



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110679056 B

(45) 授权公告日 2023.05.09

(21) 申请号 201880035326.4
 (22) 申请日 2018.11.09
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110679056 A
 (43) 申请公布日 2020.01.10
 (30) 优先权数据
 10-2017-0174361 2017.12.18 KR
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2019.11.28
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/KR2018/013670 2018.11.09
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/124738 KO 2019.06.27
 (73) 专利权人 株式会社LG新能源
 地址 韩国首尔
 (72) 发明人 林振馨 尹斗星 赵源泰 金明焕

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 专利代理师 穆森 戚传江

(51) Int.Cl.
 H02J 7/00 (2006.01)
 G01R 31/36 (2019.01)
 G01R 31/392 (2019.01)
 H01M 10/44 (2006.01)

(56) 对比文件
 JP 2011040346 A, 2011.02.24
 JP 2014011826 A, 2014.01.20
 US 2010156356 A1, 2010.06.24
 EP 2760102 A1, 2014.07.30
 JP 2013247003 A, 2013.12.09
 CN 102696143 A, 2012.09.26
 US 2016216336 A1, 2016.07.28

审查员 陆菲

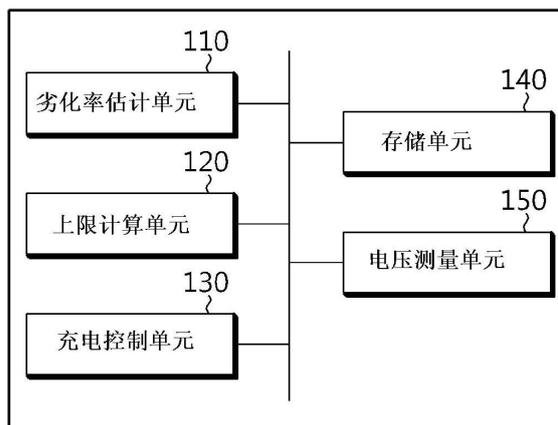
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

电池充电管理设备和方法

(57) 摘要

公开的是一种能够通过管理电池的充电来改善电池的寿命的技术。电池充电管理装置包括：劣化率估计单元，其被配置为估计二次电池的劣化率；上限计算单元，其被配置为基于由劣化率估计单元估计的劣化率来计算充电上限电压；充电控制单元，其被配置为控制二次电池的充电从而二次电池仅被充电至由上限计算单元计算的充电上限电压；和存储单元，其被配置为存储操作劣化率估计单元、上限计算单元和充电控制单元中的至少一个所需的信息。



1. 一种电池充电管理设备,包括:

劣化率估计单元,所述劣化率估计单元被配置为估计二次电池的劣化率;

上限计算单元,所述上限计算单元被配置为基于由所述劣化率估计单元估计的劣化率来计算充电上限电压;

充电控制单元,所述充电控制单元被配置为控制所述二次电池的充电从而所述二次电池仅被充电至由所述上限计算单元计算的所述充电上限电压;和

存储单元,所述存储单元被配置为存储操作所述劣化率估计单元、所述上限计算单元和所述充电控制单元中的至少一个所需的信息,

其中,所述存储单元存储正电极完全充电初始电势、每个劣化率下的根据放电容量的正电极基准电势分布以及根据所述放电容量的全电池基准电势分布,所述正电极完全充电初始电势是在电池未劣化的生命开始状态下的正电极完全充电电势,并且

其中,所述上限计算单元提取与当前劣化率相对应的根据所述放电容量的正电极基准电势分布和根据所述放电容量的全电池基准电势分布,并基于所提取的正电极基准电势分布和所提取的全电池基准电势分布来计算所述充电上限电压。

2. 根据权利要求1所述的电池充电管理设备,

其中,所述上限计算单元计算所述充电上限电压,使得即使所述二次电池的劣化率增加,所述二次电池的正电极完全充电电势也被维持在预定范围内。

3. 根据权利要求1所述的电池充电管理设备,

其中,所述上限计算单元计算所述充电上限电压,使得所述充电上限电压随着所述二次电池的劣化率增加而降低。

4. 根据权利要求1所述的电池充电管理设备,

其中,所述上限计算单元将正电极完全充电初始电势与在当前劣化率下的正电极完全充电基准电势进行比较,并通过使用所述比较结果来计算所述充电上限电压。

5. 根据权利要求4所述的电池充电管理设备,

其中,所述存储单元存储所述正电极完全充电初始电势和在每个劣化率下的正电极完全充电基准电势。

6. 根据权利要求1所述的电池充电管理设备,

其中,所述上限计算单元从所提取的正电极基准电势分布计算与所述正电极完全充电初始电势相对应的放电容量,并且将在所提取的全电池基准电势分布处与所计算的放电容量相对应的电压计算为所述充电上限电压。

7. 根据权利要求1所述的电池充电管理设备,还包括:

电压测量单元,所述电压测量单元被配置为测量所述二次电池的电压,

其中,所述充电控制单元通过将由所述电压测量单元测量的所述电压测量信息与由所述上限计算单元计算的所述充电上限电压进行比较来控制所述二次电池的充电。

8. 一种电池组,包括根据权利要求1至7中任一项所述的电池充电管理设备。

9. 一种车辆,包括根据权利要求1至7中任一项所述的电池充电管理设备。

10. 一种电池充电管理方法,包括:

存储正电极完全充电初始电势、每个劣化率下的根据放电容量的正电极基准电势分布以及根据所述放电容量的全电池基准电势分布,所述正电极完全充电初始电势是在电池未

劣化的生命开始状态下的正电极完全充电电势；

估计二次电池的劣化率；

基于在劣化率估计步骤中估计的劣化率计算充电上限电压；并且

控制所述二次电池的充电，使得所述二次电池仅被充电至在充电上限电压计算步骤中计算的所述充电上限电压，

其中计算所述充电上限电压包括：

提取与当前劣化率相对应的根据所述放电容量的正电极基准电势分布和根据所述放电容量的全电池基准电势分布，并且

基于所提取的正电极基准电势分布和所提取的全电池基准电势分布来计算所述充电上限电压。

电池充电管理设备和方法

技术领域

[0001] 本申请要求于2017年12月18日在大韩民国提交的韩国专利申请No.10-2017-0174361的优先权,其公开内容通过引用结合于此。

[0002] 本公开涉及一种用于管理电池的技术,并且更具体地,涉及一种能够通过管理电池的充电来改善电池的寿命的技术。

背景技术

[0003] 通常,与不可再次充电的一次电池不同,二次电池是能够充电和放电的电池,并且广泛用在机动车辆和诸如移动电话、笔记本计算机、无人机、机器人等的电子装置中。特别地,锂二次电池具有比镍镉电池或镍氢电池更高的容量,并且具有每单位重量的高能量密度。因此,锂二次电池被越来越多地利用。

[0004] 锂二次电池主要分别地使用锂基氧化物和碳质材料作为正电极活性材料和负电极活性材料。锂二次电池包括:电极组件,在该电极组件中,在分隔件被置于其间的情况下,置放分别涂覆有正电极活性材料和负电极活性材料的正电极板和负电极板;和与电解质一起地用于密闭地容纳该电极组件的外部。

[0005] 二次电池通过电化学氧化和还原反应产生电能。然而,在初始制造时二次电池的容量,即处于BOL(生命开始)状态中的容量没有得到维持,并且随着时间而降低。特别地,如果在某些条件下长时间使用二次电池,则二次电池的电力供应可能突然停止。在这种情况下,配备有二次电池的系统无法执行其功能,这可能会引起严重的问题。

[0006] 二次电池的电力故障可能由于各种原因而发生,并且主要原因是由在电解质和电极之间的氧化或还原反应引起的溶剂和盐的还原。特别地,随着二次电池的劣化,在正电极和负电极之间发生平衡偏移,并且该平衡偏移加速了在电解质和电极之间的反应,从而使二次电池更快地劣化。

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 本公开被设计成解决相关技术的问题,并且因此,本公开旨在提供一种二次电池充电管理设备和方法,其可以通过减少在电解质和电极之间的反应来延迟二次电池的劣化。

[0009] 本公开的这些和其他目的与优点可以从下面的详细描述而得到理解,并且从本公开的示例性实施例将变得更加显而易见。而且,将容易理解,本公开的目的和优点可以通过在所附权利要求及其组合中示出的装置来实现。

[0010] 技术方案

[0011] 在本公开的一个方面,提供了一种电池充电管理设备,包括:劣化率估计单元,其被配置为估计二次电池的劣化率;上限计算单元,其被配置为基于由劣化率估计单元估计的劣化率来计算充电上限电压;充电控制单元,其被配置为控制二次电池的充电从而二次

电池仅被充电至由上限计算单元计算的充电上限电压；和存储单元，其被配置为存储操作劣化率估计单元、上限计算单元和充电控制单元中的至少一个所需的信息。

[0012] 这里，上限计算单元可以计算充电上限电压，使得即使二次电池的劣化率增加，二次电池的正电极完全充电电势也被维持在预定范围内。

[0013] 此外，上限计算单元可以计算充电上限电压，使得充电上限电压随着二次电池的劣化率增加而降低。

[0014] 此外，上限计算单元可以将正电极完全充电初始电势与在当前劣化率下的正电极完全充电基准电势进行比较，并通过使用比较结果来计算充电上限电压。

[0015] 此外，存储单元可以存储正电极完全充电初始电势和在每个劣化率下的正电极完全充电基准电势。

[0016] 此外，存储单元可以存储正电极完全充电初始电势、每个劣化率下的根据放电容量的正电极基准电势分布以及根据放电容量的全电池 (full cell) 基准电势分布，并且上限计算单元可以提取与当前劣化率相对应的根据放电容量的正电极基准电势分布和根据放电容量的全电池基准电势分布，并基于所提取的正电极基准电势分布和所提取的全电池基准电势分布来计算充电上限电压。

[0017] 此外，上限计算单元可以从所提取的正电极基准电势分布计算与正电极完全充电初始电势相对应的放电容量，并且将在所提取的全电池基准电势分布处与计算的放电容量相对应的电压计算为充电上限电压。

[0018] 此外，电池充电管理设备还可以包括：电压测量单元，其被配置为测量二次电池的电压，并且充电控制单元可以通过将由电压测量单元测量的电压测量信息与由上限计算单元计算的充电上限电压进行比较来控制二次电池的充电。

[0019] 此外，在本公开的另一个方面，还提供一种包括根据本公开的电池充电管理设备的电池组。

[0020] 此外，在本公开的另一个方面，还提供一种包括根据本公开的电池充电管理设备的车辆。

[0021] 在本公开的另一个方面，还提供一种二次电池充电管理方法，包括：估计二次电池的劣化率；基于在劣化率估计步骤中估计的劣化率计算充电上限电压；并且控制二次电池的充电，使得二次电池仅被充电至在充电上限电压计算步骤中计算的充电上限电压。

[0022] 有利效果

[0023] 根据本公开，可以通过控制二次电池的充电来有效地延迟二次电池的劣化。

[0024] 因此，根据本公开，改善了二次电池的寿命，从而促进了长寿命二次电池的发展。

[0025] 特别地，根据本公开的方面，可以抑制由于在正电极和电解质之间的副反应而加速二次电池的劣化。

附图说明

[0026] 附图示意本公开的优选实施例，并且与前述公开一起，用于提供对本公开的技术特征的进一步理解，并且因此，本公开不应解释为限于附图。

[0027] 图1是概略地示出根据本公开的实施例的电池充电管理设备的功能配置的框图。

[0028] 图2是示出当传统电池被充电时根据劣化的二次电池的电势改变的示例的曲线

图。

[0029] 图3是示出图2的部分A1的放大视图。

[0030] 图4是示出当使用根据本公开的实施例的电池充电管理设备来控制充电时根据劣化的二次电池的电势改变的示例的曲线图。

[0031] 图5是示出图4的部分A2的放大视图。

[0032] 图6是概略地示出根据劣化率的正电极完全充电电势和充电上限电压的大小改变的曲线图,比较地呈现了根据本公开的示例和根据现有技术的比较示例。

[0033] 图7是概略地示出根据本公开的实施例的存储单元针对几个劣化率存储根据放电容量的全电池基准电势分布的曲线图。

[0034] 图8是概略地示出根据本公开的实施例的存储单元针对几个劣化率存储根据放电容量的全电池基准电势分布的曲线图。

[0035] 图9是概略地示出根据本公开的实施例的用于计算充电上限电压的配置的图。

[0036] 图10是用于概略地示意根据本公开的实施例的电池充电管理方法的流程图。

具体实施方式

[0037] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的优选实施例。在描述之前,应该理解,在说明书和所附权利要求书中使用的术语不应被解释为限于一般含义和词典含义,而应基于允许发明人为最佳解释适当定义术语的原则,基于与本公开的技术方面相对应的含义和概念来解释。

[0038] 因此,本文提出的描述仅是出于示意的目的的优选示例,而非旨在限制本公开的范围,因此应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可以对其进行其他等同和修改。

[0039] 根据本公开的电池充电管理设备可以是用于管理包括诸如电池组或电池模块的二次电池的电池的充电的设备。这里,电池可以具有一个或多个二次电池。

[0040] 图1是概略地示出根据本公开的实施例的电池充电管理设备的功能配置的框图。

[0041] 参考图1,根据本公开的电池充电管理设备可以包括劣化率估计单元110、上限计算单元120、充电控制单元130和存储单元140。

[0042] 劣化率估计单元110可以估计设置在电池处的二次电池的劣化率。在生命开始(BOL)的二次电池的初始容量可能无法维持原样,并且容量可能随着时间降低。特别地,不仅在充电和放电时,而且在仅被存储时,二次电池的容量可能降低。二次电池的容量的降低可以被定量地计算为劣化率。劣化率或劣化程度可以由当前状态下的容量减少与BOL状态下的容量的比率来定义。

[0043] 劣化率估计单元110可以以各种方式来估计二次电池的劣化率。通常,劣化率估计单元110可以通过计算容量减少来估计二次电池的劣化率。例如,劣化率估计单元110可以通过测量二次电池的容量并且将当前测量的容量与BOL容量进行比较以计算在当前测量的容量和BOL容量之间的差异来估计二次电池劣化率。这里,也可以由劣化率估计单元110以各种方式来测量二次电池的容量。例如,劣化率估计单元110可以通过在二次电池被完全地放电时对二次电池进行完全充电并累积在完全充电过程期间流入二次电池中的充电电流来测量二次电池的容量。

[0044] 可替代地,劣化率估计单元110可以基于根据各种操作条件而预定的劣化程度分

布信息来估计二次电池的劣化率。例如,存储单元140等可以预先根据二次电池的各种操作条件定义并存储多个劣化率分布。例如,存储单元140可以预先存储根据充电状态(SOC)、温度、C率等的多个劣化率分布。在这种情况下,劣化率估计单元110可以从存储单元140提取满足实际二次电池实际操作的条件的劣化率分布,并且根据所提取的劣化率分布来估计当前二次电池的劣化率。

[0045] 可替代地,劣化率估计单元110可以对二次电池的充电和放电循环的数目进行计数,并且根据充电和放电循环的数目来估计劣化率。可替代地,劣化率估计单元110可以连续地累积电池的充电和放电电流,并且根据累积的充电和放电电流的大小来估计劣化率。可替代地,劣化率估计单元110可以测量二次电池的内阻,并且根据所测量的内阻的大小来估计二次电池的劣化率。

[0046] 此外,劣化率估计单元110可以通过使用在提交该申请时在本领域中已知的各种劣化率估计方法或SOH(健康状态)估计方法来估计二次电池的劣化率。

[0047] 如果估计了二次电池的劣化率,则劣化率估计单元110可以将所估计的劣化率信息传输到根据本公开的电池充电管理设备的其他部件。特别地,劣化率估计单元110可以将劣化率估计信息传输到上限计算单元120。

[0048] 上限计算单元120可以从劣化率估计单元110接收劣化率估计信息,并基于所接收的劣化率估计信息来计算二次电池或电池的充电上限电压。也就是说,上限计算单元120可以根据二次电池的劣化率来改变充电上限电压的计算结果。

[0049] 例如,当从劣化率估计单元110所接收的二次电池的劣化率是 d_1 时,上限计算单元120可以将充电上限电压计算为 VL_1 。另外,当在一定时间之后从劣化率估计单元110所接收的二次电池的劣化率为 d_2 ($d_1 < d_2$) 时,上限计算单元120可以将充电上限电压计算为 VL_2 ($VL_1 \neq VL_2$)。

[0050] 如果如上计算出充电上限电压,则上限计算单元120可以将关于所计算的充电上限电压的信息传输到根据本公开的电池充电管理设备的其他部件。特别地,上限计算单元120可以将充电上限电压信息传输到充电控制单元130。而且,上限计算单元120可以将充电上限电压信息传输到存储单元140,使得该值被临时或连续地存储。在这种情况下,上限计算单元120可以与劣化率相对应地将充电上限电压信息存储在存储单元140中。

[0051] 充电控制单元130可以从上限计算单元120接收充电上限电压信息。另外,充电控制单元130可以根据所接收的充电上限电压来控制二次电池的充电,即,电池的充电。特别地,充电控制单元130可以控制二次电池的充电,使得二次电池仅被充电至充电上限电压。也就是说,充电控制单元130可以控制二次电池的充电,使得二次电池的电压不超过充电上限电压。例如,如果由上限计算单元120计算的充电上限电压是 VL_1 ,则当二次电池被充电时,充电控制单元130可以允许二次电池仅被充电至电压 VL_1 。

[0052] 当二次电池被充电时,充电控制单元130可以以各种方式允许二次电池仅被充电至充电上限电压。例如,充电控制单元130可以允许根据充电上限电压以恒定电压(CV)对二次电池进行充电。可替代地,当二次电池被充电时,如果二次电池的电压达到充电上限电压,则充电控制单元130可以切断充电开关,从而充电电流不被供应到二次电池。

[0053] 存储单元140可以存储根据本公开的电池充电管理设备的每个部件执行操作所需的各种信息。也就是说,存储单元140可以存储劣化率估计单元110、上限计算单元120和充

电控制单元130中的至少一个执行操作所需的信息。例如,存储单元140可以存储用于劣化率估计单元110、上限计算单元120和/或充电控制单元130执行操作的各种程序信息。可替代地,存储单元140可以存储关于由劣化率估计单元110、上限计算单元120和/或充电控制单元130执行的操作的的结果的信息。可替代地,存储单元140可以存储劣化率估计单元110、上限计算单元120和/或充电控制单元130执行操作所需的各种参考信息。

[0054] 存储单元140可以被实现为闪存类型、硬盘类型、固态硬盘(SSD)类型、固态硬盘驱动器(SDD)类型、多媒体卡微型类型、RAM、SRAM、ROM、EEPROM和PROM中的至少一个,但是本公开不一定限于存储单元140的以上具体形式。

[0055] 优选地,上限计算单元120可以计算充电上限电压,使得即使二次电池的劣化率增加,二次电池的正电极完全充电电势也被维持在一定范围内。这里,正电极完全充电电势可以被视为当二次电池处于完全充电状态中时——即,当二次电池的SOC为100%时——的正电极电势。

[0056] 这里,可以以各种方式测量或估计正电极电势。例如,如果二次电池除了正电极端子和负电极端子之外还包括基准电极端子,则可以通过测量在正电极端子和基准电极端子之间的电势差来发现正电极电势。可替代地,如果二次电池不包括基准电极端子,则可以以很多其他方式来估计正电极电势。例如,根据放电量(与完全充电相比的放电容量)或SOC的正电极电势变化分布被预先存储在存储单元140中,并且可以基于存储的变化分布信息对每个放电量或SOC估计正电极电势。

[0057] 同时,可以由上限计算单元120或电压测量单元150等来执行用于测量或估计正电极电势的操作,这将在稍后解释。

[0058] 通常,随着锂二次电池劣化,正电极电势可能被改变。也就是说,根据二次电池的劣化程度,即使在相同的放电量或相同的SOC状态下,正电极电势也可能不同。将参考图2和3更详细地描述该现象。

[0059] 图2是示出当传统电池被充电时根据劣化的二次电池的电势改变的示例的曲线图。图2的曲线图可以被视为在发生约10Ah的平衡偏移的状态下的电势分布。而且,图3是示出图2的部分A1的放大视图。

[0060] 在图2和3中,水平轴(x轴)表示二次电池的放电量。由于放电量在向右方向上增加,因此该轴可以被视为对应于SOC。也就是说,可以认为SOC在水平轴的向右方向上减小。而且,在图2和3中,垂直轴(y轴)表示开路电势。

[0061] 图2和3示出在二次电池劣化之前和之后的正电极电势、负电极电势和全电池电势(电压)。也就是说,劣化之前的每个电势用虚线指示,并且劣化之后的每个电势用实线指示。特别地,术语“劣化之前”可以表示电池的初始状态,即BOL状态。这里,全电池电势由在正电极电势和负电极电势之间的差异表示,该差异可以被表达为全电池电势、总电压或总电势。更具体地,在图2和3中,劣化之前的正电极电势由 V_{0+} 表示,劣化之后的正电极电势由 V_{0+}' 表示,劣化之前的全电池电势由 V_0 表示,并且劣化之后的全电池电势由 V_0' 表示。另外,在图2中,劣化之前的负电极电势由 V_{0-} 表示,并且劣化之后的负电极电势由 V_{0-}' 表示。

[0062] 参考图2和3,可以理解,在典型的电池的情况下,随着劣化的进行,正电极电势增加而负电极电势和全电池电势降低。另外,可以理解,全电池完全充电电势与4.2V大致相同,但是在劣化之后,随着放电的进行,全电池电势进一步降低。而且,参考图3,可以理解,

劣化之后的正电极电势分布(曲线图)在劣化之前的正电极电势分布(曲线图)上方。因此,可以认为:基于相同的放电量,劣化之后的正电极电势比劣化之前的正电极电势更大。特别地,在水平轴线在此处为零的点处的正电极电势可以被认为是正电极完全充电电势,并且可以理解,随着劣化的进行,正电极完全充电电势增加。例如,在图3的曲线图中,正电极完全充电电势在劣化之前为约4.28V,但在劣化之后增加到约4.30V。

[0063] 如上所述,在传统电池充电控制条件下,随着劣化的进行,正电极完全充电电势进一步增加。然而,根据本公开的电池充电管理设备可以允许将正电极完全充电电势被维持在一定范围内。特别地,即使劣化率增加,上限计算单元120也可以允许二次电池的正电极完全充电电势被维持在一定范围内而不连续地增加。将参考图4至6更详细地描述本发明的这种配置。

[0064] 图4是示出当使用根据本公开的实施例的电池充电管理设备来控制充电时根据劣化的二次电池的电势改变的示例的曲线图。与图2类似,图4的曲线图也可以被视为在发生约10Ah的平衡偏移的状态下的电势分布。另外,图5是示出图4的部分A2的放大视图。

[0065] 在图4和5中,水平轴和垂直轴与图2和3类似地形成。而且,在图4和5中,劣化之前的每个电势由虚线指示,并且劣化之后的每个电势由实线指示。更具体地,劣化之前的正电极电势由 $V1+$ 表示,劣化之后的正电极电势由 $V1+'$ 表示,劣化之前的全电池电势由 $V1$ 表示,并且劣化之后的全电池电势由 $V1'$ 表示。另外,在图4和5中,劣化之前的负电极电势由 $V1-$ 表示,并且劣化之后的负电极电势由 $V1-'$ 表示。而且,在这种情况下,术语“劣化之前”可以意味着电池的初始状态,即BOL状态。

[0066] 参考图4和5,劣化之后的正电极电势($V1+'$)与劣化之前的正电极电势($V1+$)几乎类似。此外,参考图5,与图3不同,即使二次电池劣化,劣化之后的正电极电势分布(曲线图)也不高于劣化之前的正电极电势分布,并且以类似的量级被显示。

[0067] 由于二次电池的正电极完全充电电势被维持在一定范围内,因此即使在劣化之后正电极电势分布也可以具有类似的大小。例如,即使劣化进行,正电极完全充电电势也可以具有与在BOL状态下的正电极完全充电电势(或基准完全充电电势)相同的值,或者具有小于0.1V的差异。更具体地,见图5的曲线图,正电极完全充电电势在劣化之前的状态下——即在BOL状态下——约为4.28V,并且即使在劣化之后的状态下也约为4.28V。

[0068] 如上所述,正电极完全充电电势可以等于基准完全充电电势或被维持在与基准完全充电电势的一定差异内,并且可以通过在完全充电期间控制全电池电势来实现该配置。特别地,在本公开中,上限计算单元120计算充电上限电压,并且此时,可以通过调节充电上限电压的计算值来在完全充电时控制全电池电势。也就是说,上限计算单元120可以根据劣化来改变充电上限电压的计算值,使得二次电池的正电极完全充电电势等于BOL状态下的基准完全充电电势或在与BOL状态下的基准完全充电电势的一定差异内。

[0069] 例如,在图5的曲线图中,为了在劣化之后将正电极完全充电电势($V1+'$)恒定地保持为约4.28V,全电池完全充电电势($V1'$)应该从4.2V被降低至约4.18V。为此,上限计算单元120可以将充电上限电压计算为约4.18V。因此,全电池完全充电电势可以为4.18V,并且正电极完全充电电势可以被维持为约4.28V,这与劣化之前的类似。

[0070] 还优选地,上限计算单元120可以计算充电上限电压,使得充电上限电压随着劣化率增加而降低。将参考图6对此进行更详细地描述。

[0071] 图6是概略地示出根据劣化率的正电极完全充电电势和充电上限电压的大小改变的曲线图,比较地呈现了根据本公开的示例和根据现有技术的比较示例。

[0072] 在图6中,水平轴可以被视为将劣化率表示为容量损失,并且垂直轴表示处于完全充电状态(SOC 100%)下的OCV(开路电压)。而且,虚线是根据现有技术的比较示例的曲线图,其中 V_{0_f+} 表示正电极完全充电电势,并且 $V_{0_{max}}$ 表示充电上限电压。另外,实线是根据本公开的示例的曲线图,其中 V_{1_f+} 表示正电极完全充电电势,并且 $V_{1_{max}}$ 表示充电上限电压。

[0073] 见图6的虚线,如果类似于根据现有技术的充电控制配置,即使劣化率增加充电上限电压($V_{0_{max}}$)也维持恒定,则正电极完全充电电势(V_{0_f+})可能示出随着劣化率增加而逐渐增加的图案。同时,如图6中的实线所示,如果根据本公开的充电控制配置,充电上限电压($V_{1_{max}}$)随着劣化率增加而逐渐减小,则正电极完全充电电势(V_{1_f+})可以示出即使劣化进行也被维持恒定或处于一定范围内的图案。特别地,在本公开中,充电上限电压由上限计算单元120计算,并且当计算充电上限电压时,上限计算单元120可以随着劣化率增加而逐渐减小充电上限电压。

[0074] 同时,通过比较图3和5的曲线图,也可以清楚地理解以上配置。也就是说,在图3的曲线图中,在劣化之前和之后,充电上限电压维持恒定,使得全电池完全充电电势与约4.2V相同。同时,在图5的曲线图中,劣化之后的全电池完全充电电压低于劣化之前的全电池完全充电电压,这是因为上限计算单元120根据劣化将充电上限电压确定为低。另外,由于全电池完全充电电压的降低,可以认为在劣化之前和之后,正电极完全充电电势被测量为类似的大小。

[0075] 还优选地,上限计算单元120可以将当前劣化率下的正电极完全充电基准电势与用于二次电池的正电极完全充电初始电势进行比较。另外,上限计算单元120可以通过使用比较结果来计算充电上限电压。

[0076] 这里,当前劣化率下的正电极完全充电基准电势可以被视为在不执行根据本公开的充电上限电压控制的状态下的正电极完全充电电势。换句话说,当前劣化率下的正电极完全充电基准电势可以被视为如在传统情况中那样,当即使劣化进行全电池完全充电电势也维持恒定时,可以在当前劣化率的水平中形成的正电极完全充电电势。另外,正电极完全充电初始电势可以被视为在电池的劣化率为0%的状态下——即,在电池未劣化的BOL状态下——的正电极完全充电电势。例如,如果图3的曲线图所示在劣化之后的正电极电势是与当前要测量的时间点相同的劣化率下的正电极电势,则正电极完全充电基准电势可以为约4.30V,并且正电极完全充电初始电势可以为约4.28V。在这种情况下,上限计算单元120可以通过将4.28V的正电极完全充电初始电势与4.30V的正电极完全充电基准电势进行比较来计算充电上限电压。

[0077] 这里,存储单元140可以存储正电极完全充电初始电势和每个劣化率下的正电极完全充电基准电势。例如,在图3的曲线图中,正电极完全充电初始电势为4.28V,并且因此存储单元140可以将4.28V存储为正电极完全充电初始电势值。另外,存储单元140可以存储每个劣化率下的正电极完全充电基准电势。例如,当二次电池的劣化率是10%、20%、30%、40%、……时,存储单元140可以存储每个劣化率下的对应正电极完全充电基准电势。作为更具体的示例,存储单元140可以分别将当二次电池的劣化率是10%、20%、30%、40%、……时正电极完全充电基准电势存储为4.29V、4.30V、4.31V、4.32V、……。在这种情

况下,上限计算单元120可以接收通过劣化率估计单元110的关于二次电池的劣化率的信息,并从存储单元140读取根据所接收的劣化率信息的对应正电极完全充电基准电势。

[0078] 还优选地,存储单元140可以存储正电极完全充电初始电势、每个劣化率下的根据放电容量的正电极基准电势分布和根据放电容量的全电池基准电势分布。

[0079] 这里,如上所述,正电极基准电势可以是当未执行根据本公开的充电控制时可以形成的正电极电势。也就是说,在本公开中,充电上限电压可以随着劣化进行而改变,但是正电极基准电势可以是当充电上限电压被维持恒定而不改变时出现的正电极电势。另外,根据放电容量的正电极基准电势分布可以指示其中正电极基准电势随着放电容量改变——即,SOC改变——而改变的图案。根据放电容量的正电极基准电势分布可以以曲线或直线的形式表达。例如,图3中的在劣化之后的正电极电势(V^+)可以被视为一种正电极基准电势分布。

[0080] 存储单元140可以存储在二次电池的每个劣化率下的根据放电容量的正电极基准电势分布。图7是概略地示出根据本公开的实施例的存储单元140针对几个劣化率存储根据放电容量的全电池基准电势分布的曲线图。在图7中,每个曲线图中的数字表示二次电池的劣化率。

[0081] 参考图7,每当二次电池的劣化率是0%、10%、20%、30%、40%、……时,存储单元140可以预先存储与每个劣化率相对应的放电容量-正电极基准电势分布。例如,图3中的在劣化之后的正电极电势(V_0^+)的曲线图可以是对应于任何一个劣化率的根据放电容量的正电极基准电势分布。另外,存储单元140可以针对各种劣化率以不同的形式存储曲线图。

[0082] 针对每个劣化率的根据放电容量的正电极基准电势分布可以预先在每个劣化率下被实验性地测量,并被存储在存储单元140中。

[0083] 另外,全电池基准电势可以是当未执行本公开的充电控制时可以形成的全电池电势。也就是说,全电池基准电势可以是尽管劣化率改变而充电上限电压维持恒定时——即,全电池完全充电电压维持恒定时——发现的全电池电势。另外,根据放电容量的全电池基准电势分布可以示出全电池基准电势随着放电容量改变而改变的形式。根据放电容量的这种全电池基准电势分布也可以以曲线或直线的形式表达。例如,如在图3中描绘的在劣化之后的全电池电势(V_0')的曲线图可以是全电池基准电势分布。

[0084] 特别地,存储单元140可以针对二次电池的每个劣化率存储根据放电容量的全电池基准电势分布。

[0085] 图8是概略地示出根据本公开的实施例的存储单元140针对几个劣化率存储根据放电容量的全电池基准电势分布的曲线图。在图8中,每个曲线图中的数字表示二次电池的劣化率。

[0086] 参考图8,每当二次电池的劣化率是0%、10%、20%、30%、40%、……时,存储单元140可以预先存储与每个劣化率相对应的放电容量-全电池基准电势分布。例如,图3中的在劣化之后的全电池电势(V_0')的曲线图可以是对应于任何一个劣化率的根据放电容量的全电池基准电势分布。另外,存储单元140可以针对各种劣化率以不同的形式存储曲线图。

[0087] 针对每个劣化率的根据放电容量的全电池基准电势分布可以预先在每个劣化率下被实验性地测量,并被存储在存储单元140中。

[0088] 在该配置中,上限计算单元120可以在存储在存储单元140中的多个正电极基准电

势分布和多个全电池基准电势分布当中提取与当前劣化率相对应的分布。也就是说,如果劣化率估计单元110估计二次电池的劣化率,则上限计算单元120可以从劣化率估计单元110接收劣化率估计信息。另外,上限计算单元120可以基于所接收的劣化率估计信息提取放电容量-正电极基准电势分布和与其相对应的放电容量-全电池基准电势分布。

[0089] 例如,如果如图7所示,针对每个劣化率,正电极基准电势分布被存储在存储单元140中,并且如图8所示,针对每个劣化率,全电池基准电势分布被存储在存储单元140中,则上限计算单元120可以从图7的曲线图选择任何一个正电极基准电势分布并从图8的曲线图选择任何一个全电池基准电势分布。更具体地,如果劣化率估计单元110估计二次电池的当前劣化率为10%,则上限计算单元120可以在图7和8中选择与劣化率相对应的曲线图,即由10%指示的曲线图,作为正电极基准电势分布和全电池基准电势分布。

[0090] 另外,上限计算单元120可以使用所提取的基准分布来计算充电上限电压。也就是说,如果提取了任何一个正电极基准电势分布和任何一个全电池基准电势分布,则上限计算单元120可以基于所提取的正电极基准电势分布和所提取的全电池基准电势分布来计算充电上限电压。例如,如果如在实施例那样,分别从图7和8的曲线图提取与10%的劣化率相对应的基准电势分布,则上限计算单元120可以通过使用与10%劣化率相对应的基准电势分布来计算充电上限电压。

[0091] 这里,上限计算单元120可以计算与所提取的正电极基准电势分布中的正电极完全充电初始电势相对应的放电容量。另外,上限计算单元120可以将所提取的全电池基准电势分布中的与所计算的放电容量相对应的电压计算为充电上限电压。将参考图9对此进行更详细地描述。

[0092] 图9是概略地示出根据本公开的实施例的用于计算充电上限电压的配置的图。在图9中, V_{0+} 可以代表劣化之前的正电极基准电势分布, V_{0+}' 可以代表与当前劣化率相对应的从存储单元140提取的正电极基准电势分布,并且 V_0' 可以代表与当前劣化率相对应的从存储单元140提取的全电池基准电势分布。

[0093] 上限计算单元120可以在劣化之前检查正电极基准电势分布(V_{0+})中的正电极完全充电初始电势。即,在图9的 V_{0+} 曲线图中,上限计算单元120可以提取放电容量为0(SOC 100%)时的电势值。参考图9,可以检查到正电极完全充电初始电势约为作为b1的4.286V。

[0094] 即使在该实施例中解释了存储单元140在劣化之前存储正电极基准电势分布并且上限计算单元120从该曲线图检查正电极完全充电初始电势,也有可能存储单元140直接存储正电极完全充电初始电势。例如,存储单元140可以直接存储4.286V作为正电极完全充电初始电势。在这种情况下,上限计算单元120可以使用如上所述存储在存储单元140中的正电极完全充电初始电势。

[0095] 同时,如果如上地算出正电极完全充电初始电势,则上限计算单元120可以从所提取的正电极基准电势分布计算与正电极完全充电初始电势相对应的放电容量(SOC)。例如,在图9的实施例中,如果在 V_{0+}' 曲线图中发现对应于4.286V(b1)的正电极完全充电初始电势的放电容量,则它可以是c1,其对应于约0.45Ah。即,上限计算单元120可以将与正电极完全充电初始电势相对应的放电容量计算为0.45Ah。

[0096] 另外,上限计算单元120可以在所提取的全电池基准电势分布中计算与计算出的放电容量相对应的电压作为充电上限电压。例如,在图9的实施例中,由于所提取的全电池

基准电势分布是 V_0' 曲线图,并且计算的放电容量是 0.45Ah (c_1),因此与 V_0' 曲线图中的 0.45Ah 相对应的全电池电势可以被计算为充电上限电压。参考图9,对应于 0.45Ah 的全电池电势可以是 b_2 ,其对应于约 4.175V 。因此,上限计算单元120可以将当前劣化率下的充电上限电压计算为 4.175V 。

[0097] 即使在图9的实施例中解释了使用与当前劣化率相对应的所提取的正电极基准电势分布和与当前劣化率相对应的所提取的全电池基准电势分布而计算充电上限电压,但是本公开不必限于该实施例。

[0098] 例如,上限计算单元120可以通过使用正电极完全充电初始电势、当前劣化率下的正电极完全充电基准电势和全电池完全充电初始电势来计算充电上限电压。这里,全电池完全充电初始电势可以是当劣化之前在二次电池中SOC为100%时的全电池完全充电电势。

[0099] 例如,存储单元140可以存储正电极完全充电初始电势,即,当在劣化未进行的BOL状态下SOC为100%时的正电极电势。而且,存储单元140可以分别存储与各种劣化率相对应的正电极完全充电基准电势。另外,存储单元140可以存储全电池完全充电初始电势。

[0100] 更具体地,存储单元140可以预先将正电极完全充电初始电势存储为 4.28V 。而且,当劣化率为10%、20%、30%、40%、……时,存储单元140可以分别将正电极完全充电基准电势存储为 4.29V 、 4.30V 、 4.31V 、 4.32V 。另外,存储单元140可以存储 4.2V 作为全电池完全充电初始电势。

[0101] 在这种情况下,上限计算单元120可以从存储单元140提取正电极完全充电初始电势和在当前劣化率下的正电极完全充电基准电势。另外,上限计算单元120可以计算在当前劣化率下的正电极完全充电基准电势和正电极完全充电初始电势之间的差异。而且,上限计算单元120可以通过从全电池完全充电初始电势减去该差异来计算充电上限电压。例如,当当前劣化率是10%时,上限计算单元120可以提取 4.30V 作为与该10%劣化率相对应的正电极完全充电基准电势,并且将正电极完全充电初始电势读取为 4.28V 。另外,上限计算单元120可以从 4.2V 的全电池完全充电基准电压减去作为在 4.30V 和 4.28V 之间的差异的 0.02V 。在这种情况下,上限计算单元120可以将充电上限电压计算为 4.18V ($4.2\text{V}-0.02\text{V}$)。

[0102] 根据本公开的实施例,可以简化用于计算充电上限电压的配置。因此,可以减少用于计算充电上限电压的、存储在存储单元140中的数据量,并且可以减少充电上限计算单元的负载、计算操作时间和功率。

[0103] 根据本公开的电池充电管理设备可以进一步包括如图1所示电压测量单元150。

[0104] 电压测量单元150可以测量设置在电池中的二次电池的电压。即,电压测量单元150可以被连接到二次电池的两端以测量二次电池的两端处的电压。特别地,如果电池包括多个二次电池,则电压测量单元150可以测量整个二次电池组件的两端处的电压。而且,在这种情况下,电压测量单元150可以测量一些二次电池,例如每个二次电池的两端处的电压。

[0105] 电压测量单元150可以被电连接到电池充电管理设备的其他构件以交换电信号。特别地,电压测量单元150可以将二次电池的电压测量信息传输到充电控制单元130,使得该电压测量信息可以被用于充电控制单元130的操作。而且,电压测量单元150可以将所测量的电压信息传输到存储单元140并存储。可以使用本领域中通常使用的电压测量电路或装置来实现电压测量单元150,并且本公开不限于电压测量单元150的任何特定实施例。

[0106] 在该配置中,充电控制单元130可以从电压测量单元150接收电压测量信息。而且,充电控制单元130可以接收由上限计算单元120计算的充电上限电压。另外,充电控制单元130可以通过将由电压测量单元150测量的电压测量信息与由上限计算单元120计算的充电上限电压进行比较来控制二次电池的充电。特别地,充电控制单元130可以控制二次电池的充电,使得由电压测量单元150测量的电压不超过充电上限电压。例如,充电控制单元130可以防止二次电池的电压通过CV充电超过充电上限电压。可替代地,如果二次电池的电压达到充电上限电压,则充电控制单元130可以例如通过切断设置在二次电池的充电路径中的充电开关来停止对二次电池充电。

[0107] 如上所述,根据本公开的实施例,在二次电池劣化时,可以分开地确定适合于劣化的充电上限电压。特别地,在二次电池劣化时,充电上限电压可能逐渐降低。另外,如果根据劣化率调节充电上限电压,则二次电池的寿命可以进一步增加。此外,在本公开中,可以防止正电极随着二次电池劣化而逐渐向高电压区域移动。因此,根据本公开的实施例,可以防止在正电极和电解质之间副反应即氧化反应加速。因此,可以有效地延迟二次电池的劣化,从而改善二次电池的寿命。

[0108] 同时,根据本公开,由于完全充电电压被限制以防止或抑制寿命降低,所以在初始阶段可能发生容量损失。然而,由于限制完全充电电压而导致的容量损失可能不会很大。例如,如果具有32Ah的初始容量的二次电池被劣化为具有22Ah的容量,则由于限制完全充电电压而导致的容量损失可能约为0.35Ah。这是总容量的约1.6%,这是非常微不足道的。同时,由于根据本公开限制了完全充电电压,因此二次电池的容量降低率大大降低,从而在本公开中最终增加了二次电池的寿命。

[0109] 为了实现各种控制逻辑,在根据本公开的电池充电管理设备中包括的构件的至少一部分,例如,劣化率估计单元110、上限计算单元120等可以选择性地包括处理器、专用集成电路(ASIC)、其他芯片组、逻辑电路、寄存器、通信调制解调器、数据处理器等。另外,当控制逻辑由软件实现时,控制单元可以由一组程序模块来实现。在这种情况下,程序模块可以被存储在存储器中并由处理器执行。存储器可以被设置在处理器内侧或外侧,并且可以通过公知的各种方法被连接到处理器。另外,存储器可以被包括在本公开的存储单元140中。而且,存储器一起地指被配置为与装置的类型无关地存储信息的装置,而不是指特定的存储装置。

[0110] 根据本公开的电池充电管理设备可以被应用于电池组。即,根据本公开的电池组可以包括上述的电池充电管理设备。在这种情况下,劣化率估计单元110、上限计算单元120、充电控制单元130、存储单元140和电压测量单元150中的至少一些可以由已经包括在电池组中的构件来实现。例如,电池组可以包括用于管理电池组的充电和放电的电池管理系统(BMS),并且劣化率估计单元110、上限计算单元120、充电控制单元130、存储单元140和电压测量单元150中的至少一些可以由BMS实现。

[0111] 另外,根据本发明的车辆可以包括上述根据本公开的电池充电管理设备。在这种情况下,电池充电管理设备可以被包括在电池组中。可替代地,电池充电管理设备的至少一些构件可以由设置在电池组外侧的另一个装置,特别是设置在车辆中的装置来实现。这里,车辆可以是电动车辆,并且电动车辆可以包括EV(电动车辆)、HEV(混合电动车辆)和PHEV(插电式混合电动车辆)的所有概念。

[0112] 而且,根据本公开的电池充电管理设备可以被应用于除车辆以外的由各种电源驱动的各种其他装置。例如,根据本公开的电池充电管理设备可以以各种方式应用于电动火车、电动船、电动飞机、电动工具、电力存储装置等。

[0113] 图10是用于概略地示意根据本公开的实施例的电池充电管理方法的流程图。在图10中,每个步骤的主题可以是上述电池充电管理设备的每个构件。

[0114] 如图10所示,如果使用根据本公开的电池充电管理方法,则首先,估计二次电池的劣化率(S110)。接下来,基于在步骤S110中估计的劣化率来计算充电上限电压(S120)。此后,控制二次电池的充电,使得充电仅被执行至在步骤S120中计算的充电上限电压(S130)。

[0115] 优选地,在步骤120中,即使二次电池的劣化率增加,充电上限电压也可以被计算为将二次电池的正电极完全充电电势维持在一定范围内。

[0116] 而且,在步骤S120中,充电上限电压可以被计算为随着二次电池的劣化率增加而逐渐减小。

[0117] 而且,在步骤S120中,可以将当前劣化率下的正电极完全充电基准电势与正电极完全充电初始电势进行比较,并且可以使用比较结果来计算充电上限电压。

[0118] 在这种情况下,尽管未在图中示出,但是可以进一步包括预先在存储单元140中存储正电极完全充电初始电势和在每个劣化率下的正电极完全充电基准电势的过程。例如,在步骤S110之前,可以进一步执行对二次电池在每个劣化率下实验性地测量正电极完全充电初始电势和正电极完全充电基准电势并且然后将测量结果存储在存储单元140中的步骤。

[0119] 另外,在步骤S110之前,根据本公开的电池充电管理方法还可以包括在存储单元140中存储正电极完全充电初始电势、在每个劣化率下的根据放电容量的全电极基准电势分布和根据放电容量的全电池基准电势分布的步骤。

[0120] 在这种情况下,在步骤S120中,可以提取与当前劣化率相对应的、根据放电容量的正电极基准电势分布和根据放电容量的全电池基准电势分布,并且可以基于所提取的正电极基准电势分布和所提取的全电池基准电势分布来计算充电上限电压。

[0121] 更优选地,在步骤S120中,可以从所提取的正电极基准电势分布来计算与正电极完全充电初始电势相对应的放电容量,并且在所提取的全电池基准电势分布中与计算的放电容量相对应的电压可以被计算为充电上限电压。

[0122] 而且,在步骤S130之前,根据本公开的电池充电管理方法还可以包括测量二次电池的电压的步骤。在这种情况下,在步骤130中,可以通过将在电压测量步骤中测量的电压测量信息与在步骤S120中计算的充电上限电压进行比较来控制二次电池的充电。

[0123] 在本说明书中,使用了术语“单元”,诸如“劣化率估计单元”、“上限计算单元”、“充电控制单元”、“存储单元”、“电压测量单元”等,但是这些构件应理解为不必在物理上彼此区分,而是在功能上彼此区分。因此,每个构件可以与另一个构件选择性地集成,或者每个构件可以被划分为多个子构件,以有效地执行控制逻辑。另外,即使构件被集成或划分,也应该理解,只要可以认可功能的特性,被集成或划分的构件也在本申请的范围內。

[0124] 已经详细描述了本公开。然而,应当理解,详细说明和具体示例虽然指示了本公开的优选实施例,但是仅以示意的的方式给出,因为从该详细描述,在本公开的范围内的各种改变和修改对于本领域技术人员而言将是显而易见的。

- [0125] 参考符号
- [0126] 110:劣化率估计单元
- [0127] 120:上限计算单元
- [0128] 130:充电控制单元
- [0129] 140:存储单元
- [0130] 150:电压测量单元

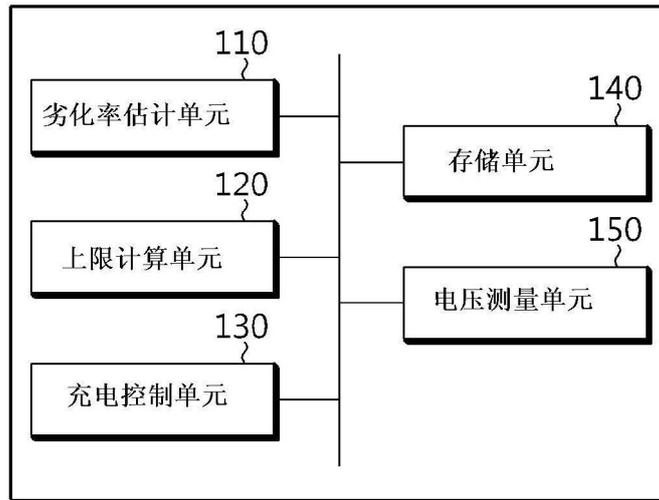


图1

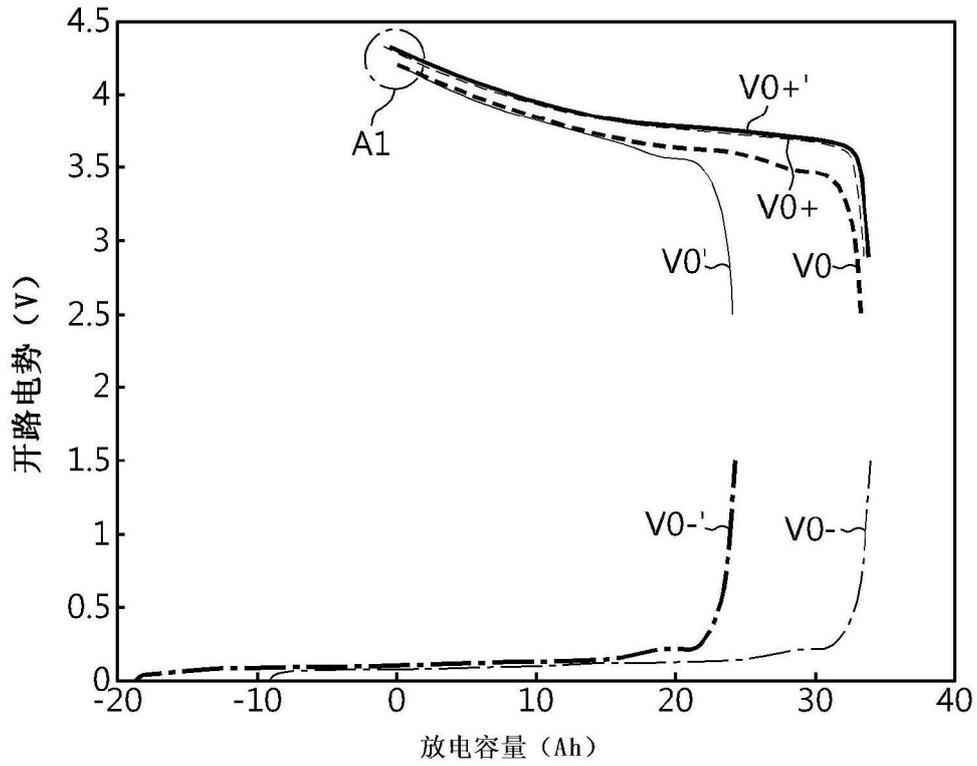


图2

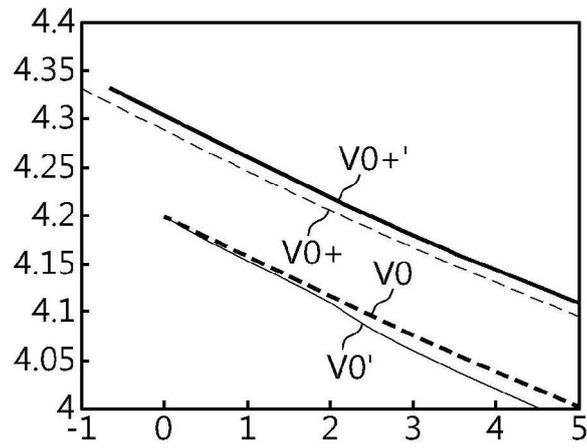


图3

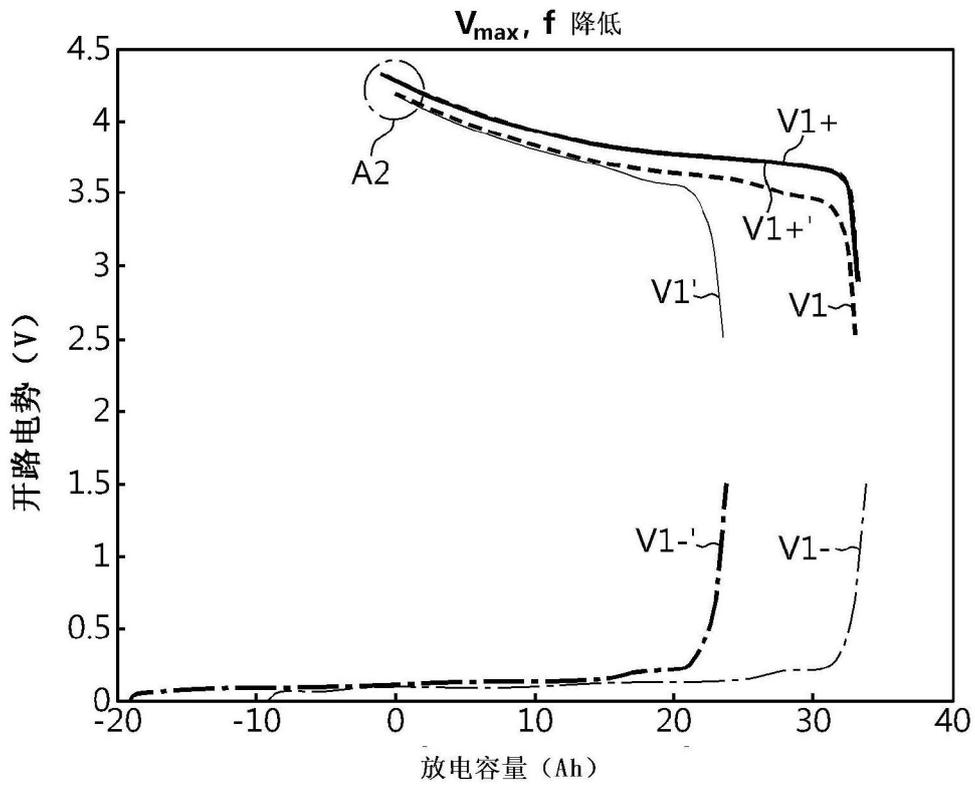


图4

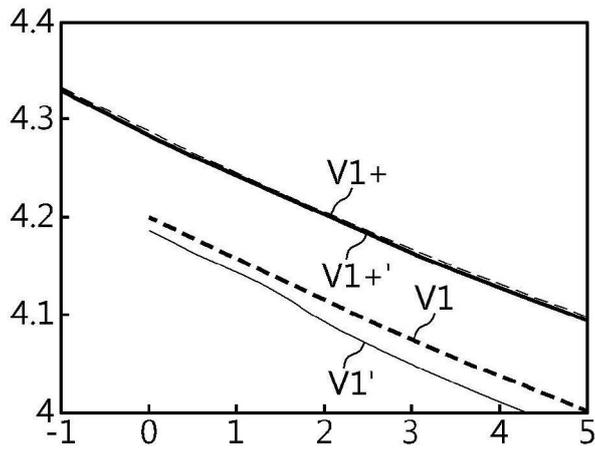


图5

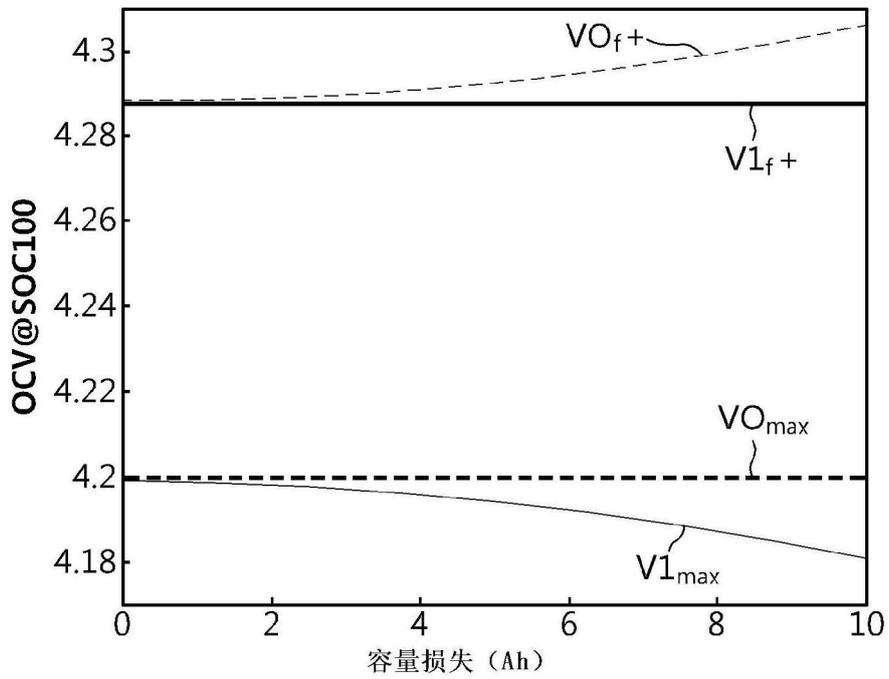


图6

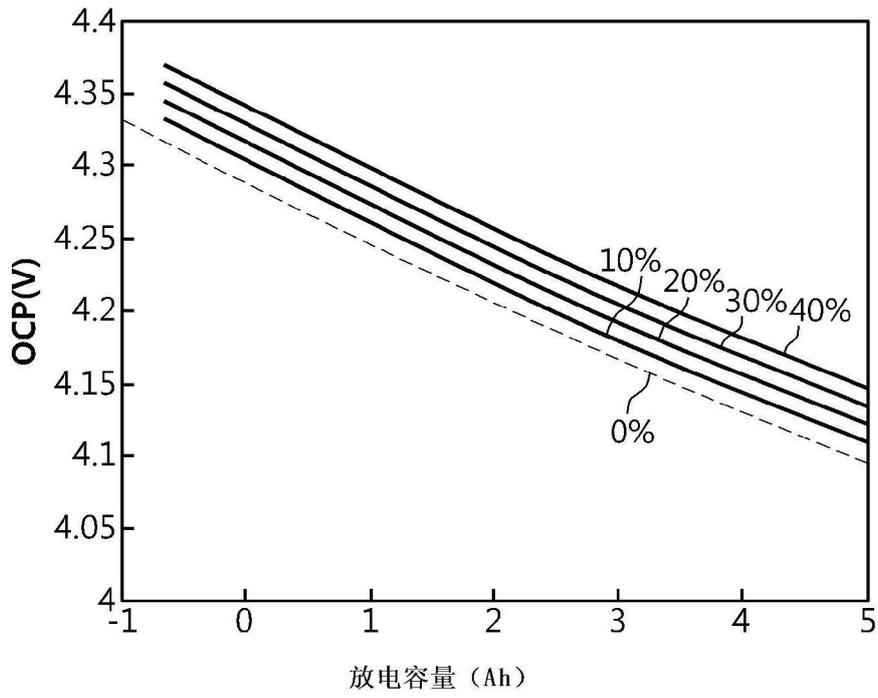


图7

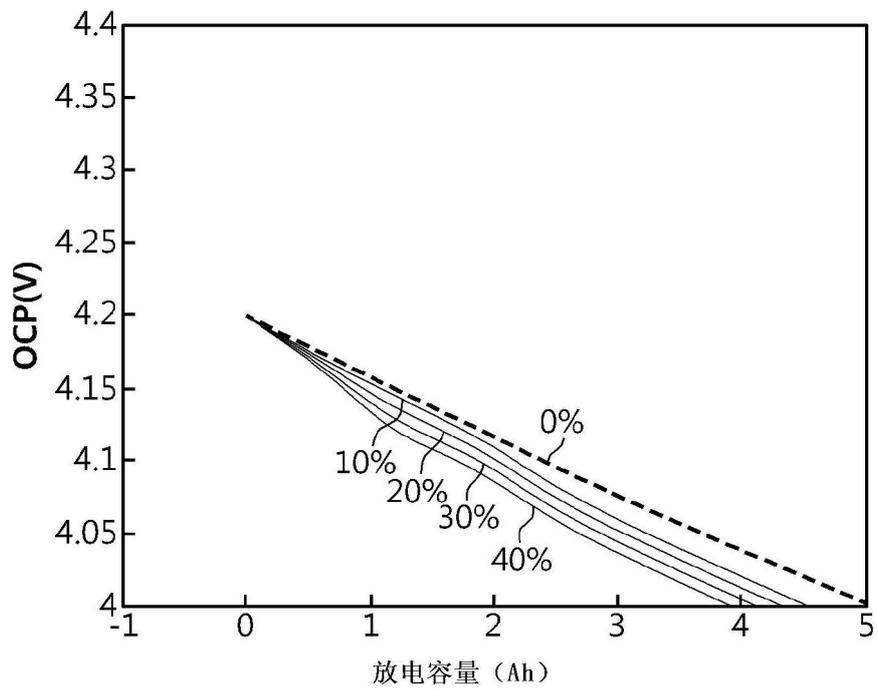


图8

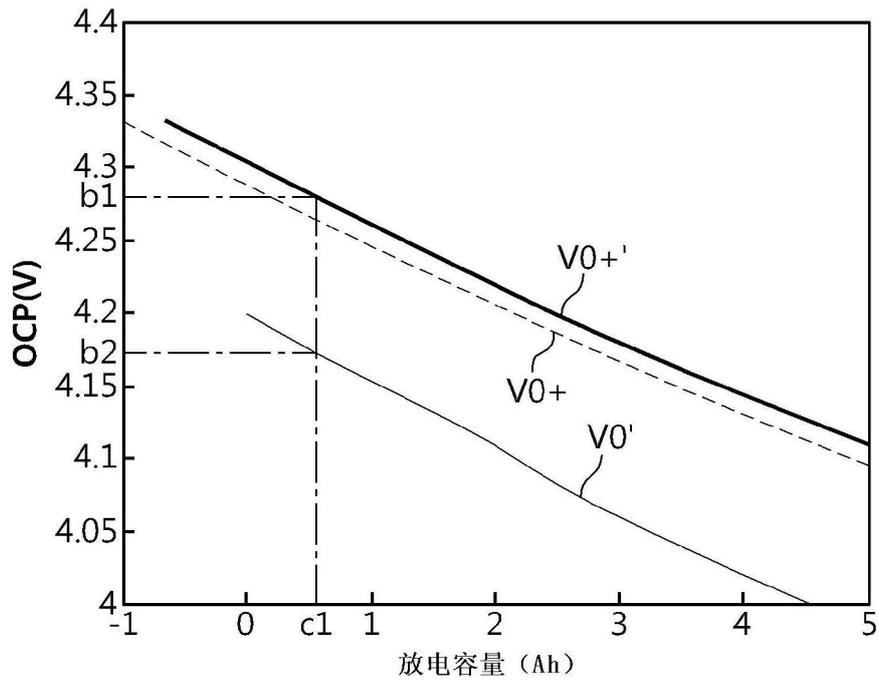


图9

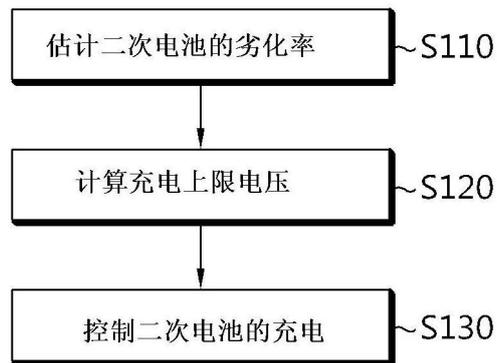


图10