



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103362627 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201310108181. 5

(22) 申请日 2013. 03. 29

(30) 优先权数据

13/436, 622 2012. 03. 30 US

(71) 申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 R·R·延兹 R·D·珀西富尔

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

F01P 7/16 (2006. 01)

F01P 7/10 (2006. 01)

F01P 11/14 (2006. 01)

F02N 19/10 (2010. 01)

B60H 1/04 (2006. 01)

F16H 57/04 (2010. 01)

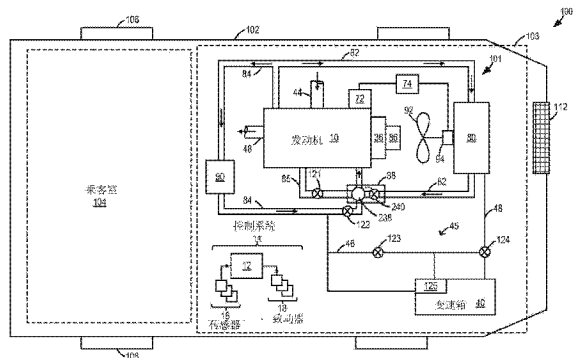
权利要求书1页 说明书23页 附图10页

(54) 发明名称

发动机冷却系统控制

(57) 摘要

提供通过将冷却剂停滞在发动机冷却系统的多个环路中的一个中来加快发动机系统加热的方法和系统。能够通过调整阀和监控冷却剂温度、变速箱温度和车舱温度中的一个或更多的温度变化来诊断所述冷却系统的各种阀和恒温器的退化。基于发动机工况,可调整所述多个阀,以改变所述冷却系统的不同区域中的冷却剂温度,因此提供燃料经济性效益。



1. 一种用于发动机冷却系统的方法,其包括:

响应发动机工况,调整所述冷却系统的旁通切断阀和加热器切断阀中的每一个,以将第一量冷却剂停滞在汽缸体,而且在恒温器循环第二量冷却剂。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一量冷却剂停滞在所述冷却系统的第一环路中,并且其中所述第二量冷却剂在所述冷却系统的第二环路中循环,所述第二环路包括所述恒温器上游的加热器芯体。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述发动机工况包括发动机冷起动状况。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述调整包括,在发动机冷起动状况期间,闭合所述旁通切断阀并且开启所述加热器切断阀,以相对于在所述恒温器循环的所述第二量冷却剂增加停滞在所述汽缸体的所述第一量冷却剂。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中执行所述调整一段时间,以将所述第一量停滞冷却剂的第一冷却剂温度提高至高于阈值温度,在所述一段时间内保持所述第二量冷却剂的第二冷却剂温度低于所述阈值温度。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述一段时间基于发动机速度、扭矩需求和车舱加热请求。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中在所述旁通切断阀闭合时,通过在所述恒温器处的温度传感器估计所述第二冷却剂温度,并且基于散热器风扇速度、车辆速度、周围环境空气温度和所述第二冷却剂温度中的每一项估计所述第一冷却剂温度。

8. 根据权利要求7所述的方法,其还包括,在所述一段时间过去后,开启所述旁通切断阀,同时保持所述加热器切断阀开启,以便所述第一量冷却剂也在所述恒温器处循环。

9. 一种用于发动机冷却系统的方法,其包括:

在发动机冷起动状况期间,

闭合第一冷却剂环路中的第一阀和发动机与恒温器之间的第二冷却剂环路中的第二阀中的每个阀,以将较暖冷却剂停滞在所述发动机,而在所述恒温器循环较冷冷却剂。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中使较暖冷却剂停滞在所述发动机而在所述恒温器循环较冷冷却剂,包括使冷却剂不在散热器处流动。

发动机冷却系统控制

技术领域

[0001] 本申请涉及控制发动机冷却系统以便改变在恒温器感测的冷却剂温度的方法和系统。

背景技术

[0002] 车辆可包括冷却系统,其经构造以通过将热传递至周围环境空气降低发动机的过热。其中,冷却剂循环通过汽缸体,以从热发动机清除热,并且然后被加热的冷却剂循环通过靠近车辆前部的散热器。被加热的冷却剂也可循环通过热交换器,以加热乘客室。基于在恒温器感测的冷却剂温度控制流经各种车辆系统组件的冷却剂流。

[0003] 在 Ap 等人的 US 2005/0000473 中示出一种用于冷却系统控制的示例方法。其中,通过使用各种旁通和阀使主冷却剂管与一个或更多二级冷却剂环路互连。一部分阀,以及因此流经发动机系统的冷却剂流至少部分基于发动机负荷状态。特别地,当发动机负荷低并且发动机冷却不优先时,将冷却剂从主管转移至二级环路,以帮助二级组件冷却。

发明内容

[0004] 然而,本文的发明人已认识到关于该方法的潜在问题。作为一个示例,由于流经各种冷却系统组件的冷却剂流受在恒温器感测的冷却剂温度影响,所以即使旁通发动机,进入恒温器的冷却剂温度也可能高,并且可能开始在主管中进行冷却剂温度调节。主管中的冷却剂的结果调节温度可能比较高发动机性能所需的调节冷却剂温度低。

[0005] 在示例中,由一种发动机冷却系统的方法至少部分解决一些上述问题,该方法包括,响应发动机工况,调节冷却系统的旁通切断阀和加热器切断阀的每个,以将第一量的冷却剂停滞在汽缸体中,而在恒温器循环第二量冷却剂。通过该方式,通过调节各种冷却系统阀,可改变在恒温器循环的冷却剂量以及冷却剂源,因此改变被恒温器影响的冷却剂温度。

[0006] 作为示例,在发动机冷起动期间冷却系统的,一个或更多阀可闭合,以改变停滞在汽缸体的冷却剂的量,而且也改变在恒温器循环的冷却剂的量。例如,可闭合发动机和恒温器之间的第一旁通环路中的旁通切断阀,以将冷却剂停滞在汽缸体。另外或任选地,可闭合处于加热器芯体下游的,发动机和恒温器之间的第二加热器环路中的加热器切断阀,以将冷却剂停滞在发动机和加热器芯体。

[0007] 同样地,停滞在汽缸体的相对少量冷却剂可在发动机冷起动期间帮助加快发动机暖机。然后可使用相对大量的在恒温器循环和感测的冷却剂,以调整冷却剂温度。例如,可通过闭合旁通切断阀和开启加热器切断阀实现相对较高调整温度,这是因为恒温器可感测油冷却器出口温度。相反,可通过闭合加热器切断阀和开启旁通切断阀实现相对较低调节温度,这是因为恒温器可感测气缸盖冷却剂温度。

[0008] 通过该方式,通过将恒温器选择性地暴露于来自冷却系统的不同区域的经加热冷却剂,能够影响和控制温度测量点(例如,通过 ECT 或 CHT 传感器)的实际结果冷却剂温度。换句话说,可控制冷却系统的调节冷却剂温度限制。通过上述方式,可通过使用现有冷却系

统阀组实现可变和可控发动机冷却剂温度。通过允许发动机温度从在恒温器感测的温度变化,可在选择工况期间实现发动机性能效益。

[0009] 在另一示例中,一种发动机冷却系统方法包括:在发动机冷起动状况期间,闭合第一冷却剂环路中的第一阀和发动机与恒温器之间的第二冷却剂环路中的第二阀中的每个阀,以将较暖冷却剂停滞在发动机,而在恒温器循环较冷的冷却剂。

[0010] 在另一示例中,使较暖冷却剂停滞在发动机,而在恒温器循环较冷的冷却剂包括使冷却剂不在散热器处流动。

[0011] 在另一示例中,执行调整一段时间,以将停滞在发动机的冷却剂的第一冷却剂温度提高至高于阈值温度,而保持在恒温器循环的冷却剂的第二冷却剂温度低于阈值温度,持续时间基于周围环境空气温度、发动机速度和车舱加热需求中的每一项。

[0012] 在另一示例中,本方法还包括,在使冷却剂停滞在发动机一段时间时,响应第一冷却剂环路中的压力升高至高于阈值压力间歇开启第一阀。

[0013] 在另一示例中,本方法还包括,在过去所述一段时间后,开启第一阀,以便在恒温器循环停滞在第一环路中的冷却剂。

[0014] 在另一示例中,本方法还包括,响应车舱加热需求,开启第二阀,以便在恒温器循环停滞在第二环路中的冷却剂。

[0015] 在另一示例中,在恒温器循环第二环路和 / 或第一环路中停滞的冷却剂包括使得冷却剂在散热器流动。

[0016] 在另一示例中,车辆系统包括:汽缸体;发动机冷却系统,其被通过第一环路和第二环路每一环路耦合至汽缸体,第一环路包括第一阀,第二环路包括第二阀,第一和第二环路在恒温器交叉;控制器,其具有计算机可读指令,其用于在发动机冷起动期间,闭合第一和第二阀的一个或更多,以将冷却剂停滞在发动机处,并且将发动机处的第一冷却剂温度提高至高于恒温器处的第二冷却剂温度。

[0017] 在另一示例中,冷却系统还包括散热器,其具有风扇,其中基于散热器风扇速度、车辆速度、周围环境空气温度和第二冷却剂温度中的每一项推断发动机处的第一冷却剂温度。

[0018] 在另一示例中,控制器还包括指令,其用于在第一冷却剂温度高于阈值温度后,至少开启第一阀,以使得处于第一冷却剂温度的冷却剂在恒温器循环,阈值温度基于排气催化剂温度。

[0019] 在另一示例中,控制器还包括指令,其用于在第一冷却剂温度高于阈值温度后,响应车舱加热需求开启第二阀。

[0020] 在另一示例中,控制器还包括指令,其用于在第一冷却剂温度低于阈值温度时,响应第一环路发动机中的冷却剂压力高于阈值压力间歇性开启第一阀。

[0021] 应理解,提供上述发明内容,以引入在详细说明中进一步描述的概念集合的简化形式。无意确定所要求保护的主旨的关键或必要特征,由所附权利要求独特限定其范围。此外,所要求保护的主旨不限于解决上述或本公开的任何部分提到的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0022] 图 1 示出包括根据本公开的实施例的冷却系统的车辆系统的示意图。

- [0023] 图 2 示出图 1 的冷却系统的示例实施例。
- [0024] 图 3 示出操作图 1-2 的冷却系统以在发动机处停滞一定量冷却剂的高水平流程图。
- [0025] 图 4 示出诊断冷却系统的加热器切断阀的高水平流程图。
- [0026] 图 5 示出可与图 4 的程序一起使用以诊断加热器切断阀退化的示例热关系图。
- [0027] 图 6 示出诊断冷却系统的旁通切断阀的高水平流程图。
- [0028] 图 7 示出诊断冷却系统的变速箱冷却阀和变速箱加热阀的高水平流程图。
- [0029] 图 8 示出诊断冷却系统的格栅系统的高水平流程图。
- [0030] 图 9 示出可与图 8 的程序一起使用以诊断格栅系统退化的示例热关系图。
- [0031] 图 10 示出诊断冷却系统的恒温器的高水平流程图。
- [0032] 图 11 示出用于基于各种发动机工况调节加热器切断阀的开启的高水平流程图。
- [0033] 图 12 示出可与图 11 的程序一起使用以确定是否开启或闭合所述加热器切断阀的示例热关系图。

具体实施方式

[0034] 提供用于操作耦合至车辆系统(诸如图 1 的车辆系统)的发动机、变速箱和乘客室的冷却系统(诸如图 1 的冷却系统)的方法和系统。基于发动机工况,可调整冷却系统的一个或更多阀的位置,因此停滞在冷却系统的一个区域中一定量冷却剂,而通过冷却系统的恒温器循环其余量的冷却剂。通过这样的动作,可在冷却系统的不同区域产生温差,以提供发动机运行效益。另外,可使用相同的差异诊断各种冷却系统组件。发动机控制器可经构造,以执行控制程序,诸如图 3 的程序,以在发动机冷起动期间调整各种阀的位置,以停滞在发动机处的冷却剂,因此加快与燃烧室最近连通的冷却剂的暖机。控制器也可调整各种阀,以执行诊断程序,诸如图 4、6-8 和 10 中所示的那些程序。在图 5 和 9 示出可用于帮助诊断各种冷却系统组件的示例热关系图。通过来自热图,诸如图 12 的图的帮助,控制器也可执行控制程序,诸如图 11 的程序,以基于发动机工况确定何时开启冷却系统的阀。通过改变在汽缸体停滞的冷却剂的量,可实现燃料经济性和发动机性能效益。

[0035] 图 1 示出包括机动车辆 102 中的车辆冷却系统 101 的车辆系统 100 的示例实施例。车辆 102 具有驱动轮 106、乘客室 104 (本文中也称其为乘客舱)和引擎室 103。引擎室 103 可在机动车辆 102 的引擎盖(未示出)下容纳各种引擎盖下的组件。例如,引擎室 103 可容纳内燃发动机 10。内燃发动机 10 具有燃烧室,其可通过进气通道 44 接收进气空气并且可通过排气通道 48 排出燃烧气体。本文所示和所述的发动机 10 可被包含在车辆,诸如公路汽车以及其他类型的车辆中。虽然将关于车辆描述发动机 10 的示例应用,但是应明白,可使用各种类型的发动机和车辆推进系统,包括客车、卡车等等。

[0036] 引擎室 103 还可包括冷却系统 101,其循环冷却剂通过内燃发动机 10,以吸收废热,并且分别通过冷却剂管(或环路)82 和 84 向散热器 80 和 / 或加热器芯体 90 分送经加热的冷却剂。在一个示例中,如图所示,冷却系统 101 可被耦合至发动机 10 并且可通过发动机驱动水泵 86 将来自发动机 10 的发动机冷却剂循环至散热器 80,并且然后通过冷却剂管 82 返回发动机 10。发动机驱动水泵 86 可通过前端附件驱动(FEAD)36 耦合至发动机,并且通过皮带、链条等等与发动机速度成比例地旋转。特别地,发动机驱动泵 86 可通过汽缸体、

盖等等中的通道循环冷却剂,以吸收发动机热,然后通过散热器 80 将热传递至周围环境空气。在一个示例中,其中泵 86 为离心泵,泵产生的压力(和结果流动)可随着更高机轴速度而增大,在图 1 的示例中,其可直接链接至发动机速度。在一些示例中,发动机驱动泵 86 可经运行,以通过冷却剂管 82 和 84 两者循环冷却剂。

[0037] 可通过恒温器 38 调节冷却剂的温度。恒温器 38 可包括位于冷却管 82、85 和 84 的交汇点的温度传感元件 238。此外,恒温器 38 可包括位于冷却管 82 中的恒温器阀 240。如图 2 中进一步详细所示,恒温器阀保持闭合,直到冷却剂达到阈值温度,因此限制冷却剂流经散热器,直到达到阈值温度。

[0038] 冷却剂可流经冷却剂管 84 到达加热器芯体 90,其中可将热传递至乘客室 104。然后,冷却剂通过阀 122 回流至发动机 10。特别地,可被构造为水-空气热交换器的加热器芯体 90 可与循环冷却剂交换热,并且可基于操作者加热需求将热传递给车辆乘客室 104。同样地,加热器芯体也可被耦合至车辆 HVAC 系统(或者加热、通风和空调系统),其包括其他组件,诸如加热器风扇和空调(未示出)。基于从操作员接收的舱室加热/冷却需要,HVAC 系统可使用在加热器芯体的经加热冷却剂使舱室空气变暖,以提高舱室温度并且提供舱室加热。总的来说,热优先权可包括首先满足舱室加热需求,然后是满足燃烧室加热需求,然后满足传动系流体/润滑剂加热需求。然而,各种条件可改变该通常优先权。理想地,不应由散热器排出热,直到所有上述组件都处于完全运行温度。同样地,热交换器限制降低了系统的效率。

[0039] 一旦通过第一旁通切断阀 121 流经第一旁通环路 85,冷却剂也可从发动机 10 朝着恒温器 38 循环。如本文参考图 2-3 所述,在选择条件下,诸如在发动机冷起动期间,旁通切断阀 121 可闭合,以在汽缸体和汽缸盖处,在旁通环路 85 中停滞一定(少)量的冷却剂。通过在汽缸体隔离冷却剂,可防止冷却剂流过恒温器的温度传感元件 238,因而延缓恒温器阀 240 的开启,允许流动至散热器。换句话说,当恒温器阀 240 闭合,旁通切断阀 121 闭合时,能够在第一旁通环路 85 中进行冷却剂循环,并且冷却剂泵的速度高。该冷却剂循环限制了冷却剂压力和泵气穴现象。总的来说,可通过下列方式加快发动机暖机,即降低流动至发动机外部而热损耗,以及防止温度传感元件 238 发现来自发动机的热冷却剂流。冷却剂可从加热器芯体 90 通过加热器切断阀 122 朝着恒温器 38 循环。在发动机冷起动条件期间,加热器切断阀也可闭合,以在冷却管(或环路)84 中停滞少量冷却剂。这也允许冷却剂停滞在汽缸体、加热器芯体和汽缸盖中,进一步帮助发动机和变速箱暖机。在图 2 中详示关于冷却系统 101 的各种阀和组件的操作的进一步细节。

[0040] 应明白,虽然上述实施例示出通过调整一个或更多阀的位置将冷却剂停滞在发动机中,但是在可替换实施例中,诸如当使用电驱动冷却剂/加热剂泵时,可通过将泵的速度控制为零实现冷却剂在发动机处的停滞。

[0041] 可在冷却系统 101 中包括一个或更多鼓风机(未示出)或冷却风扇,以提供空气流,帮助和增加通过引擎盖下组件的冷却空气流。例如,耦合至散热器 80 的冷却风扇 92 可经操作,以提供冷却空气流,帮助其通过散热器 80。冷却风扇 92 可通过车辆 102 前部中的开口,例如通过格栅系统 112 将冷却空气流抽入引擎室 103。然后,可由散热器 80 和其他引擎盖下组件(例如,燃料系统组件,电池等等)利用该冷却空气流,以保持发动机和/或变速箱冷却。此外,可使用空气流,以从车辆空调系统排出热。仍此外,可使用空气流,以提高涡轮

增压 / 机械增压发动机的性能, 该发动机配备有降低进入进气歧管 / 发动机的空气温度的中间冷却器。在一个示例中, 格栅系统 112 可构造有多个放气孔 (或者翅片、叶片或格栅), 其中控制器可调整放气孔的位置, 以控制流经格栅系统的空气流。

[0042] 可通过交流发电机 72 和系统电池 74 将冷却风扇 92 耦合至并且由发动机 10 驱动。冷却风扇 92 也可通过任选离合器 (未示出) 机械耦合至发动机 10。在发动机运行期间, 可将发动机产生的扭矩沿驱动轴 (未示出) 传递至交流发电机 72。可由交流发电机 72 使用产生的扭矩, 以产生可存储在电能存储装置诸如系统电池 74 中的电功率。然后, 可使用电池 74 以操作电动冷却风扇马达 94。

[0043] 车辆系统 100 还包括变速箱 40, 其用于将在发动机 10 产生的动力传递给车轮 106。包括各种齿轮和离合器的变速箱 40 可经构造, 以将发动机的高转速降低为车轮的角度转速, 而在进程中提高扭矩。为了能够温度调节各种变速箱组件, 冷却系统 101 可通信耦合至变速箱冷却系统 45。变速箱冷却系统 45 包括变速箱油冷却器 125 (或者油 - 水变速箱热交换器), 其位于变速箱 40 内部或者与其集成, 例如处于变速箱旋转元件下和 / 或偏离变速箱旋转元件的位置的变速箱油底壳区域中。变速箱油冷却器 125 可具有多个板件或翅片构件, 用于最大化热传递目的。来自冷却剂管 84 的冷却剂可通过导管 46 和变速箱升温阀 123 与变速箱油冷却器 125 连通。特别地, 变速箱升温阀 123 可开启, 以接收来自冷却剂管 84 的经加热冷却剂, 从而使变速箱 40 变暖。作为比较, 来自冷却剂管 82 和散热器 80 的冷却剂可通过导管 48 和变速箱冷却阀 124 与变速箱油冷却器 125 连通。特别地, 变速箱冷却阀 124 可开启, 以接收来自散热器 80 的经冷却冷却剂, 从而冷却变速箱 40。

[0044] 图 1 进一步示出控制系统 14。控制系统 14 可通信耦合至发动机 10 的各种组件, 以执行本文所述的控制程序和动作。例如, 如图 1 中所示, 控制系统 14 可包括电子数字控制器 12。控制器 12 可能为微型计算机, 其包括微处理器单元、输入 / 输出端口、用于可执行程序 and 标度值的电子存储媒体、随机存取存储器、不失效存储器和数据总线。如图所示, 控制器 12 可接收来自多个传感器 16 的输入, 该多个传感器 16 可包括用户输入 / 输出传感器 (诸如变速箱齿轮位置、加速踏板输入、致动器输入、变速箱选择器位置、车辆速度、发动机速度、通过发动机的质量空气流、周围环境温度、进气空气温度等等)、冷却系统传感器 (诸如冷却剂温度、汽缸热温度、风扇温度、乘客室温度、周围环境湿度、恒温器输出等等) 等等。此外, 控制器 12 可与各种致动器 18 通信, 其可包括发动机致动器 (诸如燃料喷射器、电子控制进气空气节流板、火花塞等等)、冷却系统致动器 (诸如冷却系统的各种阀) 等等。在一些示例中, 可以用计算机可读数据对存储媒体编程, 该数据代表可由处理器执行的用于执行下文所述方法的指令以及预期但是未特别列出的其他变体。

[0045] 现在参考图 2, 其示出具有各种阀、环路和热交换器的图 1 的冷却系统的示例实施例 200。

[0046] 冷却剂可在恒温器 38 从各个环路循环。同样地, 恒温器 38 构造有温度传感元件 238, 其用于估计在恒温器循环的冷却剂的温度, 而通信耦合至温度传感元件的恒温器阀 240 经构造, 以仅当温度高于阈值时开启。在一个示例中, 恒温器阀 240 可能为机械致动阀, 诸如用于致动力 / 位移的蜡塞, 当在温度传感元件 (蜡塞) 传感的冷却剂高于阈值温度时, 蜡塞开启。

[0047] 冷却剂可沿第一旁通环路 220 从发动机 10 朝着恒温器 38 循环。从该处开始, 冷

冷却剂可被泵 86 反向泵送至发动机。第一旁通环路 220 包括第一旁通切断阀 121。冷却剂也可沿着第二加热器环路 222 从发动机 10 通过加热器芯体 90 和发动机油冷却器 225 朝着恒温器 38 循环。从该处开始,冷却剂可被泵 86 反向泵送至发动机。第二加热器环路包括第二加热器切断阀 122。冷却剂也可基于恒温器阀 240 的状态,从发动机 10 通过散热器 80,经第三环路 224 循环至恒温器 38。特别地,当恒温器阀 240 开启时,冷却剂可通过散热器 80,并且然后通过恒温器阀 240 循环。流经散热器的冷却剂流可允许来自循环的热冷却剂的热被通过散热器风扇耗散至周围环境空气。在流经恒温器阀后,可通过泵 86 将冷却剂反向朝着发动机泵送。

[0048] 一个或更多温度传感器可在发动机热水出口耦合至冷却系统,以估计冷却剂温度。例如,可通过定位为接触加热的冷却剂的发动机冷却剂温度(ECT)传感器估计冷却剂的温度。作为替换方式,可通过位于汽缸体上的,例如位于离铝汽缸盖中的流动发动机冷却剂几毫米远的汽缸盖温度(CHT)传感器估计冷却剂温度。

[0049] 同样地,恒温器阀 240 可在当在温度传感元件 238 循环的冷却剂温度高于阈值温度时的条件期间开启。该循环冷却剂可来自一个或更多第一旁通环路 220 和第二加热器环路 222。因而,在恒温器循环的冷却剂的温度受发动机的温度(也就是说,从发动机传递至冷却剂的热量)以及所需的车舱加热量(也就是说,从加热器芯体的冷却剂提取到乘客室的热量)的影响。如图 3 中所示,通过改变加热器切断阀和旁通切断阀的位置,来自发动机的在恒温器循环的冷却剂相对来自加热器芯体的冷却剂的比例可能变化,因此改变在恒温器的冷却剂的温度,并且因此改变被调整的冷却剂温度。

[0050] 作为比较,当恒温器阀 240 闭合时,可能基本无流经散热器 80 的冷却剂流。在缺乏流经散热器的冷却剂流时,没有热可通过散热器风扇耗散至周围环境空气。同样地,恒温器阀 240 可在当温度传感元件 238 循环的冷却剂温度低于阈值温度时的条件期间开启,其中循环的冷却剂来自一个或更多第一旁通环路 220 和第二加热器环路 222。

[0051] 冷却剂也可循环通过各种变速箱温度控制阀,以因此冷却或变暖变速箱(诸如图 1 的变速箱 40)。例如,经冷却的冷却剂可从散热器 80 流经变速箱冷却阀 124,流动至变速箱油冷却器 125,以冷却变速箱。如果恒温器阀开启,经冷却的冷却剂可返回至第三环路 224,可通过泵 86 将冷却剂从该第三环路 224 泵送回发动机。作为替换方式,如果恒温器闭合,经冷却的冷却剂可经配置,以在变速箱油冷却器(TOC)125 和发动机油冷却器(EOC)225 进行热交换,并且然后返回第二环路 222。可通过泵 86 从第二环路 222 将冷却剂泵送回发动机。

[0052] 当需要变速箱加热时,来自第二环路 222 的经加热冷却剂可通过变速箱升温阀 123 循环至变速箱油冷却器 125,以使变速箱变暖。冷却剂可从变速箱油冷却器 125 返回至处于发动机油冷却器 225 和加热器切断阀 122 上游位置的第二环路 222。可通过泵 86 从第二环路 222 将冷却剂泵送回发动机。同样地,在构造有增压装置诸如涡轮增压器 206 的车辆系统中,一部分冷却剂可从加热器环路 222 通过涡轮增压器 206 的外壳循环,以能够冷却增压装置。在穿过涡轮增压器后,冷却剂可在穿过脱气瓶 208 时被脱气。然后,经脱气和加热的冷却剂可返回至第二加热器环路 222,其处于加热器切断阀 122 的上游。可通过泵 86 从第二环路 222 将冷却剂泵送回发动机。

[0053] 本文的发明人已认识到,通过调整冷却系统的各个阀的位置,至少可临时将在冷

却系统的不同区域或环路中的冷却剂保持在不同冷却剂温度。通过改变在恒温器循环的冷却剂的温度,然后可控制恒温器阀的开启状态,这继而控制流经散热器的冷却剂流。可通过该构造实现各种优点。

[0054] 例如,如果仅阀 121 开启,恒温器就发现最暖的冷却剂,并且散热器阀在暖机期间最快开启。同样地,在热周围环境温度的条件期间,这可能有利。作为比较,如果阀 240 闭合,散热器阀就趋向于保持闭合,这是因为阀 240 防止暖冷却剂冲击温度传感元件 238。作为进一步比较,来自阀 122 的冷却剂流不如来自阀 220 的冷却剂流热,并且因此在其他两者之间具有影响。

[0055] 在本文中讨论另外的示例。例如,如图 3 中所示,冷却剂可停滞在发动机,以允许发动机处的冷却剂温度升高,而在恒温器循环的冷却剂温度可保持较低。有效地,实现了更昂贵和复杂的可调恒温器的类似行为,并且因此,发生关联可调冷却剂调节温度的效益。因而,即使发动机处的冷却剂温度较高,但是通过保持恒温器阀闭合,也可临时使冷却剂不能流经散热器(并且因此通过散热器的热耗散临时不会发生)。通过进一步调整各种阀的位置,然后,经加热的冷却剂可被朝着需要热的车辆组件引导(例如,为了最佳功能,朝着需要变速箱加热的变速箱、为了朝着乘客舱引导热朝着加热器芯体,等等),而仍保持没有流经散热器的热损失。然后,当已将所有的组件充分加热时,可进一步调整各个冷却系统阀的位置,以在恒温器(具体地,温度传感元件 238)循环经加热的冷却剂,因此导致恒温器阀 240 开启,并且使得冷却剂能够流经散热器。

[0056] 作为示例,在发动机冷起动期间,耦合在冷却系统的第一和第二环路之间的第一旁通切断阀和第二加热器切断阀的一个或更多(例如,第一旁通切断阀和第二加热器切断阀的每个)可经调节(例如,致动闭合),以在汽缸体(例如,在第一阀上游的第一环路中,以及在第二阀上游的第二环路中)停滞一定量的冷却剂,并且将第一环路中的在汽缸体的第一冷却剂温度提高至高于在恒温器循环的其余量冷却剂的第二冷却剂温度。

[0057] 然后,在已使发动机充分暖机后,可致动开启旁通切断阀和第二加热器切断阀的一个或更多,以允许先前被停滞并且现在被加热的冷却剂抵达恒温器。例如,在已使发动机充分暖机后,响应变速箱变暖的需求(为了提高发动机性能),可仅闭合旁通切断阀,而加热器切断阀保持开启。结果,停滞在第二环路中的经加热冷却剂可通过变速箱升温阀循环,以使变速箱变暖。同时,先前停滞在第一环路中的经加热冷却剂可流经恒温器,但是由于冷却剂温度可能不够热,不能开启恒温器阀,所以可能无冷却剂流经散热器。结果,经加热的冷却剂可有利地用于加快发动机和变速箱变暖,并且可能没有热被浪费地耗散至环境。

[0058] 作为另一示例,响应更高车舱加热的需求,旁通切断阀可开启,而变速箱升温阀闭合,并且加热器切断阀开启。结果,停滞在第二环路中的经加热冷却剂可通过加热器芯体循环,以使乘客舱变暖。同时,先前停滞在第一环路中的经加热冷却剂可通过恒温器循环,但是由于冷却剂温度可能不够热,不能开启恒温器阀,所以无冷却剂可流经散热器。结果,经加热的冷却剂可有利地用于加热车舱,并且可能没有热被浪费地耗散至环境。

[0059] 作为另一示例,在已使发动机和变速箱和/或车辆车舱充分变暖后,可开启每个旁通切断阀和加热器切断阀。结果,停滞在每个第一和第二环路中的经加热冷却剂可通过恒温器循环,并且冷却剂温度可能不够热,不能开启恒温器阀。然后,经加热的冷却剂可流经散热器,并且过量的热可被耗散至环境。在理想情况设置中,将不向环境排放热,直到完

全加热全部元件为止。实际上,在完全加热全部元件之前,对发动机油或变速箱流体的热传送率可能需要一些散热器流。

[0060] 应明白,在任何时期将冷却剂停滞在发动机时,控制器都可经构造,以响应第一冷却剂环路(或者,汽缸体中)中的压力升高至高于阈值压力间歇性地开启第一旁通切断阀。通过该方式,旁通切断阀可用于压力释放。

[0061] 本文参考图 3 和 11 进一步描述各种阀的位置调整。同样地,在调整阀的位置之前,发动机控制器可执行诊断程序,以验证各种阀的功能性。如图 4-10 所示,诊断程序也可采取下列事实的优点,即可通过改变一个或更多冷却系统阀的状态在冷却系统的不同区域/环路产生变化温度差异。因而,通过改变阀的位置和将观察的冷却剂温度趋向和预期趋向进行比较,就能够确定阀退化。

[0062] 现在参考图 3,示出用于调整图 2 的冷却系统的多个阀位置的示例方法 300,以便改变停滞在发动机的冷却剂量,而循环其余的量。通过进行该动作,能够改变冲击恒温器阀的冷却剂温度。由于恒温器阀经调节,以通过调节各个冷却系统阀限制冷却剂温度,所以能够实现现在恒温器循环的冷却剂的可变和可控发动机冷却剂温度。一旦验证每个阀都按预期工作,就可调整多个阀的位置。因此,可执行多个诊断程序,以基于在冷却系统的不同区域或环路产生的热差异验证每个冷却系统组件的功能。

[0063] 在 302,估计和/或测量发动机工况。这些可包括,例如发动机速度、发动机温度、冷却剂温度、催化剂温度、周围环境条件(例如,周围环境温度、压力、湿度)、车舱加热需求、扭矩需求、车辆速度、散热器风扇速度等等。在 304,可验证发动机冷启动条件。这些条件可包括,例如排气催化剂温度低于起燃温度和/或自动上次发动机启动已过去阈值持续时间、发动机冷却剂或金属温度低于阈值等等。

[0064] 如果未验证发动机冷启动条件,例如如果催化剂已充分变暖,然后,如图 11 所示,本方法可继续至 316,以基于普通发动机工况调整各个冷却系统阀的位置。

[0065] 这可包括,例如保持旁通切断阀开启,以允许恒温器保持调节温度。作为替换方式,调节水出口温度,可测量 ECT(或 CHT),并且当水否则将过热时,可开启旁通切断阀。

[0066] 如果发动机冷启动条件经验证,然后在 306,可验证冷却系统未退化。如图 4-9 所示,可执行各种诊断程序,以诊断各种冷却系统阀的条件。例如,阀可依次(或单独)开启或闭合一段时间,可基于开启和闭合时间段的冷却剂温度变化确定阀退化。诊断的各种阀可包括,例如加热器切断阀、旁通切断阀和变速箱冷却阀。如果任何阀经诊断为功能不正常,然后在 307,可通过设置诊断代码指示阀退化。例如,可设置诊断问题代码(DTC)。在一些实施例中,可采取进一步减轻行动。例如,如果确定旁通切断阀常闭(stuck closed),就可开启加热器切断阀,反之亦然。作为另一示例,如果确定变速箱加热阀常开(stuck open),变速箱冷却阀就可开启,以抵消该问题,反之亦然。作为进一步示例,如果旁通切断阀和加热器切断阀都常闭,就可限制发动机速度。更进一步,如果发动机冷却剂温度(ECT)或汽缸盖温度(CHT)开始攀升超过阈值,就可通过旋转喷射器开关,在内部通过空气冷却发动机。

[0067] 一旦验证各个冷却系统阀都工作,程序就继续至 308,其中可验证,冷却系统恒温器未退化。这可包括验证恒温器阀未退化和/或恒温器的温度传感元件未退化。如图 10 中所示,可执行各种诊断程序,以诊断冷却系统恒温器的条件。如果恒温器经诊断功能不正常,然后在 309,可通过设置代码,诸如诊断问题代码指示恒温器退化。在一些实施例中,可

采取进一步减轻行动。例如,如果确定恒温器阀常开,可不进行任何动作。然而,如果确定恒温器阀常闭,就可通过旋转喷射器开关,在内部通过空气冷却发动机。

[0068] 然后在 310,响应发动机冷起动条件,可调整每个旁通切断阀和加热器切断阀的位置,以使一定量的冷却剂(例如,第一量冷却剂)停滞在汽缸体,通过在冷却系统的恒温器循环其余量的冷却剂(例如,第二量冷却剂)。同样地,如果车辆操作员未要求车舱加热,就可将冷却剂有利地停滞在发动机,直到 ECT 传感器感测的发动机冷却剂温度(ECT)稍微高于阈值(例如,接近沸腾)。然后,可从热水出口释放热冷却剂。一旦 ECT 已达到阈值温度,热冷却剂就可流入变速箱加热器。为了加热变速箱,变速箱升温阀 123 和加热器切断阀 122 可开启。一旦变速箱升高至期望温度,或者如果 ECT 高于阈值,旁通切断阀就开启,以允许非常热的冷却剂冲击恒温器的温度传感元件,因此允许恒温器阀开启,并且继续发生冷却剂流经散热器。因而,可以下列热优先顺序将来自热冷却剂的热提供给各个发动机系统组件:1) 首先给 HVAC,如果车辆操作员要求车舱加热,2) 给汽缸盖,以使发动机暖机,以及 3) 最后给变速箱。一旦全部发动机组件都已获得期望温度(或者温度范围),并且如果冷却剂温度仍高于阈值,就可通过散热器将过量的热耗散至周围环境。

[0069] 现在描述示例调整。例如,如果第一量的冷却剂可停滞在冷却系统的第一旁通环路中,而第二量的冷却剂在冷却系统的第二加热器环路中(第二环路包括恒温器上游的加热器芯体)循环。阀调整可包括,例如闭合加热器切断阀而开启旁通切断阀;闭合旁通切断阀而开启加热器切断阀;或者闭合每个加热器和旁通切断阀。如本文和图 11 所示,通过闭合一个或更多旁通和加热器切断阀,可将冷却剂隔离在汽缸体和 / 或加热器芯体,并且可能不能通过散热器循环。结果,能够通过汽缸体和 / 或汽缸盖产生的热快速使少量停滞的冷却剂变暖。视需要,通过不从围绕汽缸体的区域清除热,能够快速和临时升高局部温度,以便在冷起动条件期间加快发动机和 / 或变速箱变暖。在本文的图 11 中示出基于各种发动机工况(例如,发动机速度、车舱加热需求、扭矩等等)示例调整加热器切断阀的位置。

[0070] 应明白,在任何时期将冷却剂停滞在发动机时,控制器都可经构造,以响应第一冷却剂环路(或者,汽缸体中)中的压力升高至高于阈值压力间歇性地开启第一旁通切断阀。通过该方式,旁通切断阀可用于压力释放。

[0071] 在 312,控制器可基于发动机状况推断汽缸体或汽缸盖(T1)处的冷却剂温度,而基于在恒温器循环的冷却剂温度(T2)调整冷却系统中的冷却剂温度。例如,在使冷却剂停滞在汽缸体时,可通过恒温器的温度传感元件,或者靠近恒温器的冷却系统中定位的温度传感器(例如,在散热器出口或在汽缸盖中的温度传感器)测量或感测在恒温器循环的发动机冷却剂温度(T2)。同时,可基于车辆速度、散热器风扇速度、周围环境温度(T_{amb})和在恒温器的冷却剂温度(T2)估计停滞在汽缸体的冷却剂温度(T1)。作为替换方式,可从基于初始 ECT 估计和发动机燃料消耗率的综合的预期 ECT 与时间曲线估计冷却剂温度。这是因为,约 20% 的燃料能量进入冷却剂中。

[0072] 可将加热器和旁通切断阀保持在选择状态中,以将冷却剂停滞在汽缸体中一段时间,直到在汽缸体的冷却剂温度(T1)高于阈值。该阈值可相应于这样的温度,即高于该温度就可能不验证发动机的冷起动条件。因而,在 314,可确定,在汽缸体的冷却剂温度(在 312 推断的)是否高于阈值。一旦验证,在 316,就可调整各种冷却系统阀,包括加热器和旁通切断阀的位置。例如,一旦发动机冷却剂温度(ECT 或 CHT 传感器感测的)热(例如,高于阈值

温度),就可开启加热器切断阀 122。同样地,如果加热器切断阀开启,只要发动机冷却剂温度(ECT)低于阈值温度,就不需要开启旁通切断阀 121。特别地,旁通切断阀可仅当 ECT 低于阈值温度时开启,操作者不要求提供车舱加热,并且发动机速度足够高(例如,高于阈值速度)。也就是说,常闭的旁通切断阀被打开,以当泵速度高时帮助释放压力,而加热器切断阀闭合。在选择条件期间,旁通切断阀也能够闭合,以降低 ECT。如图 11 中所示,也可基于各种发动机工况(例如,发动机速度、车舱加热、扭矩等等)调整加热器切断阀的位置,以减少停滞在发动机的冷却剂并且增加通过散热器循环的冷却剂。

[0073] 作为第一示例,在发动机冷起动条件期间,控制器可闭合旁通切断阀并且开启加热器切断阀,以相对于在恒温器循环的第二量冷却剂增加停滞在汽缸体的第一量冷却剂。该调整可执行一段时间,以便将第一量的停滞冷却剂的第一冷却剂温度(在汽缸体和汽缸盖)提高至高于阈值温度(例如,排气催化剂起燃温度),而将第二量的冷却剂的第二冷却剂温度保持为低于阈值温度一段时间。其中,持续时间可基于发动机速度、扭矩需求和车舱加热需要。

[0074] 同样地,当旁通切断阀闭合和加热器切断阀开启时,恒温器观察冷却器出口温度,并且将其调节值给定温度设定。汽缸盖和汽缸体中的冷却剂温度变得取决于贯穿加热器芯体、变速箱油冷却器和发动机油冷却器的温度损耗。同样地,温度损耗越大,汽缸盖温度就比恒温器设置高越多。使用冷却剂温度、车舱加热器风扇速度、车舱温度、变速箱升温阀位置和变速箱油温度,能够估计该热损耗。因而,在第一旁通切断阀闭合时,可通过恒温器处的温度传感器估计第二冷却剂温度,而且可基于每个散热器风扇速度、车辆速度、周围环境空气温度和估计的第二冷却剂温度推断第一冷却剂温度。作为替换方式,可在发动机热水出口(或汽缸盖)直接测量 ECT (或 CHT)。也就是说,使用 ECT 推断以证明所有的冷却系统阀都处于它们被控制的位置。然后,该段持续时间过去后,控制器可开启旁通阀,而保持加热器阀开启,以便现在第一量冷却剂也在恒温器循环。

[0075] 在可替换示例中,旁通切断阀可开启,而加热器切断阀闭合。现在,恒温器观察散热器出口温度并且将其调节至给定温度设置。汽缸盖和汽缸体中的冷却剂温度变得取决于贯穿散热器的温度损耗。

[0076] 同样地,由于恒温器阀的开启受在恒温器循环的冷却剂温度的影响,所以通过改变停滞在第一环路和第二环路中的冷却剂的量,可改变在恒温器影响的温度。这继而影响流经散热器的冷却剂流,这是因为当恒温器阀闭合时,阻碍流经散热器的流动。

[0077] 在另一示例中,在发动机冷起动条件期间,控制器可闭合第一冷却剂环路中的第一旁通切断阀和第二冷却剂环路中的第二加热器切断阀中的每个阀,每个第一和第二冷却剂环路都位于发动机和恒温器之间,以便将更暖的冷却剂停滞在发动机处,而在恒温器循环更冷的冷却剂。此处,将更暖的冷却剂停滞在发动机处,而在恒温器循环的更冷冷却剂导致不能在散热器进行冷却剂流动。该调整执行一段时间,以将停滞在发动机处的冷却剂的第一冷却剂温度提高至高于阈值温度,而将在恒温器循环的冷却剂的第二冷却剂温度保持为低于阈值温度。持续时间可基于周围环境空气温度、发动机速度和车舱加热需求每种条件。然后,在该段时间过去后,控制器可开启第一阀,以便停滞在第一环路中的冷却剂现在在恒温器中循环。另外,响应车舱加热需求,控制器可开启第二阀,以便停滞在第二环路中的冷却剂现在在恒温器中循环。其中,通过使先前停滞在第二环路和 / 或第一环路(并且因

此现在被充分加热)中的冷却剂在恒温器中循环,可能在散热器进行冷却剂流动。

[0078] 通过该方式,通过选择性地将冷却剂温度调节恒温器(或热流恒温器阀)的温度传感元件暴露于经加热的冷却剂,能够影响和控制温度测量点(例如,通过 ECT 或 CHT 传感器)的实际结果冷却剂温度。换句话说,可使用现有冷却剂阀组控制冷却剂系统的调节冷却剂温度限制。由于在恒温器影响的温度基于下列条件变化,即是否通过旁通切断阀从第一旁通环路、或者通过加热器芯体或加热器切断阀从第二加热器环路接收冷却剂,或者通过改变在恒温器循环的冷却剂量,以及改变循环冷却剂的来源/起源(例如,来自旁通或加热器环路),可改变所得到的被调节的冷却剂温度。

[0079] 现在参考图 4-10,其中示出多种诊断方法,其用于验证各种冷却系统阀和格栅功能正常。本文的发明人已认识到对于至少一些冷却系统组件,运行关联于检测无意接收暖冷却剂的冷却系统组件(或区域)的热状态的诊断比检测预期接收暖冷却剂的冷却系统组件(或区域)的热状态更敏感。例如,热管理诊断程序可经构造,以确定不应在暖机期间被引导至散热器的暖冷却剂是否在发动机暖机期间渗入散热器。在该示例中,如果散热器观察到发动机冷却剂温度高于暖机阈值,然后可确定在那些条件下使冷却剂流经散热器的阀不能正常运行。

[0080] 作为另一示例,热管理诊断程序可确定不应在发动机暖机期间被引导至变速箱系统的冷却剂是否在发动机暖机期间渗入变速箱系统。在该示例中,如果在变速箱观察到发动机冷却剂温度高于暖机阈值,然后可确定在那些条件下使冷却剂流经变速箱的阀功能不正常。如本文所述,为了诊断各种阀,控制器可单独闭合和开启多个冷却系统阀的每个,以在冷却系统段中停滞一定量冷却剂,而将冷却系统恒温器暴露于剩余量冷却剂,并且然后基于在单独闭合和开启期间在恒温器感测的冷却剂温度变化,诊断多个阀的每个。同样地,一旦开始阀开启,旁通回路或加热器回路就具有类似的温度爬升不连续性。然而,加热器回路在其中具有比旁通回路更大量的冷却剂。因此,如果泵速度高,在达到 ECT 阈值之前,旁通切断阀开启并且温度爬升不连续性发生。在一个示例中,依次闭合可包括选择性地闭合第一阀第一持续时间,而剩余多个阀保持开启,并且在诊断第一阀后,选择性地闭合第二阀第二持续时间,而剩余多个阀保持开启。然后,在诊断第二阀后,选择性地闭合第三阀第三持续时间,而剩余多个阀保持开启。

[0081] 作为示例,基于冷却剂温度的变化诊断第一阀(例如,耦合在加热器芯体和恒温器之间的加热器切断阀)可包括基于第一持续时间的冷却剂温度变化相对于第一阀开启后的冷却剂中的变化诊断第一阀,并且如果冷却剂温度升高至高于第一阈值量第一持续时间并且在第一阀开启后不下降第一阈值量,就指示第一阀退化。作为另一示例,基于冷却剂温度的变化诊断第二阀(例如,耦合在发动机和旁通环路中的恒温器之间的旁通切断阀)可包括基于第二持续时间的冷却剂温度变化相对于第二阀开启后的冷却剂中的变化诊断第二阀,并且如果冷却剂温度在第二持续时间不变化超过第二阈值量并且在第二阀开启后不变化第二阈值量就指示第二阀退化。

[0082] 作为仍另一示例,基于冷却剂温度的变化诊断第三阀(例如,耦合在散热器和变速箱油冷却器之间的变速箱冷却或升温阀)可包括基于第三持续时间的冷却剂温度变化相对于第三持续时间的变速箱油温度变化诊断第三阀,并且如果第三持续时间的冷却剂温度变化小于第三阈值量,而第三持续时间的变速箱油温度变化比第三阈值量大就指示第二阀退

化。通过该方式,控制器使冷却器水逐步进入循环新回路,试图证明冷却系统阀从闭合到开启的转换。

[0083] 响应多个冷却系统阀的每个都无退化的指示,控制器可调整多个阀的每个,以将更热的冷却剂停滞在发动机处,而将冷却系统的恒温器暴露于更冷的冷却剂。

[0084] 在一些实施例中,控制器可经构造,以基于发动机工况选择冷却系统运行模式(在 310 和 / 或 316),其中每个运行模式都相应于冷却系统阀位置的特定组合。可将各种模式绘图并且存储在控制器的存储器中,并且通过查找表访问。可基于期望的汽缸盖温度(或调节的冷却剂温度)选择该模式。冷却剂温度传感器可感测汽缸盖温度并且提供给进一步反馈控制。

[0085] 例如,冷却系统可在第一模式(模式 A)运行,加热器和旁通切断阀的每个都闭合。在该模式下,恒温器的温度传感元件可感测停滞的冷却剂温度。结果调节温度可导致最终过热。然而,通过监控 ECT/CHT,通过当 ECT 比阈值高时开始开启冷却系统阀来降低过热。作为另一示例,冷却系统可在第二模式(模式 B)运行,加热器切断阀开启并且旁通切断阀闭合。在该模式下,恒温器的温度传感元件可感测发动机油冷却器出口温度。当将许多热传给车舱(通过 HVAC 系统)时,结果调节温度可能比恒温器设置高。例如,调节温度可能为 250° F。

[0086] 作为仍另一示例,冷却系统可在第三模式(模式 C)运行,加热器切断阀闭合并且旁通切断阀开启。在该模式下,恒温器的温度传感元件可感测汽缸盖冷却剂温度。结果调节温度可相应于恒温器设置(例如 200° F)。作为仍另一示例,冷却系统可在第四模式(模式 D)运行,加热器切断阀和旁通切断阀都开启。在该模式下,恒温器的温度传感元件可感测处于发动机油冷却器出口温度和汽缸盖冷却剂温度(也就是说,处于模式 B 和 C 中感测的温度之间)之间的温度。结果调节温度可能处于模式 B 和 C 的恒温器设置之间,也即是说 200° F-250° F。例如,恒温器设置可能为 215° F。

[0087] 在另一示例中,冷却系统可在第五模式(模式 E)运行,加热器切断阀开启,旁通切断阀占空比受控。在该模式中,恒温器的温度传感元件可感测处于发动机油冷却器出口温度和汽缸盖冷却剂温度(也就是说,处于模式 B 和 C 中感测的温度之间)之间的温度。结果调节温度可处于模式 B 和 C 的恒温器设置之间,也就是说,200° F-250° F。例如,恒温器设置可能为 215° F。

[0088] 在进一步示例中,冷却系统可在第六模式(模式 F)运行,加热器切断阀闭合,旁通切断阀占空比受控。在该模式中,恒温器的温度传感元件可感测处于停滞冷却剂温度和发动机油冷却器出口温度之间(也就是说,处于模式 A 和 B 中感测的温度之间)的温度。结果调节温度可处于模式 A 和 B 的恒温器设置之间。例如,恒温器设置可能为 235° F。

[0089] 现在参考图 4,其中示出用于诊断图 2 的冷却系统的加热器切断阀的第一诊断程序 400。具体地,在发动机冷起动后,加热器切断阀可依次开启和闭合一段时间,并且可使用依次开启和闭合期间的冷却剂温度变化,以诊断加热器切断阀的条件。

[0090] 在 402,其与在 302 相同,可估计和 / 或测量发动机工况。然后,在 404,本方法包括闭合一个或更多冷却剂系统阀,以停滞一定量冷却剂。特别地,在 404,加热器切断阀可闭合,以在冷却系统的加热器芯体区域附近隔离或停滞一定量不循环冷却剂。此外,可在诊断程序开始时估计第一冷却剂温度(ECT1)。例如,第一冷却剂温度值可能为关联冷却剂系统

的温度传感器测量的温度。单温度传感器可能为靠近水变热的地方,诸如汽缸盖(对于 CHT)或水出口(对于 ECT)中的传感器。

[0091] 在一些实施例中,加热器切断阀可在发动机停车时采取闭合默认位置。通过该方式,加热器切断阀可在发动机开启时已闭合。然而,在一些实施例中,加热器切断阀可在发动机启动时,或者发动机启动后不久被致动闭合。

[0092] 在 406,可验证是否已过去了选择持续时间 d1。同样地,该持续时间 d1 可相应于下列时间段,其中加热器切断阀保持闭合,以如上文所述允许冷却剂温度充分升高。一旦验证已过去特定持续时间 d1,在 408,就可开启加热器切断阀。另外,可在开启阀后估计第二冷却剂温度(ECT2)。例如,第二 ECT 值也可为关联冷却剂系统的温度传感器测量的温度。

[0093] 应明白,虽然所示示例示出在 406 验证已过去选择持续时间,但是在可替换实施例中,可验证冷却剂温度高于阈值温度,或者处于选择的发动机冷却剂温度或汽缸盖温度的阈值差内。同样地,在将加热器回路中的阀开启的第一时间,假设 ECT 在该时刻足够热,可在恒温器估计充分冷的冷却剂温度,并且该突然下降是用于验证加热器阀操作的特征。

[0094] 在 410,可确定是否已在 ECT 中发生下降。例如,如果第二冷却剂温度值(ECT2)小于第一冷却剂温度值(ECT1)阈值量,就可确定已发生 ECT 下降。然而,如果第二 ECT 值不小于第一 ECT 值阈值量,就可确定未发生 ECT 下降。

[0095] 如果已发生 ECT 下降,然后在 412,可确定无加热器切断阀退化,并且可通过输出冷却剂系统加热器切断阀的通过诊断指示相同情况。此处,通过诊断可指示加热器切断阀功能正常。此外,应明白,可将通过诊断存储在控制器的数据库中。

[0096] 如果未发生 ECT 下降,然后在 414,可确定加热器切断阀退化,并且可通过输出冷却剂系统加热器切断阀的故障诊断指示相同情况。此处,故障诊断可指示加热器切断阀功能不正常。此外,应明白,可将故障诊断存储在控制器的数据库中。另外,可点亮多功能指示灯,以警告车辆操作者故障诊断。在诊断加热器切断阀后,程序继续至 416,并且继续至图 6,以诊断下一冷却系统阀。

[0097] 同样地,在冷却剂系统上运行诊断的传统方法比较建模 ECT 率和测量 ECT 率。根据该方法,当建模 ECT 变暖至低于恒温器的调节温度下 20° 时,就将测量的 ECT (即,实际 ECT) 与建模 ECT 相比。如果实际 ECT 小于建模 ECT 阈值量,然后该诊断输出故障响应。该诊断提出恒温器泄漏和过早开启恒温器的问题,其可能指示错误故障诊断。此外, HVAC 系统引入未对建模 ECT 考虑的无数可变性。例如,由于未知的车舱加热功率输出,建模 ECT 可能从测量 ECT 变化很大。

[0098] 在图 4 所示的示例中,发明人已通过理解 ECT 的最大升高率、ECT 的最小升高率和诊断基于检测的 ECT 下降, HVAC 系统对 ECT 的影响在运行热管理诊断方面无关,因此提高了热诊断程序的精确性和可靠性。

[0099] 参考图 5,其示出可与图 4 的程序一起使用的示例热关系图 500,以确定加热器切断阀是否正常运行。特别地,图 500 示出当选择性开启和闭合加热器切断阀时,一段时间的冷却剂温度变化(ECT) (ECT 或 CHT 传感器感测的)。通过依次开启和闭合加热器切断阀选择持续时间,可基于冷却剂温度在选择持续时间的变化诊断该阀。特别地,通过寻找开启加热器切断阀或旁通切断阀的温度爬升非单调行为(也就是说,时间与温度线的斜率),就能够确定阀退化。

[0100] 如上所述,加热器切断阀隔离一定量的冷却剂,使其不通过发动机循环。因此,当闭合加热器切断阀时,就使流经加热器芯体的冷却剂停滞。继而,能够通过发动机产生的热,并且进一步通过与汽缸体和 / 或汽缸盖传导使更少量冷却剂变暖。也基于车舱加热需求传递该热量,这是因为响应来自操作者的加热需求从处于加热器芯体的冷却剂抽取热。结果,当不需要车舱加热时,冷却剂温度(ECT)可升高更快。

[0101] 图 5 的图 500 描述了最大速率曲线 502、最小速率曲线 504 和示例测量速率曲线 506。最大速率曲线 502 可代表 ECT 可以该速率在发动机起动时的温度升高的最大速率。基于燃料流率等计算该温度图。最大速率曲线和最小速率曲线之间的差距由关于不完全已知或受控的热流量的不确定性产生。例如,当车舱加热系统不加热乘客室(也就是说,车舱加热“关”)时,该速率可能明显。换句话说,当乘客不要求车舱加热时,冷却系统就能够保存热,用于发动机暖机,并且因而冷却剂温度更快速升高。此外,如上所述,加热器切断阀可在发动机暖机期间闭合,因而最大速率曲线 502 也可代表下列最大速率,即由于一部分冷却剂被停滞,所以 ECT 可从发动机起动时的速度提高的最大速率。如图所示,在一段时间后,曲线 502 接近调节温度(T_{reg})。例如,一旦 ECT 达到调节温度,就可利用变速箱升温阀、变速箱冷却阀和 / 或散热器,以控制 ECT 的温度。通过该方式,将 ECT 近似保持在调节温度。

[0102] 最小速率曲线 504 可代表 ECT 可以该速率在发动机起动时的温度升高的最小速率。例如,当车舱加热系统以最大速率加热乘客室(也就是说,车舱加热“开”)时,该速率可能明显。例如,可将与车舱加热系统的加热器芯体流体连通的鼓风机设置为最大速度,并且因而乘客室可接收否则将被保留,用于发动机暖机的热。因而,如图所示,曲线 504 以比曲线 502 低的速率达到调节温度。

[0103] 通过该方式,最大速率曲线 502 和最小速率曲线 504 分别代表最大限制和最小限制。因此,随着时间的发生,ECT 暖机的实际速率可在最大速率曲线和最小速率曲线之间某处发生。图 5 示出示例测量速率曲线 506。如果加热比可行的最慢限制更慢,然后可推断,一些阀正在将冷的冷却剂渗漏至热冷却剂区域中。

[0104] 如图所示,测量速率曲线 506 包括大致在区域 508 中指示的 ECT 下降。参考本文,ECT 下降描述了其中 ECT 的温度快速下降的情况。该 ECT 下降将符合致动冷却剂系统的阀。例如,在预定持续时间($d1$)后,加热器切断阀可开启,这是因为发动机起动,因此如上文所述,释放一定量相对更冷的冷却剂进入循环中。作为示例,预定时间段可能为发动机起动后的两分钟;然而,应明白,加热器切断阀可在另一时间开启。因而,可使用 ECT 下降检测作为加热器切断阀的诊断工具。

[0105] 应明白,虽然图 5 的示例示出时间延迟 $d1$ 后开启阀,但是在可替换实施例中,阀可在基于温度的延迟后开启,其中阀在温度处于或高于温度阈值 $T1$ 后开启。

[0106] 通过该方式,通过依次闭合和开启加热器切断阀并且在依次开启和闭合中观察 ECT 中的相应变化,可使用冷却剂温度的下降指示加热器切断阀功能正常。

[0107] 现在参考图 6,其中示出用于诊断图 2 的冷却系统的旁通切断阀的诊断程序 600。在示例中,旁通切断阀的诊断可在加热器切断阀的诊断后。在可替换实施例中,诊断各种冷却系统的顺序可能变化。

[0108] 如上所述,旁通切断阀将一定量冷却剂停滞在发动机处。因此,当旁通切断阀闭合时,流经发动机的冷却剂停滞在冷却系统的第一旁通环路中。继而,更少量冷却剂能够通过

在发动机处产生的热,并且进而通过与汽缸体和 / 或汽缸盖传导快速变暖。然后,当旁通阀开启时,经加热的冷却剂可在冷却系统中再次循环,并且可观察到冷却剂温度的突然升高(在下游恒温器)。

[0109] 同样地,当加热器切断阀闭合时,流经加热器芯体的冷却剂停滞在冷却系统的第一旁通环路中。继而,更少量冷却剂能够通过发动机处产生的热,并且进而通过与汽缸体和 / 或汽缸盖传导快速变暖。然后,当旁通阀开启时,经加热的冷却剂可在冷却系统中再次循环,并且可观察到冷却剂温度的突然升高(在下游恒温器)。

[0110] 发明人已认识到,如果加热器切断阀关闭,致动旁通切断阀就影响经调解的发动机冷却剂温度。然而,如果旁通切断阀卡住,致动旁通切断阀就不改变调解冷却剂温度。因而,通过依次开启和关闭多个冷却系统阀的每个选择的时间段,并且以特定顺序开启和闭合,就可基于选择时间段的冷却剂温度的变化诊断每个阀。

[0111] 在 602,程序包括关闭加热器切断阀。其中,关闭加热器切断阀包括关闭相关螺线管阀,因此开启加热器切断阀。可在诊断程序开始时测量第一冷却剂温度(ECT1)。然后,在 604,可致动旁通切断阀选择时间段。其中,致动旁通切断阀包括开启相关的螺线管阀,以闭合旁通切断阀。可在致动旁通切断阀时测量第二冷却剂温度(ECT2)。

[0112] 在 606,可确定是否已发生冷却剂温度变化。特别地,可确定是否发生冷却剂温度下降。如上所述,通过加热器切断阀闭合,可预期致动旁通切断阀,以导致在恒温器处感测冷的冷却剂。因而,如果观察到冷却剂温度下降(例如,如果 ECT2 和 ECT1 之间的差异大于阈值量),然后在 608,就可确定未发生旁通切断阀退化,并且可指示“通过诊断”输出。

[0113] 作为比较,如果旁通切断阀退化,例如,常开,然后通过加热器切断阀闭合,致动旁通切断阀可不改变调解冷却剂温度。因而,如果未观察到冷却剂温度(例如,如果 ECT2 和 ECT1 之间的差异小于阈值量)中的变化(例如,下降),然后在 610,就可确定已发生了旁通切断阀退化,并且可指示“故障诊断”输出。另外,可点亮多功能指示灯,以警告车辆操作者故障诊断。在诊断旁通阀后,程序继续至 612 和图 7,以诊断下一冷却系统阀。

[0114] 现在参考图 7,其中示出用于诊断图 2 的变速箱冷却阀和变速箱升温阀的诊断程序 700。其中,通过调整各种冷却系统阀的位置加热变速箱,从而使冷却剂流经冷却系统的第一环路(其中第一环路包括第一旁通切断阀),而将冷却剂停滞在冷却系统的第二环路中(其中第二环路包括第二加热器切断阀、加热器芯体、变速箱升温阀、变速箱冷却阀和变速箱油冷却器)。在变速箱油温度已升高阈值量后(也就是说,已将阈值热量传递给变速箱后),可基于预期变速箱油温度相对于估计变速箱油温度指示冷却系统阀的退化。具体地,诊断程序可指示变速箱冷却阀和变速箱升温阀至少其中之一是否退化。

[0115] 在 702,该程序包括开启冷却系统的变速箱冷却阀(ATCV)而闭合变速箱升温阀(ATWV)。同样地,该阀位置使得不能进行变速箱加热。另外,可调节第一旁通切断阀和第二加热器切断阀的位置,以将一定量的冷却剂停滞在第二环路中。例如,该程序可包括闭合加热器切断阀和开启旁通切断阀。作为将冷却剂停滞在第二环路中的结果,变速箱可开始加热。具体地,传递至变速箱的热量可基于下列每种条件,即冷却剂温度、变速箱油温度、发动机速度和车舱加热需求。所有这些参数都可影响在第二环路中穿过加热器芯体的热损耗量,因此影响保留在冷却剂中并且可用于加热变速箱的热量。

[0116] 在示例中,可在发动机冷起动条件期间执行变速箱加热以及继而诊断程序。作为

替换方式,可在当车舱加热需求低于阈值(诸如当不需要车舱加热时)的条件期间执行诊断程序。这确保了穿过加热器芯体损耗较少的热,并且更多的热可用于充分加热变速箱,并且如下文所述,使得能够满足选择诊断条件。

[0117] 在调节阀的位置后,在 703,本方法还包括测量变速箱处的发动机冷却剂温度(ECT)和变速箱油温度(TOT)的每一个。另外,也可确定在散热器出口的冷却剂温度(ROT)。同样地,在冷却剂停滞期间,当加热器切断阀闭合时,ECT 可作为发动机速度、负荷等等的函数升高,而 ROT 保持相对恒定。当加热器切断阀开启以允许流动时,相对少量冷却剂将能够流经散热器(如果变速箱冷却阀处于恒温器流动位置),并且其将被散热器冷却,以便 ECT 和 ROT 温度应彼此追随,而 ROT 具有比 ECT 较低的少量偏移。

[0118] 然后,为了诊断变速箱升温阀,可执行 704-722。同样地,为了诊断变速箱冷却阀,可执行步骤 714-722。在示例中,可同时执行变速箱温度控制阀的程序。作为替换方式,可依次执行该程序。

[0119] 继续变速箱升温阀的程序,在 704,可确定估计 ECT 和 TOT 之间的差异是否高于阈值(阈值 1)。如果不高于阈值,程序可终止。作为替换方式,可输出“无要求”指示,并且将其保存在控制器中。继而,可仅当变速箱油已升高阈值量后,也就是说,当 ECT 和 TOT 之间的差异高于阈值时,诊断程序继续。

[0120] 同样地,ECT 和 TOT 之间的差异反映发动机冷却剂到变速箱的流体热流动。具体地,一旦验证已有足够热量流入变速箱并且已充分加热变速箱,就开始诊断程序。其中,当计算发动机冷却剂到变速箱的流体热流动时,假设发动机冷却剂(也就是说,变速箱加热剂)以 ECT 进入变速箱,并且以 TOT 流出变速箱。可作为发动机驱动泵速度的函数提前测量冷却剂流率,该泵速度继而为发动机速度的函数。然后能够如下计算热流率:

[0121] 变速箱加热功率 = (ECT-TOT) * 冷却剂比热 * 冷却剂流率,

[0122] 其中冷却剂流率与发动机速度成比例。

[0123] 然后将使用该公式计算的热输入输入至热模型中,该热模型包括两个热子模型,其中一个热子模型假设冷却系统阀处于使得不能进行变速箱加热(也就是说,变速箱冷却阀对变速箱油冷却器闭合,并且加热器切断阀闭合或者变速箱升温阀闭合)的位置,而另一子模型使用阀的实际位置(也就是说,加热器切断阀和变速箱升温阀都开启,并且变速箱冷却阀对变速箱油冷却器闭合)。如果差异超过阈值(阈值 1),就执行诊断程序。

[0124] 应明白,虽然上述热模型基于冷却剂流率确定流入变速箱的热流率,但是另外的其他热模型可包括来自各种其他组件的另外热通量。例如,其他模型可纳入如下因素:从扭矩变换器滑转至变速箱的热传递、泵功率(其与发动机速度乘以变速箱压力成比例)、齿轮损耗(其为扭矩和速度的函数)以及从其他附近组件(诸如,排气系统,催化剂等等)的热传递。

[0125] 阈值(阈值 1)可反映使变速箱充分变暖,以及足够的温度差异(ECT 和 TOT 之间),以使得能够执行冷却系统阀的可靠暖机诊断测试。本文的发明人已认识到,在某些条件期间,相同测试可提供更可靠的结果,诸如当使变速箱充分变暖时,并且在其他条件期间提供较不可靠结果,诸如当未使变速箱充分变暖时。例如,在高车舱加热需求的条件期间,通过加热器芯体提取大多数冷却剂热,以满足车舱加热需求。在该条件期间,ECT 和 TOT 之间的温差可能不够大。继而,基于 TOT 变化的冷却系统阀诊断可能不可靠并且是易出错的。本

文中,通过仅在当测试的功能可能提供可靠结果(也就是说,可靠和精确的可测量温差)的条件期间估计阀的功能性,能够更好地实现诊断程序的精确性和可靠性。

[0126] 返回程序,在验证ECT和TOT之间的差异足够大后,在706,可确定估计或实际变速箱油温度(TOT)是否高于第二阈值(阈值2)。第二阈值相应于预期变速箱油温度,其基于发动机工况,诸如发动机速度、负荷和扭矩需求,并且进一步基于车舱加热需求和周围环境空气温度条件确定。作为示例,阈值可基于变速箱加热阀的位置(指示变速箱加热需求)、车舱加热器风扇速度(指示车舱加热需求)等等。如果估计的TOT比预期值或阈值低(或相等),然后在708,可提供变速箱升温阀(ATWV)未退化的指示。例如,可输出诊断通过指示。作为比较,如果估计TOT比预期值或者阈值高,然后在710,可提供变速箱升温阀(ATWV)退化的指示。例如,可点亮多功能指示灯,以警告车辆操作者故障诊断。

[0127] 通过该方式,可基于估计变速箱温度和预期变速箱温度之间的差异高于阈值量指示冷却系统退化。在诊断变速箱升温阀后,程序继续至722和图8,以诊断下一冷却系统组件。作为替换方式,程序可返回至714,以诊断变速箱冷却阀,并且在诊断变速箱变暖和冷却阀后,程序可继续,以诊断下一冷却系统组件(在图8)。

[0128] 返回至程序,为了诊断变速箱冷却阀,在702开启变速箱冷却阀和闭合变速箱升温阀,并且在703测量各种温度后,程序可继续至714,以验证散热器出口温度(ROT)和TOT之间的差异高于第三阈值(阈值3)。同样地,在旁通切断阀开启并且加热器切断阀闭合的条件期间,在恒温器处估计的发动机冷却剂温度可相应于散热器出口温度。阈值(阈值3)可反映充分使变速箱变暖和足够的温度差异(ROT和TOT之间),以能够执行冷却系统的可靠暖机诊断测试。例如,阈值可相应于下列温差,其基于发动机工况,诸如发动机速度、负荷和扭矩需求,并且进一步基于车舱加热需求和周围环境空气温度条件。

[0129] 一旦验证差异足够高,在716,可确定估计或实际变速箱油温度(TOT)是否高于第四阈值(阈值4)。第四阈值相应于预期变速箱油温度,其基于发动机工况和加热需求确定。例如,阈值可基于变速箱冷却阀的位置(指示变速箱冷却需求)、车舱加热器风扇速度(指示车舱加热需求)等等。如果估计的TOT比预期值或阈值低(或相等),然后在718,可提供变速箱冷却阀(ATCV)未退化的指示。例如,可输出诊断通过指示。作为比较,如果估计TOT比预期值或者阈值高,然后在720,可提供变速箱冷却阀(ATCV)退化的指示。例如,可输出诊断故障指示。另外,可点亮多功能指示灯,以警告车辆操作者故障诊断。诊断变速箱冷却阀后,程序继续至722和图8,以诊断下一冷却系统组件。

[0130] 其中,与诊断ATWV相同,通过仅在当测试的功能可能提供可靠结果(也就是说,可靠和精确的可测量温差)的条件期间估计阀的功能性,提高诊断程序的精确性和可靠性。

[0131] 在一些实施例中,在发动机冷起动条件期间,响应冷却系统无退化的指示,控制器可进一步调整第一旁通切断阀和第二加热器切断阀每个的位置。这可使冷却剂能够停滞在第一环路中并且进一步升高发动机的温度。特别地,第一环路中的第一冷却剂温度可能升高,而在第二环路中保持第二、较低温度。变速箱阀诊断也将需要加热器切断阀开启或者工作循环,以向发动机和变速箱油冷却器提供冷却剂流。将在这些测试期间闭合冷却剂旁通阀,以防止任何热混淆。

[0132] 现在参考图8,其中示出用于诊断耦合至车辆的前端并且进一步耦合至车辆的冷却系统的格栅系统的诊断程序800。为了确保最佳燃料经济性和最佳车舱采暖,必须降低不

必要的热损耗。同样地,如果格栅开启,将有明显的热损耗。

[0133] 由于难以检测格栅常开,所以程序代之以试图检测格栅常闭。在高车辆速度下,可能期望保持格栅闭合,以提供空气动力学收益并且保持散热器风扇关闭,以提供电收益。作为比较,在低车辆速度下,格栅开启,以降低所需的风扇能量。当否则将不需要它们时,常闭的格栅最终将散热器风扇驱动为高速模式。下文的本方法描述了一种方法,其预测所需风扇速度并且将其与实际风扇速度比较。作为替换方式,能够通过临时干涉性地闭合格栅并且注意继而 ECT 升高或者风扇速度来提高确定格栅退化。

[0134] 在 802,可估计和 / 或测量车辆速度。另外,可测量和 / 或估计实际散热器风扇速度。在 804,可基于估计的车辆速度确定预期散热器风扇速度或阈值速度。在 806,可确定实际风扇速度是否大于预期风扇速度(或者阈值风扇速度)。如果否,然后在 808,可指示无格栅系统退化,并且可输出“通过诊断”。作为比较,在 810,基于散热器风扇速度大于预期风扇速度或阈值速度,可指示格栅系统退化,并且可输出“故障诊断”。在诊断格栅系统后,程序继续至 812 和图 10,以诊断下一冷却系统组件。

[0135] 在图 9 示出可用于并且参考图 8 的诊断程序的示例图。本文的图 900 示出沿 y 轴的预期散热器风扇速度相对于沿 x 轴的车辆速度变化。在所示示例中,可由所需的风扇能量代表散热器风扇速度,以保持该风扇速度(例如,功率、电流、电压等等)。线 902 显示格栅系统的格栅闭合时,在给定车辆速度下保持散热器风扇速度所需的风扇能量图。线 904 显示格栅系统的格栅开启时,在给定车辆速度下保持散热器风扇速度所需的风扇能量图。

[0136] 比较线 902 和 904 能够看出,格栅闭合时比格栅开启时所需的散热器风扇能量更大。因而,通过特征化两种情况下的风扇能量,可确定在线 906 示出的阈值风扇速度,以识别格栅的实际位置。通过进行上述步骤,在高车辆速度和在爬行速度下,能够确定更可靠的阈值,以便诊断程序能够排除提高车辆的空气阻力的拖车(trailer)或车顶架产生的错误结论。

[0137] 在一些实施例中,也可结合大气压力输入和 / 或来自 GPS 的地理位置输入,以调整阈值。具体地,长山坡也能够使得出现闭合的格栅系统。因而,通过包括大气压力和 / 或 GPS 输入,也能够更好地排除关于从爬上长山坡提取的格栅系统状态的错误结论。

[0138] 通过该方式,控制器可基于散热器风扇的速度大于阈值速度指示格栅系统的退化,其中阈值速度基于车辆速度。控制器可响应格栅系统退化的指示,进一步设置诊断代码,以指示退化并且在车辆的存储器中记录该退化(格栅常闭),用于日后检索。所引起对消费者的不利之处是更高风扇噪音和更高用电量。在开启格栅的情况下,由于更高空气阻力,所以对消费者的不利之处包括燃料经济性损失,并且可将其记录在存储器中,用于日后检索。

[0139] 现在参考图 10,其中示出用于诊断冷却系统恒温器的诊断程序 1000。诊断程序 1000 包括多个子程序,其可单独或结合使用,以识别恒温器退化。在每个子程序中都可调节一个或更多冷却系统阀的状态,以将第一量冷却剂停滞在冷却系统的第一环路中,而将第二量冷却剂暴露于冷却系统的第二环路。也就是说,可在冷却系统的不同区域中产生热差异。然后,可基于实际温度(或者实际冷却剂升温图)和阈值(或者预期冷却剂升温图)之间的差异指示恒温器退化,其中阈值(或预期图)基于阀的状态。在每个子程序中,HVAC 系统产生的热损耗可经不同地计算并且用于调整阈值或预期图。同样地,恒温器可包括恒温器

阀,其耦合至温度传感元件。其中,对于将诊断的恒温器退化,一个或更多恒温器组件可退化。

[0140] 传统的恒温器诊断程序可比较冷却剂升温图和最小或最慢暖机图。最慢暖机图包括当车辆处于最多热损耗至周围环境条件时产生的暖机图。这包括操作者命令的冷周围环境温度和最大车舱加热命令的条件。如果实际暖机图超过最低暖机图,就输出恒温器诊断通过。针对诊断监控器将执行的最冷条件选择恒温器。同样地,这是能够可靠地检测恒温器功能性故障的条件。

[0141] 然而,本文的发明人已认识到,虽然该诊断在冷周围环境条件下可靠,但是它们在暖周围环境条件下不非常敏感。因而,可能需要更可靠和精确的暖机诊断程序。一种使暖机诊断更可靠的确定方法包括测量到“错误位置”的热流量,其中在选择条件期间,热不应流动,而非热流动至其中在那些条件下热应流动的“正确位置”。例如,在恒温器按计划开启前(也就是说,在被加热的冷却剂应该达到散热器前),如果散热器温度升高,就能够确定恒温器中的退化。也就是说,通过在预期不获得热的区域中出现无意获取,而非通过从已经热的区域出现无意热损耗,可更精确识别退化。通过监控靠近恒温器(例如,通过邻近温度传感器)附近的温度变化,能够更好的检测渗漏的热冷却剂。

[0142] 下文描述的诊断子程序进一步补偿能够导致冷却剂升温图中大变化的热损耗变化。同样地,冷却剂升温图中的一种最大变化可有助于消耗热能或者贯穿车舱 HVAC 系统的热损耗。因而,图 10 的子程序使得能够通过更精确的 HVAC 热损耗估计扩展发动机冷却剂升温模型(或预期图)。

[0143] 本文的发明人也已认识到,在具有多个阀,因此可在冷却系统的不同区域中产生可变冷却剂温度的冷却系统中,可能需要基于阀的状态进一步调整预期图,这是因为阀的状态影响在恒温器循环的冷却剂的温度,并且因此影响调节的冷却剂温度。因而,图 10 的子程序比较估计的冷却剂温度或暖机图与阈值,或者基于阀的状态调节的预期暖机图。

[0144] 换句话说,图 10 的程序检测冷却系统的热区域和冷区域之间阻碍暖机的内部渗漏。在具有单阀(也就是恒温器)的系统中,经诊断的退化是过早开启恒温器。在具有多个阀的系统中,无进一步阀定位或传感器数据,你可能不能查明“开启”阀。因而,下列程序检测当期期望其完全关闭时其开启或部分开启的阀。另外,图 10 的方法推断车舱加热,也就是通过加热器芯体 90 提供的 HVAC 负荷,因此提供更精确的实际加热器芯体热损耗估计,而非更有限的“最坏情况”加热器损耗估计(传统诊断测试提供的)。由于散热器阀(图 2 的 240)在图 10 的程序期间闭合,所以不估计散热器热损耗。同样地,在散热器阀 240 开启前,运行诊断程序。

[0145] 同样地,所有的程序都以 1002 的公共步骤开始,其包括估计和/或测量发动机工况。另外,可确定各种冷却系统阀的状态。在示例中,在开始诊断子程序之前,可调节各种冷却系统阀(例如,旁通切断阀、加热器切断阀、变速箱冷却阀和变速箱升温阀)的状态,以将第一量冷却剂停滞在第一(旁通)环路中,而在恒温器的第二(加热器)环路中循环第二(剩余)量冷却剂。这可包括,例如闭合每个加热器切断阀、旁通切断阀和变速箱冷却阀,而开启变速箱升温阀。作为另一示例,优先顺序可包括:调整阀以首先将冷却剂发送至加热器芯体(如果存在需求);然后调节阀,以将冷却剂停滞在发动机内,由于高泵速,停滞的冷却剂仅作为压力释放动作旁通;然后调节阀,以加热变速箱;并且最后调节阀,以一旦 ECT/CHT 充分

高,就使冷却剂流动至散热器。

[0146] 在 1004-1044 示出第一子程序。其中,在 1004 估计周围温度(T_{amb})。然后,在 1006,基于发动机工况和确定的周围环境温度估计来自车辆 HVAC 系统(也就是说,车舱加热、通风和空调系统)的热损耗。特别地,基于从发动机到车舱的最大热传递(对于给定周围环境温度)的周围环境温度确定通过 HVAC 系统的热损耗。同样地,开启车舱加热并且窗户摇下时,取决于周围温度(随着周围温度下降升高的量),HVAC 系统拒绝使热量不同。因此,通过冷却剂温度和周围温度之间的差异驱动 HVAC 热损耗。然后,在 1008,基于估计的 HVAC 热损耗和估计的发动机工况(包括周围环境温度)确定预期的冷却剂升温图。通过基于本身基于周围环境温度条件的 HVAC 热损耗调整预期冷却剂升温图,在所有周围环境空气温度下都提高诊断程序的灵敏度。

[0147] 从该步骤开始,程序继续至 1040,其中将实际图(或恒温器处的实际冷却剂温度)与预期图(或预期阈值)比较。如果实际图和预期图匹配,例如,如果它们之间的差异小于阈值量,然后在 1042,指示恒温器无退化。例如,可输出诊断通过。然而,如果实际图和预期图不匹配,例如,如果它们之间的绝对差异大于阈值量,然后在 1044,指示恒温器的退化。例如,可输出诊断故障。另外,可点亮多功能指示灯,以向车辆操作者指出诊断故障。

[0148] 在示例中,指示恒温器退化可包括,当实际 / 估计冷却剂温度图低于预期冷却剂温度图大于阈值量时,就指示恒温器阀常开。

[0149] 在 1014-1044 示出第二子程序。其中,在 1014,确定是否已要求车舱加热。例如,可使用加热器芯体冷却剂阀和 / 或加热器芯体冷却剂泵的状态,以更精确地确定车辆的乘坐人是否已命令车舱加热。如果是,然后在 1016,就基于车辆工况(例如,1004 的第一子程序期间估计的)并且进一步基于车舱加热需求估计 HVAC 热损耗。然后在 1018,基于在 1016 估计的 HVAC 热损耗并且进一步基于发动机工况(包括 T_{amb})确定预期冷却剂升温图。同样地,如果乘坐人未命令车舱加热,实际冷却剂升温图就可能更快,并且也可将预期暖机图调整地更快。从该步骤开始,程序继续至 1040,其中比较实际和预期冷却剂升温图,并且如上所述,基于两幅图之间的差别确定和指示恒温器的退化。

[0150] 返回 1014,如果未要求车舱加热,第二子程序就可连接至本文在 1024-1044 所示的第三子程序。同样地,第三子程序也可独立进入。其中,在 1024,可估计乘客舱温度(T_{cabin})。然后,在 1026,基于车辆工况(例如,1004 的第一子程序期间估计的)并且进一步基于车舱温度估计 HVAC 热损耗。特别地,子程序包括冷却剂温度和车舱空气温度之间的差异驱动 HVAC 热损耗。然后,在 1028,基于在 1026 估计的 HVAC 热损耗并且进一步基于发动机工况(包括 T_{amb})确定预期冷却剂升温图。从该步骤开始,程序继续至 1040,其中比较实际和预期冷却剂升温图,并且如上所述,基于两幅图之间的差别确定和指示恒温器的退化。

[0151] 在 1034-1044 示出第四子程序。同样地,第四子程序可被添加至第三子程序,使用除了车舱温度(第三子程序的)之外的关于 HVAC 风扇速度的信息确定 HVAC 热损耗。作为替换方式,可单独进入第四子程序。具体地,在 1034,除了车舱温度之外(在 1024 估计的),还可确定 HVAC 风扇速度(也就是说,车舱加热风扇速度)。然后,在 1036,基于车辆工况(例如,在 1004 的第一子程序期间估计的)、车舱温度(例如,在 1024 的第三子程序期间估计的)并且进一步基于车舱加热风扇速度估计 HVAC 热损耗。然后,在 1038,基于在 1036 估计的 HVAC 热损耗并且进一步基于发动机工况(包括 T_{amb})确定预期冷却剂升温图。从该步骤开始,

程序继续至 1040,其中比较实际和预期冷却剂升温图,并且如上所述,基于两幅图之间的差别确定和指示恒温器的退化。

[0152] 通过该方式,可将在恒温器感测的估计冷却剂温度图和一段时间的预期冷却剂温度图比较,并且基于两幅图之间的差异比阈值量大确定恒温器退化。其中,可基于多个冷却系统阀的状态和车舱热损耗估计中的每一个确定更可靠的预期图。具体地,可基于车舱操作者加热需求、周围环境空气温度、车舱空气温度、车舱加热器风扇速度、车辆速度和冷却泵速度种的一种或更多种(或每种)来将精确车舱热损耗估计纳入其中。

[0153] 应明白,在仍进一步实施例,可通过使用补偿除了 HVAC 热损耗外的其他显著热损耗的热模型调整预期冷却剂升温图。这些热损耗可包括,例如发动机室热损耗(例如,周围环境温度影响的损耗、发动机温度、车辆速度和格栅状态/位置)以及变速箱热损耗(例如,在冷却剂管和变速箱油冷却器接口影响的热损耗)。例如,可基于发动机速度、周围环境空气温度、车辆速度、点火火花正时、散热器风扇速度和格栅系统的开启程度中的每种估计发动机热损耗。同样地,可基于多个冷却系统阀(包括变速箱变暖和冷却阀)的状态和变速箱油温度估计变速箱热损耗。

[0154] 应明白,虽然所示子程序示出比较实际/估计冷却剂升温图和预期冷却剂升温图,但是在另外的其他实施例,恒温器退化可基于一段时间的估计冷却剂温度的变化率相对于预期变化率,其中预期变化率基于发动机工况和多个冷却系统阀的状态。

[0155] 仍进一步,在一些实施例,恒温器退化可基于冷却剂温度和阈值之间的差异,其中基于阀的状态并且进一步基于发动机速度、车辆速度、周围环境温度、点火火花正时和车舱热损耗估计调整阈值。其中,控制器可响应冷却剂温度高于阈值指示恒温器阀常开,而响应冷却剂温度低于阈值指示冷却剂阀常闭。

[0156] 应明白,虽然图 10 的子程序示出诊断常闭的恒温器阀,但是在可替换实施例中,可运行诊断程序,以识别常开的恒温器阀。同样地,可在冷区域(例如,散热器)中的冷却剂比应该的温度的更热时出现恒温器阀常开。为了检测该情况,可使用散热器出口温度传感器(未示出)位置。

[0157] 在一些实施例中,响应恒温器退化的指示,可进一步调整一个或更多冷却系统阀的状态。例如,可进一步调整阀,以提高在第二环路和在恒温器循环的冷却剂量,而减少在第一环路中停滞的冷却剂量。这可包括开启加热器切断阀、旁通切断阀和变速箱冷却阀的每个,而闭合变速箱加热阀。在其中恒温器阀常闭的状况期间,通过迫使更多冷却剂流经第二环路中的恒温器,可开启恒温器阀。其中,恒温器由于蜡塞的退化而常闭,另外的热冷却剂流可帮助融化蜡塞,允许恒温器开启。

[0158] 现在参考图 11,其中示出用于基于发动机工况调整加热器切断阀的开启/闭合状态的示例程序。通过调整加热器切断阀的位置,可将一定量的更热冷却剂停滞在加热器芯体,而剩余量的更冷冷却剂可在恒温器循环。通过将恒温器暴露于较低温度的冷却剂,可降低流经散热器的冷却剂流,因此降低循环的冷却剂的调节温度。然后,当加热器切断阀开启时,热停滞冷却剂可在恒温器循环。通过将恒温器暴露于较暖温度冷却剂,可增加流经散热器的冷却剂流,因此改变循环的冷却剂的调节温度。特别地,该方法允许在机械恒温器的滞后带内更紧密地控制调节温度。恒温器的蜡塞仍将融化并且在设计温度下凝固,但是阀操纵提供在该滞后带的任一端控制循环的冷却剂温度的一些余地。

[0159] 具体地,图 11 的程序示出在该条件下能够进行冷却剂停滞的发动机工况。由于冷却剂旁通阀通常开启(无冷却剂流),所以是加热器切断阀致动提供冷却剂停滞。相比没有停滞,停滞冷却剂意图通过以比更快的速度加热发动机金属的温度提供燃料经济性改进。所以,如果消费者不要求车舱加热(EATC 气候控制器),就不允许冷却剂停滞。如果车辆配备有手动气候控制器(climate head),如果发动机冷却剂温度低于周围环境(对于车舱无热增加)或者低于暖周围环境阈值,此时期望车舱加热需求,就不允许冷却剂停滞。同样地,不在高发动机速度下允许冷却剂停滞,以防止冷却系统中的潜在损伤性高压。EOT 状况指示,如果发动机油已变热时,我们不想要冷却剂停滞。如果冷却机油是冷的,我们就能够限制传递至发动机油的发动机热传递,并且将热保持在发动机中,以提高发动机金属温度提高速度。除了停滞冷却剂产生的燃料经济性提高,也能够通过操纵系统中的不同阀,将发动机冷却剂温度控制为与机械恒温器预期不同的温度。通过该方式,可将发动机冷却剂温度操作为不同于单机械恒温器指定的温度。

[0160] 在 1102,可估计和 / 或测量发动机工况。这些可包括,例如发动机速度、变速箱油温度(TOT)、扭矩、车舱加热 / 冷却需求、ECT、排气温度、周围环境条件等等。基于单独或组合的估计工况,可调整加热器切断阀的状态。

[0161] 作为第一示例,在 1104,可确定发动机油温度(EOT)高于阈值(Thr1)。例如,可确定 EOT 是否高于 61°C 。如果是,在 1140,就可开启加热器切断阀,并且冷却剂可一旦穿过加热器芯体就循环至发动机。经加热的冷却剂冲击恒温器可开启恒温器阀,使得冷却剂流经散热器,并且冷却剂能够进行温度调节。如果 EOT 不高于阈值,在 1144,就可闭合加热器切断阀,并且冷却剂可在加热器芯体的上游停滞在加热器环路中。作为另一示例,在 1106,可确定内部发动机扭矩是否高于阈值(Thr1),诸如是否高于 125Nm 。可从发动机状况,诸如发动机速度、空气流、燃料等等推断内部发动机扭矩。如果是,在 1140,就可开启加热器切断阀。否在,在 1144,可验证发动机速度(Ne)是否高于阈值速度(Thr3),诸如是否高于 3500rpm 。如果内部发动机扭矩不高于阈值扭矩,但是发动机速度高于阈值速度,程序就继续至 1140,以开启加热器切断阀。否则,如果发动机速度不高于阈值速度,在 1110,就可确定排气温度(Texh)是否高于阈值(Thr4),诸如是否高于 650°C 。如果是,就开启加热器切断阀。否则,在 1144,加热器切断阀就可保持闭合。

[0162] 作为进一步示例,在 1120,可确定自动气候控制单元(例如,车辆的 HVAC 系统的空调)是否开启。在示例中,气候控制单元可响应车舱冷却需求开启。如果是,在 1122,就可确定发动机速度是否高于阈值(Thr5),诸如是否高于 2500rpm 。如果是,就可在 1150 开启加热器切断阀。否则,就可在 1144 闭合加热器切断阀。

[0163] 作为替换方式,在验证气候控制开启后,在 1124,可确定在汽缸盖感测的发动机冷却剂温度(ECT)是否高于阈值(Thr6)。如果是,就可开启加热器切断阀,否则闭合该阀。同样地,可基于周围环境温度条件确定高于该温度就开启加热器切断阀的阈值冷却剂温度。这是因为穿过散热器的热损耗可能受周围环境温度影响。因而,随着周围环境温度提高,加热器阀可在该温度开启的冷却剂温度可提高。在示例中,控制器可参考热关系图,诸如图 12 的图,以确定高于该温度开启加热器切断阀的阈值(Thr6)的冷却剂温度。

[0164] 作为替换方式,在 1126,可确定空调是否开启。其中,可使用空调状态作为推断是否出现加热需求的替代。如果是,就可在 1140 开启加热器切断阀,否则可闭合该阀。

[0165] 返回 1120, 如果气候控制单元未开启, 在 1132, 就可确定发动机速度是否高于阈值(Thr5), 诸如是否高于 2500rpm。如果是, 就可在 1140 开启加热器切断阀。否则, 可在 1144 闭合加热器切断阀。

[0166] 作为替换方式, 在验证气候控制开启后, 在 1134, 可确定在汽缸盖感测的发动机冷却剂温度(ECT) 是否高于阈值(Thr6)。如果是, 就可开启加热器切断阀, 否则可闭合该阀。如上所述, 高于该温度就开启加热器切断阀的阈值冷却剂温度可基于周围环境温度条件, 例如基于图 12 的热关系图。

[0167] 作为另一示例, 在 1136, 可确定空调是否开启。其中, 可使用空调状态作为推断是否出现加热需求的替代。如果是, 就可在 1140 开启加热器切断阀, 否则可闭合该阀。

[0168] 在 1140 开启加热器切断阀后, 阀可保持开启, 直到在 1142 满足选择条件。这些条件包括, 例如验证内部发动机扭矩小于阈值(例如, 小于 125Nm)、排气温度低于阈值(例如, 低于 650° C)、发动机油温度低于阈值(例如, 低于 56° C)、发动机速度低于阈值(例如, 低于 2200rpm)、冷却剂温度低于阈值(例如, 低于基于当前周围环境温度的阈值), 并且未从操作者接收车舱加热的需求。同样地, 可能需要验证所有上述条件用于要满足的选择条件。当满足选择的条件时, 程序可继续至 1144, 以闭合加热器切断阀。

[0169] 其中, 通过基于一种或更多发动机工况调整加热器切断阀的位置, 可有利地使用加热器芯体的冷却剂温度, 以提供车舱加热 / 冷却, 用于加快发动机暖机和 / 或变速箱暖机, 并且没有通过散热器进行不必要热耗散。

[0170] 通过该方式, 通过调整一个或更多冷却系统阀的位置, 可在冷却系统的不同区域中产生温差。特别地, 通过将至少一定量冷却剂停滞在汽缸体, 并且使剩余冷却剂在恒温器循环, 可改变在恒温器循环的冷却剂温度, 因此影响结果调节冷却剂温度。通过上述方式, 可通过使用现有冷却系统阀组实现可变和可控发动机冷却剂温度。通过使用相同温差识别冷却系统阀退化, 可提高冷却系统诊断的精确性和可靠性。通过使能可变控制发动机冷却剂温度, 可改进冷却剂温度调节。另外, 可实现燃料经济性和发动机性能优点。

[0171] 应明白, 本文公开的构造和程序本质上为例示性的, 并且不应将这些特定实施例视为限制意义, 因为可能有许多变化。例如, 上述技术能够应用于 V-6、I-4、I-6、V-12、对置 -4 和其他发动机类型。本公开的主旨包括本文公开的各种系统和构造和其他特征、功能和 / 或特性的所有新颖且非显而易见的组合和子组合。

[0172] 所附权利要求特别指出认为是新颖且非显而易见的特定实施例和子组合。这些权利要求可能提到“一”元件或“第一”元件或其等效物。不应将该权利要求理解为包括一个或更多该元件的结合, 也不需要或排除两个或更多该元件。可通过对本权利要求的修改或通过在本申请或相关申请中提出新权利要求要求保护所公开的特征、功能、元件和 / 或特性的其他组合和子组合。该权利要求, 无论与原权利要求的范围相比更快、更窄、相同或不同, 都应被视为包含在本公开的主旨内。

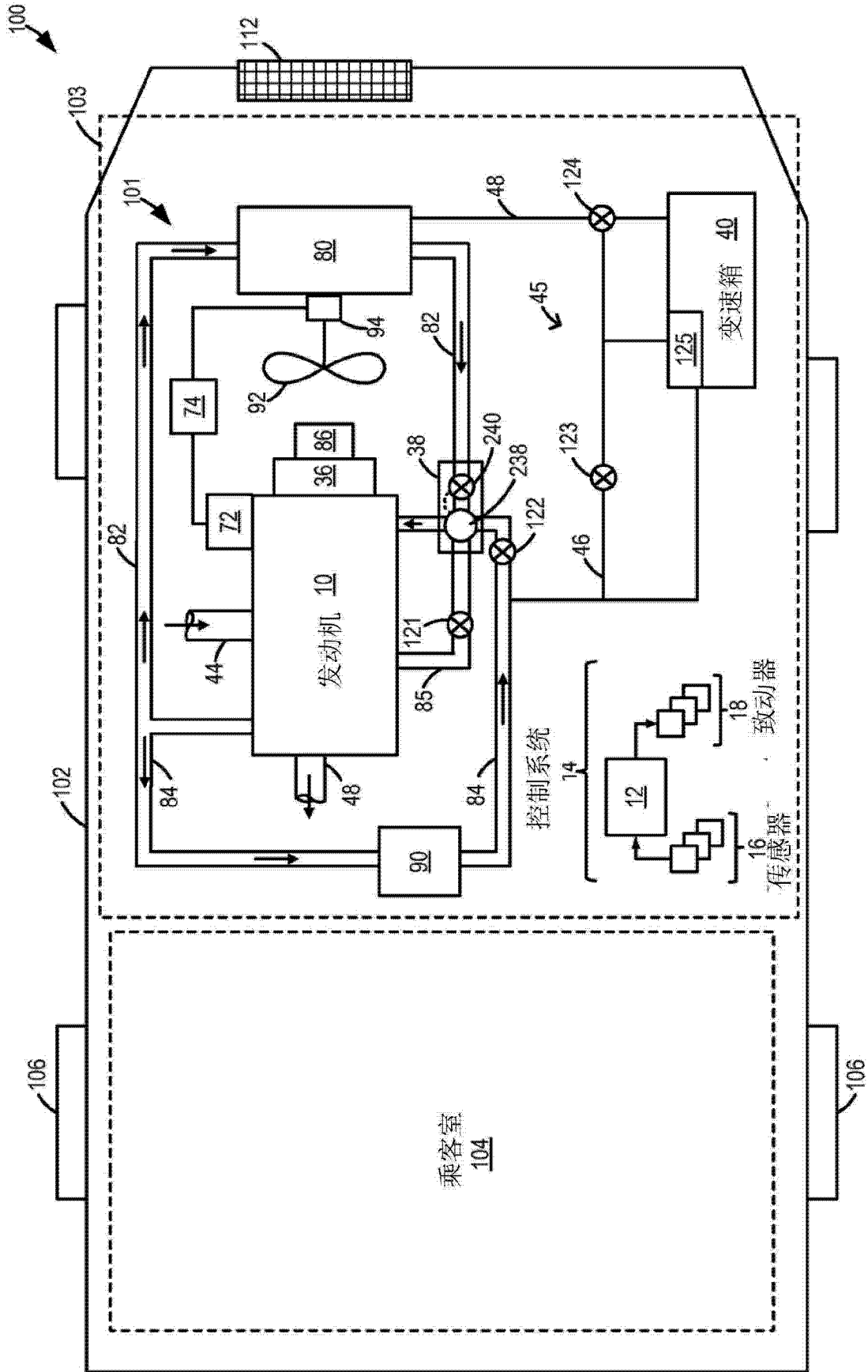


图 1

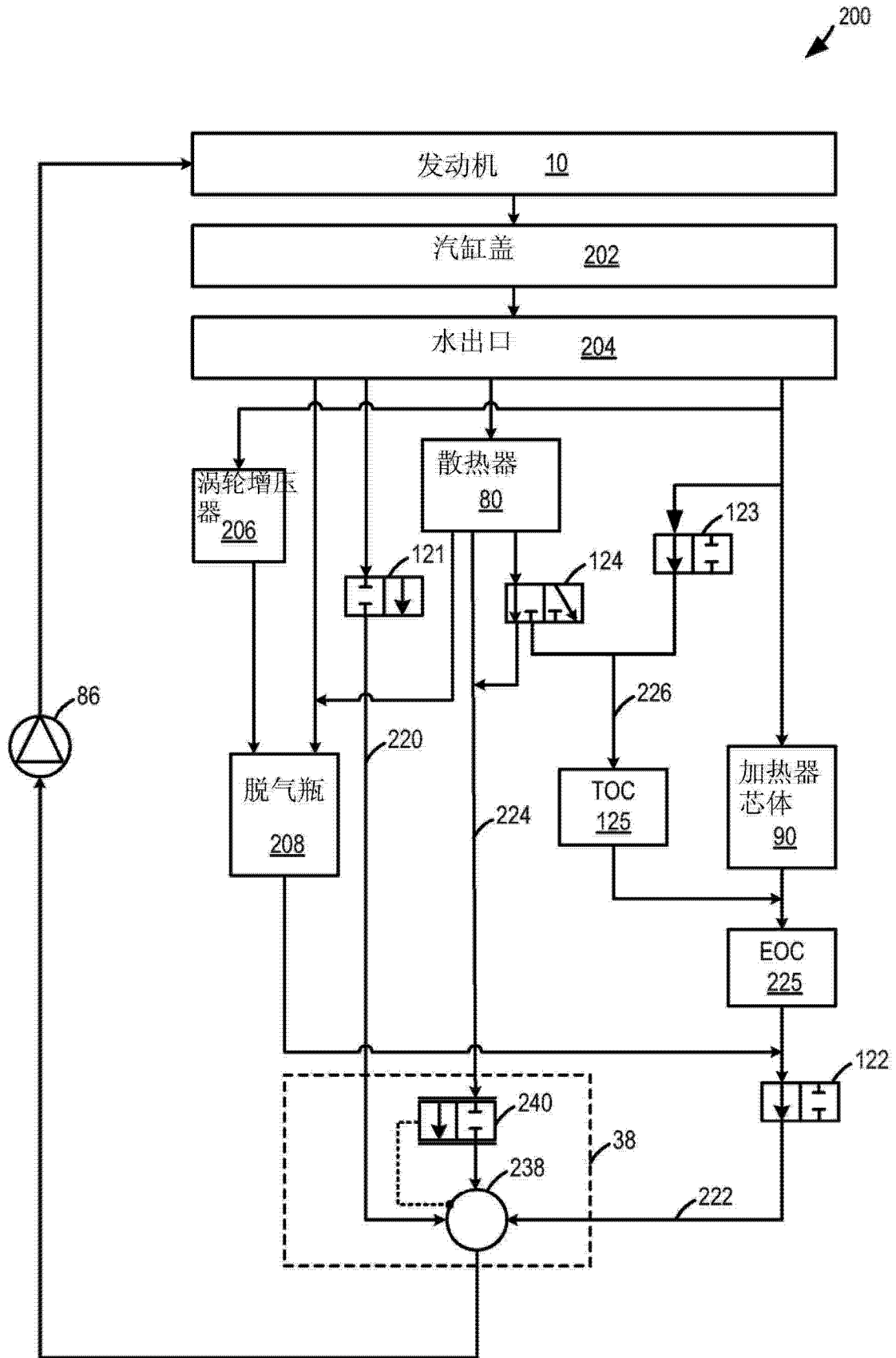


图 2

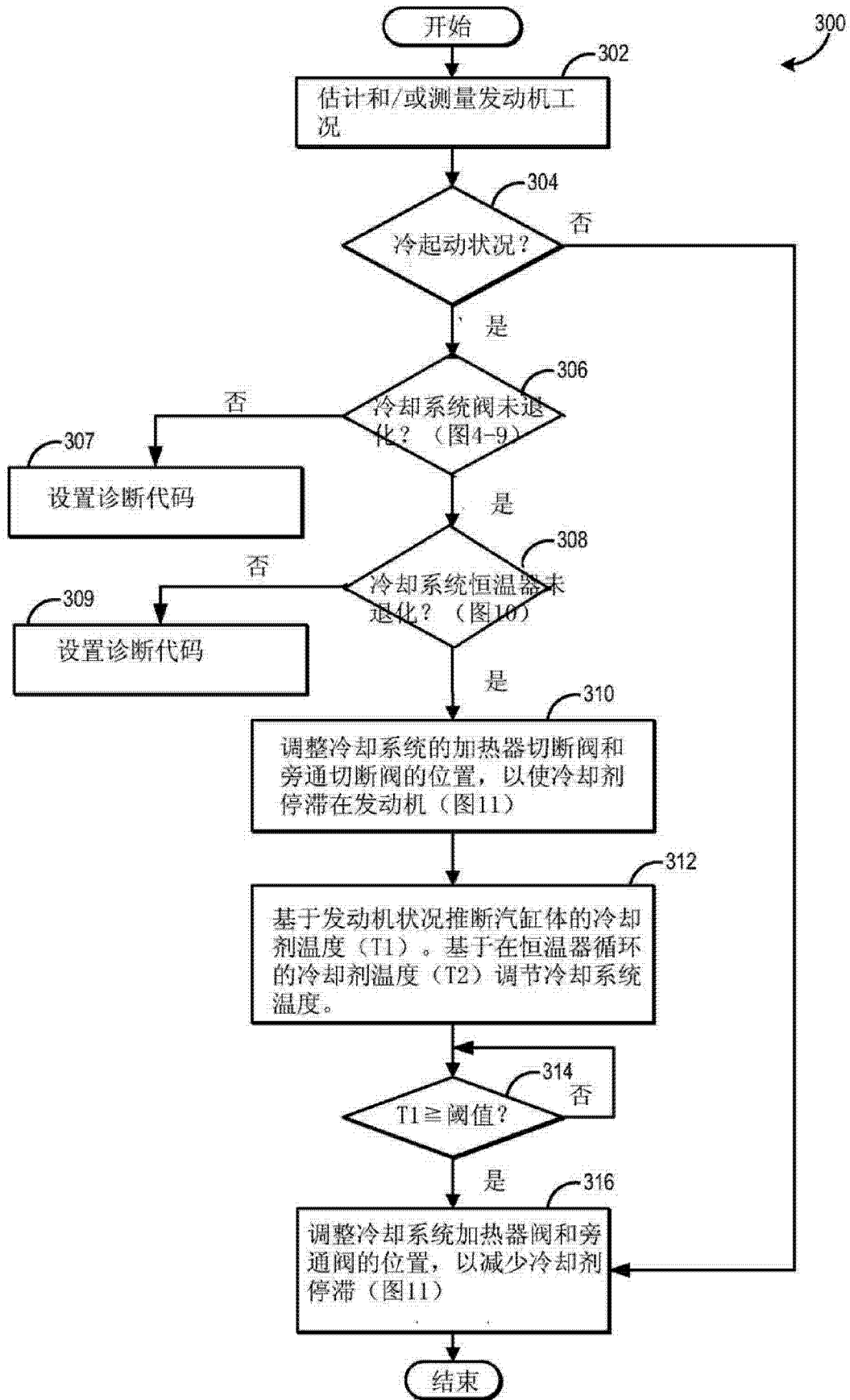


图 3

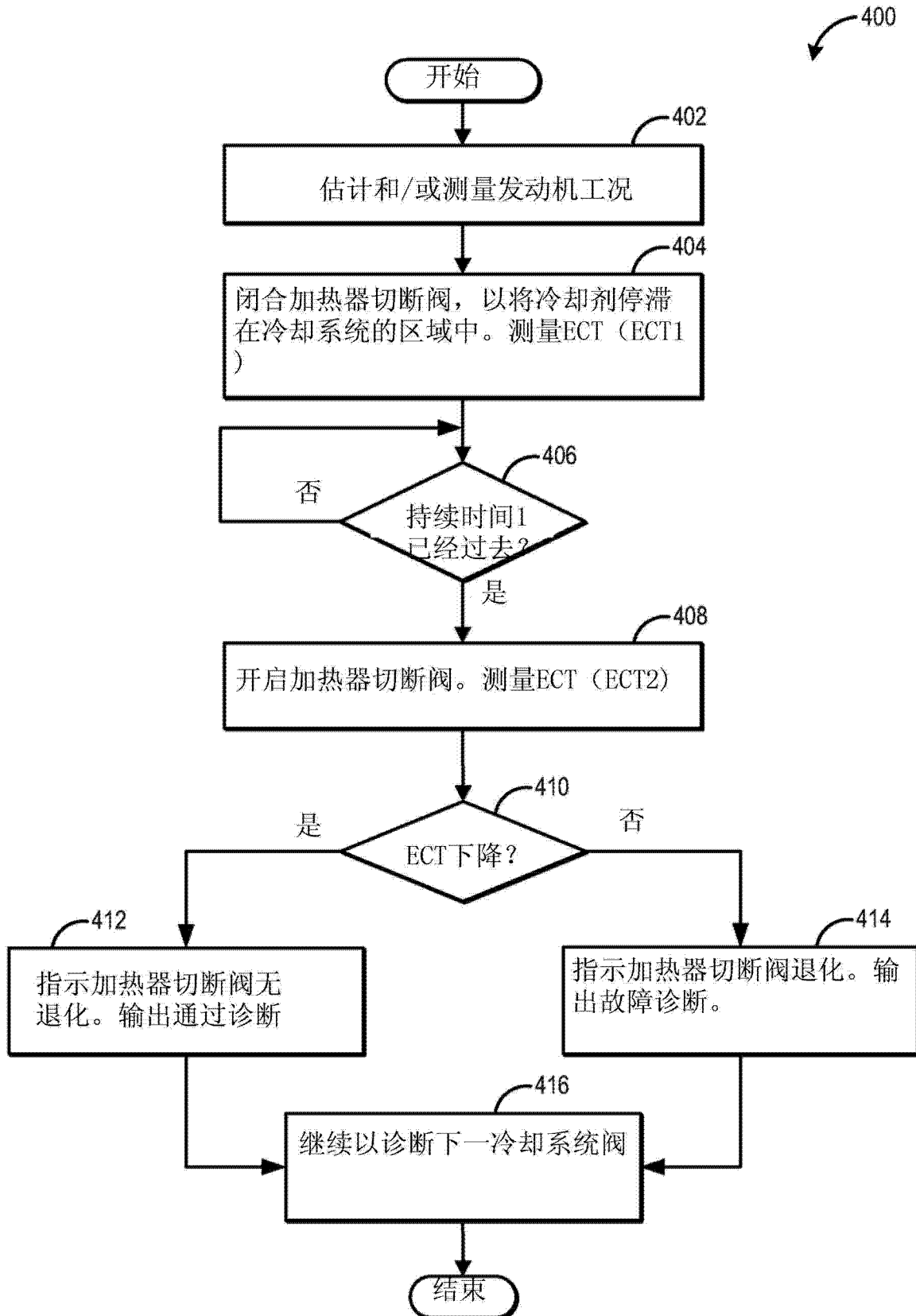


图 4

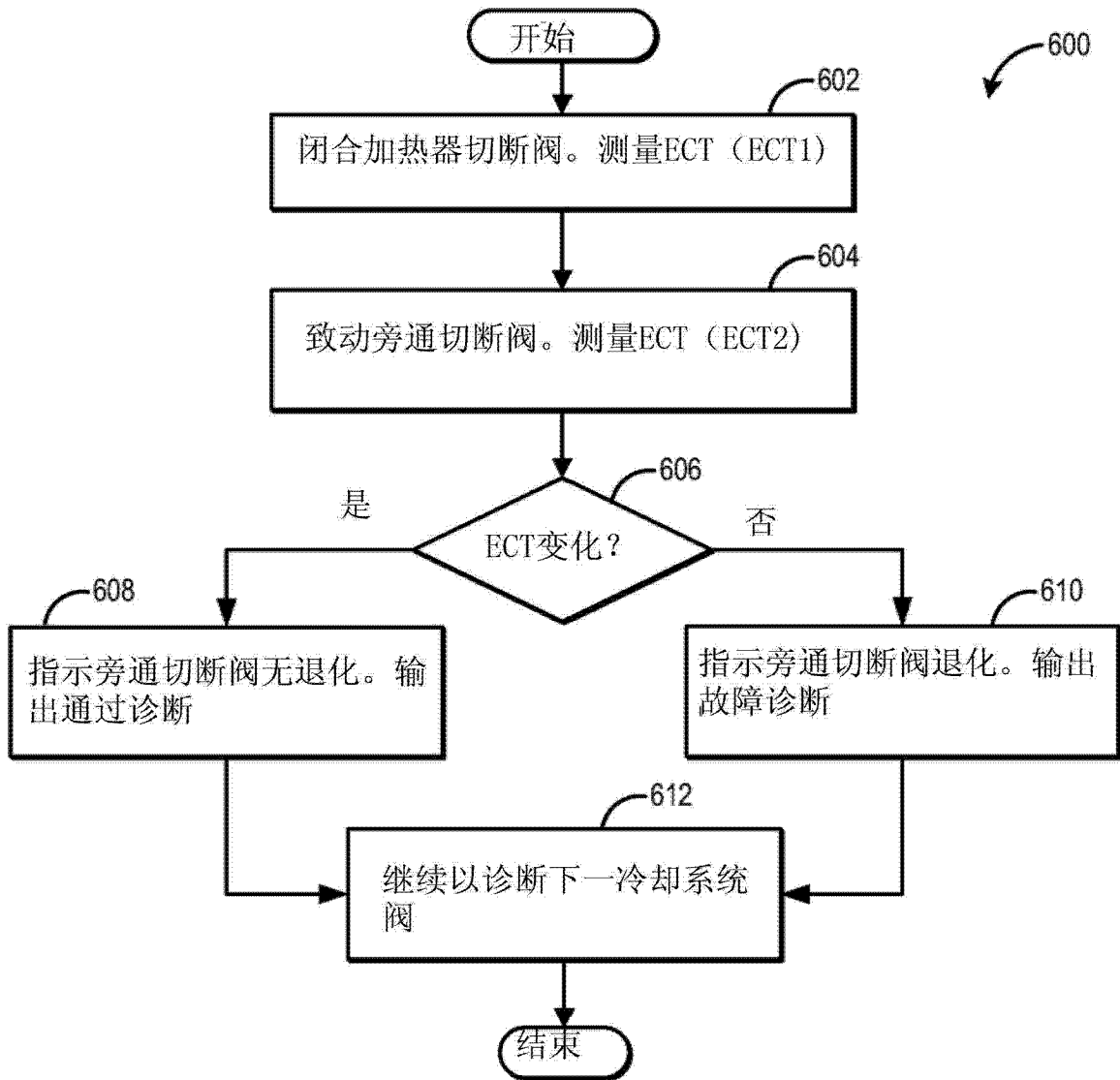


图 6

加热器切断阀诊断

500

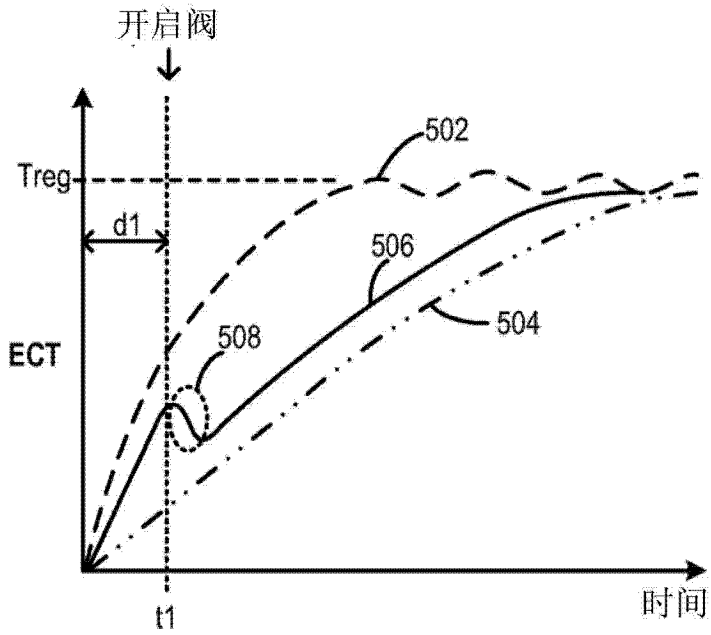


图 5

格栅系统诊断

900

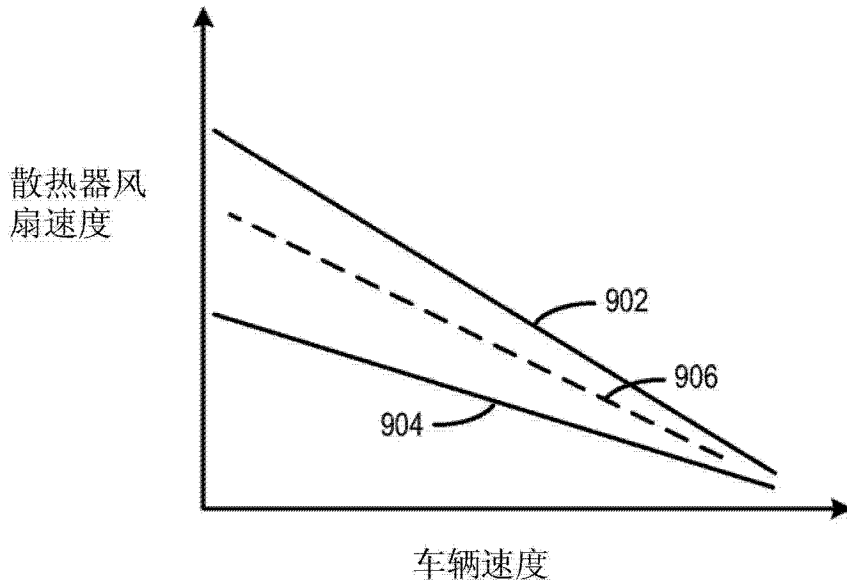


图 9

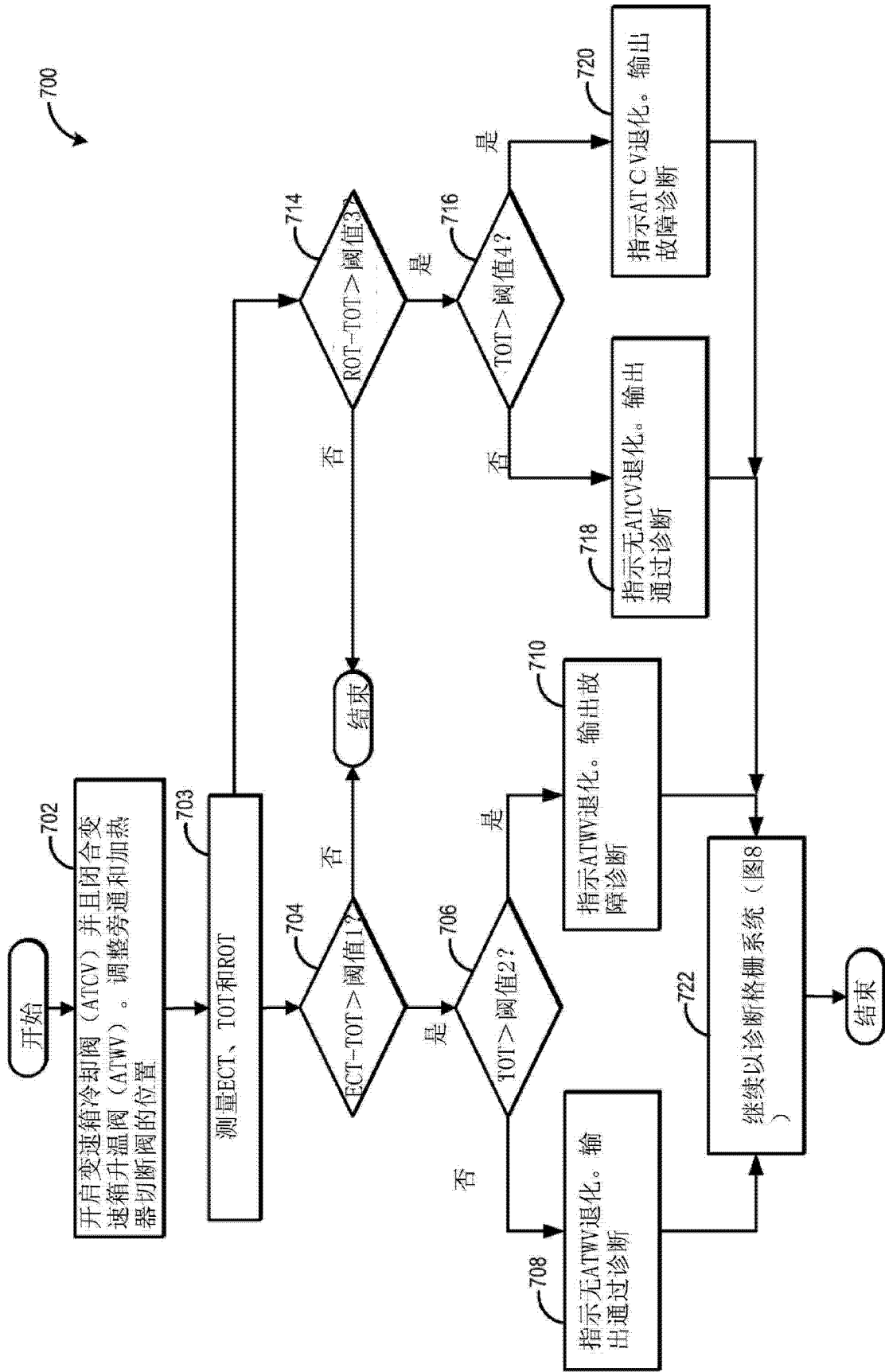


图 7

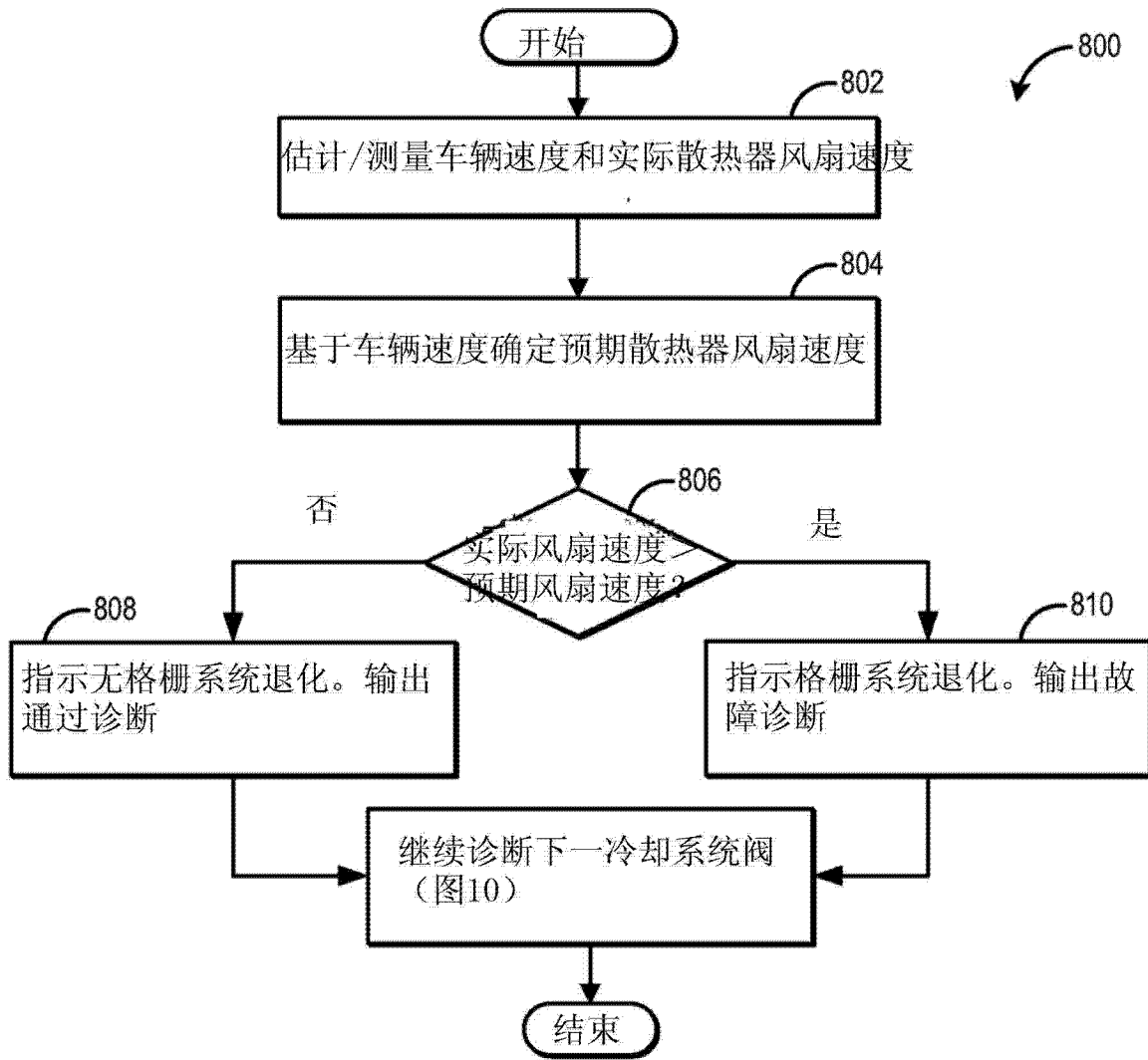


图 8

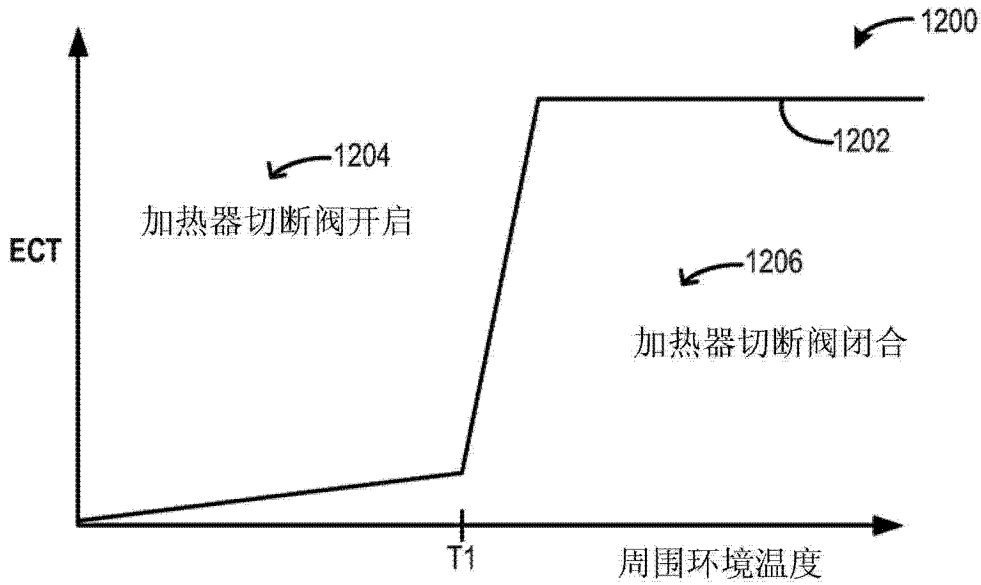


图 12

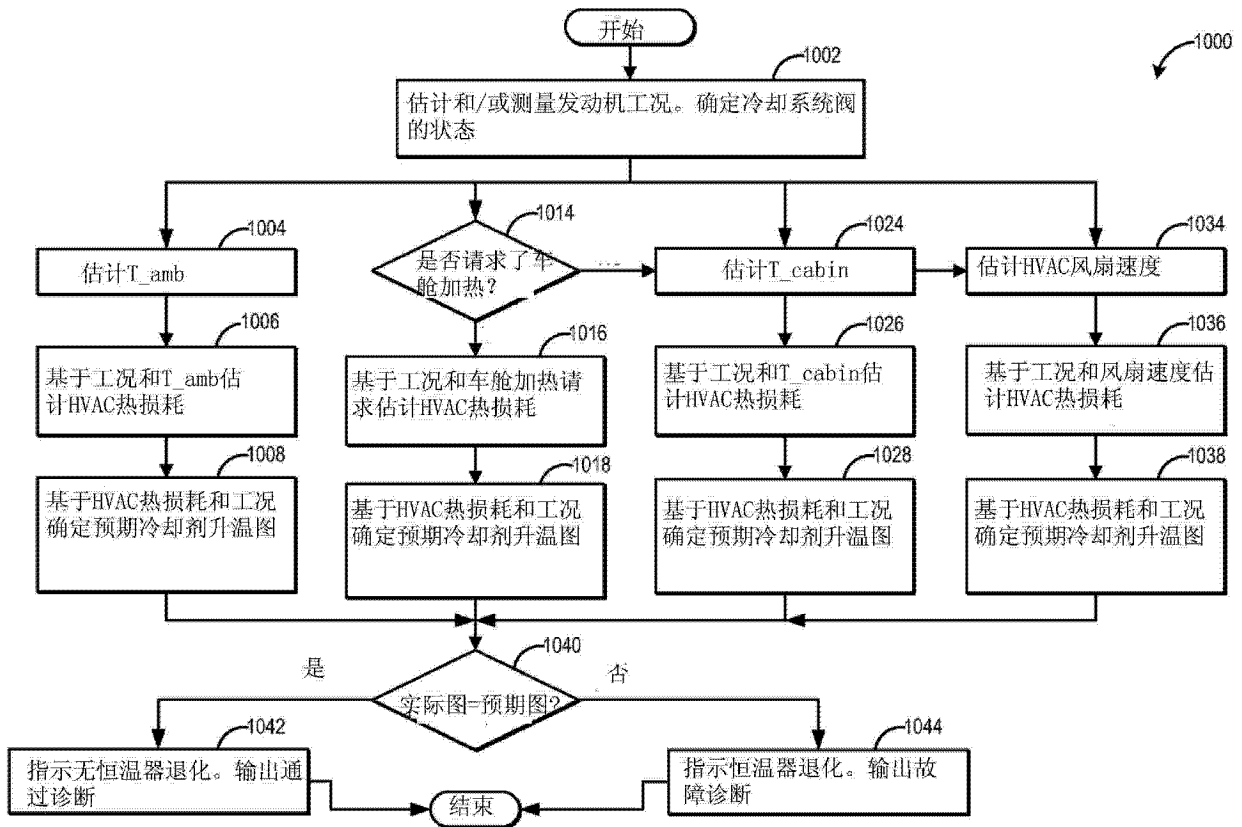


图 10

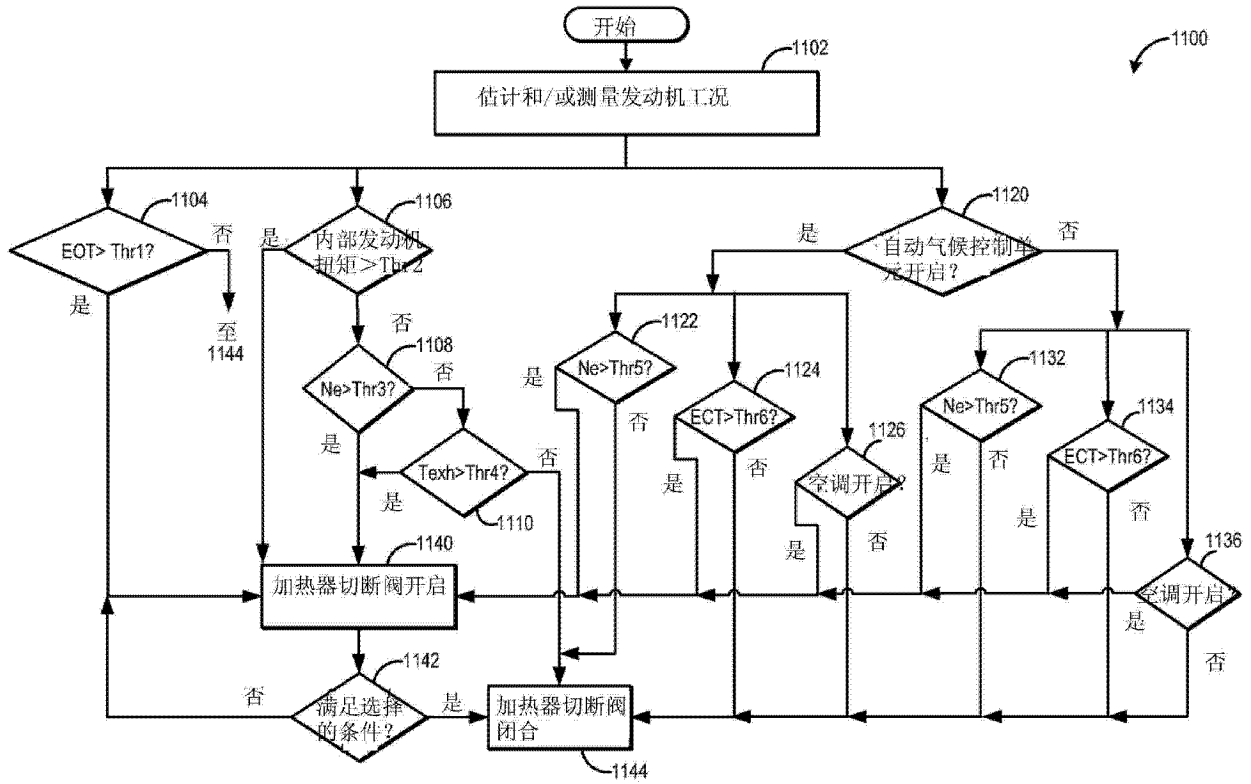


图 11