



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105322249 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

(21) 申请号 201510427436.3

(22) 申请日 2015.07.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105322249 A

(43) 申请公布日 2016.02.10

(30) 优先权数据  
14/446,477 2014.07.30 US

(73) 专利权人 福特全球技术公司  
地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道  
330号800室

(72) 发明人 安杰尔·费尔南多·波拉斯

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有  
限公司 11278

代理人 武硕

(51) Int.Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/635 (2014.01)

H01M 10/6569 (2014.01)

H01M 10/663 (2014.01)

B60L 58/26 (2019.01)

(56) 对比文件

US 2013175022 A1, 2013.07.11

CN 103180564 A, 2013.06.26

审查员 胡艳

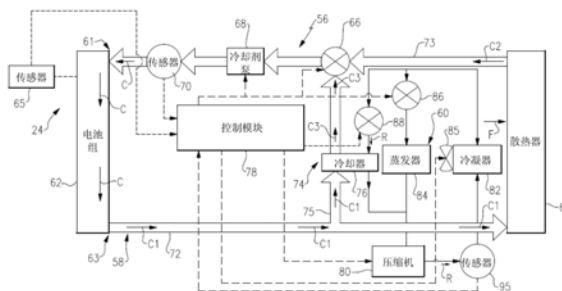
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

确定电气化车辆的电池热管理系统中的冷却剂泵的运行状态的方法

(57) 摘要

根据本公开的示例性方面的一种方法,除其他方面以外,包括在冷却器模式下控制电气化车辆的热管理系统以确定热管理系统的冷却剂泵的运行状态。



1. 一种用于确定电气化车辆高电压电池热管理系统的冷却剂泵运行状态的方法, 包含:

在冷却器模式下控制电气化车辆的热管理系统; 以及

将实际电池温度曲线与预期电池温度曲线相比较, 将实际冷却剂温度曲线与预期冷却剂温度曲线相比较, 以便确定所述热管理系统的冷却剂泵是开启还是关闭,

其中所述控制是通过所述热管理系统的控制模块进行的。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中响应于电路故障执行所述控制步骤。

3. 如权利要求2所述的方法, 其中所述电路故障包括检测对地短路或开路。

4. 如权利要求1所述的方法, 包含:

确定所述热管理系统的电池温度传感器和冷却剂温度传感器是否有效; 以及保存初始电池温度值和初始冷却剂温度值。

5. 如权利要求1所述的方法, 其中在冷却器模式下控制所述热管理系统包括:

使冷却剂的一部分通过冷却器回路循环;

命令所述冷却剂泵开启; 以及

打开控制阀以允许来自冷却器回路的冷却的冷却剂进入电池组的入口中。

6. 如权利要求1所述的方法, 其中所述控制步骤包括:

在所述冷却器模式下操作所述热管理系统阈值时间量; 以及

在所述阈值时间量已经消逝之后结束所述冷却器模式。

7. 如权利要求1所述的方法, 其中所述比较包含执行离散积分。

8. 如权利要求7所述的方法, 包含:

计算与所述实际电池温度曲线有关的实际电池温度面积;

计算所述实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值;

计算与所述实际冷却剂温度曲线有关的实际冷却剂温度面积; 以及

计算所述实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值。

9. 如权利要求8所述的方法, 包含:

如果所述实际电池温度面积和所述预期电池温度面积之间的所述差值超过电池温度阈值差值并且所述实际冷却剂温度面积和所述预期冷却剂温度面积之间的所述差值小于冷却剂温度阈值差值, 确定所述冷却剂泵关闭。

10. 如权利要求8所述的方法, 包含:

如果所述实际电池温度面积和所述预期电池温度面积之间的所述差值不超过电池温度阈值差值或所述实际冷却剂温度面积和所述预期冷却剂温度面积之间的所述差值不小于冷却剂温度阈值差值, 确定所述冷却剂泵开启。

11. 如权利要求8所述的方法, 其中通过在阈值时间量上执行离散积分来计算所述实际电池温度面积和所述实际冷却剂温度面积。

## 确定电气化车辆的电池热管理系统中的冷却剂泵的运行状态的方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于电气化车辆的高电压电池热管理系统。热管理系统可以在冷却器模式下操作以确定在一定条件下热管理系统的冷却剂泵的运行状态。

### 背景技术

[0002] 减少汽车和其他车辆中的燃料消耗和排放的需要是众所周知的。因此，正在开发减少对内燃发动机的依赖或完全消除对内燃发动机的依赖的车辆。电气化车辆是目前为了这个目的而正在开发的一种类型的车辆。通常，电气化车辆与传统的机动车辆不同，因为它们是由一个或多个电池供电的电机选择性地驱动。相比之下，传统的机动车辆完全依靠内燃发动机来驱动车辆。

[0003] 许多电气化车辆包括热管理系统，热管理系统在车辆操作期间管理包括车辆的高电压牵引电池组的各种组件的热需求。某些热管理系统提供作为液体冷却系统的一部分的电池组的主动加热或主动冷却。提高电气化车辆热管理系统的系统管理和操作是可取的。

### 发明内容

[0004] 根据本公开的示例性方面的一种方法，除其他方面以外，包括在冷却器模式下控制电气化车辆的热管理系统以确定热管理系统的冷却剂泵的运行状态。

[0005] 在上述方法的另一非限制性实施例中，响应于电路故障执行控制步骤。

[0006] 在任一上述方法的另一非限制性实施例中，电路故障包括检测对地短路或开路。

[0007] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，方法包括确定热管理系统的电池温度传感器和冷却剂温度传感器是否是有效的并且保存初始电池温度值和初始冷却剂温度值。

[0008] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，在冷却器模式下控制热管理系统包括使冷却剂的一部分通过冷却器回路循环、命令冷却剂泵开启 (ON) 并且打开控制阀以允许来自冷却器回路的冷却的冷却剂进入电池组的入口。

[0009] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，控制步骤包括在冷却器模式下操作热管理系统阈值时间量并且在阈值时间量已经消逝之后结束冷却器模式。

[0010] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，方法包括将实际电池温度曲线与预期电池温度曲线相比较并且将实际冷却剂温度曲线与预期冷却剂温度曲线相比较。

[0011] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，方法包括计算与实际电池温度曲线有关的实际电池温度面积、计算实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值、计算与实际冷却剂温度曲线有关的实际冷却剂温度面积并且计算实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值。

[0012] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中，方法包括如果实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值超过电池温度阈值差值并且实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值小于冷却剂温度阈值差值，则确定冷却剂泵关闭 (OFF)。

[0013] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中,方法包括如果实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值不超过电池温度阈值差值或实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值不小于冷却剂温度阈值差值,则确定冷却剂泵开启。

[0014] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中,通过在阈值时间量期间执行离散积分来计算实际电池温度面积和实际冷却剂温度面积。

[0015] 根据本公开的另一示例性方面的一种方法,除其他方面以外,包括在冷却器模式下操作电气化车辆的热管理系统的冷却剂子系统、将实际电池温度曲线与预期电池温度曲线相比较、将实际冷却剂温度曲线与预期冷却剂温度曲线相比较以及基于比较步骤确定冷却剂子系统的冷却剂泵的运行状态。

[0016] 在上述方法的另一非限制性实施例中,操作步骤包括使冷却剂的一部分通过冷却剂子系统的冷却器回路循环、命令冷却剂泵开启并且打开冷却剂子系统的控制阀以允许来自冷却器回路的冷却的冷却剂传送到电池组的入口。

[0017] 在任一上述方法的另一非限制性实施例中,将实际电池温度曲线与预期电池温度曲线相比较包括求实际电池温度曲线的积分以计算与实际电池温度曲线有关的实际电池温度面积,以及计算实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值。

[0018] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中,将实际冷却剂温度曲线与预期冷却剂温度曲线相比较包括求实际冷却剂温度曲线的积分以计算与实际冷却剂温度曲线有关的实际冷却剂温度面积,以及计算实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值。

[0019] 在任何上述方法的另一非限制性实施例中,确定步骤包括:如果实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值超过电池温度阈值差值并且实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值小于冷却剂温度阈值差值,则确定冷却剂泵关闭,或者,如果实际电池温度面积和预期电池温度面积之间的差值不超过电池温度阈值差值或实际冷却剂温度面积和预期冷却剂温度面积之间的差值不小于冷却剂温度阈值差值,则确定冷却剂泵开启。

[0020] 根据本公开的另一示例性方面的热管理系统,除其他方面以外,包括电池组、使冷却剂循环以热管理电池组的冷却剂子系统,冷却剂子系统包括散热器、冷却剂泵和冷却器回路以及配置成在冷却器模式下操作冷却剂子系统以确定冷却剂泵的运行状态的控制模块。

[0021] 在上述系统的另一非限制性实施例中,冷却剂子系统包括控制冷却的冷却剂从冷却器回路到电池组的流动的阀。

[0022] 在任一上述系统的另一非限制性实施例中,冷却器回路包括冷却器。

[0023] 在任何上述系统的另一非限制性实施例中,制冷剂子系统与冷却剂子系统在冷却器回路里面交换热量。

[0024] 可以独立地或以任意组合地采取上述段落、权利要求或下面的具体实施方式和附图中的实施例、示例和可选方案,包括它们的任何各个方面或各自单独的特征。针对一实施例所描述的特征适用于所有的实施例,除非这样的特征是不相容的。

[0025] 根据下面的具体实施方式,本公开的各种特征和优势对本领域技术人员来说,将变得显而易见。伴随具体实施方式的附图可以简短地描述如下。

## 附图说明

- [0026] 图1示意性地说明电气化车辆的动力传动系统；
- [0027] 图2说明电气化车辆的高电压电池热管理系统；
- [0028] 图3示意性地说明用于控制电气化车辆的高电压电池热管理系统以确定冷却剂泵运行状态的控制策略；
- [0029] 图4是在冷却剂泵故障期间实际和预期的电池温度和冷却剂温度曲线的图示；
- [0030] 图5是在冷却剂泵故障期间基于实际电池和冷却剂温度曲线计算的实际电池温度和冷却剂温度面积的图示；
- [0031] 图6是在正常冷却剂泵操作期间基于预期电池和冷却剂温度曲线计算的预期电池温度和冷却剂温度面积的图示。

## 具体实施方式

[0032] 本公开涉及用于确定电气化车辆高电压电池热管理系统的冷却剂泵运行状态的系统和方法。热管理系统可以在冷却器模式下操作以确定在一定条件下系统的冷却剂泵的运行状态。评估实际电池和冷却剂温度曲线并且将实际电池和冷却剂温度曲线与预期电池和冷却剂温度曲线相比较,以确定冷却剂泵的运行状态(即,开启或关闭)。在下面段落中更详细地讨论这些和其他特征。

[0033] 图1示意性地说明用于电气化车辆12的动力传动系统10。虽然描绘为混合动力电动车辆(HEV),但应该理解的是,在此描述的构思不限于HEV并且可以扩展到包括但不限于插电式混合动力电动车辆(PHEV)、纯电动车辆(BEV)和模块化混合动力传动车辆(MHT)的其他电气化车辆。

[0034] 在一实施例中,动力传动系统10是使用第一驱动系统和第二驱动系统的功率分流式动力传动系统。第一驱动系统包括发动机14和发电机18(即,第一电机)的组合。第二驱动系统至少包括马达22(即,第二电机)、发电机18、和电池总成24。在这个示例中,第二驱动系统被认为是动力传动系统10的电驱动系统。第一和第二驱动系统生成扭矩以驱动电气化车辆12的一组或多组车辆驱动轮28。虽然显示功率分流式配置,本公开可扩展到包括全混合动力、并联式混合动力、串联式混合动力、轻度混合动力或微混合动力的任何混合动力或电动车辆。

[0035] 发动机14——其可以包括内燃发动机——和发电机18可以通过比如行星齿轮组这样的动力传输单元30连接。当然,包括其他齿轮组和变速器的其他类型的动力传输单元,可以用于将发动机14连接到发电机18。在一非限制性实施例中,动力传输单元30是包括环形齿轮32、中心齿轮34和行星齿轮架总成36的行星齿轮组。

[0036] 发电机18可以由发动机14通过动力传输单元30驱动,以将动能转换为电能。发电机18可以可选地起马达的作用以将电能转换为动能,从而输出扭矩到连接到动力传输单元30的轴38。因为发电机18可操作地连接到发动机14,发动机14的速度可以由发电机18控制。

[0037] 动力传输单元30的环形齿轮32可以连接到轴40,轴40通过第二动力传输单元44连接到车辆驱动轮28。第二动力传输单元44可以包括具有多个齿轮46的齿轮组。其他动力传输单元也可能是合适的。齿轮46传递来自发动机14的扭矩到差速器48以最终向车辆驱动轮28提供牵引力。差速器48可以包括实现到车辆驱动轮28的扭矩传递的多个齿轮。在一实施

例中,第二动力传输单元44通过差速器48机械地耦接到轮轴50以将扭矩分配到车辆驱动轮28。

[0038] 通过输出扭矩到也连接到第二动力传输单元44的轴52,马达22也可以用于驱动车辆驱动轮28。在一实施例中,马达22和发电机18配合作为再生制动系统的一部分,马达22和发电机18两者在再生制动系统中可以用作马达以输出扭矩。例如,马达22和发电机18可以各自输出电力到电池总成24。

[0039] 电池总成24是示例类型的电气化车辆电池总成。电池总成24可以包括高电压电池组,高电压电池组包括能够输出电力以操作马达22和发电机18的多个电池阵列。其他类型的储能装置和/或输出装置也可以用于电驱动电气化车辆12。

[0040] 在一非限制性实施例中,电气化车辆12具有两个基本操作模式。电气化车辆12可以在电动车辆(EV)模式下操作,在电动车辆模式下,马达22用于车辆推进(通常没有来自发动机14的帮助),从而消耗电池总成24荷电状态直到在特定驾驶模式/循环下其最大容许放电率。EV模式是用于电气化车辆12的电荷消耗操作模式的示例。在EV模式期间,电池总成24的荷电状态在某些情况下可以增加,例如归因于再生制动阶段。发动机14在默认EV模式下通常关闭,但是必要时可以基于车辆系统状态或如操作者所允许地进行操作。

[0041] 电气化车辆12可以附加地在混合动力(HEV)模式下操作,在混合动力模式下发动机14和马达22两者都用于车辆推进。HEV模式是用于电气化车辆12的电荷维持操作模式的示例。在HEV模式期间,电气化车辆12可以减少马达22推进的使用,以便通过增加发动机14推进的使用而将电池总成24的荷电状态维持在恒定或近似恒定的水平。电气化车辆12在本公开范围内可以在除EV和HEV模式之外的其他操作模式下操作。

[0042] 图2说明比如图1的电气化车辆12这样的电气化车辆的高电压电池热管理系统56。然而,本公开可扩展到其他电气化车辆并且不限于图1中所示的具体配置。在图2,用实线表明装置和流体通道或管道,并且用虚线说明电气连接。

[0043] 热管理系统56可以用于管理由比如电池总成24这样的各种车辆组件生成的热负荷。例如,热管理系统56可以选择性地将冷却剂传送到电池总成24以冷却或者加热电池总成24,这取决于环境条件和/或其他条件。在一实施例中,热管理系统56包括冷却剂子系统58和制冷剂子系统60。这些子系统每个将在下面详细地描述。

[0044] 冷却剂子系统58或冷却剂回路,可以使冷却剂C循环到电池总成24。冷却剂C可以是传统类型的冷却剂混合物,比如和乙二醇混合的水。其他冷却剂也可以由热管理系统56使用。在一非限制性实施例中,冷却剂子系统58的冷却剂C可以用于热管理电池总成24的电池组62。虽然未示出,电池组62可以包括在操作期间产生热量的多个电池单元。其他车辆组件可以可选地或附加地由热管理系统56调节。

[0045] 在一非限制性实施例中,热管理系统56的冷却剂子系统58包括散热器64、阀66、冷却剂泵68、传感器70、电池组62、以及冷却器76。附加组件可以由冷却剂子系统58使用。在一实施例中,阀66、冷却剂泵68和传感器70可以位于电池组62和散热器64之间。

[0046] 在操作中,热的冷却剂C1可以退出电池组62的出口63。热的冷却剂C1可以在管路72里面传送到散热器64。热的冷却剂C1在散热器64里面冷却。在一实施例中,气流F可以传输穿过散热器64以完成气流和热的冷却剂C1之间的热传递。凉的冷却剂C2可以退出散热器64并且进入管路73。

[0047] 凉的冷却剂C2接着传送到阀66。在一实施例中，阀66是经由控制模块78有选择地驱动以控制冷却剂C的流量的电操作阀。其他类型的阀可以可选地在冷却剂子系统58中使用。

[0048] 冷却剂泵68使冷却剂C通过冷却剂子系统58循环。冷却剂泵68可以由电力或非电力动力源提供动力。在一实施例中，冷却剂泵68位于阀66和传感器70之间的管路73里面。

[0049] 传感器70可以位于靠近电池组62的入口61。传感器70配置成监控返回到电池组62的冷却剂C的温度。在一实施例中，传感器70是温度传感器。

[0050] 电池组62也可以包括多于一个传感器65。传感器65监控电池组62的各个电池单元(未示出)的温度。如同传感器70，传感器65可以是温度传感器。

[0051] 冷却剂子系统58可以附加地包括冷却器回路74。冷却器回路74包括在一定条件下用于提供冷却的冷却剂C3的冷却器76。例如，当环境温度超过预定义的阈值时，可以驱动阀66以允许来自冷却器回路74的冷却的冷却剂C3流到管路73中。来自电池组62的热的冷却剂C1的一部分可以在旁通管路75进入冷却器回路74并且与制冷剂子系统60的制冷剂R在冷却器76里面交换热量，以在冷却器模式期间提供冷却的冷却剂C3。也就是说，冷却器76可以在冷却器模式期间促进冷却剂子系统58和制冷剂子系统60之间的热能的传递。在冷却器模式期间，驱动阀66打开，其阻止来自散热器64的流动并且到电池组62的所有冷却剂流是来自冷却器回路74。相反，当驱动阀关闭时，到电池组62的所有冷却剂流是来自散热器64。

[0052] 制冷剂子系统60、或制冷剂回路，可以包括压缩机80、冷凝器82、蒸发器84、冷却器76、第一膨胀装置86和第二膨胀装置88。压缩机80使制冷剂R增压并且使制冷剂R通过制冷剂子系统60循环。压缩机80可以由电力或非电力动力源提供动力。压力传感器95可以监控退出压缩机80的制冷剂R的压力。

[0053] 退出压缩机80的制冷剂R可以传送到冷凝器82。通过将制冷剂R从蒸气冷凝到液体，冷凝器82将热量传递到周围环境。鼓风机85可以选择性地驱动以使气流传送穿过冷凝器82以实现制冷剂R和气流之间的热量传递。

[0054] 退出冷凝器82的液体制冷剂R的一部分可以传输通过第一膨胀装置86并且然后到蒸发器84。第一膨胀装置86适合于改变制冷剂R的压力。在一非限制性实施例中，第一膨胀装置86是电子控制膨胀阀(EXV)。在另一实施例中，第一膨胀装置86是热膨胀阀(TXV)。液体制冷剂R在蒸发器84里面从液体蒸发到气体，同时吸收热量。气态制冷剂R然后可以返回到压缩机80。可选地，第一膨胀装置86可以关闭以绕过蒸发器84。

[0055] 退出冷凝器82的液体制冷剂R的另一部分(或者如果第一膨胀装置86关闭，所有的制冷剂R)可以通过第二膨胀装置88循环并且进入冷却器76。第二膨胀装置88——其也可以是EXV或TXV——适合于改变制冷剂R的压力。制冷剂R与热的冷却剂C1在冷却器76里面交换热量以在冷却器模式期间提供冷却的冷却剂C3。

[0056] 热管理系统56可以附加地包括控制模块78。虽然在说明性实施例中示意性地说明为单个模块，控制模块78可以是较大的控制系统的一部分并且可以由整个电气化车辆的各种其他控制器控制，比如包括动力传动系控制单元、变速器控制单元、发动机控制单元、BECM(电池能量控制模块)等的车辆系统控制器(VSC)。因此应该理解的是，控制模块78和一个或多个其他控制器可以共同地被称为“控制模块”，“控制模块”响应于来自各种传感器的信号比如通过多个集成算法控制各种驱动器以控制与车辆有关——以及在这种情况下与

热管理系统56有关一一的功能。组成VSC的各种控制器可以使用共同的总线协议(例如,CAN(控制器局域网))彼此通信。

[0057] 在一非限制性实施例中,控制模块78可以控制冷却剂子系统58和制冷剂子系统60的操作以实现电池组62所需的加热和/或冷却。例如,控制模块78可以控制或与阀66、冷却剂泵68、传感器70、传感器65、压缩机80、压力传感器95、鼓风机85、第一膨胀装置86和第二膨胀装置88以及其他装置通信。如下面进一步地讨论,控制模块78也可以确定冷却剂泵68的运行状态。

[0058] 继续参考图1和2,图3示意性地说明用于控制电气化车辆12的热管理系统56的操作的控制策略100。例如,控制策略100可以在一定条件下执行以确定冷却剂子系统58的冷却剂泵68的运行状态。当然,电气化车辆12能够实施并且执行在本公开的范围内的其他控制策略。在一实施例中,热管理系统56的控制模块78编程有适合于执行控制策略100或任何其他控制策略的一个或多个算法。也就是说,在一非限制性实施例中,控制策略100可以在控制模块78的永久存储器中储存为可执行指令。

[0059] 如图3所示,控制策略100可以响应于检测到电路故障在框102开始。电路故障可能是由对地短路或开路引起,在这种情况下,控制模块78不能区分冷却剂泵68的不同故障模式。因此,在没有使用控制策略100的情况下不能容易地确定泵运行状态。

[0060] 接着,在框104,控制策略100可以确定传感器65和传感器70(即,电池和冷却剂温度传感器)是否有效或正常运行。在一实施例中,通过评估传感器65、70的温度读数是否在预定义的阈值温度范围内,控制模块78确定传感器65、70是否有效。电池组62和冷却剂C两者的预定义的阈值温度范围可以保存在控制模块78的存储器中,例如比如在查找表中。如果有效,通过保存初始电池温度值 $B_0$ 和初始冷却剂温度值 $C_0$ ,控制策略100可以继续到框106。可选地,如果发现传感器65、70无效,控制策略100可以返回到框102。

[0061] 接着,在框108,命令热管理系统56在冷却器模式下操作。在冷却器模式下,驱动阀66打开并且允许来自冷却器回路74的冷却的冷却剂C3流到管路73中以传送到电池组62。热的冷却剂C1的一部分进入冷却器回路74并且与制冷剂子系统60的制冷剂R在冷却器76里面交换热量,以在冷却器模式期间提供冷却的冷却剂C3。在框110,命令冷却剂泵68完全打开(例如,100%占空比)。

[0062] 热管理系统56在冷却器模式下操作阈值时间量 $t_f$ 。阈值时间量 $t_f$ 可以设置为任何时间量,但是必须足够长以监控电池组62的任何温度上升或冷却剂C的温度下降。在一非限制性实施例中,阈值时间量 $t_f$ 编程为大约120秒,虽然冷却器模式可以运行任何时间量。阈值时间量 $t_f$ 可以由控制模块78的计时器监控。

[0063] 接着,在框112,控制策略100确定阈值时间量 $t_f$ 是否已经消逝。如果阈值时间量 $t_f$ 还没有消逝,通过绘制在时间 $t_0$ 和 $t_f$ 之间的实际电池温度曲线ABT和实际冷却剂温度曲线ACT(参照图4),控制策略100可以继续到框114。如下面更详细地讨论,实际电池温度曲线ABT和实际冷却剂温度曲线ACT将分别与预期电池温度曲线EBT和预期冷却剂温度曲线ECT相比较,以确定冷却剂泵68的运行状态。在一实施例中,可以基于来自传感器65的温度读数绘制实际电池温度曲线ABT,并且可以基于来自传感器70的温度读数绘制实际冷却剂温度曲线ACT,包括初始电池温度值 $B_0$ 和初始冷却剂温度值 $C_0$ 。

[0064] 一俟阈值时间量 $t_f$ 已经消逝,通过结束冷却器模式,控制策略100可以继续到框



116.接着,在框118,控制策略100可以将实际电池温度曲线ABT和实际冷却剂温度曲线ACT分别与预期电池温度曲线EBT和预期冷却剂温度曲线ECT相比较。预期电池温度曲线EBT和预期冷却剂温度曲线ECT是实验创建的数据或由测量、测试方法实验设计等产生的数据,并且这些曲线可以储存在控制模块78上。

[0065] 在一实施例中,在框118所示的比较步骤包括执行离散积分以计算与实际电池温度曲线ABT和实际冷却剂温度曲线ACT有关的实际电池温度面积ABTA和实际冷却剂温度面积ACTA。实际电池温度面积ABTA和实际冷却剂温度面积ACTA代表在实际电池温度曲线ABT和实际冷却剂温度曲线ACT的曲线下方的面积(参照图5)。在一实施例中,通过求随着时间消逝的电池温度的变化的积分计算实际电池温度面积ABTA,并且可以通过求随着时间消逝的冷却剂温度的变化的积分来计算实际冷却剂温度面积ACTA。基于预期电池温度曲线EBT和预期冷却剂温度曲线ECT,同样可以计算预期电池温度面积EBTA和预期冷却剂温度面积ECTA(参照图6)。

[0066] 框118的比较步骤接着可以包括计算实际电池温度面积ABTA和预期电池温度面积EBTA之间的差值,以及实际冷却剂温度面积ACTA和预期冷却剂温度面积ECTA之间的差值。在框120,这些差值与阈值温度差值相比较。例如,电池温度阈值差值BTD和冷却剂温度阈值差值CTD储存在控制模块78上(参照图4)。如果实际电池温度面积ABTA和预期电池温度面积EBTA之间的差值超过电池温度阈值差值BTD,并且实际冷却剂温度面积ACTA和预期冷却剂温度面积ECTA之间的差值小于冷却剂温度阈值差值CTD,那么控制策略100在框122确定冷却剂泵68关闭。然后在框124可以采取比如通过设置诊断代码、设置组合的灯/消息以警告客户、限制电力这样的适当的补救措施,或其他补救措施。

[0067] 可选地,如果实际电池温度面积ABTA和预期电池温度面积EBTA之间的差值不超过电池温度阈值差值BTD,或实际冷却剂温度面积ACTA和预期冷却剂温度面积ECTA之间的差值不小于冷却剂温度阈值差值CTD,那么控制策略100在框126确定冷却剂泵开启。在框128可以采取适当的补救措施,比如通过设置诊断故障代码或其他故障模式措施。

[0068] 尽管不同的非限制性实施例说明为具有具体的组件或步骤,但本公开的实施例不限于那些特定的组合。将来自任何非限制性实施例中的一些组件或特征与来自任何其他非限制性实施例中的特征或组件结合使用,是可能的。

[0069] 应该理解的是,贯穿几个附图的相同的附图标记识别对应的或相似的元件。应该理解的是,尽管在这些示例性实施例中公开并且说明了特定的组件布置,但其他布置也可以从本公开的教导中受益。

[0070] 上述说明应该理解为说明性的并且无任何限制的意义。本领域普通技术人员应该理解,某些修改可以发生在本公开的范围之内。由于这些原因,应该研究下面的权利要求以确定本公开的准确范围和内容。

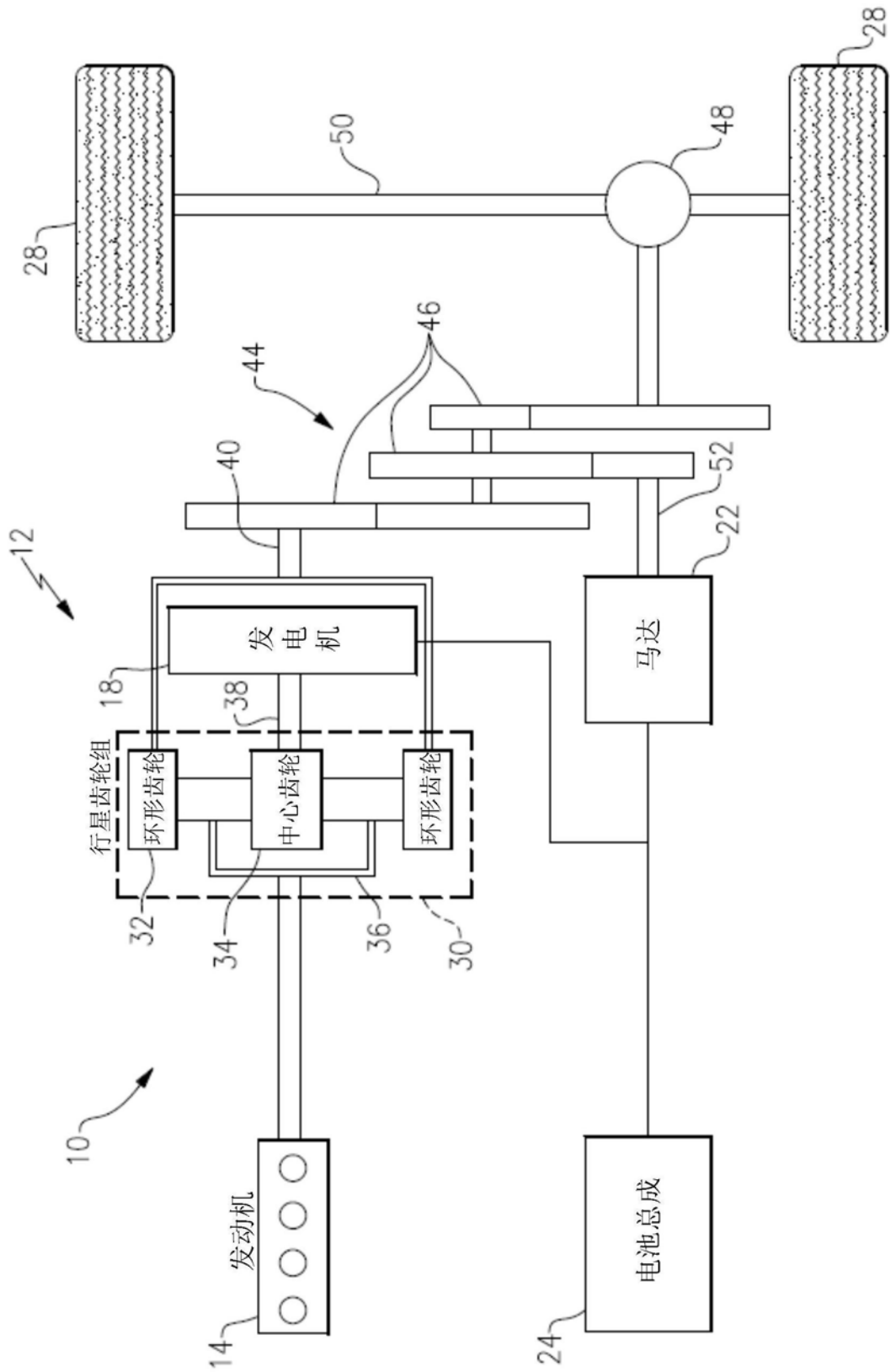


图1

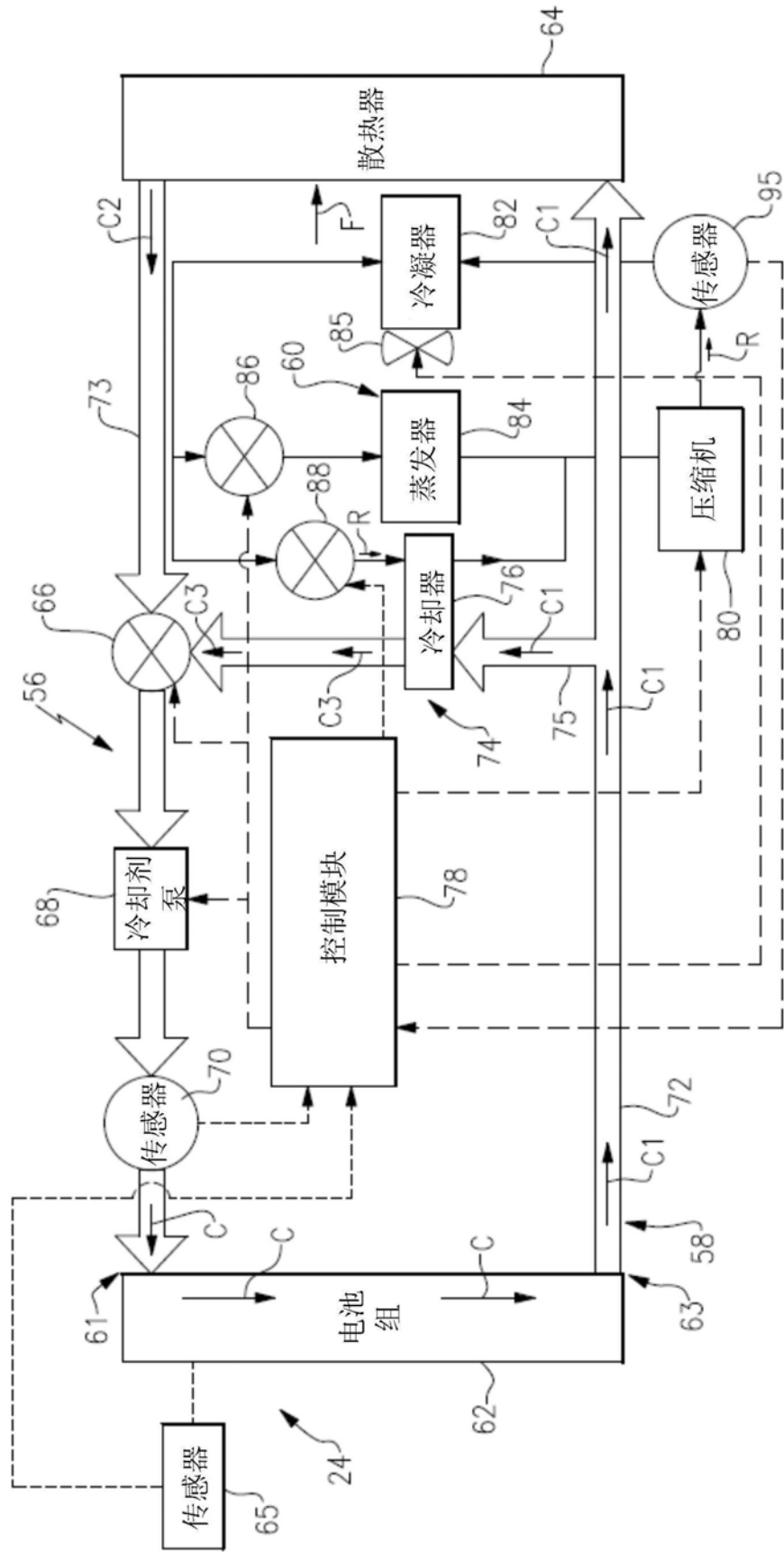


图2

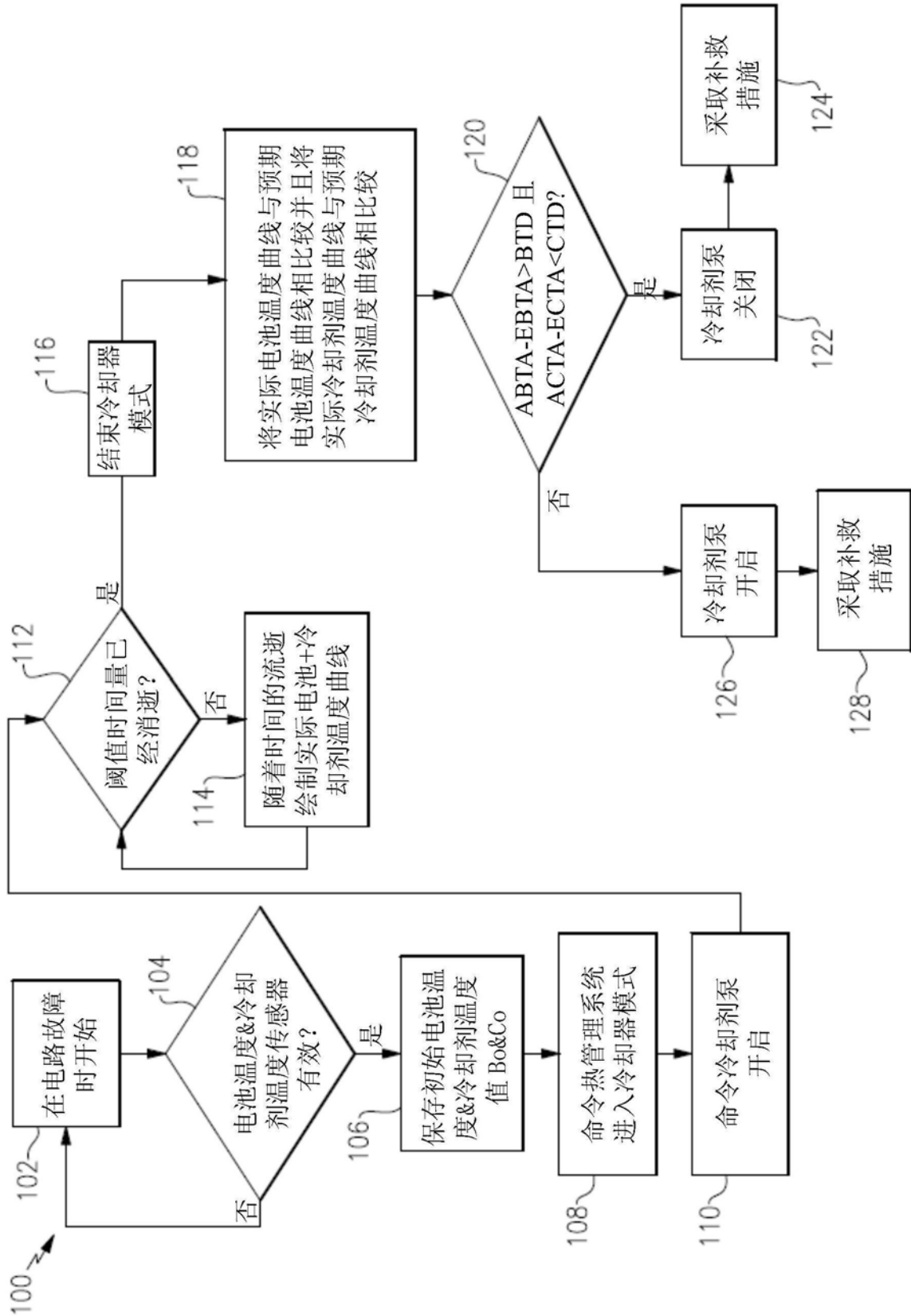


图3

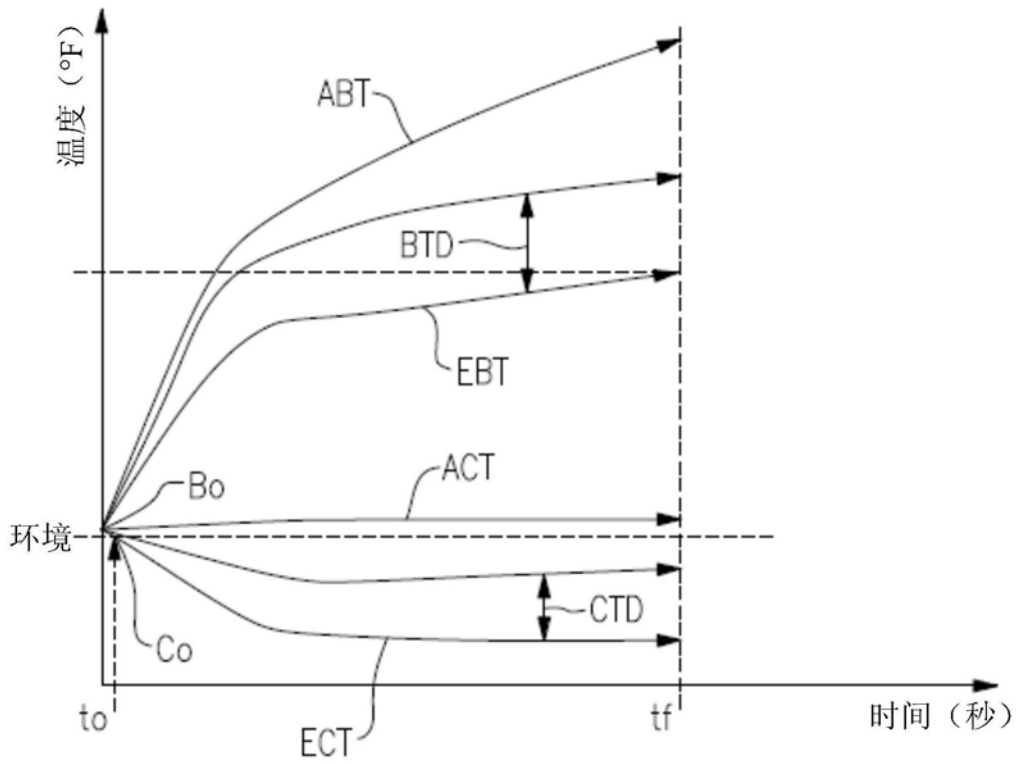


图4

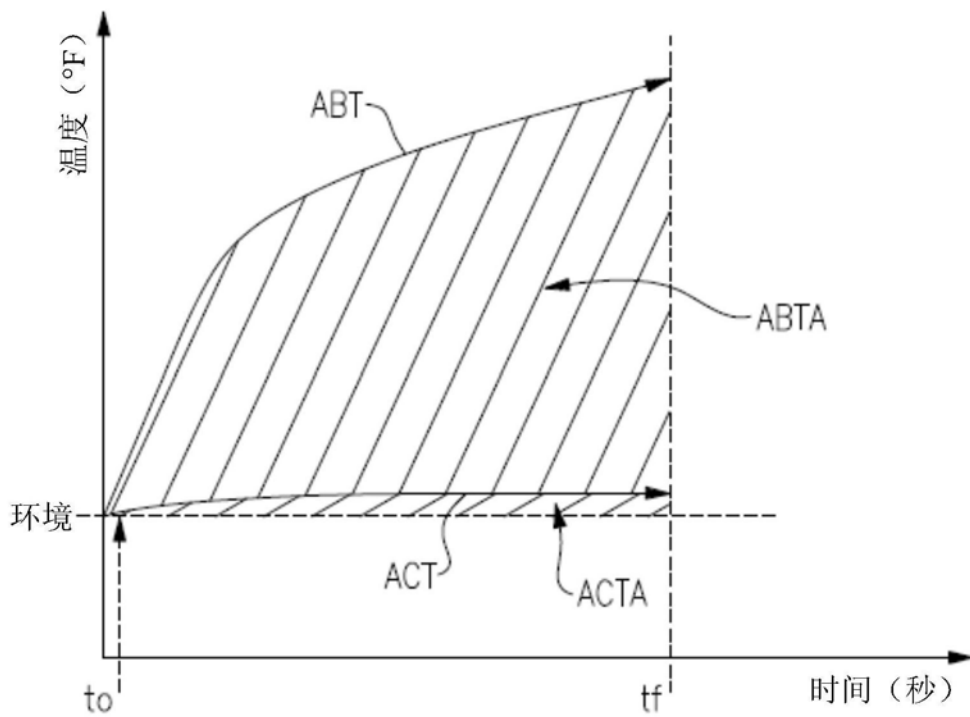


图5

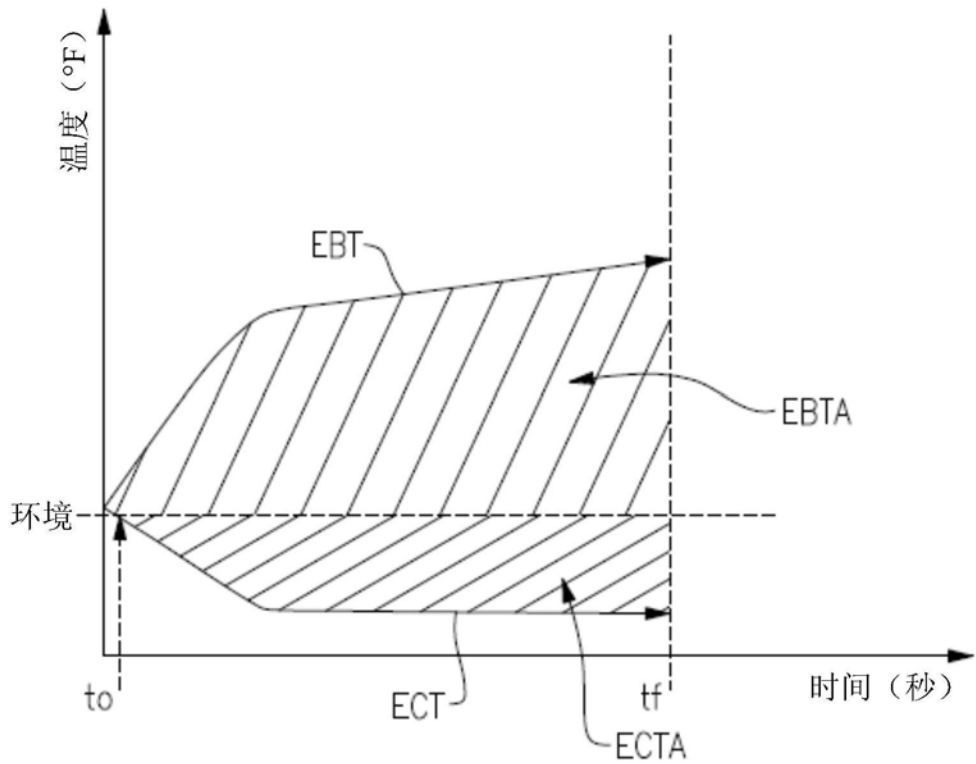


图6