



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101900049 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201010158671. 2

CN 1673506 A, 2005. 09. 28,

(22) 申请日 2010. 03. 31

US 5212947 A, 1993. 05. 25,

(30) 优先权数据

审查员 谷佳运

12/414, 993 2009. 03. 31 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 I·安妮洛维奇 J·A·赫尔米克

R·B·杰斯 J·W·西基宁

C·E·怀特尼 R·C·小西蒙

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 彭武 刘华联

(51) Int. Cl.

F02D 41/22(2006. 01)

F02D 41/14(2006. 01)

F02D 9/08(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-328823 A, 2003. 11. 19,

EP 1961941 A2, 2008. 08. 27,

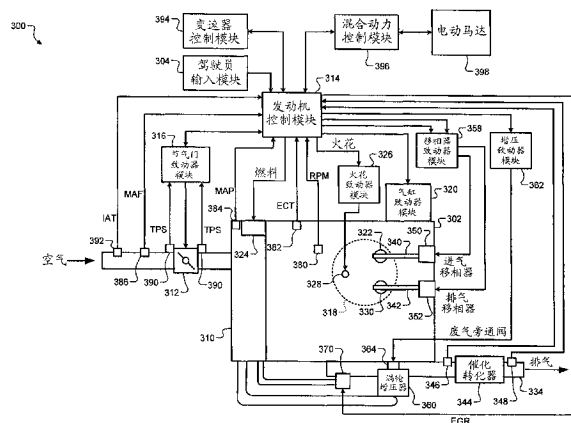
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

具有最小空气流的后氧气传感器性能诊断

(57) 摘要

本发明涉及具有最小空气流的后氧气传感器性能诊断。一种发动机控制系统包括氧气(O<sub>2</sub>)传感器诊断模块,所述O<sub>2</sub>传感器诊断模块诊断O<sub>2</sub>传感器且请求最小每缸空气量(APC)。节气门致动器模块基于所述最小APC来控制节气门以调节空气质量流量。



1. 一种发动机控制系统,包括:

氧气传感器诊断模块,所述氧气传感器诊断模块诊断氧气传感器且请求最小每缸空气量(APC);和

节气门致动器模块,所述节气门致动器模块基于所述最小每缸空气量来控制节气门以调节空气质量流量。

2. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块请求稀至浓过渡且在所述稀至浓过渡期间请求所述最小每缸空气量。

3. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述节气门致动器模块在所述最小每缸空气量是多个每缸空气量请求中的最大值时基于所述最小每缸空气量来控制所述节气门。

4. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述节气门致动器模块在所述最小每缸空气量小于多个每缸空气量请求中的至少一个时中止基于所述最小每缸空气量来控制所述节气门。

5. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述最小每缸空气量包括预定值。

6. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块请求浓至稀过渡且在所述浓至稀过渡期间请求所述最小每缸空气量。

7. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块在诊断所述氧气传感器之前请求所述最小每缸空气量。

8. 根据权利要求7所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块在诊断所述氧气传感器之后中止请求所述最小每缸空气量。

9. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块在诊断所述氧气传感器期间请求所述最小每缸空气量。

10. 根据权利要求9所述的发动机控制系统,其中,所述氧气传感器诊断模块在诊断所述氧气传感器之后中止请求所述最小每缸空气量。

11. 一种用于控制发动机的方法,包括:

请求最小每缸空气量(APC);

基于所述最小每缸空气量来控制节气门以调节空气质量流量;以及

基于所述每缸空气量来诊断氧气传感器。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

请求稀至浓过渡;以及

在所述稀至浓过渡期间请求所述最小每缸空气量。

13. 根据权利要求11所述的方法,还包括:在所述最小每缸空气量是多个每缸空气量请求中的最大值时基于所述最小每缸空气量来控制所述节气门。

14. 根据权利要求11所述的方法,还包括:在所述最小每缸空气量小于多个每缸空气量请求中的至少一个时中止基于所述最小每缸空气量来控制所述节气门。

15. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述最小每缸空气量包括预定值。

16. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

请求浓至稀过渡;以及

在所述浓至稀过渡期间请求所述最小每缸空气量。

17. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:在诊断所述氧气传感器之前请求所述最小每缸空气量。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括:在诊断所述氧气传感器之后中止请求所述最小每缸空气量。

19. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:在诊断所述氧气传感器期间请求所述最小每缸空气量。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,还包括:在诊断所述氧气传感器之后中止请求所述最小每缸空气量。

## 具有最小空气流的后氧气传感器性能诊断

### 技术领域

[0001] 本发明涉及转化器后氧气传感器性能诊断。

### 背景技术

[0002] 在此提供的背景说明是为了总体上介绍本发明背景的目的。当前所署名发明人的工作（在背景技术部分描述的程度）和本描述中否则不足以作为申请时的现有技术的各方面，既不明显地也非隐含地被承认为与本发明相抵触的现有技术。

[0003] 排气系统包括催化转化器和氧气 ( $O_2$ ) 传感器。转化器前  $O_2$  传感器测量进入催化转化器的  $O_2$ 。转化器后  $O_2$  传感器测量离开催化转化器的  $O_2$ 。 $O_2$  传感器可被诊断以确定所采取的测量值是否可靠。

[0004] 转化器后  $O_2$  传感器基于传感器测量值产生电压输出信号。例如，正常工作的转化器后  $O_2$  传感器可对  $O_2$  的变化水平具有相对快速的响应。相比而言，有故障的转化器后  $O_2$  传感器可具有相对慢速的响应。诊断转化器后  $O_2$  传感器可包括监测电压输出信号且确定响应时间是否高于和 / 或低于阈值。

### 发明内容

[0005] 一种发动机控制系统包括氧气 ( $O_2$ ) 传感器诊断模块，所述  $O_2$  传感器诊断模块诊断  $O_2$  传感器且请求最小每缸空气量 (APC)。节气门致动器模块基于所述最小 APC 来控制节气门以调节空气质量流量。在其它特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块请求稀至浓过渡且在稀至浓过渡期间请求所述最小 APC。

[0006] 在其它特征中，所述节气门致动器模块在所述最小 APC 是多个 APC 请求中的最大值时基于所述最小 APC 来控制节气门。在另外的特征中，所述节气门致动器模块在所述最小 APC 小于多个 APC 请求中的至少一个时中止基于所述最小 APC 来控制节气门。

[0007] 在另外的特征中，所述最小 APC 包括预定值。在其它特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块请求浓至稀过渡且在浓至稀过渡期间请求所述最小 APC。在其它特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块在诊断  $O_2$  传感器之前请求所述最小 APC。

[0008] 在进一步的特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块在诊断  $O_2$  传感器之后中止请求所述最小 APC。在其它特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块在诊断  $O_2$  传感器期间请求所述最小 APC。在进一步的特征中，所述  $O_2$  传感器诊断模块在诊断  $O_2$  传感器之后中止请求所述最小 APC。

[0009] 一种用于控制发动机的方法，包括：请求最小每缸空气量 (APC)；基于所述最小 APC 来控制节气门以调节空气质量流量；以及基于所述 APC 来诊断  $O_2$  传感器。在其它特征中，所述方法还包括请求稀至浓过渡且在稀至浓过渡期间请求所述最小 APC。

[0010] 在其它特征中，所述方法还包括在所述最小 APC 是多个 APC 请求中的最大值时基于所述最小 APC 来控制节气门。在另外的特征中，所述方法还包括在所述最小 APC 小于多个 APC 请求中的至少一个时中止基于所述最小 APC 来控制节气门。

[0011] 在另外的特征中，所述最小 APC 包括预定值。在其它特征中，所述方法还包括请求

浓至稀过渡且在浓至稀过渡期间请求所述最小 APC。在其它特征中,所述方法还包括在诊断 O<sub>2</sub> 传感器之前请求所述最小 APC。

[0012] 在进一步的特征中,所述方法还包括在诊断 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。在其它特征中,所述方法还包括在诊断 O<sub>2</sub> 传感器期间请求所述最小 APC。在进一步的特征中,所述方法还包括在诊断 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。

[0013] 本发明公开了下述技术方案。

[0014] (1). 一种发动机控制系统,包括:

[0015] 氧气 (O<sub>2</sub>) 传感器诊断模块,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块诊断 O<sub>2</sub> 传感器且请求最小每缸空气量 (APC);和

[0016] 节气门致动器模块,所述节气门致动器模块基于所述最小 APC 来控制节气门以调节空气质量流量。

[0017] (2). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块请求稀至浓过渡且在所述稀至浓过渡期间请求所述最小 APC。

[0018] (3). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述节气门致动器模块在所述最小 APC 是多个 APC 请求中的最大值时基于所述最小 APC 来控制所述节气门。

[0019] (4). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述节气门致动器模块在所述最小 APC 小于多个 APC 请求中的至少一个时中止基于所述最小 APC 来控制所述节气门。

[0020] (5). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述最小 APC 包括预定值。

[0021] (6). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块请求浓至稀过渡且在所述浓至稀过渡期间请求所述最小 APC。

[0022] (7). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之前请求所述最小 APC。

[0023] (8). 根据权利要求 7 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。

[0024] (9). 根据 (1) 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器期间请求所述最小 APC。

[0025] (10). 根据 (9) 所述的发动机控制系统,其中,所述 O<sub>2</sub> 传感器诊断模块在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。

[0026] (11). 一种用于控制发动机的方法,包括:

[0027] 请求最小每缸空气量 (APC);

[0028] 基于所述最小 APC 来控制节气门以调节空气质量流量;以及

[0029] 基于所述 APC 来诊断 O<sub>2</sub> 传感器。

[0030] (12). 根据 (11) 所述的方法,还包括:

[0031] 请求稀至浓过渡;以及

[0032] 在所述稀至浓过渡期间请求所述最小 APC。

[0033] (13). 根据 (11) 所述的方法,还包括:在所述最小 APC 是多个 APC 请求中的最大值时基于所述最小 APC 来控制所述节气门。

[0034] (14). 根据 (11) 所述的方法,还包括:在所述最小 APC 小于多个 APC 请求中的至少一个时中止基于所述最小 APC 来控制所述节气门。

- [0035] (15). 根据 (11) 所述的方法, 其中, 所述最小 APC 包括预定值。
- [0036] (16). 根据 (11) 所述的方法, 还包括:
- [0037] 请求浓至稀过渡; 以及
- [0038] 在所述浓至稀过渡期间请求所述最小 APC。
- [0039] (17). 根据 (11) 所述的方法, 还包括: 在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之前请求所述最小 APC。
- [0040] (18). 根据 (17) 所述的方法, 还包括: 在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。
- [0041] (19). 根据 (11) 所述的方法, 还包括: 在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器期间请求所述最小 APC。
- [0042] (20). 根据 (19) 所述的方法, 还包括: 在诊断所述 O<sub>2</sub> 传感器之后中止请求所述最小 APC。
- [0043] 本发明的进一步应用领域从下文提供的详细说明显而易见。应当理解的是, 详细说明和具体示例仅旨在用于说明的目的且并不旨在限制本发明的范围。

#### 附图说明

- [0044] 本发明经从详细说明和附图更充分理解, 在附图中:
- [0045] 图 1 是根据本发明原理的示例性氧气传感器信号的图形图示;
- [0046] 图 2 是根据本发明原理的示例性转化器后氧气传感器性能诊断试验结果的图形图示;
- [0047] 图 3 是根据本发明原理的示例性发动机系统的功能框图;
- [0048] 图 4 是根据本发明原理的示例性发动机控制系统的功能框图;
- [0049] 图 5 是根据本发明原理的图 4 的氧气传感器诊断模块的示例性实施方式的功能框图;
- [0050] 图 6 是根据本发明原理的图 4 的发动机扭矩控制模块的示例性实施方式的功能框图; 和
- [0051] 图 7 是示出了在根据本发明原理进行转化器后 O<sub>2</sub> 传感器性能诊断中执行的示例性步骤的流程图。

#### 具体实施方式

[0052] 以下说明本质上仅为示例性的且绝不意图限制本发明、它的应用、或使用。为了清楚起见, 在附图中使用相同的附图标记标识类似的元件。如在此所使用的, 短语 A、B 和 C 的至少一个应当理解为意味着使用非排他逻辑“或”的一种逻辑 (A 或 B 或 C)。应当理解的是, 方法内的步骤能以不同顺序执行而不改变本发明的原理。

[0053] 如在此所使用的, 术语模块指的是专用集成电路 (ASIC)、电子电路、执行一个或更多软件或固件程序的处理器 (共享的、专用的、或组) 和存储器、组合逻辑电路、和 / 或提供所述功能的其他合适的部件。

[0054] 排气系统中的 O<sub>2</sub> 传感器 (例如, 转化器前和转化器后 O<sub>2</sub> 传感器) 可被诊断以确定 O<sub>2</sub> 测量值是否可靠。转化器后 O<sub>2</sub> 传感器位于催化转化器的出口处。因而, 当通过催化转化

器的空气流增加时,诊断转化器后  $O_2$  传感器可能更有效。例如,催化转化器减少转化器后  $O_2$  传感器可用的  $O_2$  量。结果,催化转化器对转化器后  $O_2$  传感器的信号响应具有不利影响。当空气流增加时,转化器后  $O_2$  传感器提供更快的信号响应(即,响应时间减少)。本发明在诊断转化器后  $O_2$  传感器期间执行最小空气流要求。

[0055] 现在参考图 1,示出了根据本发明原理的示例性氧气传感器信号的图形表示。转化器后  $O_2$  传感器基于排气中的  $O_2$  含量产生电压输出信号。由正常工作的转化器后  $O_2$  传感器产生的电压输出信号基于排气中的  $O_2$  含量变化。有故障的转化器后  $O_2$  传感器的常见特征是缓慢或迟缓(即,慢速)的响应。例如,在有故障的转化器后  $O_2$  传感器的情况下,电压输出信号需要增加的时间量从浓过渡至稀和/或从稀过渡至浓。

[0056] 转化器后  $O_2$  传感器性能诊断(POPD)通过在从浓过渡至稀和/或从稀过渡至浓期间通过计算高于或低于电压输出信号的积分面积(IA)来监测转化器后  $O_2$  传感器的性能。当信号过渡速度减小时,IA 增加。IA 被标准化且与阈值 IA ( $IA_{THR}$ ) 进行比较以确定信号是否被劣化至转化器后  $O_2$  传感器应当被维修或更换的程度。

[0057] IA 分别在第一和第二电压  $V_1$ 、 $V_2$  和电压输出信号达到相应电压时的时间  $t_1$ 、 $t_2$  之间计算。仅作为示例, $V_1$  和  $V_2$  可基于稀和浓过渡的初步数据分析来选择。所述电压针对浓至稀和稀至浓过渡单独地选择。

[0058] 正常工作的  $O_2$  传感器响应 100 表示在稀至浓过渡期间正常工作的转化器后  $O_2$  传感器的响应。IA102 基于正常工作的  $O_2$  传感器响应 100 计算。有故障的  $O_2$  传感器响应 104 表示在稀至浓过渡期间有故障的转化器后  $O_2$  传感器的响应。IA 106 基于有故障的  $O_2$  传感器响应 104 计算。通过将每个 IA 与  $IA_{THR}$  进行比较,可以确定转化器后  $O_2$  传感器是否有故障。

[0059] 现在参考图 2,示出了根据本发明原理的示例性转化器后氧气传感器性能诊断试验结果的图形图示。垂直轴表示观测试验结果的频率(统计密度函数)(单位:百分比)。水平轴表示标准化之后的 IA。图形示出了转化器后  $O_2$  传感器诊断试验结果的示例性曲线。参考最佳性能不能接受的传感器(BPUS)表示不能接受的传感器中的最佳者。

[0060] 第一诊断曲线 200 表示在升高空气流的情况下(即,空气流高于最小空气流)诊断的示例性正常工作的单元的数据。第二诊断曲线 202 表示在没有升高空气流的情况下诊断的示例性正常工作的单元的数据。参考诊断曲线 204 表示在升高空气流的情况下诊断的 BPUS 的数据。钟形曲线相对于空气流标准化,且因而被改变。当空气流增加或减小时,钟形曲线水平移动。

[0061] 每条曲线示出了对空气流标准化的 IA 的可能值的示例性范围。例如,参考诊断曲线 204 的可能值的范围从约 35 至约 86。第一诊断曲线 200 的可能值的范围从 0 至约 25。第二诊断曲线 202 的可能值的范围从约 17 至约 51。所述图形示出了每个标准化的 IA 的观测试验结果的频率。例如,参考诊断曲线 204 示出了大约 5.5% 的时间,标准化的 IA 是大约 58。

[0062] 在 POPD 期间,标准化的 IA 与参考诊断曲线 204 的可能值进行比较以确定转化器后  $O_2$  传感器是否正常工作。IA 值偏离参考诊断曲线 204 越大,就越容易监测转化器后  $O_2$  传感器的问题。例如,两条曲线之间相交使得对于两个转化器后  $O_2$  传感器可能计算出相同的标准化的 IA。因而,可能更难于在对应转化器后  $O_2$  传感器之间进行区分。

[0063] 例如,第二诊断曲线 202 和参考诊断曲线 204 重叠。在水平轴上大约 35 和大约 51 之间曲线 202 和 204 的重叠增加了确定转化器后  $O_2$  传感器是否正常工作的难度。例如,参考诊断曲线 204 示出了 IA 不太可能但是还是有可能低至大约 35。类似地,第二诊断曲线 202 示出了 IA 不太可能但是还是有可能高达大约 51。基于第二诊断曲线 202 和参考诊断曲线 204,同样可能具有约 43 的 IA。在重叠区域的情况下,将难以在正常工作的转化器后  $O_2$  传感器和有故障的转化器后  $O_2$  传感器之间进行区分。

[0064] 相比而言,在第一诊断曲线 200 和参考诊断曲线 204 之间几乎没有重叠。因此,可能的曲线的标准化的 IA 不会重叠且容易区分。曲线彼此相隔越远,越容易在正常工作的转化器后  $O_2$  传感器和有故障的转化器后  $O_2$  传感器之间进行区分。例如,参考诊断曲线 204 可能的最低标准化的 IA 是大约 35,第一诊断曲线 200 可能的最高标准化的 IA 是大约 25。两条曲线 200 和 204 之间的间隙示出了更容易在正常工作的转化器后  $O_2$  传感器和有故障的转化器后  $O_2$  传感器之间进行区分。

[0065] 现在参考图 3,示出了根据本发明原理的示例性发动机系统 300 的功能框图。发动机系统 300 包括发动机 302,发动机 302 燃烧空气/燃料混合物以基于驾驶员输入模块 304 产生车辆的驱动扭矩。虽然本文描述了火花点火汽油型发动机,但是本发明可应用于其它类型的扭矩产生装置,而限于汽油型发动机、柴油型发动机、丙烷型发动机和混合型发动机。

[0066] 空气通过节气门阀 312 抽吸到进气歧管 310 中。发动机控制模块 (ECM) 314 命令节气门致动器模块 316 以调节节气门阀 312 的开度,以便控制被抽吸到进气歧管 312 中的空气量。来自于进气歧管 310 的空气被抽吸到发动机 302 的气缸中。虽然发动机 302 可包括多个气缸,但是为了图示目的,示出了单个代表性气缸 318。仅作为示例,发动机 302 可包括 2、3、4、5、6、8、10 和 / 或 12 个气缸。ECM 314 可指示气缸致动器模块 320 以选择性地停用一些气缸,以便改进燃料经济性。

[0067] 来自于进气歧管 310 的空气通过进气门 322 被抽吸到气缸 318 中。ECM 314 控制由燃料喷射系统 324 喷射的燃料量。燃料喷射系统 324 可在中间位置将燃料喷射到进气歧管 310 中或者在多个位置(例如,在每个气缸的进气门附近)处将燃料喷射到进气歧管 310 中。替代地,燃料喷射系统 324 可将燃料直接喷射到气缸中。

[0068] 所喷射的燃料在气缸 318 中与空气混合且形成空气/燃料混合物。气缸 318 中的活塞(未示出)压缩空气/燃料混合物。基于来自于 ECM 314 的信号,火花致动器模块 326 激励气缸 318 中的火花塞 328,从而点火空气/燃料混合物。火花的定时可相对于活塞处于其最上部位置(称为上止点(TDC))时的时间来规定,在上止点,空气/燃料混合物被最大程度地压缩。

[0069] 空气/燃料混合物的燃烧驱动活塞向下,从而驱动旋转曲轴(未示出)。活塞然后开始再次向上移动且通过排气门 330 排出燃烧副产物。燃烧副产物经由排气系统 334 从车辆排出。

[0070] 排气系统 334 包括催化转化器 344、转化器前  $O_2$  传感器 346 和转化器后  $O_2$  传感器 348。转化器前  $O_2$  传感器 346 位于催化转化器 344 的上游(相对于排气),而转化器后  $O_2$  传感器 348 位于催化转化器 344 的下游。

[0071] 催化转化器 344 通过增加碳氢化合物(HC)和一氧化碳(CO)的氧化率和氮氧化物



(NO<sub>x</sub>) 的还原率来控制排放物。为了允许氧化,催化转化器 344 需要 O<sub>2</sub>。催化转化器 344 的 O<sub>2</sub> 存储容量表示氧化 HC 和 CO 以及还原 NO<sub>x</sub> 的效率。

[0072] 转化器前 O<sub>2</sub> 传感器 346 与 ECM314 通信且测量进入催化转化器 344 的排气流中的 O<sub>2</sub> 含量。转化器后 O<sub>2</sub> 传感器 348。与 ECM314 通信且测量离开催化转化器 344 的排气流中的 O<sub>2</sub> 含量。

[0073] 在转化器前 O<sub>2</sub> 传感器 346 和转化器后 O<sub>2</sub> 传感器 348 上执行性能诊断以确定所述传感器是否正常工作。例如,当传感器 346 和 348 中的一个或多个不正常工作时,催化转化器监测的效率可降低。

[0074] 进气门 322 可由进气凸轮轴 340 控制,而排气门 330 可由排气凸轮轴 342 控制。在各种实施方式中,多个进气凸轮轴可控制每个气缸的多个进气门和 / 或可控制多个气缸组的进气门。类似地,多个排气凸轮轴可控制每个气缸的多个排气门和 / 或可控制多个气缸组的排气门。气缸致动器模块 320 可通过中止提供燃料和火花和 / 或禁用其排气门和 / 或进气门而停用气缸。

[0075] 进气门 322 开启的时间可通过进气凸轮移相器 350 相对于活塞 TDC 变化。排气门 330 开启的时间可通过排气凸轮移相器 352 相对于活塞 TDC 变化。移相器致动器模块 358 基于来自于 ECM314 的信号控制进气凸轮移相器 350 和排气凸轮移相器 352。

[0076] 发动机系统 300 可包括提供加压空气给进气歧管 310 的增压装置。例如,图 3 示出了涡轮增压器 360。涡轮增压器 360 由流过排气系统 334 的排气提供动力且将压缩空气充气提供给进气歧管 310。用于产生压缩空气充气的空气可从进气歧管 310 获得。

[0077] 废气旁通阀 364 可允许排气旁通涡轮增压器 360,从而减小涡轮增压器的输出(或增压)。ECM314 经由增压致动器模块 362 来控制涡轮增压器 360。增压致动器模块 362 可通过控制废气旁通阀 364 的位置来调节涡轮增压器 360 的增压。压缩空气充气通过涡轮增压器 360 提供给进气歧管 310。中间冷却器(未示出)可驱散压缩空气充气的热量中的一些,所述热量在空气被压缩时产生且也能由于邻近排气系统 334 而增加。替代发动机相同可包括提供压缩空气给进气歧管 310 且由曲轴驱动的增压器。

[0078] 发动机系统 300 可包括排气再循环(EGR)阀 370,其将排气选择性地改向回到进气歧管 310。在各种实施方式中,EGR 阀 370 可位于涡轮增压器 360 之后。发动机系统 300 可使用 RPM 传感器 380 测量曲轴速度(单位:每分钟转数(RPM))。发动机冷却剂的温度可使用发动机冷却剂温度(ECT)传感器 382 测量。ECT 传感器 382 可位于发动机 302 内或者位于循环冷却剂的其它位置,例如散热器(未示出)处。

[0079] 进气歧管 310 内的压力可使用歧管绝对压力(MAP)传感器 384 测量。在各种实施方式中,可测量发动机真空度,其中,发动机真空度是环境空气压力和进气歧管 310 内的压力之间的差。流入进气歧管 310 的空气质量可使用空气质量流量(MAF)传感器 386 测量。在各种实施方式中,MAF 传感器 386 可与节气门阀 312 一起位于壳体内。

[0080] 节气门致动器模块 316 可使用一个或多个节气门位置传感器(TPS)390 来监测节气门阀 312 的位置。被抽吸到发动机系统 300 中的空气的环境温度可使用进气空气温度(IAT)传感器 392 测量。ECM314 可使用来自于所述传感器的信号以作出用于发动机系统 300 的控制决策。

[0081] ECM314 可与变速器控制模块 392 通信以协调变速器(未示出)中的换档。例如,

ECM314 可在换档期间降低扭矩。ECM314 可与混合动力控制模块 396 通信以协调发动机 302 和电动马达 398 的操作。电动马达 398 也可以用作发电机,且可用于产生电能以供车辆电气系统使用和 / 或存储在蓄电池中。在各种实施方式中,ECM314、变速器控制模块 394 和混合动力控制模块 396 可集成到一个或多个模块中。

[0082] 为了简要地提及发动机 302 的各种控制机构,改变发动机参数的每个系统可称为致动器。例如,节气门致动器模块 316 可以改变叶片位置,因而改变节气门阀 312 的开口面积。因而,节气门致动器模块 316 可称为致动器,节气门开口面积可称为致动器位置。

[0083] 类似地,火花致动器模块 325 可称为致动器,而对应致动器位置是火花提前量。其它致动器包括增压致动器模块 362、EGR 阀 370、移相器致动器模块 358、燃料喷射系统 324 和气缸致动器模块 320。关于这些致动器的术语致动器位置可分别对应于增压压力、EGR 阀开度、进气和排气凸轮移相器角度、空气 / 燃料比和起用的气缸的数量。

[0084] 现在参考图 4,示出了根据本发明原理的示例性发动机控制系统的功能框图。发动机控制模块 (ECM) 400 包括车轴扭矩裁定模块 404。车轴扭矩裁定模块 404 在来自于驾驶员输入模块 304 的驾驶员输入和其它车轴扭矩请求之间进行裁定。例如,驾驶员输入可包括加速踏板位置。其它车轴扭矩请求可包括由牵引控制系统在车轮滑移期间请求的扭矩减少,和来自于巡航控制系统的控制车辆速度的扭矩请求。

[0085] 车轴扭矩请求还可包括来自于适应性巡航控制模块的请求,适应性巡航控制模块可改变扭矩请求以保持预定跟车距离。车轴扭矩请求还可包括由于负车轮打滑引起的扭矩增加,例如在当发动机产生的扭矩为负时车辆轮胎相对于道路表面打滑时。

[0086] 车轴扭矩请求还可包括制动器扭矩管理请求和旨在防止车辆超速状况的扭矩请求。制动器扭矩管理请求可减少发动机扭矩以确保发动机扭矩不超过在车辆停止时制动器保持车辆的能力。车轴扭矩请求还可由底盘稳定性控制系统作出。车轴扭矩请求还可包括扭矩切断请求,例如可在检测到重大故障时产生。

[0087] 车轴扭矩裁定模块 404 输出预测扭矩和即时扭矩。预测扭矩是为了满足驾驶员扭矩和 / 或速度请求在未来需要的扭矩量。即时扭矩是为了满足瞬时扭矩请求在当前时刻所需的扭矩,例如在牵引控制感测到车轮打滑时的扭矩减小。

[0088] 即时扭矩可通过快速响应的发动机致动器实现,而较慢的发动机致动器目的在于实现预测扭矩。例如,火花致动器能够快速改变火花提前,而凸轮移相器或节气门致动器可能响应较慢。车轴扭矩裁定模块 404 将预测扭矩和即时扭矩输出给推进扭矩裁定模块 406。

[0089] 在各种实施方式中,车轴扭矩裁定模块 404 可将预测扭矩和即时扭矩输出给混合动力优化模块 408。混合动力优化模块 408 确定多少扭矩应当由发动机产生且多少扭矩应当由电动马达 398 产生。混合动力优化模块 408 然后将修正的预测和即时扭矩值输出给推进扭矩裁定模块 406。在各种实施方式中,混合动力优化模块 408 可在混合动力控制模块 396 中实施。

[0090] 推进扭矩裁定模块 406 在预测和即时扭矩以及推进扭矩请求之间进行裁定。推进扭矩请求可包括用于发动机超速保护和换档的扭矩减小和用于防止失速的扭矩增加。推进扭矩请求还可包括来自于速度控制模块的扭矩请求,速度控制模块可在怠速和滑行期间控制发动机速度,例如当驾驶员将他的脚从加速踏板移开时。

[0091] 推进扭矩请求还可包括离合器燃料切断,在手动变速器车辆中,在驾驶员踩下离

合器踏板时可减少发动机扭矩。各种扭矩备用也可提供给推进扭矩裁定模块 406 以允许在需要时快速实现这些扭矩值。例如,备用量可应用于空气调节压缩机开启和用于动力转向泵扭矩需求。

[0092] 催化剂起燃 (light-off) 或冷启动排放过程可改变发动机的火花提前。可作出对应的推进扭矩请求,以抵销火花提前的变化。此外,发动机的空气-燃料比和/或发动机的空气质量流量可例如通过诊断侵入式当量比试验和/或新的发动机吹扫来改变。也可以作出对应推进扭矩请求以抵销这些变化。

[0093] 推进扭矩请求还可包括切断请求,可通过检测到重大故障来启动。例如,重大故障可包括车辆偷盗检测、卡住的起动机马达检测、电子节气门控制问题和未预期到的扭矩增加。在各种实施方式中,可能不会裁定各种请求,例如切断请求。例如,它们可总是赢得裁定或可完全超控裁定。推进扭矩裁定模块 406 可仍接收这些请求,从而例如合适的的数据可以反馈给其它扭矩请求器。

[0094] 推进扭矩裁定模块 406 在来自于车轴扭矩裁定模块 404 或混合动力优化模块 408、发动机速度控制模块 410 的扭矩请求和其它推进扭矩请求之间进行裁定。其它推进扭矩请求可包括例如用于发动机超速保护的扭矩减小和用于防止失速的扭矩增加。

[0095] 发动机速度控制模块 410 将预测和即时扭矩请求输出给推进扭矩裁定模块 406。当 ECM400 处于发动机速度控制模式时,推进扭矩裁定模块 406 可简单地选择来自于发动机速度控制模块 410 的扭矩请求。当驾驶人将他的脚从踏板移开时,可允许发动机速度控制模式。发动机速度控制模式于是可用于车辆滑行及在车辆怠速时。当车轴扭矩裁定模块 404 请求的预测扭矩小于标定扭矩值时,可选择发动机速度控制模式。

[0096] 发动机速度控制模块 410 从 RPM 轨迹模块 412 接收期望 RPM。RPM 轨迹模块 412 确定用于发动机速度控制模式的期望 RPM。仅作为示例,RPM 轨迹模块 412 可输出线性减少的发动机速度,直到发动机速度达到怠速发动机速度。然后,RPM 轨迹模块 412 可继续输出怠速发动机速度。

[0097] 在各种实施方式中,RPM 轨迹模块 412 可如于 2002 年 6 月 18 日公告且题为“System and Method of Controlling the Coastdown of a Vehicle”的共同转让的美国专利 No. 6,405,587 中所述的那样工作,所述专利的公开内容在此作为参考全文明确引入。

[0098] 致动模式模块 414 从推进扭矩裁定模块 406 接收预测扭矩和即时扭矩。基于模式设置,致动模式模块 414 确定将如何实现预测和即时扭矩。例如,改变节气门阀 312 允许宽范围的扭矩控制。然而,开启和关闭节气门阀 312 是相对慢的。

[0099] 禁用气缸提供宽范围的扭矩控制,但可产生驾驶性和排放物问题。改变火花提前是相对快速的,但是不提供大范围的控制。此外,在进入气缸 318 的空气量变化时,借助于火花可能的控制量(火花容量)变化。

[0100] 节气门阀 312 可刚好足够地关闭,以使得能够通过尽可能延迟火花来实现期望即时扭矩。这提供先前扭矩的快速恢复,因为火花可以快速返回至其标定定时,从而产生最大扭矩。由此,通过使得快速响应的火花延迟的使用最大化而使得相对缓慢响应的节气门阀校正的使用最小化。

[0101] 致动模式模块 414 采取的满足即时扭矩请求的方法由模式设置所决定。提供给致动模式模块 414 的模式设置可以包括:被动模式、理想 (pleasible) 模式、最大范围模式,和

自动致动模式。

[0102] 在被动模式中,致动模式模块 414 可以忽略即时扭矩请求。例如,致动模式模块 414 可以输出预测扭矩到预测扭矩控制模块 416。预测扭矩控制模块 416 将预测扭矩转换为用于慢速致动器的期望致动器位置。例如,预测扭矩控制模块 416 可以控制期望歧管绝对压力 (MAP)、期望节气门面积、和 / 或期望每缸空气量 (APC)。

[0103] 即时扭矩控制模块 420 确定用于快速致动器的期望致动器位置,例如期望火花提前。致动模式模块 414 可以指示即时扭矩控制模块 420 设定火花提前至标定值,该值对于给定的空气流量实现了最大可能的扭矩。因此在被动模式中,即时扭矩请求并不减少所产生的扭矩量或使火花提前偏离标定值。

[0104] 在理想模式中,致动模式模块 414 可试图仅仅使用火花延迟来实现即时扭矩请求。这可能意味着如果期望扭矩减小大于火花备用容量 (由火花延迟所能实现的扭矩减小的量),扭矩减小将不能被实现。致动模式模块 414 可以因此输出预测扭矩给预测扭矩控制模块 416 以转化成期望节气门面积。致动模式模块 414 可以输出即时扭矩请求给即时扭矩控制模块 420,即时扭矩控制模块 420 将尽可能长地延迟火花以试图实现该即时扭矩。

[0105] 在最大范围模式中,致动模式模块 414 可以指示气缸致动器模块 320 关闭一个或多个气缸以实现即时扭矩请求。致动模式模块 414 可以通过输出即时扭矩请求给即时扭矩控制模块 420 对扭矩减小的其余部分使用火花延迟。如果没有足够火花备用容量,致动模式模块 414 可以减小去往预测扭矩控制模块 416 的预测扭矩请求。

[0106] 在自动致动模式中,致动模式模块 414 可以降低输出到预测扭矩控制模块 416 的预测扭矩请求。该预测扭矩可以仅仅被减小至允许即时扭矩控制模块 420 使用火花延迟实现即时扭矩请求所需要的程度。

[0107] 即时扭矩控制模块 420 从扭矩估计模块 424 接收估计扭矩且使用火花致动器模块 326 设定火花提前,以实现期望即时扭矩。估计扭矩可以表示通过设定火花提前至标定值以产生最大扭矩而能够即时产生的扭矩量。因而,即时扭矩控制模块 420 可以选择将估计扭矩减小为即时扭矩的火花提前。

[0108] 预测扭矩控制模块 416 也可接收估计扭矩并且可以接收测量到的空气质量流量 (MAF) 信号和发动机每分钟转数 (RPM) 信号。预测扭矩控制模块 416 可产生期望歧管绝对压力 (MAP) 信号,该信号被输出给增压调度模块 428。

[0109] 增压调度模块 428 使用期望 MAP 信号来控制增压致动器模块 362。该增压致动器模块 362 然后控制涡轮增压器和 / 或增压器。预测扭矩控制模块 416 可产生期望面积信号,该信号输出给节气门致动器模块 316。节气门致动器模块 316 然后调整节气门阀 312 以产生期望节气门面积。

[0110] 预测扭矩控制模块 416 产生期望 APC 信号,该信号被输出给移相器调度模块 422。基于该期望 APC 信号和 RPM 信号,移相器调度模块 422 使用移相致动器模块 358 来命令进气和 / 或排气凸轮移相器 348 和 350 至标定值。

[0111] 扭矩估计模块 424 可使用命令的进气和排气凸轮移相器位置连同 MAF 信号来确定估计扭矩。替代地,扭矩估计模块 424 可以使用实际或测量移相器位置。扭矩估计的进一步讨论可以在共同受让的题为“Torque Estimator for Engine RPM and Torque Control(用于发动机 RPM 和扭矩控制的扭矩估计器)”的美国专利 NO. 6, 704, 638 中找到,该专利所公

开的全部内容在此作为参考全文引入。

[0112] 氧气传感器诊断模块 450 对转化器后  $O_2$  传感器 348 执行 POPD 试验。在非侵入式状况（例如，减速模式）期间，执行或允许所述试验。例如，减速模式可在使用者不请求更多扭矩时（例如，当使用者保持速度或施用车辆制动器以减速或停止时）发生。当存在非侵入式状况时，车轴扭矩裁定模块 404 可触发氧气传感器诊断模块 450。例如，当存在非侵入式状况时，车轴扭矩裁定模块 404 可输出允许信号。可以设想的是，可在侵入式状况期间允许试验。

[0113] 氧气传感器诊断模块 450 在稀至浓和浓至稀过渡期间监测转化器后  $O_2$  传感器 348 的电压输出信号。在稀至浓过渡期间，氧气传感器诊断模块 450 可请求最小 APC。例如，当请求最小 APC 时，氧气传感器诊断模块 450 可产生诊断 APC 信号。在各种实施方式中，诊断 APC 信号可在浓至稀过渡期间产生。例如，诊断 APC 信号可在混合动力车辆的浓至稀过渡期间产生。诊断 APC 信号传输给发动机扭矩控制模块 452。

[0114] 发动机扭矩控制模块 452 基于最小 APC 请求来确定最小预测扭矩。发动机扭矩控制模块 452 在最小 APC 请求之间进行裁定且产生最小预测扭矩请求。仅作为示例，发动机扭矩控制模块 452 可在节气门控制最小 APC、燃料喷射器最小 APC、燃烧 APC、和来自于氧气传感器诊断模块 450 的最小 APC 之间进行裁定。

[0115] 现在参考图 5，示出了图 4 的氧气传感器诊断模块的示例性实施方式的功能框图。诊断控制模块 500 在存在非侵入式状况时接收允许信号。仅作为示例，允许信号可从车轴扭矩裁定模块 404 接收。当接收允许信号时，诊断控制模块 500 启动转化器后  $O_2$  传感器 348 的试验且允许空气 / 燃料混合物变浓。仅作为示例，燃料喷射信号可传输给燃料喷射系统 324。燃料喷射系统 324 控制浓至稀过渡。随后，燃料喷射系统 324 控制稀至浓过渡的发生。诊断控制模块 500 在浓至稀和稀至浓过渡期间监测转化器后  $O_2$  传感器 348 的电压输出信号。

[0116] 当非侵入式状况不再存在时，氧气传感器诊断模块可中止试验。仅作为示例，如果允许 POPD 试验且发生空气 / 燃料混合物的变浓，那么试验可在驾驶员请求扭矩增加时中止。

[0117] 诊断控制模块 500 监测电压输出信号且确定空气 / 燃料混合物是否在从浓过渡至稀或者从稀过渡至浓。如果诊断控制模块 500 确定从浓过渡至稀，那么电压输出信号传输给浓至稀计算模块 502。如果从稀过渡至浓，那么诊断控制模块 500 将电压输出信号传输给稀至浓计算模块 504 并产生诊断 APC 信号。可以设想的是，诊断控制模块 500 可在将电压输出信号传输给浓至稀计算模块 502 时产生诊断 APC 信号。也可设想的是，诊断控制模块 500 可在操作期间任何时间时产生诊断 APC 信号。

[0118] 浓至稀计算模块 502 和稀至浓计算模块 504 基于电压输出信号计算 IA 并标准化 IA。标准化的 IA 传输给比较模块 506。比较模块 506 将标准化的 IA 与  $IA_{THR}$  进行比较。如果标准化的 IA 大于或等于  $IA_{THR}$ ，那么比较模块 506 确定转化器后  $O_2$  传感器 348 有故障。如果标准化的 IA 小于  $IA_{THR}$ ，那么比较模块 506 确定转化器后  $O_2$  传感器 348 正常工作。

[0119] 现在参考图 6，示出了图 4 的发动机扭矩控制模块的示例性实施方式的功能框图。发动机扭矩控制模块 452 确定可实现的最小 APC。例如，最小 APC 可基于最小可控节气门位置、最小一致燃料喷射器开启时间、自维持燃烧的最小空气密度、和用于 POPD 试验的最小

空气流中的一个或多个。下限最大值模块 600 基于（仅作为示例）最小可控节气门位置、最小一致燃料喷射器开启时间、自维持燃烧的最小空气密度、和用于 POPD 试验的最小空气流中哪个对应于更大的最小 APC 来确定可实现的 APC 的下限。

[0120] 保持可控节气门位置所需的最小 APC 可以通过可靠节气门控制模块 602 的最小空气量来确定。可靠节气门控制模块 602 的最小空气量可基于多个输入来计算最小空气量。例如，第一输入可包括旋转发动机速度（单位：RPM）。第二输入可包括大气压力，可称为环境空气压力且可以被低通滤波。

[0121] 第三输入可以是作为最大位置（即，全开节气门（WOT））的百分比的最小节气门位置。完全关闭节气门可使得节气门在节气门孔中机械卡住。因而，最小节气门位置标定值可限制节气门可关闭多完全。第四输入可包括车辆外部的空气（即，环境空气）温度。该温度可从在某些状况下操作的燃料系统温度传感器估计，而不是从专用传感器读取。

[0122] 第五输入可包括在节气门全开时节气门孔的最大有效面积（单位：平方毫米）。该有效面积可以是几何测量值或者可以从引入节气门本体排泄系数的空气量测量试验导出。第六输入可包括发动机中的气缸数，可来自于标定值。替代地，当选择的气缸停用时，气缸数可变化。

[0123] 燃料喷射器可引入由于不能瞬时开启和关闭引起的另一极限值。燃料喷射器可具有它们必须被驱动的最小开启时间。在没有最小开启时间的情况下，燃料喷射器可有效地保持关闭或可以开启至不确定位置。最小开启时间产生了可以可靠地传输到气缸中的最小燃料量。由于汽油发动机通常以固定空气 / 燃料比运行，继而该最小可能传输燃料极限值产生最小 APC 极限值。

[0124] 最小喷射器开启时间规定的最小空气量可以由喷射器开启时间的最小空气量模块 604 确定。喷射器开启时间的最小空气量模块 604 可以基于发动机 RPM 和当前有效喷射器流率（单位：毫克 / 秒）来执行计算。当前有效喷射器流率可以是跨过喷射器的压力和喷口尺寸的函数。

[0125] 另一 APC 极限值可来自于稳定燃烧的需要。如果燃料滴在燃烧室中过宽地间隔，那么可能没有从一个分子的燃烧传递足够的热量给其相邻分子以变成自维持燃烧。在这种情况下，燃烧在火花塞处开始，但是不能点火燃烧室中的其它燃料滴。未燃烧燃料滴然后排出排气端口且可能损坏催化剂。

[0126] 该极限值通常由标定者使用燃烧质量测量设备作为指示平均有效压力的宽方差来观测，可以转换为方差系数或 COV。该极限值也可以通过用催化剂温度传感器监测发动机中的催化剂温度来观测。当未燃烧燃料滴到达催化剂时，催化剂温度开始上升。

[0127] 可接受燃烧稳定性所需的最小空气量可以由燃烧稳定性的最小空气量模块 606 来确定。燃烧稳定性的最小空气量模块 606 可以基于发动机 RPM 和环境空气压力来执行计算。

[0128] POPD 试验的最小空气量由诊断控制模块 500 请求。诊断控制模块 500 可存储最小 APC 的值。诊断控制模块 500 可在发生 POPD 试验的稀至浓过渡时请求最小 APC。可以设想的是，诊断控制模块 500 可在发生 POPD 试验的浓至稀过渡时请求最小 APC。

[0129] 潜在最小 APC 极限值的最大值由下限最大值模块 600 确定。下限最大值模块 600 将期望 APC 输出给扭矩转换模块 608。扭矩转换模块 608 将期望 APC 转换为最小预测扭矩。

扭矩转换模块 608 将最小预测扭矩输出给推进扭矩裁定模块 406。

[0130] 在图 7 中,示出了在根据本发明原理进行转化器后  $O_2$  传感器性能诊断中执行的示例性步骤的流程图。在步骤 700 中,控制过程确定是否允许诊断试验。仅作为示例,当存在非侵入式状况时可允许诊断试验。如果允许诊断试验,那么控制过程转到步骤 702;否则,控制过程返回至步骤 700。在步骤 702,控制过程用燃料使空气/燃料混合物变浓。在步骤 704,控制过程确定是否中止诊断试验。仅作为示例,当请求更多扭矩时,可中止诊断试验。如果中止诊断试验,那么控制过程转到步骤 706;否则,控制过程转到步骤 708。

[0131] 在步骤 706,控制过程中止诊断试验。在步骤 708,控制过程监测电压输出信号。在步骤 710,控制过程确定空气/燃料混合物是从浓过渡至稀还是从稀过渡至浓。如果空气/燃料混合物是从浓过渡至稀,那么控制过程转到步骤 712;否则,控制过程转到步骤 714。在步骤 712,控制过程确定是否中止诊断试验。如果中止诊断试验,那么控制过程转到步骤 706;否则,控制过程转到步骤 722。

[0132] 在步骤 714,在稀至浓过渡下,控制过程请求最小 APC。在步骤 716,控制过程确定请求最小 APC 是否大于其它最小 APC 请求中的最大值。如果请求最小 APC 大于其它最小 APC 请求中的最大值,那么控制过程转到步骤 718;否则,控制过程转到步骤 722。

[0133] 在步骤 718,控制过程确定请求最小 APC 是否大于计算 APC 请求。如果请求最小 APC 大于计算 APC 请求,那么控制过程转到步骤 720;否则,控制过程转到步骤 722。在步骤 720,控制过程将请求最小 APC 转换为节气门面积。在步骤 721,控制过程调节节气门面积以实现请求最小 APC。

[0134] 在步骤 722,控制过程监测电压输出信号。在步骤 724,控制过程将电压输出信号与阈值进行比较。如果电压输出信号超过阈值,那么控制过程转到步骤 726;否则,控制过程返回到步骤 722。在步骤 726,控制过程基于电压输出信号计算 IA。在步骤 728,控制过程标准化 IA。

[0135] 在步骤 730,控制过程将 IA 与阈值 IA 进行比较。如果 IA 大于阈值 IA,那么控制过程转到步骤 732;否则,控制过程转到步骤 734。在步骤 732,控制过程指示故障且控制过程结束。在步骤 734,控制过程指示合格且控制过程结束。

[0136] 现在本领域中技术人员能够从前述说明理解到,本发明的广泛教导可以以多种形式实施。因此,尽管本发明包括特定的示例,但是由于在研究附图、说明书和所附权利要求书时,其他修改对于技术人员来说是显而易见的,所以本发明的真实范围不应如此限制。

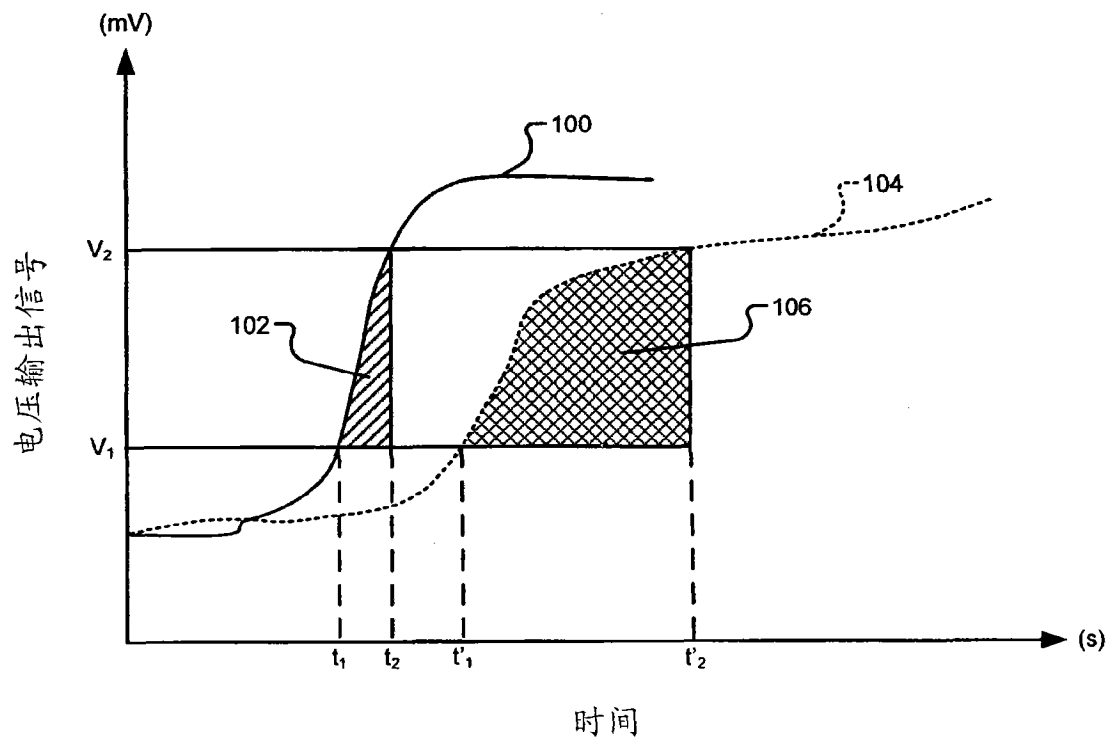


图 1



转化器后氧气传感器性能诊断试验鲁棒性

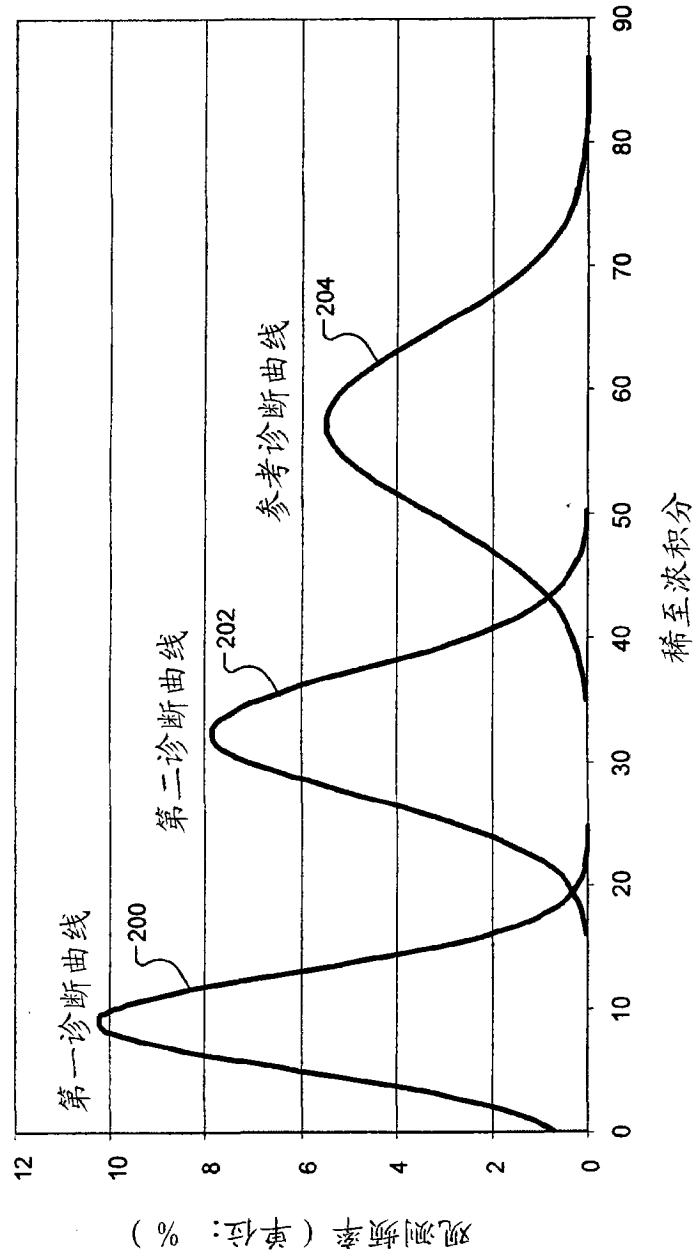


图 2

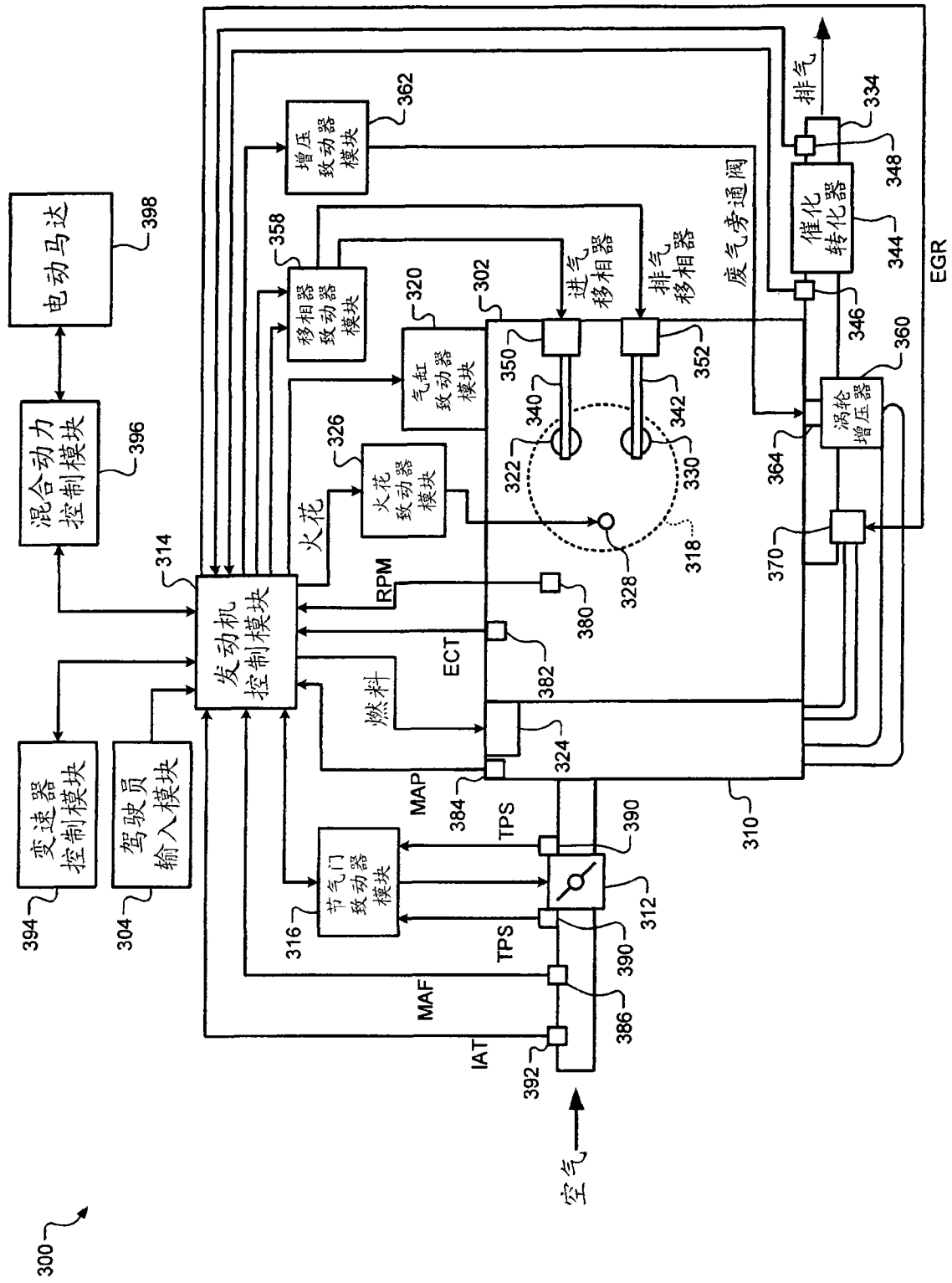


图 3

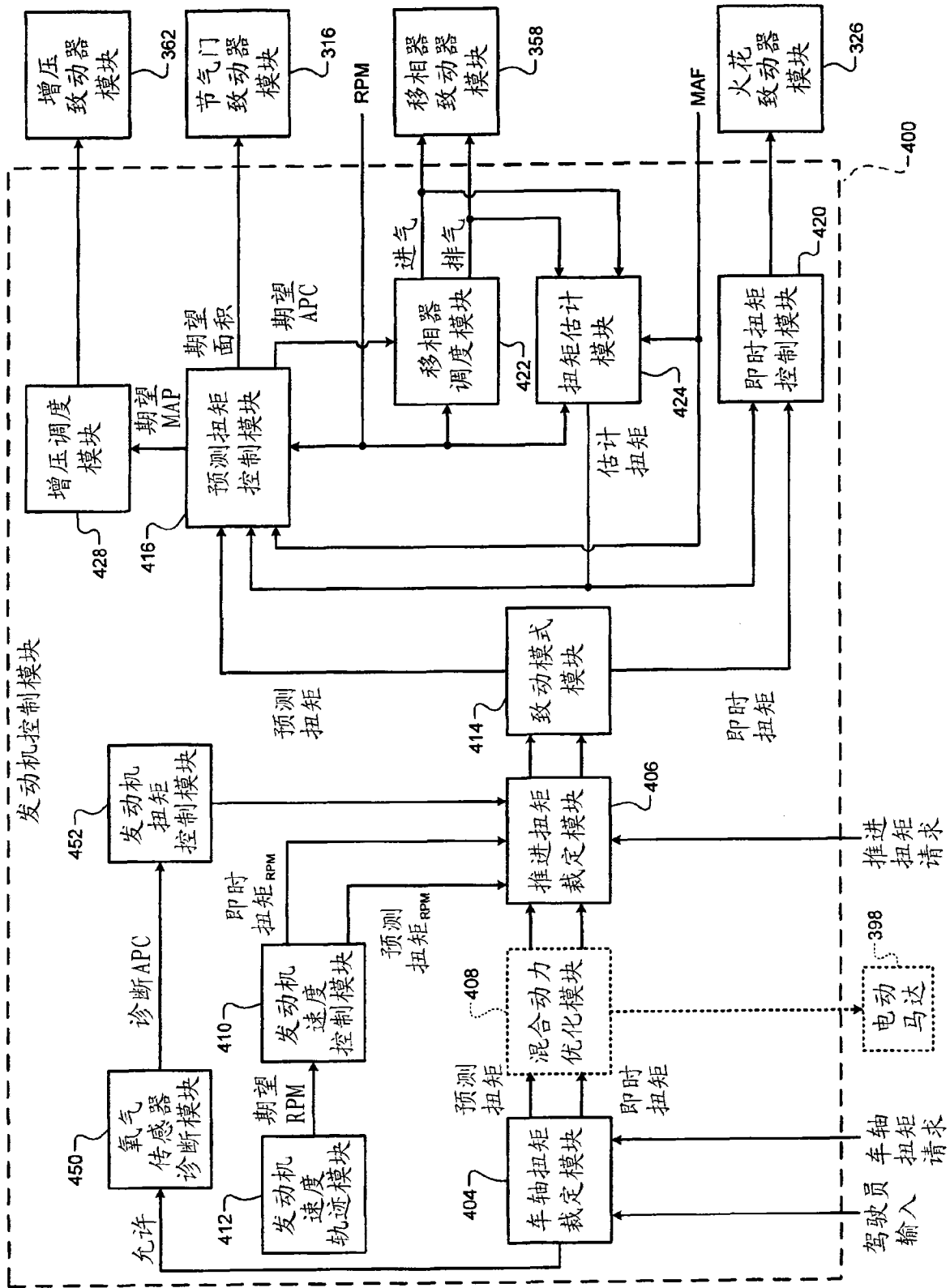


图 4

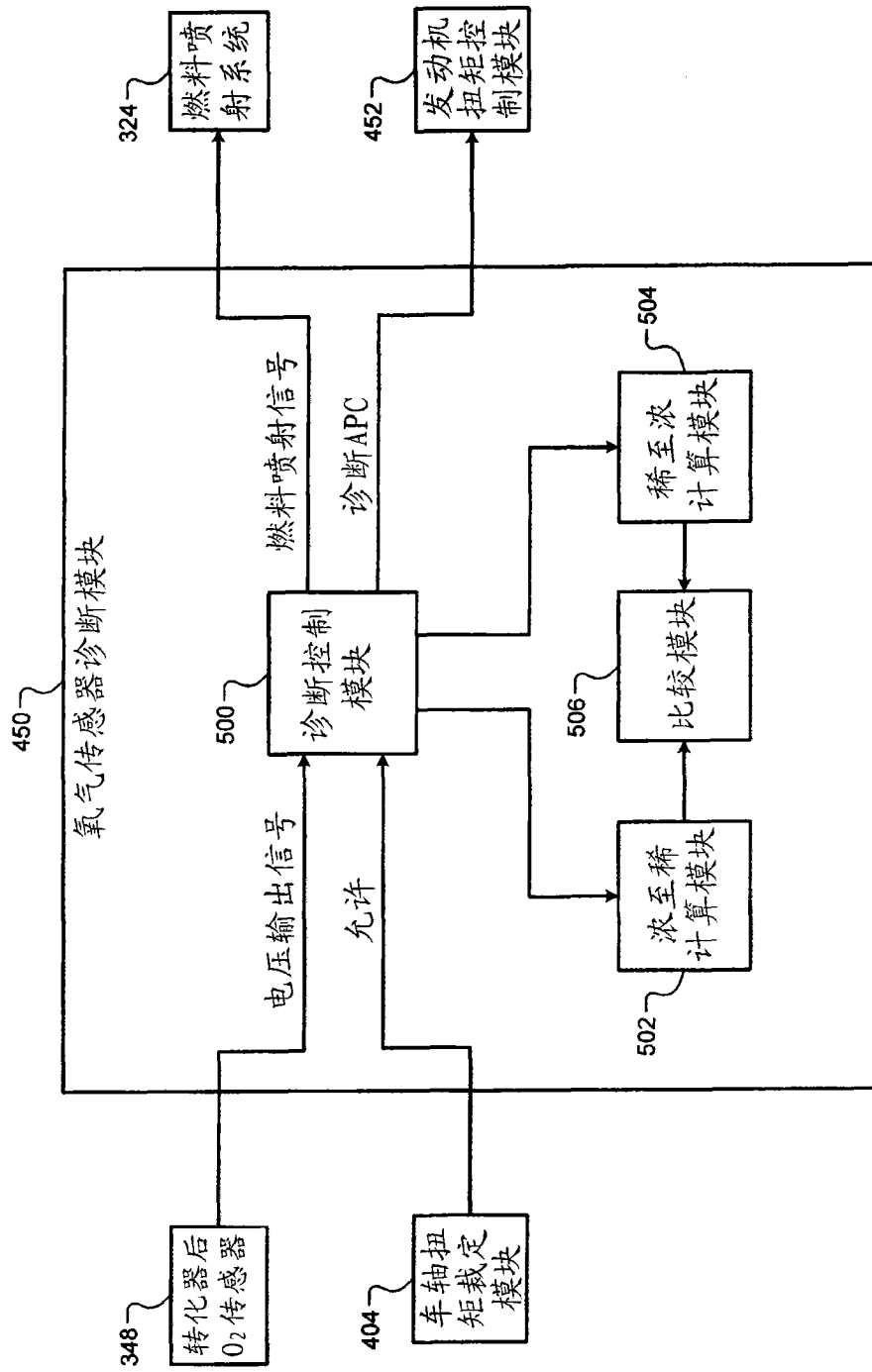


图 5

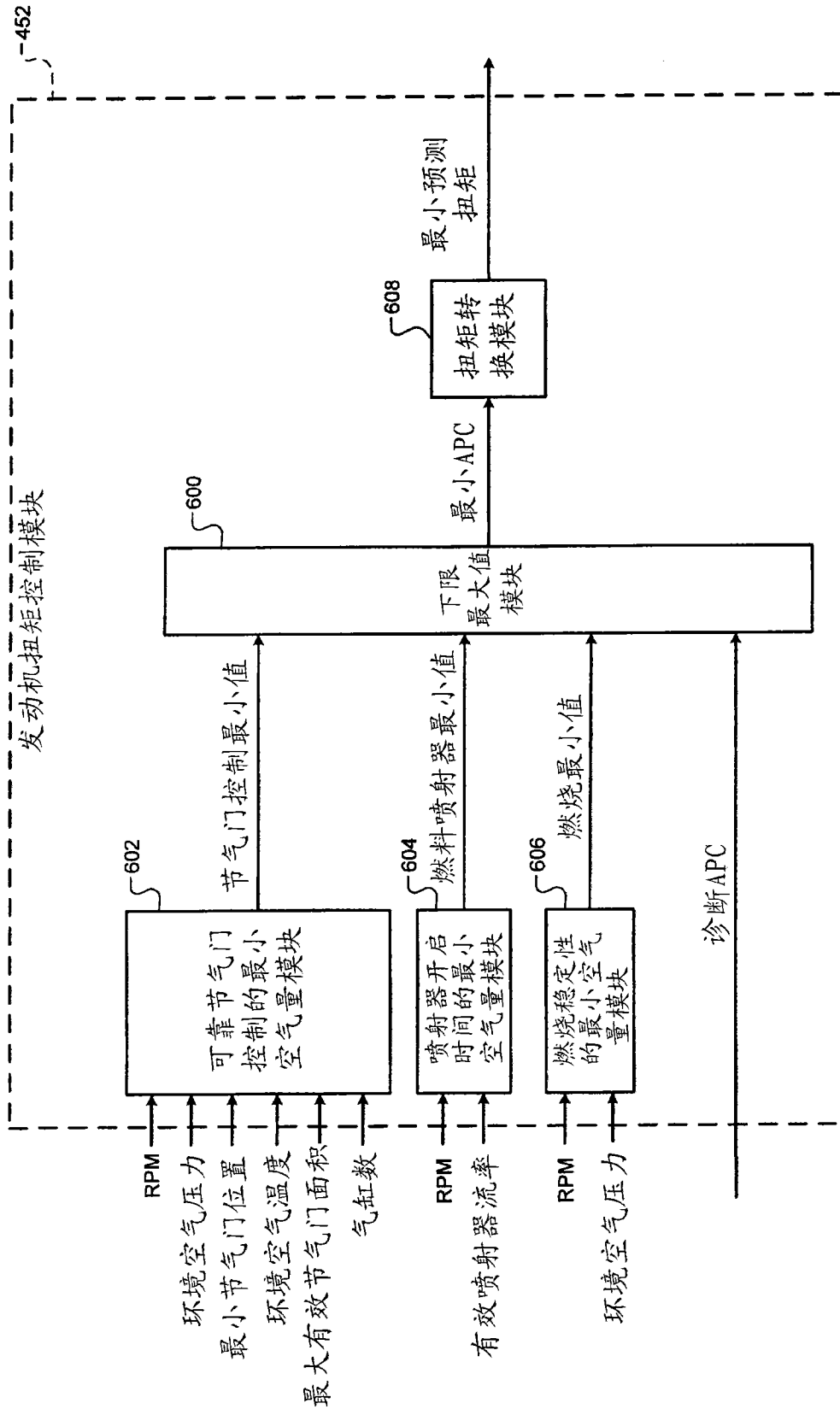


图 6

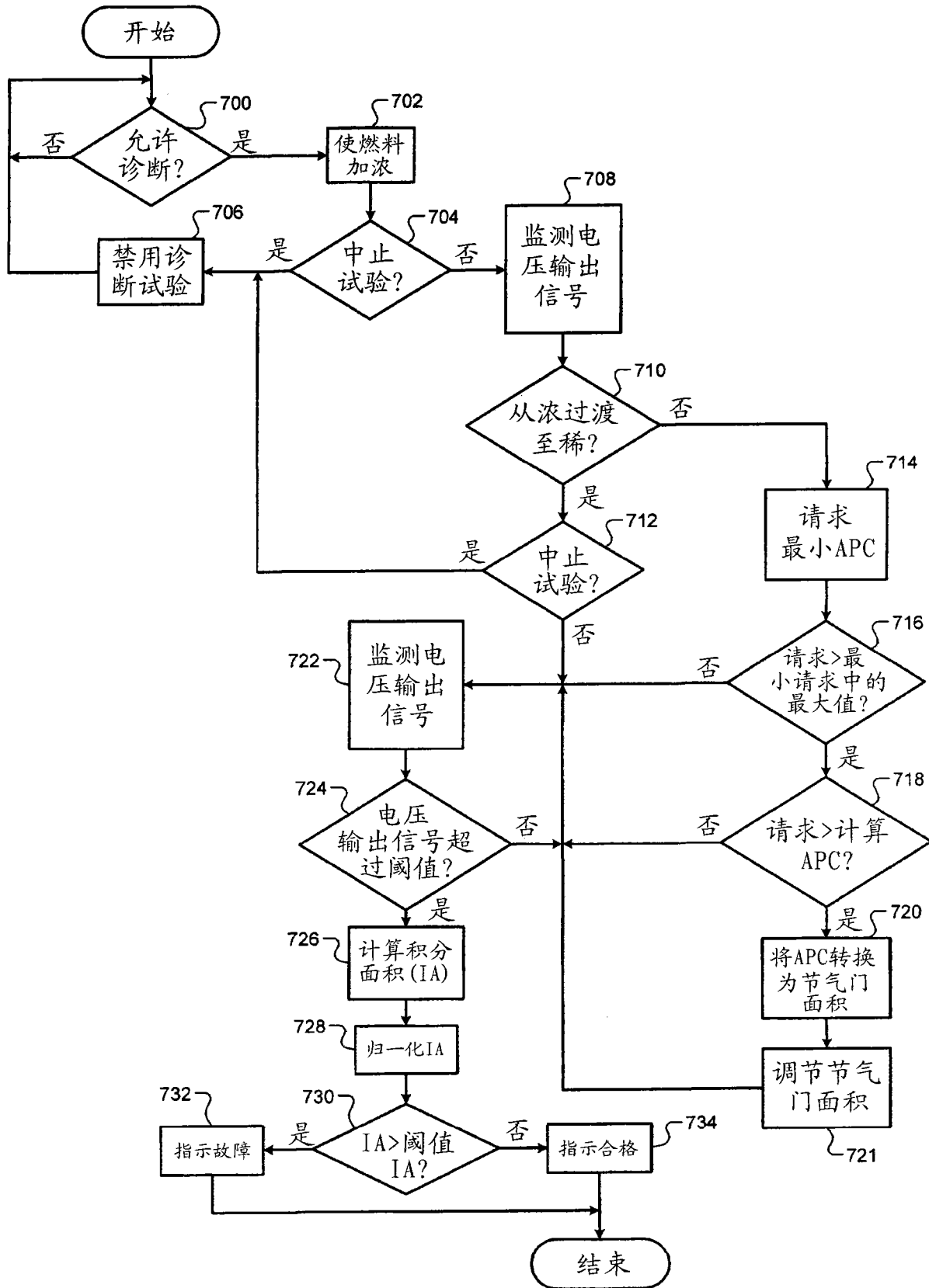


图 7