



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118475845 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202280085077.6

(22) 申请日 2022.12.12

(30) 优先权数据

2021-211049 2021.12.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/045715 2022.12.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/120280 JA 2023.06.29

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本

(72) 发明人 志水圣 马渡和明 大野和幸

川端久美子 松井宏树

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 朴勇

(51) Int.Cl.

G01R 31/392 (2006.01)

G01R 31/374 (2006.01)

G01R 31/389 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

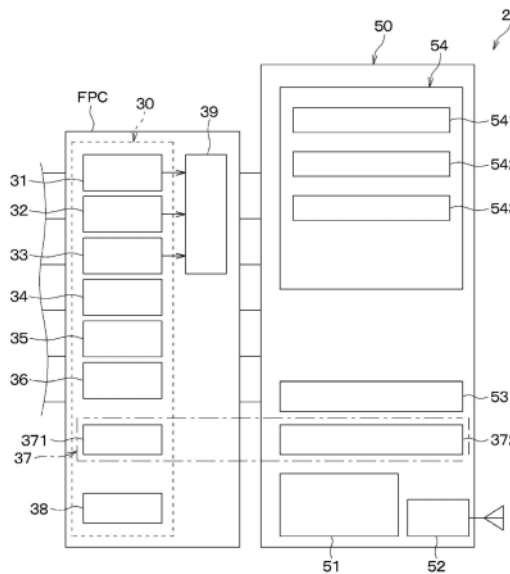
权利要求书1页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

电池监视装置、电池管理系统

(57) 摘要

电池监视装置用于监视电池。电池监视装置具备：劣化检测部(37、38)，检测与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性更高的物理量；以及容积率估计部(542)，基于物理量估计电池的容积率。



1. 一种电池监视装置, 监视电池, 其特征在于, 具备:
劣化检测部 (37、38), 检测与所述电池的电压及电流相比而言与所述电池的容量劣化的相关性更高的物理量; 以及
容积率估计部 (542), 基于所述物理量估计所述电池的容积率。
2. 根据权利要求1所述的电池监视装置, 其特征在于,
所述电池是锂离子电池,
所述劣化检测部检测所述锂离子电池的内部的锂析出量以及在所述锂离子电池的负极与电解液的界面形成的覆膜的厚度中的至少一方作为所述物理量。
3. 根据权利要求2所述的电池监视装置, 其特征在于,
所述劣化检测部包括使所述锂离子电池的两端临时地短路来放电的短路电路 (371), 基于由所述短路电路使所述锂离子电池的两端短路时的电流及电压中的至少一方的变化, 计算所述锂析出量以及所述覆膜的厚度中的至少一方。
4. 根据权利要求2或3所述的电池监视装置, 其特征在于,
所述电池监视装置具备对所述锂离子电池的电池温度进行检测的温度传感器 (31),
所述劣化检测部计算用所述电池温度对所述锂析出量及所述覆膜的厚度中的至少一方进行校正所得到的校正值来作为所述物理量。
5. 一种电池管理系统, 其特征在于,
包括权利要求1所述的电池监视装置,
基于由所述容积率估计部估计的所述容积率, 判定可否二次利用所述电池。
6. 一种电池管理系统, 其特征在于,
包括权利要求1所述的电池监视装置,
基于由所述容积率估计部估计的所述容积率, 判定所述电池有无异常, 并且在所述电池有异常的情况下设定所述电池的残余价值。
7. 一种电池管理系统, 其特征在于,
包括权利要求1所述的电池监视装置,
判定由所述容积率估计部估计的所述容积率是否在所述电池的规格数据中所示的所述容积率的容许范围内, 将该判定的结果输出到外部。

电池监视装置、电池管理系统

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 本申请基于2021年12月24日申请的日本专利申请号2021-211049号,在此通过参照来编入其记载内容。

技术领域

[0003] 本公开涉及一种电池监视装置和电池管理系统。

背景技术

[0004] 专利文献1公开了电池的满充电量的计算方法。在该计算方法中,首先,通过对组电池的输出电流的电流值进行时间积分,计算第一时间点与第二时间点之间的充放电量的变化量。然后,测量第一时间点和第二时间点的OCV,使用SOC-OCV曲线计算第一时间点和第二时间点的SOC,来计算作为各时间点的SOC的偏差计算的变化量 Δ SOC。接着,通过将充放电量的变化量除以SOC的变化量 Δ SOC来计算电池的满充电量。另外,关于电池的容积率SOH,通过将上述的电池的满充电量除以满充电量的初始值来得到。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文件

[0007] 专利文献1:日本特开2014-102076号公报

发明内容

[0008] 在上述的SOC及SOH的计算方法中,为了避免电流传感器、电压传感器的误差的影响,如果不是产生某种程度的充电量、放电量的场景则无法计算电池的充放电,因此缺乏实时性,在实用性上存在问题。

[0009] 本公开的目的在于提供能够以可实用的方式掌握电池状态的电池监视装置及电池管理系统。

[0010] 根据本公开的一个观点,

[0011] 电池监视装置具备:

[0012] 劣化检测部,检测与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性更高的物理量;以及

[0013] 容积率估计部,基于物理量估计电池的容积率。

[0014] 据此,如果设为根据与电池的容量劣化的相关性高的物理量估计容积率的结构,则与像以往那样根据电池的电流及电压求出容积率的情况相比,避免误差的影响的必要性小,因此能够在短时间内估计容积率。因而,根据本案的电池监视装置,能够以可实用的方式掌握电池状态。

[0015] 此外,对各结构要素等附加的带括弧的参照符号用于表示该结构要素等与后述的实施方式中记载的具体的结构要素等的对应关系的一例。

附图说明

- [0016] 图1是表示应用了第一实施方式所涉及的电池监视装置的电池包的示意图。
- [0017] 图2是用于说明锂离子电池的说明图。
- [0018] 图3是包括电池监视装置的电池管理系统的概略结构图。
- [0019] 图4是用于说明电池监视装置的说明图。
- [0020] 图5是用于说明电池监视装置中包括的析出量检测部的说明图。
- [0021] 图6是用于说明锂析出量的计算方法的说明图。
- [0022] 图7是用于说明寄生电阻值的求法的说明图。
- [0023] 图8是用于说明锂析出量的计算的流程的说明图。
- [0024] 图9是用于说明诊断部对析出量检测部的诊断的说明图。
- [0025] 图10是用于说明电池的容积率SOH的计算方法的说明图。
- [0026] 图11是表示异常发热现象的发生前后的各种传感器的输出变化的时序图。
- [0027] 图12是用于说明由电池监视装置执行的控制处理的流程的说明图。
- [0028] 图13是包括电池监视装置的电池管理系统的概略结构图。

具体实施方式

[0029] 关于本公开的一个实施方式,参照图1~图13进行说明。在本实施方式中,对将本公开的电池监视装置20和电池监视方法应用于搭载有作为高压电池的电池包1的车辆的电池管理单元(以下,还称为BMU)的例子进行说明。

[0030] BMU具备图1所示的电池包1。电池包1具备构成外壳的密闭容器11,在该密闭容器11的内侧收容有多个电池模块BM、电池监视装置20、电池ECU 100。在密闭容器11中设置有用于在其内部的压力变高时将存在于内侧的气体排出到外部的高压保护阀HPV。对于电池包1,利用未图示的调温设备将各电池模块BM调整为适温。

[0031] 多个电池模块BM是为了用于未图示的车辆的行驶而连接于电动机等电气设备而向该电气设备供给电力的电源。多个电池模块BM串联地电连接。另外,多个电池模块BM是将多个电池单元C串联地电连接的电池组。此外,在本实施方式中,例示了具备3个电池模块BM的电池包1,但是电池模块BM的数量不限于此,能够设为任意的数量。关于构成电池模块BM的电池单元C的数量,也能够设为任意的数量。此外,电池模块BM也可以一部分并联地电连接。以下,有时将电池单元C、电池模块BM仅称为电池。

[0032] 电池单元C是能够充放电的二次电池。电池单元C由锂离子电池构成。锂离子电池例如如图2所示那样由采用磷酸铁锂LFP、镍/锰/钴NMC作为正极剂、且采用石墨作为负极剂的电池构成。另外,在锂离子电池中,例如正极侧集流体由铝构成,负极侧集流体由铜构成。这样构成的锂离子电池具有以下特征:具有优异的充放电的循环特性,另一方面,电极电位非常接近锂的析出电位,在充电状态下锂容易析出。

[0033] 如图3所示,电池监视装置20经由连接构件21而与各电池模块BM分别电连接。连接构件21中包括印刷有布线图案的挠性基板FPC。电池监视装置20具备与各电池模块BM相同数量的传感器部30A、30B、30C以及与各电池模块BM相同数量的监视模块50A、50B、50C。各传感器部30A、30B、30C的基本结构相同,因此不个别进行说明,汇总为传感器部30来进行说明。另外,各监视模块50A、50B、50C的基本结构相同,因此不个别进行说明,汇总为监视模块

50来进行说明。

[0034] 传感器部30检测各电池模块BM的电池状态。如图4所示,传感器部30包括温度传感器31、电流传感器32、电压传感器33、应变传感器34、气体传感器35、包内压传感器36、析出量检测部37、覆膜检测部38。构成传感器部30的各种传感器的至少一部分安装于挠性基板FPC。此外,构成传感器部30的各种传感器不需要全部安装于挠性基板FPC。但是,温度传感器31、应变传感器34、气体传感器35最好在电池单元C的附近,因此期望安装于挠性基板FPC。

[0035] 温度传感器31是检测锂离子电池的电池温度的传感器。如图1所示,对挠性基板FPC安装有多个温度传感器31。在挠性基板FPC中,安装有与电池单元C相同数量或比电池单元C稍少的数量的温度传感器31,使得能够掌握构成电池模块BM的全部的锂离子电池的电池温度。此外,关于电池温度,也可以根据电池单元C的内部阻抗的测定结果进行估计。在该情况下,估计电池温度的单元起到作为温度传感器31的功能。

[0036] 电流传感器32是检测流过电池模块BM的电流的传感器。在各电池模块BM串联地电连接的情况下,电流传感器32在电池包1中存在一个就足够。

[0037] 电压传感器33除了各电池单元C的单元电压的检测功能以外,还能够检测电池模块BM的电压作为块电压。电压传感器33例如能够由将各电池单元C的单元电压依次充电到电容器并检测电容器的端子间电压来作为单元电压的飞跨电容器型的电路构成。

[0038] 应变传感器34是检测由于各电池单元C的内部的气体产生等而产生的各电池单元C的应变的传感器。此外,关于电池单元C的应变,也可以不是利用应变传感器34而是利用超声波传感器等其它传感器进行检测。

[0039] 气体传感器35是用于检测来自各电池单元C的气体泄漏的传感器。气体传感器35例如构成为能够检测在发生了锂离子电池的异常时产生的氢、一氧化碳、二氧化碳、氟化氢中的至少一种。

[0040] 包内压传感器36是检测电池包1的密闭容器11的内部压力来作为包内压力的传感器。包内压传感器36例如由以大气压为基准的大气压范围型的压力传感器构成。

[0041] 析出量检测部37是检测锂离子电池中的锂析出的设备。析出量检测部37利用锂离子电池中的锂析出量与使锂离子电池的两端短路时的电流及电压的行为之间的相关性,根据该行为估计锂析出量。

[0042] 如图5所示,析出量检测部37具有:短路电路371,使锂离子电池的两端临时地短路来放电;以及运算器372,基于由短路电路371使锂离子电池短路时的电流及电压的行为估计锂析出量。短路电路371安装于挠性基板FPC。另外,运算器372安装于监视模块50。

[0043] 虽然未图示,但是短路电路371具有用于使锂离子电池的两端短路的短路开关、线圈以及电容器。由锂离子电池的内部电阻、短路电路371的线圈、电容器构成自谐振电路。

[0044] 运算器372提取在使锂离子电池的两端短路时流过短路电路371的电流及电压中的至少一方的信号波形中包含的与锂析出量具有相关性的电阻变化分量,根据提取出的分量计算锂析出量的估计值。

[0045] 上述的估计方法是非常简单的结构,是在通过调整从锂离子电池进行的放电的频率来能够检测特定的电池劣化模式这一点上非常有用的方法。

[0046] 另一方面,获知锂离子电池的内部电阻为数 $m\Omega$ ~ 数百 $m\Omega$ 左右,还有时容易受到

温度、寄生阻抗等干扰的影响,通过上述的估计方法难以高精度地求出锂析出量。这是本发明人们进行深入研究的结果发现的。

[0047] 将这一点加以考虑,析出量检测部37的运算器372如图6所示那样计算用由温度传感器31检测的电池温度和监视模块50的存储部51中预先存储的寄生电阻值这双方对上述的估计值进行校正所得到的校正值来作为锂析出量。

[0048] 寄生电阻值是在锂离子电池与短路电路371之间产生的寄生阻抗的一部分。寄生电阻值根据电池温度而变化。因此,运算器372根据电池温度对存储部51中存储的寄生电阻值进行校正,使用校正后的寄生电阻值计算锂析出量。此外,运算器372除了具备作为锂析出量的估计单元的功能以外,还兼具作为对锂析出量的估计值进行校正的校准单元的功能。

[0049] 在此,关于寄生电阻值,如图7所示,将析出量检测部37在连接到锂离子电池之前连接到具有已知的阻抗Z的校准装置CD来求出。具体地说,如图8所示,将短路电路371连接到校准装置CD,在该状态下求出寄生电阻值。然后,将寄生电阻值保存到监视模块50的存储部51中。接着,将短路电路371连接到电池模块BM,在该状态下计算锂析出量。

[0050] 这样构成的析出量检测部37能够确保对于寄生阻抗和温度变化的鲁棒性。这在高精度地检测锂析出量的方面非常有效。

[0051] 本实施方式的短路电路371包括线圈,体格变大,因此需要考虑搭载性来适当谋求小型化。关于小型化,例如能够通过提高线圈的饱和磁通密度来实现。作为小型化的具体方法,例如可例举使用由磁通密度高的材料构成的线圈、或者通过设置间隙来提高饱和磁通密度。

[0052] 覆膜检测部38检测在锂离子电池的充电时在负极与电解液的界面形成的覆膜的厚度。该覆膜还被称为SEI层。SEI是Solid Electrolyte Interphase (固体电解质界面)的简称。

[0053] SEI层的厚度与由短路电路371使锂离子电池的两端短路时的电流及电压的行为具有相关性。覆膜检测部38根据由短路电路371使锂离子电池的两端短路时的电流及电压的行为估计SEI层的厚度。具体地说,覆膜检测部38提取在由短路电路371使电池的两端短路时流过短路电路371的电流及电压中的至少一方的信号波形中包含的与SEI层的厚度具有相关性的分量,根据提取出的分量估计SEI层的厚度。此外,在检测SEI层的厚度时,期望与锂析出量的检测同样地用电池温度进行校正。

[0054] 在此,锂析出量及SEI层的厚度是与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性高的物理量。在本实施方式中,析出量检测部37和覆膜检测部38构成检测与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性高的物理量的“劣化检测部”。另外,锂析出量是导致电池的温度非意图地持续上升的异常发热现象的因素之一。因此,析出量检测部37构成监视导致异常发热现象的因素的“因素监视部”。

[0055] 如图4所示,在挠性基板FPC中安装有探测电池状态的电池状态探测部39。电池状态探测部39例如基于温度传感器31、电流传感器32、电压传感器33各自的传感器输出探测电池温度过度升温的电池状态、过度充电的电池状态、内部电阻大幅变化的电池状态等。

[0056] 接着,说明监视模块50。监视模块50是直接安装于电池模块BM的附属模块。监视模块50是在BMU中位于高电压侧的设备。监视模块50构成与电池电连接来探测电池的异常的

“异常探测部”。

[0057] 监视模块50具备存储部51、无线通信部52、内部电阻检测部53、监视IC 54等。存储部51中存储有按每个监视模块50设定的固有ID、电池模块BM的监视结果、前述的寄生电阻值等各种信息。存储部51由非暂态性实体存储介质构成。

[0058] 无线通信部52是用于使得能够在与电池ECU 100之间进行双向通信的通信设备。监视模块50接收来自电池ECU 100的各种信号,并且向电池ECU 100发送监视模块50的监视结果等。

[0059] 内部电阻检测部53是基于从传感器部30输出的各种信息检测电池的内部电阻的设备。另外,电池的内部电阻的变化是导致异常发热现象的因素之一。因此,内部电阻检测部53构成监视导致异常发热现象的因素的“因素监视部”。

[0060] 监视IC 54与电池电连接来探测电池的异常。监视IC 54基于导致异常发热现象的因素的监视结果将异常发热现象的发生抑制于未然,并且在异常发热现象的发生初始阶段探测在电池中产生的异常状态,基于异常状态的探测结果实施针对异常发热现象的对策。

[0061] 监视IC 54包括具有算法的ASIC电路,该算法用于进行导致异常发热现象的因素的监视和在异常发热现象的发生初始阶段进行的在电池中产生的异常状态的探测中的至少一部分。具体地说,监视IC 54被设为具有诊断部541、SOH估计部542、监视控制部543作为执行各种控制的功能部的结构。

[0062] 锂析出量是在很大程度上左右电池的残余价值的参数,因此该参数的可靠度的验证也很重要。诊断部541将根据锂析出量估计的规定的电池状态与根据锂析出量以外的其它要素估计的电池状态进行比较来诊断析出量检测部37的适当与否。

[0063] 诊断部541例如如图9所示那样根据由析出量检测部37检测的锂析出量估计电池的容积率SOH。另外,诊断部541基于温度传感器31、电流传感器32、电压传感器33各自的传感器输出估计电池的容积率SOH。此外,SOH是State of Health(健康状况)的简称。

[0064] 接着,诊断部541用状态比较器将根据锂析出量估计的容积率SOH与根据电池的温度、电流、电压估计的容积率SOH进行比较,来诊断析出量检测部37的适当与否。例如,诊断部541如果根据锂析出量估计的容积率SOH与根据电池的温度、电流、电压估计的容积率SOH的偏离在规定范围内,则诊断为析出量检测部37适当。另一方面,诊断部541在根据锂析出量估计的容积率SOH与根据电池的温度、电流、电压估计的容积率SOH的偏离超过规定范围的情况下诊断为析出量检测部37不适当。在析出量检测部37被诊断为不适当的情况下,监视IC 54禁止锂析出量的检测和使用锂析出量的控制处理,或者经由无线通信部52向电池ECU 100发送表示析出量检测部37的故障的信号。此外,在本实施方式中,作为由诊断部541估计的电池状态例示了电池的容积率SOH,但是诊断部541也可以估计容积率以外的电池状态。

[0065] 在此,在日本特开2014-102076号公报中公开了电池的满充电量的计算方法。在该计算方法中,首先,通过对电池的输出电流的电流值进行时间积分,计算第一时间点与第二时间点之间的充放电量的变化量。然后,测量第一时间点和第二时间点的OCV,使用SOC-OCV曲线计算第一时间点和第二时间点的剩余容量SOC,来计算作为各时间点的剩余容量SOC的偏差计算的变化量 Δ SOC。接着,通过将充放电量的变化量除以剩余容量SOC的变化量 Δ SOC来计算电池的满充电量。另外,关于电池的容积率SOH,通过将上述的电池的满充电量除以

满充电量的初始值来得到。

[0066] 然而,在上述的剩余容量SOC、容积率SOH的计算方法中,为了避免电流传感器32、电压传感器33的误差的影响,如果不是产生某种程度的充电量、放电量的场景则无法计算电池的充放电电量,缺乏实时性,在实用性上存在问题。另外,还存在以下问题:在计算充放电电量时,由于电流传感器32的偏移误差,容积率SOH的计算误差随着时间而放大。

[0067] 考虑到这些,SOH估计部542基于与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性高的物理量估计电池的容积率SOH。此外,SOH估计部542构成“容积率估计部”。

[0068] 电池的劣化的一个主要原因是电池的内部电阻的增加。电池的内部电阻与锂析出量及电池的内部电阻之类的物理量具有强的相关性。另外,电池的内部电阻存在温度依赖性,并且影响电池的电流及电压。

[0069] 将这些加以考虑,本实施方式的SOH估计部542如图10所示那样使用基于锂析出量、SEI层的厚度、电池的温度、电流、电压的容积率SOH的估计模型估计容积率SOH。容积率SOH的估计模型例如是规定了容积率SOH、锂析出量、SEI层的厚度、电池的温度、电流、电压各自的关系的控制映射图、函数。此外,估计模型例如也可以是通过使用神经网络的深度学习、强化学习、深度强化学习而得到的模型。

[0070] 据此,能够通过基于充放电量的容积率SOH的估计难以进行的、实时的电池状态诊断。另外,通过准确地测量温度,能够排除电池的内部电阻的温度影响来适当地提取劣化信息,因此精度提高。

[0071] 监视控制部543基于导致异常发热现象的因素的监视结果将异常发热现象的发生抑制于未然,并且在异常发热现象的发生初始阶段探测在电池中产生的异常状态,基于该异常状态的探测结果实施针对异常发热现象的对策。此外,虽然未图示,但是监视IC 54进行使多个电池单元C的电压均等化的电路的控制等。

[0072] 接着,说明电池ECU 100。电池ECU 100是BMU中的主模块,进行各电池模块BM的充放电控制。电池ECU 100是在BMU中位于低电压侧的设备。

[0073] 具体地说,电池ECU 100由具备处理器、存储器、I/O、无线通信机110等的微型计算机构成。电池ECU 100构成为能够经由无线通信机110来与各监视模块50A、50B、50C进行通信。另外,电池ECU 100经由CAN等通信路径连接于各种ECU。作为各种ECU,可例举控制电池的调温设备的热管理用的ECU、搭载于车辆的HMI装置的ECU等。电池ECU 100能够经由HMI装置等向外部通报各种电池状态。

[0074] 这样构成的电池包1包括如锂离子电池等那样的能够充放电的电池。这种电池由于某种原因而电池内部的特定构件发热,其发热进一步引起其它构件的发热,可能发生电池的温度非意图地持续上升的异常的发热现象。如果发生这样的异常发热现象,则导致电池的热可靠性显著下降,因此不理想。因此,在锂离子电池等中,检测电池有无异常发热现象来确保热可靠性是重要的。

[0075] 在此,关于异常发热现象前后的各种传感器的输出变化,参照图11进行说明。图11示出了本发明人们对异常发热现象前后的各种传感器的输出变化进行验证的结果的一例。

[0076] 如图11所示,在异常发热现象的发生前的阶段,首先,作为电池的异常的征兆,由于电池单元内部的气压增加而电池的体积开始变化。由此,应变传感器34的输出呈现增加趋势。

[0077] 之后,当电池的体积变化变大时,电池破损而电池单元内部的气体开始泄漏。由此,气体传感器35的输出呈现增加趋势。此外,当电池破损时,电池内部的气压下降,应变传感器34的输出呈现减少趋势。

[0078] 另外,虽然在图11中没有示出,但是当电池的劣化进展时,由于在电池内部发生锂析出、或者SEI层的厚度增加,从而电池的内部电阻增加。

[0079] 当发生异常发热现象时,电池温度和电池包1内部的压力(即,包内压)急剧上升,并且电池的电压急剧下降。进而,气体传感器35的输出呈现增加趋势。这些征兆在异常发热现象的发生初始阶段变得显著。

[0080] 将这些加以考虑,在电池监视装置20中,执行用于谋求将异常发生现象防止于未然和早期探测的控制处理。以下,关于由电池监视装置20执行的控制处理的一例,参照图12进行说明。

[0081] 图12所示的控制处理例如是在车辆的启动中以及从停止起经过规定时间之前的期间由电池监视装置20定期或不定期地执行的。此外,本流程图所示的各处理是由电池监视装置20的各功能部实现的。另外,实现本处理的各步骤还被理解为实现电池监视方法的各步骤。

[0082] 如图12所示,电池监视装置20在步骤S100中从传感器部30等读入各种信号。然后,电池监视装置20在步骤S105中判定是否发生异常发热现象。如前所述,在异常发热现象的发生初始阶段,电池温度、包内压、气体传感器35的输出急剧上升,并且电池的电压急剧下降。考虑到这一点,电池监视装置20基于温度传感器31、电压传感器33、气体传感器35、包内压传感器36中的至少一部分传感器的输出判定是否发生异常发热现象。

[0083] 当探测出异常发热现象的发生时,电池监视装置20转移到步骤S110,实施针对异常发热现象的对策。该对策中包括向外部通知异常发热现象的發生的外部通报处理、基于电池的冷却和充放电控制中的至少一方来进行的电池保护处理。

[0084] 在外部通报处理中,例如向电池ECU 100输出表示异常发热现象的發生的信号,经由电池ECU 100使HMI装置等具有通报功能的设备动作来向用户、电池管理者通知异常发热现象的發生。

[0085] 在电池保护处理中,例如向电池ECU 100输出指示电池冷却的信号,经由电池ECU 100使电池的调温设备动作来对电池进行冷却。根据这样的电池冷却,能够使电池的异常发热的进展延迟。另外,在电池保护处理中,例如向电池ECU 100输出指示电池的充放电的限制的信号,通过限制电池的动作,抑制电池的自发热。通过这样的充放电控制,也能够使电池的异常发热的进展延迟。电池保护处理构成使电池的寿命延长的延长处理。

[0086] 另外,作为异常发热现象的对策之一,电池监视装置20基于多个电池单元C各自中的监视结果和电池的异常状态的探测结果中的至少一方确定多个电池单元C中的异常的电池单元来作为异常单元。据此,能够限制异常单元的使用来使异常发热现象的进展延迟。

[0087] 此外,针对异常发热现象的对策不限定于上述的处理,也可以通过上述处理以外的处理来实现。针对异常发热现象的对策例如也可以是使警告灯点亮或者发出警报声的对策。

[0088] 另一方面,在没有探测出异常发热现象的發生的情况下,电池监视装置20转移到步骤S115以后的处理。此外,步骤S115以后的处理是用于将异常发热现象的發生防止于未

然的处理。

[0089] 电池监视装置20在步骤S115中判定是否检测出电池的过充电。关于电池的过充电,例如能够通过监视电压传感器33的传感器输出来进行检测。在检测出电池的过充电的情况下,电池监视装置20在步骤S120中执行充电抑制处理,并返回到步骤S115。在该充电抑制处理中,抑制电池的充电,或者进行电池的放电。

[0090] 在没有检测出电池的过充电的情况下,电池监视装置20在步骤S125中判定是否检测出电池的过度升温。关于电池的过度升温,例如能够通过监视温度传感器31的传感器输出来进行检测。在检测出电池的过度升温的情况下,电池监视装置20在步骤S130中实施输出限制、冷却控制,并返回到步骤S115。在输出限制中,例如抑制电池的充放电。在冷却控制中,例如由电池的调温设备对电池进行冷却。

[0091] 在没有检测出电池的过度升温的情况下,电池监视装置20在步骤S135中判定是否新检测出锂析出。关于锂析出,例如能够通过监视由析出量检测部37检测的锂析出量的增加量来进行检测。

[0092] 在新检测出锂析出的情况下,电池监视装置20在步骤S140中实施充电、再生控制、加温控制,并返回到步骤S115。在充电/再生控制中,例如抑制电池的充电。在加温控制中,例如由电池的调温设备对电池进行加温。此外,在检测出锂析出时实施的各处理构成使电池的寿命延长的延长处理。

[0093] 在没有新检测出锂析出的情况下,电池监视装置20在步骤S145中判定是否检测出电池的内部电阻的变化。关于电池的内部电阻,例如能够通过监视由内部电阻检测部53检测的内部电阻的增加量来进行检测。

[0094] 在检测出电池的内部电阻的变化的情况下,电池监视装置20在步骤S150中实施电池的输出限制、调温控制、劣化程度的通知,并返回到步骤S115。在输出控制中,例如抑制电池的放电。在调温控制中,例如由调温设备调整电池温度使得电池温度维持在适当范围。在劣化程度的通知中,根据电池的内部电阻判定电池的劣化程度,向外部通知劣化程度的判定结果或根据判定结果估计的电池的更换时期。此外,在检测出内部电阻的变化时实施的各处理构成使电池的寿命延长的延长处理。

[0095] 在没有检测出电池的内部电阻的变化的情况下,电池监视装置20在步骤S155中判定是否检测出电池的变形。关于电池的变形,能够通过监视应变传感器34的传感器输出量来进行检测。

[0096] 在检测出电池的变形的情况下,电池监视装置20在步骤S160中实施电池的输出限制,并返回到步骤S115。在输出控制中,例如抑制电池的充放电。

[0097] 在没有检测出电池的变形的情况下,认为是未确认出异常发热现象的预兆、处于正常的状态。因此,在没有检测出电池的变形的情况下,电池监视装置20结束图12所示的控制处理。

[0098] 另外,车辆的电动化急速发展,预计不久的将来会产生大量的使用完的电池。为了制造电池,伴随大量的CO₂的排出、稀有金属的使用,对于使用完的电池根据电池的剩余容量SOC/容积率SOH来选择重复利用(reuse)、重建(rebuild)、回收利用(recycle),由此期待构建适应于循环型社会的电池生态系统。为了构建这样的电池生态系统,准确地诊断剩余容量SOC/容积率SOH之类的电池的价值是重要的。另外,设想在车载利用结束后直到决定二

次利用目的地为止保管电池的场景,但是还设想电池在未使用时也继续放电,根据保管状态而劣化进展。因此,作为二次利用者来说,需要掌握其瞬间的电池的剩余容量SOC/容积率SOH,电池诊断的实时性变得重要。

[0099] 如上所述,本实施方式的电池监视装置20能够实时地求出剩余容量SOC/容积率SOH。考虑到这一点,期望将电池模块BM和电池监视装置20作为电池单元UT,以该电池单元UT为单位在市场中流通。而且,期望例如由图13所示的电池管理系统BMS管理电池模块BM。

[0100] 电池管理系统BMS具备安装于电池模块BM的电池监视装置20和电池管理装置60。电池管理装置60具备性能判定部61、价值设定部62以及性能通知部63。

[0101] 性能判定部61基于由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH判定可否二次利用电池。性能判定部61例如如果由SOH估计部542估计的容积率SOH为规定值以上则设为可二次利用,如果由SOH估计部542估计的容积率SOH小于规定值则判定为不可二次利用。此外,性能判定部61也可以基于容积率SOH以外的电池状态判定可否二次利用电池。

[0102] 价值设定部62基于由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH判定电池有无异常,并且在存在电池的异常的情况下设定电池的残余价值。价值设定部62例如随着容积率SOH的下降而将电池的残余价值估计得低。此外,价值设定部62也可以基于容积率SOH以外的电池状态设定电池的残余价值。

[0103] 性能通知部63判定由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH是否在电池的规格数据中所示的容积率SOH的容许范围内,将该判定的结果输出到外部。

[0104] 性能通知部63获取由电池的制造厂商等提供的电池的规格数据并存储在存储器中。然后,性能通知部63例如在由SOH估计部542估计的容积率SOH在规格数据中所示的容许范围内的情况下,将其意思通知给电池的销售商、二次利用者等。另外,性能通知部63例如在由SOH估计部542估计的容积率SOH在规格数据中所示的容许范围外的情况下,将电池的二次利用困难的意思通知给电池的销售商、二次利用者等。

[0105] 根据以上说明的电池监视装置20和电池监视方法,能够实施有效的异常发热对策、有效的锂析出量的检测、有效的容积率SOH的估计。具体如下。

[0106] [异常发热对策]

[0107] 电池监视装置20和电池监视方法监视导致异常发热现象的因素,基于该因素的监视结果将异常发热现象的发生抑制于未然。除此以外,电池监视装置20和电池监视方法在异常发热现象的发生初始阶段探测在电池中产生的异常状态,基于异常状态的探测结果实施针对异常发热现象的对策。据此,能够将异常发热现象的发生防止于未然,并且即使万一发生了异常发热现象,也能够实施从其发生初始阶段起就实施对策的有效的热对策。

[0108] 除此以外,电池监视装置20能够得到如下效果。

[0109] (1) 电池监视装置20的监视模块50将导致异常发热现象的因素的监视和电池的异常状态的探测并行地实施。换言之,监视模块50不依据导致异常发热现象的因素的监视结果地实施电池的异常状态的探测。据此,例如与在导致异常发热现象的因素的监视后进行异常状态的探测的情况相比,能够早期探测异常状态,因此能够早期实施针对异常发热现象的对策。

[0110] (2) 发生异常发热现象时的对策中包括向外部通知异常发热现象的發生的外部通报处理、或者基于电池的温度调整控制和充放电控制中的至少一方来进行的电池保护处

理。在异常发热现象的对策中包括外部通报处理的情况下,除了电池监视装置20自身可采取的对策以外,还容易实施由电池监视装置20的外部设备进行的对策、与外部设备协作的对策。另外,在异常发热现象的对策中包括电池保护处理的情况下,能够适当地保护电池。

[0111] (3) 监视模块50根据异常发热现象的因素的监视结果实施使电池的寿命延长的延长处理。如果设为这样根据导致异常发热现象的因素的监视结果实施电池寿命的延长处理的结构,则能够使电池寿命适当地延长。

[0112] (4) 导致异常发热现象的因素包括电池的内部的锂析出和电池的内部的电阻中的至少一方。锂离子电池的内部的锂析出、内部电阻的增加成为招致电池的异常发热现象的主要原因。因此,如果监视锂析出、内部电阻,则容易将电池的异常发热现象的发生抑制于未然。

[0113] (5) 监视模块50基于多个电池单元C各自中的监视结果和多个电池单元C的异常状态的探测结果中的至少一方,将多个电池单元C中的异常的电池单元确定为异常单元。如果是这样能够从多个电池单元C中确定异常单元的结构,则例如能够限制异常单元的使用来将异常发热现象的发生抑制于未然、或者使异常发热现象的进展延迟。

[0114] (6) 监视模块50构成为能够探测密闭容器11的内压异常、电池的温度异常、电池的电压异常、密闭容器11内的气体异常中的至少一个来作为电池的异常状态。在异常发热现象的发生初始阶段,收容电池的密闭容器11的内压、电池的温度、电池的电压、密闭容器11内的气体状态成为异常的状态。因此,监视模块50如果构成为能够探测密闭容器11的内压异常、电池的温度异常、电池的电压异常、密闭容器11内的气体异常中的至少一个,则容易将异常发热现象在发生初始的阶段探测到。

[0115] (7) 电池监视装置20包括具有算法的ASIC电路,该算法用于进行导致异常发热现象的因素的监视和电池的异常状态的探测中的至少一部分。据此,能够以简单的结构实现导致异常发热现象的因素的监视、异常状态的探测。

[0116] (8) 监视模块50构成为:能够基于导致异常发热现象的因素的监视结果判定电池的劣化程度,向外部通知劣化程度的判定结果或根据判定结果估计的电池的更换时期。如果设为这样根据导致异常发热现象的因素的监视结果判定电池的劣化程度的结构,则不需要用于判定电池的劣化程度的专用设备。这有助于电池监视装置20的简化。

[0117] (9) 将电池与监视模块50连接的连接构件21包括安装有传感器部30的一部分的挠性基板FPC。如果这样在构成连接构件21的挠性基板FPC上安装传感器部30的一部分,则能够在接近电池的位置监视导致电池的异常发热现象的因素。

[0118] [锂析出量的检测]

[0119] 电池监视装置20的析出量检测部37基于由短路电路371使锂离子电池的两端短路时的电流及电压中的至少一方的变化计算锂析出量的估计值。然后,析出量检测部37用电池温度对锂析出量的估计值进行校正。据此,能够减小锂析出量的估计值中包含的电池温度的影响,来提高锂析出量的检测精度,因此能够确保析出量检测部37的可靠性。

[0120] 另外,析出量检测部37用存储部51中存储的寄生电阻值对锂析出量的估计值进行校正。据此,能够减小锂析出量的估计值中包含的寄生阻抗的影响,来提高锂析出量的检测精度,因此能够确保析出量检测部37的可靠性。

[0121] (1) 具体地说,析出量检测部37根据电池温度对存储部51中存储的寄生电阻值进

行校正,使用校正后的寄生电阻值计算锂析出量。据此,能够减小锂析出量的估计值中包含的电池温度和寄生阻抗的影响,来提高锂析出量的检测精度。

[0122] (2) 关于寄生电阻值,将短路电路371在连接到锂离子电池之前连接到具有已知的阻抗Z的校准装置CD来求出。据此,能够高精度地求出析出量检测部37的寄生电阻值。这对于提高锂析出量的检测精度有很大贡献。

[0123] (3) 电池监视装置20具备诊断部541,该诊断部541将根据锂析出量估计的规定的电池状态与根据锂析出量以外的其它要素估计的规定的电池状态进行比较来诊断析出量检测部37的适当与否。据此,能够由诊断部541诊断析出量检测部37的可靠度,因此能够确保析出量检测部37的可靠性。

[0124] [容积率SOH的估计]

[0125] 电池监视装置20检测与电池的电压及电流相比而言与电池的容量劣化的相关性高的物理量,基于该物理量估计电池的容积率SOH。如果设为这样根据与电池的容量劣化的相关性高的物理量估计容积率SOH的结构,则与根据电池的电流及电压求出容积率SOH的情况相比,避免误差的影响的必要性小,因此能够在短时间内估计容积率SOH。因而,根据本案的电池监视装置20,能够以实用性的方式掌握电池状态。

[0126] (1) 在此,锂析出量和SEI层的厚度是直接影响电池的容量劣化的物理量。因此,通过检测锂析出量、SEI层的厚度并基于锂析出量、SEI层的厚度求出容积率SOH,能够确保实时性。另外,电池的内部的正极活性物质剂的破裂程度是直接影响电池的容量劣化的物理量。因此,通过设为不仅基于锂析出量、SEI层的厚度、还基于正极活性物质剂的破裂程度求出容积率SOH的结构,也能够提高容积率SOH的检测精度。此外,关于正极活性物质剂的破裂程度,能够基于使锂离子电池的两端短路时的电流及电压的行为、或应变传感器、超声波传感器的传感器输出进行估计。

[0127] (2) 锂离子电池中的锂析出量、SEI层的厚度与使锂离子电池的两端短路时的电流及电压的行为之间存在相关性。将这一点加以考虑,电池监视装置20基于由短路电路371使锂离子电池的两端短路时的电流及电压中的至少一方的变化计算锂析出量和SEI层的厚度中的至少一方。

[0128] (3) 具体地说,电池监视装置20用电池温度对锂析出量和SEI层的厚度中的至少一方进行校正。据此,能够减小锂析出量的估计值、SEI层的厚度中包含的电池温度的影响,来提高锂析出量、SEI层的厚度的检测精度。

[0129] (4) 电池管理系统BMS基于由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH判定可否二次利用电池。据此,在将电池二次利用时,容易判断应该选择重复利用、重建、回收利用中的哪一个。这对于构建适应于循环型社会的电池生态系统有很大贡献。

[0130] (5) 电池管理系统BMS基于由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH判定电池有无异常,并且在存在电池的异常的情况下设定电池的残余价值。由此,在将电池二次利用时,也容易判断应该选择重复利用、重建、回收利用中的哪一个,因此有助于构建适应于循环型社会的电池生态系统。

[0131] (6) 电池管理系统BMS判定由电池监视装置20的SOH估计部542估计的容积率SOH是否在电池的规格数据中所示的容积率SOH的容许范围内,将该判定的结果输出到外部。由此,在将电池二次利用时,也容易判断应该选择重复利用、重建、回收利用中的哪一个,因此

对于构建适应于循环型社会的电池生态系统有很大贡献。

[0132] (其它实施方式)

[0133] 以上,说明了本公开的代表性实施方式,但是本公开不限于上述的实施方式,例如能够如下进行各种变形。

[0134] 在本案的电池监视装置20中,由电池监视装置20进行的电池的容积率SOH的估计是必需的,但是电池的异常发热对策、锂离子电池的锂析出量的检测不是必需的。

[0135] 在上述的实施方式中,例示了监视锂析出量和电池的内部电阻作为导致异常发热现象的因素,但是也可以监视这些以外的物理量来作为导致异常发热现象的因素。

[0136] 在上述的实施方式中,作为针对异常发热现象的对策例示了多个处理,但是也可以由电池监视装置20实施其中的一部分处理。另外,针对异常发热现象的对策也可以是上述的处理以外的处理。

[0137] 在上述的实施方式中,作为在异常发热现象的发生初始阶段在电池中产生的异常状态,例示了密闭容器11的内压异常、电池的温度异常、电池的电压异常、密闭容器11内的气体异常,但是不限于于此。也可以探测这些以外的电池状态来作为在异常发热现象的发生初始阶段产生的异常状态。

[0138] 上述的电池监视装置20具备挠性基板FPC、ASIC电路,但是不限于于此。挠性基板FPC、ASIC电路不是在电池监视装置20中必需的结构。

[0139] 如上述的实施方式那样,期望电池监视装置20用电池温度或寄生电阻值对锂析出量的估计值进行校正,但是也可以不这样。

[0140] 如上述的实施方式那样,期望电池监视装置20将根据锂析出量估计的规定的电池状态与根据其它要素估计的规定的电池状态进行比较来诊断析出量检测部37的适当与否,但是也可以不这样。

[0141] 在上述的实施方式中,例示了基于锂析出量和电池的SEI层的厚度估计容积率SOH,但是也可以基于其它物理量估计容积率SOH。电池监视装置20例如也可以检测包括电池的正极的破裂的劣化状态,基于该劣化状态计算容积率SOH。

[0142] 如上述的实施方式那样,期望电池监视装置20与电池管理装置60一起构成管理电池模块BM的电池管理系统BMS,但是也可以不这样。

[0143] 电池监视装置20的监视对象不限于搭载于车辆的车载电池。电池监视装置20例如还能够用作监视定置型蓄电池、可移动型蓄电池的装置。

[0144] 电池监视装置20基本上将锂离子电池作为监视对象,但是不限于此,如果有可能产生与锂离子电池同样的问题,则也能够将该电池作为监视对象。此外,成为电池监视装置20的监视对象的电池也可以不是将多个电池单元C模块化而成的电池。

[0145] 电池监视装置20也可以成为不是通过无线方式而是通过有线方式与电池ECU 100连接的结构。电池监视装置20不限于与上述装置完全一致的装置,也可以其一部分不同于上述装置。

[0146] 在上述的实施方式中,构成实施方式的要素除了特别明示为必需的情况和原理上认为明显必需的情况等以外,当然不是必需的要素。

[0147] 在上述的实施方式中,在提及了实施方式的结构要素的个数、数值、量、范围等的数量值的情况下,除了特别明示为必需的情况和原理上明显限定为特定的数量的情况等以

外,并不限定于该特定的数量。

[0148] 在上述的实施方式中,在提及结构要素等的形状、位置关系等时,除了特别明示的情况和原理上限定为特定的形状、位置关系等的情况以外,并不限定于该形状、位置关系等。

[0149] 本公开的控制部及其方法也可以由通过构成被编程为执行通过计算机程序具体化的一个或多个功能的处理器和存储器来提供的专用计算机实现。本公开的控制部及其方法也可以由通过由一个以上的专用硬件逻辑电路构成处理器来提供的专用计算机实现。本公开的控制部及其方法也可以由通过被编程为执行一个或多个功能的处理器及存储器与由一个以上的硬件逻辑电路构成的处理器的组合构成的一个以上的专用计算机实现。另外,计算机程序也可以作为由计算机执行的指令被存储在计算机可读的非暂态有形记录介质中。

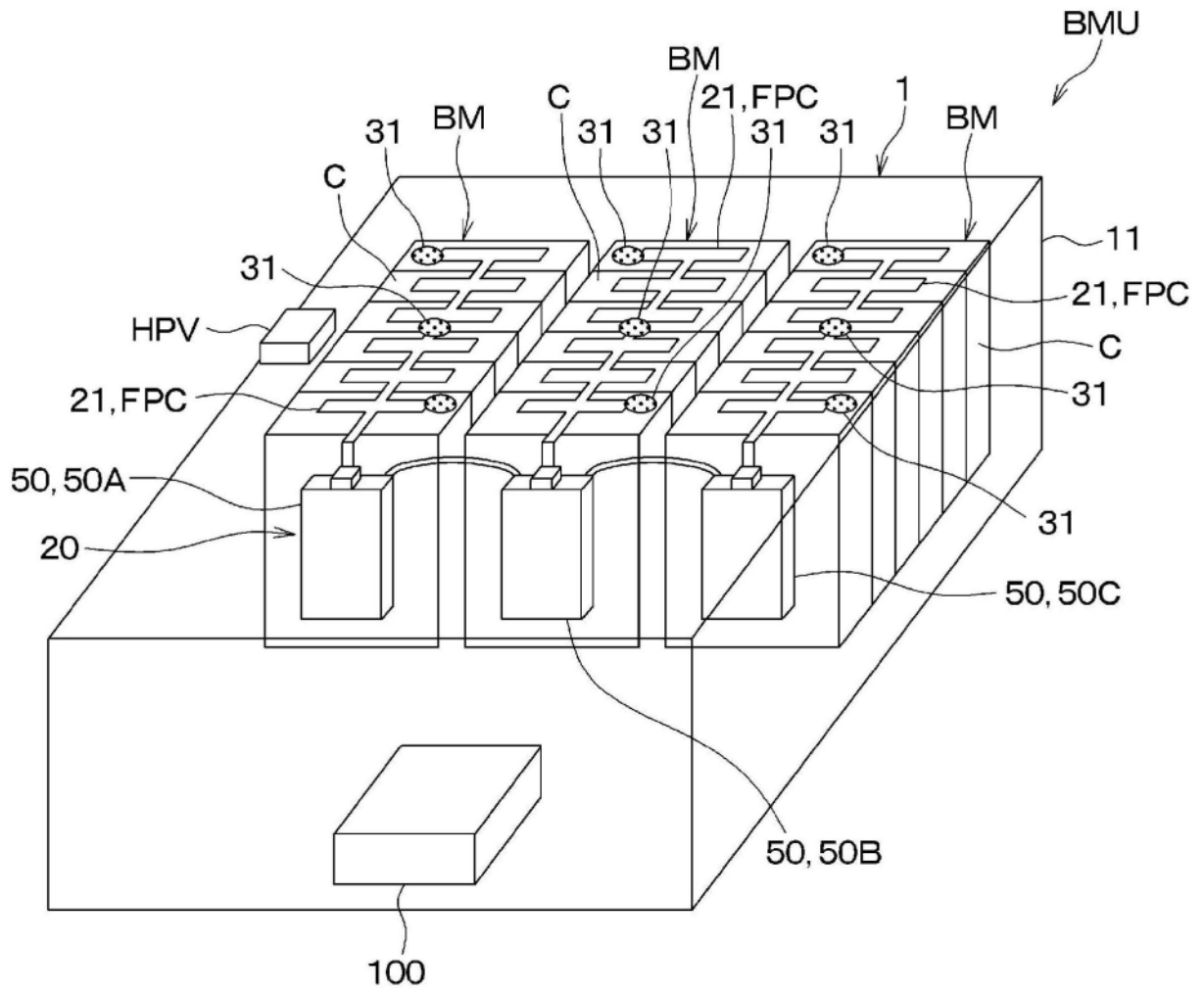


图1

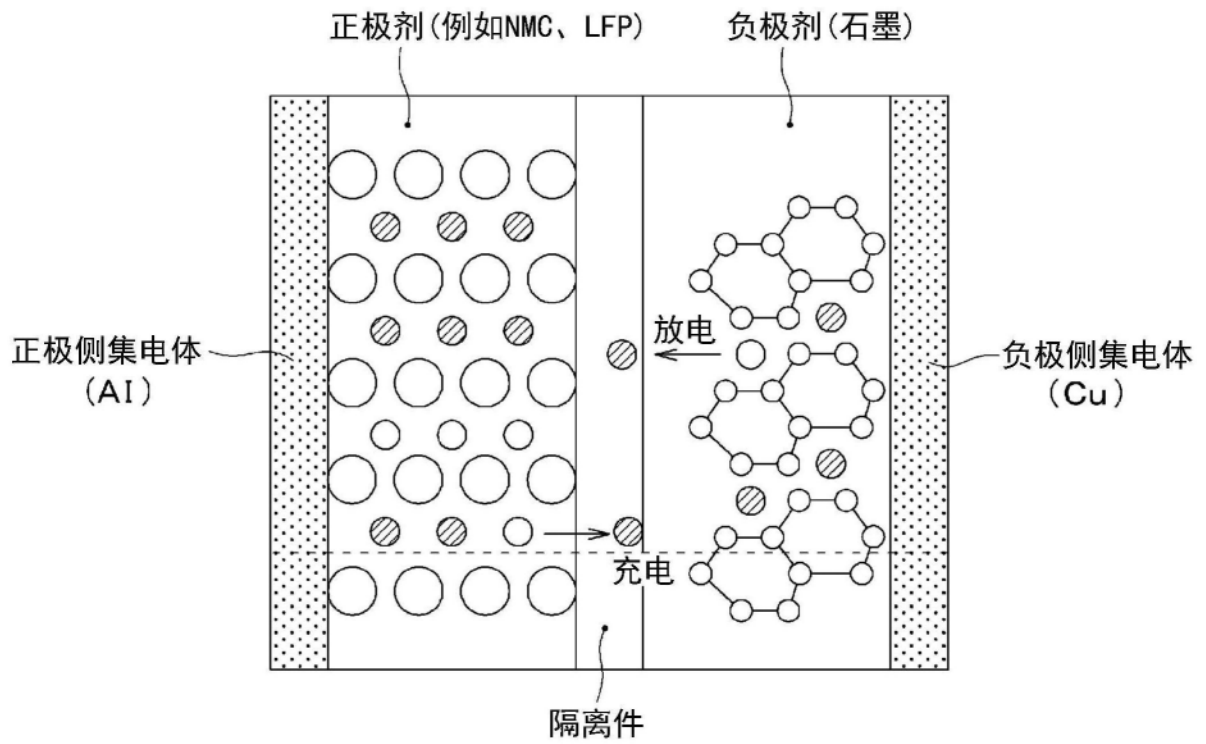


图2

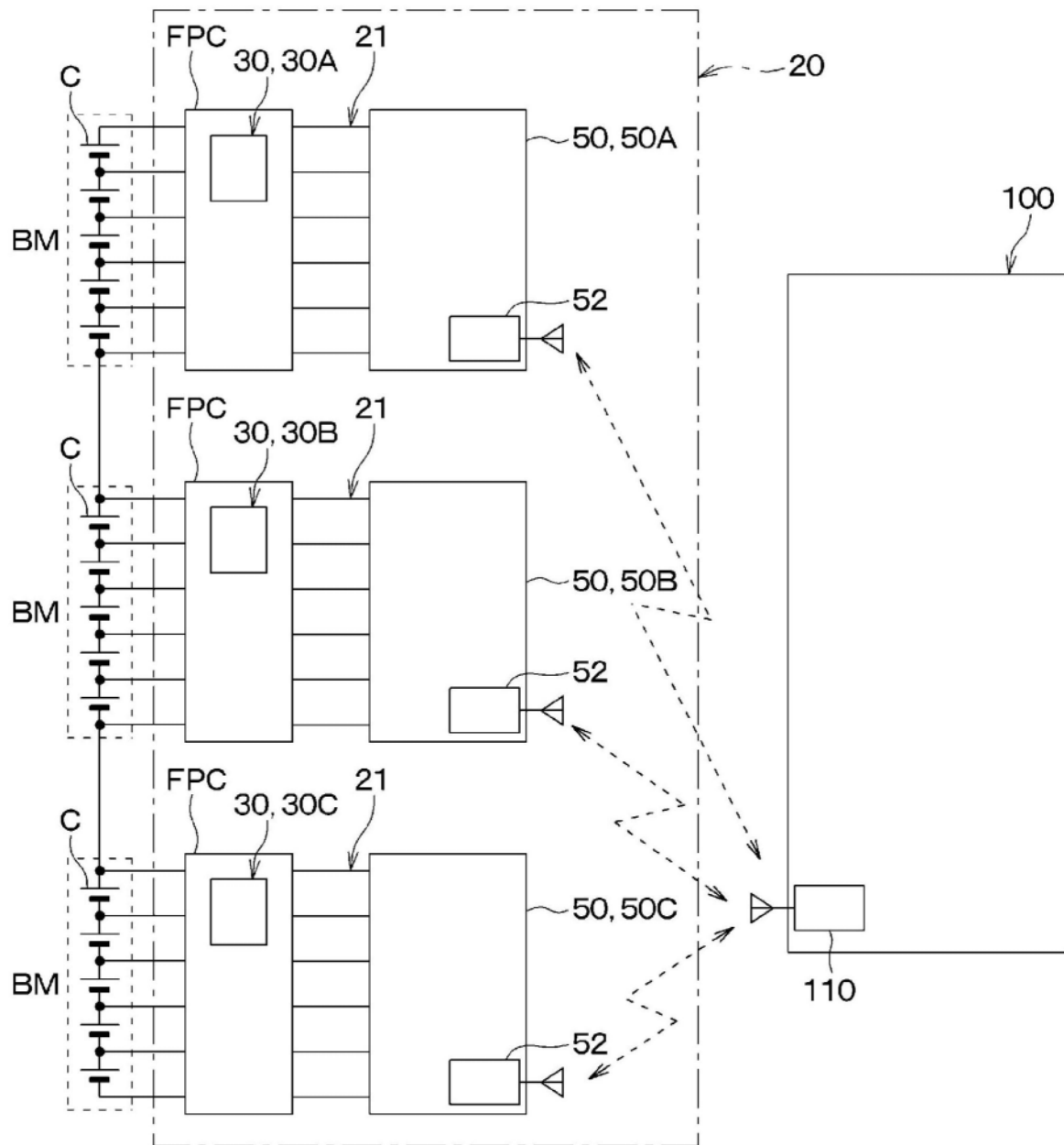


图3

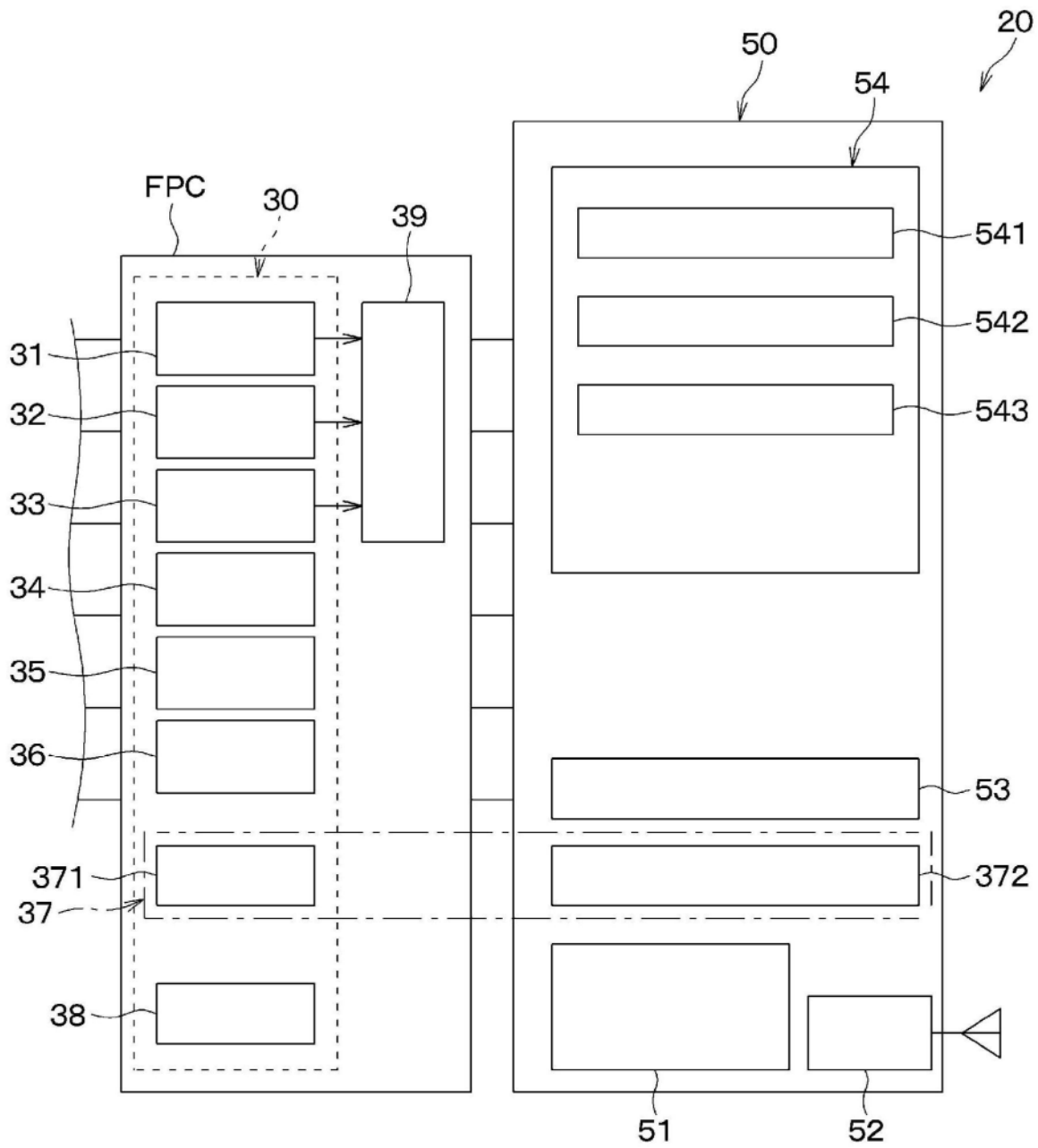


图4

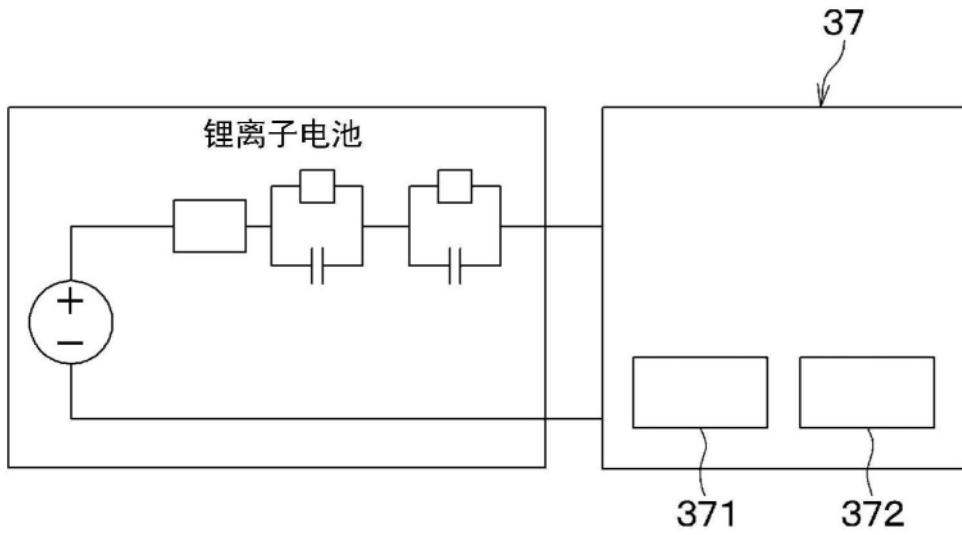


图5

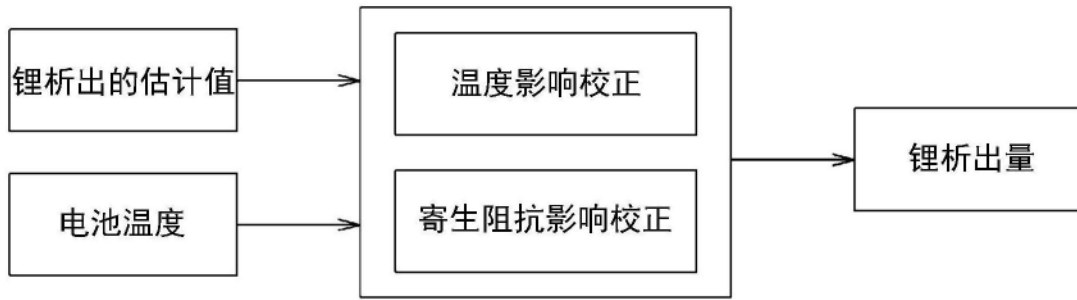


图6

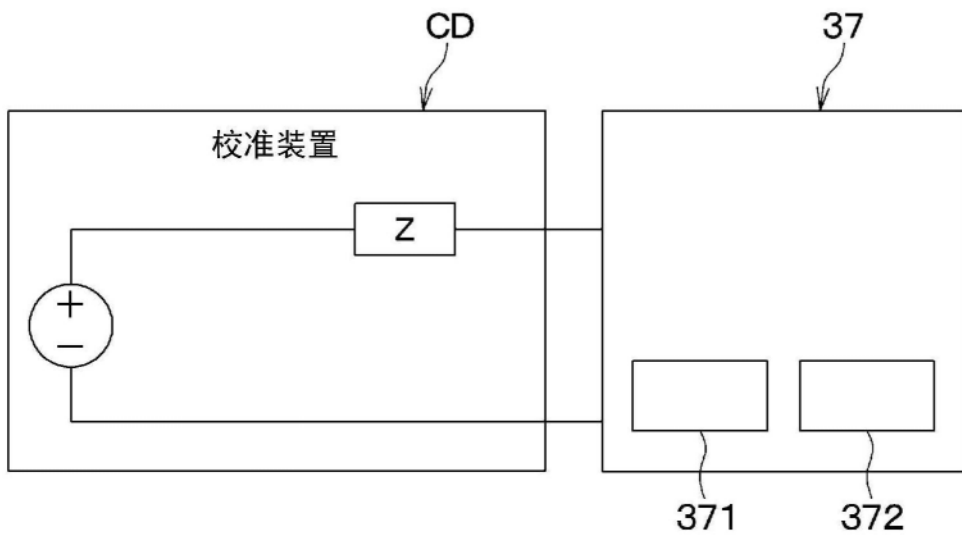


图7

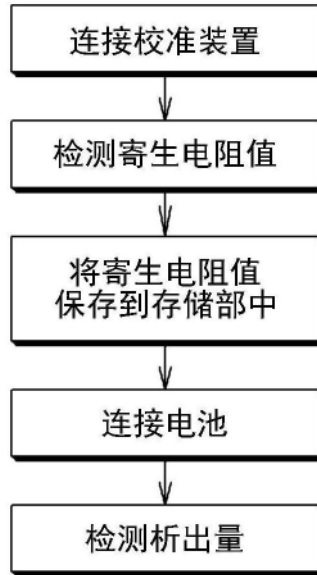


图8

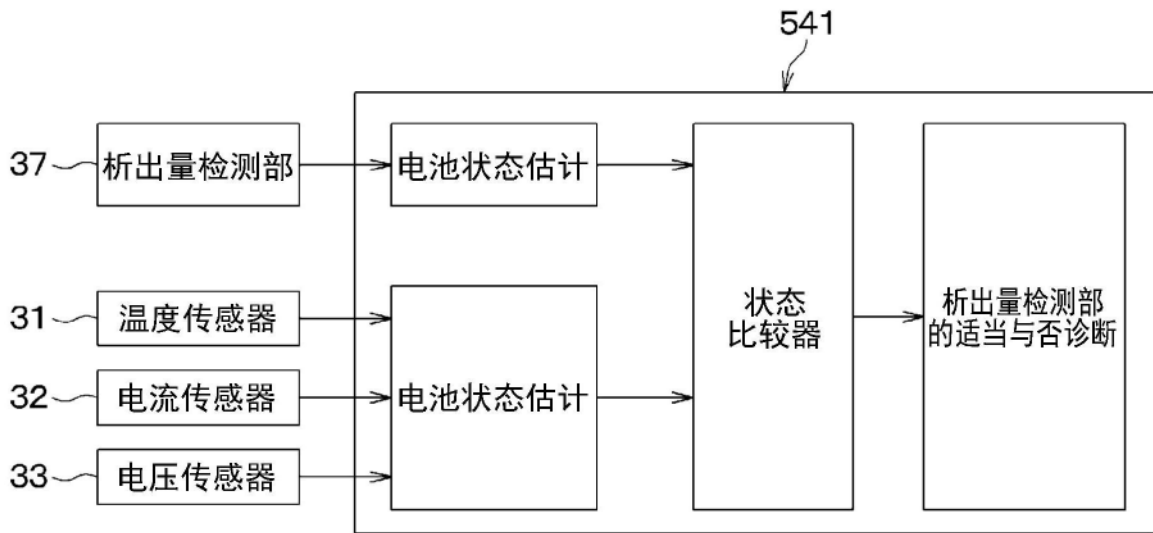


图9

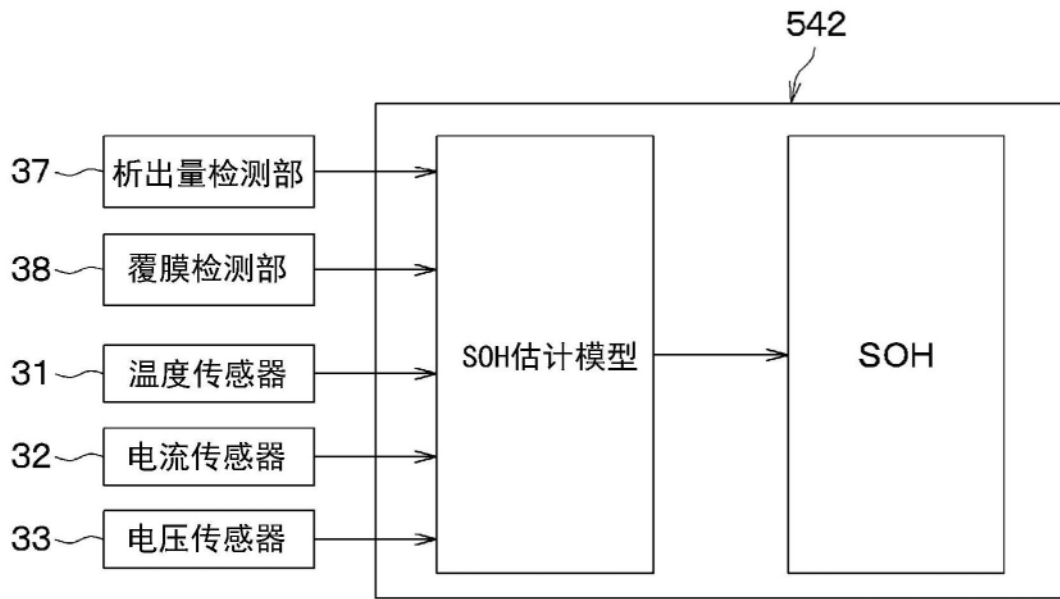


图10

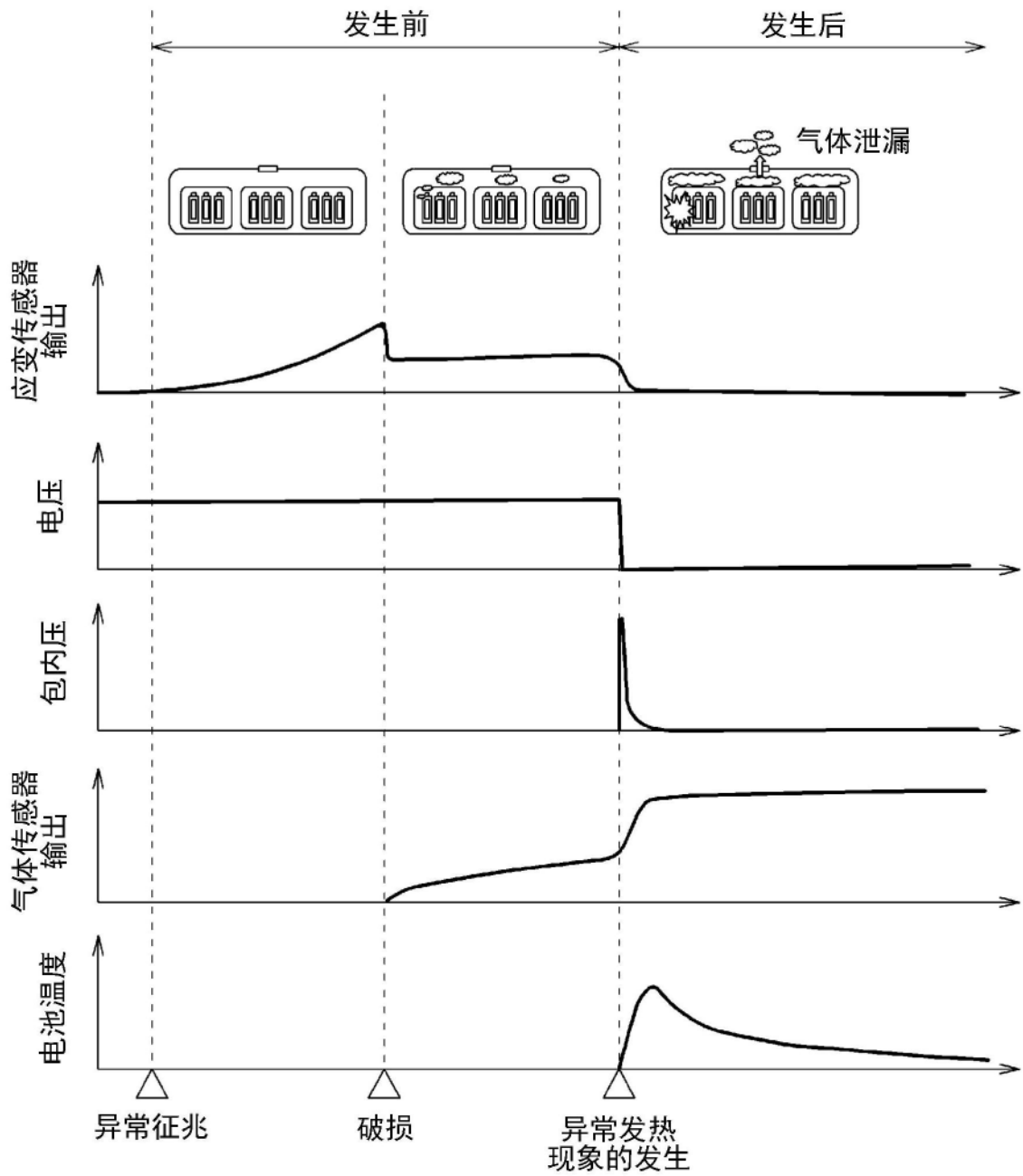


图11

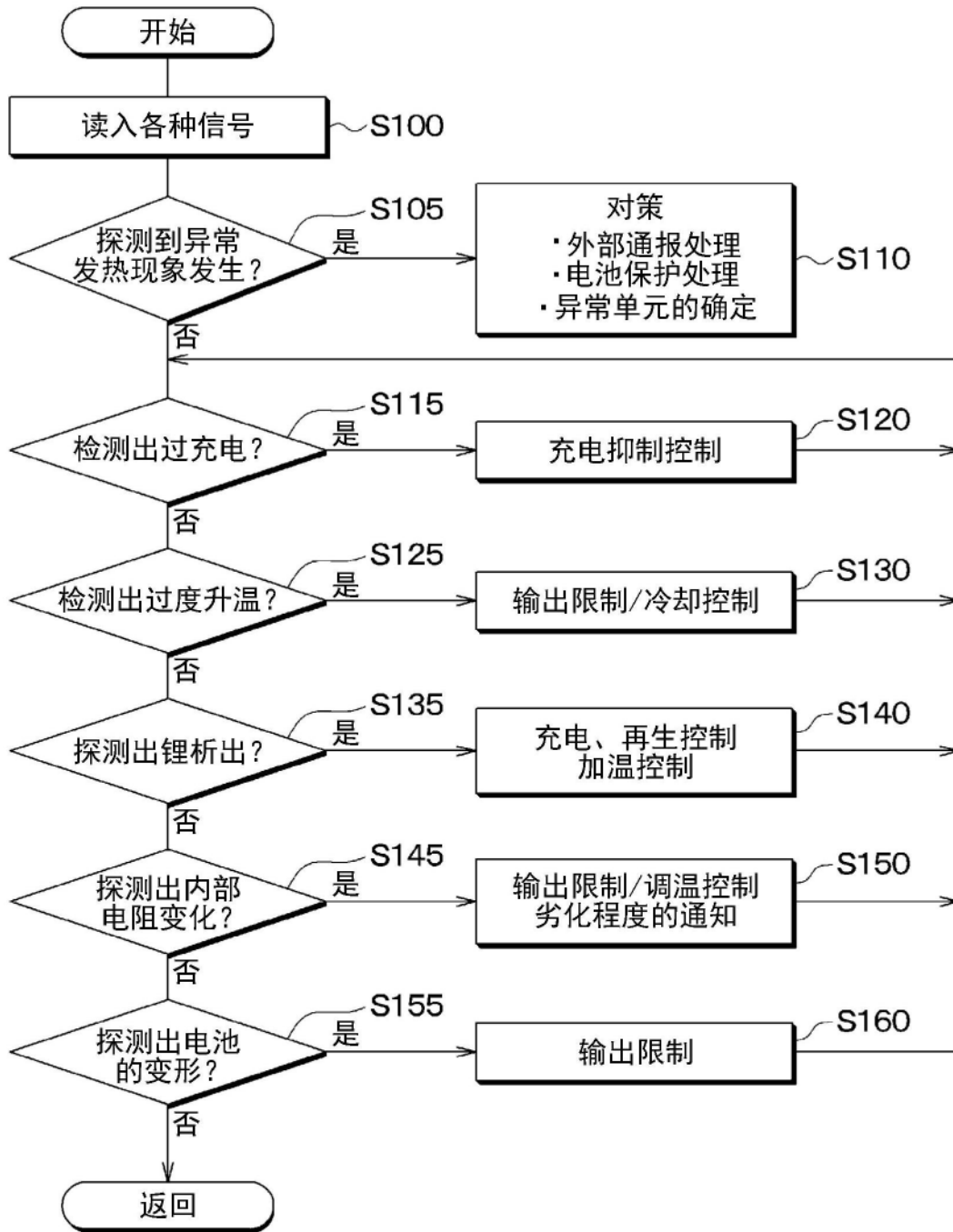


图12

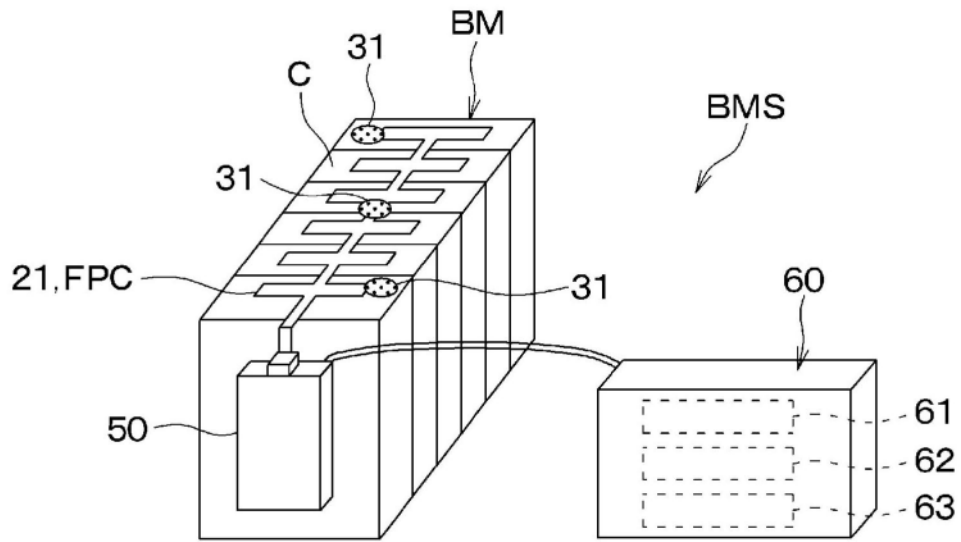


图13