



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105229846 A

(43) 申请公布日 2016.01.06

(21) 申请号 201480027501.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014.03.18

H01M 10/6568(2006.01)

(30) 优先权数据

H01M 10/659(2006.01)

13/893,202 2013.05.13 US

H01M 10/625(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015.11.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/031004 2014.03.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/186044 EN 2014.11.20

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 马修·J·克罗拉克

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 梁丽超 刘瑞贤

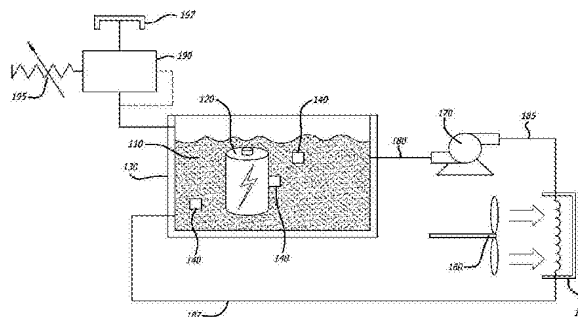
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防

(57) 摘要

本公开内容提供用于电池热管理的系统、方法和装置。在一个或多个实施方式中,公开的方法包括利用至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度,其中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体外的液体内。方法进一步包括比较至少一个电池单元的温度与最高阈值温度,并且当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度高于最高阈值温度时命令冷却单元激活。此外,方法包括通过至少一个泵使液体经由管道从电池壳体循环至冷却单元并返回到电池壳体。



1. 一种用于电池热管理的方法,所述方法包括:
利用至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度,
其中,所述至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内部的液体中;
利用至少一个处理器比较所述至少一个电池单元的所述温度与最高阈值温度;
当所述至少一个处理器确定所述至少一个电池单元的所述温度高于所述最高阈值温度时,通过所述至少一个处理器命令冷却单元激活;并且
通过至少一个泵使所述液体经由管道从所述电池壳体循环至所述冷却单元并返回到所述电池壳体。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述方法进一步包括:
利用所述至少一个处理器比较所述至少一个电池单元的所述温度与最低阈值温度;并且
且
当所述至少一个处理器确定所述至少一个电池单元的所述温度低于所述最低阈值温度时,通过所述至少一个处理器命令所述冷却单元停用。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,泄压阀连接至所述电池壳体。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述泄压阀是弹簧承载的。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,通风孔连接至所述泄压阀。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个电池单元中的至少一个是锂离子
电池单元。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述冷却单元与风扇相关联。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述液体是相变材料 (PCM)。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个温度传感器中的至少一个是位于
所述至少一个电池单元上、位于所述电池壳体的内部内以及位于所述电池壳体上的至少一个。

10. 一种用于电池热管理的系统,所述系统包括:

电池壳体;

至少一个电池单元,其中,所述至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在所述电池
壳体内部的液体中;

至少一个温度传感器,感测所述至少一个电池单元的温度;

至少一个处理器,比较所述至少一个电池单元的所述温度与最高阈值温度,并且当所
述至少一个处理器确定所述至少一个电池单元的所述温度高于所述最高阈值温度时,命令
冷却单元激活;以及

至少一个泵,使所述液体经由管道从所述电池壳体循环至所述冷却单元并返回到所述
电池壳体。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述至少一个处理器进一步比较所述至少一个
电池单元的所述温度与最低阈值温度,并且当所述至少一个处理器确定所述至少一个电
池单元的所述温度低于所述最低阈值温度时,命令所述冷却单元停用。

12. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,泄压阀连接至所述电池壳体。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中,所述泄压阀是弹簧承载的。

14. 根据权利要求 12 所述的系统,其中,通风孔连接至所述泄压阀。

15. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述至少一个电池单元中的至少一个是锂离子电池单元。

16. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述冷却单元与风扇相关联。

17. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述液体是相变材料 (PCM)。

18. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述至少一个温度传感器中的至少一个是位于所述至少一个电池单元上、位于所述电池壳体的内部内和位于所述电池壳体上的至少一个。

19. 一种用于电池热管理的方法,所述方法包括:

利用至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度,

其中,所述至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体中的第一液体中;

利用至少一个处理器比较所述至少一个电池单元的所述温度与最高阈值温度;

当所述至少一个处理器确定所述至少一个电池单元的所述温度高于所述最高阈值温度时,通过所述至少一个处理器命令冷却单元激活;并且

通过至少一个泵使第二液体经由管道从位于所述电池壳体中的热交换器循环至所述冷却单元并返回到所述热交换器。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,所述第一液体和所述第二液体中的至少一种是相变材料 (PCM)。

21. 一种用于电池热管理的系统,所述系统包括:

电池壳体;

至少一个电池单元,其中,所述至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在所述电池壳体中的第一液体中;

至少一个温度传感器,感测所述至少一个电池单元的温度;

至少一个处理器,比较所述至少一个电池单元的所述温度与最高阈值温度,并且当所述至少一个处理器确定所述至少一个电池单元的所述温度高于所述最高阈值温度时,命令冷却单元激活;以及

至少一个泵,使第二液体经由管道从位于所述电池壳体中的热交换器循环至所述冷却单元并返回到所述热交换器。

22. 根据权利要求 21 所述的系统,其中,所述第一液体和所述第二液体中的至少一种是相变材料 (PCM)。

用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防

技术领域

[0001] 本公开内容涉及热管理以及热失控预防。具体地,本公开内容涉及用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防。

背景技术

[0002] 锂离子电池单元和电池组具有与热管理有关的两个主要忧虑,而这两个忧虑必须解决以确保安全性和长寿命。第一忧虑在于,单个电池单元必须保持在它们的指定温度范围内,并且必须保持电池组内的单元间的温度差以确保长寿命和使电池组价值最大化。第二忧虑在于,有缺陷的、损坏的、或者滥用的电池单元可能进入热失控(尤其在高温下),从而通常以电池设计非受控的方式导致危害的电池单元和电池。

[0003] 目前,存在用于冷却电池的各种方案,其使用限制在导管、管道、或者其他通道中的液体,其中,单个电池单元的一些部分与流体通道接触或者具有通过与导热组件(例如,散热器)接触或通过与其他电池单元直接接触而将热量排出至通道的路径。这些方法通常具有与单个电池单元的有限接触面积,跨越接触面积具有弱的导热性,并且可能存在来自电池单元的热量必须经过的几个组件以到达最终的冷却液,从而导致有效地去除热量的有限能力。这些措施将大的额外的质量和体积引入至电池组,其降低了电池组的体积、重量、和效用的同时还增加了成本,并且未提供对热失控事件的重要保护。

[0004] 另一现有的解决方案在于,将单个电池单元埋入在升高的温度下改变相位的固体材料中,因此在熔化过程中去除大量热量而没有温度的相应增加在熔点以上。虽然在预防来自单个电池单元的热失控中潜在有利,但是这些解决方案是被动的并且允许热量超过通过对流从外壳去除的那些从而热量积聚到相变材料的熔点,或者需要额外的管道和/或导管来实施传统的主动管理解决方案,该方案向相变材料自身的重量、体积、和成本增加了与额外的管道和/或导管相关联的重量和体积。不论是哪种情况,存在相变材料在热失控开始时已经处于其熔融状态的可能性,并且因此不能提供防止不希望有的热事件的任何能力。另外,埋入结合混合料中的块状相变材料的制造和将产生的块状材料机械加工为适于该应用的形状使系统的总成本增加。

[0005] 因此,需要用于电池单元的热管理和热失控预防的改进的系统和方法。

发明内容

[0006] 本公开内容涉及用于高能量密度锂离子电池组(尤其是(用于通常需要冷却和热失控保护的任意化学电池组))的主动(或者被动)热管理和热失控预防的方法、系统、和装置。用于电池热管理的公开的系统包括电池壳体和至少一个电池单元。在一个或多个构造中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的液体中。在至少一个构造中,系统进一步包括使液体经由管道从电池壳体循环至冷却单元,然后回到电池壳体的至少一个泵。

[0007] 在一个或多个构造中,用于电池热管理的公开的方法包括:利用至少一个温度传

传感器感测至少一个电池单元的温度。在一个或多个构造中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的液体中。方法进一步包括利用至少一个处理器比较至少一个电池单元的温度与最高阈值温度。另外,方法包括当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度高于最高阈值温度时,通过至少一个处理器指示将冷却单元激活。此外,方法包括通过至少一个泵使液体经由管道从电池壳体循环至冷却单元然后回到电池壳体。

[0008] 在一个或多个构造中,方法进一步包括利用至少一个处理器比较至少一个电池单元的温度与最低阈值温度。另外,方法包括当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度低于最低阈值温度时,通过至少一个处理器指示将冷却单元停用。

[0009] 在至少一个构造中,泄压阀连接至电池壳体。在一些构造中,泄压阀是弹簧承载的(spring-loaded)。在至少一个构造中,通风孔连接至泄压阀。

[0010] 在一个或多个构造中,至少一个电池单元是锂离子电池单元。在至少一个构造中,冷却单元与风扇相关联。在一些构造中,液体是相变材料(PCM)。在一个或多个构造中,至少一个温度传感器位于至少一个电池单元上、位于电池壳体的内部、和/或位于电池壳体上。

[0011] 在至少一个构造中,用于电池热管理的系统包括电池壳体和至少一个电池单元。在一个或多个构造中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的液体中。系统进一步包括感测至少一个电池单元的温度至少一个温度传感器。另外,系统包括至少一个处理器,用以比较至少一个电池单元的温度与最高阈值温度,并且当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度高于最高阈值温度时指示将冷却单元激活。系统还包括使液体经由管道从电池壳体循环至冷却单元然后回到电池壳体的至少一个泵。

[0012] 在一个或多个构造中,至少一个处理器进一步比较至少一个电池单元的温度与最低阈值温度,并且当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度低于最低阈值温度时指示将冷却单元停用。

[0013] 在至少一个构造中,用于电池热管理的方法包括利用至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度。在一个或多个构造中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的第一液体中。方法进一步包括利用至少一个处理器比较至少一个电池单元的温度与最高阈值温度。另外,方法包括当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度高于最高阈值温度时,通过至少一个处理器指示将冷却单元激活。另外,方法包括通过至少一个泵使第二液体经由管道从位于电池壳体中的热交换器循环至冷却单元然后回到热交换器。

[0014] 在一个或多个构造中,第一液体和/或第二液体是相变材料(PCM)。

[0015] 在至少一个构造中,用于电池热管理的系统包括电池壳体和至少一个电池单元。在至少一个构造中,至少一个电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的第一液体中。系统进一步包括感测至少一个电池单元的温度至少一个温度传感器。另外,系统包括至少一个处理器,用以比较至少一个电池单元的温度与最高阈值温度,并且当至少一个处理器确定至少一个电池单元的温度高于最高阈值温度时指示将冷却单元激活。此外,系统包括使第二液体经由管道从位于电池壳体中的热交换器循环至冷却单元然后回到热交换器的至少一个泵。

[0016] 特征、功能和优势可以在本发明的各个实施方式中单独地实现或者也可在其他实

施方式中进行组合。

附图说明

[0017] 参考以下说明书、所附权利要求和附图,将更好地理解本公开内容的这些和其他特征、方面以及优势,其中:

[0018] 图 1 是根据本公开内容的至少一个实施方式的用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的系统的示意图,其中,冷却剂遍及系统循环。

[0019] 图 2 是示出了根据本公开内容的至少一个实施方式的浸在包含在图 1 的系统的电池壳体中的液体中的多个电池单元的示图。

[0020] 图 3 是根据本公开内容的至少一个实施方式的针对图 1 的系统的高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的公开的方法的流程图。

[0021] 图 4 是根据本公开内容的至少一个实施方式的用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的系统的示意图,其中,冷却剂未遍及系统循环。

[0022] 图 5 是根据本公开内容的至少一个实施方式的针对图 4 的系统的高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的公开的方法的流程图。

具体实施方式

[0023] 本文中公开的方法和装置提供用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的可操作系统。具体地,该系统向用于锂离子(或者其他化学成分)电池单元的电池热失控预防和主动流体浸泡冷却提供了改进的热性能和防止或者结束损坏的或者滥用的电池单元中的热失控的能力,从而以小的体积和轻的重量实现了安全性改善和电池寿命延长。

[0024] 本公开内容的系统解决了与热电池管理有关的两个主要忧虑从而确保了安全性和电池的长寿命。这两个主要忧虑是:(1) 维持电池单元之间的均匀温度范围;和(2) 控制并隔离损坏的或者滥用的电池单元进入热失控状况。

[0025] 具体地,公开的系统采用使电池单元的几乎整个表面积与最终冷却介质良好地、直接地热接触的直接流体浸泡,而不会引发与管道、散热器、支撑结构、或者与其他解决方案的任一个相关联的相变材料相关联的质量、重量、体积、或者成本问题。具有适当选择的沸点的流体可以执行相变材料的功能,而没有引发任何额外的质量、体积、或成本,并且可以安全地并且完全地去除电池单元相关联的所有能量,否则这种能量可能导致灾难性地故障。电池单元可以紧紧地封装在一起,减小电池的总容积,而没有牺牲电池单元对流体的热传导或者冒着热失控事件从电池单元扩散至电池单元的风险。

[0026] 该系统可以在大气压力下工作,因此,未向单个电池单元施加额外的机械应力,并且不需要电池容器的额外的质量或者加固,而这对于压力容器是需要的。流体可以最小的作用力循环穿过电池从而确保均匀的温度分布,并且利用标准的热交换器进行冷却以保持电池很好在液体的沸点以下,因此延长电池的使用寿命。

[0027] 即使缺失了泵动力或者其他外部传感器或者致动器动力,也没有丧失防止热失控的能力(即,失效保护)。在一些情况下,由于至电池壳体良好的热传导,可能不需要流体的主动循环。以上方法描述单相或者两相(沸腾)冷却系统;然而,可以设想:该方法可以延

伸至实施制冷（热泵）应用，在该应用中，可以通过扩散制冷剂来喷雾冷却电池单元。根据选择的冷却剂，这会需要大的泵功率以允许在所有的状况下冷却并且可能消除本发明的失效保护特征。另外，存在过分冷却电池并通过低温操作损坏电池单元的可能性。

[0028] 应注意，设计用于热传递应用的流体是市场上可买到的；该流体具有适合于本应用的沸点，具有可以忽略的毒性（生物惰性），不具有臭氧耗竭可能性，具有低的温室气体可能性，是非易燃的，并且具有有利于该应用的其他机械性能。全面实施该解决方案不取决于任何额外的材料的研发或者发现或者对还没有描述或还未广泛可利用的任何材料的特性的修改。

[0029] 在以下描述中，阐述许多细节以便提供系统的更详尽的描述。然而，对于本领域技术人员来说显而易见的是，可以在没有这些具体细节的情况下实践所公开的系统。在其他实例中，没有详细描述众所周知的特征，以免不必要地使本系统晦涩难懂。

[0030] 图 1 是根据本公开内容的至少一个实施方式的用于高密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的系统 100 的示意图，其中，冷却剂 110 遍及系统 100 循环。在该附图中，多个电池单元 120 浸没在包含在电池壳体 130 内的液体 110 中。在一个或多个实施方式中，电池单元 120 是锂离子电池单元。应注意，在其他实施方式中，电池单元 120 可以是除锂离子电池单元之外的各种不同类型的电池单元。在一个或多个实施方式中，液体 110 是相变材料 (PCM)，诸如介电、非导电性液体（例如，3M 的 Novec 或者 3M 的 Fluorinert）。至少一个温度传感器 140 位于电池壳体 130 中。温度传感器 140 可以位于至少一个电池单元 120 上、位于电池壳体 130 的内部、和 / 或位于电池壳体 130 自身上。

[0031] 温度传感器 140 感测至少一个电池单元 120 的温度。至少一个处理器（附图中未示出）比较电池单元 120 的温度与最高阈值温度（例如，该温度可以是由电池单元 120 的制造商指定的预定最高温度）。如果处理器确定电池单元 120 的温度高于最高阈值温度，则处理器将命令（例如，通过发送命令信号至）冷却单元 150 激活（例如，开启）。在一个或多个实施方式中，冷却单元 150 采用散热器型结构。在一些实施方式中，冷却单元 150 还采用风扇 160 以协助冷却过程。

[0032] 泵 170 连接至电池壳体 130 并且通过管道 180、185（例如，通过导管）连接至冷却单元 150。冷却单元 150 还通过管道 187（例如，通过导管）连接至电池壳体 130。液体 110 遍及管道 180、185、187 流动。泵 170 使液体 110（经由管道 180、185、187）从电池壳体 130 循环至冷却单元 150 然后返回到电池壳体 130。

[0033] 另外，至少一个处理器（未示出）比较电池单元 120 的温度与最低阈值温度（例如，该温度可以是由电池单元 120 的制造商指定的预定最低温度）。如果处理器确定电池单元 120 的温度低于最低阈值温度，处理器将命令（例如，通过发送命令信号至）冷却单元 150 停用（例如，关闭）。

[0034] 泄压阀 190 连接至电池壳体 130。泄压阀 190 是弹簧 195 承载的并且具有通风孔 197。在正常操作期间，泄压阀 190 保持关闭。然而，在极端情形期间（例如，在当至少一个电池单元 120 经历热失控的热失控状况期间），电池壳体 130 中产生的过多蒸汽将推动而打开泄压阀 190，并且蒸汽将通过泄压阀 190 的通风孔 197 排出。

[0035] 图 2 是示出了根据本公开内容的至少一个实施方式的浸在包含在图 1 的系统的电池壳体 130 中的液体中的多个电池单元 120 的示图 200。该图示出公开的系统 100 可以采

用的、包含在电池壳体 130 内的电池单元 120 的一个示例性构造。应注意,在其他实施方式中,可以采用电池壳体 130 内的电池单元 120 的各种不同类型的构造。

[0036] 图 3 是根据本公开内容的至少一个实施方式的针对图 1 的系统 100 的用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的公开的方法 300 的流程图。在方法 300 的开始 310,至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度 (320)。电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体 130 内的液体中。然后,至少一个处理器比较电池单元的温度与最高温度阈值 (330)。如果处理器确定电池单元的温度高于最高温度阈值,处理器命令冷却单元激活 (340)。至少一个泵使液体经由管道从电池壳体循环至冷却单元然后返回到电池壳体 350。

[0037] 然后,至少一个处理器比较电池单元的温度与最低温度阈值 (360)。如果处理器确定电池单元的温度低于最低温度阈值,处理器命令冷却单元停用 (370)。然后,方法 300 结束 (380)。

[0038] 应注意,在其他实施方式中,可以执行比图 3 的方法 300 示出的更多或更少的步骤。另外,可以除图 3 中示出的顺序之外的各种不同的顺序执行图 3 的方法 300 中示出的步骤。

[0039] 图 4 是根据本公开内容的至少一个实施方式的用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的系统 400 的示意图,其中,冷却剂 410(即,“第一液体”)未遍及系统 400 循环。在该附图中,多个电池单元 420 浸没在包含在电池壳体 430 内的液体 410(即,“第一液体”)中。在一个或多个实施方式中,电池单元 420 是锂离子电池单元。应注意,在其他实施方式中,电池单元 420 可以是除锂离子电池单元之外的各种不同类型的电池单元。在一个或多个实施方式中,液体 410 是相变材料 (PCM),诸如介电、非导电性液体(例如,3M 的 Novec 或者 3M 的 Fluorinert)。至少一个温度传感器 440 位于电池壳体 430 中。温度传感器 440 可以位于至少一个电池单元 420 上、位于电池壳体 430 的内部、和 / 或位于电池壳体 430 自身上。

[0040] 温度传感器 440 感测至少一个电池单元 420 的温度。至少一个处理器(附图中未示出)比较电池单元 420 的温度与最高阈值温度(例如,该温度可以由电池单元 420 的制造商指定的预定最高温度)。如果处理器确定电池单元 420 的温度高于最高阈值温度,处理器将命令(例如,通过发送命令信号至)冷却单元 450 激活(例如,启用)。在一个或多个实施方式中,冷却单元 450 采用散热器型结构。在一些实施方式中,冷却单元 450 还采用风扇 460 以协助冷却过程。

[0041] 泵 470 连接至热交换器 445 并且通过管道 480、485(例如,通过导管)连接至冷却单元 450。热交换器 445 位于电池壳体 430 内部或者电池壳体 430 自身上。冷却单元 450 还通过管道 487(例如,通过导管)连接至热交换器 445。液体 415(即,“第二液体”)遍及管道 480、485、487 流动。液体 415 是相变材料 (PCM),诸如介电、非导电性液体(例如,3M 的 Novec 或者 3M 的 Fluorinert)。泵 470 使液体 415(经由管道 480、485、487)从热交换器 445 循环至冷却单元 450 并且返回到热交换器 445。

[0042] 另外,至少一个处理器(未示出)比较电池单元 420 的温度与最低阈值温度(例如,该温度可以由电池单元 420 的制造商指定的预定最低温度)。如果处理器确定电池单元 420 的温度低于最低阈值温度,处理器将命令(例如,通过发送命令信号至)冷却单元

450 停用（例如，关闭）。

[0043] 泄压阀 490 连接至电池壳体 430。泄压阀 490 是弹簧 495 承载的并且具有通风孔 497。在正常操作期间，泄压阀 490 保持关闭。然而，在极端情形期间（例如，在当至少一个电池单元 420 经历热失控的热失控状况期间），电池壳体 430 中产生的过多蒸汽将推动而打开泄压阀 490，并且蒸汽将通过泄压阀 490 的通风孔 497 排出。

[0044] 图 5 是根据本公开内容的至少一个实施方式的针对图 4 的系统 400 的用于高能量密度锂离子电池组的主动热管理和热失控预防的公开的方法 500 的流程图。在方法 500 的开始 510，至少一个温度传感器感测至少一个电池单元的温度（520）。电池单元至少部分地浸没在包含在电池壳体内的第一液体中。然后，至少一个处理器比较电池单元的温度与最高温度阈值（530）。如果处理器确定电池单元的温度高于最高温度阈值，处理器命令冷却单元激活（540）。至少一个泵使第二液体经由管道从热交换器循环至冷却单元返回到热交换器 550。

[0045] 然后，至少一个处理器比较电池单元的温度与最低温度阈值（560）。如果处理器确定电池单元的温度低于最低温度阈值，则处理器命令冷却单元停用（570）。然后，方法 500 结束（580）。

[0046] 应注意，在其他实施方式中，可以执行比图 5 的方法 500 示出的更多或更少的步骤。另外，可以除图 5 中示出的顺序之外的各种不同的顺序执行图 5 的方法 500 中示出的步骤。

[0047] 尽管本文中已经公开了某些示例性实施方式和方法，但是从前述公开内容对本领域技术人员而言显而易见的是，在没有偏离本发明的真实精神和范围的情况下，可以对这些实施方式和方法进行变化和修改。存在所公开技术的多个其他示例，每个示例仅在细节方面区别于其他示例。因此，希望所公开的技术应该仅限于所附权利要求和适用法律的规则和原理要求的范围。

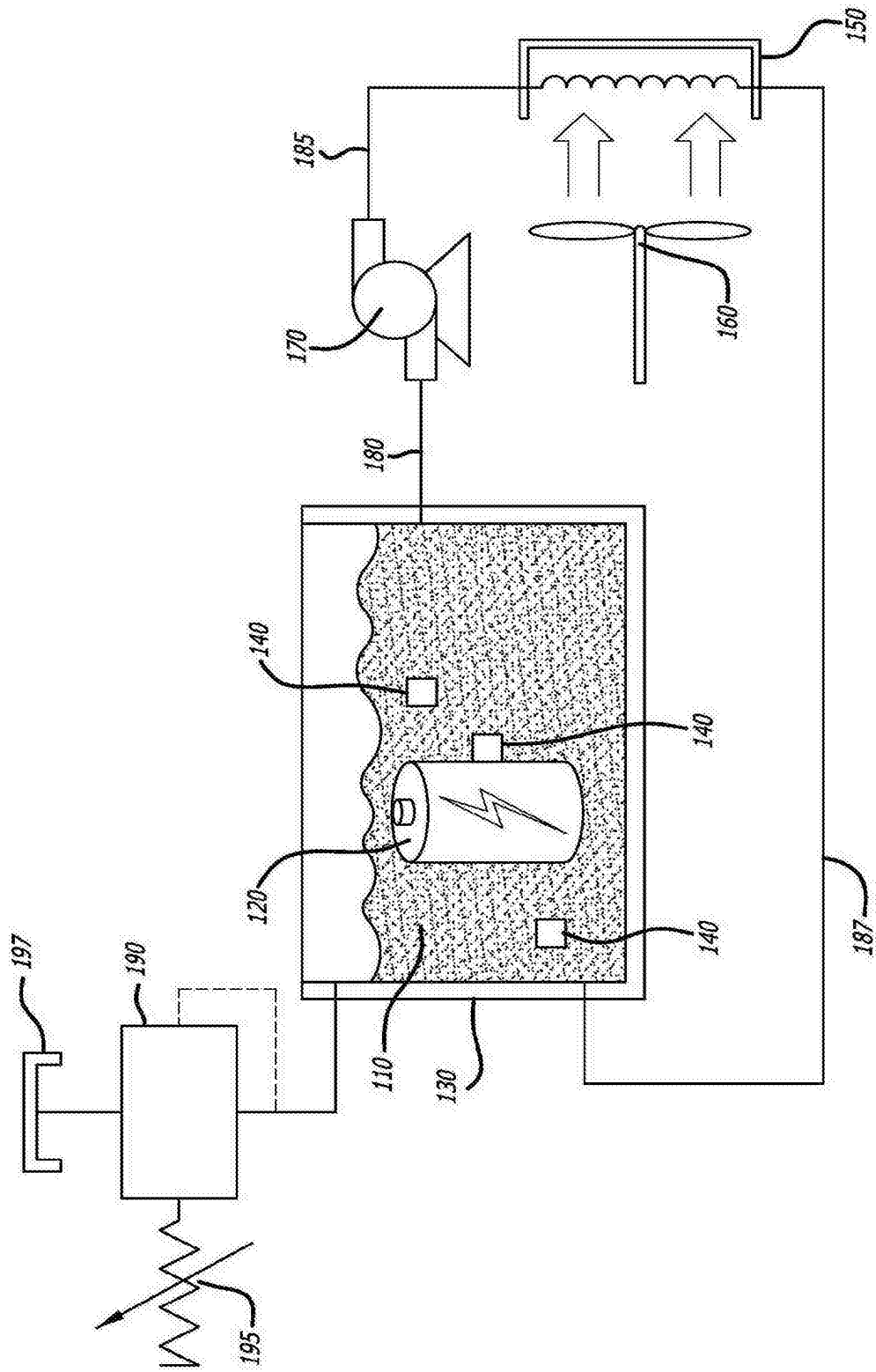


图 1

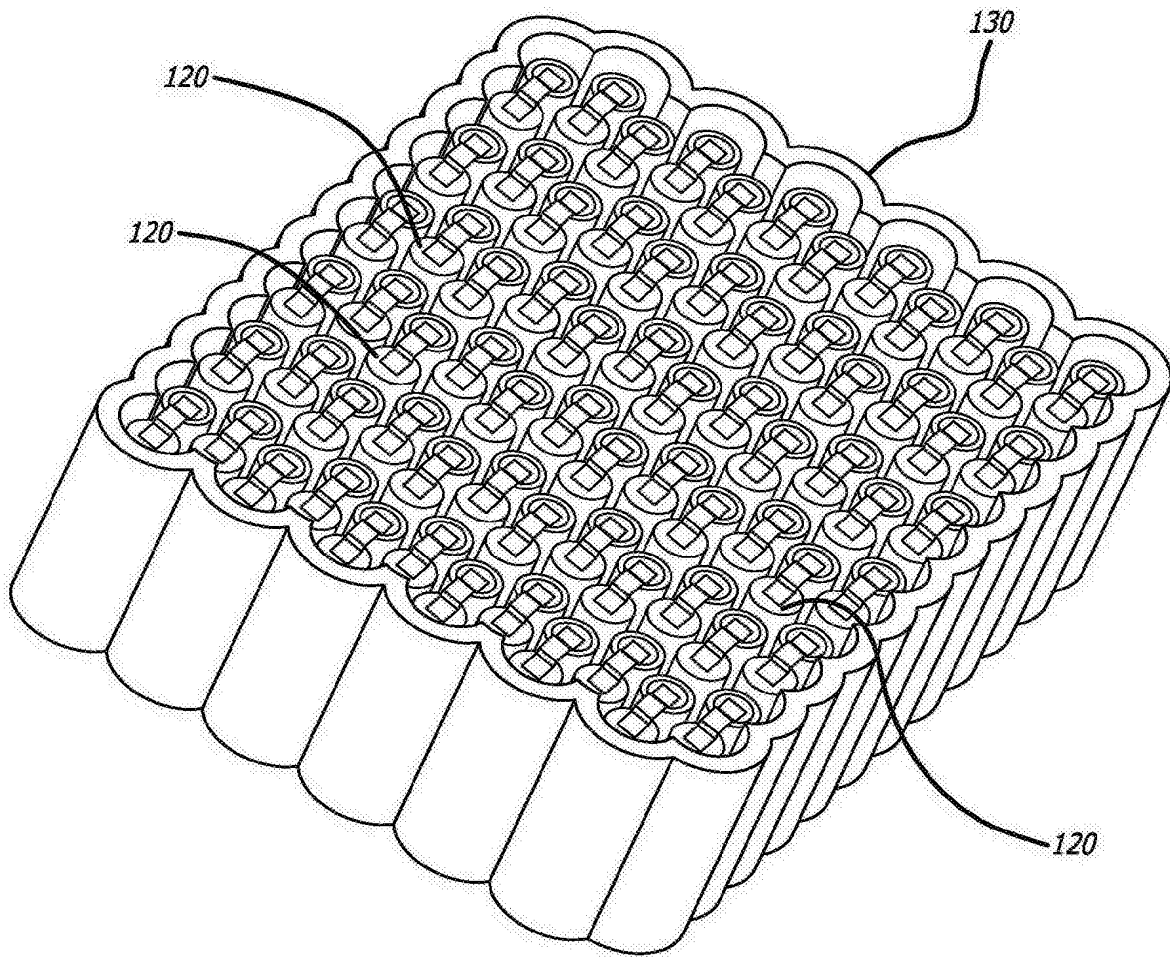


图 2

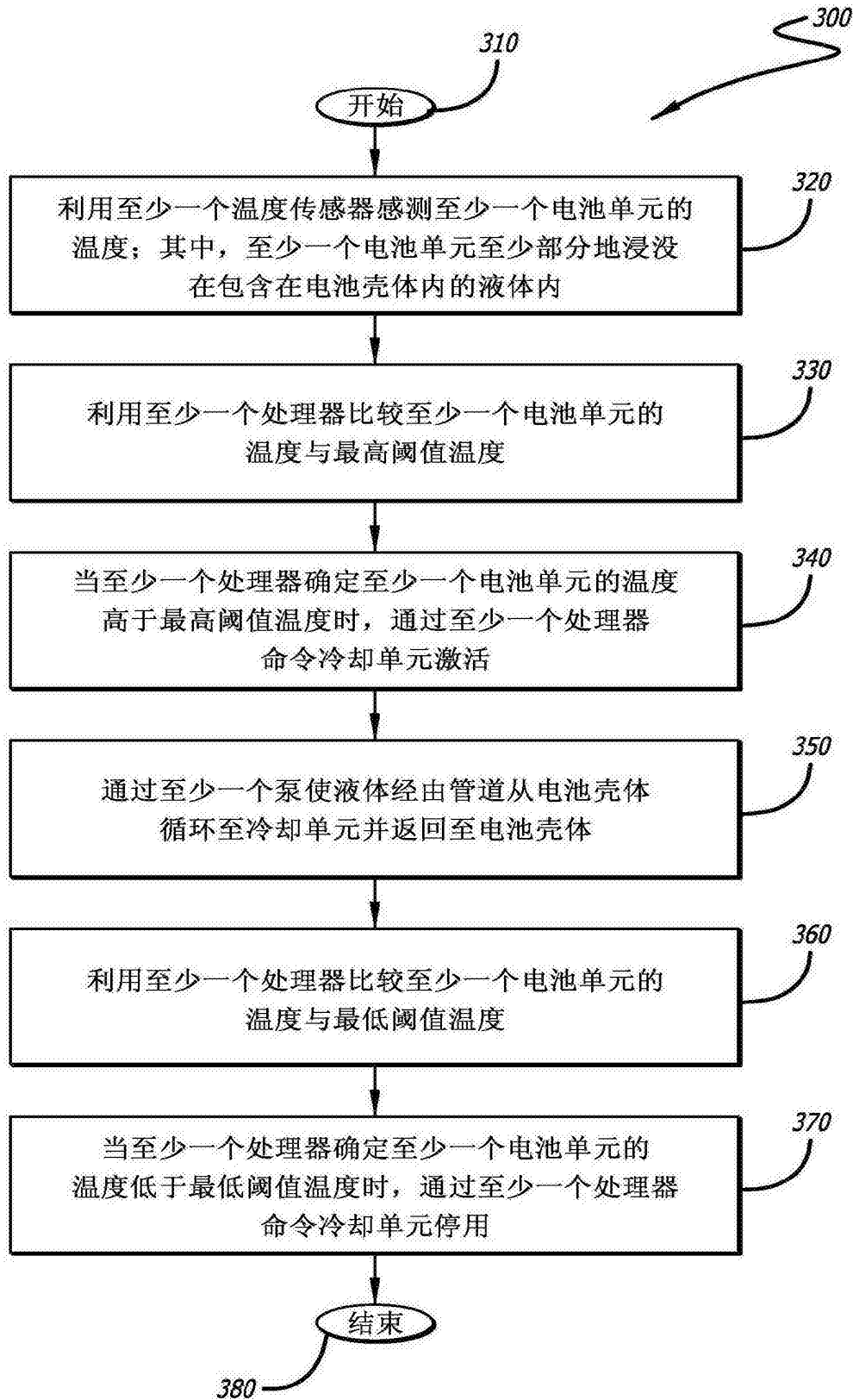


图 3

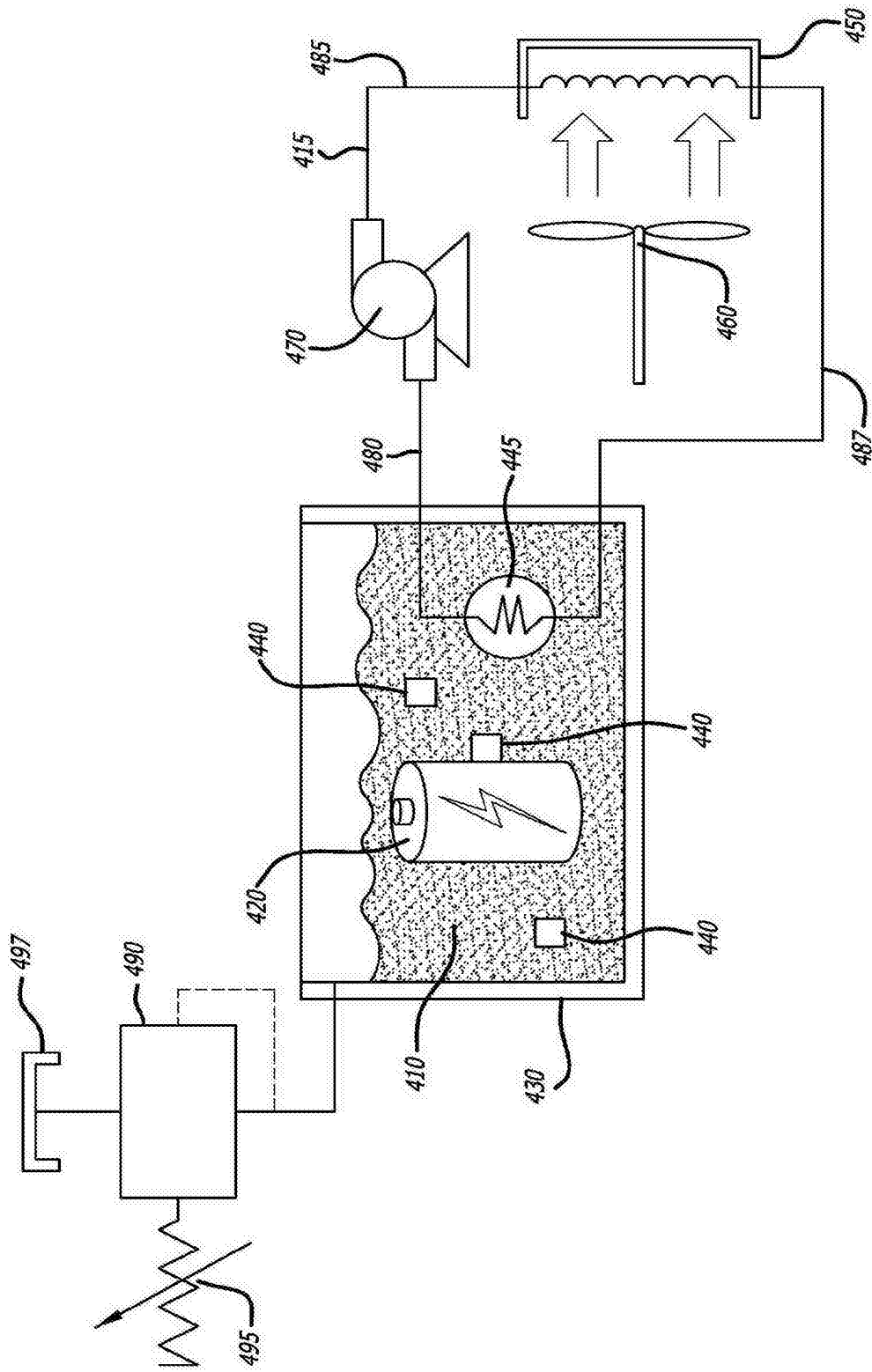


图 4

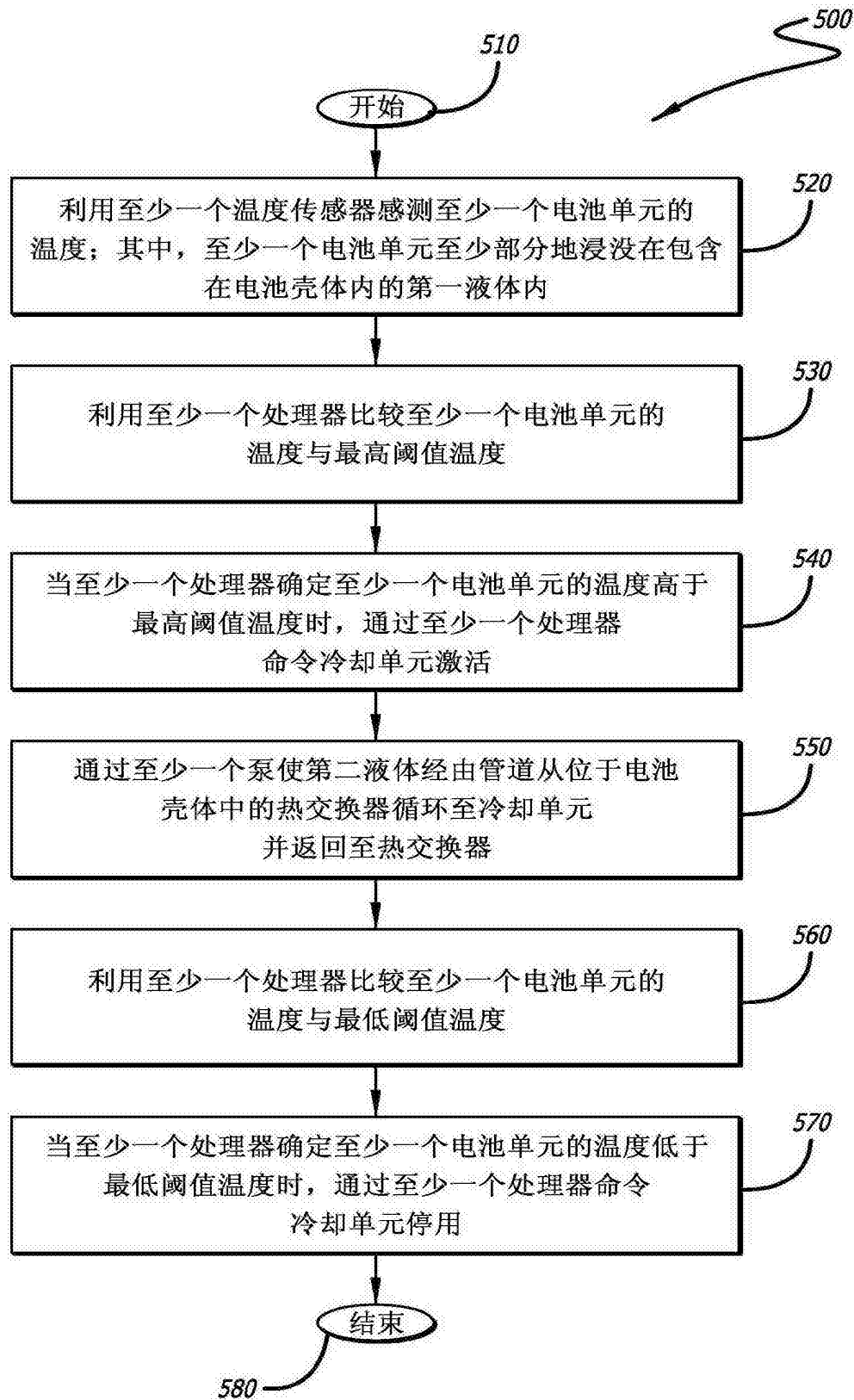


图 5