



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107017449 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(21)申请号 201710052442.4

H01M 10/615(2014.01)

(22)申请日 2017.01.24

H01M 10/625(2014.01)

(30)优先权数据

H01M 10/48(2006.01)

15/008,226 2016.01.27 US

H01M 10/6568(2014.01)

(71)申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 D·K·比德纳 W·C·科尔

P·本可夫斯基 S·卡特拉格达

M·莱文

(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 赵志刚 赵蓉民

(51)Int.Cl.

H01M 10/659(2014.01)

H01M 10/613(2014.01)

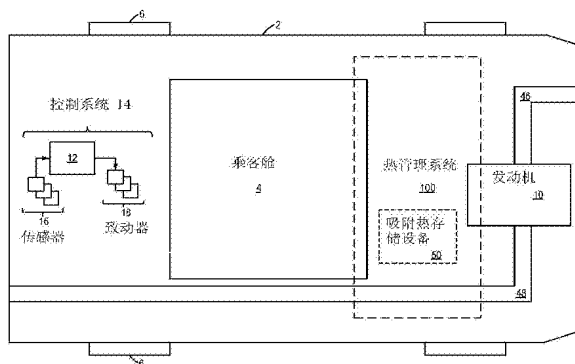
权利要求书2页 说明书22页 附图12页

(54)发明名称

用于热电池控制的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于热电池控制的系统和方法。提供用于操作车辆系统的热存储设备的方法和系统。在一个示例中,一种方法包括:在电池和被包含在所述电池中的冷却剂已经达到热平衡之后,估计热电池的温度;以及基于估计的温度以及被包括在电池内的两种相变材料的一个或多个化学性质确定电池的荷电状态。具体地,热电池可以包括具有不同熔点的两种相变材料用以提供热能以预热车辆冷却剂系统中的冷却剂。



1. 一种方法,其包括:  
在电池与被包括在所述电池中的冷却剂已经达到热平衡之后,估计热电池的温度;以及  
基于所述估计的温度和被包括在所述热电池内的两种或多种相变材料的一个或多个化学性质来确定所述电池的荷电状态。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中基于来自耦接至所述电池的冷却剂出口的温度传感器的输出估计所述热电池的温度,所述传感器经配置测量离开所述电池的冷却剂的温度。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中当所述电池正在充电时,所述确定所述电池的所述荷电状态基于所述估计的温度和第一传递函数。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中当所述电池正在放电时,所述确定所述电池的所述荷电状态基于所述估计的温度和第二传递函数。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:在估计所述热电池的所述温度之前,停止通过所述热电池的冷却剂流,直到所述热电池与被包括在所述热电池中的冷却剂已经达到热平衡。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述停止通过所述热电池的冷却剂流包括将冷却剂阀调节至第一位置以使冷却剂旁通绕开所述热电池。
7. 根据权利要求5所述的方法,还包括:在所述热电池与被包括在所述热电池中的冷却剂已经达到热平衡之后,恢复通过所述热电池的冷却剂流。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述恢复通过所述热电池的冷却剂流包括将冷却剂阀调节远离第一位置以使冷却剂循环通过所述热电池。
9. 一种热电池系统,其包括:  
热存储设备,其包括具有第一相变温度的第一相变材料和具有第二不同的相变温度的第二相变材料;  
冷却剂阀,其在第一位置与第二位置之间可调节以将所述热存储设备选择性地耦接至发动机冷却剂回路并调控循环通过所述热存储设备的冷却剂的量;  
用于估计所述设备的温度的温度传感器;以及  
具有非暂时性计算机可读指令的控制器,其用于:  
当所述设备内的冷却剂已经停止超过阈值持续时间时,估计所述设备的温度;以及  
基于所述估计的温度和所述相变材料的一个或多个化学性质,确定所述电池系统的荷电状态。
10. 根据权利要求9所述的系统,其中所述第一相变材料与所述第二相变材料以混合物的形式组合在一起。
11. 根据权利要求10所述的系统,其中所述混合物包括所述相变材料中的一种比另一种多。
12. 根据权利要求9所述的系统,其中所述第一相变材料与所述第二相变材料彼此被分离成不同的电池单元。
13. 根据权利要求9所述的系统,还包括:热交换环路,所述热交换环路被安排为至少部分地在发动机系统的排气通道内且至少部分地在所述热存储设备内,所述热交换环路包括

循环通过其的冷却剂,以用于将来自所述排气通道的热能传递至所述热存储设备。

14. 根据权利要求9所述的系统,其中所述控制器还配置有存储在存储器中的指令,用于:响应于所述设备的荷电状态的估计的请求,停止通过所述设备的冷却剂流达一持续时间;在等待所述持续时间之后,恢复冷却剂流;以及基于经由来自定位在所述设备的冷却剂出口附近的温度传感器的输出的冷却剂离开所述设备时的所述冷却剂的温度,估计所述电池的荷电状态。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述持续时间为用于被包括在所述设备内的冷却剂与包括所述相变材料的所述设备的内部部件达到热平衡的时间量,且其中基于最近的冷却剂温度测量值与最近的所述电池的荷电状态估计来计算所述持续时间。

16. 一种用于发动机冷却系统的方法,其包括:

停止通过包含具有不同熔点的两种相变材料的热存储设备的冷却剂流达一持续时间;

在所述持续时间之后恢复通过所述热存储设备的冷却剂流,并基于来自定位在所述设备的冷却剂出口附近的温度传感器的输出,估计离开所述热存储设备的冷却剂的温度;以及

基于估计的冷却剂温度和所述相变材料的一个或多个化学性质,计算所述设备的荷电状态。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述持续时间包括用于被包含于所述设备内的冷却剂和包含所述相变材料的所述设备的内部部件达到热平衡的时间量,并且其中基于最近的冷却剂温度测量值和最近的所述电池的荷电状态估计,计算所述持续时间。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中当所述设备正在充电时,所述计算所述设备的荷电状态基于所述估计的冷却剂温度和第一传递函数。

19. 根据权利要求16所述的方法,其中当所述设备正在放电时,所述计算所述设备的荷电状态基于所述估计的冷却剂温度和第二传递函数。

20. 根据权利要求16所述的方法,还包括:当所述设备和/或被包括在所述设备内的冷却剂未处于热平衡时,基于冷却剂离开所述设备时的所述冷却剂的温度、第三传递函数、所述设备内的内部热传递、所述相变材料的相变温度、所述相变材料的潜热容量、所述相变材料的质量、环境压力、海拔以及冷却剂系统压力中的一个或多个,估计所述设备的荷电状态。

## 用于热电池控制的系统和方法

### 背景技术

[0001] 为了增强各种车辆系统部件的预热 (warming), 已经发展了热能存储设备来存储由车辆系统产生的热能以用于后期使用。这些热存储设备通常包括相变材料 (PCM), PCM 可以在 PCM 的相变温度处存储大量的热能作为潜热。在 US 2004/0154784 中公开的一个示例方法中, 诸如石蜡的相变材料可以被包括在车辆的内部以在向乘客舱提供热的同时保存能量。

[0002] 然而, 本发明人已经意识到此类系统的潜在问题。具体地, 此类热存储设备的荷电状态的估计可能在仅包括一种类型 PCM 的系统中在所述 PCM 的相变温度处显著地下降。由于在 PCM 的相变温度处存储在 PCM 中的潜热的缘故, 当 PCM 在其相变温度处在相之间转换时, 估计 PCM 的荷电状态会是困难的。此外, 即使在包括不止一种 PCM 的热存储设备中, 诸如在 US 2014/0079978 中公开的设备中, 当离开热存储设备的冷却剂的温度不同于热存储设备的温度时, 荷电状态的估计的精度可以降低。

[0003] 例如, 当冷却剂没有预热到热存储设备的温度时, 离开热存储设备的冷却剂的温度可以不同于热存储设备的温度。这在进入热存储设备的冷却剂比热存储设备显著地更冷时会发生, 使得在冷却剂离开热存储设备之前, 热存储设备不能足够快地预热冷却剂以使其与热存储设备达到热平衡。因此, 冷却剂可不在热存储设备中保留足够长的时间来达到与热存储设备的热平衡。因此, 离开热存储设备的冷却剂的温度可不反映热存储设备的实际温度。因此, 当基于离开电池的冷却剂的温度来估计电池的荷电状态时, 此类估计的精度可以降低。

### 发明内容

[0004] 作为一个示例, 可以通过一种方法来解决以上所述的问题, 所述方法包括: 在电池和包括在电池中的冷却剂已经达到热平衡之后, 估计热电池的温度; 以及基于所估计的温度和被包括在热电池中的相变材料的一个或多个化学性质来确定电池的荷电状态。可以基于来自耦接到电池的冷却剂出口的温度传感器的输出来估计热电池的温度, 其中所述传感器可以经配置用来测量离开电池的冷却剂的温度。

[0005] 在另一示例中, 用于发动机冷却系统的方法可以包括: 使冷却剂停止流动通过包含具有不同熔点的两种相变材料的热存储设备达一持续时间; 在所述持续时间之后恢复冷却剂流动通过热存储设备且基于来自定位在所述设备的冷却剂出口附近的温度传感器的输出来估计离开热存储设备的冷却剂的温度; 以及基于所估计的冷却剂温度和相变材料的一个或多个化学性质来计算设备的荷电状态。附加地, 所述持续时间可以包括包含于设备内的冷却剂和包含相变材料的设备的内部部件达到热平衡的时间量, 并且其中可以基于最近的冷却剂温度测量值和最近的电池的荷电状态估计来计算所述持续时间。

[0006] 在另一示例中, 热电池系统可以包括包含具有第一相变温度的第一相变材料和具有不同的第二相变温度的第二相变材料的热存储设备。热电池系统可以进一步包括在第一位置和第二位置之间可调节的冷却剂阀, 以选择性地将热存储设备耦接至发动机冷却剂回

路并调控循环通过热存储设备的冷却剂的量。附加地,热电池系统可以包含用于估计设备的温度的温度传感器,以及带有非暂时计算机可读指令的控制器,以:当设备内的冷却剂已经停止超过阈值持续时间时,估计设备的温度;以及基于所估计的温度和相变材料的一个或多个化学性质来确定电池系统的荷电状态。在一些示例中,第一相变材料和第二相变材料可以以混合物的形式组合在一起。然而,在其他示例中,第一相变材料和第二相变材料可以彼此分离成不同的电池单元(cell)。

[0007] 以这种方式,通过使冷却剂暂时地停止流动通过热电池直到电池、其内部部件以及包含于其中的冷却剂已经达到热平衡,热电池的荷电状态的估计的精度可以增加。通过在冷却剂和电池已经达到热平衡之后恢复冷却剂流动,并测量离开处于热平衡的电池的温度处的电池的冷却剂的冷却剂温度,可以得到更直接且更准确的电池温度的测量值,并且因此获得荷电状态。

[0008] 应该理解,提供以上概述是为以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的概念的选择。这并不意味着确定所要求保护的的主题的关键或必要特征,所要求保护的的主题的范围由随附的权利要求唯一地限定。此外,所要求保护的的主题不限于解决以上或在本公开的任何部分中提到的任何缺点的实施方式。

#### 附图说明

- [0009] 图1A示出包括热管理系统的示例车辆系统的示意图。
- [0010] 图1B示出包括热存储设备的图1A的热管理系统的示意图。
- [0011] 图2A示出图1B的热存储设备的第一示例。
- [0012] 图2B示出图1B的热存储设备的第二示例。
- [0013] 图2C示出图1B的热存储设备的第三示例。
- [0014] 图2D示出图1B的热存储设备的第四示例。
- [0015] 图2E示出图1B的热存储设备的第五示例。
- [0016] 图3示出用于调控热存储设备的荷电状态的示例方法的流程图。
- [0017] 图4示出用于确定热存储设备的荷电状态的第一示例方法的流程图。
- [0018] 图5示出用于确定热存储设备的荷电状态的第二示例方法。
- [0019] 图6示出用于确定热存储设备的荷电状态的第三示例方法。
- [0020] 图7示出了描绘基于发动机工况的通过热存储设备的冷却剂流的变化了的曲线图。

#### 具体实施方式

[0021] 以下描述涉及用于调控热电池的荷电状态的系统和方法。热电池(诸如在图2A至图2E中示出的热电池)可以被包括在车辆系统(诸如图1A中示出的车辆系统)中,以存储由车辆系统产生的过量的热用于后期使用。例如,由热电池存储的热能可以用于热管理系统(诸如,图1B中示出的热管理系统)中来加热诸如车辆发动机、客舱等的各种车辆部件。具体地,来自热电池的热可以经由循环通过热电池的冷却剂传递至各种车辆部件。然而,随着冷却剂流动通过热电池并捕集来自热电池的热,电池的温度且因此电池的荷电状态会下降。为了给电池充电,由车辆系统产生的过量的热(诸如来自排气的热)可以用于预热热电池。图3示出用于调控电池的荷电状态的示例控制方法。当冷却剂离开热电池时,可以基于冷却

剂的温度来推断电池的荷电状态。

[0022] 然而,在某些情况下,诸如当冷却剂正在流动通过热电池且进入热电池的冷却剂处于显著地不同于热电池的温度时,冷却剂可能不在热电池中保留足够长的时间来达到与电池热平衡,即,虽然当冷却剂流动通过热电池时冷却剂的温度可以增加,但是冷却剂在离开热电池之后,冷却剂温度可仍保持低于热电池的温度。

[0023] 因此,如在图4的示例方法中所示出的,在冷却剂温度达到热电池的温度时,可以估计电池的荷电状态。在其他示例中,诸如在图5中示出的方法中示出的示例中,通过热电池的冷却剂流可以暂时地停止,直到热电池中冷却剂的冷却剂温度达到热电池的温度。冷却剂流然后可以恢复且可以测量离开热电池的冷却剂的温度来估计电池的荷电状态。在图7中示出了通过热电池的冷却剂流的示例变化。

[0024] 图1示出了根据本公开的包括热管理系统100的机动车辆2的示例实施例。车辆2包括驱动轮6、乘客舱4和内燃发动机10。内燃发动机10包括至少一个燃烧室(未示出),所述至少一个燃烧室可以经由进气通道46接收进气且可以经由排气通道48排出燃烧气体。发动机10可以被包括在机动车辆中,诸如陆地汽车,以及其他类型的车辆。在一些实施例中,发动机10可以被包括在推进系统中,所述推进系统也包括电池驱动的电动马达,诸如在混合动力电动汽车(HEV)或插电式混合动力电动汽车(PHEV)中。在一些实施例中,热管理系统100可以被包括在其中省去发动机10的电动汽车(EV)中。

[0025] 热管理系统100可以包括热存储设备50或热电池50。下面参照图1B至图2E来详细示出和描述热电池50的若干实施例。如图1A和图1B所示,热管理系统100可以耦接至发动机10、排气通道48和乘客舱4。热存储设备50可以经配置使用一种或多种相变材料(PCM)来捕集和存储由发动机10产生的热。具体地,来自流动通过排气通道48的排气的热可以被传递至热存储设备50,且被存储用于后期使用。来自热存储设备50的热然后可以用于(例如)在冷启动的条件下向发动机10提供热、响应于乘客请求加热客舱来预热乘客舱4等。附加地,在一些示例中,热存储设备50可以经配置通过可逆的放热和吸热化学反应来产生热。

[0026] 图1A进一步示出了车辆2的控制系统14。控制系统14可以通信地耦接至发动机10的各种部件和热管理系统100以实施本文所述的控制程序和动作。如图1A所示出的,控制系统14可以包括电子数字控制器12。控制器12可以是微型计算机,所述微型计算机包括微处理器单元、输入/输入端口、用于可执行程序 and 校准值的电子存储介质、随机存取存储器、保活存储器和数据总线。

[0027] 如所描绘的,控制器可以接收来自多个传感器16的输入,所述多个传感器可以包括用户输入和/或传感器(诸如,变速器档位位置、变速器离合器位置、油门踏板输入、制动器输入、变速器选择器位置、车辆速度、发动机转速、通过发动机的质量气流、环境温度、进气温度等)、气候(climate)控制系统传感器(诸如,冷却剂温度、防冻剂温度、吸附温度、风扇转速、乘客舱温度、期望的乘客舱温度、环境湿度等)以及其他。

[0028] 此外,控制器12可与各种致动器18通信,致动器18可以包括发动机致动器(诸如,燃料喷射器、电子控制的进气节流板、火花塞、变速器离合器等)、热管理系统致动器(诸如,空气处理通风口和/或分流阀、控制冷却剂的流动的气门、控制制冷剂的流动的气门、风机致动器、风扇致动器、泵致动器等)以及其他。在一些示例中,存储介质可以用表示由处理器可执行的指令的计算机可读数据编程,以用于执行以下所描述的方法以及可预期而没有具

体列出的其他变体。

[0029] 图1B描绘了热管理系统100的示例实施例的示意图。热管理系统100包含两个回路,热交换回路101和冷却剂回路102。热交换回路101包括热存储设备50、冷却剂热交换环路103和热回收环路104。冷却剂回路102包括发动机回路105和加热器回路106。来自流动通过排气通道48的排气的热能可以传递到热回收环路104的流体。热回收环路104中加热的流体然后可以被引导通过热存储设备50以预热热存储设备50和/或为热存储设备50充电。因此,热存储设备可以捕集和/或存储从热排气获得的热能。如此,以其他方式已经损失到大气的能量可以在热管理系统100中被再循环和使用。以这种方式,系统100的燃料效率可以增加。由热存储设备50捕集的热能然后可以用于预热各种车辆部件,诸如,发动机10、加热器芯137、乘客舱(例如,图1A中示出的乘客舱4)。具体地,来自热存储设备50的热能可以经由循环通过热存储设备50的冷却剂被传递至各种车辆部件。随着冷却剂流动通过热存储设备50,其被预热,且预热的冷却剂然后可以经由冷却剂回路102被泵送至各种车辆部件。

[0030] 热交换回路101可以利用热存储设备50经由热回收环路104捕集来自流动通过排气通道48的排气的热能。热回收环路104可以包括热交换器111和热交换器119、120和泵121。可以通过来自控制器12的信号控制气门120和泵121。即,控制器12可以向气门120和/或泵121发送信号来调节其操作。具体地,控制器12可以调节气门120的开度和/或泵121的转速来控制流动通过环路104的流体的量。在一些示例中,气门120可以是连续可变的气门。但是,在其他示例中,气门120可以是二位气门。泵121可以是变速泵。通过增加气门120的开度和/或增加泵121的转速,在热交换器111和热交换器119之间的热回收环路104中流体流可以增加。以这种方式,排气通道48中的热能可以被传递至流动通过热交换器119的流体。在被排气通道48中的排气预热之后,环路104中的流体可以流动通过热存储设备50,具体地,通过热交换器111,并且可以将热能传递至热存储设备50。

[0031] 因此,通过首先将来自排气的热经由在热存储设备50和排气通道48之间循环的流体传递至热存储设备50,来自排气的热可以被传递至冷却剂回路102中的冷却剂和各种车辆部件。通过使冷却剂回路102中的冷却剂流动通过定位在热存储设备50内的热交换环路103,热存储设备50中的热然后可以被传递至冷却剂回路102中的冷却剂。

[0032] 热交换环路103包括气门117,气门117可以由控制器12来调节以调控流动通过热存储设备50和热交换环路103的冷却剂的量。在一些示例中,气门117可以是三通阀,其中可以将气门调节至第一位置,在第一位置处基本上没有冷却剂流动通过热交换环路103,且可以替代地直接朝向泵133仅流动通过冷却剂管路118,而不流动通过热存储设备50。还可以调节气门117至第二位置,在第二位置处,冷却剂回路102中的基本上所有的冷却剂流动通过热交换环路103和热存储设备50,且基本上没有冷却剂流动通过冷却剂管路118。在一些示例中,气门117可以是连续可变气门且可以被调节至第一位置和第二位置之间的任何位置。

[0033] 通过在第一位置和第二位置之间调节气门,可以调节流动通过热存储设备50的冷却剂的量。具体地,通过将气门117朝向第二位置且远离第一位置调节,相对于冷却剂管路118,可以增加流动通过热交换环路103的冷却剂的量。响应于对增加的冷却剂温度的需求(诸如在发动机冷启动期间),控制器12可以向气门117发送信号以朝向第二位置调节,从而增加流动通过热存储设备50的冷却剂的量。如此,通过使冷却剂流动通过热存储设备50,可

以增加冷却剂的温度。以这种方式,当期望时,热存储设备50可以为冷却剂提供附加的热源。

[0034] 在一些示例中,热交换环路103可附加地包括气门124,气门124可以调控流出热存储设备50以及流回到冷却剂回路102的冷却剂的量。因此,可以将气门124调节至关闭的第一位置,在第一位置基本上没有冷却剂流动通过气门124,并且因此,通过热存储设备50和热交换环路103的冷却剂流停止。附加地,可以将气门124调节至完全打开的第二位置,其中冷却剂流动通过气门124。在一些示例中,气门124可以是连续可变气门且可以被调节至第一位置和第二位置之间的任意位置,以调控离开气门124的冷却剂的量,具体地,控制器12可以向气门124发送信号来调节气门的位置。在气门124朝向打开的第二位置且远离关闭的第一位置的偏转增加的情况下,随着由气门124形成的开口增加,流动通过气门124的冷却剂的量可增加。

[0035] 在离开热存储设备50之后,由于在泵133的入口处产生的抽吸,冷却剂可被朝向泵133引导。因此,冷却剂可以通过泵133从冷却剂管路118和热交换环路103的一个或多个被泵送至各种车辆部件(诸如,发动机10)。更简单地,泵133可以使冷却剂循环通过冷却剂回路102。

[0036] 还应当理解,在一些示例中,冷却剂回路102中的冷却剂可以不被导引通过热存储设备50,且单独的流体流动环路可以被包括在热管理系统100中以捕集存储在热存储设备50中的热。在此类示例中,单独的热交换环路(诸如,热回收环路104)可以被用于将热从热存储设备50传递至冷却剂回路102中的冷却剂。因此,流动通过该单独的热交换环路的流体可以被导引通过热存储设备50以捕集来自热存储设备50的热。附加的泵可以被包括在热交换环路中以将流体泵送通过热存储设备50。在该环路中的流体然后将热从热存储设备50经由热交换器(诸如,热交换器119)传递至冷却剂回路102中的冷却剂。如此,冷却剂回路102中的冷却剂可以不经过热存储设备50,其可替代地经过热交换器,其中通过在单独的热交换环路中流动的流体从热存储设备50捕集的热可以被传递至冷却剂。

[0037] 温度传感器112可以耦接至热交换环路103以用于估计热存储设备50的温度。具体地,温度传感器112可以耦接在热存储设备50的冷却剂出口处,在冷却剂出口处冷却剂离开热存储设备50。因此,温度传感器112可以经配置测量当冷却剂离开热存储设备50时的热交换环路103中的冷却剂的温度。基于从温度传感器112接收的信号,控制器12可以推断热存储设备50的荷电状态。但是,在其他示例中,温度传感器112可以直接耦接至热存储设备50以用于测量其温度。热存储设备50的荷电状态可以与设备50的温度成比例。即,荷电状态可随着设备50的温度增加而增加。

[0038] 热存储设备50可以包括壳体107。各种绝缘材料可以被包括在壳体107内以维持热存储设备50的温度。此外,热存储设备50包括相变材料(PCM) 116。在一些示例中,如以下参照图2D至图2E所示的,具有不同熔化温度的两种不同的PCM可以组合以在热存储设备50中形成混合物。然而,在其他示例中,如以下参照图2B至图2C所示的,具有不同熔化温度的两种PCM可以彼此分离成不同的单元。

[0039] 在一些实施例中,如图1B所描绘的,热存储设备50可以附加地经配置通过化学吸附来产生热能。在此类示例中,其中热存储设备能够产生热能,热存储设备50可以包括多个吸附器单元122,所述吸附器单元可以填充有吸附剂。吸附剂可以为高能量介质密度,诸如,



硅凝胶、沸石、活性炭或其他合适吸附剂。吸附剂可以在吸附器单元122内形成晶体结构。附加地,热存储设备50可以包括流体容器108,流体容器108经由电子节流阀109流体地耦接至吸附器单元122。响应于来自控制器12的信号,电子节流阀109可以打开或关闭。流体容器108可以容纳吸附物,该吸附物当与吸附器单元122中的吸附剂结合时导致放热反应。例如,在吸附器容纳吸附剂(诸如,硅凝胶)的实施例中,流体容器108中的流体可以为水或水溶液,诸如乙烯乙二醇溶液或丙二醇溶液。流体也可以是甲醇基或氨基溶液。在打开电子节流阀109之后,来自流体容器108的流体可以进入吸附器107,在吸附器107中流体可以由吸附剂吸附。

[0040] 热存储设备50还可以包括泄压阀113。当被包括时,流体容器108还可以包括液位传感器114,且可以被耦接至风扇115。

[0041] 冷却剂可以从冷却剂管路118和/或热交换环路103通过泵133被泵送至一个或多个车辆部件(诸如发动机)。可以通过来自控制器12的信号控制泵133。因此,控制器12可以将信号发送至泵133来调节泵133的转速,且因此调节流动通过冷却剂回路102的冷却剂的量。具体地,在一些示例中,泵133可以是变速泵。

[0042] 如图1B的示例中所描绘的,冷却剂可以从冷却剂管路118和/或热交换环路103中的一个或多个被泵送至发动机回路105。然而,应当理解,在其他示例中,在被泵送到热交换环路103之前,冷却剂可以被泵送至发动机回路105。还应当理解的是,在一些示例中,冷却剂可以从热存储设备50被直接泵送至各种车辆部件(诸如,加热器芯137),且可以绕开发动机10。因此,由热存储设备50预热的冷却剂可以被直接导引至诸如乘客舱(例如,图1A中所示的乘客舱4)的车辆部件来预热车辆部件。

[0043] 发动机回路105包括发动机冷却套管130、散热器130和冷却剂贮存器132。散热器风扇134可以耦接至散热器131。温度传感器可以耦接至发动机10或发动机冷却套管130(诸如,热电偶135)。在当发动机冷(例如,冷启动条件)时的情景下,通过激活泵133且将气门117调节至第二位置,存储在热存储设备50中的热可以经由热交换器110被传递至冷却剂发动机回路105。如果发动机过热,则可以通过泵133将冷却剂循环通过发动机冷却套管130,其中使用散热器风扇134将过量的热排出通过散热器131。在此类示例中,可以不期望预热冷却剂回路102中的冷却剂,且因此可以将气门117调节至第一位置,且因此,冷却剂可以绕开热存储设备50。来自发动机10的热也可以用于通过激活泵121且打开气门120来为热存储设备50充电和/或加热。

[0044] 加热回路106包括气门136和加热器芯137。风扇138可以耦接至加热器芯137。乘客可以请求加热乘客舱4。响应于该请求,控制器12可以用信号通知气门136打开,因此部分地绕开发动机回路105。通过激活泵133,发动机回路105中的冷却剂可以被循环通过加热器环路106。来自冷却剂的热然后可以被传递至加热器芯137且通过激活风扇138被吹进到乘客舱4中。如果发动机回路105中的冷却剂不足以为加热器芯137充电,则通过将气门117调节至第二位置且使冷却剂流动通过热存储设备50,附加的热可以被传递至冷却剂回路102。下面关于图3、图4和图5论述用于热管理系统100的使用和控制的更详细的方法。

[0045] 图2A至图2E示出可以被包含在车辆系统(例如,图1A中所示的机动车辆2)中的热电池202的示例示意图。因此,在图2A至图2E中所示出的热电池202可以与以上参照图1B所描述的热存储设备50相同或相似。此外,在本文的描述中可以一起描述图2A至图2E。电池

202的部件在图2A至图2E的一个中的说明被介绍之后,可以不再介绍或再次描述。热电池202可以包括在车辆系统中,以存储由车辆系统的发动机(例如,图1A和图1B中所示的发动机10)产生的热以用于在车辆系统中的后期使用。具体地,通过使冷却剂流动通过热电池202,来自热电池202的热可以被传递至冷却剂系统(例如,图1B中所示的冷却剂回路102)的冷却剂。当冷却剂的温度低于热电池202的温度时,热可以从热电池202传递至流动通过热电池202的冷却剂,从而消耗电池202或对电池202放电。在本文的描述中,消耗电池或对电池放电可以指从电池202移除热或热能。类似地,为电池充电可以指增加电池202的热能。为了为电池202充电,由车辆系统产生(诸如,来自发动机)的过量的热可以被传递至热电池202,如以上参照图1B所解释的。

[0046] 聚焦图2A,其示出热电池202的第一实施例的示意图200。热电池202可以包括壳体204,在壳体204内可包括热电池202的部件。热交换区域206被包括在壳体204内且可以包括具有不同熔点的两种不同的PCM。然而,在其他示例中,每个均具有不同熔点的多于或少于两种的PCM可以被包括在热交换区域206中。在一些示例中,如以下参照图2B和图2C所示出的,PCM可以容纳在不同的单元块内且可以彼此分离。然而,在其他示例中,如以下参照图2D和图2E所示出的,PCM可以组合以在热交换区域206中形成混合物。

[0047] 一个或多个绝缘层(诸如,绝缘层230)可以被包含在壳体204和热交换区域206之间以减少壳体204和电池202的内部和外部部分之间的热传递。因此,绝缘层203可以减少从热电池202到外部环境的热损失。虽然在图2A中仅示出一个绝缘层,但是应当理解,可以包括不只一个层。此外,绝缘层可以由任何合适的绝缘材料来构建。每层可以由相同或不同的绝缘材料构建。

[0048] 来自在排气通道(例如,图1A和图1B中所示的排气通道48)中流动的排气的热可以经由热源入口管道206被引入到热电池202。在一些示例中,如以上参照图1B所描述的,来自排气的热可以经由流体被传递至热电池202。因此,在一些示例中,处于比热电池202的温度高的流体可以流动通过热源入口管道206且流入到热电池202中以向热电池202提供热能(例如,热)。然而,应当理解,在其他示例中,排气可以被直接传送至热电池202且通过热源入口管道206被引入其中。在流动通过热源入口管道206之后,流体(例如,液体和/或气体)可以流动通过被定位在热交换区域206内的一系列热交换管道208,其中来自流体的热可以被传递至热交换区域206中的PCM。因此,假设流体处于比PCM高的温度,PCM可以吸收来自流动通过热交换管道208的流体的热。热交换管道208中的流体然后可以经由热源出口管道210离开热电池202。因此,入口管道206和出口管道210可以提供电池202的外部部分和热交换区域206之间的流体连通。

[0049] 来自冷却剂系统的冷却剂可以经由冷却剂入口管道212进入热电池202。在流动通过入口管道212之后,冷却剂可以前进通过定位在热交换区域206内的热吸附管道214,其中来自热交换区域206中的PCM的热可以被传递至热吸附管道214中的冷却剂。因此,假设流体处于比PCM低的温度,则冷却剂可以吸收来自PCM的热。热吸附管道208中的冷却剂然后可以经由冷却剂出口管道216离开热电池202。因此,入口管道212和出口管道216可以提供电池202的外部部分和热交换区域206之间的流体连通。

[0050] 虽然入口管道206和出口管道210在图2A中被示出为定位在热电池202的相同侧处且延伸通过热电池202的相同侧,但是应当理解,在其他示例中,入口管道206和出口管道

210可以定位在电池202的不同侧上。例如,入口管道206可以定位在电池202的前端205处且可以延伸通过电池202的前端205,而出口管道216可以定位在后端207处且延伸通过后端207,且反之亦然。

[0051] 类似地,虽然入口管道212和出口管道216在图2A中被示出为定位在热电池202的相同侧处且延伸通过热电池202的相同侧,但是在其他示例中,入口管道212和出口管道216可以定位在电池202的不同侧上。例如,入口管道212可以定位在前端205处且延伸通过前端205,而出口管道216可以定位在后端207处且延伸通过后端207,且反之亦然。

[0052] 热源入口管道206、热源出口管道210和热交换管道208被包括在热电池202中。然而,出于简洁的目的,管道206、管道208和管道210从以下参照图2B至图2E示出的热电池202的实施例省略。因此,重要的是要注意,尽管从图2B至图2E省略,但是管道206、管道208和管道210依然被包括在图2B至图2E示出的热电池202的实施例中。因此,通过使加热的流体流动通过热交换管道208,电池202可以被加热/充电。此外,通过使冷却剂流动通过热吸附管道214,电池202可以被冷却/放电。

[0053] 现在转至图2B至图2E,它们示出热电池202的不同实施例,在图2B和图2C中示出的热电池202的实施例中,两种不同的PCM可以被封装在不同的单元中。然而,在图2D和图2E中,两种不同的PCM在热交换区域206中被示出混合在一起。

[0054] 首先聚焦图2B,其示出了电池202的第二实施例的第一示意图225,其中热吸附管道214可以以蜿蜒、堆叠的配置被定位。每个管道214可以由间隙226间隔开,容纳PCM的单元可以定位在间隙226中。热交换区域206可以包括容纳第一PCM 220的第一组单元218和容纳第二PCM 224的第二组单元222。虽然第一组单元218和第二组单元222在图2B中被示出为以交替的顺序被定位,但是应当理解,单元218和单元222的其他布置和/或顺序是可能的。此外,虽然在图2B中示出近似相等数量的单元218和单元222,但是应当理解,相对于被包括在热交换区域中的单元222的单元218的数量可以改变。如图2B所描绘的,单元218和单元222可填充有PCM。然而,在其他示例中,任意数量的或所有的单元218和单元222可以仅部分地填充有PCM。因此,包括在单元218和单元222的每个中的PCM的量可以改变。

[0055] 此外,虽然第一组单元218在图2B中被示出为仅包括第一PCM 220且第二组单元222被示出为仅包括第二PCM 224,但是应当理解,单元218和单元222可以包含呈任何相对数量的第一PCM 222和第二PCM 224的混合物。此外,被包括在第一组单元218中的第一PCM 220和第二PCM 224的相对数量可不同于第二组单元222。即,第一组单元218和第二组单元222可以均包括第一PCM 220和第二PCM 224,但是第一组单元218可以比第二组单元222包含相对于第二PCM 224更多量的第一PCM 220,或反之亦然。

[0056] 第一PCM 220和第二PCM 224可以具有相差5°F的相变温度。在本文的描述中,相变温度可以指材料变换(诸如,在液体和固体之间,和/或在液体和气体之间,和/或在一些示例中,在固体和气体之间的)相所处的温度。在液体和气体之间的材料变化所处的温度可以被称为汽化相变温度,且在液体和固体之间的材料变化所处的温度可以被称为固化相变温度。然而,两种PCM 220和PCM 224的相变温度之间的差可以在3°-15°F之间的范围内。例如,第一PCM 220可以具有207°F的熔化温度,而第二PCM 224可以具有212°F的熔化温度。但是,在其他示例中,第一PCM 220可以具有在60°C和115°C之间的温度范围内的熔化温度。此外,第二PCM 224可以具有在60°C和115°C之间的温度范围内的熔化温度。然而,在一

些示例中,PCM 220和PCM 224的相变温度可以取决于PCM 220和PCM 224中的烯糖的浓度和/或环境压力。随着海拔增加和环境压力下降,PCM 220和PCM 224的相变温度可以降低。此外,PCM 220和PCM 224的相变温度可以随着烯糖的浓度增加而增加。如此,可以针对在相变材料在一定海拔处的相变温度来选择相变材料。例如,PCM 220和PCM 224的相变温度可以被限制为低于90°C,以减少和/或防止PCM 220和PCM 224在较低的环境压力(诸如,在较高的海拔处)下的汽化。此外,可以调节PCM 220和PCM 224的烯糖浓度以改变PCM的相变温度,然而,在所有示例中,两种PCM 220和PCM 224的相变温度可隔开约3°-15°C。

[0057] 因此,第一PCM 220和第二PCM 224的相变温度可以不重叠。也就是说,第一PCM 220和第二PCM 224相变所处于的温度不同。例如,第一PCM 220可以在与第二PCM 224不同的温度和/或温度范围处在固体和液体之间改变相。重要的是要注意,在一些示例中,给定的PCM的相变温度可以不总是相同,并且相变温度可以根据热电池202中的条件(诸如,环境压力)而改变。具体地,PCM 220和PCM 224的相变温度可以根据过饱和的量和环境压力而改变。

[0058] 然而,PCM 220和PCM 224的相变温度可以彼此充分地隔开,使得PCM 220可以相变的温度范围与PCM 224可以相变的温度范围不同且不重叠。以这种方式,PCM 220和PCM 224可以不同时地相变。即,在第二PCM 224经历相变的同时,第一PCM 220可以不经相变,且反之亦然。如上所解释的,相变可以指其中材料(诸如,PCM)在固体和液体之间、在固体和气体之间、和/或在固体和气体之间变换的过程。

[0059] 因此,通过选择具有不同相变温度的PCM,两种不同的PCM之间的热传递可以增加,且因此可以实现热电池的更加均匀的温度。也就是说,相比于其中热电池仅包括具有单一相变温度的一种PCM的示例中,通过包括具有不同相变温度的两种PCM,热电池可以更快地达到热平衡。

[0060] 进一步地,通过包括具有不同相变温度的两种PCM,热电池202的可测量温度在热电池202的荷电状态上是连续的。即,对于电池202的每一个不同的荷电状态,可以存在不同的可测量温度。也就是说,电池202的给定的可测量温度可以对应于电池202的特定荷电状态。然而,重要的是要注意,可以基于电池是充电还是放电、电池202的温度变化速率、冷却剂温度来附加地确定电池202的荷电状态,如以下参照图3至图5更加详细解释的。

[0061] 例如,当第一PCM 220的温度和第二PCM 224的温度低于它们的相变温度且在电池202充电期间热能被添加至电池202时,PCM 220和PCM 224的温度可以增加。随着热能被添加至电池202,两种PCM 220和PCM 224的温度可以持续增加,直到第一PCM 220的温度达到其相变温度。因此,由于第一PCM 220可以具有比第二PCM 224低的相变温度,当从低于两种PCM 220和PCM 224的相变温度的开始温度为电池202充电时,PCM 220可以在第二PCM 224之前相变。随着PCM继续吸收热能,当第一PCM 220相变时,第一PCM 220的温度可以保持近似相同。然而,取决于电池202的配置和PCM 220和PCM 224的化学性质,第二PCM 224可以继续升温。例如,当PCM结合形成混合物时,如以下图2D和图2E的示例中所示的,由于在两种PCM 220和PCM 224之间的几乎同时的热传递,PCM 220和PCM 224可以以近似相同的速率预热。具体地,在其中PCM 220和PCM 224被结合在一起形成混合物的示例中,PCM 220和PCM 224之间的热传递的速率可以几乎是同时的且可以仅取决于用于PCM 220和PCM 224内的个体的分子和/或元素使它们自身扩散/定向至它们的新的相结构(例如,当从液体变到固体

时的玻璃体/晶体结构)的扩散速率和时间。因此,在热被添加至电池202的同时,当第一PCM 220经历相变时,第二PCM 224可以保持在第一PCM 220的相变温度处,直到第一PCM 220已经完成了相变。然后,一旦第一PCM 220已经完成了其相变,随着热被添加至电池202,PCM 220和PCM 224二者可以以近乎一致的速率继续增加。

[0062] 然而,在其中第一PCM 220和第二PCM 224彼此分离成不同的电池单元218和电池单元222的示例中,如图2B和图2C的示例中所示出的,在第一PCM正在经历相变且能量正在被添加至电池202时,能量可不立即在PCM 220和PCM 224之间传递,且第二PCM 224可以预热到高于第一PCM 220的相变温度。来自第二PCM 224的能量可以被传递至第一PCM 220以预热第一PCM 220并在系统中建立热平衡。因此,在第一PCM 220的相变期间的第二PCM 224的预热可以受限。然而,在第一PCM 220和第二PCM 224彼此被分离成不同的单元的示例中,第一PCM 220和第二PCM 224之间的热传递速率可以取决于电池202中的传导速率(rate of conduction)和/或对流速率(rate of convection)。因此,重要的是注意,当电池202的焓变化时,热电池202可以未处于热平衡。具体地,当PCM 220和PCM 224中的一个经历相变时,热电池202可以未处于热平衡,由于没有经历相变的另一PCM的温度可以继续变化,同时经历相变的PCM可以保持在恒定的温度,这是由于PCM 220和PCM 224之间的延迟的热传递。如此,在此类示例中,PCM的温度可以不同,且电池202可以不处于热平衡。重要的是要注意,由于不同的分子性质,在电池202的充电和/或放电期间,即使未经历相变,PCM也可以处于与另一个不同的温度,其中不同的分子性质可以影响PCM的特定热和/或通过其的传导速率等。因此,电池202达到热平衡的时间量可以取决于电池202的内部热传递速率,诸如,扩散速率、分子排列速率、潜伏热(latent heat)、传导速率、对流速率等,且也可以取决于电池202中的焓的变化速率(例如,充电和/或放电的速率)。

[0063] 当第一PCM 220已经完成其相变且电池202继续被充电时,第一PCM 220和第二PCM 224中的一个或多个可以继续升温,且/或第二PCM 224可以开始相变。在一些示例中,第二PCM 224的相变温度可以为使得当第一PCM 220结束其相变时第二PCM 224开始其相变的温度。然而,在其他示例中,在第一PCM 220的相变之后,第一PCM 220和第二PCM 224可以继续升温。当第二PCM 224的温度达到其相变温度时,第二PCM 224可以开始以相对恒定的温度相变。同时,假设第一PCM 220已经完成了其相变,则第一PCM 220可以继续升温。类似于其中第一PCM 220相变的情况,如果在第二PCM 224经历其相变时,第一PCM 220的温度高于第二PCM 224,则来自第一PCM 220的热能可以被传递至第二PCM 224,从而加速相变。当电池202从充满电状态被放电时,反过来也是正确的。充满电的状态可以是其中第一PCM 220和第二PCM 224二者都高于其相变温度的状态。在一些示例中,充满电的状态可以是电池202的荷电状态,其中第一PCM 220和第二PCM 224二者都处于液相。然而,在其他示例中,充满电的状态可以是电池202的荷电状态,其中第一PCM 220和第二PCM 224二者都处于气相。

[0064] 因此,通过包括具有不同相变温度的两种PCM,电池202的荷电状态可以在包括两种PCM 220和PCM 224的相变温度的温度范围上是连续的。即,电池202的每一个荷电状态可以对应于不同的可测量温度。因此,相对于仅包括一种PCM的系统而言,包括具有不同相变温度的两种PCM的电池202的荷电状态的估计的精度可增加。在仅具有PCM的系统中,电池202的荷电状态可以是处于PCM的相变温度下的电池的荷电状态的范围中的任意荷电状态。即,由于在PCM的相变温度下的PCM的潜伏热,电池202的荷电状态可以取决于其中PCM处于

其相变而在PCM的相变温度下改变。

[0065] 在一些示例中,电池202可以可选地包括第一温度传感器230,第一温度传感器230可以经配置测量第一PCM 220的温度。具体地,温度传感器230可以安排在第一组单元218的一个中,用于测量第一PCM 220的温度。类似地,第二温度传感器232可以被包括在电池202中且可以经配置测量第二PCM 224的温度。具体地,温度传感器232可以安排在第二组单元222的一个中,用于测量第二PCM 224的温度。温度传感器230和温度传感器232可以电耦接至控制器(例如,图1A和图1B中所示的控制器12),用于将PCM 220和PCM 224的测量的温度通信至控制器。

[0066] 因此,在一些示例中,控制器可以基于第一PCM 220和第二PCM 224的温度估计电池202的荷电状态。当PCM中的一个的温度处于其相变温度时,可以基于未经历相变的另一个PCM的温度来估计电池202的荷电状态。以这种方式,由于未经历相变的PCM的温度可以取决于经历相变的PCM的焓而不同,所以可以实现电池202的荷电状态的更精确的估计。更简单地,未经历相变的PCM的温度可与经历相变的PCM的具体的焓相互关联,且因此与电池202的荷电状态相互关联。

[0067] 然而,在其他示例中,如以下参照图3和图4所解释的,在电池202已经达到热平衡之后,可以基于经由出口管道216离开电池202的冷却剂的冷却剂温度来估计电池202的荷电状态。因此,当在电池202中的冷却剂流已经停止和/或停滞对于冷却剂来说足够长的时间且电池202的部件达到热平衡时,冷却剂流然后可以恢复,且可以基于来自温度传感器112的输出来估计离开电池202的停滞的冷却剂的温度。然后可以基于冷却剂温度估计电池202的荷电状态。如此,离开电池202的冷却剂的温度可以更加精确地反映电池202的温度,且因此可以增加基于离开的冷却剂的温度所获得的电池202的荷电状态的估计的精度。

[0068] PCM 220和PCM 224可以包括任何合适的相变材料。例如,PCM 220和PCM 224可以包括石蜡共混物、水、巴思脆性白铜(bath metal)、平面热(plain thermals)中的任意一种或多种。

[0069] 现在转至图2C,其示出了电池202的第三实施例的示意图250,其中冷却剂环绕PCM 220和PCM 224流动。除了在图2C中热吸附管道214可以环绕PCM 220和PCM 224定位而不是如图2B所示那样定位在PCM之间之外,在图2C中示出的电池202的第三实施例可以与在图2B中示出的第二实施例相同。具体地,热吸附管道214可以环绕单元218和单元222在单元218和单元222与绝缘层203之间定位。

[0070] 移至图2D,其示出电池202的第四实施例的示意图275,其中可以省略单元218和单元222,且PCM 220和PCM 224可以结合来形成混合物224。因此,除了PCM可以不被容纳在单元中而是可替代地在整个热吸附区域206中近似均匀地分布之外,在图D中示出的电池202的第四实施例可以与在图2B中示出的实施例相同。混合物224可以被包括在热吸附区域206中。在一些示例中,混合物224可以被限制于仅热吸附区域206的一部分。然而,在其他示例中,如图2D所示,混合物224可以覆盖几乎整个热吸附区域206。如此,可以通过流体屏障来限定热吸附区域206,流体屏障可以将吸附区域206的内部与外部隔开且可以容纳混合物224。如以上参照图2B所解释的,混合物224可以包含任何相对量的两种PCM 220和PCM 224(未在图2D中示出)。在一些示例中,混合物224可以包括近似75%的第一PCM 220和25%的第二PCM 224。然而,在其他示例中,混合物224可以包括近似50%的第一PCM 220和50%的

第二PCM 224。在另一些实施例中，混合物224可以包括近似25%的第一PCM 220和75%的第二PCM 224。

[0071] 然而，PCM 220和PCM 224的相对量可以按需要改变。通过改变PCM的相对量，电池202的热能存储可以朝向更高或更低的温度偏置。例如，当使用大于第二PCM 224的量的第一PCM 220时，由于第一PCM 220的相变温度可以低于第二PCM 224的相变温度，所以在较低的温度下可得到更大量的潜伏热。相反地，当使用大于第一PCM 220的量的第二PCM 224时，由于第二PCM 224的相变温度可以高于第一PCM 220的相变温度，所以在较高的温度下可以得到更大量的潜伏热。

[0072] 此外，贯穿整个热吸附区域206，PCM的浓度可以改变。例如，PCM的浓度可以从电池202的中心径向向外地增加。在其他示例中，PCM的浓度可以从电池202的中心径向向外地降低。然而，可以使用PCM的其他图案或浓度分布，诸如高斯分布。进一步地，两种PCM 220和PCM 224的浓度分布可以不同和/或彼此独立。然而，在其他示例中，两种PCM 220和PCM 224的浓度分布可以近似相同。

[0073] 移至图2E，其示出了电池202的第五实施例的示意图290，除了管道214可以环绕混合物224定位（类似于图2C中所示出的）而非如图2D所示的在混合物224内以外，第五实施例可以与在图2D中示出的电池202的第四实施例相同。因此，热吸附管道214可以环绕热吸附区域206的周界在热吸附区域206与绝缘层203之间定位。

[0074] 继续至图3，其示出了用于调控热电池（例如，在图1A和图1B中示出的热存储设备50和在图2A至图2E中示出的热电池202）的荷电状态的示例方法300。如以上参照图1A至图2B所解释的，可以经由来自流动通过发动机（例如，在图1A至图1B中示出的发动机10）的排气通道（例如，在图1A至图1B中示出排气通道48）的排气的热为热电池充电。随着冷却剂流动通过电池，由热电池的一个或多个PCM（例如，在图2B和图2C中示出的PCM 220和PCM 224）捕集的热能然后可以被传递至冷却剂。具体地，如以上参照图1B所描述的，可以调节热源气门（例如，在图1B中所示的气门120）和热源泵（例如，在图1B中所示的泵121）中的一个或多个来调控电池的加热/充电的量。为了增加电池的加热的量，可以将气门调节至更开放的位置和/或可以增加泵的转速。

[0075] 可以通过调节一个或多个气门来调控通过电池的冷却剂流。具体地，可以将定位在冷却剂流入到电池的入口附近的第一冷却剂阀（例如，图1B中所示的气门117）至第二位置，以将冷却剂从冷却剂系统（例如图1B中所示的冷却剂回路102）引导到电池中。随着将第一冷却剂阀朝向远离关闭的第一位置的打开的第二位置调节，被引导通过电池的冷却剂的量可增加。附加地，在一些示例中，第二冷却剂阀可以被包括在冷却剂流出电池的出口附近，且因此可以被调节以调控流出电池的冷却剂的量。具体地，第二冷却剂阀可以在关闭的第一位置与打开的第二位置之间调节，其中在关闭的第一位置处，基本上为零冷却剂可以流出电池，在打开的第二位置处，冷却剂流出电池。因此，在本文图3至图6的描述中，可以通过调节第一冷却剂阀和/或第二冷却剂阀朝向它们相应的第一关闭位置中的一个或多个来实现减少冷却剂流。相反地，可以通过调节第一冷却剂阀和/或第二冷却剂阀中的一个或多个朝向它们相应的第二打开位置中的一个或多个来实现增加通过电池的冷却剂流。当冷却剂可处于比电池低的温度时，使冷却剂流动通过电池可以对电池进行放电/冷却。

[0076] 用于执行本文参照图4至图6所描述的方法300以及所有其他方法的指令可以被存

储在控制器(例如,图1A和图1B中所示的控制器12)的存储器中。因此,可以通过控制器基于存储在控制器的存储器中的指令并结合从发动机系统的传感器(诸如,以上参照图1A和图1B所述的传感器)接收的信号来执行本文所述的方法300以及所有其他方法。控制器可以向热源泵、热源气门、第一冷却剂阀和第二冷却剂阀中的一个或多个发送信号以调节电池和冷却剂的加热和/或冷却的量。

[0077] 方法300开始于302,在302处包括估计和/或测量发动机工况。发动机工况可以包括冷却剂温度、冷却剂质量流、热电池的荷电状态、排气温度、热源泵的转速、一个或多个气门的位置等。

[0078] 在302处估计和/或测量发动机工况之后,方法300可以前进到304,在304处包括估计电池的荷电状态。以下参照图4至图6描述用于估计电池的荷电状态的方法。在一些示例中,估计和/或测量电池的荷电状态可以包括停止通过电池的冷却剂流以及等待一持续时间以用于在电池中达到冷却剂与电池的部件之间的热平衡,如以下参照图5所描述的。然后,冷却剂流可以恢复,且可以在迟滞的冷却剂离开电池时测量迟滞的冷却剂的温度。基于冷却剂温度,可以估计电池的荷电状态。然而,在其他示例中,如以下参照图4所描述的,可以适时地(opportunistically)估计电池的荷电状态,不论电池的部件与冷却剂何时已彼此达到热平衡。

[0079] 方法300然后可以在估计电池的荷电状态之后从304继续至306,在306处方法可以包括确定是否期望电池充电。例如,方法300在306处可以包括确定电池的荷电状态是否低于阈值。阈值可以表示对应于低于包括在电池中的一个或多个PCM的相变温度的电池的温度的电池的荷电状态。因此,如果电池的荷电状态低于阈值,则在306处可以期望电池充电。然而,在其他示例中,可以基于排气的温度、冷却剂的温度、发动机冷启动条件和/或电池的充电或放电的速率中的一个或多个来确定在306处是否期望电池充电。例如,如果预测客舱预热,且因此预期冷却剂温度增加,则可在预计到客舱预热程序而先发地为电池充电。在其他示例中,如果预期排气温度在未来的驾驶条件中将下降,则在排气更热的同时,电池可以被适时地充电。

[0080] 如果确定期望电池充电,则方法300可以从306前进到308,在308处可以包括增加至电池的热传递。具体地,方法300在308处可以包括增加供应至热源泵的功率,以增加泵转速,且因此增加排气与电池之间的流体流,且因此增加排气与电池之间的热传递。附加地或替代地,方法300在308处可以包括增大由热源气门形成的开口来增加排气与电池之间的流体流。以这种方式,可以增加从排气到热电池传递的热能的量。

[0081] 方法300然后可以从308或者如果在306处确定不期望电池充电从306继续至310,在310处包括估计离开电池的冷却剂的温度。可以基于来自定位在电池的冷却剂出口附近的温度传感器(例如,在图1B至图2E中示出的温度传感器112)的输出来估计冷却剂的温度。

[0082] 在估计冷却剂温度之后,方法300然后可以从310继续至312,在312处可以包括确定是否期望冷却剂预热。当估计的冷却剂温度低于期望的冷却剂温度时,可以期望冷却剂预热。可以基于发动机工况(诸如,发动机温度、客舱温度等)来确定期望的冷却剂温度。例如,响应于期望的客舱温度增加,期望的冷却剂温度可以增加。

[0083] 如果冷却剂温度低于期望的温度且期望冷却剂预热,则方法300可以从312前进至314,在314处包括增加通过电池的冷却剂流。如以上所述的,可以打开第一冷却剂阀和/或



第二冷却剂阀中的一个或多个来增加通过电池的冷却剂流。由于通过电池的增加的冷却剂流,冷却剂的温度可以增加。此外,冷却剂的预热速率可以增加。

[0084] 然而,如果在312处确定不期望冷却剂预热,则方法300可以从312前进至316,在316处包括减少通过电池的冷却剂流。如以上所述的,可以关闭第一冷却剂阀和/或第二冷却剂阀中的一个或多个来减少通过电池的冷却剂流。由于通过电池的减少的冷却剂流,冷却剂的温度可以被维持和/或降低。在一些示例中,冷却剂的预热速率可以降低。在另一些示例中,方法300在316处可以包括停止通过电池的冷却剂流。在其他示例中,方法300在316处可以包括将冷却剂流维持在其当前流速率。在执行314或316之后,方法300然后可以返回。

[0085] 现在转至图4至图6中所示的方法,它们描述了以上参照图3描述的用于估计电池的荷电状态的示例程序。因此,在图4至图6中所描述的方法的任一个或多个可以被包含在图3中所示的方法300的302处和/或在图3中所示的方法300的302处执行。图4描述了不论通过电池的冷却剂流何时已经停滞,可以适时地估计电池的荷电状态的示例方法。具体地,当通过电池的冷却剂流恢复时,可以基于离开电池的冷却剂的温度来估计电池的荷电状态。图5中所描述的方法提供了活动的/有效的(active)荷电状态估计,其中通过电池的冷却剂流暂时停止且然后被允许恢复。类似于图4中所述的方法,当冷却剂离开电池时,可以测量冷却剂温度,并且可以基于冷却剂温度确定荷电状态估计。最后,图6描述监测电池中的不同的PCM(例如,图2B和图2C中所示的PCM 220和PCM 224)的温度、且基于PCM的温度变化进行荷电状态估计的方法。

[0086] 现在聚焦图4,方法400开始于402,在402处确定通过电池的冷却剂流速率是否低于阈值。在一些示例中,阈值可以近似为零。因此,在一些示例中,方法400在402处可以包括确定冷却剂是否没有流动通过电池。然而,在其他示例中,阈值可以大于零。重要的是要注意,即使通过电池的冷却剂流为零,一定体积/质量的冷却剂可以被保持在电池内。因此,当通过电池的冷却剂流停止时,电池中的冷却剂可以保留在电池中,直到冷却剂流恢复,且停滞的冷却剂离开电池。可以基于第一冷却剂阀的位置、第二冷却剂阀的位置,和/或冷却剂泵(例如,图1B中所示的泵133)的转速中的一个或多个来估计通过电池的冷却剂流速率。

[0087] 如果在402处冷却剂流速率不低于阈值,诸如在期望冷却剂预热的条件期间,方法400然后可以返回,且可以不做电池的荷电状态的估计。因此,在一些示例中,当通过电池的冷却剂流大于阈值时,可以不估计电池的荷电状态。也就是说,当冷却剂和电池还没有达到热平衡和/或电池的部件还没达到热平衡时,可以不估计电池的荷电状态。

[0088] 然而,在其他示例中,方法400可以从402继续至可选步骤404,在404处包括即使当通过电池的冷却剂流大于阈值时,测量冷却剂温度。可以基于来自温度传感器的输出来测量冷却剂温度,如以上参照图3的310所描述的。在404处估计冷却剂温度之后,方法400可以前进到可选步骤406,步骤406包括基于冷却剂温度、电池内的内部热传递、电池的一个或多个部件和冷却剂的热容、PCM的相变温度、PCM的潜伏热容量和PCM的质量中的一个或多个来估计热电池的荷电状态。

[0089] 返回至402,如果确定通过电池的冷却剂流速率小于阈值,则方法可以从402前进到408,在408处包括基于最近冷却剂温度测量值和电池的最近的荷电状态估计来确定达到电池与冷却剂的热平衡的持续时间。因此,方法400在408处可以包括确定直到电池中的电

池部件和/或冷却剂将达到热平衡的时间量,其中,电池的部件的温度和/或冷却剂的温度为近似相同的温度。对于冷却剂温度与电池温度之间的更大的差、更大的电池的温度变化速率、电池的内部部件的更大的温差等而言,达到热平衡的时间可以增加。此外,当包括在电池中的PCM高于或低于它们的相变温度时,达到热平衡的时间可以比当PCM正在经历相变时少。

[0090] 在确定达到电池与冷却剂的热平衡的时间之后,方法400可以从408继续至410,在410处包括确定冷却剂流速率是否已经保持低于阈值至达到热平衡的时间的持续时间。更简单地,方法在410处包括确定通过电池的冷却剂流是否已经停止足够的时间量来允许冷却剂与电池部件实现热平衡。如果还没有达到至热平衡的时间,且因此电池中的电池部件和冷却剂未处于热平衡,则方法400可以从410继续至412,在412处包括等待所述持续时间直到达到热平衡。

[0091] 在等待达到热平衡的持续时间之后,方法400然后可以从412继续至414,在414处包括以与以上参照402所描述的相同的或类似的方法来确定冷却剂流速率是否低于阈值。如果在等待达到电池中热平衡时,冷却剂流速率已经增加到高于阈值,则方法400可以从414返回,且可以不获得电池的荷电状态的估计。然而,在其他示例中,如果在等到达到热平衡之后,冷却剂流大于阈值,方法400可以以上所述的方式从414前进至404和406。

[0092] 然而,如果在414处确定在等待达到电池中的热平衡之后,冷却剂流保持低于阈值,则方法400可以从414前进至416,在416处包括以与以上参照图3的310所述的相同的或类似的方式来增加通过电池的冷却剂流和测量冷却剂的温度。替代地,如果在410处,达到热平衡的时间已经逝去了且冷却剂流小于阈值,则方法400可以从410直接前进至416。因此,一旦电池中的冷却剂和电池的内部部件已经达到热平衡,则可以获取冷却剂的温度。如以上所述的,在一些示例中,在执行416之前,可以完全停止冷却剂流。因此,在416处增加通过电池的冷却剂流可以包括启动(例如,通过将第一冷却剂阀和第二冷却剂阀中的一个或多个调节远离关闭位置)通过电池的冷却剂流。

[0093] 在416处增加通过电池的冷却剂流之后,方法400可以继续至418,在418处包括确定电池是否正在充电。也就是说,方法400在418处可以包括确定电池的焓是否正在增加和/或电池的温度是否正在增加。可以基于电池的最近的一组温度和/或荷电状态估计中的最近的一种来确定电池是否正在充电。基于电池的温度和/或荷电状态的趋势,可以确定电池是正在充电还是放电。然而,在其他示例中,可以基于热源气门的位置、热源泵的转速和第一冷却剂阀与第二冷却剂阀中的一个或多个的位置中的一个或多个来确定电池是正在充电还是放电。例如,如果第一冷却剂阀与第二冷却剂阀中的一个或多个关闭、且冷却剂没有循环通过电池、并且热源泵开启且热源气门打开,那么由于来自排气的热能被电池的内部部件吸收,电池的焓可以增加,且因此可以确定电池正在充电。相反地,如果热源泵关闭、和/或热源气门关闭,且冷却剂循环通过电池,则可以确定电池正在放电。

[0094] 如果在418处确定电池没有正在充电(例如,放电),则方法400可以从418继续至420,在420处包括基于冷却剂温度和两种PCM中的一个或多个化学性质来确定热电池的荷电状态。化学性质可以包括内部热传递速率、扩散速率、达到分子排列的时间、特定的热、PCM的相变温度、PCM的潜伏热容量、PCM的质量、环境压力、海拔和冷却剂系统压力中的一个或多个。附加地,第一传递函数可以应用至从温度传感器所接收的输入且可以将传感器

接收的冷却剂温度估计转换成电池的荷电状态的估计。第一传递函数可以是使冷却剂的温度与电池的荷电状态关联的非线性传递函数。因此,控制器可以基于第一传递函数使用查询表将冷却剂温度读数(例如,从温度传感器接收的输入)转换成荷电状态估计。然而,在其他示例中,第一传递函数可以是线性传递函数。第一传递函数可以对应于电池放电时冷却剂温度与电池的荷电状态之间的已知关系。

[0095] 然而,如果在418处确定电池正在充电,则方法400可以从418继续至422,在422处包括基于所测量的冷却剂温度和两种PCM的一个或多个化学性质来确定电池的荷电状态。化学性质可以包括内部热传递速率、扩散速率、达到分子排列的时间、特定的热、PCM的相变温度、PCM的潜伏热容量、PCM的质量、环境压力、海拔和冷却剂系统压力中的一个或多个。附加地,第二传递函数可以应用至从温度传感器接收的输入且可以将冷却剂温度估计转换成荷电状态的估计。第二传递函数可以是非线性传递函数。然而,在其他示例中,第二传递函数可以是线性传递函数。第二传递函数可以不同于第一传递函数。具体地,第二传递函数可以将冷却剂温度(例如,从温度传感器接收的输入)沿已知充电曲线转换成电池的荷电状态。即,对于给定的冷却剂温度的电池的荷电状态可以取决于电池是正在充电还是正在放电而不同。因此,可以使用不同的传递函数来确定电池充电时而非电池放电时的电池的荷电状态。方法400然后可以从420或422返回。

[0096] 现在转至图5,其示出了用于确定以上参照图3所述的电池的荷电状态的第二示例方法500。然而,在方法500中,冷却剂流可以主动停止达一持续时间,直到电池与冷却剂达到热平衡,且然后通过电池的冷却剂流可以恢复,且可以获取冷却剂的温度测量值且该温度测量值用于推断电池的荷电状态。

[0097] 方法500开始于502,在502处包括确定是否期望估计热电池的荷电状态。例如,自最近的荷电状态估计起已经经过了多于阈值持续时间时,可以期望确定电池的荷电状态。因此,可以有规律的间隔来执行电池的荷电状态的估计。然而,在进一步的示例中,估计电池的荷电状态所处于的速率可以基于电池的荷电状态、冷却剂的温度、电池的充电和/或放电的速率、排气温度、期望的冷却剂温度变化等中的一个或多个。在其他示例中,当期望的冷却剂温度变化时和/或当排气温度变化超过阈值时等,可以期望估计电池的荷电状态。

[0098] 如果在502处确定不期望电池的荷电状态估计,则方法500可以从502继续至504,在504处包括根据需继续使冷却剂流动通过热电池以实现期望的冷却剂温度。方法500然后可以返回。

[0099] 然而,如果在502处确定期望对电池的荷电状态估计,则方法500可以从502前进至506,在506处包括将通过电池的冷却剂流减少至阈值流速率。在一些示例中,阈值流速率可以近似为零。因此,方法500在506处可以包括停止通过电池的冷却剂流。然而,在其他示例中,在506处阈值流速率可以大于零。

[0100] 在506处将通过电池的冷却剂流减少至阈值流速率之后,方法500可以从506继续至508,在508处包括以以上参照图4的408所述的相同或类似的方式,基于最近的冷却剂温度测量值和/或电池的荷电状态估计来确定达到电池与电池中的冷却剂的热平衡的持续时间。因此,方法在506处可以包括确定继续停止通过电池的冷却剂流的时间量。

[0101] 方法500然后可以从508继续至510,其中方法在510处可以包括等待所述持续时间。因此,方法在510处可以包括继续阻止通过电池的冷却剂流达所述持续时间。更简单地,

方法500在510处可以包括使冷却剂在热电池中停滞,直到冷却剂与热电池的部件达到热平衡。具体地,方法500在510处可以包括将第一冷却剂阀和/或第二冷却剂阀中的一个或多个调节至它们相应的关闭的第一位置。以这种方式,方法500在510处可以包括停止通过电池的冷却剂流达持续时间。

[0102] 在510处等待所述持续时间之后,方法500然后可以继续至512,在512处包括以与以上参照图4的416所述的相同的或类似的方式增加通过电池的冷却剂流并测量冷却剂离开电池时的冷却剂温度。

[0103] 在测量冷却剂离开热电池时的冷却剂温度之后,方法500然后可以从512继续至514,其中方法500在514处包括以与先前以上参照图4的418所述的相同的或类似的方式来确定电池是否正在充电。如果电池没有正在充电,则方法500可以从514继续至516,在516处包括以与以上参照图4的420所述的相同的或类似的方式基于测量的冷却剂温度和PCM的一个或多个化学性质来确定电池的荷电状态。然而,如果电池正在充电,则方法500可以从514继续至518,在518处包括以与以上参照图4的422所述的相同的或类似的方式基于测量的冷却剂温度和PCM的一个或多个化学性质来确定电池的荷电状态。方法500然后可以从516或518返回。

[0104] 现在转至图6,其示出以上参照图3所述的用于确定当具有不同相变温度的第一PCM(例如,图2B和图2C中所示的PCM 220)和第二PCM(图2B和图2C中所示的PCM 224)在电池中彼此被分离成不同电池单元(例如,图2B和图2C中所示的单元218和单元222)时电池的荷电状态的第三示例方法600。在方法600中,可以基于一个或多个PCM的温度变化来估计电池的荷电状态。具体地,当第一PCM或第二PCM中的一个正在经历相变时,未经历相变的PCM的温度可以用来估计电池的荷电状态。由于PCM可彼此被分离成不同的单元,所以PCM之间的热传递可以不是同时的。如此,当PCM中的一个正在以近似恒定的温度经历相变时,另一个PCM可以继续变化温度。基于未经历相变的PCM的温度,可以获得经历相变的PCM的焓水平的估计,且因此可以进行更精确的电池的荷电状态的测量。

[0105] 方法600开始于602,在602处包括监测第一PCM和第二PCM的温度。在一些示例中,可以经由来自定位在容纳PCM的电池单元中的PCM温度传感器(例如,图2B和图2C中所示的温度传感器230和温度传感器232)的输出来监测第一PCM与第二PCM的温度。在此类示例中,重要的是要注意,可以连续地监测PCM的温度,且因此在执行方法600的其余步骤的同时,控制器可以执行602。在其他示例中,可以基于来自定位在冷却剂出口中的冷却剂出口温度传感器(例如,图2A至图2E中所示的温度传感器112)的输出来估计第一PCM与第二PCM的温度。

[0106] 方法可以从602前进至604,在604处包括以与以上参照图4中示出的418所述的相同的或类似的方式来确定电池是否正在充电。然而,在其他示例中,方法600在604处可以包括基于PCM中的一个或多个的温度变化来确定电池是否正在充电。因此,如果PCM中的一个或多的温度正在下降,则可以确定电池正在放电。然而,如果PCM中的一个或多的温度正在增加,则在604处可以确定电池正在充电。

[0107] 如果在604处电池正在充电,则方法600可以从604继续至606,在606处包括确定第一PCM是否处于其相变温度处。因此,方法600在606处可以包括基于第一PCM的温度和第一PCM的已知相变温度来确定第一PCM是否正在经历相变。如果第一PCM的温度与其相变温度近似相同,则可以在606处确定PCM正在经历相变。

[0108] 如果在606处确定第一PCM处于其相变温度处,则方法600可以从606继续至608,在608处包括基于第二PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或对流速率的电池内的热传递以及第一传递函数来估计电池的荷电状态。第一传递函数在一些示例中可以是非线性传递函数。然而,在其他示例中,第一传递函数可以是线性传递函数。第一传递函数可以将第二PCM温度测量值的输入转换成对应于电池的荷电状态的估计的输出。方法600然后返回。

[0109] 然而,如果在606处确定第一PCM没有处于其相变温度,则方法600可以从606前进至610,在610处包括确定第二PCM是否处于其相变温度处。因此,方法600在610处可以包括基于第二PCM的温度和第二PCM的已知相变温度来确定第二PCM是否正在经历相变。如果第二PCM的温度与其相变温度近似相同,则可以在610处确定第二PCM正在经历相变。

[0110] 如果在610处确定第二PCM处于其相变温度处,则方法600可以从610继续至612,在612处包括基于第一PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或约定速率的电池内的热传递以及第二传递函数来估计电池的荷电状态。第二传递函数在一些示例中可以是非线性传递函数。然而,在其他示例中,第二传递函数可以是线性传递函数。第二传递函数可以将第一PCM温度测量值的输入转换成对应于电池的荷电状态的估计的输出。方法600然后返回。

[0111] 然而,如果在610处确定第二PCM的温度未处于其相变温度处,则方法600可以继续至614,在614处包括基于第一PCM与第二PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或约定速率的电池内的热传递以及第三传递函数来确定电池的荷电状态。也就是说,基于第一PCM与第二PCM的温度,当电池正在充电时,控制器可以基于使电池的荷电状态与PCM温度相关联的查询表来确定电池的荷电状态。方法600然后可以返回。

[0112] 返回至604,如果确定电池正在放电,则方法600可以从604继续至616,在616处包括以与上面在606描述的相同或类似方式确定第一PCM是否在其相变温度。

[0113] 如果在616处确定第一PCM在其相变温度,则方法600可以从616继续至618,在618处包括基于第二PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或约定速率的电池内的热传递以及第四传递函数来估计电池的荷电状态。方法600然后返回。

[0114] 然而,如果在616处确定第一PCM未处于其相变温度,则方法600可以从616前进至620,在620处包括以与以上在610处所述的相同或类似的方式来确定第二PCM是否处于其相变温度处。

[0115] 如果在620处确定第二PCM处于其相变温度,则方法600可以从620继续至622,在622处包括基于第一PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或约定速率的电池内的热传递以及第五传递函数来估计电池的荷电状态。方法600然后返回。

[0116] 然而,如果在620处确定第二PCM的温度未处于其相变温度,则方法600可以继续至624,在624处包括基于第一PCM与第二PCM的温度、PCM的一个或多个化学性质、包括传导速率和/或约定速率的电池内的热传递以及第六传递函数来确定电池的荷电状态。也就是说,基于第一PCM与第二PCM的温度,当电池正在放电时,控制器可以基于使电池的荷电状态与PCM温度相关联的查询表来确定电池的荷电状态。方法600然后可以返回。

[0117] 现在转至图7,其示出了描绘在改变发动机工况期间通过热电池(例如,图2A至图2E中所示的电池202)的冷却剂流的变化了的曲线图700。具体地,在曲线702处示出通过电池

的冷却剂流的变化。如以上参照图1B与图3至图6所述的,通过调节定位在电池的冷却剂入口和/或冷却剂出口附近的一个或多个气门的位置可以调节通过电池的冷却剂流。此外,可以基于冷却剂阀的一个或二者的位置来估计通过电池的冷却剂流速率。在曲线504处示出电池的荷电状态。可以基于在冷却剂离开电池时在电池的冷却剂出口最近获取的冷却剂的温度来获得电池的荷电状态的估计。在曲线506处示出热源气门(例如,图1B中所示的气门120)的位置。可以打开热源气门以使流体在排气通道(例如,图1A和图1B中示出的排气通道48)与热电池之间循环以用于将来自较温暖的排气的热能传递至较冷的热电池。具体地,热源气门可以在关闭的第一位置与打开的第二位置之间调节,在关闭的第一位置处,几乎没有流体流动通过且因此基本上没有热被传递至热电池,在打开的第二位置处,流体流动通过气门且因此热被增加至热电池。曲线508描绘了电池中的冷却剂与被包括在电池中的一个或多个PCM(例如,图2B和图2C中所示的PCM 220与PCM 224)的温度之间的温差。

[0118] 在 $t_1$ 之前开始,冷却剂可以流动通过电池,且热源气门可以关闭。如此,随着冷却剂流动通过电池,由于冷却剂可以从电池抽取热能,电池的荷电状态可以下降。此外,冷却剂可以处于与电池的PCM基本不同的温度处。

[0119] 在 $t_1$ 处,可以期望电池的荷电状态估计,且因此可以停止通过电池的冷却剂流。因此,在 $t_1$ 处冷却剂流可以减少至大约为零。因此,电池的荷电状态可以开始趋向平稳和/或停止放电。热源气门可以保持关闭,且冷却剂与PCM之间的温差可以继续减小。

[0120] 在 $t_1$ 与 $t_2$ 之间,通过电池的冷却剂流可以保持停滞,且电池的荷电状态可以保持近似相同。此外,热源气门可以保持关闭,且冷却剂与PCM之间的温差继续减小。在 $t_2$ 处,冷却剂与PCM之间的温差可达到阈值709。阈值709在一些示例中可以近似为零,且因此可以表示热电池中的冷却剂的冷却剂温度与电池的PCM的温度近似相同的状况。因此,阈值709可以表示内部电池部件与电池中的冷却剂的热平衡。然而,在其他示例中,阈值709可以大于零。

[0121] 因此,在 $t_2$ 处,当已经在电池内达到热平衡时,通过打开冷却剂阀中的一个或多个,通过电池的冷却剂流可以重新接通(turn back on)。当已经与内部电池部件达到热平衡的冷却剂在 $t_2$ 处离开电池时,可以经由温度传感器(例如,图1B至图2E中所示的温度传感器112)测量冷却剂的温度,且可以基于冷却剂离开电池时的冷却剂温度来估计电池的荷电状态。在 $t_2$ 处热源气门可以保持关闭。

[0122] 在 $t_2$ 与 $t_3$ 之间,冷却剂可以继续流动通过电池,且因此电池的荷电状态可以下降。热源气门可以保持关闭,并且冷却剂与PCM之间的温差随着通过电池的冷却剂流恢复可以最初增加且随着冷却剂预热至电池的温度而可以开始下降。在 $t_3$ 处,冷却剂温度可以达到期望的冷却剂温度,且因此不再期望通过电池的冷却剂流。

[0123] 因此,在 $t_3$ 处可以切断冷却剂流,且因此,电池在 $t_3$ 处可以停止放电。热源气门在 $t_3$ 处可以保持关闭,且电池中的冷却剂可以继续预热至电池中的PCM的温度。在 $t_3$ 与 $t_4$ 之间,可以继续不期望由热电池预热冷却剂。由于电池中的停滞的冷却剂可以与电池达到热平衡,所以冷却剂与电池之间的温差可以继续减小。因此,在 $t_3$ 与 $t_4$ 之间,冷却剂的温度可以达到与电池中的PCM近似相同的温度。热源气门可以保持关闭,且因此电池的荷电状态可以保持相对恒定。

[0124] 在 $t_4$ 处,可以期望通过热电池为冷却剂预热,且因此通过电池的冷却剂流可以恢复。由于在 $t_3$ 与 $t_4$ 之间电池中的冷却剂达到与电池的热平衡,所以响应于通过电池的冷却剂

流恢复,可以在 $t_4$ 处基于冷却剂离开电池时的冷却剂温度进行电池的荷电状态的估计。热源气门在 $t_4$ 处可以保持关闭。

[0125] 在 $t_4$ 与 $t_5$ 之间,冷却剂可以继续流动通过电池,且因此电池的荷电状态可以下降。热源气门可以保持关闭,且冷却剂与PCM之间的温差可以随着通过电池的冷却剂流恢复而最初增加且随着冷却剂预热至电池的温度而可以开始下降。在 $t_5$ 处,可以期望电池的荷电状态的估计,且因此,可以在 $t_5$ 处停止通过电池的冷却剂流。热源气门在 $t_5$ 处可以保持关闭,且由于电池中的冷却剂可以由电池来预热,所以冷却剂与电池之间的温差可以减小。

[0126] 在 $t_5$ 与 $t_6$ 之间,通过电池的冷却剂流可以保持切断。由于电池中的停滞的冷却剂可以达到与电池的热平衡,冷却剂与电池之间的温差可以继续减小。因此,在 $t_5$ 与 $t_6$ 之间,冷却剂的温度可以达到与电池中的PCM近似相同的温度。热源气门可以保持关闭,且电池的荷电状态可以保持相对恒定。

[0127] 在 $t_6$ 处,响应于电池中的冷却剂达到与电池的热平衡,通过电池的冷却剂流可以恢复。当冷却剂流出电池时,可以测量冷却剂的温度,且可以确定电池的荷电状态的估计。电池的荷电状态可以降低到低于阈值荷电状态705。响应于估计的荷电状态在 $t_6$ 处降低到低于阈值705,热源气门可以在 $t_6$ 处打开,以将来自排气的热传递至电池,且因此为电池充电。因此,电池充电可以在 $t_6$ 处开始。

[0128] 在 $t_6$ 与 $t_7$ 之间,可以期望由热电池预热冷却剂,且因此,通过电池的冷却剂流可以继续。冷却剂与PCM之间的温差可以随着通过电池的冷却剂流恢复而最初增加且然后随着冷却剂预热至电池的温度而可以减小。热源气门可以在 $t_6$ 与 $t_7$ 之间保持打开,且因此电池的荷电状态可以增加。然而,由于冷却剂在 $t_6$ 与 $t_7$ 之间依然流动通过电池,所以电池在 $t_6$ 与 $t_7$ 之间可以以较低的第一速率充电。

[0129] 在 $t_7$ 处,可以不再期望由热电池预热冷却剂,且因此,通过电池的冷却剂流可以停止。热源气门可以保持打开,且由于在 $t_7$ 处通过电池的冷却剂流的停止,电池可以开始以较高的第二速率充电。随着电池中的停滞的冷却剂被电池预热,冷却剂与电池之间的温差可以继续减小。由于电池的充电,冷却剂的预热可以增强。

[0130] 在 $t_7$ 与 $t_8$ 之间,电池的荷电状态可以以较高的第二速率继续增加。因此,热源气门保持打开,且冷却剂与PCM之间的温差可以继续减小。冷却剂流在 $t_7$ 与 $t_8$ 之间保持切断。

[0131] 在 $t_8$ 处,电池可以达到充满电的荷电状态,且响应于电池达到充满电状态,热源气门可以关闭。因此,电池的充电可以在 $t_8$ 处停止。此外,响应于在 $t_8$ 处增加的期望的冷却剂温度,通过电池的冷却剂流可以恢复。冷却剂与PCM之间的温差可以随着通过电池的冷却剂流恢复而最初增加且然后随着冷却剂预热至电池的温度而可以减小。

[0132] 在 $t_8$ 之后,冷却剂可以继续流动通过电池,热源气门可以保持关闭,且因此,电池的荷电状态可以从充满电状态下降。随着冷却剂被预热,冷却剂与PCM之间的温差可以减小。

[0133] 因此,热电池可以包括具有不同相变温度的两种相变材料。当包括在热电池中的冷却剂与PCM达到热平衡时,可以测量离开电池的冷却剂的温度,且可以基于所测量的冷却剂温度来估计电池的荷电状态。具体地,可以暂时地停止通过电池的冷却剂流,直到电池中的冷却剂停滞且电池的内部部件与电池内的冷却剂二者达到热平衡。然后,冷却剂流可以恢复,且可以测量冷却剂离开电池时的停滞的冷却剂的温度。基于冷却剂温度,可以获得电

池的荷电状态的估计。

[0134] 以这种方式,通过停止通过电池的冷却剂流,直到达到电池内的热平衡,且然后恢复冷却剂流并测量冷却剂离开电池时的冷却剂的温度,可以实现增加热电池的荷电状态的估计的精度技术效果。以这种方式,离开电池的冷却剂的温度可以更接近地匹配电池的实际温度。因此,冷却剂温度与电池之间的差异可以减小。如此,基于离开电池的冷却剂的温度电池的荷电状态的估计的精度可以增加。通过增加电池的荷电状态的估计的精度,加热效率且因此燃料经济性可以增加。

[0135] 在一个示例中,一种方法可以包括:在电池与包括在其中的冷却剂已经达到热平衡之后,估计热电池的温度;以及基于所估计的温度和第一传递函数与第二传递函数中的一个确定电池的荷电状态。附加地或替代地,可以基于来自耦接至电池的冷却剂出口的温度传感器的输出来估计热电池的温度,其中所述传感器可以经配置测量离开电池的冷却剂的温度。在以上方法的任一个或方法的组合中,当电池正在充电时,可以基于所估计的温度和第一传递函数来确定电池的荷电状态。在以上方法的任一个中,当电池正在放电时,可以基于所估计的温度和第二传递函数来确定电池的荷电状态。在以上方法的任一个或方法的组合中还可以包括:在估计热电池的温度之前,停止通过热电池的冷却剂流,直到热电池与包括在其中的冷却剂已经达到热平衡。在以上方法的任一个或方法的组合中,停止通过热电池的冷却剂流可以包括将冷却剂阀调节至第一位置以使冷却剂旁通绕开热电池。在以上方法的任一个或方法的组合中还可以包括在热电池与包括在其中的冷却剂已经达到热平衡之后,恢复通过热电池的冷却剂流。此外,恢复通过热电池的冷却剂流包括将冷却剂阀调节远离第一位置以使冷却剂循环通过热电池。

[0136] 在另一示例中,热电池系统可以包括:热存储设备,所述热存储设备包括具有第一相变温度的第一相变材料和具有第二不同相变温度的第二相变材料;冷却剂阀,其在第一位置与第二位置之间可调节以将热存储设备选择性地耦接至发动机冷却剂回路并调控循环通过热存储设备的冷却剂的量;用于估计设备的温度的温度传感器;以及具有非暂时性计算机可读指令的控制器,用于:当设备内的冷却剂已经停止超过一阈值持续时间时,估计设备的温度;以及基于所估计的温度和第一传递函数与第二传递函数中的一个确定电池系统的荷电状态。在一些示例中,第一相变材料与第二相变层材料可以以混合物的形式组合在一起。附加地或替代地,所述混合物可以包括一种相变材料比另一种相变材料更多。然而,在其他示例中,第一相变材料和第二相变材料可以彼此被分离成不同的电池单元。以上系统中的任一个或系统的组合还可以包括热交换环路,所述热交换环路被安排为至少部分地在发动机系统的排气通道内且至少部分地在热存储设备内,所述热交换环路包括循环通过其的冷却剂,以用于将来自排气通道的热能传递至热存储设备。以上系统中的任一个或系统的组合中,控制器还可以配置有存储在存储器中的指令,用于:响应于设备的荷电状态的估计的请求,停止通过设备的冷却剂流达一持续时间;在等待所述持续时间之后,恢复冷却剂流;以及基于经由来自定位在设备的冷却剂出口附近的温度传感器的输出的冷却剂离开设备时冷却剂的温度来估计电池的荷电状态。以上系统中的任一个或系统的组合中,所示持续时间可以是用于包括在设备内的冷却剂与包括相变材料的设备的内部部件达到热平衡的时间量,且其中可以基于最近的冷却剂温度测量值与最近的电池的荷电状态估计来计算所述持续时间。



[0137] 在又一示例中,一种用于发动机冷却系统的方法可以包括:停止通过包含具有不同熔点的两种相变材料的热存储设备的冷却剂流达一持续时间;在所述持续时间之后恢复通过热存储设备的冷却剂流并基于来自定位在设备的冷却剂出口附近的温度传感器的输出来估计离开热存储设备的冷却剂温度;以及基于所估计的冷却剂温度与第一传递函数与第二传递函数中的一个计算设备的荷电状态。附加地,所述持续时间可以包括用于被包含于设备内的冷却剂和包含相变材料的设备的内部部件达到热平衡的时间量,并且其中可以基于最近的冷却剂温度测量值和最近的电池的荷电状态估计来计算所述持续时间。以上方法的任一个或方法的组合中,当设备正在充电时,可以基于估计的冷却剂温度和第一传递函数来计算设备的荷电状态。以上方法的任一个或方法的组合中,当设备正在放电时,可以基于估计的冷却剂温度和第二传递函数来计算设备的荷电状态。以上方法的任一个或方法的组合还可以包括当设备和/或包括在设备内的冷却剂未处于热平衡时,基于冷却剂离开设备时的冷却剂的温度、第三传递函数、设备内的内部热传递、相变材料的相变温度、相变材料的潜伏热容量、相变材料的质量、环境压力、海拔以及冷却剂系统压力中的一个或多个来估计设备的荷电状态。

[0138] 应当注意,本文所包括的示例控制和估计程序能够与各种发动机和/或车辆系统配置一起使用。本文所描述的具体程序可表示任何数量的处理策略中的一个或多个,诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等。如此,所图示说明的各种动作、操作和/或功能可以以所图示说明的顺序进行、并行进行,或在一些情况下可以省略。同样地,处理的次序不是为了实现本文所描述的示例实施例的特征和优势所必需的,而是为了便于图示说明和描述而提供。一个或多个所图示说明的动作、操作和/或功能根据所使用的特定策略可以重复地执行。进一步地,所图示说明的动作、操作和/或功能可以图示地表示编程在发动机控制系统中的计算机可读存储介质的非暂时存储器中的代码。

[0139] 应当理解,本文所公开的配置和程序本质上是示例性的,并且因为很多变化是可能的,所以这些具体实施例不被认为有限制意义。例如,以上技术能够应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4缸和其他发动机类型。本公开的主题包括本文所公开的各种系统和配置以及其他特征、功能和/或性质的全部新颖的和非新颖性的组合以及子组合。

[0140] 以下的权利要求特别地指出被认为新颖的和非显而易见的某些组合和子组合。这些权利要求可涉及“一个”元件或“第一”元件或其等同物。这些权利要求应当理解成包括一个或多个这类元件的结合,既不要求也不排除两个或更多个这类元件。所公开的特征、功能、元件和/或性质的其他组合和子组合可以通过修改本权利要求或在本申请或相关申请中提出新权利要求来要求保护。这类权利要求,无论比原权利要求在范围上无论更宽、更窄、相等或不同都被认为包含在公开的主题内。

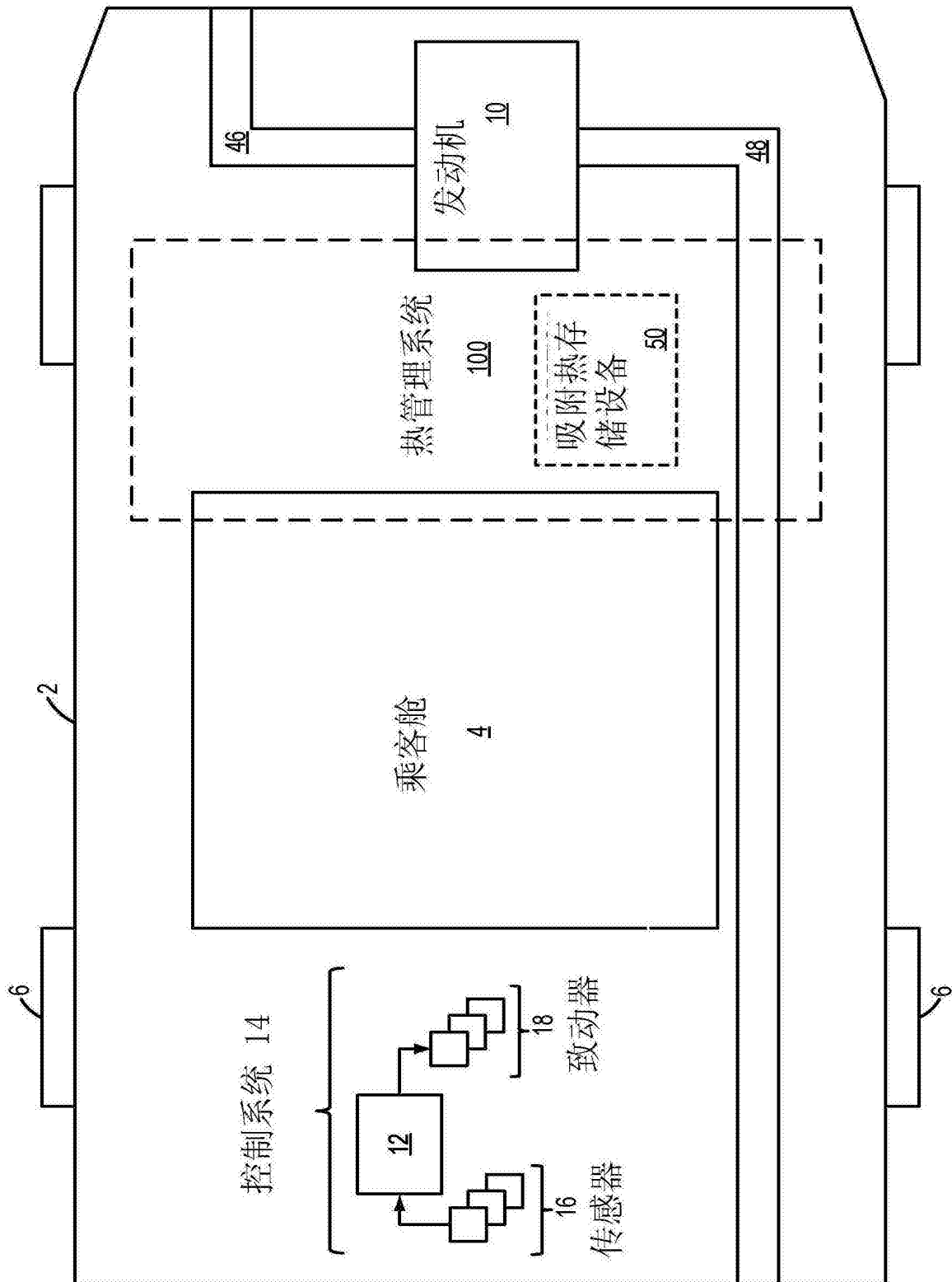


图1A



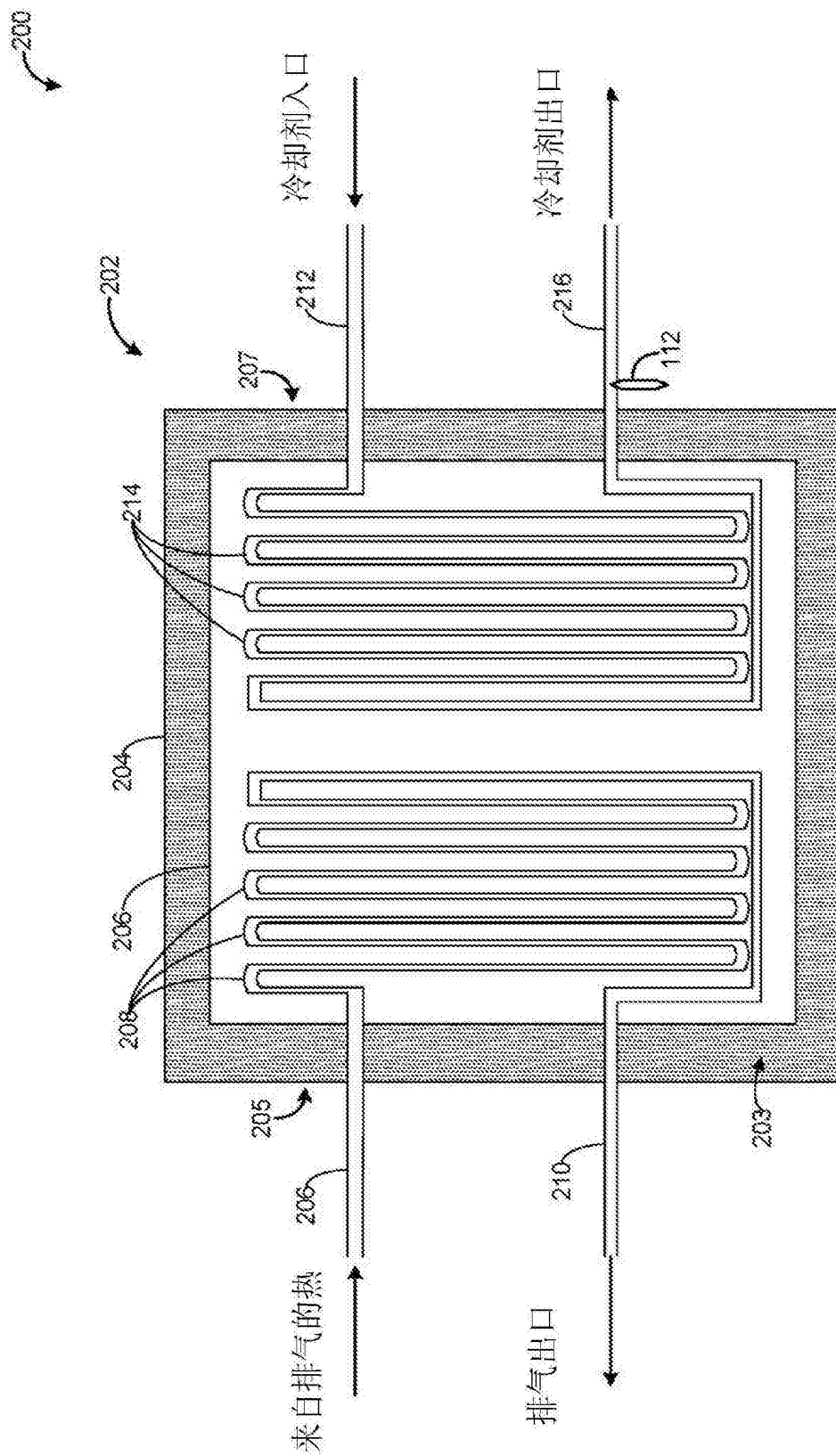


图2A

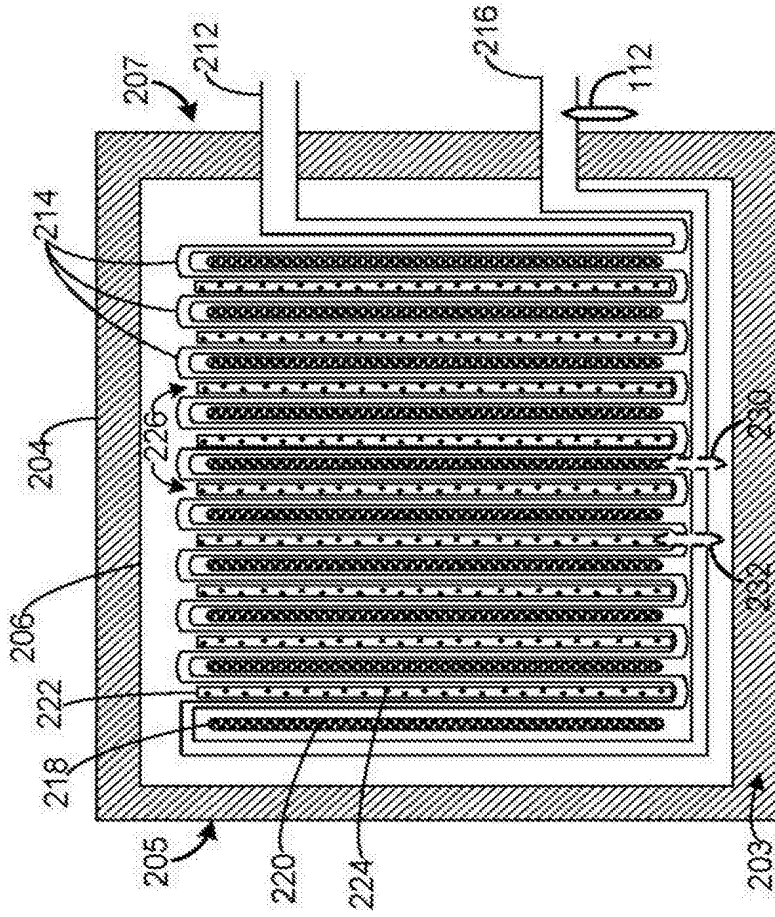


图2B

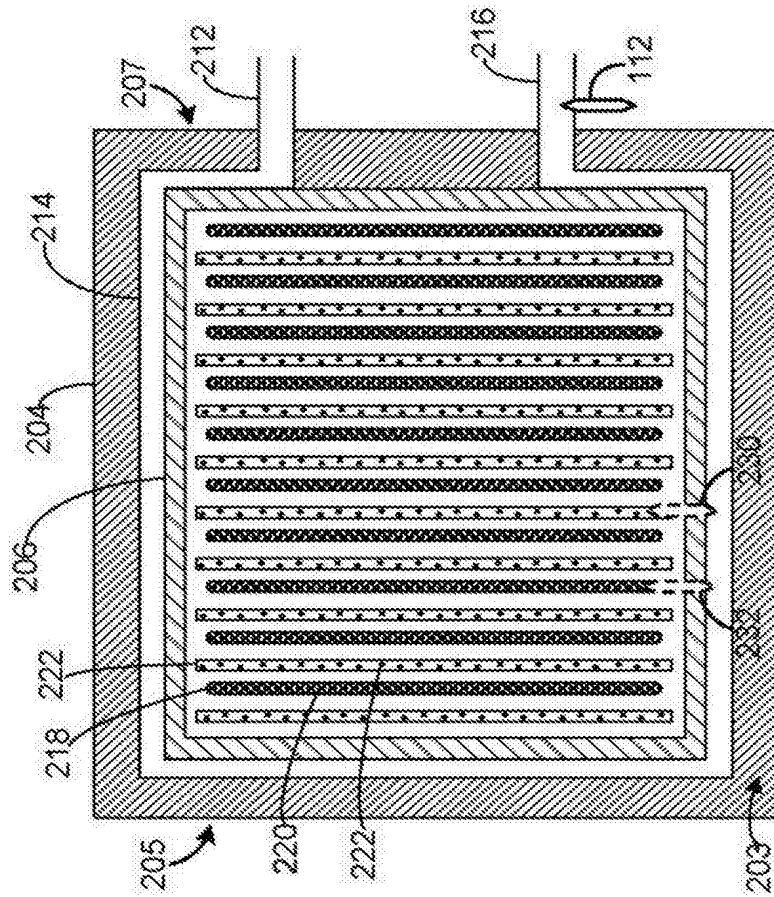


图2C



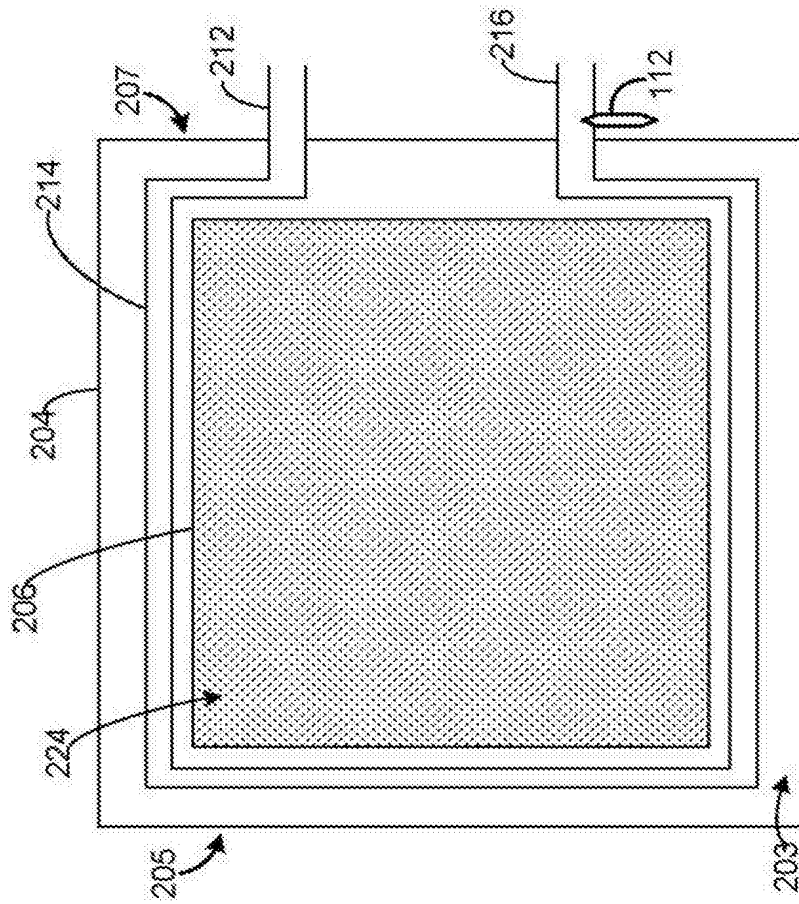


图2E



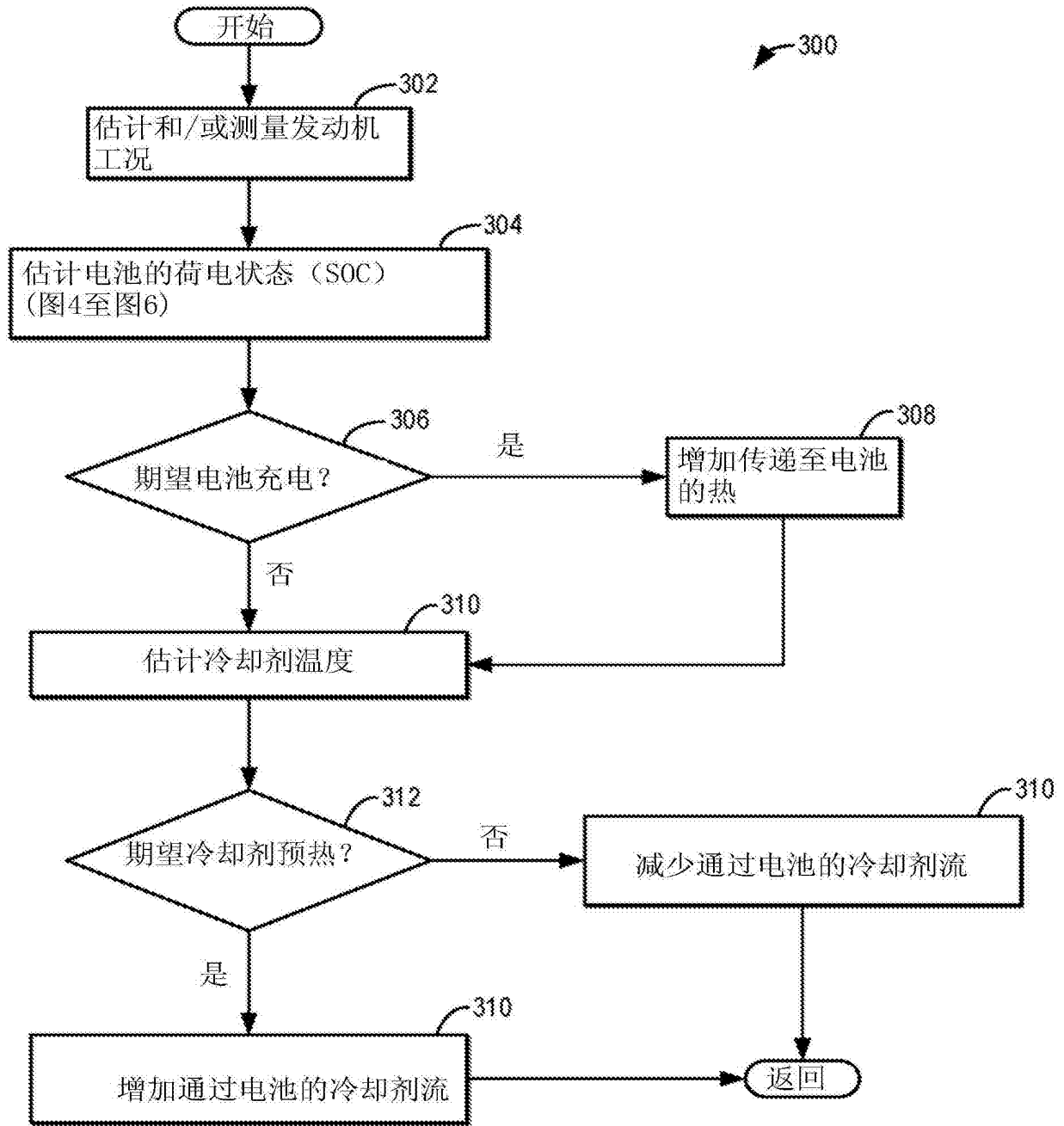


图3

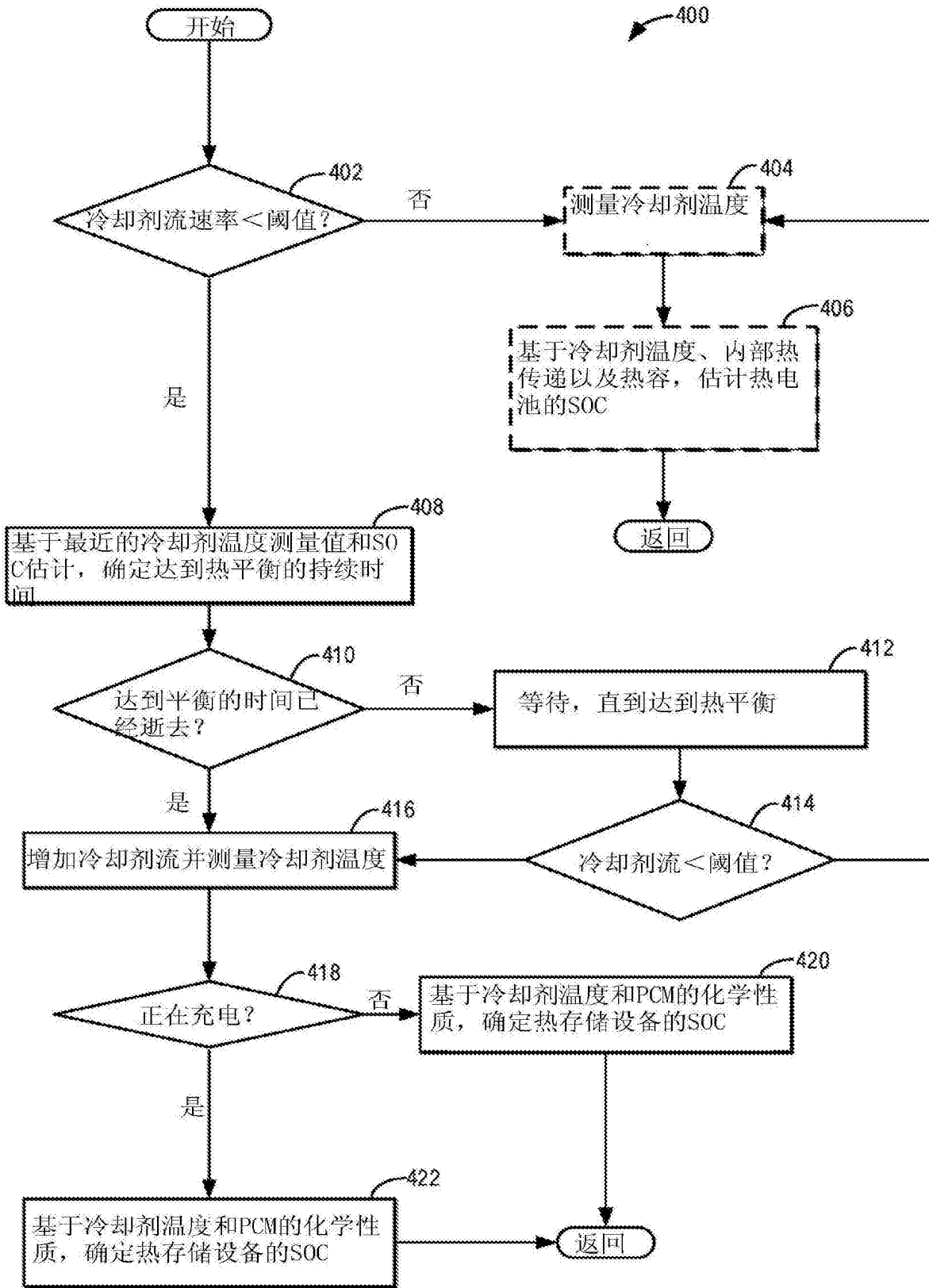


图4

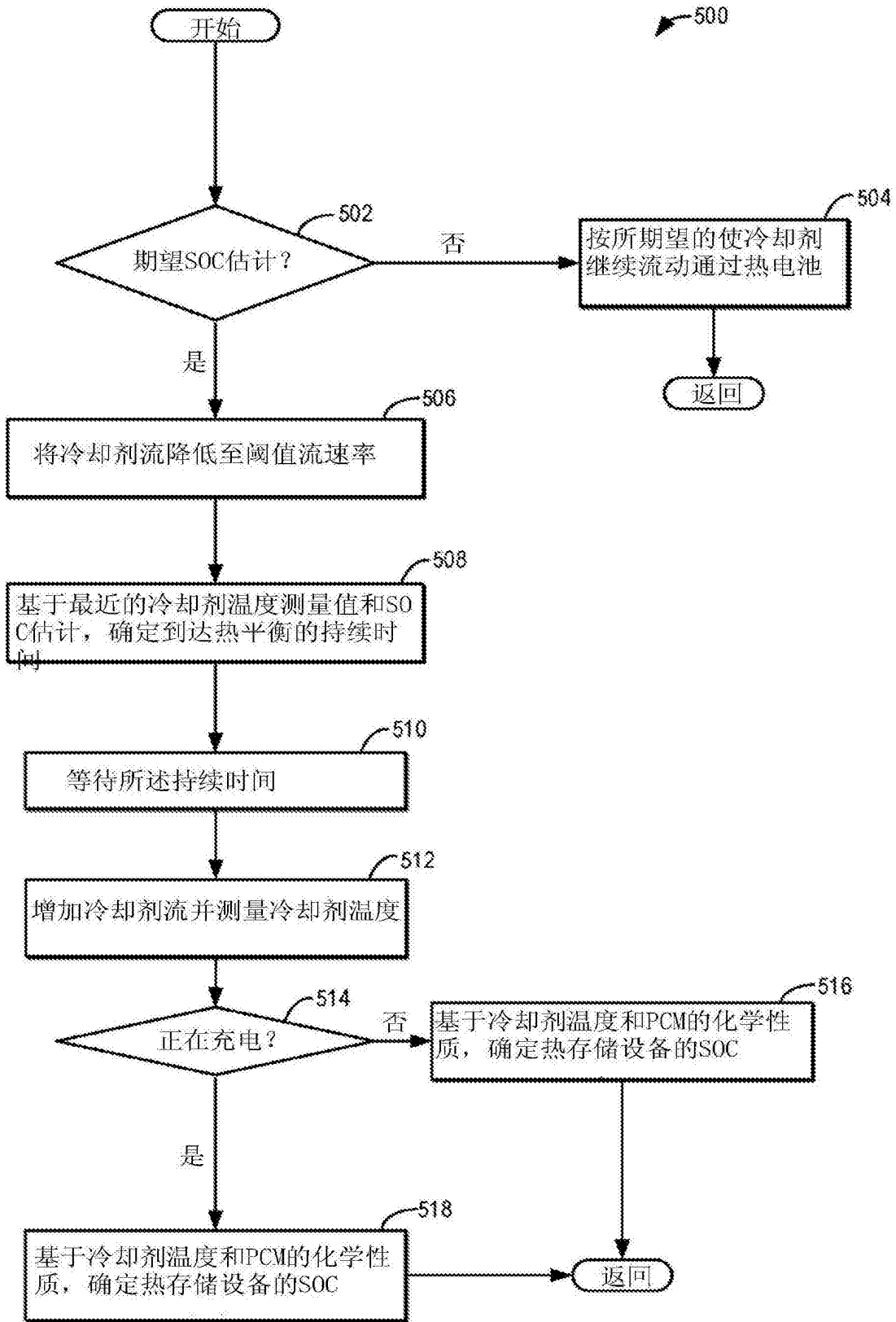


图5

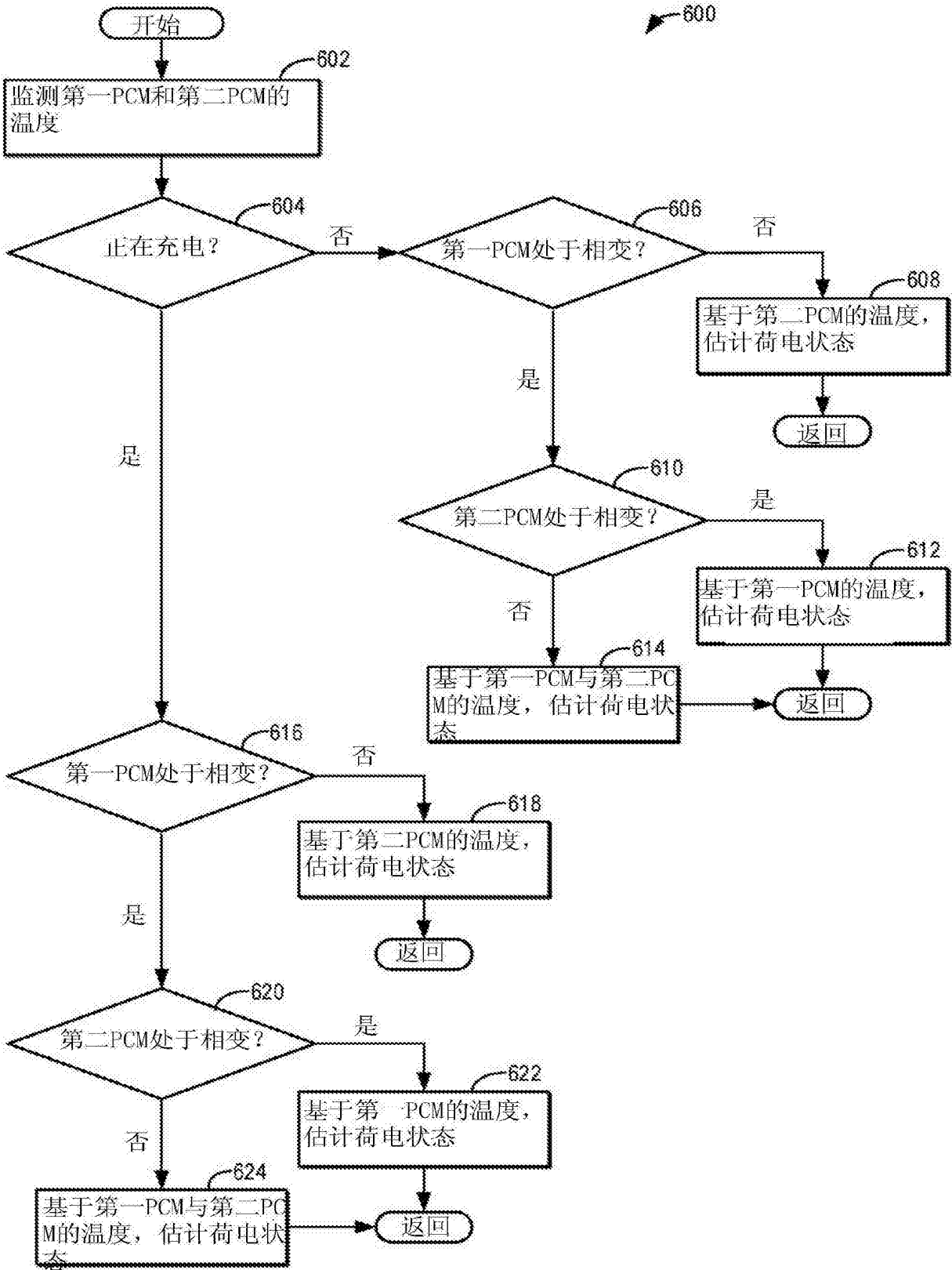


图6

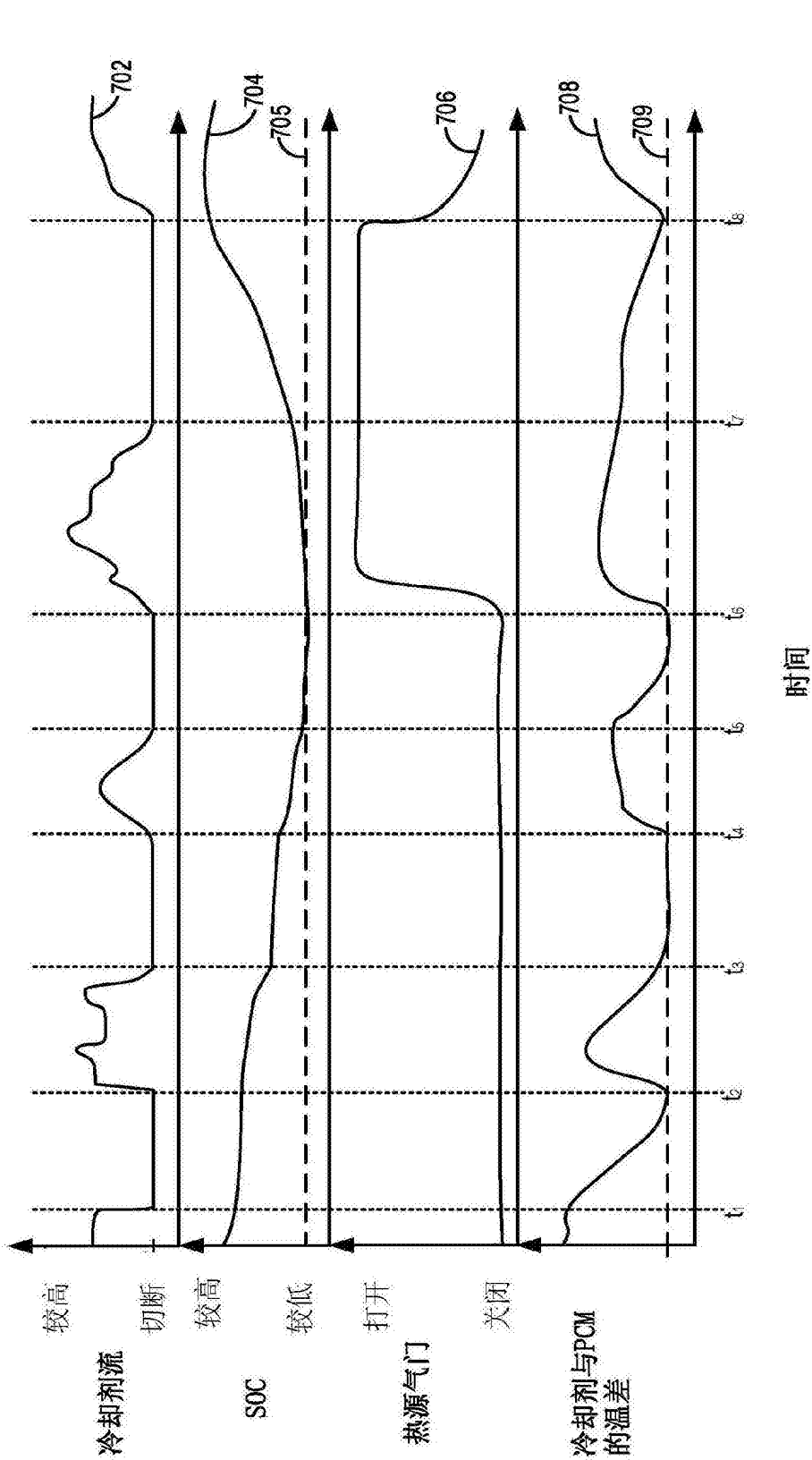


图7