



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118302900 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 05

(21) 申请号 202280074553.4

(22) 申请日 2022.10.19

(30) 优先权数据

3139110 2021.11.10 CA

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2022/051538 2022.10.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/081993 FR 2023.05.19

(71) 申请人 魁北克水电公司

地址 加拿大魁北克

(72) 发明人 S·蒙塔姆鲍特

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 苏娟 周志明

(51) Int.Cl.

H01M 10/633 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/617 (2006.01)

H01M 10/6567 (2006.01)

H01M 50/204 (2006.01)

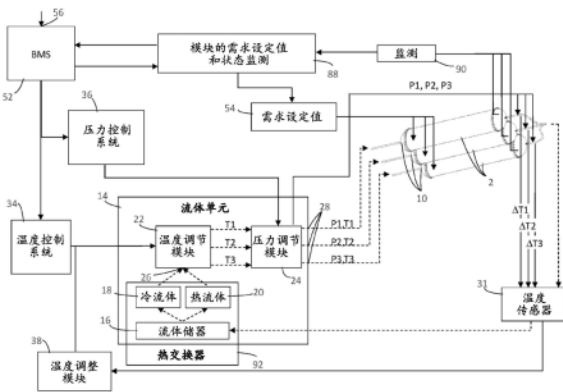
权利要求书3页 说明书9页 附图13页

(54) 发明名称

操作温度和操作压力进行主动且动态管理的超高性能电池模块

(57) 摘要

披露了一种用于管理电池的操作温度和操作压力的系统和方法。电池的电芯容纳在圆柱形模块中,一定压力和温度下的传热流体在这些圆柱形模块中循环。流体单元具有收集离开这些模块的油的回流储器、以及容纳处于预定热温度和预定冷温度下的从回流储器泵送的油的冷却储器和加热储器。将处于通过调节热油和冷油的混合和流速几乎瞬间获得的温度和压力下的油输送到这些模块。混合和流速由连接到BMS的控制器控制,BMS根据BMS接收的功率和能量需求以及系统中的传感器获取的压力测量结果和温度测量结果管理要施加到电芯的油压力设定值和油温度设定值。



1. 一种用于管理电池的操作压力和操作温度的系统,所述系统包括:

至少一个电池模块,所述至少一个电池模块具有容纳所述电池的电芯的腔室以及连接到所述电芯并被配置为控制所述电芯的操作并监测所述电芯的荷电状态的至少一个板载电路,所述腔室具有相反的流体入口和流体出口,用于接收和排放施加到所有所述电芯的传热流体;

流体单元,所述流体单元具有与每个电池模块的流体出口连通的回流储器、用于容纳处于预定冷温度下的从所述回流储器泵送的一定量的传热流体的冷却储器、用于容纳处于预定热温度下的从所述回流储器泵送的一定量的传热流体的加热储器、以及温度和压力调节装置,所述温度和压力调节装置具有与所述冷却储器和所述加热储器连通的入口和与每个电池模块的流体入口连通的至少一个出口,以便通过控制源自所述冷却储器和所述加热储器的传热流体的混合和流速来输送处于一定温度和压力下的传热流体;

温度传感器和压力传感器,所述温度传感器和所述压力传感器用于测量在所述流体单元与所述至少一个电池模块之间循环的传热流体的温度和压力;

至少一个控制器,所述至少一个控制器具有用于接收所述至少一个电池模块中所述传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号的输入、用于接收由所述温度传感器和所述压力传感器产生的温度测量信号和压力测量信号的输入、以及用于产生根据所述设定值信号以及所述温度测量信号和所述压力测量信号控制由所述流体单元输送的传热流体的混合和流速的信号;以及

BMS,所述BMS连接到所述至少一个控制器和所述至少一个板载电路,所述BMS被配置为根据输入中接收的能量和功率需求以及由所述至少一个板载电路提供的荷电状态产生所述传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号以及针对所述至少一个电池模块的需求设定值。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个电池模块的电芯浸没在所述传热流体中并直接接触所述传热流体,所述传热流体对所述电芯施加等静压压力。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述传热流体是油。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个电池模块包括:

管状元件和端部元件,所述端部元件封闭所述管状元件以限定所述腔室;

沿所述管状元件的轴向方向支撑和间隔所述电芯的结构;

所述传热流体的分配构件,所述分配构件与所述流体入口连通并且具有与所述电芯之间的空间对齐的开口;以及

电连接构件,所述电连接构件将所述电芯和所述至少一个板载电路连接在一起。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述端部元件具有杯形状,从所述管状元件的相反两端突出并且限定容纳所述至少一个板载电路的内部空间。

6. 根据权利要求4所述的系统,其中:

支撑和间隔所述电芯的所述结构包括长形杆,所述长形杆具有与所述管状元件的内表面基本匹配的外表面和具有横向凹口的内表面,所述横向凹口在所述管状元件的轴向方向上分布并且所述电芯的外围边缘接合在所述横向凹口中;

所述分配构件包括在所述杆中延伸并与所述流体入口连通的导管,所述分配构件的开口形成在所述杆的内表面中,使得所述传热流体对所述电芯施加等静压压力;并且

所述电连接构件包括彼此电连接并与所述电芯的端子接触的上部系列垫和下部系列垫,上部系列垫在所述杆之间延伸,所述至少一个板载电路包括容纳在所述端部元件中的两个板载电路。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述传热流体通过管回路在所述流体入口与所述至少一个电池模块之间循环,所述管回路设置有用以调节所述传热流体的流速的装置,所述装置由所述至少一个控制器控制,以调整在所述管回路中循环的传热流体的温度和压力。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,对于每个电池模块,用于调节流速的所述装置包括传送到所述电池模块的传热流体的分配器和由所述电池模块排放的传热流体的比例压力限制器。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个控制器包括:

第一控制器,所述第一控制器用于对所述传热流体进行温度管理,根据温度设定值控制与所述冷却储器和所述加热储器相关联的流体管线上的流速调节装置;

第二控制器,所述第二控制器用于对在所述至少一个电池模块中循环的传热流体进行压力管理,根据所述压力设定值信号和所述压力测量信号控制传送到所述至少一个电池模块的传热流体和由所述至少一个电池模块排放的传热流体的流速调节装置;以及

第三控制器,所述第三控制器用于对在所述至少一个电池模块中循环的传热流体进行温度管理,根据所述温度设定值信号和所述温度测量信号控制传送到所述至少一个电池模块的传热流体的流速调节装置。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个电池模块包括若干电池模块,所述电池模块取决于其流体入口和流体出口是组合的还是分离的并且取决于其电芯的化学成分而形成独立的、互补的或组合的布置。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述BMS被配置为存储和执行可扩展算法,用于根据需求、所述至少一个电池模块的荷电状态和健康状况状态并且根据环境温度和所述至少一个电池模块中的一个电池模块的预先设定的用途来命令所述至少一个电池模块的操作参数。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中:

所述操作参数包括在所述至少一个电池模块内循环的传热流体的压力和温度、以及所述至少一个电池模块所准许的功率;以及

所述需求状况包括快速充电和功率需求。

13. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括热交换器,所述热交换器与所述流体单元的储器和产生热能的外围装置相关联。

14. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述预定热温度为80℃至100℃,而所述预定冷温度为-30℃至0℃。

15. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述流体单元包括:

泵,所述泵具有与所述回流储器连通的入口和用于输送从所述回流储器泵送的一定量的传热流体的出口;以及

蓄能器,所述蓄能器具有与所述泵的出口连通的入口以及与所述冷却储器和所述加热储器连通的出口,所述蓄能器产生根据由所述蓄能器的出口处的压力传感器提供的压力测

量结果控制所述泵的控制信号,使得所述冷却储器和所述加热储器中的传热流体的压力略高于所述压力设定值。

16.一种用于管理电池的操作压力和操作温度的方法,所述方法包括以下步骤:

将所述电池的电芯容纳在由至少一个电池模块限定的腔室中,所述腔室具有相反的流体入口和流体出口,用于接收和排放施加到所有所述电芯的传热流体;

监测所述至少一个电池模块中的所述电芯的荷电状态;

将每个电池模块的流体出口排放的传热流体收集到回流储器中;

分别将从所述回流储器泵送到冷却储器和加热储器中的一定量的传热流体冷却和加热到预定冷温度和预定热温度;

将处于通过控制源自所述冷却储器和所述加热储器的传热流体的混合和流速调节的温度和压力下的传热流体传送到所述至少一个电池模块的流体入口;

对朝向所述至少一个电池模块传送的传热流体和由所述至少一个电池模块排放的传热流体进行温度测量和压力测量;

根据测量结果以及温度设定值和压力设定值控制传送到所述至少一个电池模块的传热流体的混合和流速;以及

根据能量和功率需求以及所述至少一个电池模块中的所述电芯的荷电状态来调整所述传热流体的温度设定值和压力设定值以及针对所述至少一个电池模块的需求设定值。

17.根据权利要求16所述的方法,其中,只要所述压力测量结果和所述温度测量结果不同于所述压力设定值和所述温度设定值,就维持传送到所述至少一个电池模块的传热流体的流速。

18.根据权利要求16所述的方法,进一步包括以下步骤:执行可扩展过程,用于根据需求、所述至少一个电池模块的荷电状态和健康状况状态并且根据环境温度和所述至少一个电池模块中的一个电池模块的预先设定的用途来命令所述至少一个电池模块的操作参数。

19.根据权利要求16所述的方法,其中,所述至少一个电池模块的电芯浸没在所述传热流体中并直接接触所述传热流体,所述传热流体对所述电芯施加等静压压力。

操作温度和操作压力进行主动且动态管理的超高性能电池 模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于主动且动态地管理一个或多个电池模块的电芯的操作压力和操作温度的系统和方法。

背景技术

[0002] 锂离子电芯的操作压力值和操作温度值无法用作下一代电池电芯(包括固态电池)最佳操作的参考。根据目前的知识,对电池的操作压力值和操作温度值进行精确、主动且动态管理可能对于以下方面至关重要:

[0003] -最小化/消除快速放电(“剥离”阶段)期间动态孔隙或“空隙”的出现,这些动态孔隙或“空隙”随后会在快速充电期间促进枝晶的形成;

[0004] -提高充电速度,同时限制/消除“析锂(plating)”过程中枝晶的形成和传播过程;

[0005] -延长电池寿命(维持容量,最小化“死”锂或不活跃的锂);

[0006] -限制电池电芯的阻抗在循环过程中的增加速率;

[0007] -加工硬化区/枝晶端头(增加锂或形成阳极的其他金属的扩散/传输);

[0008] -确保维持电芯的阴极-电解质-阳极界面处的接触质量;

[0009] -在特殊需求的情况下最小化/消除对电芯造成的损害;

[0010] -充分发挥下一代电池的潜力。

[0011] 本领域已知,WO申请2019/017994(Hettrich)提出了一种主动和被动电池压力管理以及一种电池模块,其中,流体在模块中的至少一个电化学电芯上维持等静压压力。

[0012] 美国申请2020/0259232(Ge等人)提出了一种按需具有高性能的稳定电池,其中,电池电芯包括比如电阻器等加热元件,以升高电池的温度并改善其性能。

[0013] 美国申请2016/0380315(Weicker等人)提出了基于专用和互补的电池模块(例如功率专用模块和能量专用模块)具有独立控制的电池电芯组的电池系统。模块的专用性可能与在不同模块之间使用不同化学成分有关。

[0014] 美国申请2014/0227568(Hermann)提出了具有选择性热管理的电池系统,这些电池系统包括一起工作的电池模块,使得一个模块根据需要加热另一个模块。

[0015] 美国申请2013/0330577(Kristofek等人)提出了通过流体对电池组件进行动态压力控制,该流体也可以用于管理温度。流体不与电池电芯直接接触,而是容纳在袋中,这些袋与电芯接触并允许冷却电芯并对这些电芯施加压力。

[0016] 美国申请2021/0167414(Torres Martinez)提出了一种加压电化学电池和对应的制造方法。用于动态管理压力和温度的系统是通过以与美国申请2013/0330577中提出的方式类似的方式起到两种作用的流体实现。

[0017] DE申请102019211729(Jahnke等人)提出了一种包括动态压力管理系统的车辆电池模块。对电池的电芯施加压力的机构可以是被动的、或主动的(通过弹簧、压电体或填充有流体的袋)。

[0018] DE申请102018203050 (Hoffmann) 提出了一种用于电池的基于注入到抵靠电池的电芯施加的袋中的流体的动态压力管理系统。

[0019] 本领域中提出的系统都不能根据给定操作或需求状况以几乎瞬时的响应时间在电池的电芯层面主动且动态地管理重要的压力和温度变化,以便利用这种电池的可能的性能特征。

发明内容

[0020] 本发明的目的是提供一种用于管理一个或多个电池模块的电芯的操作压力和操作温度的系统,从而允许利用这种电池的可能的性能特征。

[0021] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于管理电池的操作压力和操作温度的系统,所述系统包括:

[0022] 至少一个电池模块,所述至少一个电池模块具有容纳所述电池的电芯的腔室以及连接到所述电芯并被配置为控制所述电芯的操作并监测所述电芯的荷电状态的至少一个板载电路,所述腔室具有相反的流体入口和流体出口,用于接收和排放施加到所有所述电芯的传热流体;

[0023] 流体单元,所述流体单元具有与每个电池模块的流体出口连通的回流储器、用于容纳处于预定冷温度下的从所述回流储器泵送的一定量的传热流体的冷却储器、用于容纳处于预定热温度下的从所述回流储器泵送的一定量的传热流体的加热储器、以及温度和压力调节装置,所述温度和压力调节装置具有与所述冷却储器和所述加热储器连通的入口和与每个电池模块的流体入口连通的至少一个出口,以便通过控制源自所述冷却储器和所述加热储器的传热流体的混合和流速来输送处于一定温度和压力下的传热流体;

[0024] 温度传感器和压力传感器,所述温度传感器和所述压力传感器用于测量在所述流体单元与所述至少一个电池模块之间循环的传热流体的温度和压力;

[0025] 至少一个控制器,所述至少一个控制器具有用于接收所述至少一个电池模块中所述传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号的输入、用于接收由所述温度传感器和所述压力传感器产生的温度测量信号和压力测量信号的输入、以及用于产生根据所述设定值信号以及所述温度测量信号和所述压力测量信号控制由所述流体单元输送的传热流体的混合和流速的信号的输出;以及

[0026] BMS,所述BMS连接到所述至少一个控制器和所述至少一个板载电路,所述BMS被配置为根据输入中接收的能量和功率需求以及由所述至少一个板载电路提供的荷电状态产生所述传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号以及针对所述至少一个电池模块的需求设定值。

[0027] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于管理电池的操作压力和操作温度的方法,所述方法包括以下步骤:

[0028] 将所述电池的电芯容纳在由至少一个电池模块限定的腔室中,所述腔室具有相反的流体入口和流体出口,用于接收和排放施加到所有所述电芯的传热流体;

[0029] 监测所述至少一个电池模块中的所述电芯的荷电状态;

[0030] 将每个电池模块的流体出口排放的传热流体收集到回流储器中;

[0031] 分别将从所述回流储器泵送到冷却储器和加热储器中的一定量的传热流体冷却

和加热到预定冷温度和预定热温度；

[0032] 将处于通过控制源自所述冷却储器和所述加热储器的传热流体的混合和流速调节的温度和压力下的传热流体传送到所述至少一个电池模块的流体入口；

[0033] 对朝向所述至少一个电池模块传送的传热流体和由所述至少一个电池模块排放的传热流体进行温度测量和压力测量；

[0034] 根据测量结果以及温度设定值和压力设定值控制传送到所述至少一个电池模块的传热流体的混合和流速；以及

[0035] 根据能量和功率需求以及所述至少一个电池模块中的所述电芯的荷电状态来调整所述传热流体的温度设定值和压力设定值以及针对所述至少一个电池模块的需求设定值。

[0036] 非限制性地,本发明提供了一种用于管理一个或多个电池模块的电芯的操作压力和操作温度的系统,从而允许同时或单独地:根据电池的需求状况达到施加到电芯的精确压力值;对电池电芯施加均匀压力;施加重要的压力值,例如高达2000psi;根据需求或电池的操作状况的变化非常快速地改变施加到电芯的压力值;电芯在充电和放电循环中的体积变化;根据需求或电池的操作状况达到电芯的精确温度值;根据需求或操作状况的变化非常快速改变电芯的温度值;施加重要的温度值和变化,例如从0至80℃;在每个电芯的整个表面上获得均匀温度;通过各种和/或可扩展算法根据电池的健康状态和与电池的使用相关的特性来调整压力和温度控制策略;在电池在车辆中使用的情况下,使车辆振动向电池电芯的传递最小化,以保持电触点的完整性;使用于冷却或加热传热流体以及施加重要压力的能量消耗最小化;以具有成本效益的方式将系统的不同组件集成到车身中;以及在电芯有缺陷或发生事故的情况下中和化学反应。

附图说明

[0037] 下面将参考以下附图给出优选实施例的详细描述:

[0038] 图1是展示根据本发明的实施例的用于管理电池的操作压力和操作温度的系统的示意图。

[0039] 图2是展示根据本发明的实施例的压力和温度控制布置的示意图。

[0040] 图3是展示根据本发明的实施例的系统的命令和控制过程的流程图。

[0041] 图4是展示根据本发明的实施例的电池模块的压力和温度管理以及其操作的参数的流程图。

[0042] 图5A、图5B、图5C和图5D是展示根据本发明的实施例的在系统中实现的用于管理压力和温度的方案的示例的曲线图。

[0043] 图6是根据本发明的实施例的具有纽扣型电芯的电池模块的分解示意图。

[0044] 图7A和图7B是根据本发明的实施例的电池模块的内部结构的局部立体图。

[0045] 图8A、图8B、图8C和图8D是根据本发明的实施例的若干电池模块的可能布置的示意图。

[0046] 图9A和图9B是根据本发明的实施例的具有棱柱型电芯的电池模块的分解示意图。

具体实施方式

[0047] 在本披露内容的上下文中,电池由电芯形成,电芯由被充当离子导体(称为电解质)的介质分隔开的两个电极、即正极端子(或阴极)和负极端子(或阳极)制成。电芯可以具有不同的架构、格式和尺寸。阳极、阴极和电解质可以由不同的材料制成。电解质可以是液体、固体、混合物(聚合物、陶瓷、液体等)。

[0048] 如在本披露内容的上下文中所使用的,表述“几乎瞬时”或“瞬时”是指大约15秒或更短的时间流逝或响应时间,除非上下文另有要求。

[0049] 参照图1,展示了根据本发明的实施例的用于管理电池的操作压力和操作温度的系统。该系统包括至少一个电池模块2。在所示的情况下以及对于以下披露内容,将仅出于简化的目的而参考包括三个电池模块2的系统。应当理解,系统中电池模块的数量可以不是一个或三个,例如如果需要的话是两个或多于三个。本发明提供了最佳地使用电池的问题的解决方案,即,根据将在下文描述的控制模式借助于在系统中循环的传热流体以主动、动态、精确且几乎瞬时的方式管理电池所容纳的电芯的操作压力和操作温度。在图1中,虚线表示传热流体的循环线路,而实线表示信号通信线路。

[0050] 参照图6,每个电池模块2具有容纳电池的电芯6的腔室4以及连接到电芯6并被配置为控制这些电芯的操作并监测这些电芯的荷电状态的至少一个板载电路8。板载电路8可以包括电源单元、能量吸收器、电流限制器和智能充电器(未示出),从而允许生成压力、温度和电流密度的相关状况以获得电池模块2的最佳性能。腔室4具有相反的流体入口10和流体出口12(例如在图2中示出),用于接收和排放施加到所有电芯6的传热流体。优选地,传热流体是液体,有利地是油,更有利地是矿物油,允许在电芯有缺陷或损坏的情况下中和潜在的化学反应。在下面的披露内容中,关于用作传热流体的油,可以使用术语“液压”代替“流体”,而不将传热流体仅限于油以及针对油的压力和温度调节装置。

[0051] 再次参照图1,该系统包括流体单元14,该流体单元具有与每个电池模块2的流体出口12(例如在图2中示出)连通的回流储器16、用于容纳处于预定冷温度下的从回流储器16泵送的一定量的传热流体的冷却储器18、用于容纳处于预定热温度下的从回流储器16泵送的一定量的传热流体的加热储器20、以及温度和压力调节装置22、24,该温度和压力调节装置具有与冷却储器18和加热储器20连通的入口26和与每个电池模块2的流体入口10连通的至少一个出口28,以便通过控制源自冷却储器18和加热储器20的传热流体的混合和流速来输送处于期望的温度和压力下的传热流体。根据实施例,预定热温度是100℃,而预定冷温度是-30℃,使得由流体单元14供应到电池模块2的传热流体可以具有几乎瞬时从-30℃至100℃变化的温度以对其进行动态管理。取决于所使用的电池模块2的化学成分和其操作温度范围(例如优选地最多0℃和80℃),其他冷温度值和热温度值可以是适当的。

[0052] 参照图2,该系统包括温度传感器31(T_1 、 T_2 、 T_3)和压力传感器33(P_1 、 P_2 、 P_3),用于感测在流体单元14与电池模块2之间循环的传热流体的温度和压力。根据本发明的实施例,该系统包括控制器34、36、38(下文也称为控制器#1、#2、#3),这些控制器具有用于接收电池模块2中传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号的输入40、42、44,用于接收由温度传感器31和压力传感器33产生的温度测量信号 T_1 、 T_2 、 T_3 和压力测量信号 P_1 、 P_2 、 P_3 的输入46、48,以及用于产生根据设定值信号以及温度测量信号和压力测量信号控制由流体单元14输送的传热流体的混合和流速的信号的输出50。如果需要,控制器34、36、38的功能可以由单

个控制器执行。可以在系统中添加允许监测、测量、通知、调节、调整和其他类型的传感器,例如用于测量电流、测量电压、分析溶解在油或使用的其他传热流体中的气体的传感器(未示出)。

[0053] 再次参照图1,该系统包括连接到控制器34、36、38(例如在图2中示出)和电池模块2的板载电路8(例如在图6中示出)的BMS 52。BMS 52被配置为根据输入56中接收的能量和功率需求以及由板载电路8提供的荷电状态产生传热流体的温度设定值信号和压力设定值信号以及针对电池模块2的一个或多个需求设定值54。

[0054] BMS 52可以被配置为存储和执行算法,用于根据需求状况、电池模块2的荷电状态和健康状态并且根据环境温度和电池模块2中的一个电池模块的预先设定的用途来控制电池模块2的操作参数。需求状况、荷电状态和健康状态可以经由控制器88传输至BMS 52,该控制器控制电池模块的需求设定值以及由监测模块90提供的荷电状态和健康状态,该监测模块处理电池模块2的板载电路8(例如在图6中示出)产生的信号。电池模块2的预先设定的用途可以被编程在BMS 52中,使得BMS 52生成适当的命令和控制信号,以根据其用途经由与电池模块2的板载电路8通信的控制器88和电路54并且经由压力控制控制器36和温度控制控制器34、38动态且主动地管理其压力、其温度、其需求使用及其状态。电池模块2的用途可以例如在于使其以与其电芯6通常设计的方式不同的方式操作。操作参数包括在电池模块2中循环的传热流体的压力和温度,并且还可以包括每个电池模块2允许的功率。需求状况可以是例如快速充电、功率需求,例如在电动车辆的情况下加速、负载牵引、突然制动。

[0055] 该系统可以配备有热交换器92,用于与流体单元14的储器16、18、20和产生热能的外围装置(未示出)进行热交换以使加热/冷却传热流体的能量消耗最小化,外围装置比如是加热装置、空调、制动马达、智能充电器。

[0056] 再次参照图2,根据实施例,流体单元14设置有泵94和蓄能器100,从而允许将要施加到电池模块2的压力动态地调整和管理至期望值。泵94具有与回流储器16连通的入口96和用于输送从回流储器16泵送的一定量的传热流体的出口98。蓄能器100具有与泵94的出口98连通的入口102以及与冷却储器18和加热储器20连通的出口104。蓄能器100产生根据由蓄能器100的出口104处的压力传感器103(P_o)提供的压力测量结果控制泵94的控制信号106,使得冷却储器18和加热储器20中传热流体的压力略高于压力设定值44。优选地与泵94并联地添加减压阀108。

[0057] 再次参照图6,每个电池模块2可以由管状元件58和封闭管状元件58以限定类似于储器的腔室4的端部元件60、62形成。用于沿管状元件58的轴向方向支撑和间隔电芯6的结构64可以有利地确保电芯6的适当间隔,以允许电芯在充电-放电循环期间的体积变化并且使机械振动向浸没在传热流体中的电芯6的传递最小化。传热流体的分配器构件66与流体入口10连通并且具有与电芯6之间的空间对齐的开口68(例如在图7B中示出)。电连接构件70将电芯6和板载电路8连接在一起。管状元件58可以具有如图6所示的圆柱形形状,该圆柱形形状特别适合于也在图中示出的纽扣型电芯6。端部元件60、62可以有利地具有杯形状,从管状元件58的相反两端突出并且限定容纳板载电路8的内部空间。在存在两个板载电路8(图6中仅一个可见)的情况下,板载电路8可以分别容纳在端部元件60、62中并且通过密封垫圈110、112与储器或腔室4绝缘。圆柱形管状元件还可以与如图9B所示的棱柱型电芯6的布置一起使用。然后例如通过设置在相继的电芯6堆叠体之间和管状元件58的相反两端的

适当元件(未示出)相应地修改用于支撑和间隔电芯6的结构64、分配器构件66和电连接构件70(如图6所示)。管状元件58还可以具有如图9B所示的可以有利地适合于棱柱型电芯6的平行六面体形状,或者如果需要可以具有比如长圆形形状等另一种形状。同样,如果需要,端部元件60、62也可以使用除了杯以外的形状。端部元件60、62和管状元件58的相反两端可以有利地具有用于通过螺栓(未示出)组装的凸缘59,从而允许电池模块2在必要时被拆卸。如果需要,可以使用其他类型的连接器和组件。

[0058] 参照图7A和图7B,根据实施例,支撑和间隔结构64包括长形杆72,这些长形杆具有与圆柱形元件58(例如在图6中示出)的内表面基本匹配的外表面和具有横向凹口74的内表面,这些横向凹口在圆柱形元件58的轴向方向上分布并且电芯6的外围边缘76接合在这些横向凹口中。分配器构件66可以包括在杆72中延伸并与流体入口10(例如在图6中示出)连通的导管78,分配器构件66的开口68形成在杆72的内表面中,使得传热流体对浸没在传热流体中并直接接触传热流体的电芯6施加等静压(均匀)压力。电连接构件70可以由彼此电连接并与电芯6的端子接触的上部系列垫80和下部系列垫82形成。上部系列垫80可以在杆72之间延伸。电池模块2的上述配置允许传热流体的最佳循环(温度快速变化、电芯温度均匀)。

[0059] 再次参照图2,传热流体通过管回路(由粗黑线示出)在流体单元14与电池模块2之间循环,该管回路设置有用于控制传热流体的流速的装置,这些装置由控制器34、36、38控制,以调整在管回路中循环的传热流体的温度和压力。对于每个电池模块2,流速控制装置可以有利地是传送到电池模块2的传热流体的分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 和由电池模块2排放的传热流体的比例压力限制器 L_1 、 L_2 、 L_3 。

[0060] 根据实施例,控制器34(#1)用作一般通过根据在输入40处接收到的温度设定值信号控制流速调节装置来对系统中的传热流体进行温度管理的控制器,这些流速调节装置例如由与冷却储器18和加热储器20相关联的流体管线30、32上的分配器 D_4 和 D_5 形成。控制器34可以具有输入84,用于接收并考虑源自温度传感器35(T_0)的温度调整信号,该温度调整信号指示由流体单元14输送的传热流体的温度。控制器36(#2)用作通过根据压力设定值信号44和由传感器33提供的压力测量信号(P_1 、 P_2 、 P_3)控制分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 和比例压力限制器 L_1 、 L_2 、 L_3 来对传送到电池模块2的传热流体和由电池模块排放的传热流体进行压力管理的控制器。因此控制器36负责控制电池模块2中传热流体的压力。控制器36可以具有输入86,用于接收并考虑源自压力传感器37(P_0)的信号,该信号指示由流体单元14输送的传热流体的总压力。控制器38(#3)用作通过根据电池模块2的电芯6层面的温度设定值信号42和由温度传感器31提供的温度测量信号(T_1 、 T_2 、 T_3)控制将传热流体传送到电池模块2的分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 来对具体在电池模块2中循环的传热流体进行温度管理的控制器。控制器38还向管理流体单元14的控制器34提供温度设定值。

[0061] 参照图8A、图8B、图8C和图8D,电池模块2可以布置成形成独立的、互补的或组合的布置,这取决于其流体入口10和流体出口12是组合的还是分离的并且根据其电芯的化学成分。例如,每个电池模块2可以在压力和温度方面独立操作,如图8A所示。电池模块2可以在共同压力下但在不同温度下操作,如图8B所示。一些电池模块2可以在与另一电池模块2的压力不同的共同压力下并且对于每个电池模块2而言不同的温度下操作,如图8C所示。一些电池模块2可以在与另一电池模块2的操作压力和操作温度不同的共同压力和共同温度下

操作,如图8D所示。电池模块2的设计可以根据某些操作状况(例如极快的再充电、在电动车辆(未示出)的情况下高加速或重要有效负载牵引、存储、极端的外部温度)并且根据电池模块的预期使用(例如汽车、卡车、公共汽车、飞机、火车、船、储能装置)来选择。可以根据需要使用任意数量的电池模块2,这些电池模块是互补或不互补、具有可变的容量和尺寸、组合或不组合。电池模块2的压力值和温度值可以实时调节或是固定的。电池模块2之一可以旨在发挥特殊作用(即,其用途),例如在固定压力下、特别是在非常高的压力下操作以处理极端操作状况,比如极快的再充电或在电动车辆的情况下在高加速期间被优先调用,甚至代价是必须在一定时间后(例如过早地)更换该电池模块2。这样的电池模块2可以被比作用于提高性能的牺牲电池模块。在本发明的实施例中,该系统可以包括以下电池模块2:这些电池模块的压力调节仅通过传热流体的温度的变化来执行,特别是如果对于较高的温度值需要较高的压力值,通过使用传热流体的热膨胀系数的效应。

[0062] 再次参照图1,综上所述,根据本发明的实施例,该系统包括至少一个(或若干协同工作的)电池模块2,电池模块的操作状况是可变的或固定的(可变作用或专用作用),经由浸没电芯6的在一定压力下的液体(或流体)来对施加到电芯6(例如在图6中示出)的操作温度和操作压力进行主动且动态地管理。上述不同的机械、液压、电气和逻辑系统由处理器(未示出,但可以集成到BMS 52或控制器34、36、38中)控制,这些处理器通过可扩展且协调的算法经由在BMS 52中实现的主软件来控制。BMS 52可以执行智能充电管理算法,包括在快速充电期间或突然制动时用于能量消耗系统的高效且最佳的管理策略(压力和温度调节)。可扩展算法可以是基于人工智能实施方式。对施加到电芯6的操作温度和操作压力进行主动且动态管理允许电池电芯的最佳使用。由电池模块2的元件58、60、62(例如在图6中示出)形成的圆柱形储器允许对电芯6施加可变且高的等静压压力(例如高达2000psi),同时是紧凑的且易于集成到车辆(未示出)中。

[0063] 根据本发明的实施例,一种用于管理电池的操作压力和操作温度的方法在于将电池的电芯6容纳在由至少一个电池模块2限定的腔室4中,该腔室具有相反的流体入口10和流体出口12,用于接收和排放施加到所有电芯6的传热流体。该方法还涉及:监测每个电池模块2中的电芯6的荷电状态;将每个电池模块2的流体出口12排放的传热流体收集到回流储器16中;分别将从回流储器16泵送到冷却储器18和加热储器20中的一定量的传热流体冷却和加热到预定冷温度和预定热温度;以及将通过控制源自冷却储器18和加热储器20的传热流体的混合和流速调节的温度和压力下的传热流体传送到每个电池模块2的流体入口10。该方法进一步涉及:对朝向每个电池模块2传送的传热流体和由每个电池模块排放的传热流体进行温度测量和压力测量;根据测量结果以及温度设定值和压力设定值控制传送到每个电池模块2的传热流体的混合和流速;以及根据能量和功率需求以及每个电池模块2中的电芯6的荷电状态调整传热流体的温度设定值和压力设定值以及针对每个电池模块2的需求设定值。根据实施例,只要压力测量结果和温度测量结果不同于压力设定值和温度设定值,就维持传送到每个电池模块2的传热流体的流速。该方法可以涉及执行可扩展过程,用于根据需求、每个电池模块2的荷电状态和健康状况状态并且根据环境温度和使用的所有电池模块2中的一个电池模块2的预先设定的用途来命令每个电池模块2的操作参数。

[0064] 在下面的描述中,传热流体将被认为是油。然而,必须理解的是,如果需要,可以以不同的温度范围使用用于本发明的另一种适当的流体。

[0065] 参照图3,根据实施例,油(混合物)的温度设定值114是基于电芯6(例如图6中示出)的操作温度设定值(例如从 -30°C 至 100°C 或其他优选温度范围),并考虑了热损失、热惯性、工作的油量、达到新操作温度值的可接受时间以及与材料相关的考虑因素(例如允许的热转变)。用于快速达到油的温度设定值的策略可以是基于实验室中开发的用于必要的热-冷混合(流速)的算法116、118、120、122。如果不同电池模块2之间需要不同的操作温度,则BMS 52可以对达到设定值的排序执行优先级排序。系统的部件(例如在图2中示出的储器16、18、20、泵94、蓄能器100、电池模块)的尺寸优选地被优化,以使改变电芯6的温度的速度最大化。关于压力调节,可以首先使油达到正确的温度,并且可以针对所有电池模块2同时实现压力设定值124,即使是在不同电池模块2之间的设定值不同的情况下。控制器#2 36可以操作电池模块2的压力限制器 L_1 、 L_2 、 L_3 和伺服阀 D_1 、 D_2 、 D_3 (例如在图2中示出)以调节电池模块的压力126、128。用于调整油的温度和压力的过程的相互作用可以涉及只要未达到两个设定值(温度和压力)就维持油的流速。用于达到压力的设定值还可以考虑两个其他因素对压力值的影响,即油温度和电芯的可变体积(荷电状态)130。当达到132温度设定值和压力设定值时,电池模块2被认为符合要求,否则再次校正116电池模块2的温度。

[0066] 再次参照图2,当BMS 52(例如在图1中示出)发送操作压力调节设定值和操作温度调节设定值以根据电芯的需求状况适当地调整电芯6(例如在图6中示出)的使用状况时,限制压力设定值经由控制器#2 36发送至压力限制器 L_1 、 L_2 、 L_3 ,以获得电池模块2(#1、#2和#3)中的目标操作压力 P_1 、 P_2 、 P_3 。如果给定电池模块2的新压力设定值高于该电池模块2中测量的压力,则与该电池模块2(#1、#2或#3)相关联的分配器 D_1 、 D_2 或 D_3 经由控制器36(#2)授权进油以达到该新压力值。立即达到新压力值。蓄能器100中的压力 P_A 允许在冷油储器18和热油储器20中产生压力 P_0 。当执行油混合时,在分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 的上游会建立压力 P_0' 。为了能够在电池模块2中立即建立期望的压力,在任何时候 $P_{Amin} > P_0 > P_0' > P_1$ 、 P_2 、 P_3 。例如,如果模块的最大压力设定为1000psi,则蓄能器100中的最小可接受压力可以是1500psi。当 P_{Amin} 的值将下降到1500psi的阈值以下时,泵94将启动并将油注入蓄能器100中,直到达到 P_{Amax} 的值(例如2500psi)。当BMS 52发送电芯6的操作温度设定值 T_1 、 T_2 、 T_3 时,控制器34(#1)根据流速管理算法管理冷油管线分配器 D_4 和热油管线分配器 D_5 ,以便生成温度为 T_0 的油混合物。要提高电芯6的操作温度值,则 $T_0 > T_1$ 、 T_2 、 T_3 。反之,要降低电芯的操作温度值,则 $T_0 < T_1$ 、 T_2 、 T_3 。油混合物的温度 T_0 与电芯6的操作温度 T_1 、 T_2 、 T_3 之间的值差取决于达到新操作温度的速度,并考虑了系统整体的热惯性和形成电芯6的材料允许的热转变极限。即使对于给定电池模块2达到了操作压力值 P_1 、 P_2 、 P_3 ,只要未达到该电池模块2的目标操作温度 T_1 、 T_2 、 T_3 ,控制器38(#3)允许经由与该电池模块2相关联的分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 在 T_0 下进油。

[0067] 参照图4,示出了根据本发明的系统可以根据电池模块2的压力和温度管理以及其操作的不同参数来实现的高级管理的示例。将比如功率需求、快速制动或快速充电等事件134用信号发送给BMS 52(例如在图1中示出)。如框136所描绘的,BMS 52对系统参数与使用要求进行分析。为此目的,BMS 52可以考虑某些状况,比如电芯6(例如在图6中示出)的荷电状态(SOC)、健康状态(SOH)、压力和温度、电芯的寿命历史(日历)以及电池模块2的电芯6所经历的循环次数,如框138所描绘的。同样,BMS 52可以考虑不同的参数,比如环境温度、预期充电时间、预期充电功率、活动外围装置、行驶地形的形态、驾驶习惯、驾驶模式选择、交通状况、沿途的充电选项,如框140所描绘的。然后执行验证142以确定电池模块2是否符合

系统参数方面的要求。如果符合,则将功率设定值传输至符合的电池模块2,如框144所描绘的。否则,BMS 52将设定值传输至调节机构,如框146所描绘的。执行温度调节148、压力调节150和电流密度管理152,使得电池模块2最终符合154。可以执行功率盈余管理156以用于加热或冷却油158、用于使用电池模块2作为损害其正常操作参数的牺牲模块160、或者用于功率耗散162(如果需要)。

[0068] 参照图5A、图5B、图5C和图5D,以图形形式示出了根据本发明的实施例的在系统中实现的压力和温度管理方案的示例。图5A示出了电池模块2的电芯6(例如在图6中示出)根据推荐的充电或放电速度的可能的压力调节方案。图5B示出了电池模块2的电芯6根据其荷电状态(SOC)的可能的压力调节方案。图5C示出了关于推荐的充电或放电速度的可能的操作温度调节方案。图5D示出了关于电池模块2所经历的多个充电和放电循环的可能的操作压力调节方案。

[0069] 再次参照图1,与根据本发明的系统相关的某些考虑因素可能是相关的。例如,加压储器中的油压力值往往根据以下因素而变化:由BMS 52施加到流体单元14的压力设定值、油温度的变化、电芯6的体积变化。压力调节控制算法可以包括与这些因素相关的协调输入,基于集成了压力设定值和温度设定值的相互作用的模型以及电芯6的荷电状态(因此其在特定时间的体积)的反馈。BMS 52可以根据能量和功率需求来协调和指导不同电池模块2的使用。每个电池模块2的邻近管理可以通过板载BMS或由板载电路8实现的BMS模块板载地在每个电池模块2上执行。对油的监测(涉及例如对化学元素或溶解气体的监测)可以允许识别形成电池模块2的部件的劣化症状。用作传热流体的矿物油可以在电芯6有缺陷或损坏的情况下中和潜在的化学反应。可扩展算法的实现(例如BMS 52中的人工智能)可以代表根据本发明的系统的使用的策略方面。这种算法可以负责管理电池模块2的操作参数(电流、压力、温度)。BMS 52中初始算法的编程(例如在工业中)可以根据电池模块2的使用(例如汽车、公共汽车、卡车、飞机、船、储存装置等)来进行。随着时间的推移,这种算法可能会进行修改,这取决于不同的因素,比如驾驶类型(例如加速、制动、负载牵引)、地形形态、外部温度、充电模式、使用模式(频率、持续时间)。可扩展算法可能生成在极端使用状况的情况下过度使用电池模块2(例如牺牲模块)的决策。可扩展算法还可能生成特定的充电方案(根据电力需求/计费率、电池模块2的性能下降、怀疑存在枝晶起始区),包括通过策略性地组合温度-压力-电流值和充电电流模式的枝晶损伤的修复程序(“自我修复”),这些模式因其对电池状态的有益影响而闻名。

[0070] 虽然本发明的实施例已经在附图中进行了展示并且以上已经进行了描述,但对本领域技术人员显而易见的是,在不脱离本发明的情况下,可以对其进行修改。

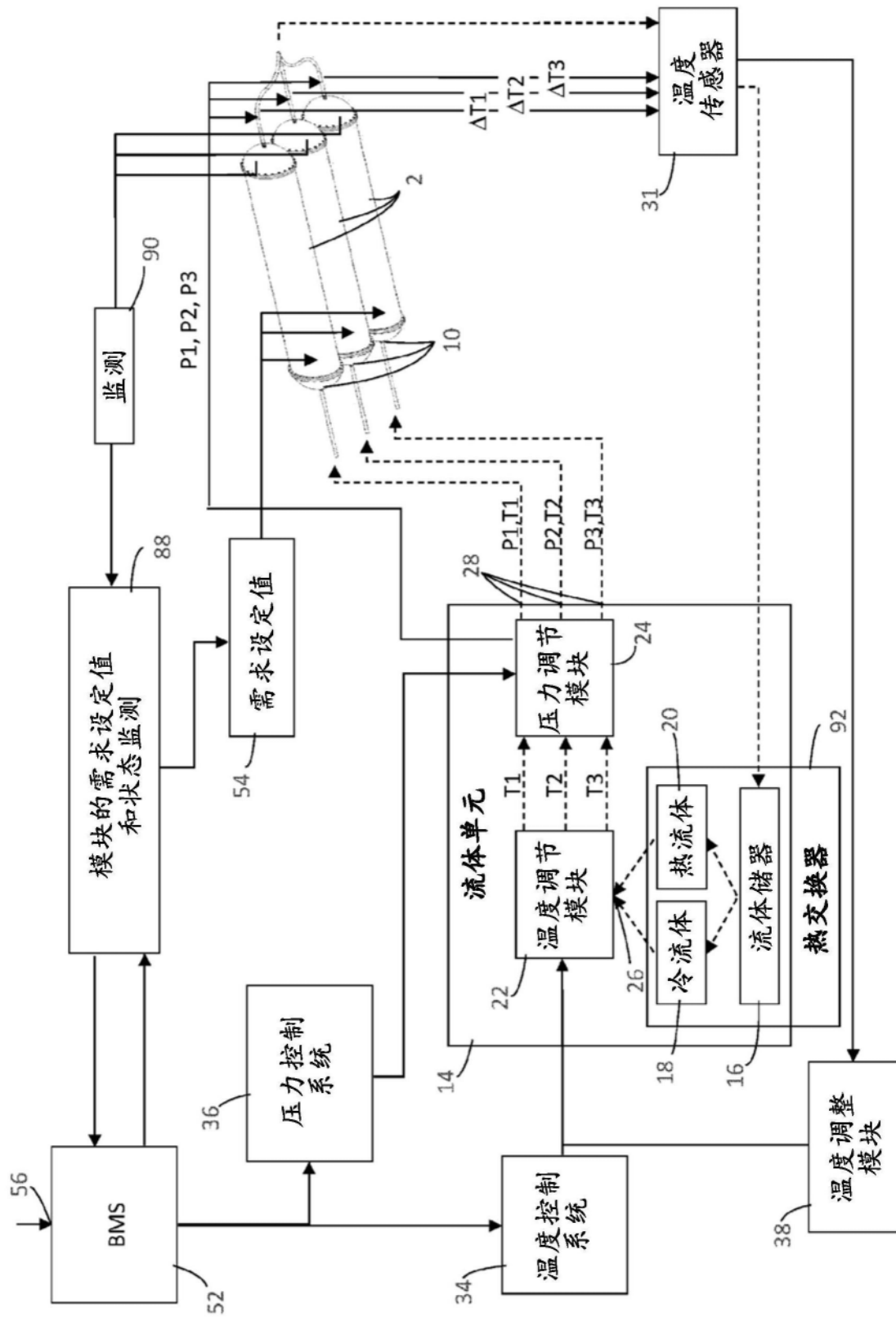


图1

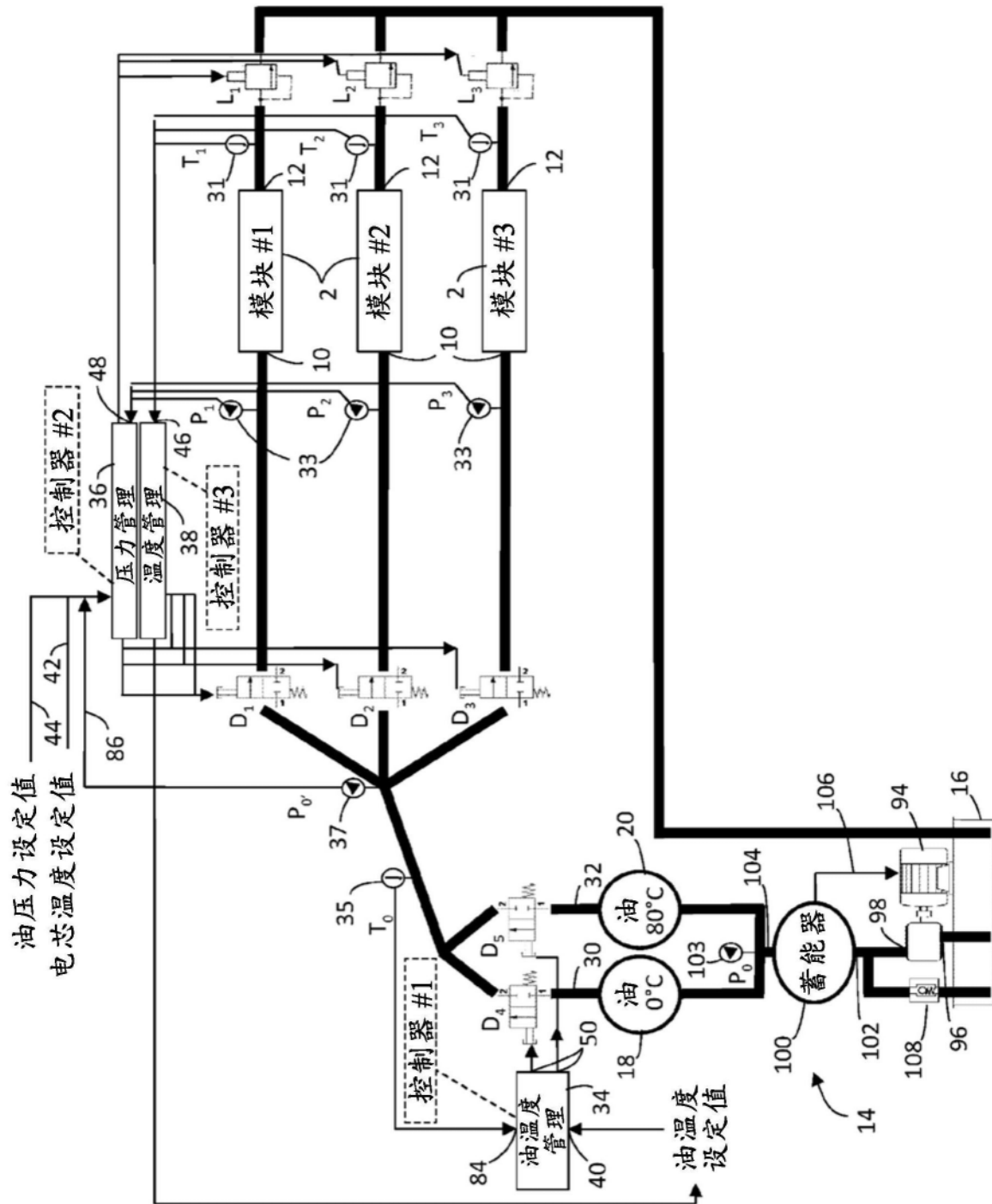


图2

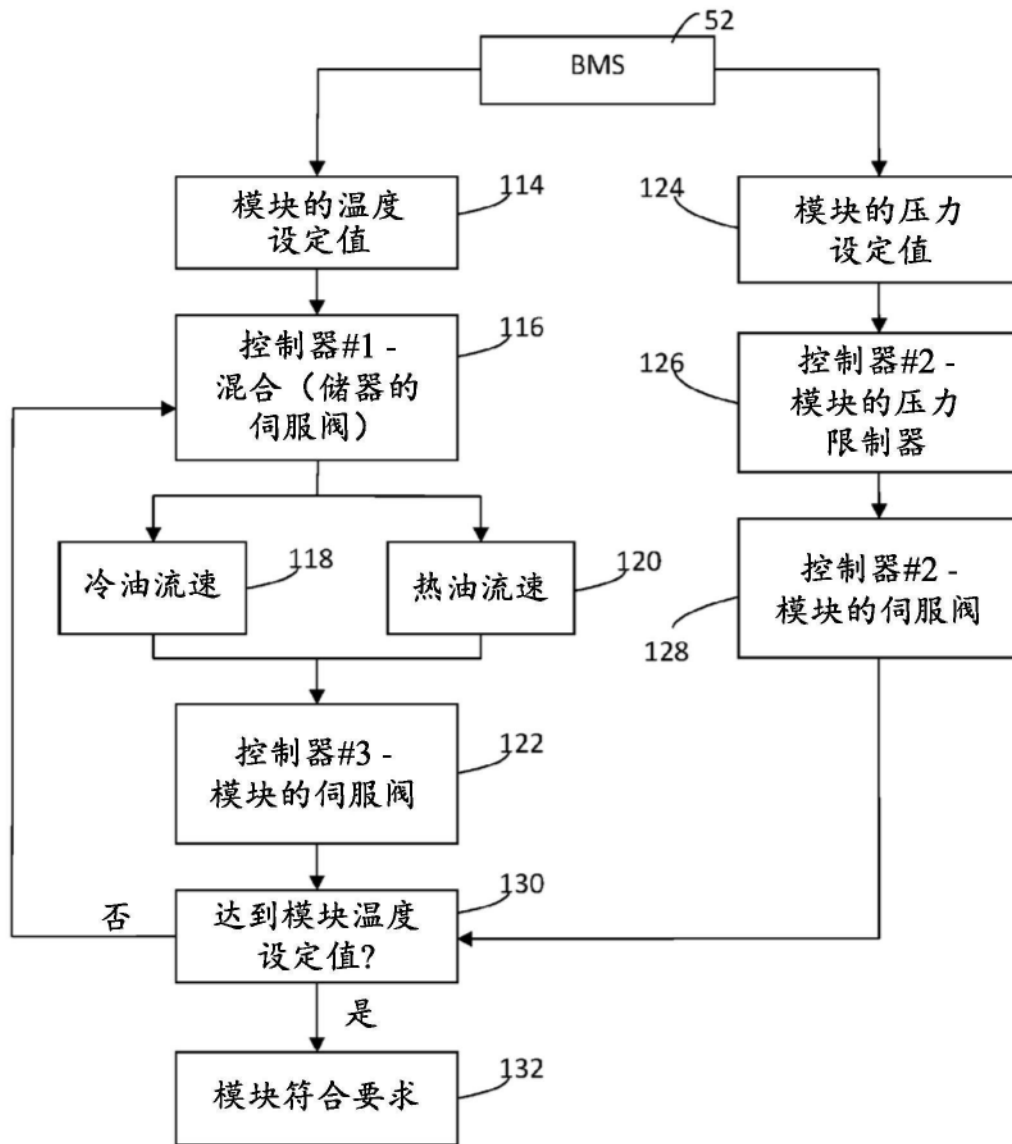


图3

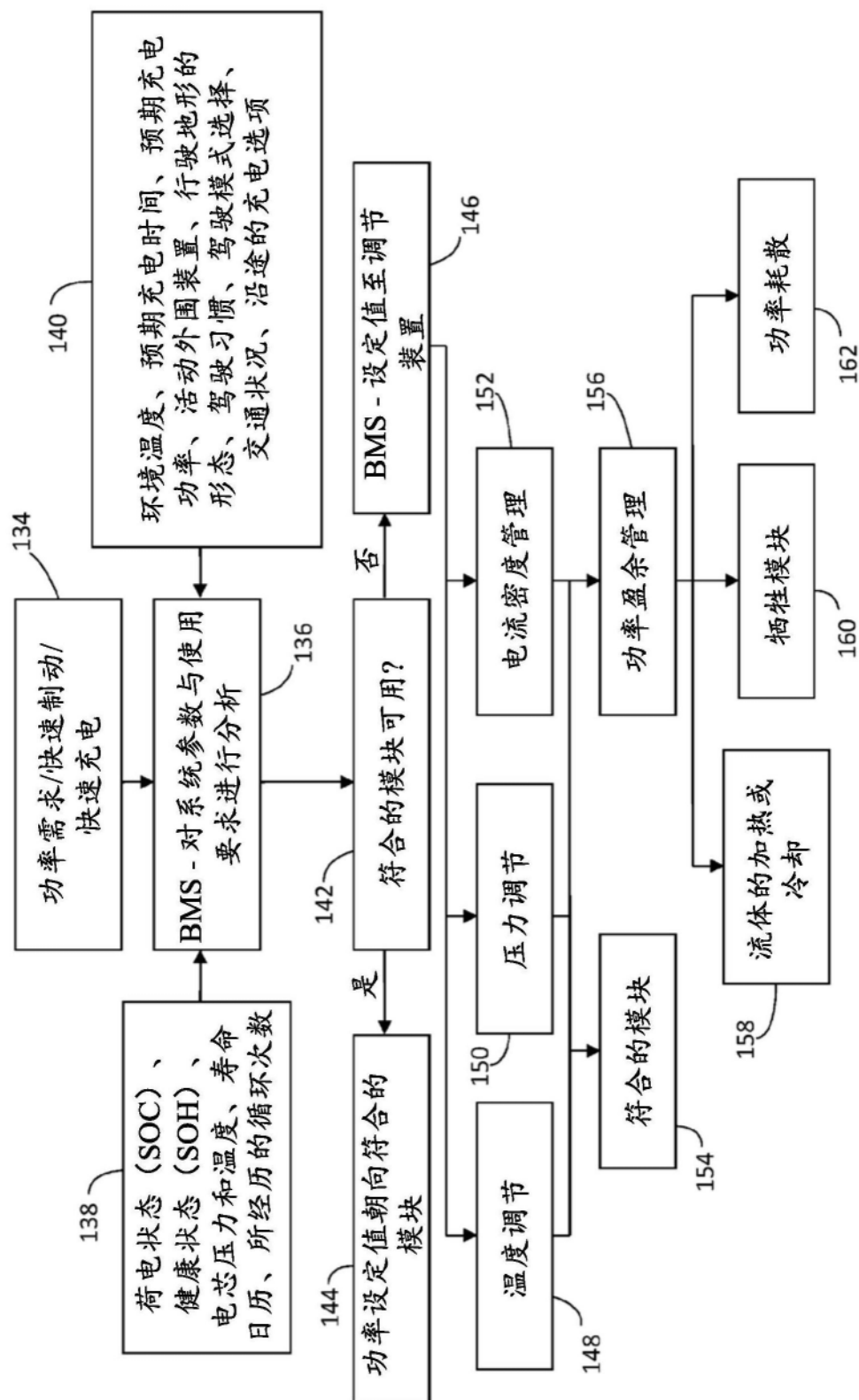


图4

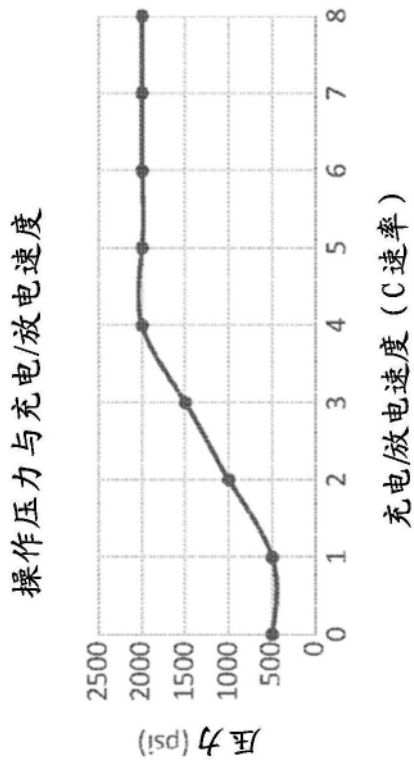


图5A

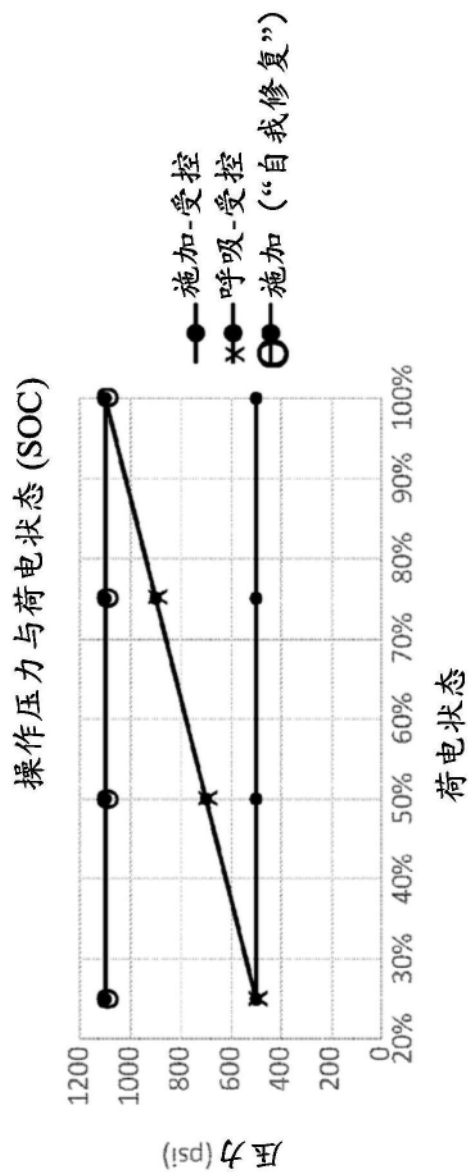


图5B

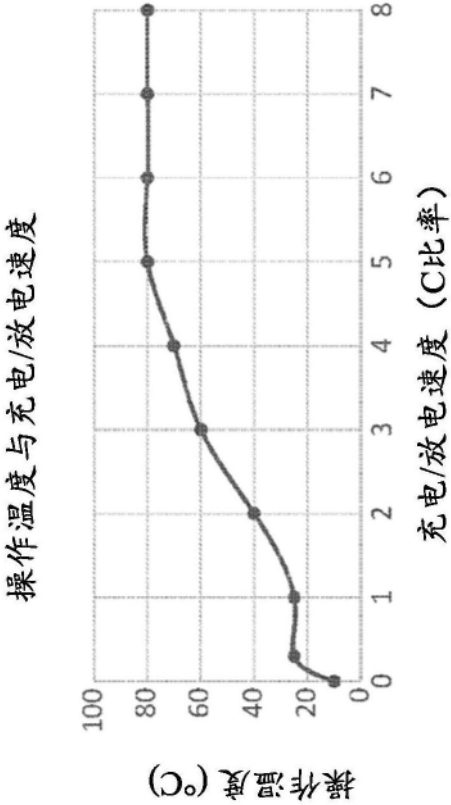


图5C

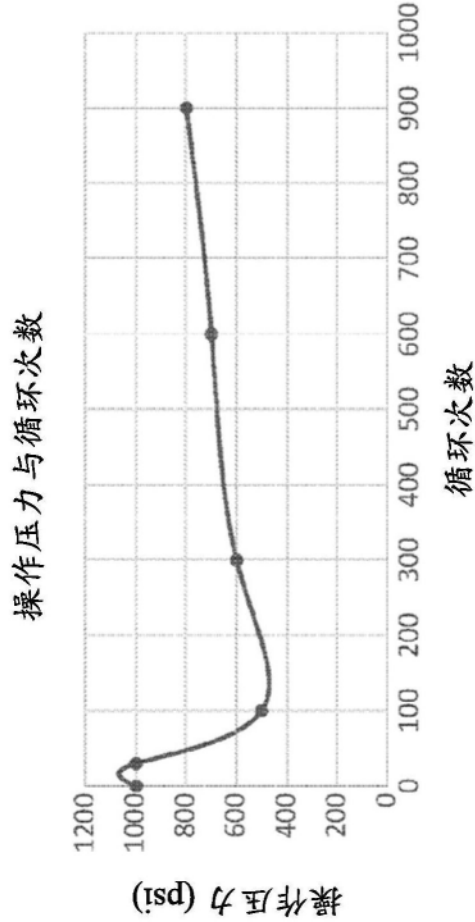


图5D

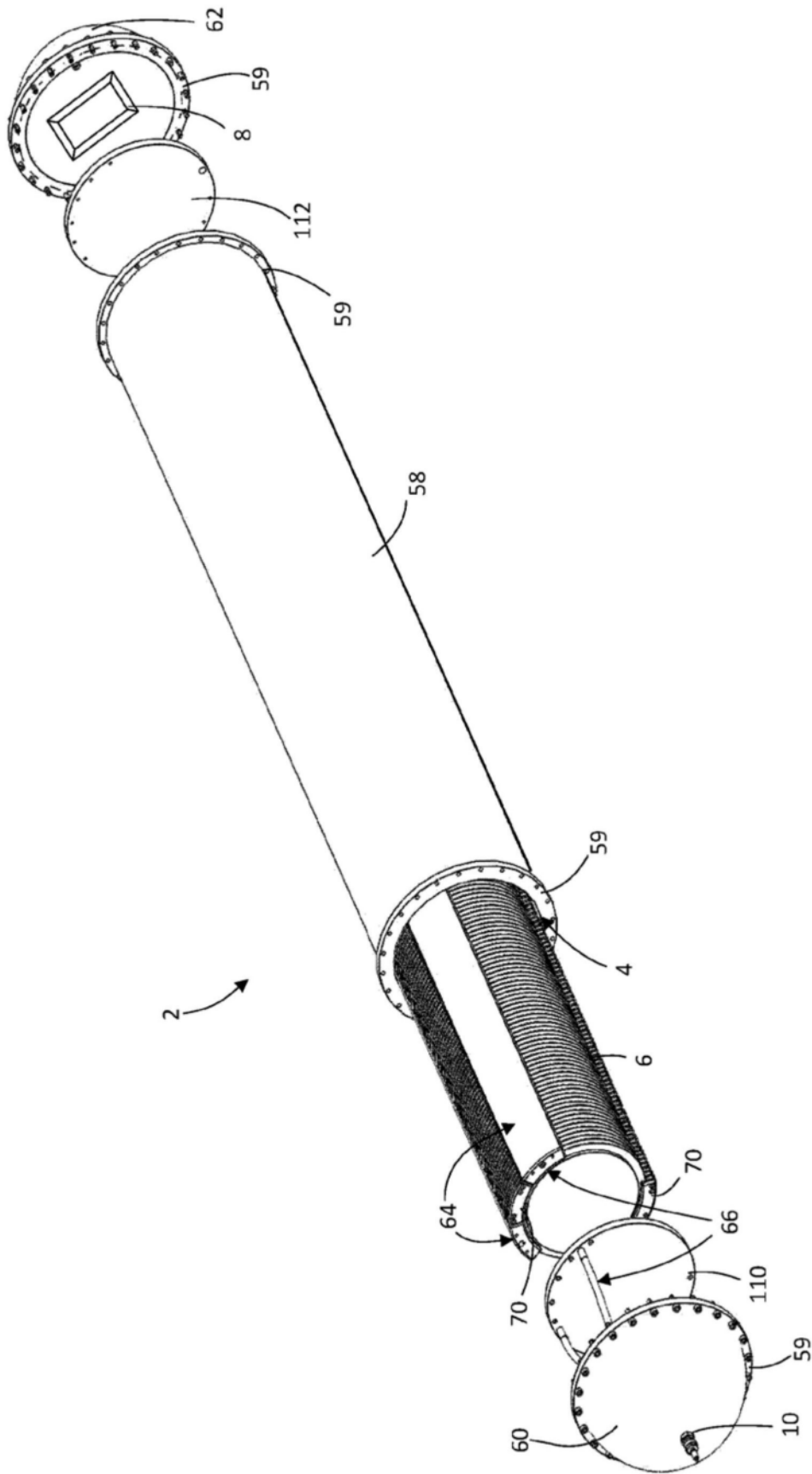


图6

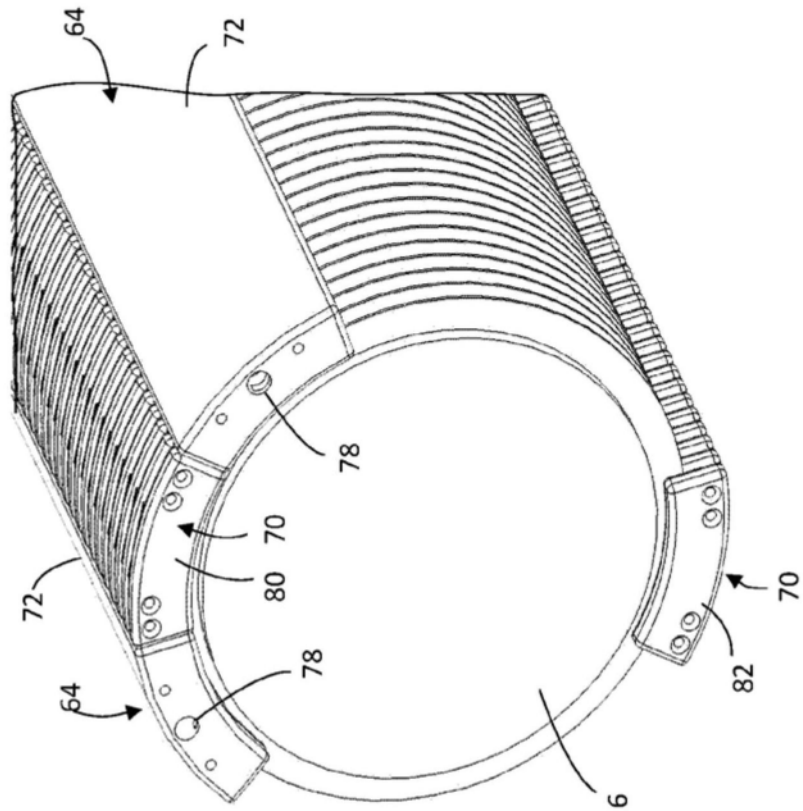


图7A

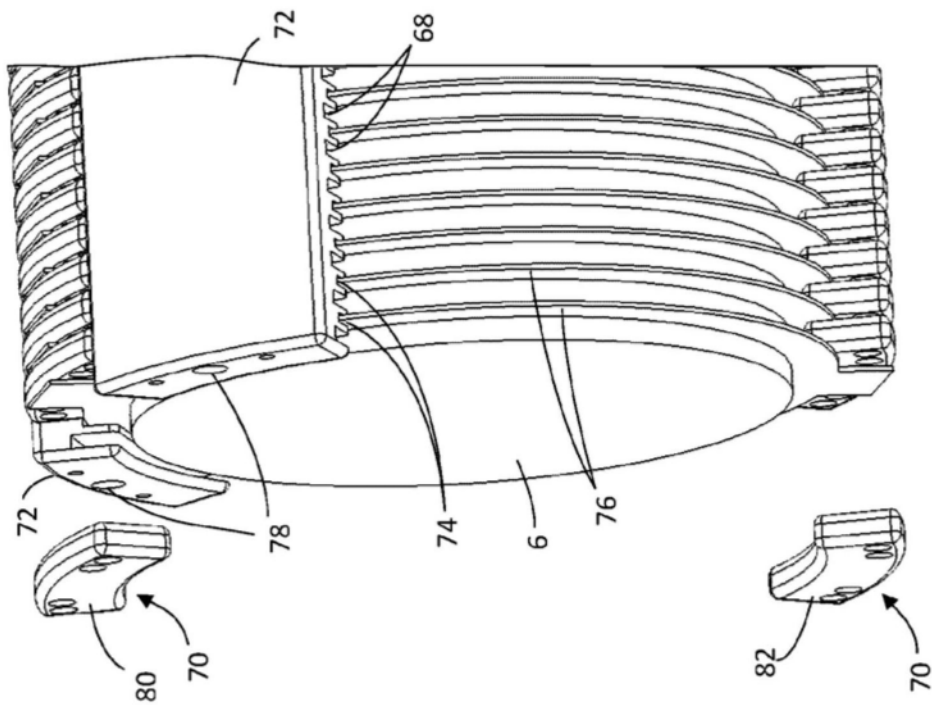


图7B

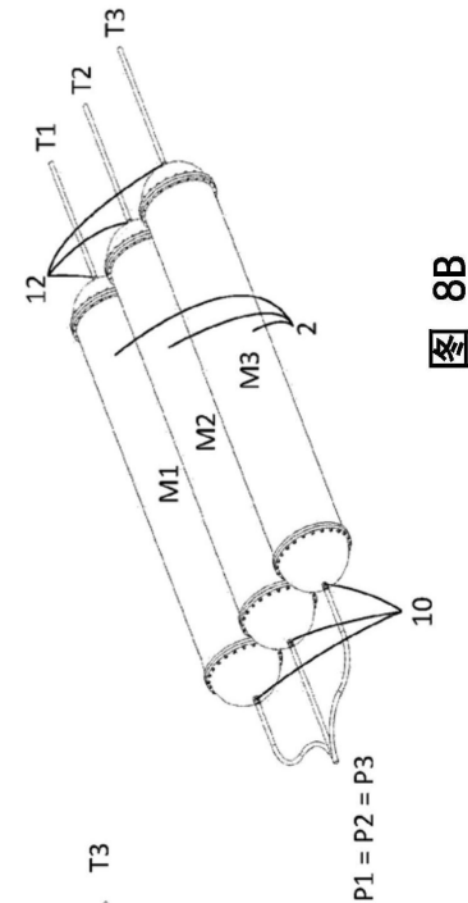


图 8A

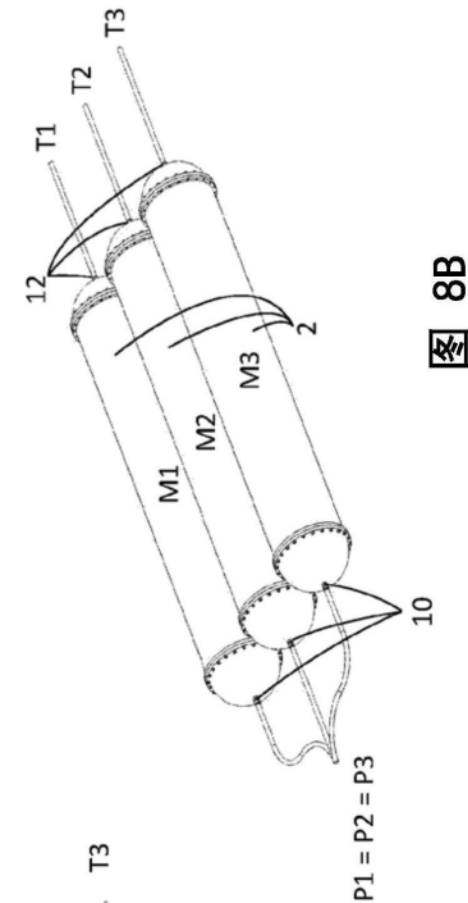


图 8B

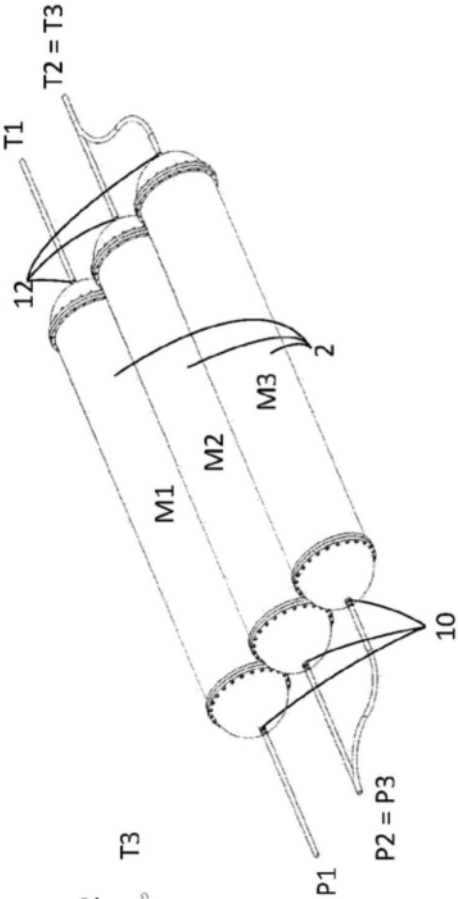


图 8D

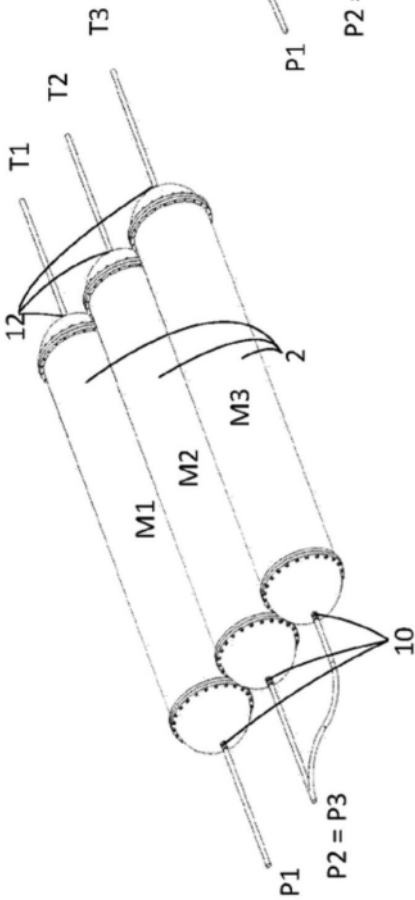


图 8C

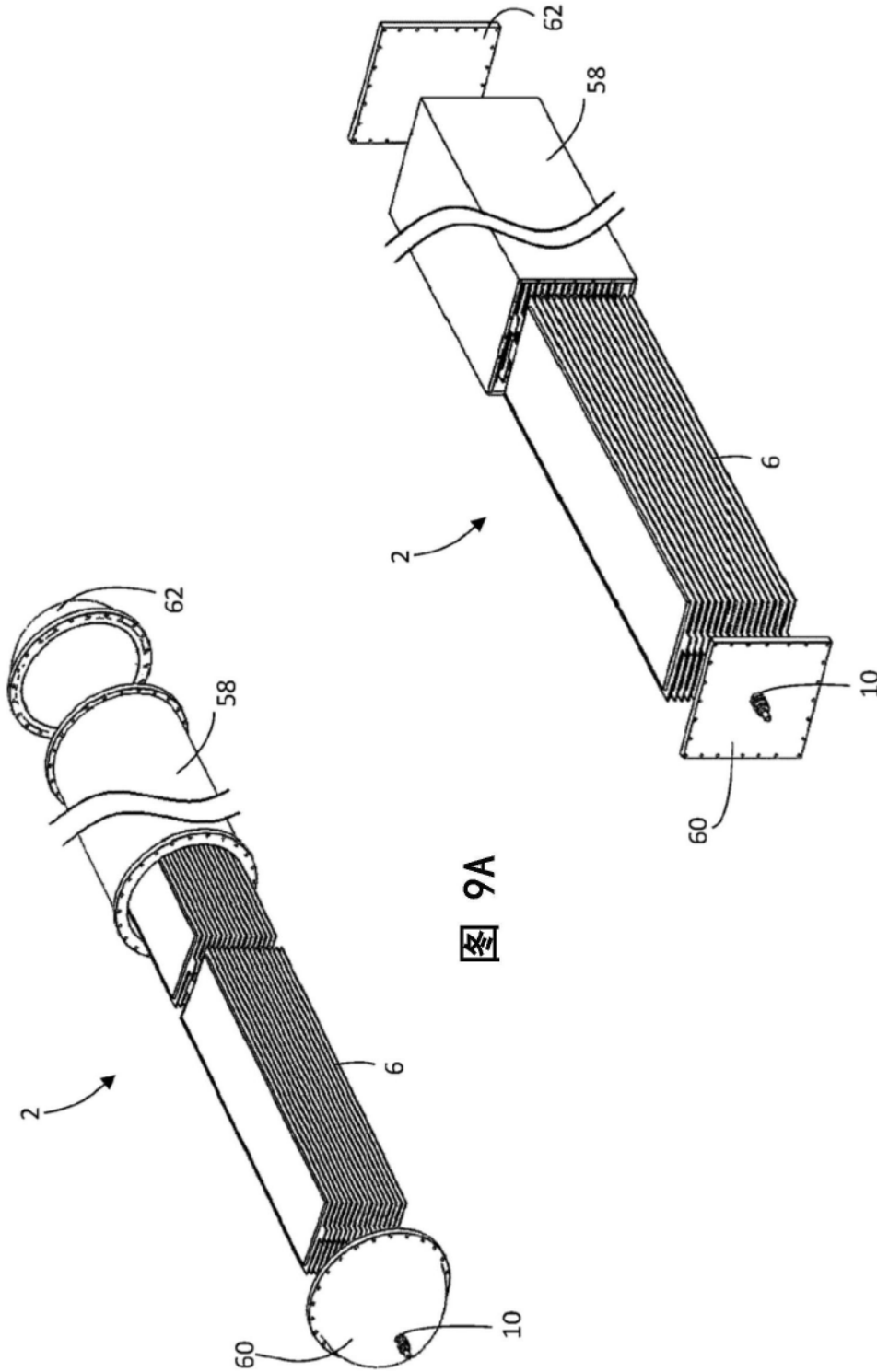


图 9B

图 9A