

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101586504 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200910141703. 5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2009. 05. 21

US 6755182 B1, 2004. 06. 29, 全文.

US 6513495 B1, 2003. 02. 04, 全文.

(30) 优先权数据

US 6155242 A, 2000. 12. 05, 全文.

61/054, 914 2008. 05. 21 US

US 6363316 B1, 2002. 03. 26, 全文.

12/254, 926 2008. 10. 21 US

审查员 张广宇

(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 M·H·科斯丁 T·J·哈特里

L·K·维金斯 B·D·勒曼

R·德保拉 J·M·斯滕普尼克

(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 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02D 41/22 (2006. 01)

F02D 41/00 (2006. 01)

F02D 43/00 (2006. 01)

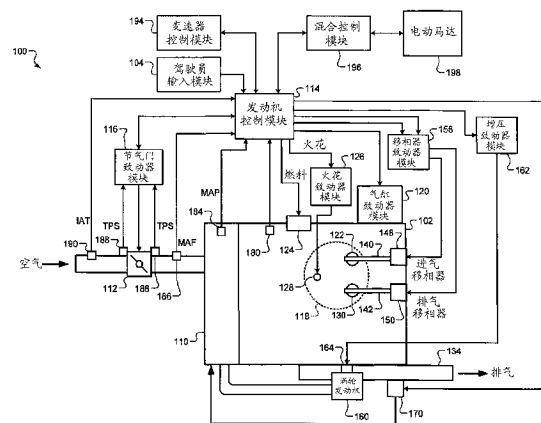
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于发动机转矩输入每缸空气计算的安全性

(57) 摘要

本发明涉及用于发动机转矩输入每缸空气计算的安全性。一种用于车辆的每缸空气 (APC) 安全系统包括 :APC 确定模块、APC 阈值确定模块、和 APC 诊断模块。所述 APC 确定模块基于进入发动机的空气质量流量 (MAF) 来分别确定发动机的第一和第二气缸的第一和第二 APC 值。所述 APC 阈值确定模块基于所述第一 APC 值和所述第一气缸的火花正时来确定 APC 阈值。所述 APC 诊断模块在所述第二 APC 值大于所述第一 APC 值和所述 APC 阈值的总和时选择性地诊断所述 APC 确定模块中的故障。



1. 一种用于车辆的每缸空气量安全系统,包括:

每缸空气量确定模块,所述每缸空气量确定模块基于进入发动机的空气质量流量(MAF)来分别确定所述发动机的第一和第二气缸的第一和第二每缸空气量值;

每缸空气量阈值确定模块,所述每缸空气量阈值确定模块基于所述第一每缸空气量值和所述第一气缸的火花正时来确定每缸空气量阈值;和

每缸空气量诊断模块,所述每缸空气量诊断模块在所述第二每缸空气量值大于所述第一每缸空气量值和所述每缸空气量阈值的总和时选择性地诊断所述每缸空气量确定模块中的故障。

2. 根据权利要求1所述的每缸空气量安全系统,其中,所述第一气缸是按照点火顺序下一个要点火的气缸,所述第二气缸在所述第一气缸之后点火。

3. 根据权利要求1所述的每缸空气量安全系统,其中,所述每缸空气量阈值确定模块进一步基于所述发动机的估算转矩输出相对于每缸空气量的导数来确定所述每缸空气量阈值。

4. 根据权利要求1所述的每缸空气量安全系统,其中,所述每缸空气量诊断模块在所述第二每缸空气量值大于所述总和时递增计时器。

5. 根据权利要求4所述的每缸空气量安全系统,还包括每缸空气量存储模块,其中,所述每缸空气量诊断模块在所述每缸空气量存储模块的至少一个预定位置中设定所述第一每缸空气量值。

6. 根据权利要求5所述的每缸空气量安全系统,其中,当所述计时器大于第一周期时,所述每缸空气量诊断模块在所述每缸空气量存储模块中设定所述第一每缸空气量值之前限制所述第一每缸空气量值。

7. 根据权利要求6所述的每缸空气量安全系统,其中,所述每缸空气量诊断模块基于所述第二每缸空气量值来限制所述第一每缸空气量值。

8. 根据权利要求6所述的每缸空气量安全系统,其中,当所述计时器大于第二周期时,所述每缸空气量诊断模块诊断到所述故障,其中,所述第二周期大于所述第一周期。

9. 根据权利要求4所述的每缸空气量安全系统,其中,当所述第二每缸空气量值小于或等于所述总和时,所述每缸空气量诊断模块递减所述计时器。

10. 根据权利要求1所述的每缸空气量安全系统,还包括诊断允许模块,其中,所述诊断允许模块基于发动机速度来允许或禁止所述每缸空气量诊断模块。

11. 根据权利要求10所述的每缸空气量安全系统,其中,当所述发动机速度小于速度阈值时,所述诊断允许模块禁止所述每缸空气量诊断模块。

12. 一种用于车辆的每缸空气量系统的方法,包括:

基于进入发动机的空气质量流量(MAF)来分别确定所述发动机的第一和第二气缸的第一和第二每缸空气量值;

基于所述第一每缸空气量值和所述第一气缸的火花正时来确定每缸空气量阈值;和

在所述第二每缸空气量值大于所述第一每缸空气量值和所述每缸空气量阈值的总和时,选择性地诊断所述第一每缸空气量值中的故障。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述第一气缸是按照点火顺序下一个要点火的气缸,所述第二气缸在所述第一气缸之后点火。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,还包括:进一步基于所述发动机的估算转矩输出相对于每缸空气量的导数来确定所述每缸空气量阈值。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,还包括:在所述第二每缸空气量值大于所述总和时递增计时器。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,还包括:在至少一个预定位置中设定所述第一每缸空气量值。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括:当所述计时器大于第一周期时,在所述设定之前限制所述第一每缸空气量值。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述限制包括基于所述第二每缸空气量值来限制所述第一每缸空气量值。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述选择性地诊断包括:当所述计时器大于第二周期时,诊断到所述故障,其中,所述第二周期大于所述第一周期。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,还包括:当所述第二每缸空气量值小于或等于所述总和时,递减所述计时器。

21. 根据权利要求 12 所述的方法,还包括:基于发动机速度来允许或禁止所述诊断。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述允许或禁止包括:当所述发动机速度小于速度阈值时,禁止所述诊断。

## 用于发动机转矩输入每缸空气计算的安全性

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于 2008 年 5 月 21 日提交的美国临时申请 No. 61/054, 914 的权益。上述申请的公开内容在此作为参考全文引入。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及内燃机的控制,且更具体地涉及发动机控制系统。

### 背景技术

[0003] 在此提供的背景说明是为了总体上呈现本披露背景的目的。本署名的发明人的工作,就描述在背景技术段的范围来说,以及在提交时否则不足以成为现有技术的说明方面,不被明显地和隐含地接受为本披露的现有技术。

[0004] 内燃机燃烧气缸内的空气和燃料混合物,以驱动活塞,由此产生驱动转矩。进入发动机的空气流量经由节气门调整。更具体地,所述节气门调节节气门面积,其增加或减小流入发动机的空气流量。当节气门面积增加时,流入发动机的空气流量增加。燃料控制系统调节注入燃料的速率,以向气缸提供所需的空气/燃料混合物。增加向气缸提供的空气与燃料可以增加发动机的转矩输出。

[0005] 已经开发出发动机控制系统用于控制发动机转矩输出,以达到期望转矩。然而,常规的发动机控制系统并不能如所期望那样准确地控制发动机转矩输出。此外,常规的发动机控制系统不会提供对控制信号的所期望的快速响应或在影响发动机转矩输出的各种装置之间提供协调的发动机转矩控制。

### 发明内容

[0006] 一种用于车辆的每缸空气 (APC) 安全系统包括 APC 确定模块、APC 阈值确定模块、和 APC 诊断模块。所述 APC 确定模块基于进入发动机的空气质量流量 (MAF) 来分别确定发动机的第一和第二气缸的第一和第二 APC 值。所述 APC 阈值确定模块基于所述第一 APC 值和所述第一气缸的火花正时来确定 APC 阈值。所述 APC 诊断模块在所述第二 APC 值大于所述第一 APC 值和所述 APC 阈值的总和时选择性地诊断所述 APC 确定模块中的故障。

[0007] 在其它特征中,所述第一气缸是按照点火顺序下一个要点火的气缸,所述第二气缸在所述第一气缸之后点火。

[0008] 在另外的特征中,所述 APC 阈值确定模块还基于发动机估算转矩输出相对于 APC 的导数来确定所述 APC 阈值。

[0009] 在其它特征中,所述 APC 诊断模块在所述第二 APC 值大于所述总和时递增计时器。

[0010] 在另外的特征中,所述 APC 安全系统还包括 APC 存储模块。所述 APC 诊断模块在所述 APC 存储模块的至少一个预定位置中设定所述第一 APC 值。

[0011] 在其它特征中,当所述计时器大于第一周期时,所述 APC 诊断模块在所述 APC 存储模块中设定所述第一 APC 值之前限制所述第一 APC 值。

- [0012] 在另外的特征中,所述 APC 诊断模块基于所述第二 APC 值来限制所述第一 APC 值。
- [0013] 在其它特征中,当所述计时器大于第二周期时,所述 APC 诊断模块诊断到所述故障,其中,所述第二周期大于所述第一周期。
- [0014] 在另外的特征中,当所述第二 APC 值小于或等于所述总和时,所述 APC 诊断模块递减所述计时器。
- [0015] 在其它特征中,所述 APC 安全系统还包括诊断允许模块。所述诊断允许模块基于发动机速度来允许或禁止所述 APC 诊断模块。
- [0016] 在其它特征中,当所述发动机速度小于速度阈值时,所述诊断允许模块禁止所述 APC 诊断模块。
- [0017] 一种用于车辆的每缸空气 (APC) 系统的方法,包括:基于进入发动机的空气质量流量 (MAF) 来分别确定发动机的第一和第二气缸的第一和第二 APC 值;基于所述第一 APC 值和所述第一气缸的火花正时来确定 APC 阈值;和在所述第二 APC 值大于所述第一 APC 值和所述 APC 阈值的总和时,选择性地诊断所述第一 APC 值中的故障。
- [0018] 在其它特征中,所述第一气缸是按照点火顺序下一个要点火的气缸,所述第二气缸在所述第一气缸之后点火。
- [0019] 在另外的特征中,所述方法还包括:还基于发动机估算转矩输出相对于 APC 的导数来确定所述 APC 阈值。
- [0020] 在其它特征中,所述方法还包括:在所述第二 APC 值大于所述总和时递增计时器。
- [0021] 在另外的特征中,所述方法还包括:在至少一个预定位置中设定所述第一 APC 值。
- [0022] 在其它特征中,所述方法还包括:当所述计时器大于第一周期时,在所述设定之前限制所述第一 APC 值。在其它特征中,所述限制包括基于所述第二 APC 值来限制所述第一 APC 值。
- [0023] 在另外的特征中,所述选择性地诊断包括:当所述计时器大于第二周期时,诊断到所述故障,其中,所述第二周期大于所述第一周期。
- [0024] 在其它特征中,所述方法还包括:当所述第二 APC 值小于或等于所述总和时,递减所述计时器。
- [0025] 在另外的特征中,所述方法还包括:基于发动机速度来允许或禁止所述诊断。在其它特征中,所述允许或禁止包括:当所述发动机速度小于速度阈值时,禁止所述诊断。
- [0026] 本发明的进一步应用领域从在此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虽然表示本发明的优选实施例,但是仅用于说明的目的且并没有意图限制本披露的范围。

#### 附图说明

- [0027] 从详细说明和附图将更充分地理解本发明,在附图中:
- [0028] 图 1 是根据本发明原理的示例性发动机系统的功能框图;
- [0029] 图 2 是根据本发明原理的示例性发动机控制系统的功能框图;
- [0030] 图 3 是根据本发明原理的示例性 APC 安全模块的功能框图;和
- [0031] 图 4 是描绘了由根据本发明原理的 APC 安全模块执行的示例性步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0032] 以下说明本质上仅为示范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 中的至少一个应当理解为是指使用非排他逻辑或的一种逻辑 (A 或 B 或 C)。应当理解的是,方法内的步骤可以以不同顺序执行而不改变本发明的原理。

[0033] 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。

[0034] 每缸空气 (APC) 确定模块分别确定发动机的第一和第二气缸的第一和第二 APC 值。所述 APC 确定模块基于进入发动机的空气质量流量 (MAF) 来确定所述第一和第二 APC 值。发动机控制器使用所述第一 APC 来估算发动机的转矩输出,并可以基于所述估算转矩来调整一个或更多发动机参数。

[0035] APC 诊断模块基于 APC 阈值和所述第一和第二 APC 值来选择性地诊断所述 APC 确定模块中的故障。更具体地,所述 APC 诊断模块在所述第二 APC 值大于所述第一 APC 值和所述 APC 阈值的总和时选择性地诊断所述 APC 确定模块中的故障。

[0036] 现参考图 1,示出了示例性发动机系统 100 的功能框图。发动机系统 100 包括发动机 102,发动机 102 基于驾驶员输入模块 104 提供的驾驶员输入燃烧空气 / 燃料混合物,以产生车辆的驱动转矩。空气通过节气门阀 112 吸入进气歧管 110。发动机控制模块 (ECM) 114 提供指令给节气门致动器模块 116 来调节节气门阀 112 的开度,以控制吸入进气歧管 110 的空气量。

[0037] 来自进气歧管 110 的空气被吸入到发动机 102 的气缸中。虽然发动机 102 可以包括多个气缸,但是为了示例的目的示出了单个有代表性的气缸 118。仅是举例,发动机 102 可以包括 2,3,4,5,6,8,10,和 / 或 12 个气缸。ECM 114 可以指令气缸致动器模块 120 选择性停用所述气缸中的一个或更多,以提高燃料经济性。

[0038] 来自进气歧管 110 的空气通过相关进气门 122 被吸入到气缸 118 中。ECM 114 控制由燃料喷射系统 124 喷射的燃料量。燃料喷射系统 124 可以在中心位置处将燃料喷射入进气歧管 110 或在多个位置处 (例如在每个气缸的进气门的附近) 喷射入进气歧管 110。可选地,燃料喷射系统 124 可以将燃料直接喷入气缸。

[0039] 喷射的燃料与空气混合,并且产生空气 / 燃料混合物。气缸 118 中的活塞 (未示出) 压缩空气 / 燃料混合物。基于来自 ECM 114 的信号,火花致动器模块 126 激活与气缸 118 相关的火花塞 128,其点燃空气 / 燃料混合物。火花正时可以相对于活塞位于其最高位置时的时间规定,该最高位置称之为上止点 (TDC),空气 / 燃料混合物在该点处被最大程度地压缩。

[0040] 空气 / 燃料混合物的燃烧驱动活塞向下,从而驱动旋转的曲轴 (未示出)。活塞随后开始再次向上运动,并且通过排气门 130 排出燃烧的副产物。燃烧的副产物经由排气系统 134 从车辆排出。

[0041] 进气门 122 可以由进气凸轮轴 140 控制,同时排气门 130 可以由排气凸轮轴 142 控制。在各种实施例中,多个进气凸轮轴可以控制每个气缸的多个进气门和 / 或可以控制多组气缸的进气门。相似地,多个排气凸轮轴可以控制每个气缸的多个排气门和 / 或可以

控制多组气缸的排气门。气缸致动器模块 120 可以通过中断燃料和火花的提供和 / 或禁用气缸排气门和 / 或进气门而停用气缸。

[0042] 进气门 122 开启的时间可以通过进气凸轮移相器 148 相对于活塞 TDC 而改变。排气门 130 开启的时间可以通过排气凸轮移相器 150 相对于活塞 TDC 而改变。移相器致动器模块 158 基于来自 ECM 114 的信号控制进气凸轮移相器 148 与排气凸轮移相器 150。

[0043] 发动机系统 100 也可以包括增压装置,所述增压装置向进气歧管 110 提供加压的空气。例如,如图 1 所示,所述增压装置可以包括涡轮增压器 160。该涡轮增压器 160 可以将压缩空气充气提供给进气歧管 110。该涡轮增压器 160 可以由例如流经排气系统 134 的废气提供动力。用于产生压缩空气充气的空气可以从进气歧管 110 和 / 或任何其它合适的源获得。

[0044] 废气旁通门 164 可以允许废气旁通涡轮增压器 160,从而降低涡轮增压器的输出(或增压)。ECM 114 经由增压致动器模块 162 控制涡轮增压器 160。增压致动器模块 162 可以通过控制废气旁通门 164 的位置而调节涡轮增压器 160 的增压。

[0045] 可选发动机系统可以包括增压器,所述增压器提供压缩空气给进气歧管 110 并由曲轴驱动。发动机系统 100 也可以包括废气再循环 (EGR) 阀 170,EGR 阀 170 基于来自 ECM 114 的 EGR 信号而将废气选择性地改向,以返回至进气歧管 110。

[0046] 发动机系统 100 可以包括各测量发动机参数的各种传感器。例如,发动机系统 100 包括发动机速度传感器 180,发动机速度传感器 180 以每分钟转数 (RPM) 来测量发动机速度。发动机速度传感器 180 可以例如基于曲轴的旋转速度来测量发动机速度。发动机系统 100 也包括歧管绝对压力 (MAP) 传感器 184、空气质量流量 (MAF) 传感器 186、节气门位置传感器 (TPS) 188、进气空气温度 (IAT) 传感器 190、和 / 或任何其它合适的传感器。

[0047] MAP 传感器 184 测量进气歧管 110 中的压力。在各种实施例中,可以测量发动机真空度,发动机真空度为环境空气压力(即,大气压力)与进气歧管 110 中的压力之间的差。MAF 传感器 186 测量通过节气门阀 112 的空气质量流量。一个或更多节气门位置传感器(如,TPS188)测量节气门阀 112 的位置。IAT 传感器 190 测量吸进发动机系统 100 的空气质量。ECM 114 可以使用来自各个传感器的信号以作出发动机系统 100 的控制决定。

[0048] ECM 114 也可以与变速器控制模块 194 通讯,以协调变速器(未示出)中的换挡。例如,ECM 114 可以在换挡过程中降低转矩。ECM 114 也可以与混合动力控制模块 196 通讯,以协调发动机 102 与电动马达 198 的运行。电动马达 198 也可以用作发电机,且可以用于产生电能,以由车辆电气系统使用和 / 或存储在电池中。在各个实施例中,ECM 114、变速器控制模块 194、和混合动力控制模块 196 可以集成为一个或更多模块。

[0049] 现参考图 2,示出了示例性发动机控制系统 200 的功能框图。发动机控制模块 (ECM) 114 包括车轴转矩裁定模块 216。所述车轴转矩裁定模块 216 在来自于所述驾驶员输入模块 104 的驾驶员输入和其它车轴转矩请求之间进行裁定。例如,所述驾驶员输入可以包括加速踏板位置。所述其它车轴转矩请求可以包括在换挡期间请求的转矩减小,在车轮打滑期间请求的转矩减小、和控制车辆速度的转矩请求。

[0050] 所述车轴转矩裁定模块 216 输出预测转矩和即时转矩。所述预测转矩是为了满足驾驶员转矩和 / 或速度请求而在未来需要的转矩量。所述即时转矩是为了满足临时转矩请求(如对换挡或车轮打滑而请求的转矩减小)而在当前需要的转矩。

[0051] 所述即时转矩可以使用快速响应的发动机致动器实现,而较慢的发动机致动器目标在于实现所述预测转矩。例如,火花正时可以使用火花致动器模块 126 相对快地调整,而凸轮移相器角度和节气门位置可能响应较慢。所述车轴转矩裁定模块 216 将所述预测转矩和即时转矩输出给驱动转矩裁定模块 218。

[0052] 在各种实施例中,如混合动力车辆中,所述车轴转矩裁定模块 216 可以将述预测转矩和即时转矩输出给混合动力优化模块 220。所述混合动力优化模块 220 确定多少转矩应当由发动机 102 产生,多少转矩应当由电动马达 198 产生。所述混合动力优化模块 220 然后将修正后的预测和即时转矩值输出给驱动转矩裁定模块 218。在各种实施例中,所述混合动力优化模块 220 可以在混合动力控制模块 196 中实现。

[0053] 所述驱动转矩裁定模块 218 将接收的预测和即时转矩与驱动转矩请求进行裁定。所述驱动转矩请求可以包括例如用于发动机超速保护的转矩减小和用于防止失速的转矩增加。

[0054] 致动模式模块 222 从驱动转矩裁定模块 218 接收预测转矩和即时转矩。基于模式设置,致动模式模块 222 确定将如何实现预测和即时转矩。致动模式模块 222 把要实现的预测和即时转矩分别传输给预测转矩控制模块 224 和即时转矩控制模块 226。

[0055] 所述预测转矩控制模块 224 基于预测转矩确定期望发动机参数。仅作为示例,所述预测转矩控制模块 224 可以基于预测转矩确定期望歧管绝对压力 (MAP)、期望节气门面积、和 / 或期望每缸空气 (APC)。

[0056] 所述即时转矩控制模块 226 基于即时转矩确定期望火花提前。例如,所述期望火花提前可以相对于预定火花正时(如,为产生最大量转矩而标定的火花正时)来确定。所述火花致动器模块 126 基于该期望火花提前来控制所述火花正时。

[0057] 增压排定模块 228 基于期望 MAP 控制增压致动器模块 162,且增压致动器模块 162 控制所述增压装置。节气门致动器模块 116 基于期望节气门面积控制节气门阀 112 的开度。移相器排定模块 230 基于期望 APC 产生进气和排气移相器指令。移相器排定模块 230 还可以基于其它发动机参数(如发动机速度)来产生进气和排气移相器指令。移相器致动器模块 158 基于所述指令控制进气和排气凸轮移相器 148 和 150。

[0058] 转矩估算模块 232 确定发动机 102 的估算转矩输出。转矩估算模块 232 可以基于 APC、火花提前、MAF、和 / 或任何其它合适参数来确定估算转矩。所述估算转矩可以定义为通过将火花提前设定为标定值在当前空气流量状况下能够即时产生的转矩量。该值可以基于发动机 102 在所述发动机速度和 APC 时能够产生最大转矩量的火花提前来标定。

[0059] 所述估算转矩可以被传输给预测转矩控制模块 224 和 / 或即时转矩控制模块 226。预测转矩控制模块 224 和即时转矩控制模块 226 可以基于所述估算转矩调整各自的期望参数。

[0060] 根据本申请的转矩估算模块 232 包括确定第一 APC 和第二 APC 的 APC 安全模块 (APCSM) 300(见图 3)。所述第一 APC 和第二 APC 可以分别称为  $APC_1$  和  $APC_2$ 。APC 安全模块 300 基于在计算第一 APC 和第二 APC 时的工作状况确定 APC 阈值。

[0061] APC 安全模块 300 基于所述第一 APC 和第二 APC 以及所述 APC 阈值来选择性地诊断故障的发生。所述故障可能归因于例如所述第一 APC 和 / 或第二 APC 的计算。虽然显示和讨论 APC 安全模块 300 处于转矩估算模块 232 内,但是 APC 安全模块 300 可以实施在任



何合适位置,且可以在转矩估算模块 232 外部。

[0062] 现在参考图 3,示出了 APC 安全模块 (APCSM) 300 的示例性实施例的功能框图。APC 安全模块 300 包括 APC 确定模块 302、APC 存储模块 304、计算模块 306、和 APC 阈值确定模块 308。APC 安全模块 300 也包括 APC 诊断模块 310 和诊断允许模块 312。

[0063] ECM 114 按照预定顺序指令发动机 102 各个气缸的点火事件。气缸点火的顺序可以称为点火顺序。APC 确定模块 302 基于由 MAF 传感器 186 测量的 MAF 来确定第一 APC (APC<sub>1</sub>) 和第二 APC (APC<sub>2</sub>)。第一 APC 和第二 APC 也可以基于进气和排气移相器角度、RPM、MAP、和 / 或任何其它合适参数来确定。APC 确定模块 302 以预定速率 (如,每个点火事件一次) 计算和输出该对 APC (即,一个第一 APC 和一个第二 APC)。

[0064] 第一 APC 对应于按照点火顺序下一个气缸内在该气缸点火时的估算空气量。第二 APC 对应于按照点火顺序在下一个气缸之后的气缸内在该气缸点火时的估算空气量。换句话说,第二 APC 对应于在下一个气缸之后的气缸内的估算空气量。

[0065] APC 存储模块 304 包括存储器,如易失性存储器 (例如,随机存取存储器)。APC 存储模块 304 接收第一 APC 并将第一 APC 存储在预定位置。各种车辆系统或模块 (如 ECM 114) 从 APC 存储模块 304 读取第一 APC,并可以基于第一 APC 作出控制决定。例如,第一 APC 用于计算估算转矩。空气流量、火花正时、和 / 或其它参数可以基于估算转矩调节。因而,校验第一 APC 的有效性和准确性确保有效的发动机工作并增加系统稳定性。

[0066] 计算模块 306 基于第一 APC 来计算估算转矩。计算模块 306 也可以基于其它工作状态 (如,火花正时) 来计算估算转矩。仅作为示例,计算模块 306 可以使用以下公式计算估算转矩:  $T = a_1 * APC + a_2 * APC^2 + a_3 * SPK + a_4 * SPK^2 + a_5 * SPK * APC + a_6 * SPK^2 * APC + a_7$ , (1) 其中, T 是估算转矩,  $a_1 - a_7$  是对于发动机 102 标定的转矩系数, SPK 是当前火花正时 (提前), 且 APC 是第一 APC。关于转矩估算的进一步讨论可以见于题为“Torque Estimator for Engine RPM and TorqueControl”的共同转让的美国专利 No. 6, 704, 638, 该专利的全部内容在此作为参考引入。

[0067] 计算模块 306 也计算 APC 导数值。APC 导数值对应于估算转矩相对于 APC 的偏导数 (dT/dAPC)。仅作为示例,且假设公式 (1) 中的所有变量与 APC 无关,计算模块 306 可以使用以下公式计算 APC 导数值:  $dT/dAPC = a_1 + a_2 * APC + a_5 * SPK + a_6 * SPK^2$ , (2) 其中, dT/dAPC 是 APC 导数值, APC 是第一 APC, SPK 是火花正时, 且  $a_1 - a_6$  是转矩系数。

[0068] APC 阈值确定模块 308 基于 APC 导数值和预定转矩来确定 APC 阈值。APC 阈值对应于在当前工作状况下将导致由发动机 102 输出的转矩的可观察变化的 APC 变化。APC 阈值是动态的且随着工作状况变化。仅作为示例, APC 阈值可以使用以下公式计算:

$$APC \text{ 阈值} = \frac{\text{预定转矩}}{APC \text{ 导数值}} \quad (3)$$

其中, 预定转矩可以是可标定的, 且可以基于例如车辆驾驶员可观察的发动机 102 输出的转矩变化来设定。

[0069] 诊断允许模块 312 基于发动机速度选择性地允许和禁止 APC 诊断模块 310。仅作为示例, 当发动机速度大于预定速度时, 诊断允许模块 312 允许 APC 诊断模块 310。所述预定速度可以是可标定的, 且可以设定为例如 500.0rpm。

[0070] 当被允许时, APC 诊断模块 310 确定第一和第二 APC 之间的差。APC 诊断模块 310 基于从第二 APC 减去第一 APC 来确定第一和第二 APC 之间的差。换句话说, APC 诊断模块

310 使用以下公式来确定第一和第二 APC 之间的差:差 =  $APC_2 - APC_1$  (4) 其中,差是第一和第二 APC 之间的差, $APC_1$  和  $APC_2$  分别是第一和第二 APC。

[0071] APC 诊断模块 310 基于对第一和第二 APC 之间的差与 APC 阈值的比较来递增或递减计数器或计时器,如计时器 314。例如,当第一和第二 APC 之间的差大于 APC 阈值时,APC 诊断模块 310 递增计时器 314。换句话说,当第二 APC 大于第一 APC 与 APC 阈值的总和时,APC 诊断模块 310 递增计时器 314。否则,APC 诊断模块 310 可以递减计时器 314。

[0072] APC 诊断模块 310 将第一 APC 提供给 APC 存储模块 304 以便存储。然而,APC 诊断模块 310 可以在将第一 APC 提供给 APC 存储模块 304 之前限制第一 APC。更具体地,APC 诊断模块 310 基于计时器 314 与第一时间周期的比较来选择性地限制所提供的第一 APC。

[0073] 例如,当计时器 314 大于或等于第一时间周期时,APC 诊断模块 310 可以限制第一 APC。当发生发动机瞬态时,如一个或更多气缸停用时,第一和第二 APC 可以偏离超出 APC 阈值。第一周期可以是可标定的,且可以基于在这种发动机瞬态之后第一和第二 APC 会聚所需要的周期。仅作为示例,第一周期可以设定为 100.0ms。

[0074] APC 诊断模块 310 可以任何合适的方式限制第一 APC。APC 诊断模块 310 可以基于例如第二 APC 和 APC 阈值来限制提供给 APC 存储模块 304 的第一 APC。仅作为示例,APC 诊断模块 310 可以使用以下公式来限制第一 APC: $APC_1 = APC_2 - APC \text{ 阈值}$  (5) 其中, $APC_1$  和  $APC_2$  分别是第一和第二 APC。

[0075] APC 诊断模块 310 基于计时器 314 与第二时间周期的比较来选择性地诊断 APC 确定模块 302 中的故障。APC 诊断模块 310 基于所述诊断来产生 APC 故障指示器(例如,信号)。仅作为示例,当计时器 314 大于或等于第二时间周期时,APC 诊断模块 310 诊断到故障。第二周期可以是可标定的,且可以设定为例如约 175.0ms 或 200.0ms。仅作为示例,第二周期可以设定为之后驾驶员可以感觉到发动机 102 输出的转矩的变化的最大时间量。

[0076] 在各个实施例中,APC 诊断模块 310 等待以便诊断 APC 确定模块 302 中的故障,直到计时器 314 大于第二时间周期。当诊断到故障时,也可以采取补救动作。仅作为示例,补救动作可以包括降低发动机 102 的转矩输出和/或点亮指示器,如“检查发动机”灯。

[0077] 现在参考图 4,示出了描绘由 APC 安全模块 300 执行的示例性步骤的流程图。控制过程以步骤 402 开始,其中,控制过程将计时器设定为预定复位值,如零(0.0)。控制过程前进到步骤 404,其中,控制过程确定发动机速度是否大于预定速度。如果为真,那么控制过程前进到步骤 406;否则,控制过程保持在步骤 404。仅作为示例,预定速度可以设定为 500.0rpm。

[0078] 在步骤 406,控制过程获得第一 APC( $APC_1$ ) 和第二 APC( $APC_2$ )。第一 APC 对应于按照点火顺序下一个气缸内在该气缸点火时的估算空气量。第二 APC 对应于按照点火顺序在下一个气缸之后的气缸内在该气缸点火时的估算空气量。在步骤 408,控制过程确定 APC 阈值。APC 阈值可以使用上述公式(3)来确定。

[0079] 控制过程前进到步骤 410,其中,控制过程确定第一和第二 APC 之间的差是否大于 APC 阈值。换句话说,在步骤 410,控制过程确定第二 APC 是否大于第一 APC 与 APC 阈值的总和。如果是,控制过程前进到步骤 412;否则,控制过程转到步骤 424。

[0080] 在步骤 412,控制过程递增计时器。由此,当第二 APC 大于第一 APC 与 APC 阈值的总和时,控制过程递增计时器。控制过程以步骤 414 继续,其中,控制过程确定计时器是否

大于第一周期。如果是,控制过程前进到步骤 416 ;否则,控制过程返回到步骤 404。仅作为示例,第一周期可以设定为 100.0ms。

[0081] 在步骤 416,控制过程限制第一 APC 并在 APC 存储模块 304 中设定第一 APC。由此,当计时器超过第一周期时,控制过程限制第一 APC。控制过程可以基于第二 APC 和 APC 阈值来限制第一 APC。仅作为示例,控制过程可以使用上述公式 (5) 来设定第一 APC。

[0082] 控制过程以步骤 418 继续,其中,控制过程确定计时器是否大于或等于第二周期。如果是真,那么控制过程前进到步骤 420 ;否则,控制过程返回到步骤 404。仅作为示例,第二周期可以设定为 200.0ms。在步骤 420,控制过程诊断并报告故障,且控制过程结束。由此,当计时器超过第二周期时,控制过程报告故障。当报告故障时,也可以采取补救动作,如降低发动机 102 的转矩输出。

[0083] 回到步骤 424(即,当第一 APC 与第二 APC 之间的差小于或等于 APC 阈值时),控制过程递减计时器。因而,控制过程基于第一 APC 与第二 APC 之间的差是否大于 APC 阈值来递减计时器或递增计时器。如果是,控制过程递增计时器 ;否则,控制过程递减计时器。在步骤 426 中,控制过程确定计时器是否小于零 (0.0s)。如果是,控制过程返回到步骤 402,其中,计时器设定为零 ;否则,控制过程返回到步骤 404。换句话说,控制过程将计时器限制为零。

[0084] 现在本领域中技术人员能够从前述说明理解到,本发明的广泛教示可以以多种形式实施。因此,尽管本发明包括特定的示例,由于当研究附图、说明书和以下权利要求书时,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并不如此限制。

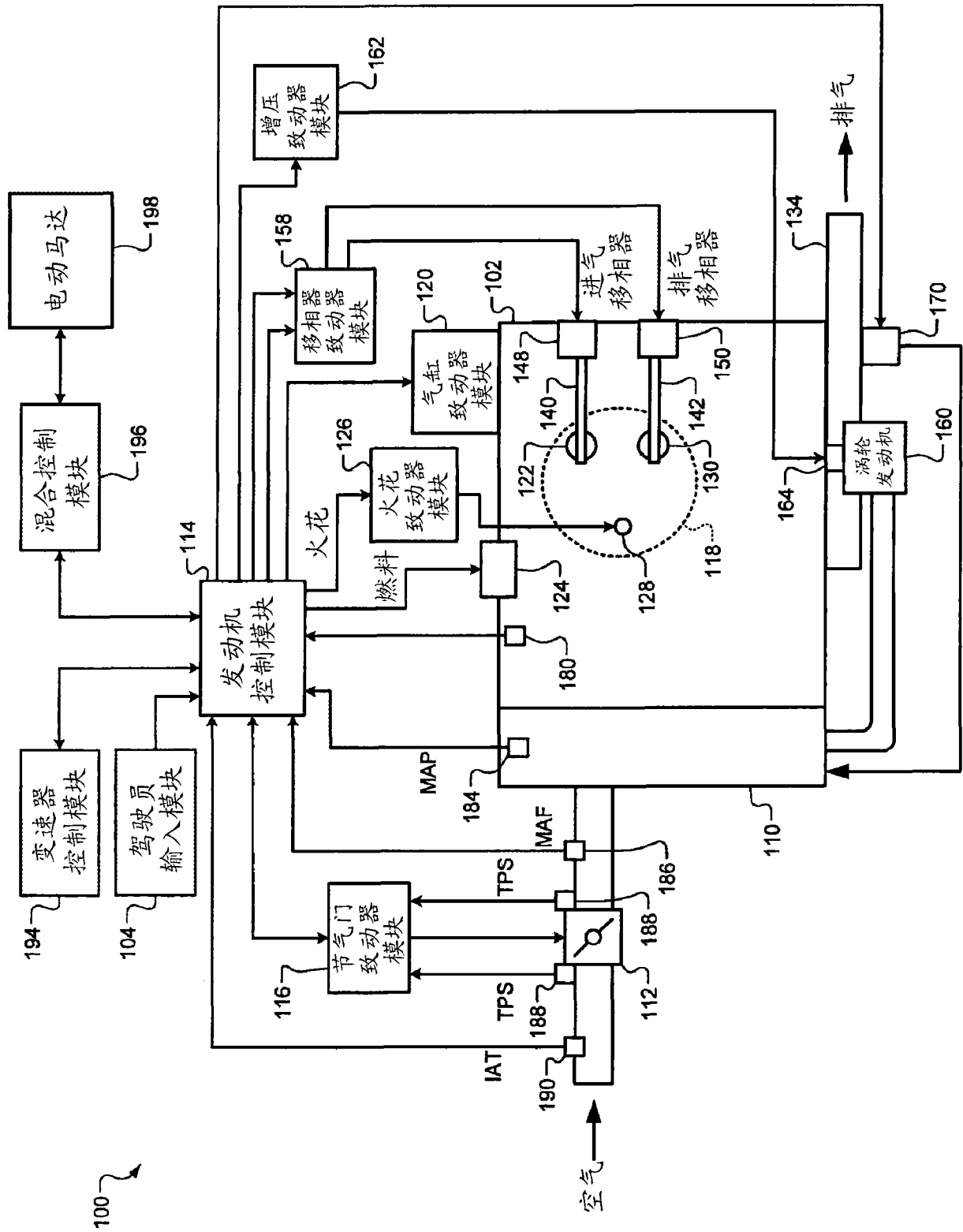


图 1

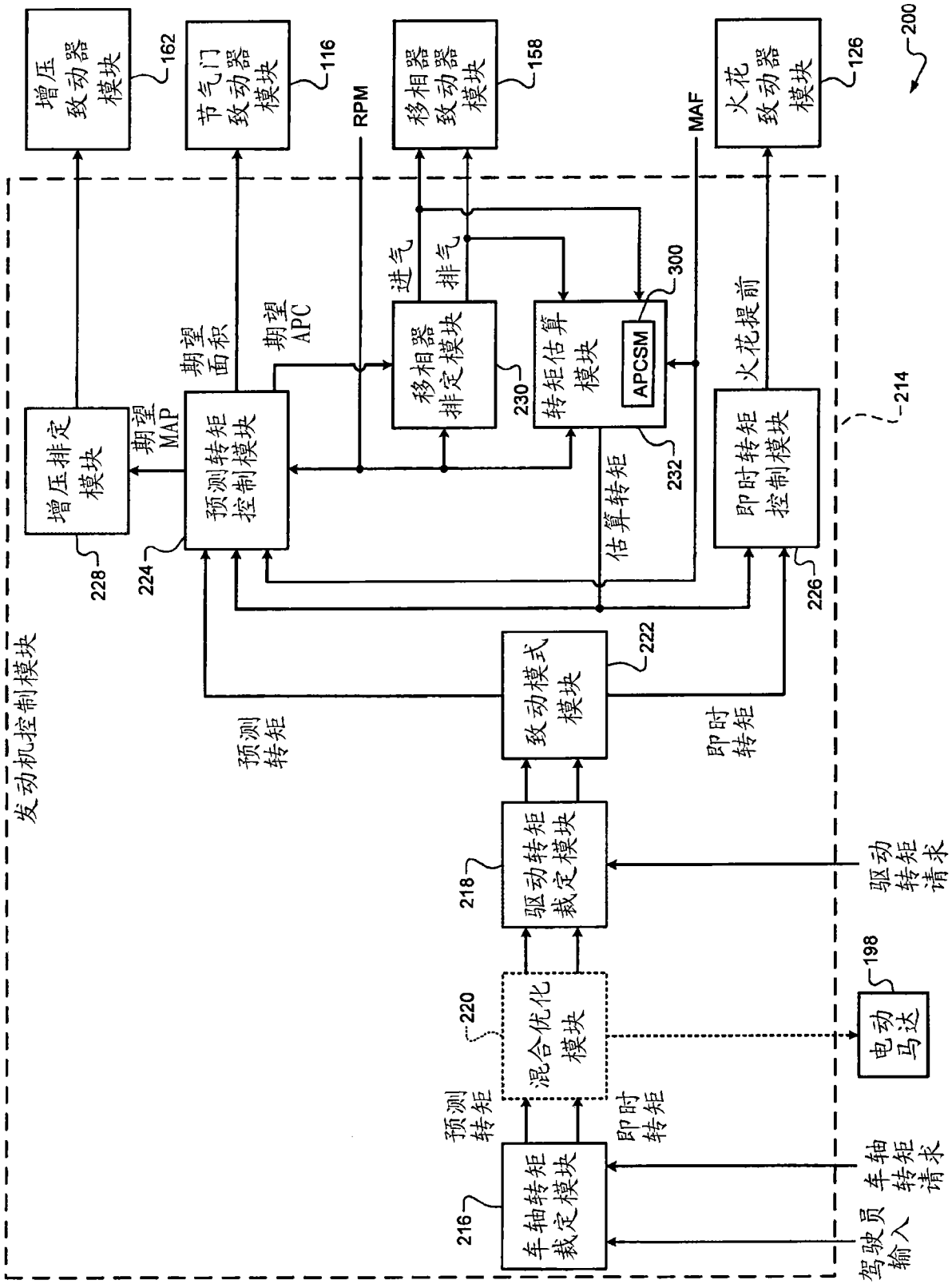


图 2

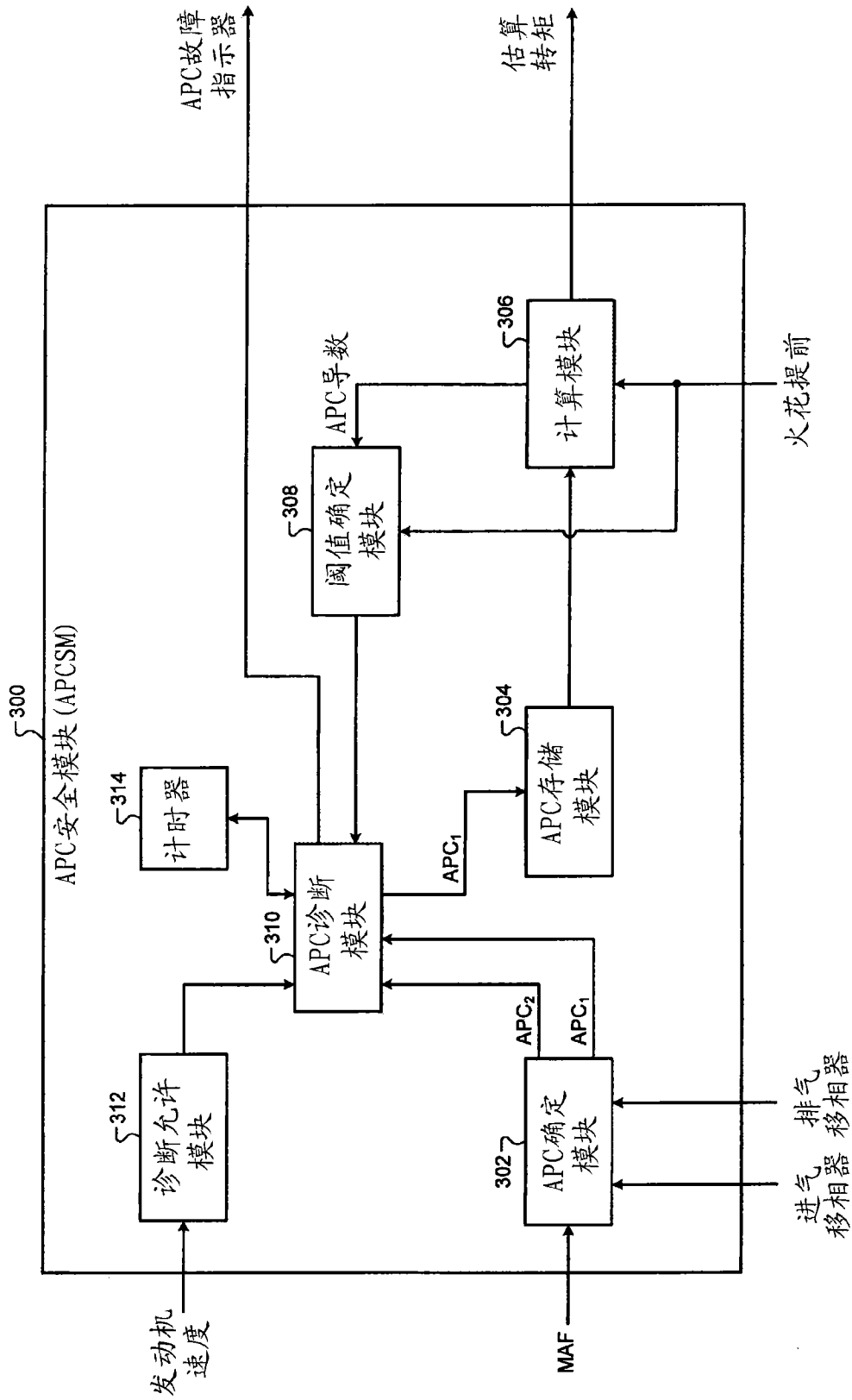


图 3

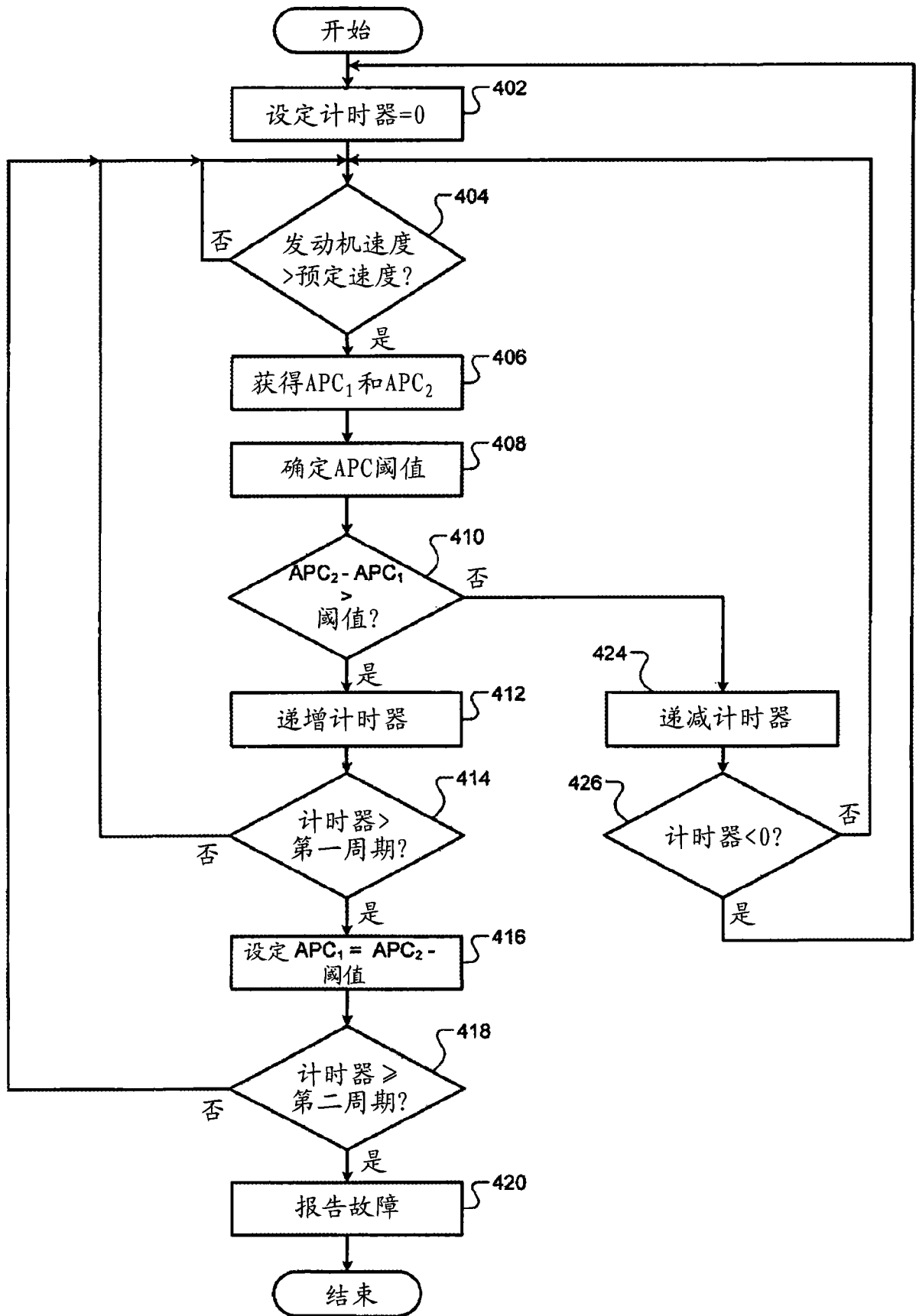


图 4