



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114127570 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202180004620.0

(22) 申请日 2021.01.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114127570 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(30) 优先权数据
10-2020-0008778 2020.01.22 KR
10-2021-0004897 2021.01.13 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2021/000561 2021.01.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/149973 KO 2021.07.29

(73) 专利权人 株式会社LG新能源
地址 韩国首尔

(72) 发明人 李珍圭

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 孙东喜 王婉馨

(51) Int.Cl.
G01R 31/382 (2019.01)

G01R 31/392 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
H01M 10/42 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110210147 A, 2019.09.06
CN 108931725 A, 2018.12.04
CN 108196190 A, 2018.06.22
CN 107003356 A, 2017.08.01
JP 2002063944 A, 2002.02.28
JP 2002246073 A, 2002.08.30
JP 2007046942 A, 2007.02.22
US 2011298626 A1, 2011.12.08
CN 105137359 A, 2015.12.09
CN 102269798 A, 2011.12.07
CN 102749585 A, 2012.10.24
CN 107728076 A, 2018.02.23
CN 107748330 A, 2018.03.02
CN 109713793 A, 2019.05.03
CN 107923942 A, 2018.04.17
CN 102119338 A, 2011.07.06
JP 2002334726 A, 2002.11.22
JP 2011076746 A, 2011.04.14
JP H1123676 A, 1999.01.29 (续)

审查员 刘绍涛

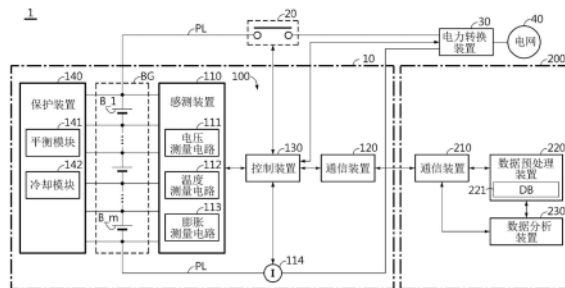
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称
电池诊断系统、电力系统以及电池诊断方法

(57) 摘要

根据本发明的电池诊断系统用于包括电池组和电池管理系统的电池包, 电池组包括串联连接的多个电池, 电池管理系统发送指示多个电池中的每个电池的电池参数的通知信号。该电池诊断系统包括: 通信装置, 用于经由有线网络或无线网络中的至少一个收集通知信号; 数据预处理装置, 用于基于通知信号更新指示每个电池的电池参数的变化历史的大数据; 以及数据分析装置, 用于从大数据确定包括指示多个电池中的每

个电池的电池参数的多个特征值的数据集的离差信息, 并基于离差信息和多个特征值确定每个电池是否有故障。



CN 114127570 B

[接上页]

(56) 对比文件

KR 101949449 B1,2019.02.18

WO 2019235646 A1,2019.12.12

Zhenpo Wang et al..Voltage fault

diagnosis and prognosis of battery systems based on entropy and Z-score for electric vehicles.《Applied Energy》.2017, 第196卷289-302.

1. 一种用于电池包的电池诊断系统,其中,所述电池包包括电池组和电池管理系统,所述电池组包括串联连接的多个电池,所述电池管理系统电联接到所述多个电池中的每一个的两个端子且被配置为发送指示每个电池的电池参数的通知信号,所述电池诊断系统包括:

通信装置,所述通信装置被配置为经由有线网络或无线网络中的至少一个收集所述通知信号;

数据预处理装置,所述数据预处理装置被配置为基于所述通知信号,更新指示每个电池的所述电池参数的变化历史的大数据;以及

数据分析装置,所述数据分析装置被配置为从所述大数据中提取包括指示所述多个电池中的每个电池的所述电池参数的多个特征值的数据集,确定所述数据集的离差信息,以及基于所述离差信息和所述多个特征值确定每个电池是否有故障,

其中,所述离差信息包括所述多个特征值的平均值和标准偏差,

其中,所述数据分析装置被配置为:

以预定时间间隔,针对每个电池,

确定偏差比,其中,所述偏差比是感兴趣偏差与所述标准偏差之比,并且所述感兴趣偏差是所述平均值与所述特征值之间的差,以及

确定所述偏差比的变化,并且

其中,所述数据分析装置被配置成:

以预定时间间隔,

基于在从所述电池组的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考变化,以及

将偏差比变化大于所述参考变化的每个电池确定有故障。

2. 根据权利要求1所述的电池诊断系统,其中,所述数据分析装置被配置为:

以所述预定时间间隔,

基于所述累积能量的增加来确定使用分数,其中,所述使用分数是与从所述电池组的制造时间起的经过时间和所述累积能量正相关的退化因数,以及

使用定义所述使用分数与所述参考变化之间的正相关的第一转换函数来确定与所述使用分数对应的参考变化。

3. 一种用于电池包的电池诊断系统,其中,所述电池包包括电池组和电池管理系统,所述电池组包括串联连接的多个电池,所述电池管理系统电联接到所述多个电池中的每一个的两个端子且被配置为发送指示每个电池的电池参数的通知信号,所述电池诊断系统包括:

通信装置,所述通信装置被配置为经由有线网络或无线网络中的至少一个收集所述通知信号;

数据预处理装置,所述数据预处理装置被配置为基于所述通知信号,更新指示每个电池的所述电池参数的变化历史的大数据;以及

数据分析装置,所述数据分析装置被配置为从所述大数据中提取包括指示所述多个电池中的每个电池的所述电池参数的多个特征值的数据集,确定所述数据集的离差信息,以及基于所述离差信息和所述多个特征值确定每个电池是否有故障,

其中,所述离差信息包括所述多个特征值的平均值和标准偏差,

其中,所述数据分析装置被配置为:

以预定时间间隔,针对每个电池,

确定感兴趣偏差,其中,所述感兴趣偏差是所述平均值与所述特征值之间的差,并且

其中,所述数据分析装置被配置成:

以预定时间间隔,

基于在从所述电池组的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考系数,并且

将具有大于容许极限的感兴趣偏差的每个电池确定为有故障,所述容许极限是所述参考系数乘以所述标准偏差。

4. 根据权利要求3所述的电池诊断系统,其中,所述数据分析装置被配置为:

以预定时间间隔,

基于所述累积能量的增加来确定使用分数,其中,所述使用分数是与从所述电池组的制造时间起的经过时间和所述累积能量正相关的退化因数,并且

使用定义所述使用分数和所述参考系数之间的正相关的第二转换函数来确定与所述使用分数对应的参考系数。

5. 根据权利要求1或3所述的电池诊断系统,其中,所述数据分析装置被配置为:

以预定时间间隔,

使用所述通信装置向所述电池管理系统发送诊断消息,所述诊断消息包括所述多个电池中被确定为有故障的每个电池的标识信息。

6. 根据权利要求1或3所述的电池诊断系统,其中,所述电池参数是电压、温度、膨胀程度、充电状态SOC、健康状态SOH、内阻或自放电率中的一个或至少两个的加权平均值。

7. 根据权利要求1或3所述的电池诊断系统,其中,当所述多个电池中的故障电池的数量为预定数量或更大时,所述数据分析装置使用所述通信装置向所述电池管理系统发送警告消息。

8. 一种电力系统,该电力系统包括根据权利要求1至7中任一项所述的电池诊断系统。

9. 一种电池诊断方法,该电池诊断方法能由根据权利要求1-2、5-7中任一项所述的电池诊断系统以预定时间间隔执行,所述电池诊断方法包括以下步骤:

所述电池诊断系统基于由所述电池管理系统发送的通知信号来更新指示每个电池的电池参数的变化历史的大数据;

所述电池诊断系统从所述大数据中提取包括指示所述多个电池中的每个电池的所述电池参数的多个特征值的数据集;

所述电池诊断系统确定所述数据集的离差信息;以及

所述电池诊断系统基于所述离差信息和所述多个特征值确定每个电池是否有故障,

其中,所述离差信息包括所述多个特征值的平均值和标准偏差,

其中,确定每个电池是否有故障包括:

确定每个电池的偏差比,其中,所述偏差比是感兴趣偏差与所述标准偏差之比,并且所述感兴趣偏差是所述平均值与所述特征值之间的差;

确定每个电池的偏差比变化;

基于从所述电池组的制造时间起在充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考变化;以及

确定偏差比变化大于所述参考变化的每个电池有故障。

10. 一种电池诊断方法,该电池诊断方法能由根据权利要求3-7中任一项所述的电池诊断系统以预定时间间隔执行,所述电池诊断方法包括以下步骤:

所述电池诊断系统基于由所述电池管理系统发送的通知信号来更新指示每个电池的电池参数的变化历史的大数据;

所述电池诊断系统从所述大数据中提取包括指示所述多个电池中的每个电池的所述电池参数的多个特征值的数据集;

所述电池诊断系统确定所述数据集的离差信息;以及

所述电池诊断系统基于所述离差信息和所述多个特征值确定每个电池是否有故障,

其中,所述离差信息包括所述多个特征值的平均值和标准偏差,

其中,确定每个电池是否有故障包括:

确定每个电池的感兴趣偏差,其中,所述感兴趣偏差是所述平均值与所述特征值之间的差;

基于在从所述电池组的制造时间起的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考系数;以及

确定具有大于容许极限的感兴趣偏差的每个电池有故障,所述容许极限是所述参考系数乘以所述标准偏差。

电池诊断系统、电力系统以及电池诊断方法

技术领域

[0001] 本公开涉及用于使用从多个电池监测的电池参数的统计分析来检测每个电池中的故障的技术。

[0002] 本申请要求2020年1月22日提交的韩国专利申请No.10-2020-0008778和2021年1月13日提交的韩国专利申请No.10-2021-0004897的权益,其公开内容通过引用整体并入本文。

背景技术

[0003] 近来,对便携式电子产品(例如膝上型计算机、摄像机和移动电话)的需求迅速增加,并且随着电动车辆、用于能量存储的蓄电池、机器人和卫星的广泛发展,正在对可重复充电的高性能电池进行许多研究。

[0004] 目前,市场上可买到的电池包括镍镉电池、镍氢电池、镍锌电池、锂电池等,在这些电池中,锂电池几乎没有记忆效应或没有记忆效应,因此它们比镍类电池更受关注,因为它们的优点是只要方便就可以进行再充电,自放电率非常低,且能量密度高。

[0005] 用于需要高容量和高电压的设备(例如,电动车辆或能量存储系统)的电池组包括串联连接的多个电池。通常,提供电池管理系统以获取每个电池的电池参数,并执行各种功能(例如,平衡、冷却)以确保每个电池的可靠性和安全性。

[0006] 然而,常规上,由于电池管理系统的软件限制(例如,数据处理性能)和/或硬件限制(例如,存储器容量),在从制造时间到更换时间的整个电池组寿命期间,对利用相同电特性和性能以及化学特性和性能制造并包括在相同电池组中的多个电池之间的特性偏差的监测存在限制。

[0007] 另外,在电池组工作期间,多个电池的特性偏差趋于逐渐增加,并且由于电池是一种耗材,所以这是一种自然现象。如果不对每个电池进行适当控制,则多个电池之间的特性偏差比电池组的使用历史的预期正常水平增加得多。结果,电池组的整体充电/放电性能和效率降低,并且火灾风险增加。

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 本公开被设计为解决上述问题,因此本公开旨在提供一种电池诊断系统,该电池诊断系统被配置为代替电池管理系统执行电池管理系统的一些功能,一种电力系统和一种电池诊断方法,由此可以使用电池诊断系统更准确和高效地诊断包括在电池组中的每个电池中的故障。

[0010] 本公开还涉及提供电池诊断系统、电力系统和电池诊断方法,其中,使用统计分析从大数据检测(预测)每个电池中的故障,通过在电池组的整个寿命期间以时间序列累积多个电池中的每个电池的电池参数来生成和更新大数据。

[0011] 本公开的这些和其他目的和优点可以通过以下描述来理解,并且将从本公开的实

施方式显而易见。此外,将容易理解,本公开的目的和优点可通过所附权利要求及其组合中阐述的手段来实现。

[0012] 技术方案

[0013] 根据本公开的一方面的电池诊断系统用于电池包。所述电池包包括:电池组,其包括串联连接的多个电池;以及电池管理系统,其电联接到所述多个电池中的每一个的两个端子且被配置为发送指示每一电池的电池参数的通知信号。该电池诊断系统包括:通信装置,其被配置为经由有线网络或无线网络中的至少一个收集通知信号;数据预处理装置,其被配置为基于通知信号更新指示每个电池的电池参数的变化历史的大数据;以及数据分析装置,其被配置为从大数据中提取包括指示多个电池中的每个电池的电池参数的多个特征值的数据集,确定数据集的离差信息,并基于离差信息和多个特征值确定每个电池是否有故障。

[0014] 色散信息可以包括多个特征值的平均值和标准偏差。

[0015] 数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔确定每个电池的偏差比,其中偏差比是感兴趣偏差与标准偏差之比。感兴趣偏差是平均值和特征值之间的差。数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔确定每个电池的偏差比变化。数据分析装置可以被配置为基于从电池组的制造时间起的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定预定时间间隔处的参考变化。数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔将具有大于参考变化的偏差比变化的每个电池确定为有故障。

[0016] 数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔基于累积能量的增加来确定使用分数。使用分数是与从电池组的制造时间起的经过时间和累积能量正相关的退化因数。数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔,使用定义使用分数和参考变化之间的正相关的第一转换函数来确定对应于使用分数的参考变化。

[0017] 数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔确定每个电池的感兴趣偏差,其中感兴趣偏差是平均值和特征值之间的差。

[0018] 数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔基于在从电池组的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考系数。数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔针对每个电池将具有大于容许极限的感兴趣偏差的每个电池确定为有故障,所述容许极限是参考系数乘以标准偏差。

[0019] 数据分析装置可以被配置为以预定时间间隔基于累积能量的增加来确定使用分数。使用分数是与从电池组的制造时间起的经过时间和累积能量正相关的退化因数。数据分析装置可以被配置为使用定义使用分数和参考系数之间的正相关的第二转换函数来以预定时间间隔确定与使用分数相对应的参考系数。

[0020] 数据分析装置可以被配置为使用通信设备以预定时间间隔向电池管理系统发送诊断消息,该诊断消息包括多个电池中被确定为有故障的每个电池的标识信息。

[0021] 电池参数可以是电压、温度、膨胀程度、充电状态(SOC)、健康状态(SOH)、内阻或自放电率中的至少一个的加权平均值。

[0022] 根据本公开的另一方面的电力系统包括电池诊断系统。

[0023] 根据本公开的另一方面的电池诊断方法可由电池诊断系统以预定时间间隔执行。该电池诊断方法包括:由电池诊断系统基于由电池管理系统发送的通知信号来更新指示每

个电池的电池参数的变化历史的大数据;由电池诊断系统从大数据中提取包括指示多个电池中的每个电池的电池参数的多个特征值的数据集;由电池诊断系统确定数据集的离差信息;以及由电池诊断系统基于离差信息和多个特征值来确定每个电池是否有故障。

[0024] 离差信息可以包括多个特征值的平均值和标准偏差。

[0025] 确定每个电池是否有故障可以包括:确定每个电池的偏差比,其中偏差比是感兴趣偏差与标准偏差之比,并且感兴趣偏差是平均值与特征值之间的差;确定每个电池的偏差比变化;基于在从电池组的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考变化;以及确定偏差比变化大于参考变化的每个电池。

[0026] 确定每个电池是否有故障可以包括:确定每个电池的感兴趣偏差,其中感兴趣偏差是平均值和特征值之间的差;基于在从电池组的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考系数;以及将具有大于容许极限的感兴趣偏差的每个电池确定为有故障,容许极限是参考系数乘以标准偏差。

[0027] 有益效果

[0028] 根据本公开的至少一个实施方式,可以使用被配置为代替电池管理系统执行电池管理系统的一些功能的电池诊断系统来更准确和高效地诊断包括在电池组中的每个电池中的故障。

[0029] 根据本公开的至少一个实施方式,可以使用统计分析从大数据检测(预测)每个电池中的故障,通过在电池组的整个寿命期间以时间序列累积多个电池中的每个电池的电池参数来生成和更新大数据。

[0030] 根据本公开的至少一个实施方式,可以通过基于电池组的使用历史调节多个电池之间的特性偏差的容许极限(容许范围)和/或每个电池的电池参数来提高每个电池中的故障检测的准确性。

[0031] 本公开的效果不限于上述效果,并且本领域技术人员根据所附权利要求将清楚地理解这些和其他效果。

附图说明

[0032] 附图示出了本公开的优选实施方式,并且与以下描述的本公开的详细说明一起用于提供对本公开的技术方面的进一步理解,因此本公开不应被解释为限于附图。

[0033] 图1是示意性地示出根据本公开的电力系统的配置的图。

[0034] 图2是示意性地示出图1所示的电池管理系统的电池与感测装置和保护装置之间的连接关系的图。

[0035] 图3是示例性地示出从多个电池周期性地获取的多个特性值中的时间序列变化的曲线图。

[0036] 图4和图5是在描述使用以预定时间间隔获取的数据集的离差信息来检测电池中的故障的操作时所参考的曲线图。

[0037] 图6是根据本公开的电池诊断方法的示意性流程图。

[0038] 图7是用于实现图6中的S640的根据第一实施方式的故障检测处理的示意性流程图。

[0039] 图8是用于实现图6中的S640的根据第二实施方式的故障检测处理的示意性流程

图。

具体实施方式

[0040] 在下文中,将参照附图详细描述本公开的优选实施方式。在描述之前,应当理解,在说明书和所附权利要求中使用的术语或词语不应被解释为限于一般含义和字典含义,而是基于允许发明人为了最好地解释而适当地定义术语的原理,基于与本公开的技术方面相对应的含义和概念来解释。

[0041] 因此,在此描述的実施方式和在附图中示出的图示仅仅是本公开的最优选的实施方式,而不旨在完全描述本公开的技术方面,因此应当理解,在提交本申请时可以进行各种其他等效和修改。

[0042] 除非上下文另外明确指出,否则应当理解,当在本说明书中使用术语“包括”时,术语“包括”指定所述要素的存在,但不排除一个或多个其它要素的存在或添加。此外,在整个说明书中,将进一步理解,当元件被称为“连接到”另一元件时,其可直接连接到另一元件或可存在中间元件。

[0043] 图1是示例性地示出根据本公开的电力系统的配置的图,并且图2是示例性地示出图1所示的电池管理系统的电池与感测装置和保护装置之间的连接关系的图。

[0044] 参见图1,电力系统1总体上是指包括能够输入和输出能量的电力存储装置的系统,例如机动车辆或能量存储系统。

[0045] 电力系统1包括电池包10、继电器20、电力转换装置30和电池诊断系统200。

[0046] 电池包10包括电池组BG和电池管理系统100。

[0047] 电池组BG包括串联电连接的多个电池 $B_1 \sim B_m$ (m 是2以上的自然数)。在下文中,在对多个电池 B_1 至 B_m 的共同描述中,附图标记‘B’用于指示电池。

[0048] 电池B可以包括一个电池单元或串联或并联或串联和并联的两个或更多个电池单元。电池单元可以包括能够重复再充电的任何电池单元,例如锂离子电池单元,并且不限于特定类型。

[0049] 继电器20安装在作为电池组10与电力转换装置30之间的电力路径而设置的电力线PL上。当继电器20处于接通状态时,电力可以从电池组10和电力转换装置30中的任何一个传递到另一个。继电器20可以包括至少一个已知的开关装置,例如机械接触器、场效应晶体管(FET)。电池管理系统100可根据电池组BG的状态控制继电器20在ON-OFF之间切换。

[0050] 电力转换装置30可响应于来自电池管理系统100和/或外部装置(未示出)的命令而从由电网40供应的交流电产生用于对电池组BG充电的直流电。电力转换装置30可从来自电池组10的直流电产生交流电。

[0051] 电池管理系统100测量多个电池中的每一个的电压、电流、温度或膨胀中的至少一个。电池管理系统100包括感测装置110、电流传感器114、通信装置120和控制装置130。

[0052] 感测装置110包括电压测量电路111、温度测量电路112和/或膨胀测量电路113。

[0053] 电压测量电路111包括多个电压传感器151。多个电压传感器151与多个电池以一对一的关系设置。参照图2,电压传感器151通过电压感测线电连接到相应电池B的两个端子(即,正极和负极)。电压传感器151被配置为测量电池B两端的电压,并且生成指示所测量的电压的信号。控制装置130可以基于来自电压测量电路111的信号以预设时间间隔确定

多个电池B₁~B_m中的每一个的电压。另选地,控制装置130还可以通过对多个电池B₁至B_m中的每一个的电压求和来确定电池组BG两端的电压。

[0054] 温度测量电路112包括多个温度传感器152。多个温度传感器152与多个电池以一对一的关系设置。参照图2,温度传感器152被配置为测量相应电池B的温度,并生成指示所测量的温度的信号。例如,热电偶可用作温度传感器152。控制装置130可以基于来自温度测量电路112的信号以预设时间间隔确定多个电池B₁~B_m中的每一个的温度。

[0055] 膨胀测量电路113包括多个膨胀传感器153。多个膨胀传感器153与多个电池以一对一的关系设置。膨胀传感器153被配置为测量相应电池B的膨胀程度,并产生指示所测量的膨胀程度的信号。例如,膨胀传感器153可附接到相应电池B的部分以测量作为膨胀程度的、从电池B的预定位置的初始值的位移或施加到电池B的压力。控制装置130可以以预设时间间隔基于来自膨胀测量电路113的信号确定多个电池B₁~B_m中的每一个的膨胀程度。

[0056] 电流传感器114通过电力线PL与电池组BG串联电连接。电流传感器114被配置为测量流过电池组BG的电流,并且向控制装置130输出指示所测量的电流的信号。例如,可以使用分流电阻器,霍尔效应器件等作为电流传感器114。

[0057] 控制装置130可操作地联接到继电器20、感测装置110、电力转换装置30和电池诊断系统200。可操作地联接是指两个元件之间的直接/间接连接,以在一个或两个方向上发送和接收信号。

[0058] 控制装置130可使用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理装置(DSPD)、可编程逻辑装置(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、微处理器或用于执行其它功能的电气单元中的至少一者以硬件来实施。

[0059] 控制装置130内部可以包括存储器。存储器可存储执行根据如下所述的实施方式的电池管理方法所需的程序和数据。存储器可以包括例如闪存类型、硬盘类型、固态硬盘(SSD)类型、硅盘驱动器(SDD)类型、微型多媒体卡、随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)或可编程只读存储器(PROM)中的至少一种类型的存储介质。

[0060] 控制装置130周期性地或非周期性地收集指示感测装置110的测量结果的信号。控制装置130基于收集的信号获得多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数。在说明书中,电池参数是指示可从电池B间接/直接观察到的电池状态的指标。例如,电池参数是电压、温度、膨胀程度、充电状态(SOC)、健康状态(SOH)、内阻或自放电率中的一个或至少两个的加权平均值。SOC是指电池B的剩余容量与满充电容量之比。内阻是指电池B两端的等效电阻。自放电率是指电池B在休息时每单位时间的SOC降低量(日历老化)。SOH是指电池B的满充电容量与设计容量之比。满充电容量随着时间从设计容量逐渐减小。SOC、SOH、内阻和自放电率的每一个的计算方法在本领域中是公知的,并且在此省略其详细描述。

[0061] 控制装置130可以基于电池B的电池参数选择性地执行预编程保护功能。为此,电池管理系统100可进一步包括可操作地联接到控制装置130的保护装置140。

[0062] 保护装置140包括平衡模块141或冷却模块142中的至少一个。

[0063] 平衡模块141包括多个平衡电路161。多个平衡电路161以与多个电池B₁~B_m一一对应的关系设置。参考图2,平衡电路161是开关SW和放电电阻器R的串联电路。控制装置130可接通平衡电路161的开关SW以使具有比多个电池B₁至B_m的平均电压(或平均SOC)高

预定值的电压(或SOC)的电池B放电。

[0064] 冷却模块142包括多个冷却回路162。多个冷却回路162与多个电池B₁至B_m以一对一的关系设置。参见图2,冷却回路162可以包括但不限于能够向电池B供应冷却介质的任何类型的冷却回路,例如冷却风扇和冷却泵。控制装置130可对温度(或膨胀程度)比多个电池B₁至B_m的平均温度(或平均膨胀程度)高预定值的电池B执行冷却操作。

[0065] 通信装置120可以经由有线网络或无线网络中的至少一个联接到电池诊断系统200,以执行与电池诊断系统200的双向通信。有线网络可以是例如局域网(LAN),控制器局域网(CAN)和菊花链,无线网络可以是例如蓝牙,Zigbee和wifi。通信装置120向电池诊断系统200发送通知信号。该通知信号表示电池管理系统100获取的多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数。

[0066] 结合电池管理系统100,提供电池诊断系统200以提高电池B的故障检测的准确性和效率。

[0067] 电池诊断系统200包括通信装置210、数据预处理装置220和数据分析装置230。

[0068] 通信装置210经由有线网络或无线网络中的至少一者与电池管理系统100的通信装置120执行双向通信。通信装置210从电池管理系统100收集通知信号。该通知信号指示由电池管理系统100获取的多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数。

[0069] 数据预处理装置220包括数据库221,并连接到通信装置210以从由通信装置210收集的通知信号中提取每个电池的电池参数值,并以时间序列将其记录在数据库221中。因此,由数据预处理装置220周期性地或非周期性地更新指示多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数的变化历史的大数据。数据预处理设备220可以使用诸如微处理器的数据处理设备以硬件实现。

[0070] 当数据预处理装置220更新大数据时,数据分析装置230从更新的大数据中提取包括指示多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数的多个特征值的数据集。例如,在电池参数是电压的情况下,多个特性值是多个电池B₁至B_m中的每一个电池两端的电压值的数字表示。数据分析装置230确定数据集的离差信息,并使用统计分析基于离差信息和多个特性值来确定多个电池B₁~B_m中的每一个中的故障。统计分析可以采用例如过程能力指数(C_p、C_{pk})。数据集的离差信息指示多个特征值的可变性,并且可以包括例如标准偏差、方差或范围(最大值和最小值之间的差)。数据集的离差信息还可以包括多个特征值的平均值。

[0071] 当以预定时间间隔(例如,1分钟、1小时或1天)周期性地收集通知信号时,数据分析装置230可按预定时间间隔周期性地提取数据集并确定离差信息。

[0072] 图3是示例性地示出从多个电池周期性地获取的多个特性值中的时间序列变化的曲线图。

[0073] 图3示出了在电池组BG的操作期间在特定时间段内作为电池B的特征值的SOC的时间序列变化。曲线300表示多个电池B₁~B_m的平均SOC的变化,曲线310表示电池B_i的SOC的变化(i是m或更小的自然数),曲线320表示电池B_j的SOC的变化(j是m或更小的自然数并且不同于i)。

[0074] 参见图3,时间点 t_A 和时间点 t_B 中的每一个是控制装置130获取(确定)电池B的SOC的时间点,并且在它们之间存在预定时间间隔 Δt 。在下文中,假设在当前周期中获取与时间点 t_B 相关联的每个值,并且在前一周期中获取与时间点 t_A 相关联的每个值。

[0075] 曲线300和曲线310在上述时间段内以相似的水平平缓地变化,而曲线320从时间点 t_A 和时间点 t_B 之间的某个时间点急剧地减小。因此,在对应于曲线320的电池 B_j 中发生故障(例如,内部短路)的可能性很高。然而,在时间点 t_B ,当曲线300和曲线320之间的差不是太大时,可能不能简单地基于特征值和平均值之间的差来检测电池 B_j 中的故障。

[0076] 图4和图5是在描述使用以预定时间间隔获取的数据集的离差信息来检测电池中的故障的操作时所参考的曲线图。

[0077] 图4的曲线400示出了由与图3的时间点 t_A 相关联的数据集的标准偏差和平均值定义的正态分布曲线。在图4中, $\mu[t_A]$ 表示多个电池 $B_1 \sim B_m$ 的平均SOC, $\sigma[t_A]$ 表示多个电池 $B_1 \sim B_m$ 的SOC的标准偏差,并且 $Z_j[t_A]$ 表示电池 B_j 的SOC。

[0078] 图5的曲线500示出了由与图3的时间点 t_B 相关联的数据集的标准偏差和平均值定义的正态分布曲线。在图5中, $\mu[t_B]$ 表示多个电池 $B_1 \sim B_m$ 的平均SOC, $\sigma[t_B]$ 表示多个电池 $B_1 \sim B_m$ 的SOC的标准偏差,并且 $Z_j[t_B]$ 表示电池 B_j 的SOC。

[0079] 另外,当电池管理系统100以预定时间间隔 Δt 周期性地获取电池参数时,以预定时间间隔 Δt 从大数据中重新提取数据集。即,每个周期新提取的数据集及其离差信息不同于前一周期的数据集及其离差信息。因此,为了使用数据集的变化历史来准确地检测电池B中的故障,优选地将当前周期的数据集上反映的离差信息与电池B的特征值之间的当前周期的关系与先前周期的数据集上反映的离差信息与电池B的特征值之间的先前周期的关系进行比较。

[0080] <根据第一实施方式的故障检测>

[0081] 数据分析装置230可以以预定时间间隔 Δt 确定电池 B_j 的感兴趣偏差。感兴趣偏差是包括在数据集中的多个特征值的平均值与电池B的特征值之间的差。

[0082] 在时间点 t , $D_j[t]$ 可以表示电池 B_j 在时间点 t 的感兴趣偏差。参见图4和图5,数据分析装置230可以确定电池 B_j 在对应于前一周期的时间点 t_A 处的感兴趣偏差 $D_j[t_A]$ 等于 $(\mu[t_A] - Z_j[t_A])$,并且确定电池 B_j 在对应于当前周期的时间点 t_B 处的感兴趣偏差 $D_j[t_B]$ 等于 $(\mu[t_B] - Z_j[t_B])$ 。

[0083] 随后,数据分析装置230可以确定电池 B_j 的偏差比。偏差比是感兴趣偏差与标准偏差之比。参见图4和图5,数据分析装置230可以确定电池 B_j 在时间点 t_A 处的偏差比等于 $D_j[t_A]/\sigma[t_A]$,并且确定电池 B_j 在时间点 t_B 处的偏差比等于 $D_j[t_B]/\sigma[t_B]$ 。

[0084] 随后,数据分析装置230可以确定电池 B_j 的偏差比变化。在说明书中,变量的变化(或增加、减少)是当前周期的值和前一周期的值之间的差。例如,在时间点 t_B 处,电池 B_j 的偏差比变化可以被确定为等于 $(D_j[t_B]/\sigma[t_B] - D_j[t_A]/\sigma[t_A])$ 。

[0085] 另外,独立于与偏差比及其变化相关联的计算操作,数据分析装置230可以以预定时间间隔 Δt 基于在电池组BG的充电/放电中使用的累积能量的增加来确定参考变化。累积能量的增加可以通过对电流传感器114随时间测量的充电电流值的大小和放电电流值的大小进行积分来确定。例如,当在从时间点 t_A 到时间点 t_B 的预定时间段 Δt 期间累积的充电电流值和放电电流值分别是10Ah(安培小时)和15Ah时,数据分析装置230可以将(10+15)Ah确定为时间点 t_B 处的累积能量的增加。

[0086] 数据分析装置230可以基于以预定时间间隔 Δt 确定的累积能量的增加来确定电池组BG的使用分数。使用分数是与从所述电池组的制造时间起的经过时间和所述累积能量

正相关的退化因数。例如,以下等式1可用于确定使用分数。

[0087] <等式1>

$$[0088] \quad P[t] = P[t - \Delta t] + f(\Delta E[t], \Delta t)$$

[0089] 在上述等式1中,t是当前时间点(例如, t_A), $P[t - \Delta t]$ 是前一周期的使用分数, $\Delta E[t]$ 是累积能量的增加, $f(\Delta E[t], \Delta t)$ 是使用分数的增加,并且 $P[t]$ 是当前周期的使用分数。即,通过上述等式1,通过将前一周期的使用分数和使用分数的增加相加来确定当前周期的使用分数。可以从预设函数获得 $f(\Delta E[t], \Delta t)$,以输出与 $\Delta E[t]$ 和 Δt 中的每一个正相关的值。即,以下等式2和3表示 $f(\Delta E[t], \Delta t)$, $\Delta E[t]$ 和 Δt 的示例性关系。

[0090] <等式2>

$$[0091] \quad f(\Delta E[t], \Delta t) = \Delta E[t] \times W_1 + \Delta t \times W_2$$

[0092] 在上述等式2中, W_1 和 W_2 中的每一个是具有正值的预设系数。

[0093] <等式3>

$$[0094] \quad f(\Delta E[t], \Delta t) = (\Delta E[t] + W_3)^{\Delta t \times W_4} \times W_5$$

[0095] 在上述等式3中, W_3 、 W_4 和 W_5 中的每一个是具有正值的预设系数。

[0096] 数据分析装置230可以使用与使用分数正相关的预设转换函数基于当前周期的使用分数来确定参考变化。例如,以下等式4可用于确定参考变化。

[0097] <等式4>

$$[0098] \quad K[t] = U_1 \times P[t] + U_2$$

[0099] 在上述等式4中, $K[t]$ 是时间点t处的参考变化,并且 U_1 和 U_2 中的每一个是具有正值的预设系数。

[0100] 当在时间点t处电池B的偏差比变化(或其绝对值)大于参考变化 $K[t]$ 时,数据分析装置230可以确定电池B有故障。例如,在 $t = t_B$, $(D_j[t_B]/\sigma[t_B] - D_j[t_A]/\sigma[t_A]) > K[t]$ 或 $-(D_j[t_B]/\sigma[t_B] - D_j[t_A]/\sigma[t_A]) < -K[t]$ 的情况下,电池 B_j 被确定为有故障。

[0101] <根据第二实施方式的故障检测>

[0102] 在第二实施方式中,以与第一实施方式相同的方式,数据分析装置230可以以预定时间间隔 Δt 确定电池 B_j 的感兴趣偏差、电池组BG的使用分数 $P[t]$ 和累积能量的增加 $\Delta E[t]$ 。

[0103] 数据分析装置230可以使用与使用分数正相关的预设转换函数基于当前周期的使用分数来确定参考系数。例如,以下等式5可用于确定参考系数。

[0104] <等式5>

$$[0105] \quad F[t] = Y_1 \times P[t] + Y_2$$

[0106] 在上述等式5中, $F[t]$ 是时间点t处的参考系数,并且 Y_1 和 Y_2 中的每一个是具有正值的预设系数。

[0107] 当时间点t处的电池B的感兴趣偏差(或其绝对值)大于作为参考系数 $F[t]$ 乘以标准偏差 $\mu[t]$ 的结果的容许极限时,数据分析装置230可以将电池 B_j 确定为有故障。例如,当在 $t = t_B$ 处 $D_j[t_B] > (F[t_B] \times \sigma[t_B])$ 或 $-D_j[t_B] < -(F[t_B] \times \sigma[t_B])$ 时,电池 B_j 被确定为有故障。

[0108] 虽然基于电池 B_j 描述了根据如上所述的第一和第二实施方式的故障检测,但是其可以共同应用于多个电池 $B_1 \sim B_m$ 中的每一个。即,数据分析装置230可以通过根据第一实施方式和/或第二实施方式的方法以预定时间间隔 Δt 确定多个电池 $B_1 \sim B_m$ 中的每一

个是否有故障。

[0109] 当多个电池B₁~B_m中的故障电池的数量为预定数量或更大时,数据分析装置230可使用通信装置210向电池管理系统100发送警告消息。响应于警告消息,电池管理系统100可以将电池组BG从循环状态改变为日历状态。循环状态可以是继电器20被控制为ON状态,而日历状态可以是继电器20被控制为OFF状态。

[0110] 图6是根据本公开的电池诊断方法的示意性流程图,图7是根据第一实施方式的用于实现图6中的S640的故障检测处理的示意性流程图,并且图8是根据第二实施方式的用于实现图6中的S640的故障检测处理的示意性流程图。可以从电池组BG的制造时间开始以预定时间间隔 Δt 周期性地执行图6的方法。

[0111] 参照图1至图6,在步骤S600中,通信装置210收集由电池管理系统100发送的通知信号。

[0112] 在步骤S610中,数据预处理装置220基于所收集的通知信号来更新指示多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数的变化历史的大数据。即,数据预处理装置220通过以预定时间间隔 Δt 从通知信号提取电池故障检测所需的数据来管理大数据,并以时间序列将其记录(累积)在数据库221中。

[0113] 在步骤S620中,数据分析装置230从大数据中提取包括指示多个电池B₁~B_m中的每一个的电池参数的多个特征值的数据集。

[0114] 在步骤S630中,数据分析装置230确定数据集的离差信息。离差信息可以包括在数据集中包括的多个特征值的平均值和标准偏差。周期性确定的数据集的离差信息可以另外作为大数据记录在数据库221中。

[0115] 在步骤S640中,数据分析装置230基于离差信息和多个特征值确定多个电池B₁~B_m中的每一个是否有故障。

[0116] 参照图7,根据第一实施方式的步骤S640包括步骤S710至S750。

[0117] 在步骤S710中,数据分析装置230确定多个电池B₁~B_m中的每一个的感兴趣偏差。感兴趣偏差是平均值和特征值之间的差。例如,时间点 t_B 处的电池B_j的感兴趣偏差 $D_j[t_B]$ 是 $(\mu[t_B]-Z_j[t_B])$ 。

[0118] 在步骤S720中,数据分析装置230确定多个电池B₁~B_m中的每一个的偏差比,该偏差比是感兴趣偏差与标准偏差之比。例如,时间点 t_B 处的电池B_j的偏差比为 $D_j[t_B]/\sigma[t_B]$ 。

[0119] 在步骤S730中,数据分析装置230确定多个电池B₁至B_m中的每一个的偏差比变化。例如,时间点 t_B 处的电池B_j的偏差比变化是 $(D_j[t_B]/\sigma[t_B]-D_j[t_A]/\sigma[t_A])$ 。

[0120] 在步骤S740中,数据分析装置230基于在从电池组BG的制造时间开始的充电/放电中使用的累积能量增加 $\Delta E[t]$ 来确定参考变化 $P[t]$ (见等式1至4)。

[0121] 在步骤S750中,数据分析装置230将多个电池B₁~B_m中的偏差比变化比参考变化大的每个电池确定为有故障。

[0122] 参照图8,根据第二实施方式的步骤S640包括步骤S810至S840。

[0123] 在步骤S810中,数据分析装置230确定多个电池B₁~B_m中的每一个的感兴趣偏差。步骤S810与图7的步骤S710相同。

[0124] 在步骤S820中,数据分析装置230基于在从电池组BG的制造时间开始的充电/放电

中使用的累积能量增加 $\Delta E[t]$ 来确定参考系数 $K[t]$ (见等式1至等式3和等式5)。

[0125] 在步骤S830中,数据分析装置230通过将参考系数 $K[t]$ 乘以标准偏差来确定容许极限。

[0126] 在步骤S840中,数据分析装置230将多个电池 $B_1 \sim B_m$ 中的、感兴趣偏差大于容许极限的每个电池确定为有故障。

[0127] 在步骤S650中,数据分析装置230使用通信设备210将包括多个电池 $B_1 \sim B_m$ 中被确定为有故障的每个电池的标识信息的诊断消息发送到电池管理系统100。

[0128] 以上描述的本公开的实施方式并非仅通过所述装置和方法来实现,而是可以通过执行与本公开的实施方式的配置相对应的功能的程序或其上记录有程序的记录介质来实现,并且本领域技术人员可以从之前描述的实施方式的公开中容易地实现这种实现方式。

[0129] 虽然上文已经关于有限数量的实施方式和附图描述了本公开,但是本公开不限于此,并且对于本领域技术人员而言显而易见的是,可以在本公开的技术方面和所附权利要求的等效范围内对其进行各种修改和改变。

[0130] 另外,在不脱离本公开的技术方面的情况下,本领域技术人员可以对上文中描述的本公开进行许多替换、修改和改变,本公开不受上述实施方式和附图的限制,并且可以选择性地组合一些或所有实施方式以允许各种修改。

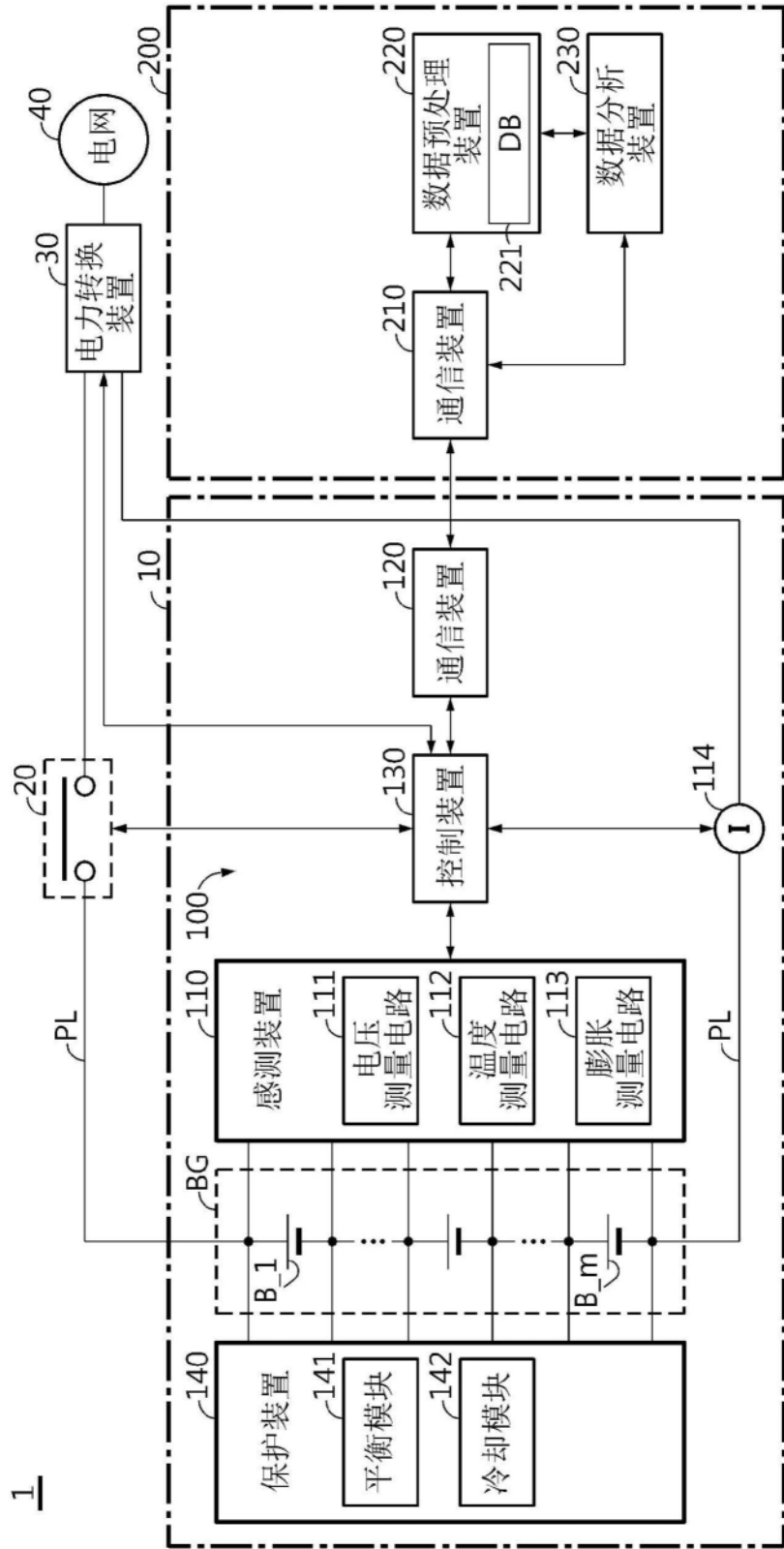


图1

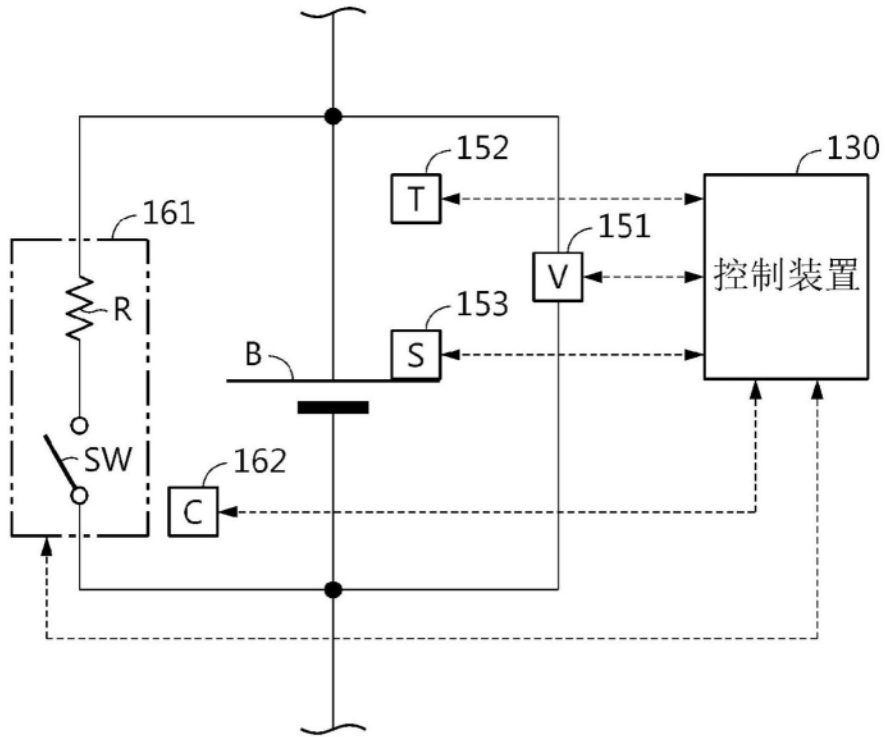


图2

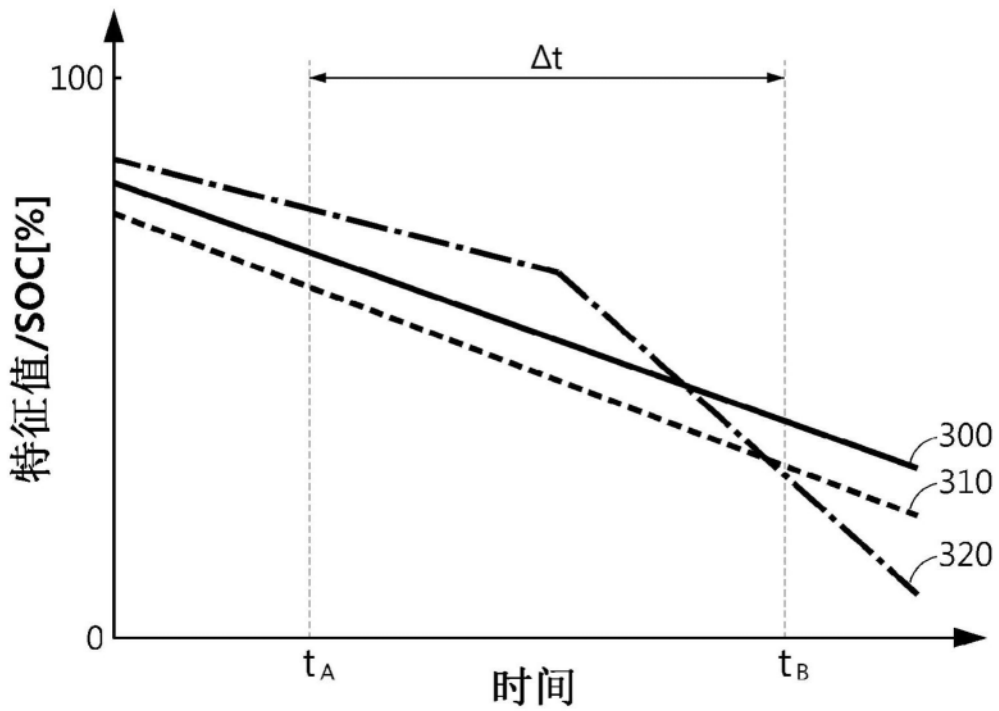


图3

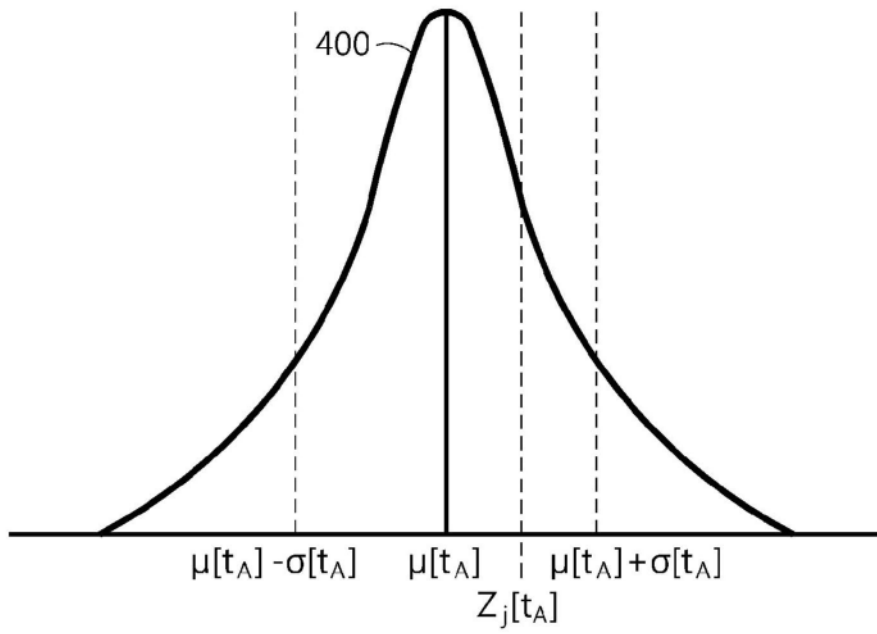


图4

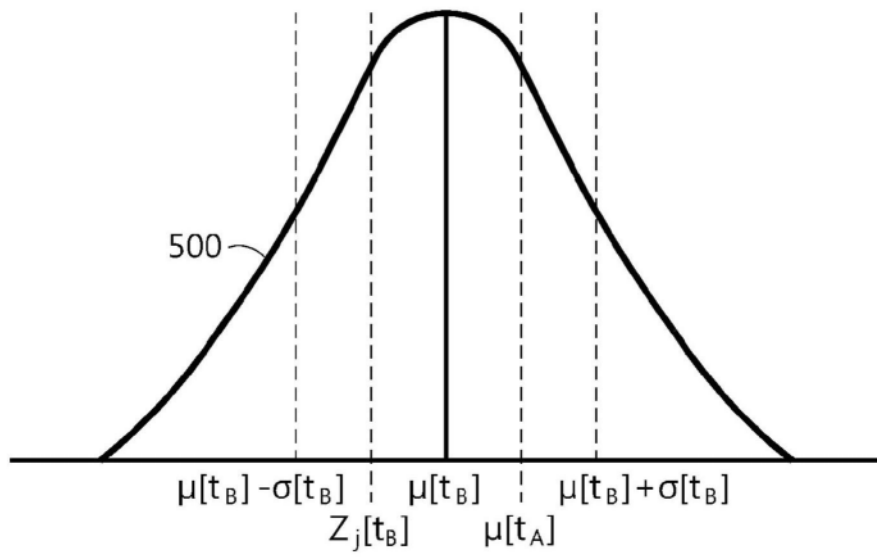


图5

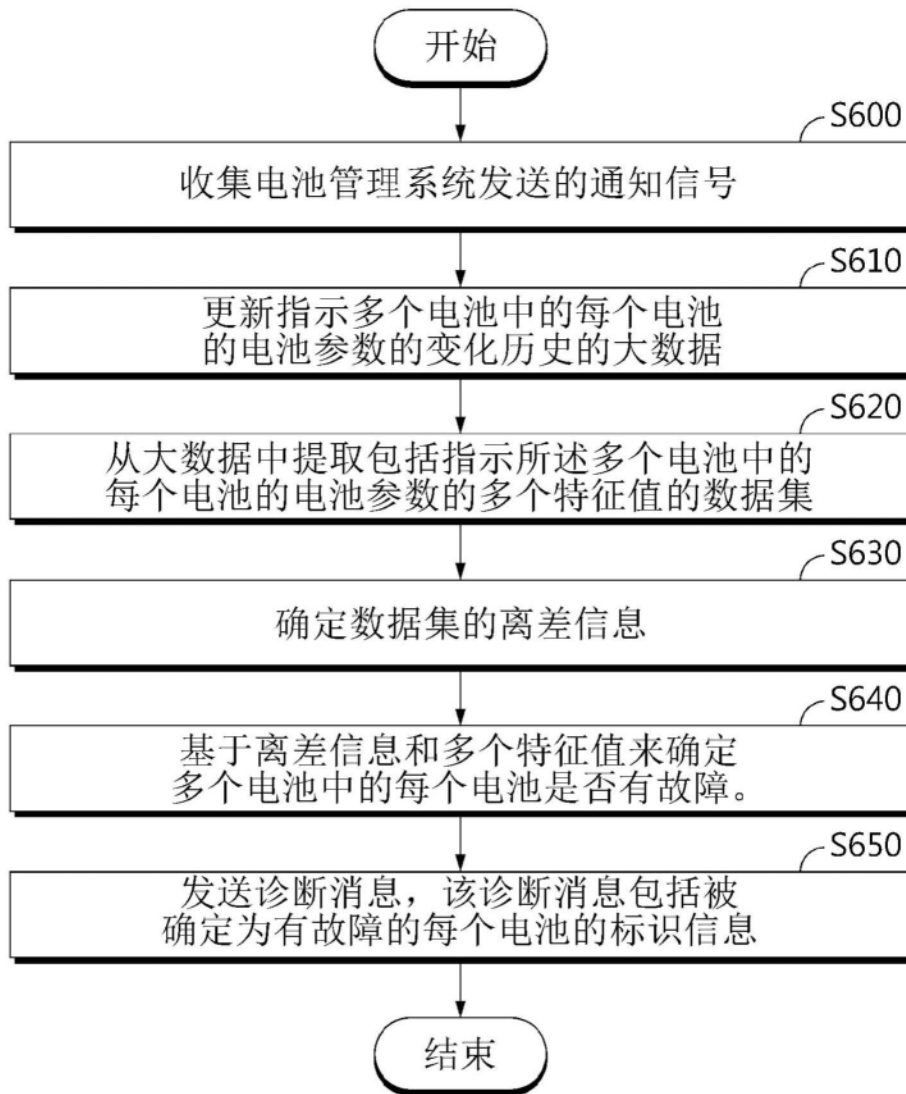


图6

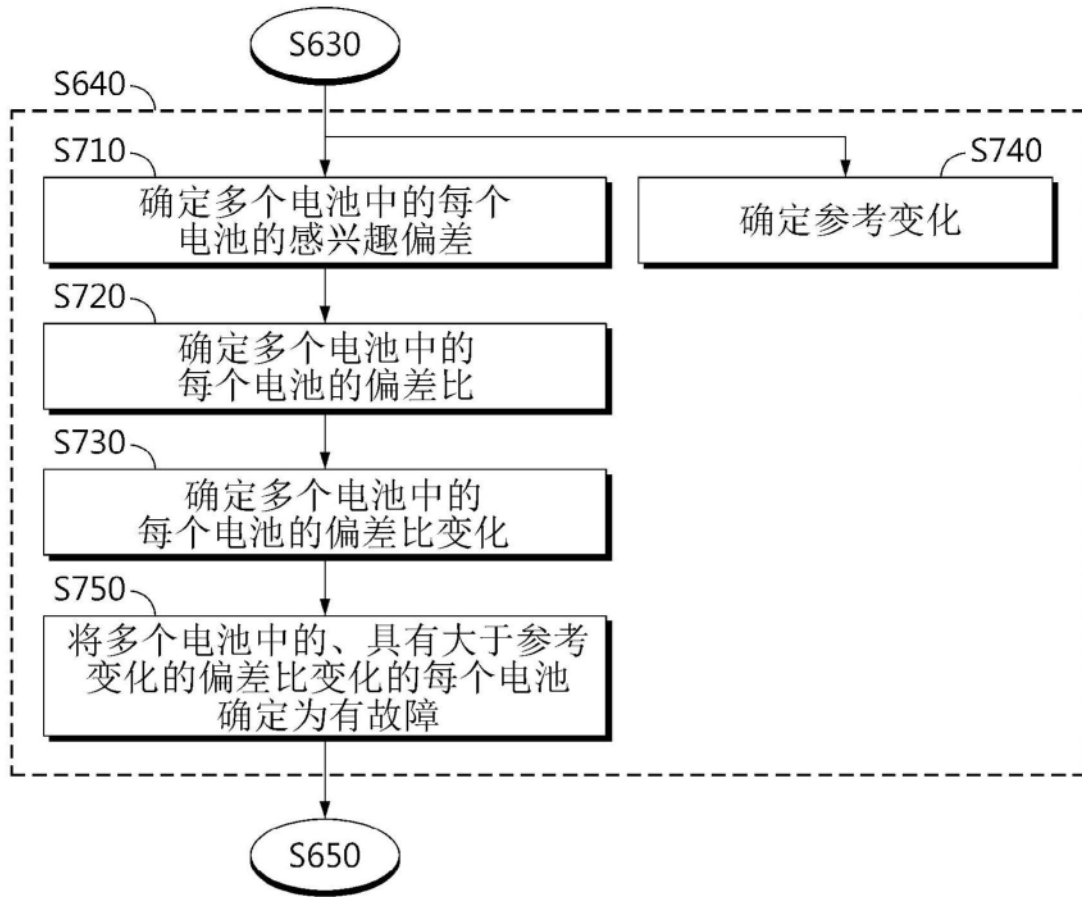


图7

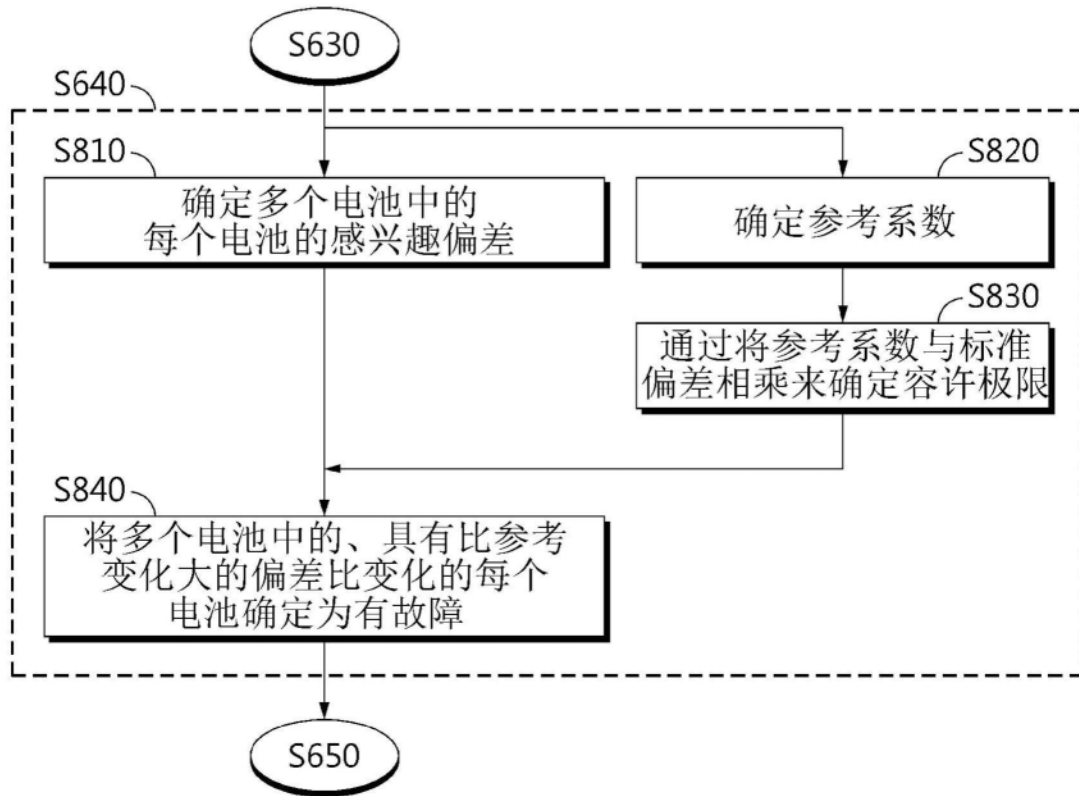


图8