate}$  是经过 CC 18 的排气流率, 其可以是供给到气缸 28 的质量空气流量和燃料量的函数。质量空气流量可以由质量空气流量传感器例如进气空气流量传感器 92 来确定。 $S_{ENG}$  是发动机 14 的速度 (即, 发动机 14 的曲轴的转速)。 $DC$  是发动机 14 的占空比。 $CC_{Mass}$  是 CC 18 的质量。 $CC_{IMP}$  是 CC 18 的电阻或阻抗。 $E_{RunTime}$  是发动机 14 被激活 (ON) 的时间。 $E_{Load}$  是发动机 14 上的当前负载。 $T_{EXH}$  可以指排气系统 16 的温度, 并基于传感器 100、102、104 中的一个或多个。 $T_{amb}$  是环境温度。 $CAM$  是发动机 14 的凸轮定相。 $SPK$  是火花正时。CC 温度  $T_{CC}$  和 / 或活性体积  $CC_{AV}$  可以基于在等式 1 和等式 2 中提供的发动机系统参数和 / 或其他发动机系统参数中的一个或多个。

[0065] CC 比较模块 152 将 CC 温度  $T_{CC}$  与催化剂起燃温度  $T_{Lo}$  进行比较 (166), 和 / 或将活性体积  $CC_{AV}$  与第一催化剂阈值  $CC_{THR}$  比较 (168)。催化剂起燃温度  $T_{Lo}$  和第一催化剂阈值  $CC_{THR}$  可以是预定的, 并可以存储在存储器 71 中。CC 比较模块 152 生成指示 CC 温度  $T_{CC}$  是否大于催化剂起燃温度  $T_{Lo}$  和 / 或活性体积  $CC_{AV}$  是否大于第一催化剂阈值  $CC_{THR}$  的第一比较信号  $C1$  (170)。

[0066] CC 温度控制模块 154 基于第一比较信号  $C1$  确定是否以 CC 加热模式操作。当 CC 温度  $T_{CC}$  小于催化剂起燃温度  $T_{Lo}$  时, 和 / 或当活性体积  $CC_{AV}$  小于第一催化剂阈值  $CC_{THR}$  时, CC 温度控制模块 154 可以在 CC 加热模式下操作。CC 温度控制模块 154 可以生成和 / 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 以化学计量空气 / 燃料比操作并延迟发动机 14 的火花正时。

[0067] 化学计量信号  $STOICH$  可以被提供到空气 / 燃料比控制模块 104。空气 / 燃料比控制模块 104 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  $STOICH$  生成空气控制信号  $THR$  (180)。空气控制信号  $THR$  可以被提供到例如节气门致动器模块 182, 以控制节气门板的位置, 并调节提供到气缸 28 的air 的量。燃料控制模块 178 基于化学计量信号  $STOICH$  生成燃料控制信号  $FUEL$  (184)。燃料控制信号  $FUEL$  可以被提供到燃料致动器模块 185, 以调节提供到气缸 28 的燃料的量。燃料致动器模块 185 可以

控制燃料喷射器 30 的操作。

[0068] 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 可被称为致动器,而节气门开度面积可被称为致动器值。节气门致动器模块 182 可通过调节节气门的叶片的角度来实现节气门开度面积。节气门致动器模块 182 可使用一个或多个节气门位置传感器(未示出)来监测节气门的位置。空气控制模块 176 可基于化学计量信号 STOICH 将期望的面积信号输出到节气门致动器模块 182。然后,节气门致动器模块 182 调节节气门,以产生期望的节气门面积。

[0069] 延迟火花信号 RET 可以提供到火花控制模块 186,火花控制模块 186 可基于延迟火花信号 RET 生成火花控制(或正时)信号 SPARK (187)。火花控制信号 SPARK 可以提供到火花致动器模块 188。火花致动器模块 188 可被称作致动器,而相应的致动器值可以是火花延迟相对于气缸 TDC 和 / 或气缸的当前火花时间的量。火花致动器模块 188 控制火花塞 32 的操作。

[0070] 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 可以确定级联的 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  $SCR_{AV}$  是指作为活性(即,具有大于起燃温度的温度)的级联的 SCR 催化剂 20 的体积。可基于例如来自传感器 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  $SCR_{AV}$ 。

[0071] 举例而言,SCR 温度监测模块 190 可以使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  $SCR_{AV}$ ,下面参照式 3 和式 4 描述一些发动机参数和 / 或排气温度。SCR 温度监测模块 190 可以直接经由传感器 102、106、110 来确定 SCR 温度  $T_{SCR}$ 。第二热模型可以包括诸如等式 3 和等式 4 的等式。

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

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

$F_{SCRRate}$  是经过级联的 SCR 催化剂 20 的排气流率,其可以是供给到气缸 28 的质量空气流量和燃料量的函数。 $SCR_{Mass}$  是级联的 SCR 催化剂 20 的质量。 $SCR_{IMP}$  是级联的 SCR 催化剂 20 的电阻或阻抗。 $T_{EXH}$  可以指排气系统 16 的温度,并基于传感器 102、106、110 中的一个或多个。SCR 温度  $T_{SCR}$  和 / 或活性体积  $SCR_{AV}$  可以基于在等式 3 和等式 4 中提供的发动机系统参数和 / 或其他发动机系统参数中的一个或多个。

[0072] SCR 比较模块 191 将 SCR 温度  $T_{SCR}$  与活性温度  $T_{ACT}$  进行比较(197),和 / 或将活性体积  $SCR_{AV}$  与第二催化剂阈值  $SCR_{THR}$  进行比较(198)。活性温度  $T_{ACT}$  和 / 或活性体积  $SCR_{AV}$  可以是预定的,并可以存储在存储器 71 中。SCR 比较模块 191 生成指示 SCR 温度  $T_{SCR}$  是否大于活性温度  $T_{ACT}$  和 / 或活性体积  $SCR_{AV}$  是否大于第二催化剂阈值  $SCR_{THR}$  的第二比较信号 C2 (199)。

[0073] 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 确定是否在 SCR 加热模式下操作。当 SCR 温度  $T_{SCR}$  小于活性温度  $T_{ACT}$  时,和 / 或当活性体积  $SCR_{AV}$  小于第二催化剂阈值  $SCR_{THR}$  时,SCR 温度控制模块 192 可以在 SCR 加热模式下操作。SCR 温度控制模块 192 可以生成和 / 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 70 将燃料直接喷射到排气系统 16 中。

[0074] 后喷射信号 POST 可以提供到空气 / 燃料比控制模块 104 和 / 或燃料控制模块 178。燃料控制模块 178 基于后喷射信号 POST 生成燃料控制信号 FUEL。燃料控制信号 FUEL 和 / 或 HC 喷射信号 HCINJ (201) 可以提供到燃料致动器模块,以调节提供到排气系统 16 的燃料的量。

[0075] 在后燃料喷射期间和 / 或通过 HC 喷射器 70 提供到排气系统 16 的燃料的量可以基于和 / 或根据 CC 温度  $T_{CC}$ 、SCR 温度  $T_{SCR}$  和 / 或活性体积  $CC_{AV}$ 、 $SCR_{AV}$  而受到限制。这提供喷射到排气系统 16 的燃料的闭环控制。

[0076] 举例而言,SCR 温度  $T_{SCR}$  可基于跨级联的 SCR 催化剂 20 的温度梯度来确定。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 来确定跨级联的 SCR 催化剂 20 的温度梯度。例如,CC 温度监测模块 150 可确定第一温度信号 T1 和第二温度信号 T2 之间的差,如由等式 5 所提供的。

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

可根据温度信号 T1、T2 生成加权平均值 WA。作为替代方案,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 的示例由式 6 来提供,其中, x 是 0 和 1 之间的校准值。可基于例如测试的和 / 或建模的催化剂的热电偶数据来校准校准值 x。

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

加权平均值 WA 指示级联的 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 / 或其他参数来确定级联的 SCR 催化剂 20 的活性体积  $SCR_{AV}$ 。可基于例如级联的 SCR 催化剂 20 的质量、电阻和 / 或阻抗、环境温度、发动机速度、凸轮轴相位、点火正时、发动机的占空比等来确定级联的 SCR 催化剂 20 的活性体积  $SCR_{AV}$ ,如上所述。

[0077] 还可以使用传感器 100 和 102 来确定跨 CC 18 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、由其确定的加权平均值和 / 或其他参数(上面描述了一些其他参数)来确定 CC 18 的活性体积  $CC_{AV}$ 。

[0078] 现在还参照图 4,示出了被动 SCR 控制模块 62。被动 SCR 控制模块 62 可以包括氨监测模块 210、被动 SCR 使能模块 212 和被动 SCR 状态模块 214。氨监测模块 210 估计级联的 SCR 催化剂 20 的氨储存状态。氨储存状态是指储存在级联的 SCR 催化剂 20 的每个中的氨的量。氨监测模块 210 基于  $NO_x$  信号(例如,  $NO_{x1}$ 、 $NO_{x2}$ ) 中的一个或多个和 / 或温度信号 T2、T4、T5 (220) 的一个或多个来估计氨储存状态,并生成氨状态信号 AM (218)。确定氨储存状态的氨监测模块 210 可以将  $NO_x$  信号和 / 或  $NO_x$  信号的平均值与一个或多个  $NO_x$  阈值(例如,氨阈值  $THR_{NOx}$  (221))进行比较。氨状态信号 AM 218 可以指示级联的 SCR 催化剂 20 中的氨水平、 $NO_x$  阈值是否已经被超过等。 $NO_x$  阈值可以存储在存储器 71 中。

[0079] 被动 SCR 使能模块 212 可基于氨状态信号 AM 和 / 或时间信号 TIME 生成被动 SCR 请求信号 REQ (222)。时间信号 TIME 可以指示被动 SCR 模式已经为活性的时间的量。被动 SCR 状态模块 214 可基于被动 SCR 请求信号 REQ 和空气 / 燃料比信号 A/F (226) 生成被

动 SCR 活跃信号  $SCR_{ACT}$  (224)。被动 SCR 状态模块 214 可监测空气 / 燃料比何时为富裕以及被动 SCR 模式被激活以确定处于被动 SCR 模式的时间。被动 SCR 状态模块 214 可以包括跟踪处于被动 SCR 模式的时间的计时器 230。该跟踪时间可经由时间信号 TIME 来指示。

[0080] 被动 SCR 控制模块 62 还可以包括氧化催化剂(oxi-cat) 温度监测模块 232、oxi-cat 比较模块 234 和 oxi-cat 温度控制模块 236。oxi-cat 温度监测模块 232 可以确定一个或多个氧化催化剂(例如,氧化催化剂 21、22)的操作和 / 或平均温度(oxi-cat 温度)  $T_{OXI}$  (238)和 / 或活性体积  $OXI_{AV}$  (240)。活性体积  $OXI_{AV}$  是指作为活性(即,具有大于起燃温度或最小活性操作温度的温度)的一个或多分氧化催化剂的体积。可以基于例如来自传感器 106、112、114 的温度信号 T4、T6、T7 (242、244、246)、发动机模型、算法等来确定 oxi-cat 温度  $T_{OXI}$  和 / 或活性体积  $OXI_{AV}$ 。

[0081] 举例而言,oxi-cat 温度监测模块 232 可使用第三热模型和基于发动机参数和 / 或排气温度来估计 oxi-cat 温度  $T_{OXI}$  和 / 或活性体积  $OXI_{AV}$ ,下面参照式 7 和式 8 描述一些发动机参数和 / 或排气温度。oxi-cat 温度监测模块 232 可以经由传感器 106、112、114 确定 oxi-cat 温度  $T_{OXI}$ 。第三热模型可以包括诸如式 7 和式 8 的式。

$$T_{OXI} = f \left\{ \begin{array}{l} F_{CCRate}, S_{ENG}, OXI_{Mass}, OXI_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (7)$$

$$OXI_{AV} = f \left\{ \begin{array}{l} T_{CC}, F_{CCRate}, S_{ENG}, OXI_{Mass}, OXI_{IMP}, T_{EXH}, DC, \\ E_{RunTime}, E_{Load}, T_{AMB}, CAM, SPK \end{array} \right\} \quad (8)$$

$F_{CCRate}$  可以是经过氧化催化剂的排气流率,其可以是提供到气缸 28 的质量空气流量和燃料量的函数。质量空气流量可以通过诸如进气空气流量传感器 92 的质量空气流量传感器来确定。 $OXI_{Mass}$  是氧化催化剂的质量。 $OXI_{IMP}$  是氧化催化剂的电阻或阻抗。 $T_{EXH}$  可以指排气系统 16 的温度,并基于传感器 106、112、114 中的一个或多个。oxi-cat 温度  $T_{OXI}$  和 / 或活性体积  $OXI_{AV}$  可基于在式 7 和式 8 中提供的发动机系统参数和 / 或其他发动机系统参数中的一个或多个。

[0082] 作为另一示例,oxi-cat 温度  $T_{OXI}$  可以基于跨氧化催化剂(例如,氧化催化剂 21、22)的温度梯度来确定。CC 温度监测模块 150 基于来自温度传感器 106、112 的温度信号 T4、T6 来确定跨氧化催化剂的温度梯度。例如,oxi-cat 温度监测模块 232 可以确定第一温度信号 T4 和第二温度信号 T6 之间的差,如由式 9 提供的。

$$GRAD = T4 - T6 \quad (9)$$

加权平均值 WA 可以根据温度信号 T4、T6 生成。作为替代方式,加权平均值 WA 可以是温度信号 T4、T6 的加权平均值。加权平均值 WA 的示例由式 10 提供,其中, x 是 0 和 1 之间的校准值。校准值 x 可以基于例如测试的和 / 或建模的催化剂的热电偶数据来校准。

$$WA = [(x)T4 + (1-x)T6] \quad (10)$$

加权平均值 WA 指示氧化催化剂的平均温度。氧化催化剂的活性体积  $OXI_{AV}$  可以基于温度信号 T4、T6、加权平均值 WA 和 / 或其他参数来确定。氧化催化剂的活性体积  $OXI_{AV}$  可以基于例如氧化催化剂的质量、电阻和 / 或阻抗、环境温度、发动机速度、凸轮轴相位、点火正时、发动机的占空比等来确定,如上所述。

[0083] oxi-cat 比较模块 234 可以将 oxi-cat 温度  $T_{\text{OXI}}$  与催化剂起燃温度(例如, 阈值  $\text{THR}_{\text{OXI}}$  (250))进行比较, 和 / 或将活性体积  $\text{OXI}_{\text{AV}}$  与催化剂阈值  $\text{AV}_{\text{THR}}$  进行比较(252)。催化剂起燃温度  $\text{THR}_{\text{OXI}}$  和催化剂阈值  $\text{AV}_{\text{THR}}$  可以是预定的, 并可以存储在存储器 71 中。oxi-cat 比较模块 234 生成指示 oxi-cat 温度  $T_{\text{OXI}}$  是否大于催化剂起燃温度  $\text{THR}_{\text{OXI}}$  和 / 或活性体积  $\text{OXI}_{\text{AV}}$  是否大于催化剂阈值  $\text{AV}_{\text{THR}}$  的第三比较信号 C3 (254)。

[0084] oxi-cat 温度控制模块 236 基于第三比较信号 C3 确定是否在氧化催化剂加热模式下操作。当 oxi-cat 温度  $T_{\text{OXI}}$  小于催化剂起燃温度  $\text{THR}_{\text{OXI}}$  时, 和 / 或当活性体积  $\text{OXI}_{\text{AV}}$  小于催化剂阈值  $\text{OXI}_{\text{THR}}$  时, oxi-cat 温度控制模块 236 可以在氧化催化剂加热模式下操作。oxi-cat 温度控制模块 236 生成 oxi-cat 激活信号  $\text{OXI}_{\text{ACT}}$  (256), 从而激活一个或多个氧化催化剂的电加热。

[0085] 热管理系统 12 可以使用许多方法操作, 示例方法由图 5 的方法提供。在图 5 中, 示出了热控制方法。虽然主要参照图 1-4 的实施方案描述了下面的任务, 可以容易地修改任务, 以应用于本发明的其他实施方案。可以重复地执行任务。方法可以开始于 300。

[0086] 在 302, 生成传感器信号。例如, 传感器 80、100、102、104、106、110、112、114、133、135 可以生成相应的传感器信号。

[0087] 在 304, 氨监测模块 210 确定是否生成供在级联的 SCR 催化剂 20 中使用的氨。氨监测模块 210 可以使此决策基于级联的 SCR 中的氨水平和 / 或排气系统中的  $\text{NO}_x$  水平。氨监测模块 210 可以基于在 302 生成的一个或多个传感器信号来估计级联的 SCR 催化剂 20 中的氨的水平。可以基于来自  $\text{NO}_x$  传感器 133、135 的传感器信号和 / 或直接地和 / 或基于来自热管理系统 12 的其他传感器(例如, 传感器 80、100、102、104、106、110、112、114) 的传感器信号间接地来确定  $\text{NO}_x$  水平。氨监测模块 210 将估计的氨水平和 / 或确定的  $\text{NO}_x$  水平与预定的阈值进行比较, 并生成氨状态信号 AM。

[0088] 在 306, 被动 SCR 状态模块 214 确定被动 SCR 模式是否为活跃的。被动 SCR 状态模块 214 可以基于被动 SCR 模式请求信号 REQ 和 / 或由空气 / 燃料比控制模块 116 生成的空气 / 燃料比信号 A/F 来确定被动 SCR 模式是否为活跃的。当被动 SCR 模式为非活跃时, 执行任务 308, 否则执行任务 312。

[0089] 在 308, 被动 SCR 使能模块 212 基于氨状态信号 AM 启用(或开始) 被动 SCR 模式。可以通过设定被动 SCR 标志和 / 或通过生成被动 SCR 模式请求信号 REQ 激活被动 SCR 模式。

[0090] 在 310, 空气 / 燃料比控制模块 116 调节发动机 14 的空气 / 燃料比, 以在富模式下操作。当富模式为活跃时, 和 / 或当空气 / 燃料比控制模块 116 在预定的时间段内在富模式和化学计量模式或贫模式之间重复地切换时, 热控制模块 60 正在被动 SCR 模式下操作。被动 SCR 状态模块 214 可以开始计时器 230, 以监测处于被动 SCR 模式的时间, 和 / 或当被动 SCR 模式被激活时, 被动 SCR 状态模块 214 可以开始使计时器减小。

[0091] 在被动 SCR 模式期间, 发动机 14 可以在以富空气 / 燃料比(富模式)操作和以化学计量空气 / 燃料比(化学计量模式) 或贫空气 / 燃料比(贫模式) 操作之间重复地切换。贫空气 / 燃料比可以指大于化学计量空气 / 燃料比(例如, 14.7:1) 的空气 / 燃料比。富模式的重复激活和去激活允许氧与排气系统中的燃料混合, 以允许氧化催化剂(例如, EHC 21 和 OXI 22) 氧化在被动 SCR 模式期间生成的 CO。

[0092] 在 312, oxi-cat 比较模块 234 确定 oxi-cat 温度  $T_{\text{OXI}}$  是否小于阈值  $\text{THR}_{\text{OXI}}$  和 / 或



催化剂起燃温度(或在预定的温度范围内),和/或确定活性体积  $OxI_{AV}$  是否小于催化剂阈值  $AV_{THR}$ 。当  $OxI$  温度  $T_{OxI}$  小于阈值  $THR_{OxI}$  和/或催化剂起燃温度(或在预定的温度范围内)时,和/或当活性体积  $OxI_{AV}$  小于催化剂阈值  $AV_{THR}$  时,执行任务 314,否则执行任务 316。

[0093] 在 314,  $oxi-cat$  温度控制模块 236 至少在被动 SCR 模式期间将氧化催化剂(例如, EHC 21 和  $OxI$  22)的温度升高并保持在高于起燃和/或最小活性操作温度。 $oxi-cat$  温度控制模块 236 可以将氧化催化剂的温度升高至用于 CO 氧化的温度。 $oxi-cat$  温度控制模块 236 可以生成  $oxi-cat$  激活信号  $OxIACT$ , 以激活一个或多个氧化催化剂的电加热,如上所述。可以基于来自例如传感器 100、102、106、112、114 的一个或多个和/或来自热管理系统 12 的其他传感器的传感器信号来调节氧化催化剂的温度。 $oxi-cat$  温度控制模块 236 可以经由来自排气的热传递来保持氧化催化剂的电加热,直到氧化催化剂的温度保持在高于起燃和/或最小活性操作温度。

[0094] 在 316,  $oxi-cat$  温度控制模块 236 可以将氧化催化剂的电加热去激活。一旦完成任务 316, 热控制模块 60 就可以返回至任务 302, 或可以在 320 结束, 如图所示。

[0095] 在 318, 被动 SCR 使能模块 212 可以将计时器的时间和/或时间信号  $TIME$  与预定的时段进行比较。当时间超过预定的时段时,和/或当时间减至 0 时,可以执行任务 319。

[0096] 在 319, 被动 SCR 使能模块 212 可以禁用被动 SCR 模式。被动 SCR 使能模块 212 可以改变在 308 设定的标志的状态和/或被动 SCR 模式请求信号  $REQ$ 。空气/燃料比控制模块 116 可以将富模式去激活,并返回至在贫模式和化学计量模式中的一种或多种下操作。计时器 230 可以在 319 重设。一旦任务 319 完成,热控制模块 60 可以前进至任务 316。

[0097] 上面描述的任务意味着示例性的示例;任务可以根据应用顺序地、同步地、同时地、连续地、在重叠时间段期间或以不同的顺序执行。另外,可以不执行任务中的一项或多项。例如,可以不执行任务 318。

[0098] 上面描述的实施方案使得 CO 排放标准得到满足、使得贫燃料操作被最大化,并利用最小的电功率来补充排气系统催化剂的加热。贫燃料操作趋于减小排气系统温度。因为催化剂被保持在大于起燃或最小活性操作温度的温度,所以贫燃料操作被最大化。

[0099] 出于举例说明和描述的目的,已经提供了实施例的以上描述。其不意味着是排他性的或限制本发明。具体实施例的各个元件或特征通常不限于该具体实施例,而是在适用的情况下,是可互换的,并可以用在选择实施例中,即使并未具体示出或描述。其也可以以许多方式改变。这样的改变不应视为偏离本发明,所有这些修改旨在包括在本发明的范围内。

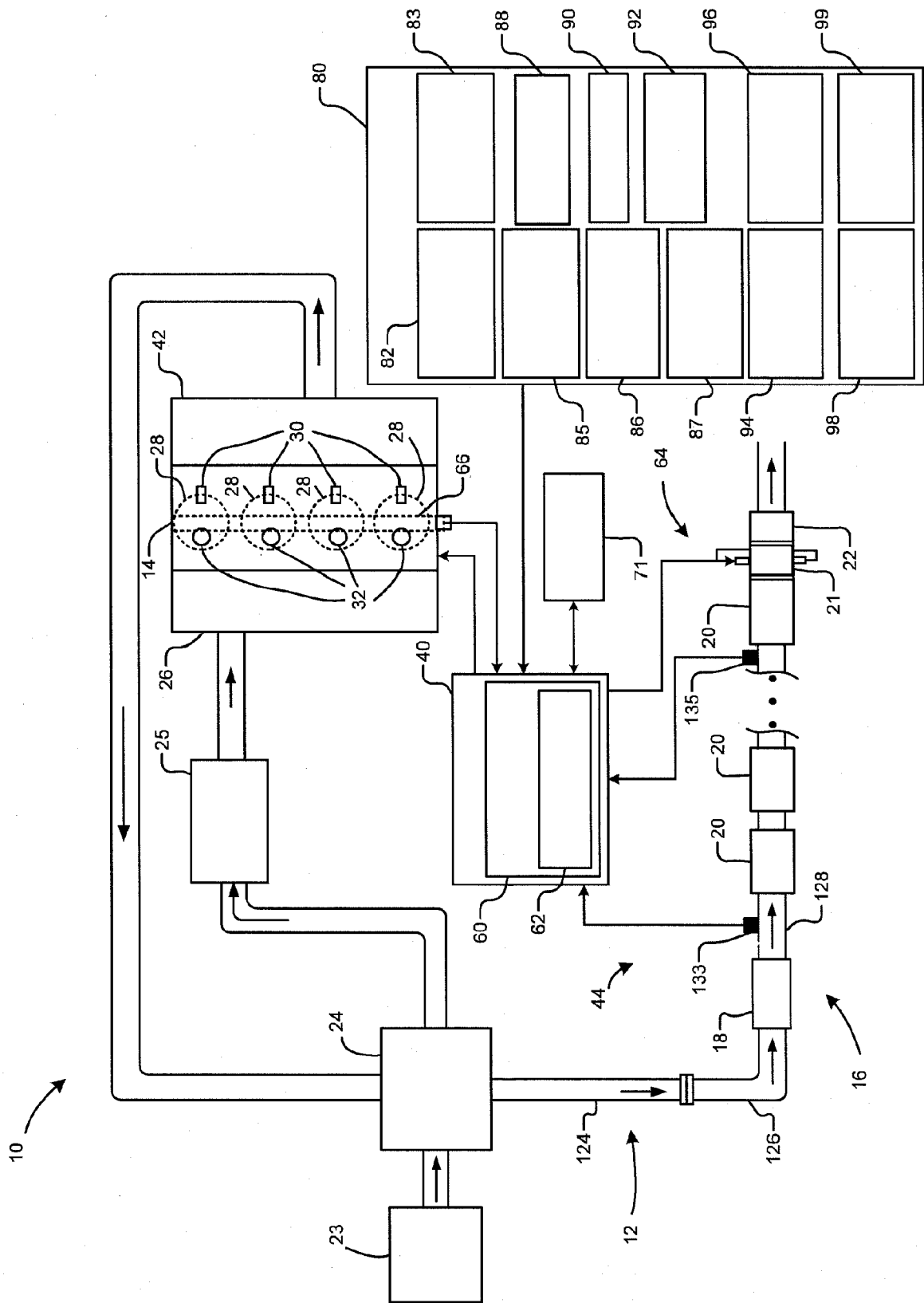


图 1

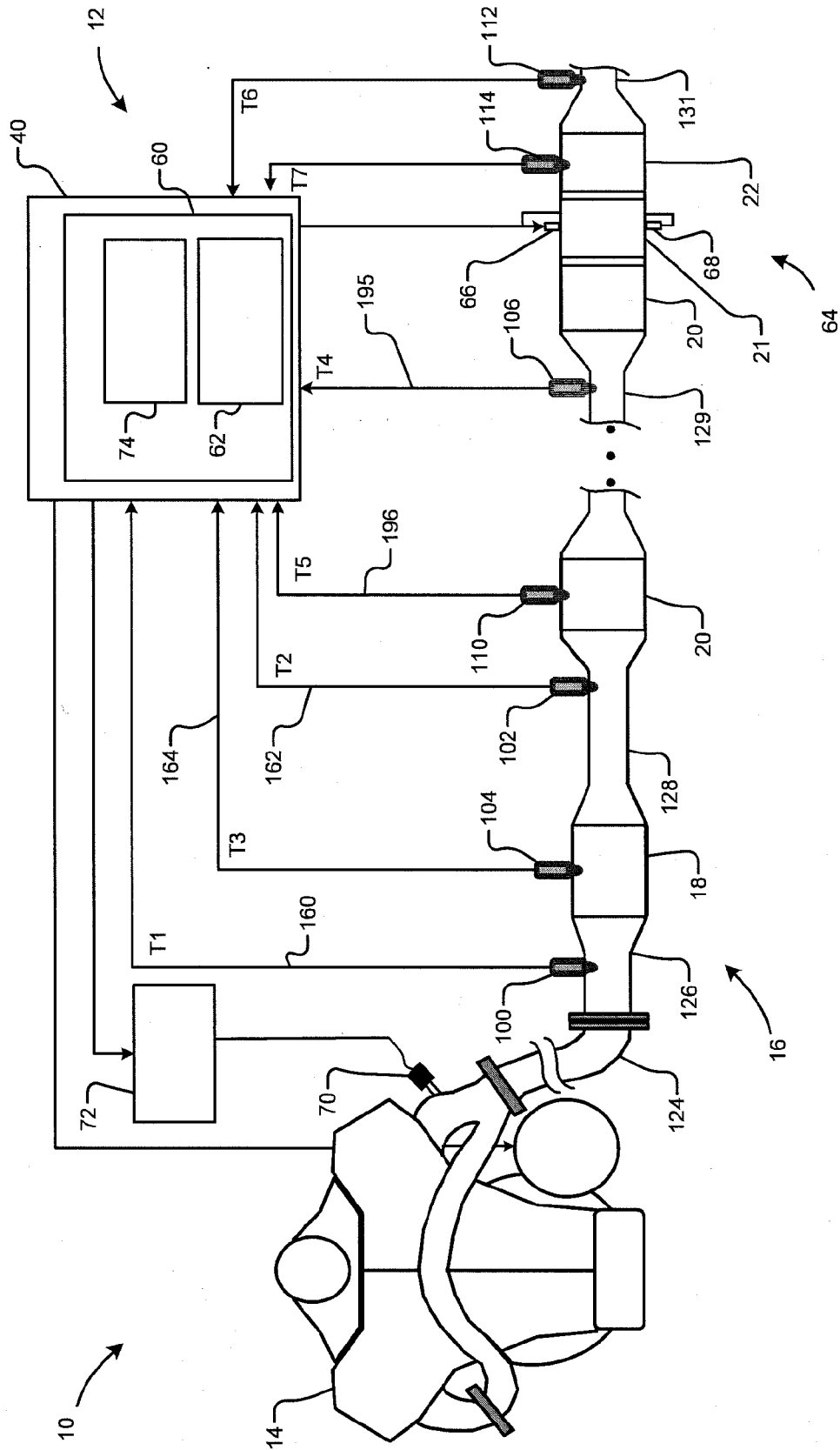


图 2



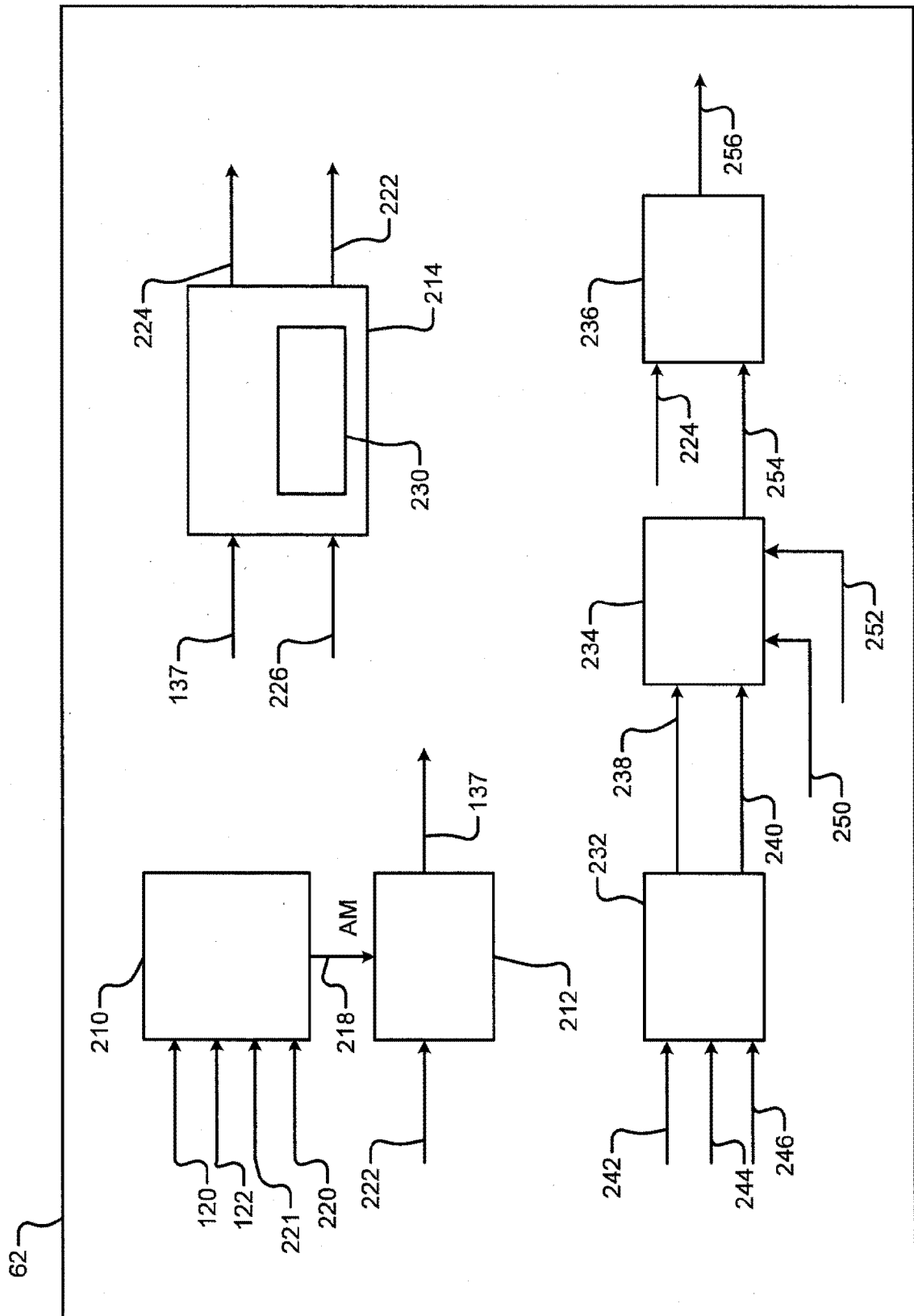


图 4

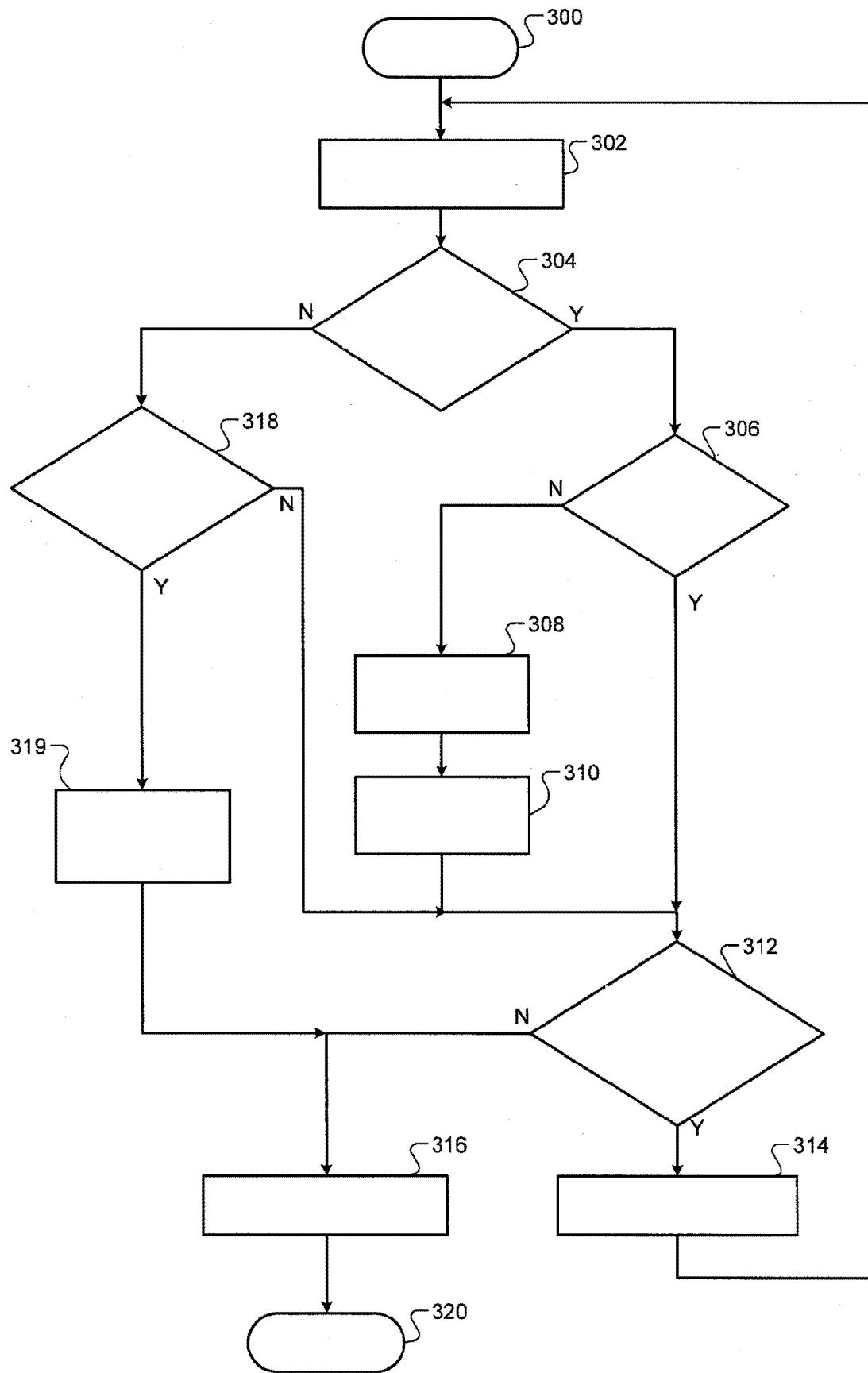


图 5