



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111816951 A

(43) 申请公布日 2020. 10. 23

(21) 申请号 202010611940.X

H01M 10/635 (2014.01)

(22) 申请日 2020.06.30

H01M 10/6563 (2014.01)

(30) 优先权数据

H01M 10/6568 (2014.01)

16/545,546 2019.08.20 US

(71) 申请人 百度(美国)有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州桑尼维尔波尔多道
1195

(72) 发明人 杨华威 邵帅 高天翼

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 闫明霞

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/627 (2014.01)

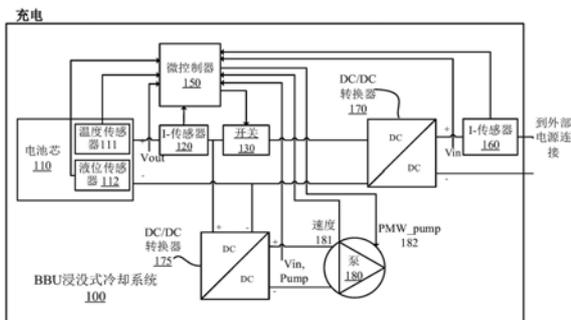
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

用于电池备用能量存储的热管理的电源架构设计

(57) 摘要

描述了用于数据中心应用的备用电池单元的热管理。在一个实施例中,备用电池单元包括浸没在包含在浸没槽中的冷却液中的一个或多个电池芯。浸没槽包括温度传感器。电池芯还包括第一直流-直流(DC/DC)转换器,第一直流-直流(DC/DC)转换器电连接到电池芯和外部电源,用于转换和控制从外部电源获得的充电电压以对电池芯充电。备用电池单元还包括用于将冷却液驱动到电池芯的冷却液泵。备用电池单元还包括耦合到温度传感器、第一DC/DC转换器和冷却液泵的微控制器。微控制器被配置为基于从温度传感器获得的温度数据和第一DC/DC转换器的电流控制冷却液泵的操作。



1. 一种备用电池单元,包括:

一个或多个电池芯,所述电池芯浸没在包含在浸没槽中的冷却液中,所述浸没槽包括温度传感器以感测所述冷却液的温度;

第一直流-直流(DC/DC)转换器,所述第一DC/DC转换器电耦合到所述电池芯和外部电源,用于转换和控制从所述外部电源获得的充电电压以对所述电池芯充电;

冷却液泵,所述冷却液泵用于将冷却液驱动到所述电池芯;以及

微控制器,所述微控制器耦合到所述温度传感器、所述第一DC/DC转换器和所述冷却液泵,其中所述微控制器被配置为基于从所述温度传感器获得的温度数据和所述第一DC/DC转换器的电流控制所述冷却液泵的操作。

2. 如权利要求1所述的备用电池单元,其中当所述微控制器从所述温度传感器接收到指示所述冷却液的温度已经上升到阈值水平以上的信号时,所述冷却液泵被激活。

3. 如权利要求1所述的备用电池单元,还包括第二DC/DC转换器,所述第二DC/DC转换器耦合到所述电池芯和所述冷却液泵,用于调节所述冷却液泵处的电压电平。

4. 如权利要求3所述的备用电池单元,其中所述冷却液泵的速度由所述微控制器生成的脉冲宽度调制(PWM)控制信号控制。

5. 如权利要求1所述的备用电池单元,还包括用于测量所述电池芯的充电电流和放电电流的电流传感器,其中所述电流传感器电耦合到所述微控制器。

6. 如权利要求1所述的备用电池单元,还包括开关,所述开关耦合到所述第一DC/DC转换器和所述电池芯,用于控制所述电池芯的充电,其中当所述开关闭合时,所述电池芯正在充电,以及当所述开关断开时,所述电池芯不在充电。

7. 如权利要求6所述的备用电池单元,其中所述开关是用于对所述电池芯充电和放电的双向电源开关。

8. 如权利要求1所述的备用电池单元,其中浸没槽还包括用于测量冷却液在所述浸没槽内部的液位的液位传感器。

9. 如权利要求8所述的备用电池单元,其中所述微控制器:

从液位传感器接收指示所述浸没槽中的所述液位已经超过阈值水平的信号;以及

响应于所述信号,向所述冷却液泵发送控制信号以降低所述泵的速度或使所述泵脱离。

10. 如权利要求1所述的备用电池单元,还包括经由携带所述冷却液的冷却剂供应管线和冷却剂返回管线耦合到所述浸没槽的热交换器,以形成电池芯液体冷却回路。

11. 如权利要求9所述的备用电池单元,其中所述热交换器是能够耦合到机架液体冷却系统以形成电子机架的机架液体冷却回路的液-液热交换器。

12. 如权利要求9所述的备用电池单元,其中所述热交换器是液体-空气热交换器。

13. 如权利要求9所述的备用电池单元,还包括冷却风扇,其中所述微控制器被配置为基于从所述温度传感器获得的所述温度数据和所述第一DC/DC转换器的电流控制所述冷却风扇的操作,用于冷却所述一个或多个电池芯。

14. 一种电子机架,包括:

被布置为堆叠的多个服务器刀片,每个服务器刀片包括一个或多个服务器以提供数据处理服务;

电源,所述电源耦合到所述服务器刀片以提供电力以操作所述服务器;以及
如权利要求1-13中任一项所述的备用电池单元(BBU),所述BBU耦合到所述服务器刀片
以在所述电源不能提供电力时向所述服务器提供备用电力。

用于电池备用能量存储的热管理的电源架构设计

技术领域

[0001] 本公开的实施例一般涉及一种冷却装置和系统。更具体地，本公开的实施例涉及安装在数据中心环境中的电池备用单元的热管理。

背景技术

[0002] 电池组由串联、并联或两者组合连接的电池芯组成。电池芯在放电和充电期间产生热量。放电速度与产生的热量正相关。用于电池组的冷却系统非常重要，因为较高温度或较低温度可能负面地影响电池性能以及电池健康状况。由于多个电池连接在一起，内部温度值的显著差异可以导致不同电池的不同充电和放电速率，并因此导致电池组性能恶化。

发明内容

[0003] 本公开的一个方面提供了一种备用电池单元，备用电池单元包括：一个或多个电池芯，电池芯浸没在包含在浸没槽中的冷却液中，浸没槽包括温度传感器以感测冷却液的温度；第一直流-直流 (DC/DC) 转换器，第一DC/DC转换器电耦合到电池芯和外部电源，用于转换和控制从外部电源获得的充电电压以对电池芯充电；冷却液泵，冷却液泵用于将冷却液驱动到电池芯；以及微控制器，微控制器耦合到温度传感器、第一DC/DC转换器和冷却液泵，其中微控制器被配置为基于从温度传感器获得的温度数据和第一DC/DC转换器的电流控制冷却液泵的操作。

[0004] 本公开的另一个方面提供了一种电子机架，电子机架包括被布置为堆叠的多个服务器刀片，每个服务器刀片包括一个或多个服务器以提供数据处理服务；电源，电源耦合到服务器刀片以提供电力以操作服务器；以及备用电池单元 (BBU)，BBU耦合到服务器刀片以在电源不能提供电力时向服务器提供备用电力。BBU包括：一个或多个电池芯，电池芯浸没在包含在浸没槽中的冷却液中，浸没槽包括温度传感器以感测冷却液的温度；第一直流-直流 (DC/DC) 转换器，第一DC/DC转换器电耦合到电池芯和外部电源，用于转换和控制从外部电源获得的充电电压以对电池芯充电；冷却液泵，冷却液泵用于将冷却液驱动到电池芯；以及微控制器，微控制器耦合到温度传感器、第一DC/DC转换器和冷却液泵，其中微控制器被配置为基于从温度传感器获得的温度数据和第一DC/DC转换器的电流控制冷却液泵的操作。

[0005] 本公开的电池备用单元浸没式冷却系统设计为电池芯提供热管理，用于管理用于数据中心应用的备用电池单元的温度，能够改进用于数据中心的电池芯中的电池能量存储和热管理，使得电池组性能以及电池健康状况有所改善。

附图说明

[0006] 本公开的实施例通过示例的方式示出并且不限于附图中的图，在附图中相同的附图标记表示相似的元件。

[0007] 图1是示出用于处于充电状态的备用电池单元 (BBU) 的电源架构设计的框图。

- [0008] 图2是用于处于放电状态的BBU的电源架构设计的框图, BBU不具有放电转换器。
- [0009] 图3是用于处于放电状态的BBU的电源架构设计的框图, BBU具有放电转换器的。
- [0010] 图4是用于处于充电状态的BBU的电源架构设计的框图, BBU具有在充电期间用于空气冷却的附加风扇。
- [0011] 图5是用于处于放电状态的BBU的电源架构设计的框图, BBU具有放电转换器以及在充电期间用于空气冷却的附加风扇。
- [0012] 图6是用于处于放电状态的BBU的电源架构设计的框图, BBU不具有放电转换器并且具有在充电期间用于空气冷却的附加风扇。
- [0013] 图7是BBU的自检过程的框图。
- [0014] 图8示出根据一个实施例的备用电池模块的示例。
- [0015] 图9示出根据另一实施例的备用电池模块的示例。
- [0016] 图10示出根据一个实施例的具有冷却系统的示例备用电池模块。
- [0017] 图11示出根据一个实施例的包含备用电池组的电子机架的示例。

具体实施方式

[0018] 将参考以下讨论的细节描述本公开的各个实施例和方面, 并且附图将示出各个实施例。以下描述和附图是本公开的说明并且不应被解释为限制本公开。描述了许多具体细节以提供对本公开的各个实施例的全面理解。然而, 在某些情况下, 为了提供对本公开的实施例的简要讨论, 没有描述公知或常规的细节。

[0019] 说明书中对“一个实施例”或“实施例”的引用意味着结合该实施例描述的具体特征、结构或特性可以包括在本公开的至少一个实施例中。在说明书中的各个地方出现的短语“在一个实施例中”不一定都指同一实施例。

[0020] 电池组由串联、并联或两者组合连接的电池芯组成。电池芯在放电和充电期间产生热量。放电速度与产生的热量正相关。用于电池组的冷却系统非常重要, 因为较高温度或较低温度可能负面地影响电池性能以及电池健康状况。由于多个电池连接在一起, 内部温度值的显著差异可能导致不同电池的不同充电和放电速率, 并因此导致电池组性能恶化。因此, 电池热管理系统在电池组的设计和运行中扮演了至关重要的角色, 并且对电池组的性能具有直接的影响。此外, 热系统设计差可能导致BBU不能工作, 诸如不能满足所需的备用时间。存在用于冷却电动车辆的若干常规电池热管理系统。这些系统包括例如空气冷却系统、无源或有源液体系统以及热-电系统。然而, 这样的系统是不够的。

[0021] 根据一些实施例, 电池备用单元 (BBU) 浸没式冷却系统设计为电池芯提供热管理, 用于管理用于数据中心应用的备用电池单元的温度。备用电池单元用作用于诸如数据中心的应用的备用电力或能量存储设备。电池芯可以浸没在包含在冷却剂槽或浸没槽中的冷却剂中。当电池芯充电和放电时, 它们可以变热。为了控制电池芯的温度, 将泵附接到浸没槽, 当电池芯的温度上升到由在电池芯内或邻近电池芯的温度传感器确定的阈值水平以上时, 泵将冷却流体泵送到浸没槽中。在具体实施例中, 冷却风扇也有助于冷却电池芯。充电和放电两者均不同地影响电池芯的温度。因此, 必须取决于电池芯是充电还是放电不同地对待电池芯的热管理。不同的热管理需要用于电池冷却以及充电和放电功能两者的不同电源架构。本公开考虑了能够改进用于数据中心的电池芯中的电池能量存储和热管理。

[0022] 本文描述的系统、方法和物品提供了电源系统架构和相关联的控制算法,以便为BBU浸没式冷却系统中所需的泵以及可选地风扇供电。当电池充电时,系统可以将来自BBU输入电源的电力转换为泵电力以驱动冷却流体到电池芯。如果风扇包括在BBU浸没式冷却系统中,则BBU浸没式冷却系统也可以给风扇供电。控制算法可以从一个或多个传感器获取测量值,包括温度、液位、电压和电流,以通过控制电源转换器确定泵和风扇的工作状况。此外,控制算法可以对BBU浸没式冷却系统中的冷却和电源组件两者执行自检过程。

[0023] 概括而言,可以存在用于BBU的热管理控制的三种不同的主要示意性配置。对于充电,可以有一个主要配置,而对于放电,可以有两个主要配置:在具有或不具有放电转换器的情况下放电。为了冷却电池芯,可以使用空气冷却或液体冷却。在一些实施例中,可以使用空气和液体冷却两者。如果仅使用液体冷却,则可以不需要风扇。不管不同的配置,一些共同原理和相关联的电路示意图可以在所有配置之间共享。第一,在每个配置中,液体温度传感器可以用于测量电池芯附近的温度。这可以用于确定何时启动泵并控制其速度以适应所需的流量,同时将由电池芯产生的热量从浸没槽内部传递到浸没槽外部。第二,为了控制和保护的目,电流传感器可以放置在开关(其可以是双向电源开关)之后的电池芯附近用于测量充电和放电电流。第三,DC/DC转换器可以用于转换和控制来自外部电源的充电电压和电流。第四,另一专用的DC/DC转换器可以连接在电池芯附近,以便为液泵和风扇(如果存在)供电。泵的输入电压和速度可以被感测并被发送到微控制器,在微控制器处可以生成控制信号并将其发送回泵用于速度控制。类似地,如果存在风扇,则风扇的速度也可以由微控制器控制。第五,输出和输入电压与电流都由传感器感测,用于反馈控制和保护目的。最后,液位传感器放置在浸没槽内部用于自我检测和保护目的。

[0024] 在一些实施例中,如果不需要调节电池芯的输出电压,则放电转换器可以不是必需的。如果不需要放电转换器,则充电转换器可以被设计为仅用于充电目的。然而,如果需要放电转换器,则可以需要另一专用的放电转换器,或者充电转换器可以被设计为具有双向功能以用作充电转换器和放电转换器两者。

[0025] 图1是示出用于处于充电状态的备用电池单元(BBU)浸没式冷却系统的电源架构设计的框图。BBU浸没式冷却系统100可以包括封装在浸没槽中的电池芯110。邻近电池芯110可以放置温度传感器111和液位传感器。冷却液泵180可以被提供以将冷却流体驱动到电池芯110。冷却液泵180在本文中也可以称为泵180。BBU浸没式冷却单元还可以包括微控制器150、电流传感器(“I-传感器”)120、开关130和DC/DC转换器175。用于泵的输入电压(“ $V_{in,pump}$ ”)的信号以及用于泵的速度181可以被发送到微控制器150。微控制器150可以向泵发送指定用于泵的脉冲宽度调制(“PMW_PUMP”)的信号。脉冲宽度调制可以通过将电信号有效地切成离散的部分降低由电信号传递的平均电力的方法。通过以快速接通和断开电源与负载之间的开关控制馈送到负载的电压(和电流)的平均值。在具体实施例中,I-传感器120可以包括在BBU浸没式冷却系统100中用于测量充电电流和放电电流。I-传感器120可以电耦合到微控制器。

[0026] 随着电池芯110充电,它们的温度可能升高。温度传感器111可以连续地或周期性地对电池芯110的表面的温度测量。如果测量的温度上升到阈值水平以上,则温度传感器可以向微控制器150发送信号。微控制器150然后可以向泵180发送PMW_PUMP182信号以激活其泵机制。然后,泵180可以朝向电池芯110泵送冷却液体以将它们冷却下来。BBU浸没式冷

却系统100还可以包括第一DC/DC转换器170和第二DC/DC转换器175。

[0027] 在具体实施例中, BBU浸没式冷却系统100可以包括浸没在包含在浸没槽中的冷却液中的一个或多个电池芯110, 浸没槽包括温度传感器111。BBU浸没式冷却系统100还可以包括电耦合到电池芯和外部电源的第一直流-直流(DC/DC)转换器170, 用于转换和控制从外部电源获得的充电电压以对电池芯110充电。BBU浸没式冷却系统还可以包括用于将冷却液驱动到电池芯的冷却液泵180。BBU浸没式冷却系统还可以包括耦合到温度传感器111、第一DC/DC转换器170和冷却液泵180的微控制器150, 其中微控制器150基于从温度传感器111获得的温度数据和第一DC/DC转换器170的电流控制冷却液泵180的操作。

[0028] 图2是用于处于放电状态的BBU浸没式冷却系统100的电源架构设计的框图, BBU不具有放电转换器。在一些实施例中, 如果不需要调节电池芯的输出电压, 则放电转换器可以不是必需的。如果不需要放电转换器, 则DC/DC转换器175可以被设计为仅用于充电目的。然而, 如果需要放电转换器, 则可以需要另一专用的放电转换器, 或者DC/DC转换器175可以被设计为具有双向功能以用作充电转换器和放电转换器两者。

[0029] 在图2所示的配置中, 电池芯110可以通过可以由微控制器150控制的开关130直接连接到外部连接。在具体实施例中, 当BBU浸没式冷却系统100处于充电状态时, 当开关130闭合时, 电池芯110可以充电, 并且当开关130断开时, 电池芯110可以不充电。在具体实施例中, 开关130可以是双向电源开关。在这种配置中, 可以不需要电压调节。由于相对大的放电电流, 电池芯110的温度升高可能是显著的。温度上升可以足够高, 使得超过阈值温度, 这可以导致冷却液泵180开始将冷却流体驱动到电池芯110。电池芯110的单个电池芯的散热对于每个单个电池芯可以是不同的。这种散热差异可以基于电池芯110的每个电池芯中的不同的电流水平。在其他实施例中, 电池芯110的每个电池芯的温度可以彼此相等。为了调节散热, 微控制器150可以通过发送不同的PMW信号作为PMW_PUMP182信号调整泵速。用于泵的DC/DC转换器175也可以由控制器通过电压控制或电流控制被控制。

[0030] 图3是用于处于放电状态的BBU浸没式冷却系统100的电源架构设计的框图, BBU具有放电转换器。在这种配置中, 放电转换器是DC/DC转换器170。因此, 在具体实施例中, BBU浸没式冷却系统100还可以包括耦合到电池芯110和泵180的第二DC/DC转换器(例如, DC/DC转换器170), 用于调节泵180处的电压水平。尽管示出DC/DC转换器, 但是本公开考虑了任何合适的电压或电流转换器, 诸如AC/DC转换器。图3中所示的电源架构设计包括与电池芯110串联放置的DC/DC转换器170, 用于在外部电源连接处将电池芯的移动电压转换为稳定电压。开关130可以与DC/DC转换器170的输入串联连接, 用于保护目的。例如, 如果电池芯110的放电电压变得过高, 则开关130可以断开并切断供应给外部电源连接的电流。作为另一示例, 如果I-传感器120确定放电电流超过电流阈值, I-传感器120可以向微控制器150发送信号, 然后微控制器可以向开关130发送具有断开指令的信号。为了电流控制和保护的目的是, 可以在BBU浸没式冷却系统100的输出附近添加另一传感器, I-传感器160。作为示例, 如果I-传感器160确定放电电流超过电流阈值, 则I-传感器160可以向微控制器150发送信号, 微控制器然后可以向开关130发送具有断开指令的信号。所有其它组件和功能可以保持如关于图2所示的和讨论的那样。

[0031] 图4是用于处于充电状态的BBU浸没式冷却系统100的电源架构设计的框图, BBU浸没式冷却系统100具有在充电期间用于空气冷却的附加风扇190。风扇190可以从为泵180供

电的DC/DC转换器175获得相同的输入。如果风扇190的所需电压与泵180的所需电压相同,则可能是这种情况。风扇速度191可以反馈到微控制器中,用于使用PMW_FAN192信号进行速度控制。这也可以是如何控制泵180的速度。泵180可以向微控制器发送速度181信号,并且取决于从温度传感器111接收的温度,微控制器150可以向泵180发送回PMW_PUMP182信号以增加或降低其速度。尽管本公开描述了以特定方式调节泵和风扇的速度,但是本公开考虑了以任何合适的方式调节泵和风扇的速度。

[0032] 图5是用于处于放电状态的BBU浸没式冷却系统100的电源架构设计的框图,BBU浸没式冷却系统100具有放电转换器以及在充电期间用于空气冷却的附加风扇。在这种配置中,放电转换器可以是DC/DC转换器170。尽管示出DC/DC转换器,但是本公开考虑了任何合适的电压或电流转换器,诸如AC/DC转换器。图3中所示的电源架构设计包括与电池芯110串联放置的DC/DC转换器170,用于在外部电源连接处将电池芯的移动电压转换为稳定电压。开关130可以与DC/DC转换器170的输入串联连接,用于保护目的。例如,如果单电池芯110的放电电压变得过高,则开关130可以断开并切断供应给外部电源连接的电流。作为另一示例,如果I-传感器120确定放电电流超过电流阈值,I-传感器120可以向微控制器150发送信号,然后微控制器可以向开关130发送具有断开指令的信号。为了电流控制和保护的目,可以在BBU浸没式冷却系统100的输出附近添加另一传感器,I-传感器160。作为示例,如果I-传感器160确定放电电流超过电流阈值,则I-传感器160可以向微控制器150发送信号,微控制器然后可以向开关130发送具有断开指令的信号。风扇190可以从为泵180供电的DC/DC转换器175获得相同的输入。如果风扇190的所需电压与泵180的所需电压相同,则可能是这种情况。风扇速度191可以反馈到微控制器中,用于使用PMW_FAN192信号进行速度控制。

[0033] 图6是用于处于放电状态的BBU浸没式冷却系统的电源架构设计的框图,BBU浸没式冷却系统不具有放电转换器并且具有在充电期间用于空气冷却的附加风扇。在这种配置中,电池芯110可以通过可以由微控制器150控制的开关130直接连接到外部连接。在这种配置中,可以不需要电压调节。由于相对大的放电电流,电池芯110的温度升高可能是显著的。温度上升可以足够高,使得超过阈值温度,这可以导致冷却液泵180开始将冷却流体驱动到电池芯110。电池芯110的单个电池芯的散热对于每个单个电池芯可以是不同的。这种散热差异可以基于电池芯110的每个电池芯中的不同电流水平和健康状况。在其他实施例中,电池芯110的每个电池芯的温度可以彼此相等。为了调节散热,微控制器150可以通过发送不同的PMW信号作为PMW_PUMP182信号调整泵速。用于泵的DC/DC转换器175也可以由控制器通过电压控制或电流控制被控制。

[0034] 图7是BBU浸没式冷却系统100的自检过程700的框图。BBU浸没式冷却系统100可以被配置为自检测系统中的任何故障。当电池芯100空闲时(例如,它们没有充电或放电),如果存在泵和风扇,则可以检验泵和风扇以检查流体流量和速度,以确定系统是否正常操作。如果它没有正确地操作,则系统内的计算机逻辑可以将告警信号传递到上层监视或管理系统以指示系统中存在故障。自检过程可以在步骤710处开始,其中系统中的计算机逻辑开始自检。在步骤720处,计算机逻辑确定BBU是否空闲。通常,如果电池芯110没有充电或放电,则BBU是空闲的。如果BBU是空闲的,则计算机逻辑可以进行到步骤720,其中计算机逻辑可以执行一系列测试:流量测试、泵测试和风扇测试。流量测试可以测试流体在系统中如何流动。流量测试可以至少部分地通过来自液位传感器112或流量计(未示出)的信号被帮助。液

位传感器112可以指示BBU浸没式冷却系统100内的液位。泵和风扇测试可以分别测试泵180和风扇190的功能。例如,泵测试可以确定泵的速度是否适当运行。在步骤740处,计算机逻辑可以确定所有速度是正常的还是适当运行的。如果任何速度不正常,则计算机逻辑可以进行到步骤760,并且生成告警信号,并将其发送到上层监测或管理系统以指示系统中存在故障。如果所有速度都正常,则计算机逻辑可以进行到步骤750,其可以结束自检过程700。

[0035] 图8示出根据一个实施例的电池模块的示例。参考图8,电池模块800包括浸没在包含在冷却剂槽206中的冷却剂204中的多个电池芯202。如图8所示,电池芯202串联-并联连接。冷却回路208包括包含大部分冷却剂流体204的冷却剂槽206、供应管线210、返回管线212和诸如热交换器214的冷却设备。在该实施例中,流体泵216被布置在供应管线上,并且可操作以促进冷却剂204的循环。可替换地,泵216可以被布置在返回管线212上,或者附加泵可以被设置在返回管线212上。热交换器214可以是空气-液体热交换器,或者可替换地,热交换器214可以是液-液热交换器。

[0036] 在一个实施例中,风扇218用于移动空气并促进热交换器214的操作。在一个实施例中,数据中心冷却空气(即,在数据中心的集中供应的较低温度的空气)被用于冷却热交换器214。如果使用相变冷却剂204,则在热交换器214内发生蒸汽冷凝。相变发生在冷却剂槽206和热交换器214两者中。

[0037] 现在参考图9,热交换器214被连接到外部冷却源220。在不同的实施例中,外部冷却源220可以是数据中心冷却水系统或IT液体冷却水系统。在如图9所示的该示例中,热交换器214是液-液热交换器。热交换器214和外部冷却源220之间的冷却回路可以被称为主回路,而热交换器214和冷却剂槽206之间的冷却回路可以被称为次级回路。外部冷却源220可以是布置在电子机架内的机架液体歧管的一部分,备用电池模块900位于该电子机架中,或者是冷却剂分配单元(CDU)位于电子机架中。当使用单相冷却剂时,供应管线和返回管线两者都是液体管线。在两相冷却剂设计中,供应管线210是液体管线,而返回管线212是蒸汽管线。蒸汽管线的直径可以大于液体管线的直径。

[0038] 参考图10,示出根据一个实施例的具有冷却系统的示例备用电池模块1000。在该实施例中,使用两相冷却剂。当电池芯302产生热量时,液体冷却剂304从电池芯提取热量,并且冷却剂从液相变为气相。低密度蒸汽冷却剂306在冷却剂槽312中上升并通过蒸汽返回管线310行进到热交换器308。换句话说,在该实施例中,也是电池室的冷却剂槽312没有被完全填充,并且空间313朝向冷却剂槽312的顶部保留,以允许蒸汽306的生成并且用作用于平衡由于密度变化而引起的压力差的缓冲器。

[0039] 图11是示出根据一个实施例的电子机架的示例的框图。电子机架1100可以包括一个或多个服务器槽以分别容纳一个或多个服务器。每个服务器包括一个或多个信息技术(IT)组件(例如,处理器、存储器、存储设备、网络接口)。参考图11,根据一个实施例,电子机架1100包括但不限于CDU 901、机架管理单元(RMU) 902(可选)、电源单元(PSU) 950、BBU 910以及一个或多个服务器刀片903A-903D(统称为服务器刀片903)。服务器刀片903可以分别从电子机架1100的前端904或后端905插入到服务器槽阵列中。PSU 950和/或BBU 910可以插入到电子机架1100内的任何服务器槽903中。

[0040] 注意,尽管这里仅示出四个服务器刀片903A-903D,但是可以在电子机架1100内维护更多或更少的服务器刀片。还应注意的是,CDU 901、RMU 902、PSU 950、BBU 910和服务器

刀片903的具体位置仅出于说明的目的而示出；CDU 901、RMU 902、BBU 910和服务器刀片903的其它布置或配置也可以被实现。注意，电子机架1100可以对环境开放或者部分地由机架容器容纳，只要冷却风扇可以生成从前端到后端的气流。

[0041] 此外，风扇模块可以与每个刀片服务器903和BBU 910相关联。在这个实施例中，风扇模块931A-931E，统称为风扇模块931，并且分别与服务器刀片903A-903D和BBU 910相关联。风扇模块931中的每个包括一个或多个冷却风扇。风扇模块931可以安装在服务器刀片903和BBU 910的后端上，以生成从前端904流动、流经服务器刀片903的空气间层、并且在电子机架1100的后端905处离开的气流。

[0042] 在一个实施例中，CDU 901主要包括热交换器911、液体泵912和泵控制器（未示出）以及一些其它组件，诸如贮液器、电源、监控传感器等。热交换器911可以是液-液热交换器。热交换器911包括具有入口和出口的第一回路，第一回路具有耦合到外部液体供应/返回管线931-932的第一对液体连接器以形成主回路。耦合到外部液体供应/返回管线931-932的连接器可以布置或安装在电子机架900的后端905上。液体供应/返回管线931-932耦合到一组房间歧管，房间歧管耦合到外部排热系统或外部冷却回路。此外，热交换器911还包括具有两个端口的第二回路，第二回路具有耦合到液体歧管925的第二对液体连接器以形成次级回路，次级回路可以包括将冷却液体供应到服务器刀片903的供应歧管和将较暖液体返回到CDU 901的返回歧管。注意，CDU 901可以是任何种类的市售的CDU或定制的CDU。因此，CDU 901的细节将不在这里描述。作为示例，图7中所示的冷却设备108可以连接到925以完成完整的流体回路。

[0043] 服务器刀片903中的每个可以包括一个或多个IT组件（例如，中央处理单元或CPU、图形处理单元（GPU）、存储器和/或存储设备）。每个IT组件可以执行数据处理任务，其中IT组件可以包括安装在存储设备中、加载到存储器中并且由一个或多个处理器执行以执行数据处理任务的软件。这些IT组件中的至少一些可以被附接到如上所述的任何冷却设备的底部。服务器刀片903可以包括耦合到一个或多个计算服务器（也称为计算节点，诸如CPU服务器和GPU服务器）的主机服务器（称为主机节点）。主机服务器（具有一个或多个CPU）通常通过网络（例如，因特网）与客户端接口，以接收对具体服务的请求，具体服务诸如存储服务（例如，诸如备用和/或恢复的基于云的存储服务）、执行应用以执行某些操作（例如，作为软件即服务或SaaS平台的一部分的图像处理、深度数据学习算法或建模等）。响应于请求，主机服务器将任务分配给由主机服务器管理的一个或多个性能计算节点或计算服务器（具有一个或多个GPU）。性能计算服务器执行实际任务，其可能在操作期间产生热量。

[0044] 电子机架1100还包括可选的RMU 902，其被配置为提供和管理供应给服务器903、风扇模块931和CDU 901的电力。优化模块921和RMC 922可以与一些应用中的控制器通信。RMU 902可以耦合到电源单元950以管理电源单元的功率消耗。电源单元950可以包括必要的电路（例如，交流（AC）到直流（DC）或DC到DC电源转换器、备用电池、变压器或调节器等）以向电子机架1100的其余组件提供电力。

[0045] 在一个实施例中，RMU 902包括优化模块921和机架管理控制器（RMC）922。RMC 922可以包括监视器以监视电子机架1100内的各种组件的操作状态，诸如，例如计算节点903、CDU 901和风扇模块931。具体地，监视器从表示电子机架1100的操作环境的各种传感器接收操作数据。例如，监测器可以接收表示处理器、冷却液和气流的温度的操作数据，操作数

据可以经由各种温度传感器捕获和收集。监视器还可以接收表示由风扇模块931和液体泵912生成的风扇电力和泵电力的数据,电力可以与它们相应的速度成比例。这些操作数据被称为实时操作数据。注意,监视器可以实现为RMU 902内的分离的模块。

[0046] 基于操作数据,优化模块921使用预定的优化函数或优化模型执行优化,以得出一组用于风扇模块931的最优风扇速度和用于液体泵912的最优泵速度,使得液体泵912和风扇模块931的总电力消耗达到最小,同时与液体泵912和风扇模块931的冷却风扇相关联的操作数据在它们相应的设计规范内。一旦确定了最优泵速度和最优风扇速度,RMC 922就基于最优泵速度和风扇速度配置液体泵912和风扇模块931的冷却风扇。

[0047] 作为示例,基于最优泵速,RMC 922与CDU 901的泵控制器通信以控制液体泵912的速度,这又控制液体歧管925的冷却液的液体流速,液体歧管925将被分配给服务器刀片903中的至少一些。因此,操作条件和对应的冷却设备性能被调节。类似地,基于最优风扇速度,RMC 922与风扇模块931中的每个通信以控制风扇模块931的每个冷却风扇的速度,这又控制风扇模块931的气流速率。注意,风扇模块931中的每个都可以用其特定的最优风扇速度单独地控制,并且不同风扇模块和/或在相同风扇模块中的不同冷却风扇可以具有不同的最优风扇速度。根据一个实施例,BBU 910可以实现为如上所述的如图8-10所示的BBU中的任一个。

[0048] 注意,服务器903的IT组件中的一些或全部可以经由使用散热器的空气冷却或经由使用冷却板的液体冷却而被附接到上述冷却设备中的任一个。一个服务器可以利用空气冷却,而另一服务器可以利用液体冷却。可替换地,服务器的一个IT组件可以利用空气冷却,而相同服务器的另一IT组件可以利用液体冷却。此外,这里未示出开关,该开关可以是空气冷却的或液体冷却的。

[0049] 已经在对计算机存储器内的数据位的操作的算法和符号表示方面呈现了前述详细描述的一些部分。这些算法描述和表示是数据处理领域的技术人员用来最有效地将他们的工作实质传达给本领域的其他技术人员的方式。算法在这里并且通常被认为是导致期望结果的自相容操作序列。这些操作是需要对物理量进行物理操纵的那些操作。

[0050] 然而,应当记住的是,所有这些和类似的术语都与适当的物理量相关联,并且仅仅是应用于这些量的方便的标记。除非特别声明,否则从以上讨论中显而易见的是,应当理解的是,在整个说明书中,使用诸如所附权利要求书中阐述的术语的讨论指的是计算机系统或类似电子计算设备的动作和处理,所述计算机系统或类似电子计算设备将计算机系统的寄存器和存储器内表示为物理(电子)量的数据操纵和变换成计算机系统存储器或寄存器或其它这样的信息存储、传输或显示设备内的类似地表示为物理量的其它数据。

[0051] 本公开的实施例还涉及用于执行本文的操作的装置。这种计算机程序存储在非暂时性计算机可读介质中。机器可读介质包括用于以机器(例如,计算机)可读的形式存储信息的任何机制。例如,机器可读(例如,计算机可读)介质包括机器(例如,计算机)可读存储介质(例如,只读存储器(“ROM”)、随机存取存储器(“RAM”)、磁盘存储介质、光存储介质、闪存设备)。

[0052] 在前述附图中描绘的过程或方法可以由包括硬件(例如,电路、专用逻辑等)、软件(例如,体现在非暂时性计算机可读介质上)或两者的组合的处理逻辑来执行。尽管以上根据一些顺序操作描述了过程或方法,但是应当理解的是,可以以不同的顺序执行所述的一

些操作。此外,一些操作可以并行地而不是顺序地执行。

[0053] 本公开的实施例不是参考任何特别编程语言描述的。将理解的是,可以使用各种编程语言实现如本文描述的本公开的实施例的教导。

[0054] 在前述说明书中,已经参考本公开的具体示例性实施例描述了本公开的实施例。显然,在不背离如所附权利要求书中阐述的本公开的更宽的精神和范围的情况下,可以对其进行各种修改。因此,说明书和附图应被认为是说明性的而不是限制性的。

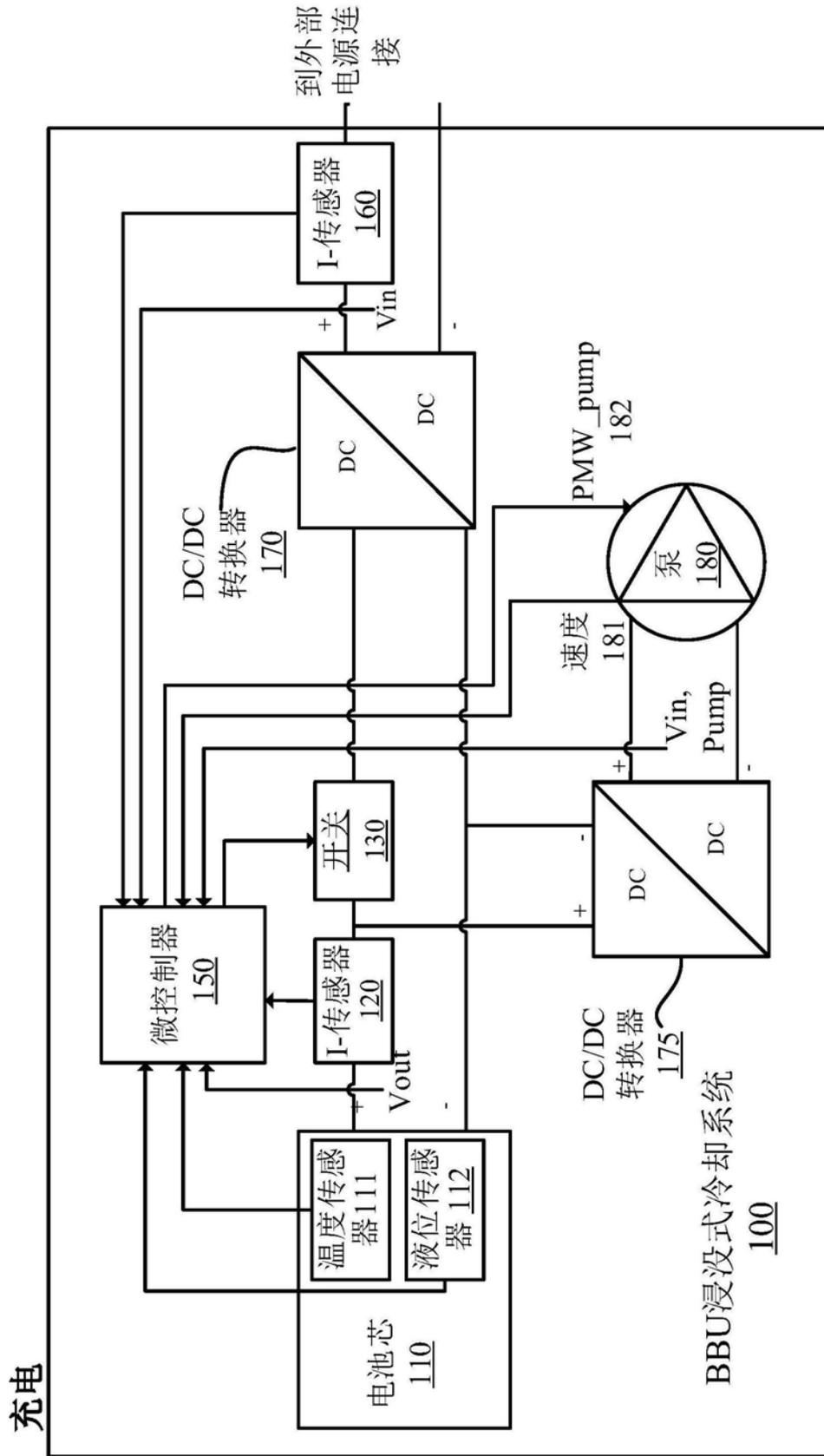


图1

不具有转换器的放电

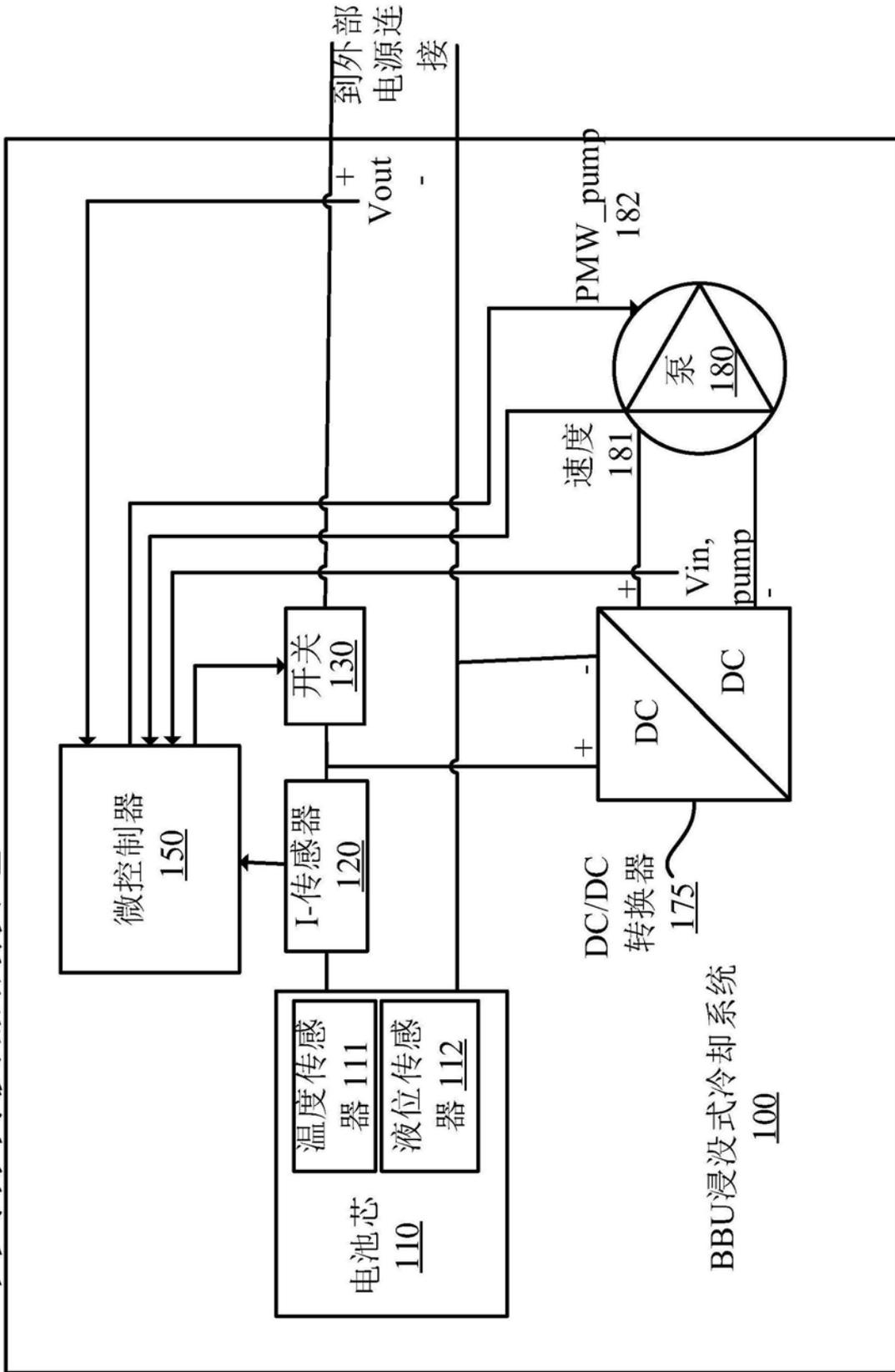
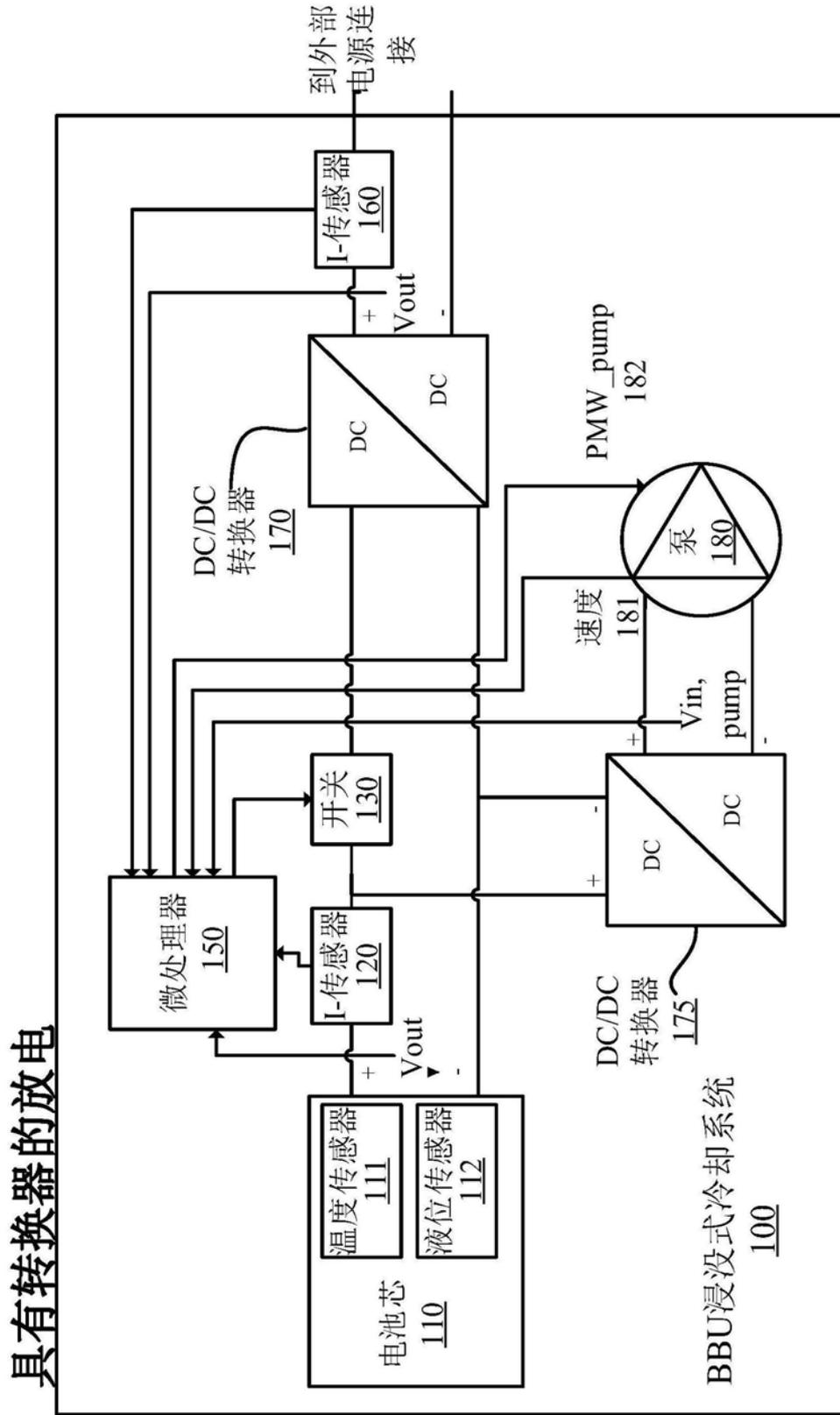


图2



具有转换器的放电

图3

充电期间具有风扇的冷却

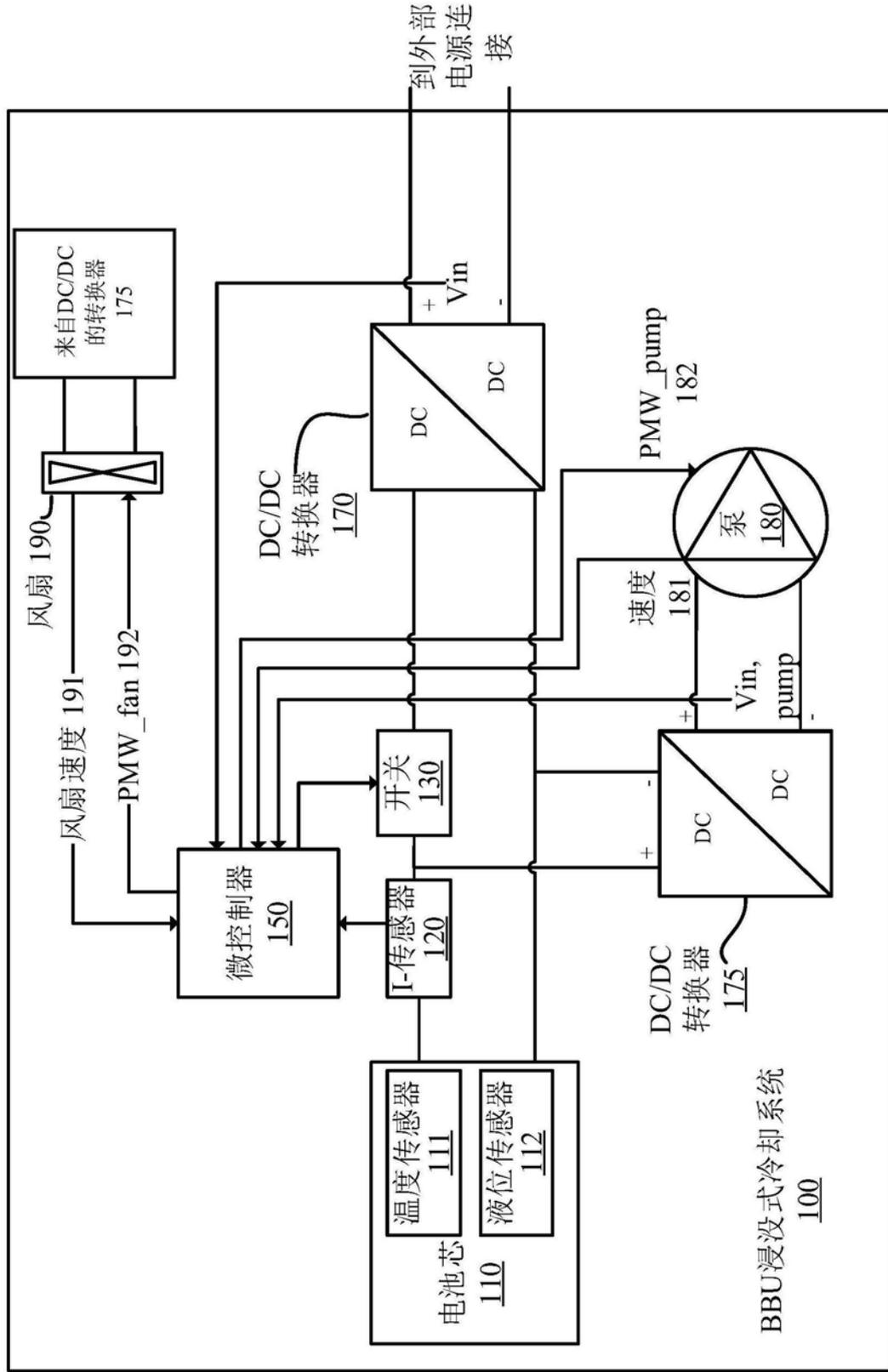


图4

放电期间具有风扇和转换器的冷却

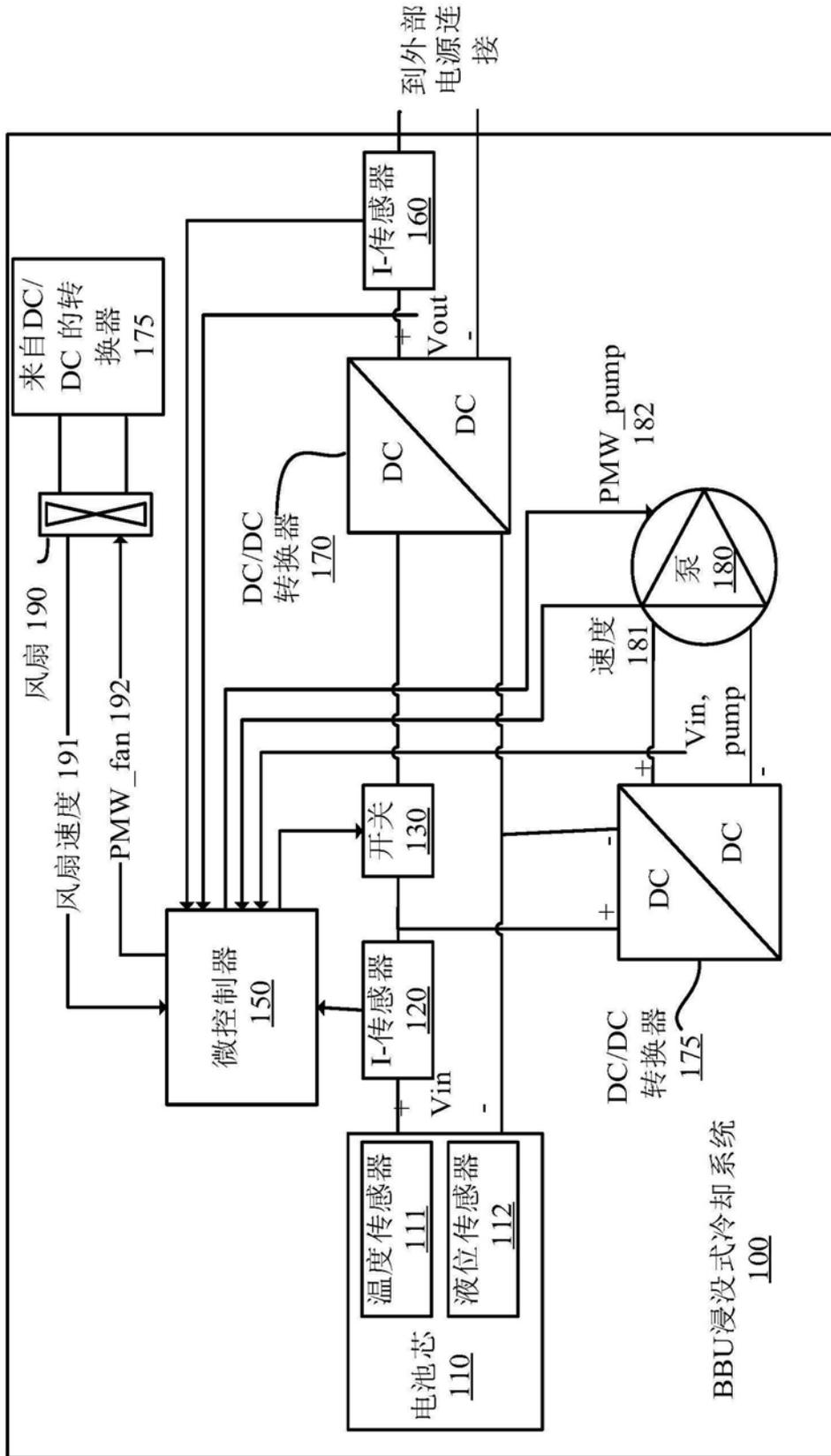


图5

700
↙

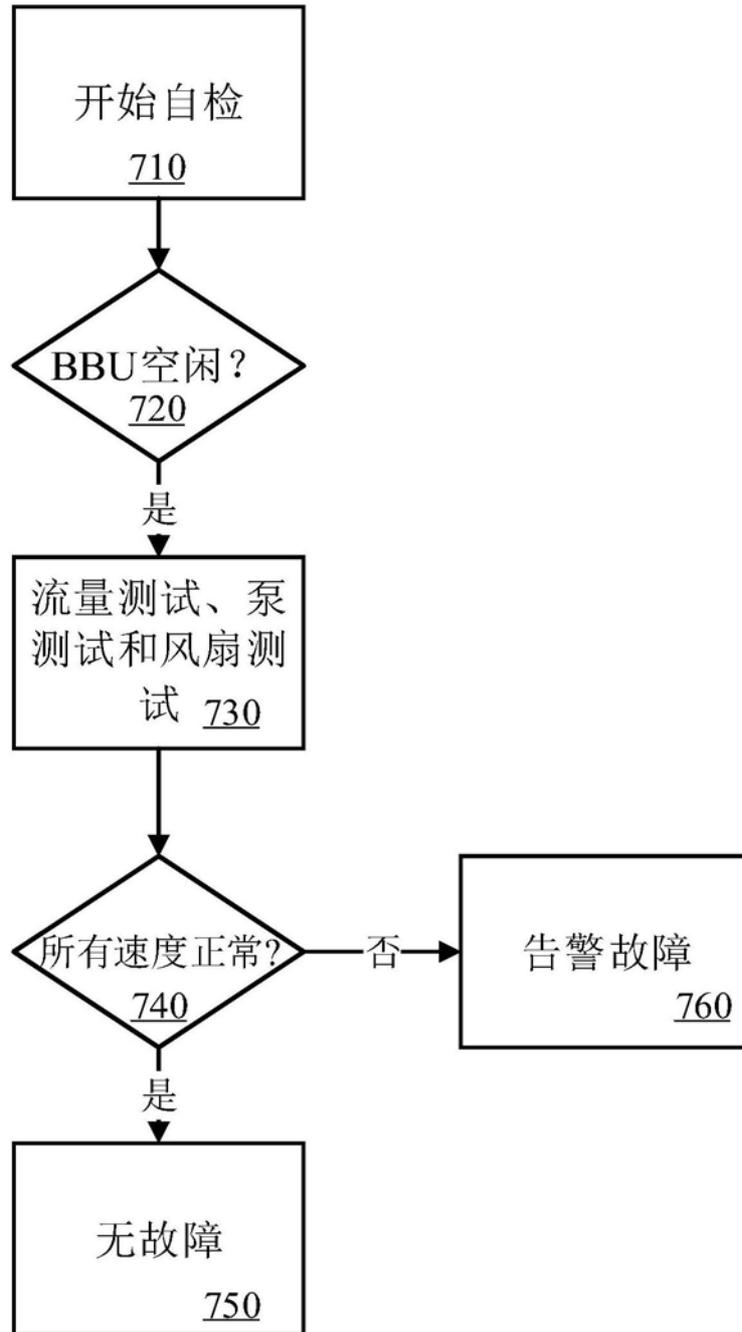


图7

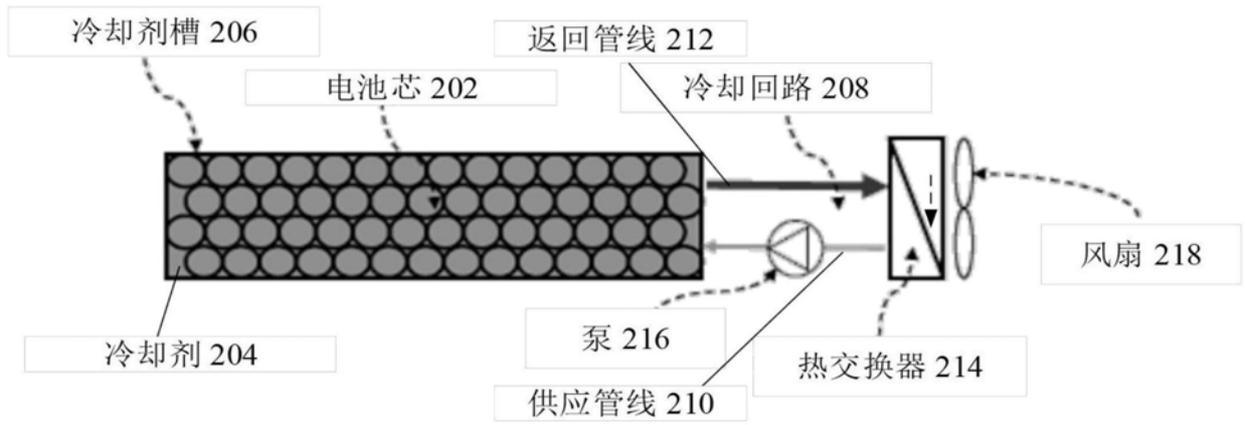


图8

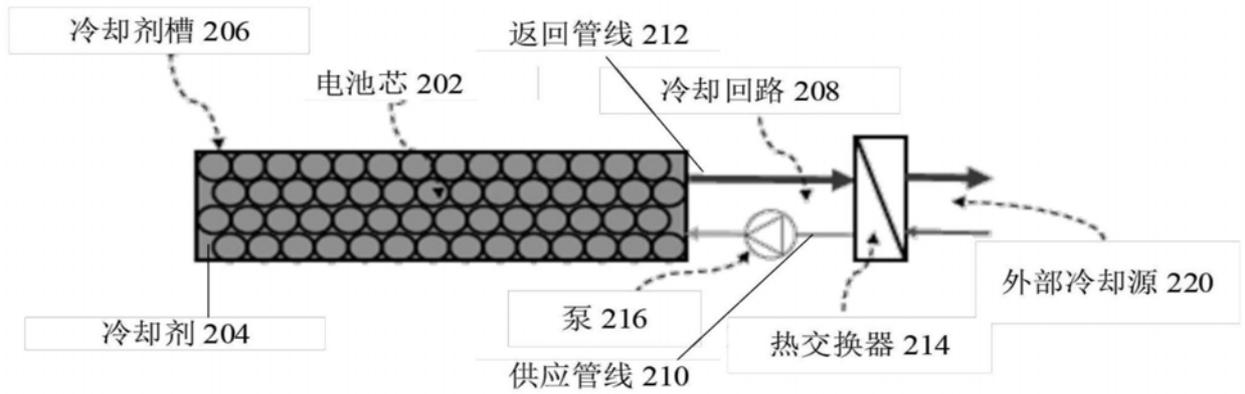


图9

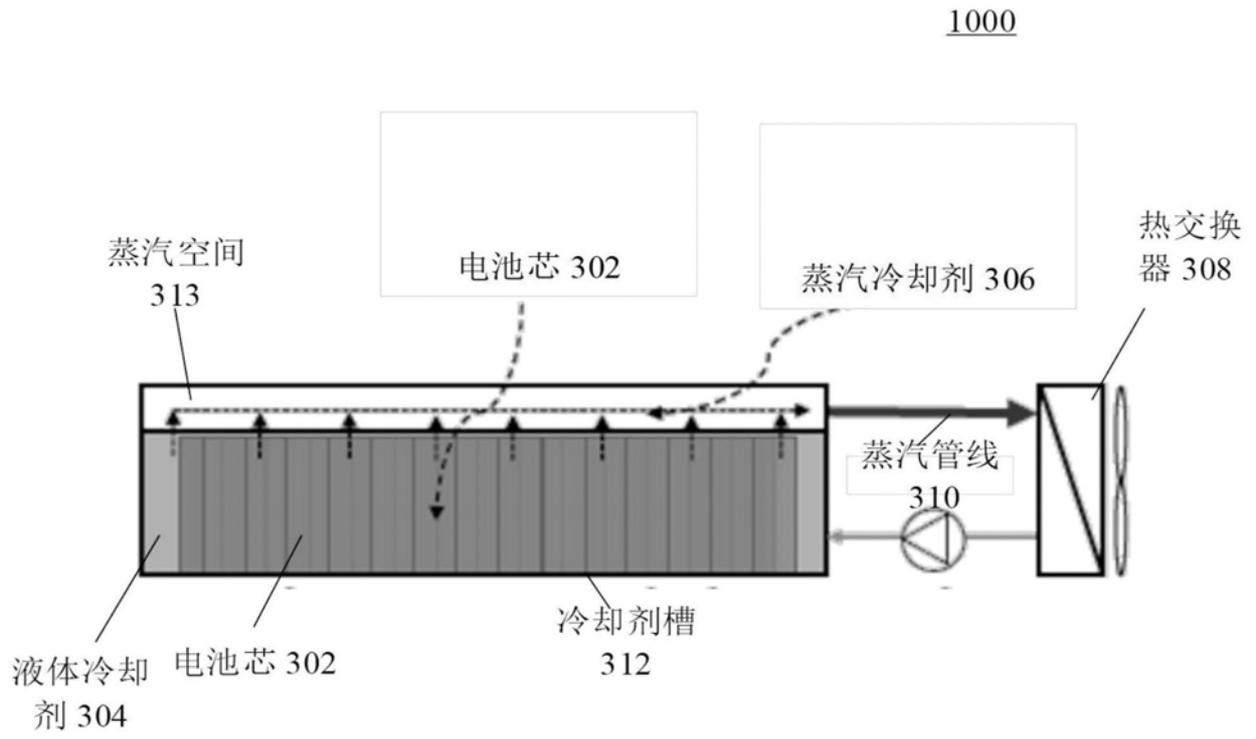


图10

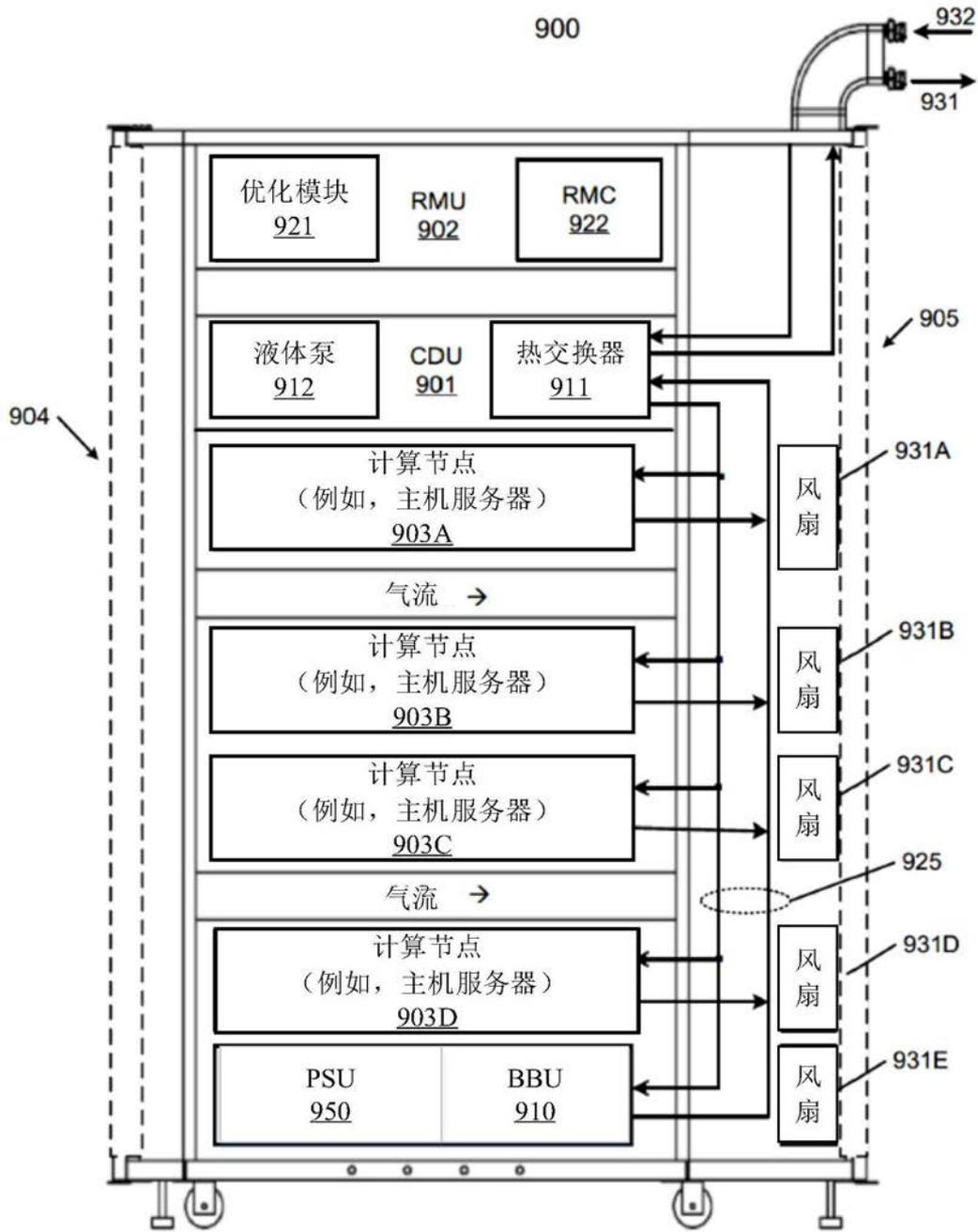


图11