



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118231802 A

(43) 申请公布日 2024.06.21

(21) 申请号 202311533348.2

H01M 10/6563 (2014.01)

(22) 申请日 2023.11.17

H01M 10/637 (2014.01)

(30) 优先权数据

202211071637 2022.12.12 IN

(71) 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 P·A·K·A·贾亚库马尔

N·A·库马尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 蒋骏 吕传奇

(51) Int. Cl.

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/613 (2014.01)

权利要求书1页 说明书16页 附图7页

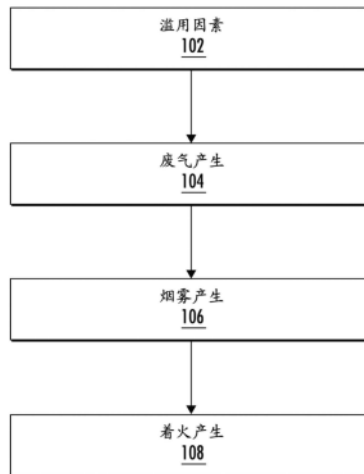
(54) 发明名称

使用声传感器和气体传感器来检测热失控的系统和方法

(57) 摘要

提供了一种用于利用声传感器和/或气体传感器来检测电池系统中的热失控的系统和方法。示例性系统可以包括电池壳体,该电池壳体限定含有电池单元的内部电池隔室。该系统可以进一步包括声传感器,该声传感器位于内部电池隔室内并且被定位成接收来自电池单元的声信号。另外,该系统可以包括风扇,该风扇附接到电池壳体并且被定位成引导气体远离电池单元。在一些实施方案中,风扇可以在声传感器检测到指示热失控的声信号的情况下被启用。该系统可以进一步包括内部气体传感器和外部气体传感器,其中,在内部气体传感器检测到指示热失控的气体而外部气体传感器未检测到气体的情况下发送警报。

100



1. 一种系统,所述系统包括:
电池壳体,所述电池壳体限定含有电池单元的内部电池隔室;
声传感器,所述声传感器被定位成接收来自所述电池单元的声信号;和
风扇,所述风扇附接到所述电池壳体并且被定位成引导气体远离所述电池单元,
其中,在所述声传感器检测到指示热失控的声信号的情况下,所述风扇被启用。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述声传感器、内部气体传感器、所述风扇和所述电池单元设置在所述电池壳体内,并且其中所述内部气体传感器被定位成接收来自所述电池单元的气体。
3. 根据权利要求2所述的系统,所述系统进一步包括外部气体传感器,其中,在所述内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体并且所述外部气体传感器未检测到所述指标气体的情况下,发送指示热失控的警报。
4. 根据权利要求3所述的系统,所述系统进一步包括:
位于所述电池壳体中的可适配排气口,所述内部电池隔室中的气体通过所述可适配排气口排出,
其中,当所述风扇被启用时,所述可适配排气口被打开,并且当所述风扇被禁用时,所述可适配排气口被关闭。
5. 根据权利要求3所述的系统,所述系统进一步包括含有缓解物质的隔室,其中,在检测到热失控时,所述缓解物质被释放到所述内部电池隔室中。
6. 一种用于检测热失控的方法,所述方法包括:
从声传感器接收声数据,所述声传感器被定位成接收来自电池单元的声信号;
至少部分地基于所述声数据来检测热失控;以及
至少部分地基于热失控的所述检测,使得风扇能够被定位成引导气体远离所述电池单元。
7. 根据权利要求6所述的方法,所述方法进一步包括:
从内部气体传感器接收内部气体传感器数据,所述内部气体传感器在由所述电池壳体限定的所述内部电池隔室内附接到所述电池壳体;以及
至少部分地基于所述内部气体传感器数据来检测热失控。
8. 根据权利要求7所述的方法,所述方法进一步包括:
从定位在所述电池壳体外部的的外部气体传感器接收外部气体传感器数据;
至少部分地基于所述外部气体传感器数据来检测热失控;
确定所述内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体;
确定所述外部气体传感器未检测到所述指标气体;以及
发送指示热失控的警报。
9. 根据权利要求7所述的方法,所述方法进一步包括:
在检测到热失控时打开设置在所述电池壳体的壁中的可适配排气口,从而提供从所述内部电池隔室到所述电池壳体外部的环境的流体连通。
10. 根据权利要求7所述的方法,所述方法进一步包括在检测到热失控时,使缓解物质释放到所述内部电池隔室中。

使用声传感器和气体传感器来检测热失控的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开的实施方案总体上涉及用于检测电池单元中的热失控的电池管理系统,并且更具体地涉及利用声传感器和气体传感器来检测热失控的早期阶段。

背景技术

[0002] 申请人已经认识到与在早期阶段检测热失控的开始相关联的许多技术挑战和困难。通过所付出的努力、独创性和创新,申请人已经解决了与识别热失控的开始相关的问题,这些问题将在下面详细描述。

发明内容

[0003] 各种实施方案涉及用于确定热失控的开始的示例性系统和方法。

[0004] 根据本公开的一些实施方案,提供了一种示例性系统。在一些实施方案中,系统可以包括电池壳体,该电池壳体限定含有电池单元的内部电池隔室。在一些实施方案中,系统可以进一步包括声传感器,该声传感器被定位成接收来自电池单元的声信号。在一些实施方案中,系统可以进一步包括风扇,该风扇附接到电池壳体并且被定位成引导气体远离电池单元。在一些实施方案中,风扇可以在声传感器检测到指示热失控的声信号的情况下被启用。

[0005] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括内部气体传感器,其中内部气体传感器被定位成接收来自电池单元的气体。

[0006] 在一些实施方案中,声传感器、内部气体传感器、风扇和电池单元可以设置在电池壳体内。

[0007] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括外部气体传感器,其中在内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体并且外部气体传感器未检测到指标气体的情况下,可以发送指示热失控的警报。

[0008] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括位于电池壳体中的可适配排气口,内部电池隔室中的气体可以通过该可适配排气口离开。

[0009] 在一些实施方案中,当风扇被启用时,可适配排气口可以打开,并且当风扇被禁用时,可适配排气口可以关闭。

[0010] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括处理器,其中该处理器可通信地连接到声传感器、内部气体传感器、风扇、可适配排气口、以及外部气体传感器。

[0011] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括含有缓解物质的隔室,其中在检测到热失控时,缓解物质被释放到内部电池隔室中。

[0012] 进一步提供了用于检测热失控的示例性方法。在一些实施方案中,该方法可以包括:从声传感器接收声数据,该声传感器被定位成接收来自电池单元的声信号;至少部分地基于声数据来检测热失控;以及至少部分地基于热失控的检测来使得风扇能够被定位成引导气体远离电池单元。

[0013] 在一些实施方案中,该方法可以进一步包括:从内部气体传感器接收内部气体传感器数据,该内部气体传感器在由电池壳体限定的内部电池隔室内附接到电池壳体;并且至少部分地基于内部气体传感器数据来检测热失控。

[0014] 在一些实施方案中,声传感器、内部气体传感器、风扇和电池单元可以设置在电池壳体内。

[0015] 在一些实施方案中,该方法可以进一步包括:从定位在电池壳体外部的的外部气体传感器接收外部气体传感器数据,并且至少部分地基于外部气体传感器数据来检测热失控。

[0016] 在一些实施方案中,该方法可以进一步包括:确定内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体,进一步确定外部气体传感器未检测到指标气体;以及发送指示热失控的警报。

[0017] 在一些实施方案中,该方法可以进一步包括:在检测到热失控时打开设在电池壳体的壁中的可适配排气口,从而提供从内部电池隔室到电池壳体外部的环境的流体连通。

[0018] 在一些实施方案中,在检测到热失控时,该方法可以进一步包括使缓解物质释放到内部电池隔室中。

[0019] 进一步提供了另一个示例性系统。在一些实施方案中,系统可以包括:声传感器,该声传感器被定位成接收来自电池单元的指示热失控的声信号;以及内部气体传感器,该内部气体传感器被定位成接近电池单元并且被配置为检测指示热失控的指标气体。在一些实施方案中,在声传感器接收指示热失控的声信号并且内部气体传感器检测指示热失控的指标气体的情况下,可以发送指示热失控的警报。

[0020] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括限定内部电池隔室的电池壳体,其中声传感器、内部气体传感器和电池单元设置在内部电池隔室内。

[0021] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括外部气体传感器,其中在内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体并且外部气体传感器未检测到指示热失控的指标气体的情况下,可以传送指示热失控的警报。

[0022] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括位于电池壳体中的可适配排气口,内部电池隔室中的气体可以通过该可适配排气口到达电池壳体的外部,并且其中,在声传感器接收指示热失控的声信号的情况下,该可适配排气口可以打开。

[0023] 在一些实施方案中,系统可以进一步包括风扇,该风扇被定位成引导指示热失控的指标气体远离电池单元,其中,在声传感器接收指示热失控的声信号的情况下,风扇可以被启用。

附图说明

[0024] 现在将参考附图。在本文所述的某些实施方案中,附图中所示的部件可以存在也可以不存在。一些实施方案可以包括比根据本公开的示例性实施方案的图中所示的那些部件更少(或更多)的部件。

[0025] 图1展示了根据本公开的示例性实施方案的通过各个阶段的热失控的进程的示例性流程图。

[0026] 图2展示了根据本公开的示例性实施方案的包括声传感器和内部气体传感器的示例性热失控检测系统的系统级图。

[0027] 图3展示了根据本公开的示例性实施方案的进一步包括风扇和排气机构的示例性热失控检测系统的系统级图。

[0028] 图4展示了根据本公开的示例性实施方案的进一步包括处理器的示例性热失控检测系统的系统级图。

[0029] 图5展示了根据本公开的示例性实施方案的进一步包括含有缓解物质的隔室的示例性热失控检测系统的系统级图。

[0030] 图6展示了根据本公开的示例性实施方案的示出处理器的示例性部件的示例性框图。

[0031] 图7描绘了根据本公开的示例性实施方案的展示了用于生成热失控警报的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0032] 在下文中将参考附图更全面地描述示例性实施方案,在附图中示出本公开的本发明的一些但不是全部的实施方案。实际上,本公开的实施方案可以以许多不同的形式体现,并且不应该被解释为限于本文阐述的实施方案;相反,提供这些实施方案是为了使本公开满足适用的法律要求。在全篇内容中,类似的标号指代类似的元件。

[0033] 各种示例性实施方案解决了与确定热失控事件的开始相关联的技术问题。如本公开所属领域的技术人员所理解的,存在许多在热失控的早期阶段检测热失控可能是有利的情形,从而提供在热失控变得不可逆之前缓解危险状况的机会。

[0034] 通常,电池(例如,锂离子电池、锂聚合物电池等)可以在电池单元内经历化学反应以向各种设备供应电力。需要大量电力的设备(诸如机动车辆)在电池组中可能包含数十甚至数百个电池单元。

[0035] 利用化学反应来产生电力的电池单元可能易受多种危险状况的影响。可能由各种形式的应力和/或滥用引起的一个示例性危险电池单元状况是热失控。在某些情况下,电子和锂离子在电池单元中的运动产生热量的速度可以比电池组可以消散所产生的热量快。一旦电池单元的内部温度达到某一点,电池单元的温度就可能不受控制地升高,直到电池单元燃烧。这种危险状况不仅可能发生在单个电池单元中,而且热失控可能导致通常包含在电池组内的电池单元中的温度的不可控制的升高,从而导致相邻电池单元也进入热失控。最终,电池单元和/或电池组可能燃烧,从而导致极其危险的状况。电池单元可以快速地逐步进展到热失控阶段,从而在链式反应不可逆之前提供很少的时间来检测和缓解危险状况。

[0036] 在一些情况下,导致热失控的电池单元的应力和滥用可能是立即且明显的。例如,机动车辆上的电池单元可能被飞溅的碎片刺穿或破裂,导致热失控事件。在其他情况下,一个或多个电池单元在延长的时间段内的长期滥用也可能导致热失控。过度充电、过度放电、暴露于高温和低温、对电池组的冲击和/或对电池单元的物理损坏都可能影响电池单元的内部工作,尤其是当滥用在延长的时间段内发生时。在一些情况下,机械滥用(诸如对电池单元的挤压力)可能导致内部短路。短路可能继而增加电池单元内部的热量,从而引发热失

控状况。在一些情况下,长期的过度充电和/或过度放电可能导致镀层和树突的形成,这可能随后引起短路。另外,在一些情况下,电池单元内的化学品的化学性质可由于机械、热和电滥用而随时间缓慢改变。由于这些因素中的许多因素的隐藏性质以及长期效应和热失控的突然发作,可能难以在热失控事件太晚之前预测和/或检测热失控事件。

[0037] 当前的电池管理系统可利用紧邻电池单元的各种传感器来基于电池单元周围的物理特性确定电池单元的状况。例如,温度传感器可以放置在电池单元的表面上或附近。当温度测量值超过预先确定的最高工作温度时,电池管理系统可发出警告或警报。类似地,可以在电池单元附近放置气体传感器,以当热失控事件开始时,检测释放的某些气体。一旦检测到这些气体,电池管理系统可以发出警报以指示存在危险的电池状况。另外,声传感器已经靠近电池组放置,以检测电池组的压力变化。

[0038] 然而,在许多情况下,这些电池管理系统直到电池状况(例如,热失控)已经开始才发出警告。例如,电池组内的许多可检测气体是重的并且通过重力被拉到电池组的最低点。取决于气体传感器在电池组内的放置以及在排出气体时电池组的取向,排出的气体可能不会被检测到,直到已经发生显著的累积并且热失控已经显著地发展为止。类似地,直到电池单元的内部温度已经以不可逆的速率升高之后,电池单元外部的温度传感器才可能检测到电池单元外部的温度升高。由于热失控事件的连锁反应性质,通常,一旦热失控事件已经开始,就无法停止。因此,在一些情况下,即使在检测到这种状况并发出警告后,电池单元也会继续过热并最终燃烧。另外,单个电池单元的过热和燃烧可能会传播到相邻的电池单元,在一些情况下导致电池组爆炸。

[0039] 进一步,许多电池管理系统易受错误警报的影响。例如,许多电池组允许气体流入和流出,以便均衡电池组的压力。电池组内的气体传感器可以检测在一些情况下可以指示热失控事件的气体。然而,气体可能已经从外部环境进入电池组并且实际上不是热失控事件的指示。类似地,声传感器可以检测电池组中或周围的外来声音并且将检测到的外来声音错误地识别为热失控事件的指标。

[0040] 本文描述的各种示例性实施方案利用各种技术在早期阶段检测电池单元中的热失控,同时限制热失控的错误检测。例如,在一些实施方案中,热失控检测系统可以包括声传感器,该声传感器靠近电池单元放置并且被定位成捕获从电池单元发出的声信号。在声传感器在热失控的早期阶段检测到排出的气体逸出一个或多个电池单元的情况下,可通信地连接到声传感器的处理器可以确定热失控正在发生或将要发生。另外,热失控检测系统可以进一步利用风扇和排气口来辅助确定热失控的开始。例如,可适配排气口可以放置在电池组壳体的一个或多个壁内。进一步,风扇可以附接在电池组内和/或电池组壳体的一个或多个壁内。在一些实施方案中,当声传感器检测到热失控事件时,风扇可以被启用并且可适配排气口打开。启用风扇和打开排气口可以在电池组内提供排气,从电池组排出至少一些挥发性气体,这可以进一步实现热失控过程和最终燃烧。启用风扇还可以促进气体(包括通过遍及电池组的排出气体)的循环。在一些实施方案中,气体的循环可以允许内部气体传感器在早期阶段检测指示热失控的气体。

[0041] 热失控检测系统可以进一步包括外部气体传感器,该外部气体传感器被配置为检测指示电池壳体外部的热失控的气体。在一些实施方案中,热失控检测系统可以将由内部气体传感器检测到的气体与由外部气体传感器检测到的气体进行比较。此类比较可以允许

热失控检测系统确定由内部气体传感器检测到的指示热失控的气体是源自电池组内(例如,源自电池单元)还是从外部源流入到电池组中。

[0042] 作为本文描述的示例性实施方案的结果并且在一些示例中,可以极大地提高热失控检测系统的准确度。另外,可以在进程的较早阶段中检测到热失控,从而使得电池管理系统能够在热失控变得不可逆之前缓解状况。

[0043] 现在参考图1,提供了展示电池单元(例如,电池单元202)中的示例性热失控进程100的阶段的示例性流程图。在阶段102处,滥用因素影响一个或多个电池单元。多种滥用因素可能影响电池单元的工作并且最终导致热失控。例如,一些滥用因素可能是立即的,诸如对电池单元的物理损坏。在此类情况下,冲击可能使电池单元凹陷或压碎,在一些情况下导致内部短路或将内部电路暴露于导致热失控的外部影响。在一些示例中,滥用因素可以是长期的或潜在的滥用。此类滥用因素可以包括长期的过度充电或过度放电,以及不适当的充电,或者使电池在不利条件下(诸如在高温或低温下)工作。长期滥用可能导致电池单元的内部元件(例如,隔板或电解质)的劣化,这随后导致内部短路和热失控。

[0044] 通常,在阶段102处,电池单元表现出正常工作物理特性。正常工作范围可以基于电池组的物理特性、电池单元的容量、电池组的内部电池隔室的体积、电池壳体的材料、与电池组相关联的冷却机构以及其他因素而变化。在一些实施方案中,正常工作温度、压力、气体读数和其他物理特性可基于正常使用和/或来自具有类似环境的环境中的用户的聚合数据来确定。例如,正常工作温度可以在20°C与80°C之间,正常工作压强可以是小于14.5磅每平方英寸的任何值。

[0045] 在热失控进程100的阶段104处,废气产生开始。阶段104的特征可以在于电池单元释放少量的氢以及挥发性有机化合物。在一些实施方案中,电池单元可以被设计成具有安全排气口,该安全排气口包括开口、孔、膜、或有助于电池单元内的任何积聚的气体离开其他类似结构。在一些实施方案中,安全排气口可以包括膜,该膜预期在电池单元的内部压力达到最大内部压力时破裂和/或打开。例如,在一些实施方案中,安全排气口可以包括电池单元的弱化部分,使得当电池单元的内部压力低于最大内部压力时,气体被包含在电池单元内。然而,如果内部压力超过预定最大内部压力,则密封件可能破裂,从而打开安全排气口并且促进任何积聚的内部气体的排出。

[0046] 在一些实施方案中,所释放的内部气体可以包括挥发性有机化合物(VOC)。挥发性有机化合物是与室温下的低沸点相关联的物质,其产生易于释放到周围空气中的分子。释放到空气中的VOC可以是高度可燃的,并且因此在热失控开始时增加了危险条件。VOC也可以由多种气体传感器检测。VOC的主要组分之一是碳酸二乙酯(DEC)。DEC比电池组的内部电池隔室中的空气重。一旦释放,DEC可以沉降到内部电池隔室的最低点,使得VOC难以检测,这取决于气体传感器的放置。

[0047] 阶段104废气产生的特征可以在于升高水平的甲烷、碳和碳酸二乙酯。另外,阶段104废气产生的进一步特征可以在于例如介于80°C与100°C之间升高的温度。

[0048] 在热失控进程100的阶段106处,烟雾产生开始。阶段104可以包括电池单元内的电解质层和隔板层的进一步分解。分隔阳极和阴极的隔板层的分解可能导致电池单元内的内部短路。阶段106烟雾产生的特征可以在于进一步升高水平的VOC,诸如碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)和碳酸甲乙酯(EMC)甲烷,以及进一步升高水平的碳,和二氧化碳。另外,

在电池单元内和周围可以看到视觉上可检测的烟雾。阶段106烟雾产生的特征可以进一步在于升高的温度(例如,介于100°C与300°C之间)以及内部电池组隔室内的升高的压力。在一些实施方案中,一旦达到阶段106烟雾产生,热失控的开始可能是不可逆的。

[0049] 在热失控进程100的阶段108处,着火产生开始。电池着火的特征通常在于温度处于或超过800°C并且可能伴随爆炸。一旦电池进入着火产生阶段108,不受控制的燃烧对工作设备以及附近的任何人和物体都是极其危险的。

[0050] 现在参考图2,提供了示例性热失控检测系统200。如所描绘的,图2的示例性热失控检测系统200包括限定内部电池隔室212并且包围多个电池单元202的电池壳体210。示例性热失控检测系统200进一步包括声传感器204和内部气体传感器206,该声传感器和该内部气体传感器在内部电池隔室212内附接到电池壳体210。如图2中进一步描绘的,电池单元202可以排出排放气体208。在一些实施方案中,排放气体208可以比内部电池隔室212内的空气重并且可以下沉到内部电池隔室212的最低点(例如,重气体214)。

[0051] 如图2所描绘的,示例性热失控检测系统200包括限定内部电池隔室212的电池壳体210。电池壳体210可以是用于封闭和/或保护一个或多个电池单元202的任何网络、系统和/或隔室。在一些实施方案中,电池壳体可以被制造成符合工业标准,诸如IP67。电池壳体210可以进一步限定空间或隔室(例如,内部电池隔室212),内部电池部件和/或感测设备可以设置在该空间或隔室内。在一些实施方案中,电池壳体210可以包含铝、钢或其他金属;塑料和/或增强塑料;或者能够保护电池组的内部部件和一个或多个电池单元202的任何其他材料。在一些实施方案中,电池壳体210可以提供支撑、附接和/或分隔电池单元202的结构,以及热失控检测系统200的布线和/或其他内部部件。如今,许多电动车辆已经开始将大量的电池单元202布置到作为电动车辆的车身的一部分集成的电池壳体210中。该技术在很大程度上被称为电池底盘一体化技术。由于机械、电和/或热应力和滥用,此类电池布置可能特别易于热失控并且最终燃烧。

[0052] 如图2中进一步描绘的,热失控检测系统200包括多个电池单元202。虽然被描绘为多个电池单元202,但是本公开不限于多个电池单元202,因为一些实施方案可以包括单个电池单元。电池单元202可以采用许多形式,包括但不限于圆柱形单元、棱柱形单元、袋状单元等。电池单元202可以通过限定在电池壳体210中的结构附接和/或分隔。另外,电池单元202可以并联和/或串联地电连接以向工作设备(例如,电动车辆)提供累积的电力输出。每个电池单元202可以容纳化学组分,该化学组分经历化学过程以产生电流。电池单元202的化学组分可以包括众多成分,例如锂离子、锂聚合物、磷酸铁锂、锂硫和其他锂基成分;镍锰钴;镍金属氢化物;铅酸;或能够通过化学过程提供足够电流的任何其他化学组合物。需要大量电力的设备(诸如电动车辆)可以包含封装在电池壳体210(例如,电池组)中的数十个甚至数百个电池单元202。在这些电池单元中发生的化学反应可能容易受到危险的电池状况(诸如热失控)的影响。

[0053] 如图2中进一步描绘的,当电池单元202由于例如热失控事件而经历内部压力的增加时,电池单元202可以将气体(例如,排放气体208)释放到周围环境(例如,内部电池隔室212)中。由于隔离层劣化、电解质退化、由于短路而增加的热量以及许多其他因素,内部压力可能在电池单元202中形成。在一些实施方案中,电池单元202可以包括安全排气口,以在电池单元202的内部压力超过最大内部压力的情况下释放气体(例如,排放气体208)。排放

气体208可包括多种气体,这取决于排气的原因。

[0054] 一些排放气体208(例如,指标气体)可以指示热失控正在发生或将要发生。指标气体可以是在热失控的废气产生阶段104期间释放到内部电池隔室212中的任何气体,如关于图1所解释的。指标气体可以包括由于在电池单元202内发生的化学反应而排放的气体、在电池单元202部件(诸如隔板层)的劣化期间释放的气体、由于某些物质由于热而蒸发而产生的气体等。在一些示例中,指标气体可以是异常的或升高水平的其他常见气体,诸如氧气或氢气。在一些实施方案中,指标气体可以是VOC,包括例如碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)和/或碳酸甲乙酯(EMC)甲烷。

[0055] 如图2中进一步描绘的,一些排放气体208可能比内部电池隔室212内的空气重(例如,重气体214)。在一些实施方案中,重气体214可以包括使重气体214在重力的作用下下沉到内部电池隔室212中的空气下方的分子。例如,重气体214可以包括VOC,诸如DEC。取决于电池壳体210的取向和一个或多个内部气体传感器206的位置,指示热失控的重气体214可能难以检测,但气体传感器(例如,内部气体传感器206)除外。在一些实施方案中,重气体214可以在内部电池隔室212的重力拉动方向上下沉到最低点。在内部气体传感器206定位在内部电池隔室212的最低点上方的情况下,在检测到指示热失控的气体之前可能发生显著的气体积聚。在一些实施方案中,基于由内部气体传感器206接收的测量结果的热失控的检测可以在热失控已进展到不可逆点之后发生。

[0056] 如图2中进一步描绘的,示例性热失控检测系统200进一步包括声传感器204。声传感器204可以是能够测量周围环境中的声信号(例如,如结合图3所描述的声信号302)的一个或多个物理特性并且将声信号的所测量的一个或多个物理特性转换成能够被解码的模拟或数字电信号的任何电子或机电设备。在一些实施方案中,声传感器204可以测量声信号的一个或多个物理特性,诸如声信号的振幅、声信号的频率、波长、时间段、速度或其他类似的物理特性。内部电池隔室212中检测到的声信号可以用于确定电池单元202是否正在经历排气,诸如在热失控进程100的废气产生阶段104中发生的排气。虽然在图2的示例性实施方案中描绘了单个声传感器204,但是多个声传感器204可以用作热失控检测系统200的一部分设置在内部电池隔室212之内和之外的各位置处。

[0057] 如图2中进一步描绘的,示例性热失控检测系统200进一步包括内部气体传感器206。内部气体传感器206可以是能够测量周围环境中一种或多种气体的浓度并且将所测量的浓度水平转换为能够被解码的模拟或数字电信号的任何电子或机电设备。内部气体传感器206可以包括能够确定多种不同气体的浓度水平的单个感测元件。内部气体传感器206可以包括一个或多个感测元件,每个感测元件被配置为确定特定气体的浓度水平。作为非限制性示例,内部气体传感器206可以确定甲烷、碳、DEC、DMC、EMC、其他VOC、氧、氢和其他类似气体的浓度水平。内部电池隔室212中检测到的这些气体和其他气体的浓度可以用于确定指示热失控的气体(例如,指标气体)是否存在于内部电池隔室212内。例如,内部气体传感器206可以包括但不限于金属氧化物气体传感器、光学气体传感器、电化学气体传感器、声气体传感器、光致电离检测器或其他类似的气体传感器。虽然在图2的示例性实施方案中描绘了单个内部气体传感器206,但是多个内部气体传感器206可以作为热失控检测系统200的一部分设置在内部电池隔室212内的各位置处。

[0058] 现在参考图3,提供了示例性热失控检测系统300。如图3所示,示例性热失控检测

系统300进一步包括定位在内部电池隔室212内的风扇304。所描绘的风扇304被定位成朝向内部气体传感器206引导排放气体308(包含重气体214)。另外,图3的示例性热失控检测系统300包括设置在电池壳体210的壁中并且促进内部电池隔室212与外部环境之间的气体(例如,排放气体308)的流动的可适配排气口306。图3进一步描绘了从一个或多个电池单元202发出的声信号302,指示在热失控进程100的废气产生阶段104期间从一个或多个电池单元202排出气体。

[0059] 如图3所描绘的,示例性热失控检测系统300包括声信号302。声信号302可以是具有指示内部电池隔室212内的热失控的开始物理特性的任何声波,不管是可听的还是不可听的。在一些实施方案中,当电池单元202进展到热失控进程100的废气产生阶段104时,诸如排放气体208的气体可以从一个或多个电池单元202排出和/或逸出。此类排放气体208的逸出可以产生可由声传感器204检测的声信号302。例如,声信号302的频率和振幅可以与废气产生阶段104期间排放气体208的逸出一致。在一些实施方案中,声信号302的频率、振幅、波长和/或其他物理特性可以指示废气产生阶段104和热失控。

[0060] 如图3中进一步描绘的,示例性热失控检测系统300包括风扇304。风扇304可以是可以在内部电池隔室212的至少一部分中产生空气流的任何装置、设备或其他类似机构。在一些实施方案中,风扇304可以是具有旋转叶片的装置,其在被启用时产生在平行于旋转叶片的旋转轴线的方向上的一股空气流。在一些实施方案中,风扇304可以放置在内部电池隔室212内。在一些实施方案中,风扇304可以设置在电池壳体210的一个或多个壁内。在一些实施方案中,风扇304可以用于产生一股空气流,以便使内部电池隔室212排气。例如,风扇304可以辅助从内部电池隔室212清除可能增加热失控传播到其他电池单元202的可能性和/或增加燃烧的可能性的VOC和其他物质。

[0061] 在一些实施方案中,风扇304可以用于引导排放气体208内含有的并且指示朝向一个或多个内部气体传感器206(例如,排放气体308)的热失控的开始VOC和其他可检测气体的流动。在排放气体308被引导朝向一个或多个内部气体传感器206的情况下,一旦废气产生阶段104已经开始,热失控的检测时间就可以缩短。例如,在一些实施方案中,指标气体(例如,重气体214)可以下沉到内部电池隔室212的低点,远离内部气体传感器206。在此类示例中,在产生排放气体208的时刻与气体到达内部气体传感器206的时刻之间可能经过临界时间。等待气体有机地流到内部气体传感器206可能会浪费检测热失控的临界时间。在从电池单元202排放气体与在内部气体传感器206处的检测之间经过太多时间的情况下,热失控可能进展,使得热失控可能不再被逆转。因此,风扇304可以用于将排放气体(例如,排放气体308)朝向内部气体传感器206引导。在一些实施方案中,风扇304可以靠近电池单元202放置并且可以朝向内部气体传感器206引导。在一些实施方案中,风扇304可以靠近内部气体传感器206放置并且引起空气流动,使得排放气体208朝向内部气体传感器206流动。在一些示例中,风扇304可以引导一股空气流例如通过排气口(例如,可适配排气口306)从电池壳体210出来,并且内部气体传感器206可以被放置在离开气流的路径中。

[0062] 如图3中进一步描绘的,示例性热失控检测系统300包括可适配排气口306。可适配排气口306可以是电池壳体210中允许空气、液体、气体和其他流体进出内部电池隔室212的任何开口。尽管主要描述为可适配的,但是可适配排气口306可以被固定,使得排气口提供内部电池隔室212与电池壳体210外部的环境之间的永久流体连接。在一些实施方案中,可

适配排气口306可以打开和关闭。在一些实施方案中,可适配排气口306可以被配置为接纳导致可适配排气口306打开或关闭的电连通部。在一些实施方案中,可适配排气口306可以包括能够打开和关闭排气口的致动元件。致动元件可以是被配置为当施加电压或电压断开连接时打开或关闭可适配排气口306的任何电子或机电设备。例如,致动元件可以处于关闭位置,从而保持可适配排气口306关闭。当电压施加到致动元件时,致动元件可以打开,从而打开可适配排气口306。如果电压被移除,则该致动元件可返回到关闭位置。在一些实施方案中,可适配排气口306的打开和关闭可以与风扇304的启用和停用协调。例如,在一些实施方案中,当风扇304被启用时,可适配排气口306可以打开,从而辅助内部电池隔室212内的空气的排气和循环。

[0063] 现在参考图4,提供了示例性热失控检测系统400。图4的示例性热失控检测系统400进一步包括控制器402,该控制器可通信地连接到声传感器204、内部气体传感器206、风扇304和可适配排气口306。另外,进一步描绘了设置在电池壳体210外部的的外部气体传感器404。外部气体传感器404进一步可通信地连接到控制器402。

[0064] 如图4所描绘的,示例性热失控检测系统400包括外部气体传感器404。如同关于图2描述的内部气体传感器206一样,外部气体传感器404可以是能够测量周围环境中的一种或多种气体的浓度并且将所测量的浓度水平转换成能够被解码的模拟或数字电信号的任何电子或机电设备。外部气体传感器404可以包括能够确定多种不同气体的浓度水平的单个感测元件。外部气体传感器404可以包括一个或多个感测元件,每个感测元件被配置为确定特定气体的浓度水平。作为非限制性示例,外部气体传感器404可以确定甲烷、碳、DEC、DMC、EMC、其他VOC、氧、氢和其他类似气体的浓度水平。电池壳体210外部的环境中的这些气体和其他气体的检测浓度可以用作参考传感器。作为参考传感器,外部气体传感器404可以辅助确定内部电池隔室212中存在的指示热失控的气体(例如,指标气体)是源自电池单元202中的一个电池单元还是源自电池壳体210的外部。例如,在一些实施方案中,靠近电池壳体210的许多气体可以含有VOC或指示热失控的其他分子。电池壳体210可以允许外部气体通过可适配排气口306或其他类似机构进入到内部电池隔室中。还通过参考外部气体传感器404,可以确定气体是源自电池壳体210内(热失控的指标)还是源自电池壳体210外部(指示检测到的气体可能不指示热失控)。

[0065] 外部气体传感器404可以包括但不限于金属氧化物气体传感器、光学气体传感器、电化学气体传感器、声气体传感器、光致电离检测器或其他类似的气体传感器。虽然在图4的示例性实施方案中描绘了单个外部气体传感器404,但是多个外部气体传感器404可以作为示例性热失控检测系统400的一部分设置在电池壳体210外部的各位置处。

[0066] 如图4中进一步描绘的,示例性热失控检测系统400包括控制器402。控制器402(例如,处理器)可以是被配置为从所连接的传感器(例如,一个或多个声传感器204、一个或多个内部气体传感器206、一个或多个风扇304、一个或多个可适配排气口306、一个或多个外部气体传感器404)中的每个传感器接收输入数据、基于输入数据确定电池单元202的状况、以及基于确定执行缓解步骤的任何装置,诸如以硬件或硬件与软件的组合体现的处理器、设备或电路。控制器402可以包括如关于图6所示和所描述的形式。虽然图6提供了示例性控制器402,但是应当注意,本公开的范围不限于图6中所示的示例。

[0067] 另外,控制器402可以机械地和/或电气地连接到缓解设备,诸如关于图5所讨论的

隔室502;关于图3讨论的风扇304和可适配排气口306;以及使得控制器402能够传达与热失控相关的警告和/或状况的各种通信电路。当检测到热失控时,控制器402可以利用这些机构来缓解电池组的状况。

[0068] 现在参考图5,提供了示例性热失控检测系统500。如图5所示,示例性热失控检测系统500进一步包括隔室502,该隔室邻近电池壳体210附接并且流体地连接到内部电池隔室212。示例性隔室502进一步包含缓解物质504。

[0069] 如图5所描绘的,示例性热失控检测系统500包括含有缓解物质504的隔室502。隔室502可以是配置为保持缓解物质504的任何罐、贮存器、腔室或其他类似容器。隔室502可以流体地连接到内部电池隔室212,使得在检测到热失控的情况下,缓解物质504可以被释放到内部电池隔室212中。在一些实施方案中,可以对隔室502加压,使得当释放缓解物质504时,加速所包含的缓解物质504的释放。

[0070] 如图5中进一步描绘的,示例性热失控检测系统500的隔室502包含缓解物质504。缓解物质504可以为任何液体、气体、粉末、固体或可以辅助抑制热失控的进程的其他物质。例如,缓解物质504可以是粉末,其被释放到内部电池隔室212中并且防止氧气与电池单元202相互作用,防止促进热失控的危险化学反应。在一些实施方案中,可以与将缓解物质释放到内部电池隔室212中协调地执行其他缓解步骤,诸如将电源和/或负载从电池单元202断开连接。

[0071] 现在参考图6,提供了根据本公开的至少一些示例性实施方案的示例性控制器402。示例性控制器402包括处理器602、输入/输出电路604、数据存储介质606、通信电路608、以及热失控检测电路610。在一些实施方案中,控制器402被配置为使用电路组602、604、606、608和/或610的组中的一个或多个电路来执行和实行本文所描述的操作。

[0072] 虽然针对功能限制描述了这些部件,但应当理解,特定的具体实施必定包括特定计算硬件的使用。还应当理解,在一些实施方案中,本文所述的某些部件包括类似或常见的硬件。例如,两个电路组均可以利用相同的处理器、网络接口、存储介质等的使用来执行它们相关联的功能,使得每个电路组均不需要重复的硬件。因此,应当理解,如本文相对于本文所述的装置的部件所用的术语“电路”的用户包括被配置为执行与本文所述的特定电路相关联的功能的特定硬件。

[0073] 具体地,术语“电路”应被广义地理解为包括硬件,并且在一些实施方案中,包括用于配置硬件的软件。例如,在一些实施方案中,“电路”包括处理电路、存储介质、网络接口、输入/输出设备等。另选地或附加地,在一些实施方案中,控制器402的其他元件提供或补充其他特定电路组的功能性。例如,在一些实施方案中,处理器602向电路组中的任一个电路提供处理功能性,数据存储介质606向电路组中的任一个电路提供存储功能性,通信电路608向电路组中的任一个电路提供网络接口功能性等。

[0074] 在一些实施方案中,处理器602(和/或协同处理器或辅助该处理器或以其他方式与该处理器相关联的任何其他处理电路)经由总线与数据存储介质606进行通信,以用于在控制器402的部件之间传递信息。在一些实施方案中,例如,数据存储介质606是非暂态的,并且可包括例如一个或多个易失性和/或非易失性存储器。换句话讲,例如,在一些实施方案中,数据存储介质606包括或体现电子存储设备(例如,计算机可读存储介质)。在一些实施方案中,数据存储介质606被配置为存储用于使控制器402能够根据本公开的示例性

实施方案执行各种功能的信息、数据、内容、应用程序、指令等。

[0075] 处理器602可以以多种不同的方式体现。例如,在一些示例性实施方案中,处理器602包括被配置为独立地执行的一个或多个处理设备。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括经由总线串联配置的一个或多个处理器,以实现指令、流水线和/或多线程的独立执行。术语“处理器”和“处理电路”的使用应理解为包括单核处理器、多核处理器、控制器402内部的多个处理器和/或控制器402外部的一个或多个远程或“云”处理器。

[0076] 在示例性实施方案中,处理器602被配置为执行存储在数据存储介质606中或能够以其他方式供该处理器访问的指令。另选地或附加地,在一些实施方案中,处理器602被配置为执行硬编码功能性。因此,无论通过硬件方法或软件方法配置,还是通过它们的组合配置,处理器602均表示能够根据本公开的实施方案执行操作同时进行相应配置的实体(例如,以电路形式物理地体现)。另选地或附加地,作为另一个示例,在一些示例性实施方案中,当处理器602体现为软件指令的执行器时,这些指令将处理器602专门配置为在执行此类指令时执行在本文所述的具体操作中体现的算法。

[0077] 作为一个特定示例性实施方案,处理器602被配置为执行与利用各种传感器和设备来检测电池组中的热失控相关联的各种操作。在一些实施方案中,处理器602包括从被定位成接收来自电池单元(例如,电池单元202)的声信号的声传感器(例如,声传感器204)接收声数据的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括至少部分地基于声数据来检测热失控的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括使得风扇(例如,风扇304)能够被定位成至少部分地基于热失控的发生的确定来引导气体远离电池单元的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括从附接到电池壳体(例如,电池壳体210)的位于内部电池隔室(例如,内部电池隔室212)内的内部气体传感器(例如,内部气体传感器206)接收内部气体传感器数据的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括至少部分地基于内部气体传感器数据来检测热失控的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括从定位在电池壳体外部的内部气体传感器(例如,外部气体传感器404)接收外部气体传感器数据的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括至少部分地基于外部气体传感器数据来检测热失控的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括确定内部气体传感器检测到指示热失控的指标气体的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括确定外部气体传感器未检测到指标气体的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括发送指示热失控的警报的硬件、软件、固件和/或其组合。附加地或另选地,在一些实施方案中,处理器602包括在检测到热失控时打开设置在电池壳体的壁中的可适配排气口,从而提供从内部电池隔室到电池壳体外部的环境的流体连通的硬件、软件、固件和/或其组合。

[0078] 在一些实施方案中,控制器402包括输入/输出电路604,该输入/输出电路向用户提供输出,并且在一些实施方案中,接收用户输入的指示。在一些实施方案中,输入/输出电路604与处理器602通信以提供此类功能性。输入/输出电路604可包括一个或多个用户界面(例如,用户界面),并且在一些实施方案中包括显示器,该显示器包括呈现为web用户界面、

应用程序用户界面、用户设备或后端系统等界面。处理器602和/或包括处理器的输入/输出电路604可以被配置为通过存储在处理器可访问的存储器(例如,数据存储介质606等)上的计算机程序指令(例如,软件和/或固件)来控制一个或多个用户界面元素的一个或多个功能。在一些实施方案中,输入/输出电路604包括或利用面向用户的应用程序,以向与用户相关联的客户端设备和/或其他显示器提供输入/输出功能性。

[0079] 在一些实施方案中,控制器402包括通信电路608。通信电路608包括诸如以硬件或者硬件和软件的组合体现的设备或电路的任何装置,该设备或电路被配置为从/向网络和/或与控制器402进行通信的任何其他设备、电路或模块接收和/或发送数据。就这一点而言,例如在一些实施方案中,通信电路608包括用于实现与有线或无线通信网络通信的网络接口。附加地或另选地,在一些实施方案中,通信电路608包括一个或多个网络接口卡、天线、总线、交换机、路由器、调制解调器和支持硬件、固件和/或软件、或适用于经由一个或多个通信网络实现通信的任何其他设备。附加地或另选地,通信电路608包括用于与天线和/或其他硬件或软件交互以致使经由天线发送信号或处理经由天线接收的信号接收的电路。在一些实施方案中,通信电路608使得能够向和/或从与控制器402通信的客户端设备发送和/或接收数据。

[0080] 热失控检测电路610包括支持与配置各种感测元件和/或与各种感测元件通信相关联的各种功能的硬件、软件、固件和/或其组合,感测元件例如一个或多个声传感器(例如,声传感器204)、一个或多个内部气体传感器(例如,内部气体传感器206)、一个或多个外部气体传感器(例如,外部气体传感器404)、一个或多个风扇(例如,风扇304)、一个或多个可适配排气口(例如,可适配排气口306)、一个或多个缓解工具(例如,隔室502)和/或其他类似感测元件。在一些实施方案中,热失控检测电路610可以进一步包括支持与利用从各种感测元件接收的数据来确定在电池单元中的一个或多个电池单元(例如,电池单元202)中是否发生或将要发生热失控相关联的各种功能的硬件、软件、固件和/或其组合。在一些实施方案中,热失控检测电路610可以进一步包括支持与配置缓解工具(诸如隔室502或电源开关)和/或与缓解工具通信相关联的各种功能以在首次检测到热失控时减小热失控不受控制地进展的可能性的硬件、软件、固件和/或其组合。

[0081] 附加地或另选地,在一些实施方案中,电路602至610的组中的一个或多个电路为能够组合的。附加地或另选地,在一些实施方案中,电路组中的一个或多个电路执行与另一部件相关联的所述功能性中的一些或全部功能性。例如,在一些实施方案中,电路602至610的组中的一个或多个电路组合成以硬件、软件、固件和/或其组合的形式体现的单个模块。类似地,在一些实施方案中,电路组中的一个或多个电路(例如热失控检测电路610)被组合,使得处理器602单独执行以上关于这些电路中的每个电路描述的操作中的一个或多个操作。

[0082] 现在参考图7,提供了示例性热失控检测流程图700。如图7所示,示例性热失控检测流程图700描绘了用于确定一个或多个电池单元中的热失控已经开始的示例性过程。尽管通过热失控检测流程图700描绘了示例性热失控检测过程,但出于示例性目的示出了热失控检测流程图700,并且本公开的范围不限于关于图7的描述。

[0083] 在步骤702处,控制器(例如,控制器402)从被定位成接收来自电池单元(例如,电池单元202)的声信号(例如,声信号302)的声传感器(例如,声传感器204)接收声数据。在一

些实施方案中,声传感器可以被定位成接近一个或多个电池单元,例如,声传感器可以在内部电池隔室内附接到电池壳体。在一些实施方案中,声传感器可以是定向的并且可以进一步被定位成使得从一个或多个电池单元发出的声音至少部分地被隔离。在一些实施方案中,声传感器可以是全向的并且可以接收所有方向上的声信号。声传感器可以将所接收的声信号转换为电子信号(例如,声数据),并且将电子信号发送到控制器。控制器可以基于声数据确定声信号的某些物理特性,诸如所接收的声信号的振幅、频率、波长等。

[0084] 在步骤704处,控制器至少部分地基于声数据来检测热失控。在一些实施方案中,控制器可以分析所接收的声数据以确定在电池单元中的一个或多个电池单元中热失控是否已经开始。控制器可以对所接收的声数据执行预处理操作(诸如,数字转换、去噪、重新取样、平滑及其他类似操作)以准备声数据以供处理。然后,控制器可以采用多种算法来确定所接收的声信号是否指示在热失控的早期阶段期间气体从电池单元排出。处理器可以考虑振幅、频率、波长、持续时间、一致性、时间段、速度等以确定所接收的声信号是否与热失控期间的排出气体一致。另外,处理器可以存储声数据的设定持续时间以确定物理性质随时间的变化。声信号的物理性质随时间的变化可以进一步指示在热失控期间排出气体。例如,声信号的频率可以随时间稳定地下降及/或所接收信号的振幅可以随时间稳定地减小。

[0085] 在一些实施方案中,机器学习技术可以用于确定所接收的声数据例如在热失控的废气产生阶段104期间是否与排出气体一致。在此类实施方案中,机器学习模型可以实现监督、半监督或无监督学习模型以训练机器学习模型来基于所接收的声数据识别废气产生的排出气体。在操作期间,控制器可以向机器学习模型提供声数据以确定声数据是否指示在热失控的废气产生阶段104期间排出的气体。

[0086] 在步骤706处,在基于声数据未检测到热失控的情况下,操作返回到步骤702,在该步骤中,控制器继续从声传感器接收声数据。在基于声数据检测到热失控的情况下,在步骤708处继续操作。

[0087] 在步骤708处,控制器至少部分地基于热失控的发生的确定来启用风扇(例如,风扇304),该风扇被定位成引导气体远离电池单元。启用风扇可以提供从内部电池隔室排出的气体的排气。例如,在一些情况下,从电池单元排出的气体可以包含VOC和其他可燃物质。在一个或多个电池单元进入热失控的情况下,VOC和其他可燃气体可以辅助热失控的进程。启用风扇可引导VOC和其他可燃气体远离电池单元,从而减缓或停止热失控的进程、尤其是相邻电池单元之间的热失控的进程。另外,启用风扇可以将VOC和其他可燃气体朝向内部气体传感器引导。在一些实施方案中,内部气体传感器可以定位在内部电池隔室中以检测VOC和指示热失控的其他气体(例如,指标气体)的存在。内部气体传感器可以不检测指标气体,直到指标气体到达内部气体传感器。风扇可以将空气流朝向内部气体传感器引导,从而加速指标气体的检测时间。

[0088] 在步骤710处,控制器在检测到热失控时打开设置在电池壳体(例如,电池壳体210)的壁中的可适配排气口(例如,可适配排气口306),从而提供从内部电池隔室(例如,内部电池隔室212)到电池壳体外部的环境的流体连通。在一些实施方案中,可适配排气口可以与启用风扇协调地打开。可适配排气口可以提供内部电池隔室与外部环境之间的流体连通。打开可适配排气口可以改进来自内部电池隔室内的VOC和其他可燃气体的排气。

[0089] 在步骤712处,控制器从内部气体传感器(例如,内部气体传感器206)接收内部气

体传感器数据,该内部气体传感器在内部电池隔室内附接到电池壳体。内部气体传感器数据可以是与由内部气体传感器检测到的某些气体的浓度相关的任何数据。在一些实施方案中,内部气体传感器可以被配置为检测特定气体。内部气体传感器数据可以是来自内部气体传感器的指示特定气体的浓度水平已经超过最小阈值的信号。例如,内部气体传感器可以被配置为检测DEC。在检测到的DEC水平超过最小阈值的情况下,内部气体传感器可以向控制器发送指示已经超过最小阈值的信号或消息。在一些实施方案中,可以将一种或多种VOC和/或其他可燃气体的浓度水平发送至控制器。在此类实施方案中,控制器可以基于一种或多种VOC和/或其他可燃气体的浓度水平确定电池单元的状态。

[0090] 在步骤714处,控制器从定位在电池壳体外部的的外部气体传感器(例如,外部气体传感器404)接收外部气体传感器数据。类似于内部气体传感器数据,外部气体传感器数据可以是与如由外部气体传感器检测到的电池壳体外部的某些气体的浓度相关的任何数据。在一些实施方案中,外部气体传感器可以被配置为检测特定气体。外部气体传感器数据可以是来自外部气体传感器的指示特定气体的浓度水平已经超过最小阈值的信号。例如,外部气体传感器可以被配置为检测DEC。在检测到的DEC水平超过最小阈值的情况下,外部气体传感器可以向控制器发送指示已经超过最小阈值的信号或消息。在一些实施方案中,可以将一种或多种VOC和/或其他可燃气体的浓度水平发送至控制器。在此类实施方案中,控制器可以基于一种或多种VOC和/或其他可燃气体的浓度水平确定电池单元的状态。

[0091] 在步骤716处,控制器至少部分地基于声信号数据、内部气体传感器数据和/或外部气体传感器数据确定在电池单元中的一个或多个电池单元中是否已经开始热失控。通常,在内部气体传感器处而不是在外部气体传感器处检测到指标气体可以指示指标气体源自内部电池壳体内并且热失控已在电池单元中的一个或多个电池单元内开始。在基于气体传感器数据未检测到热失控的情况下,操作返回到步骤718,在该步骤中,控制器继续从声传感器接收声数据。在基于声数据检测到热失控的情况下,在步骤720处继续操作。

[0092] 虽然主要描述了利用声传感器、内部气体传感器和外部气体传感器,但是控制器可以利用来自可用传感器的数据的任何组合来确定热失控是否已经开始。在一些实施方案中,控制器可以仅基于声数据或内部气体传感器数据来确定热失控是否正在进行中。然而,单独依靠声数据或单独依靠内部气体传感器数据可能导致热失控的错误确定和/或热失控的缓慢或遗漏指示。

[0093] 在一些实施方案中,控制器可以基于声数据和内部气体传感器数据确定热失控是否已经开始。利用这两个数据源可以提高热失控确定的准确度。例如,在一些实施方案中,电池组可以被放置在具有产生声信号的许多噪声和声音的环境中。在一些情况下,声传感器可以检测从电池壳体外部发出的声信号,该声信号可以产生模拟指示热失控事件(诸如废气产生)的信号的声信号。声传感器可以确定热失控正在进行中。然而,如果内部气体传感器未检测到指标气体,则控制器可以确定热失控尚未开始。也可以是相反的情况,这意味着内部气体传感器可以检测到指标气体,但是声传感器未检测到可听指标。控制器可以利用此类数据来确定热失控正在进行中。

[0094] 在一些实施方案中,控制器可以进一步利用外部气体传感器数据来确定在电池单元中的一个或多个电池单元中热失控是否正在进行中。在一些实施方案中,电池组可以设置在含有多种气体(包括VOC)的环境中。周围环境中的一些气体和VOC可以渗入内部电池隔

室并且可以由内部气体传感器检测。在没有外部气体传感器的情况下,控制器可以推断气体源自电池壳体内并且是热失控事件的指标。然而,通过将内部气体传感器的测量结果与外部气体传感器的测量结果进行比较,控制器可以推断内部电池隔室中的指标气体源自电池壳体外部并且不是电池壳体内的热失控的指标。利用内部气体传感器、声传感器和外部气体传感器可以提高热失控检测系统的准确度。

[0095] 在步骤718处,当确定在电池单元中的一个或多个电池单元中没有热失控正在进行中时,控制器关闭可适配排气口并且禁用风扇。在一些实施方案中,在未经热失控的同时停用风扇可以减少热失控检测系统的总功率消耗。进一步,在操作期间,关闭可适配排气口可以保护电池组的内部部件免受灰尘、水、气体和电池组外部的其他污染物的影响。

[0096] 在步骤720处,控制器发送指示热失控的警报。警报可以是任何指示、警告、消息、听觉或视觉指标或其他类似机制,以提供电池的热失控状态的通知。在一些实施方案中,控制器(例如,控制器402)或其他连接的设备可以向电池管理系统或其他管理设备发送指示热失控开始的消息。在此类实施方案中并且在一些情况下,电池管理系统可以启动缓解危险状况的程序,例如断开负载/充电器,释放隔室502中的缓解物质504,和/或启动降低一个或多个电池单元的温度的措施。在一些实施方案中,控制器可以向图形用户界面或另一个面向用户的机构发送消息,警告用户危险电池单元状况。在一些实施方案中,警报可以提示用户采取行动来缓解热失控状况。在一些实施方案中,一系列灯中的灯和/或声音或一系列声音可用作潜在危险电池状况的警告机制。

[0097] 在步骤722处,控制器使得缓解物质被释放。在一些实施方案中,控制器可以通信地连接到含有缓解物质(例如,缓解物质504)的隔室(例如,隔室502)。在此类实施方案中,控制器可以发送消息和/或信号以解除隔室与内部电池隔室之间的路径的阻塞,从而允许缓解物质流入到内部电池隔室中以缓解或停止热失控的进程。在一些实施方案中,可以对缓解加压,使得当释放缓解物质时,加速所包含的缓解物质的释放。

[0098] 本发明所属领域的技术人员将想到本文所阐述的本发明的许多修改和其他实施方案,其具有前述描述和相关附图中呈现的教导的益处。尽管附图仅示出了本文所述的装置和系统的某些部件,但应当理解,各种其他部件可与系统结合使用。因此,应当理解,本发明不限于所公开的特定实施方案,并且修改和其他实施方案旨在被包括在所附权利要求的范围内。此外,上述方法中的步骤可能不一定以附图中所描绘的顺序发生,并且在一些情况下,所描绘的步骤中的一个或多个可基本上同时发生,或者可涉及附加步骤。尽管本文采用了特定术语,但它们仅以一般性和描述性意义使用,而不是出于限制的目的。

[0099] 尽管上文已经示出和描述了根据本文所公开的原理的各种实施方案,但在不脱离本公开的实质和教导的情况下,本领域的技术人员可以对其做出修改。本文所述的实施方案仅是代表性的而并非意在进行限制。许多变化、组合和修改都是可能的,且在本公开的范围。由于合并、整合和/或省略一个或多个实施方案的特征而得到的替代实施方案也在本公开的范围。因此,保护范围不受上述描述的限制。

[0100] 另外,本文所使用的章节标题是为了与37C.F.R.1.77的建议一致或者提供组织线索。这些标题不应限制或表征可以从本公开公布的任何权利要求书中所阐述的一个或多个发明。

[0101] 诸如“包括”、“包含”和“具有”等广义术语的使用应当被理解为提供对诸如

“由……组成”、“基本上由……组成”和“基本上由……构成”等狭义术语的支持。关于实施方案的任何元件的术语“可选地”、“可以”、“可能”、“能够”等的使用意味着该元件不是必需的,或者另选地,该元件是必需的,两种另选方案都在实施方案的范围内。另外,对示例的提及仅仅用于说明目的,并非意在是排他性的。

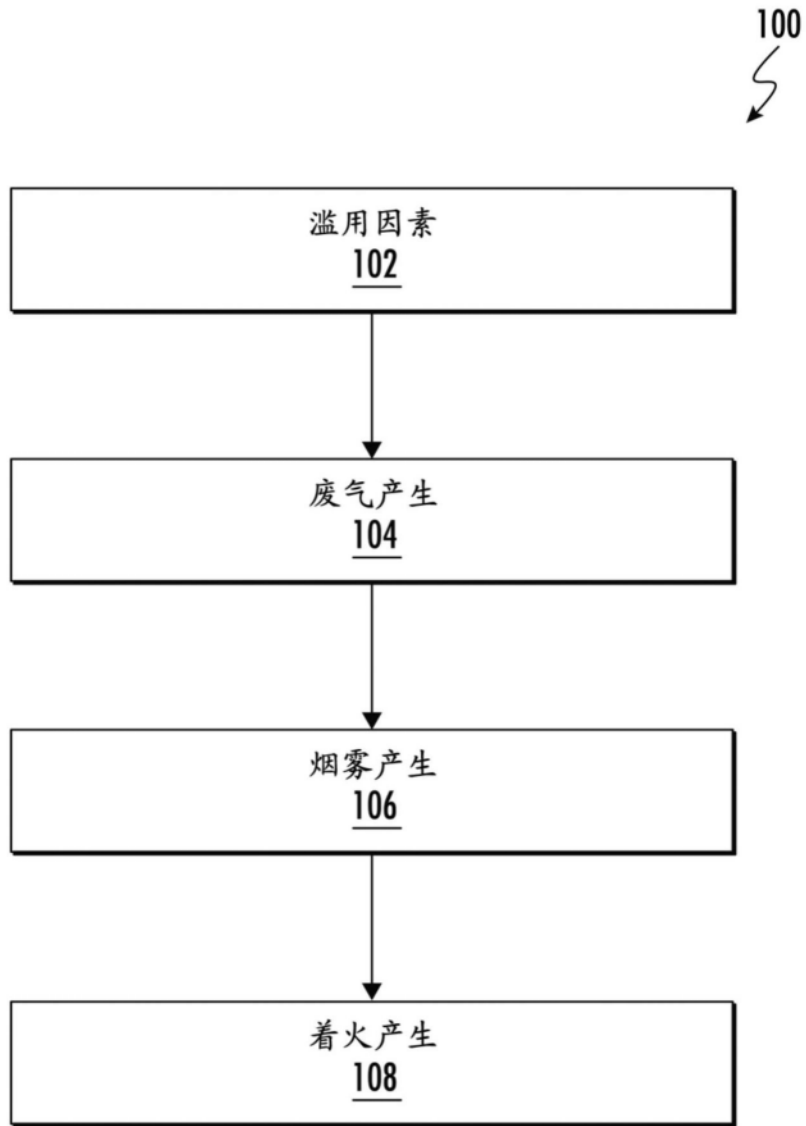


图1

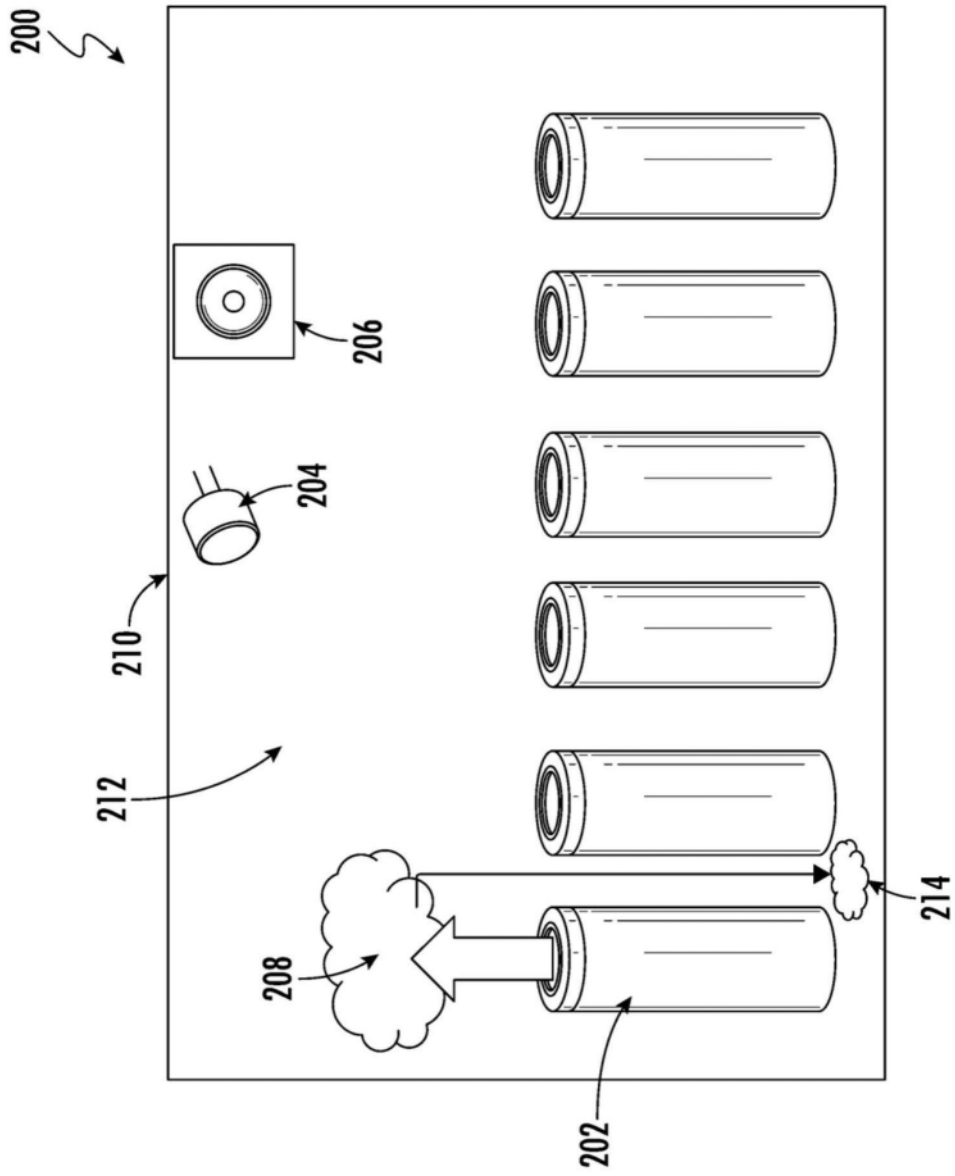


图2

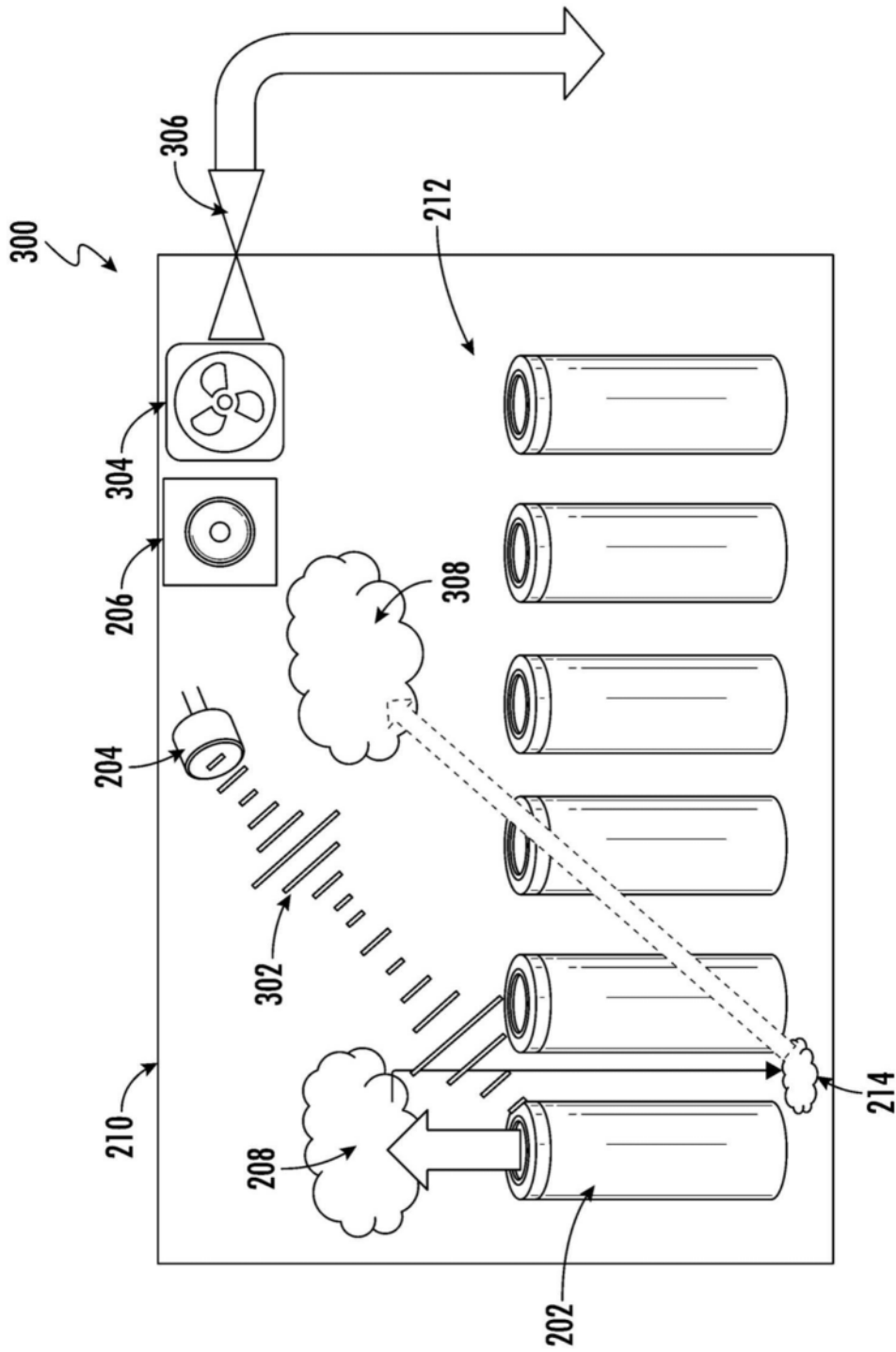


图3

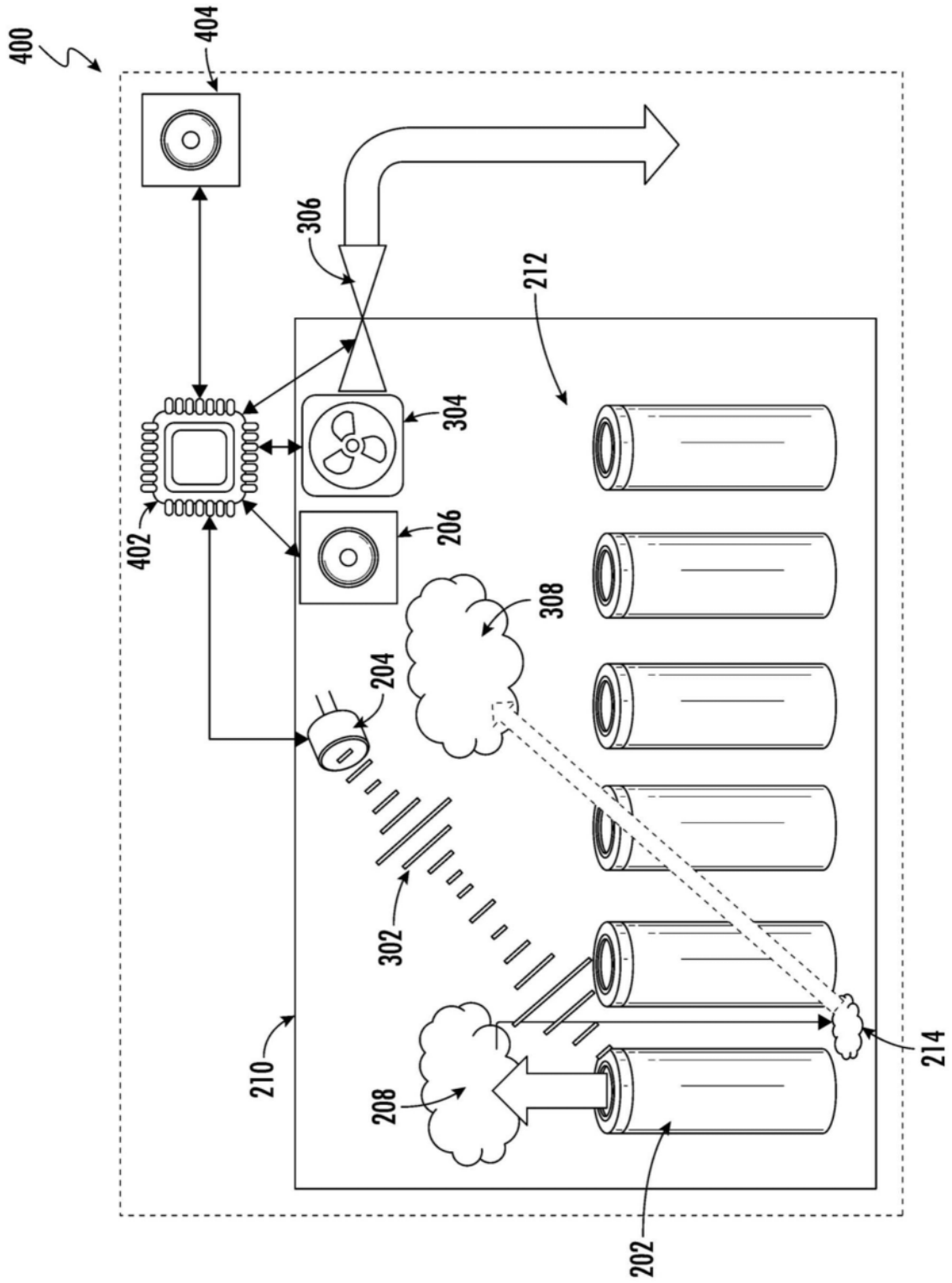


图4

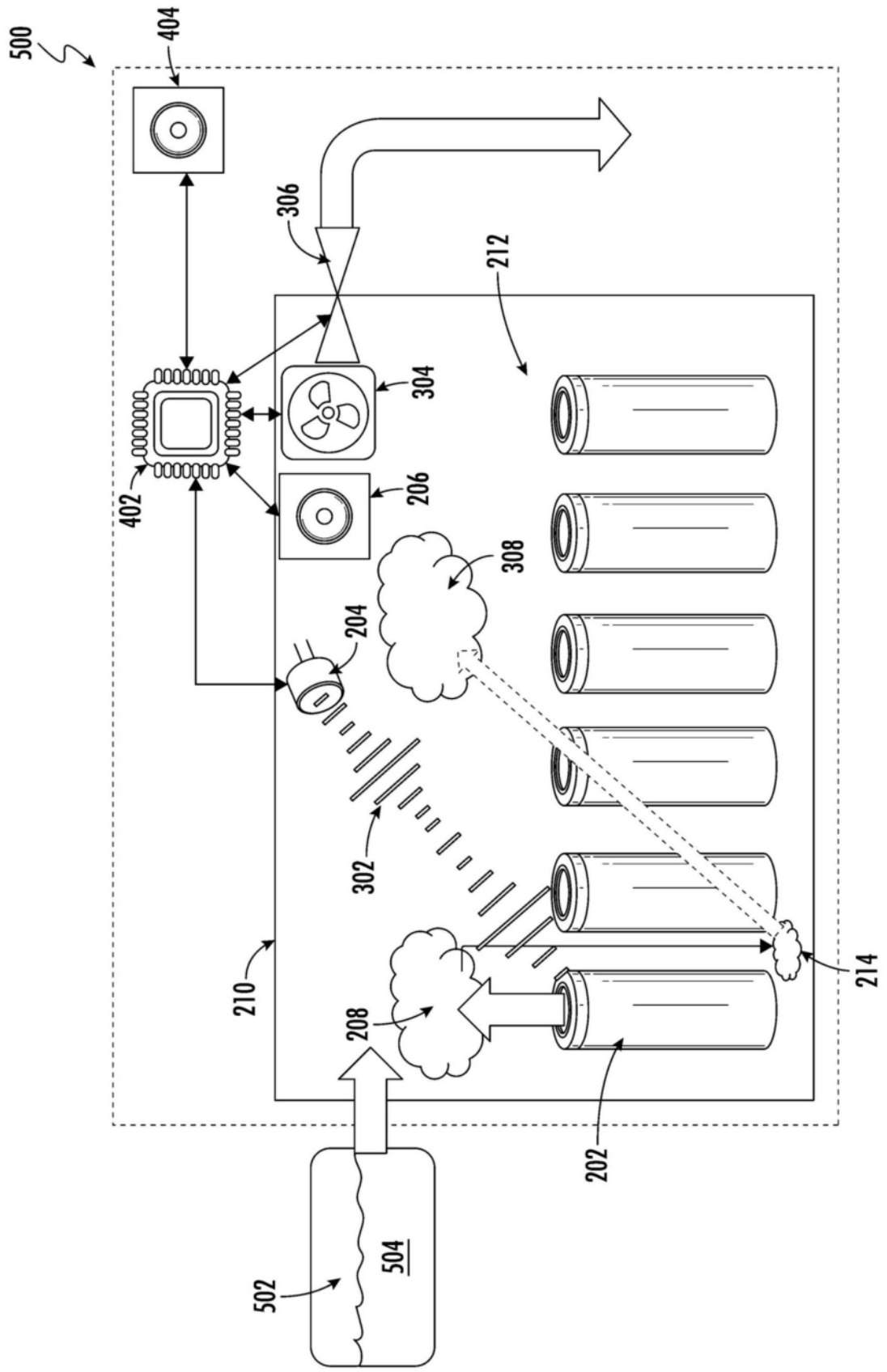


图5

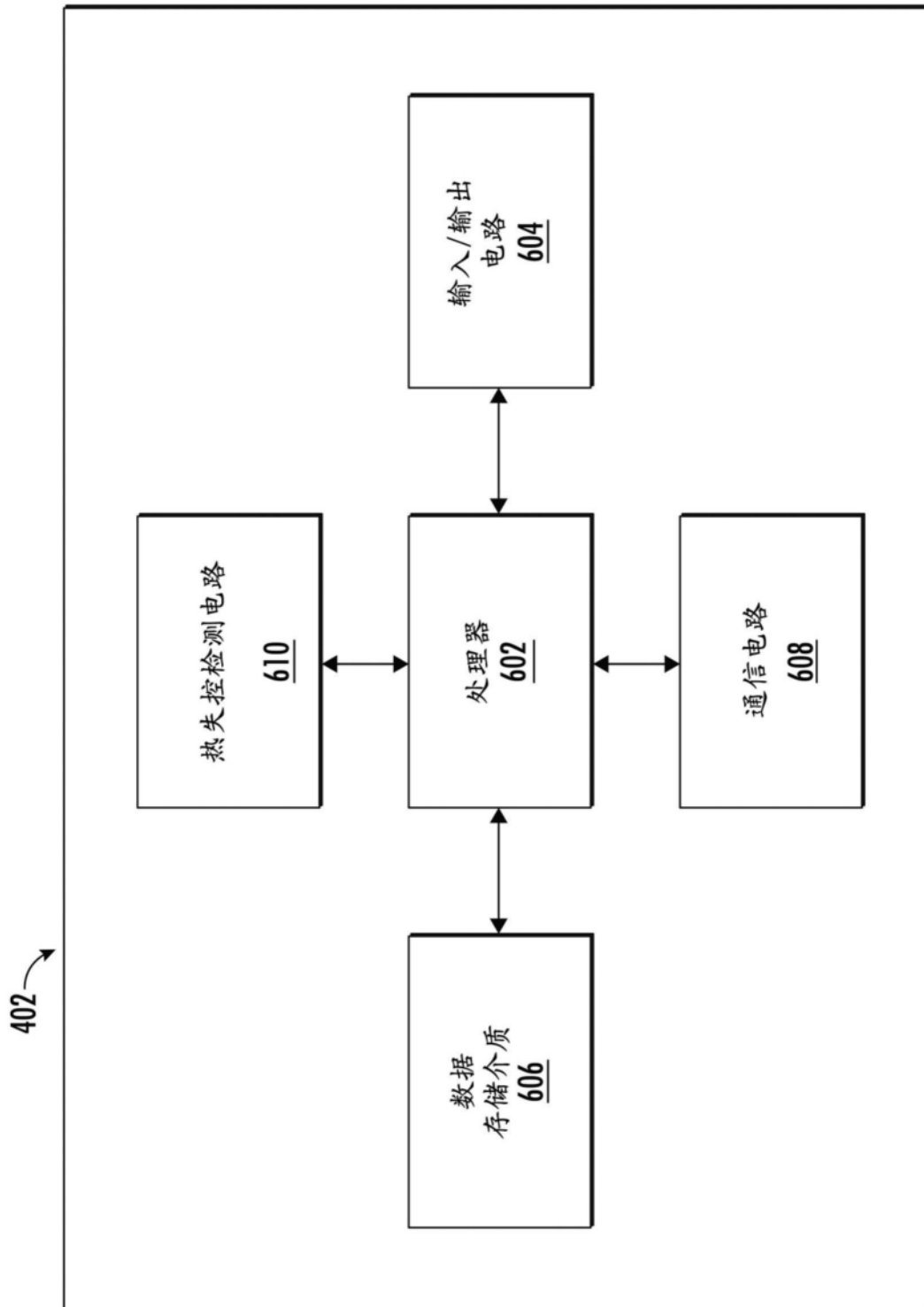


图6

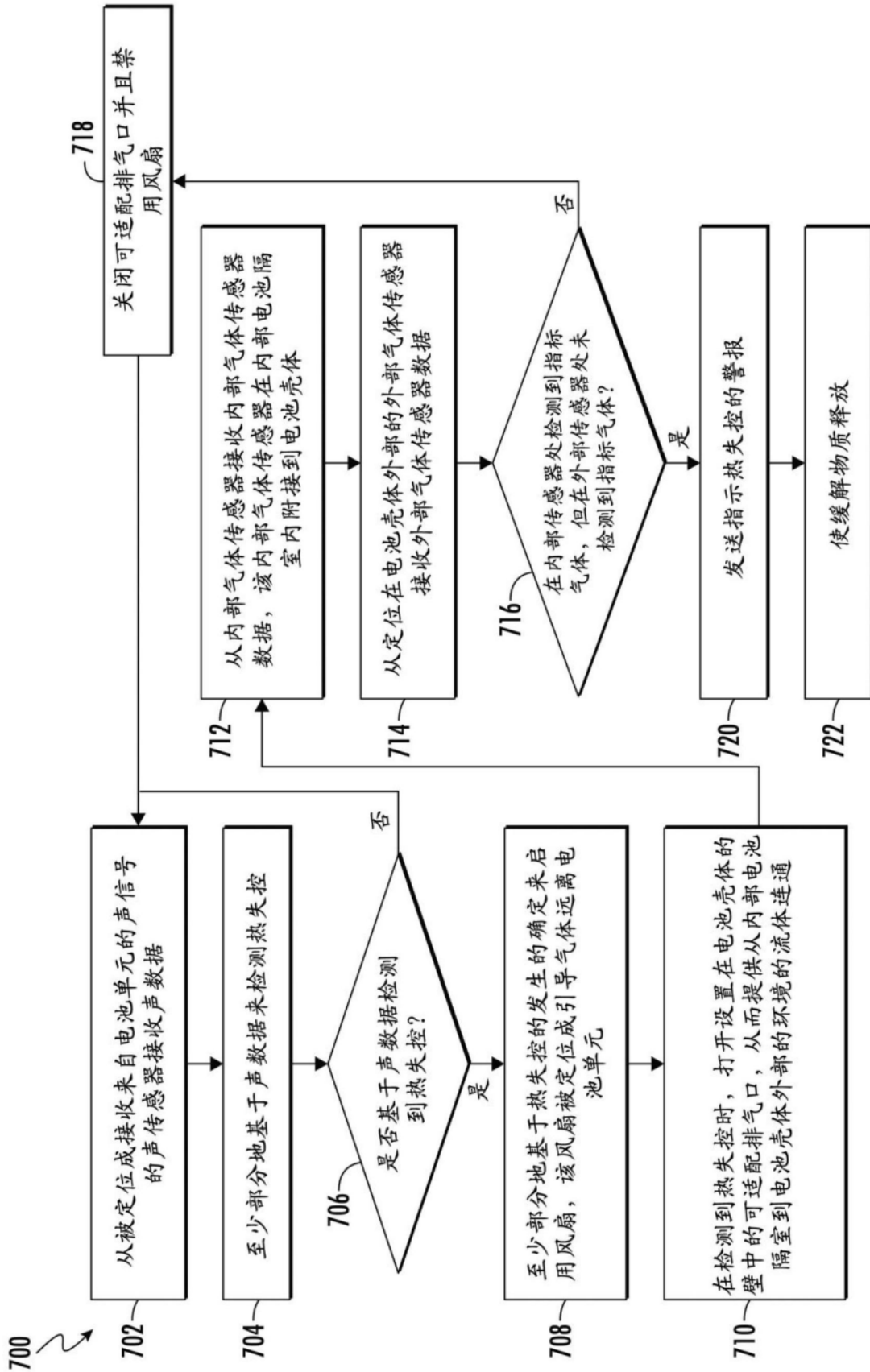


图7