(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107834618 A
(43)申请公布日 2018.03.23

(21)申请号 201710755304.2

(22)申请日 2017.08.29

(30)优先权数据
16186279.2 2016.08.30 EP
17184946.6 2017.08.04 EP

(71)申请人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特
申请人 锂能源和电力有限责任两合公司

(72)发明人 T.杜福克斯 J.齐格勒 J.珀勒 J.M.尼佩尔 P.科恩 U.朗格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 申屠伟进 杜荔南

(51)Int.Cl.
H02J 7/00(2006.01)
H01M 10/44(2006.01)

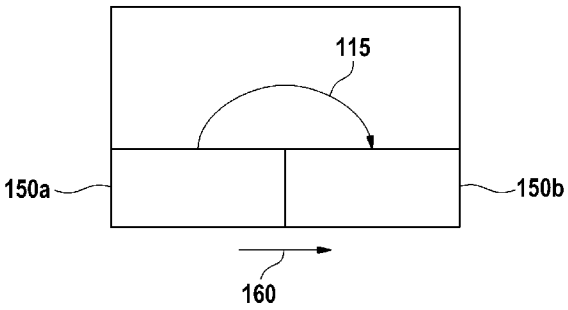
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于防止锂离子电池组中的锂析出的充电策略

(57)摘要

本发明公开用于防止锂离子电池组中的锂析出的充电策略。用于使用充电过程对锂离子电池组(60)充电的方法(100),所述充电过程包括:-至少一个充电阶段(110),和-至少一个均匀化阶段(120),其中,在充电阶段(110)期间,使用恒定电流对电池组(60)充电,并且在均匀化阶段(120)期间,使电池组(60)的不同区域(50)处的局部不均匀荷电状态(150)均衡。



CN 107834618 A

1.用于使用充电过程对锂离子电池组(60)充电的方法(100),所述充电过程包括:

-至少一个充电阶段(110),以及

-至少一个均匀化阶段(120),

其中,在所述充电阶段(110)期间,使用恒定电流对所述电池组(60)充电,并且

在所述均匀化阶段(120)期间,使所述电池组(60)的不同区域(50)处的局部不均匀荷电状态(150)均衡,

其特征在于:

取决于所述不同区域(50)的电位差(160)来执行所述充电过程,以使得如果在不均匀荷电状态的区域(50)中的至少两个区域之间存在至少一个电位差(160)则执行所述均匀化阶段(120)。

2.根据权利要求1所述的方法(100),

其特征在于:

所述方法包括以下步骤,特别地可以顺序地或以任何次序执行所述步骤:

a)在开始所述充电过程之后执行所述充电阶段(110),

b)获得至少一个测量值,其取决于所述电池组(60)的阳极(61)特别地石墨阳极(61)的阳极电压(165a)和/或取决于所述电池组(60)的至少一个电池组电池的电池组电压(165b),

c)将所述至少一个测量值与至少一个预定值进行比较以便确定比较结果,以使得所述比较结果对于所述电位差(160)是特定的,

d)取决于所述比较结果停止所述充电阶段(110)并执行所述均匀化阶段(120),

e)在均匀化时段之后恢复所述充电阶段(110),

f)完成所述充电过程。

3.根据权利要求2所述的方法(100),

其特征在于:

重复步骤b)至e)直到达到停止条件并且完成充电过程,特别地,直到电压(165)达到充电结束电压。

4.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100),

其特征在于:

通过评估所述电池组(60)特别地阳极(61)和/或电池组电池的充电曲线(170)来估计所述区域(50)之间的电位差(160)的存在,其中,所述充电曲线(170)对于具有基本恒定的电压的多个电压坪(175)是特定的,并且执行所述充电过程以使得为不同电压坪(175)之间的转变(178)提供至少一个均匀化阶段(120)。

5.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100),

其特征在于:

所述电池组(60)的所述不同区域(50)是所述电池组(60)的石墨阳极(61)的区域(50)。

6.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100),

其特征在于:

所述均匀化阶段(120)通过以下各项来发起所述不同区域(50)的不同荷电状态的均衡(115):

-暂停充电，特别地，在转变区域(178)处暂停充电，或者

-使用循环过程，特别地在所述转变区域(178)周围，特别地通过重复地充电和随后放电，以使得执行均衡(115)，

-使用恒定电压进行充电，特别地利用在所述转变区域(178)处的电压进行充电，

其中，特别地，所述均匀化阶段(120)的持续时间依赖于被充电的电池组(60)。

7.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100)，

其特征在于：

在所述均匀化阶段(120)中，通过使用放电电流和低于放电电流的充电电流来执行循环过程，其中特别地，针对为所述电池组(60)的充满状态的低于5%或低于2%或低于1%或低于0.5%的小荷电状态差来执行所述循环过程。

8.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100)，

其特征在于：

通过重复所述充电阶段(110)和所述均匀化阶段(120)来执行所述充电过程直到达到停止条件，其中：

-在第一充电阶段(110)中，所述电池组(60)被充电直到所述电池组的电压(165)或所述电池组(60)的荷电状态(155)达到第一预定值，

-在第二充电阶段(110)中，所述电池组(60)被充电直到所述电池组(60)的电压(165)或所述电池组(60)的荷电状态(155)达到第二预定值，

-在最后的充电阶段中，所述电池组(60)被充电直到达到停止条件，

其中，第一充电阶段和第二充电阶段中的每个跟随有所述均匀化阶段(120)。

9.根据在先权利要求中的任一项所述的方法(100)，

其特征在于：

在所述充电过程期间，不均匀荷电状态(150)的所述至少两个区域(50)中的每个区域具有与所述电池组(60)的荷电状态(155)不同的局部荷电状态(150)，并且特别地，所述区域(50)仅在电压坪(175)的转变(178)处具有彼此之间的至少一个显著电位差(160)，并且所述区域(50)之间的所述至少一个显著电位差(160)的存在是通过执行如下步骤而检测到的：

-通过测量所述电池组(60)的充电曲线来获得至少一个第一测量信息，

-通过基于所述第一测量信息和规范来标识电压坪(175)之间的转变(178)来确定转变信息，其中，每个转变(178)指示所述不同区域(50)具有显著电位差(160)，

-特别地在所述充电过程期间，通过测量取决于针对所述电池组(60)的不同荷电状态(155)的所述电池组(60)的电压(165)的测量值来获得至少一个第二测量信息，

-将所述第二测量信息与该转变(178)信息进行比较，以使得如果所述电位差(160)能够实现所述区域的不均匀荷电状态的均衡则执行所述均匀化阶段(120)，

其中，特别地，通过所述规范的参数化来确定所述电位差(160)的显著性，这特别地是在所述充电过程之外通过优化程序完成的。

10.用于使用充电过程对锂离子电池组(60)进行快速充电的充电设备(10)，特别地，快速充电设备(10)，

其特征在于：

依照根据任一在先权利要求的方法来执行所述充电过程。

用于防止锂离子电池组中的锂析出的充电策略

技术领域

[0001] 本发明涉及根据独立方法权利要求的方法和根据独立装置权利要求的充电设备。

背景技术

[0002] 从DE 10 2013 007 011 A1得知一种用于对锂离子电池组充电的方法。使用电池组管理系统，其中存储至少一个参考曲线，所述至少一个参考曲线包括在充电操作时的电池体积和/或电池厚度的扩大过程，在充电操作时不发生锂析出(lithium plating)，所述至少一个参考曲线依赖于锂离子电池组的充电电流、温度、荷电状态以及健康状态。

[0003] 从US 2011 00 37 438 A1得知一种对电池充电的系统。在操作期间，系统获得一组充电电流和一组充电电压。系统重复恒定电流和恒定电压充电操作，直到达到终止条件。

发明内容

[0004] 在独立方法权利要求和独立装置权利要求中描述了本申请的发明。本发明的另外的特征和细节由从属权利要求、本描述和附图产生。由此，与根据本发明的方法对应描述的特征和细节自然也对应适用于根据本发明的设备，并且反之亦然，因此根据本发明的单个方面的公开，总是可以相互地与其相关。

[0005] 优选地，本发明涉及一种用于使用充电过程对锂离子电池组充电的方法，其中充电过程包括至少一个“充电阶段”，特别是第一阶段，以及至少一个“均匀化阶段”，特别是第二阶段。特别地，在充电阶段期间，使用恒定电流尤其通过执行恒定电流充电作为第一充电模式来对电池组充电。

[0006] 可想到的是，术语“均匀化阶段”意味着使用充电过程的第二阶段，其特征在于它与作为充电过程的第一阶段的充电阶段不同，特别地在于使用了不同的充电模式。充电模式可以包括以下模式中的至少一个：通过恒定电压充电，通过恒定电流充电，或充电暂停，例如通过断开充电电路等，或者通过在荷电状态(SOC)中的低差异情况下使用循环过程。换言之，充电阶段和均匀化阶段之间的差异可以是在每个阶段中使用不同的充电模式。

[0007] 例如，在充电阶段，通过电池组的恒定电流充电来达到有效充电。此外，均匀化阶段可以是其中使用上述充电(例如，用恒定电流)的暂停等来实现电池组的不同区域处的局部不均匀荷电状态的均衡的阶段。然而，也可以使用其他充电模式来实现这种均衡或均匀化，例如通过在均匀化阶段中使用恒定电压充电代替充电阶段中的恒定电流充电。

[0008] 在均匀化阶段期间可以为使电池组的不同区域(特别地，阳极的不均匀锂化的区域)处的局部不均匀荷电状态均衡或平衡作好准备。例如，阳极可以是石墨阳极，特别地，具有不均匀锂化区域的石墨阳极。在这种情况下和/或对于具有不同电池组类型的类似情况，如果在阳极的不同区域之间存在电位差则总是发生均衡或均匀化。可以使用充电曲线中的转变的标识以便标识其中发生电位差的至少一个时间点。换言之，在电池组的其中转变发生的某一荷电状态下，也存在阳极的不同区之间的电位差，因为在这些转变处，阳极的不同荷电状态位于不同的电位上。在这些转变发生时执行均匀化阶段可以实现使电池组的不同

区域处的局部不均匀荷电状态均衡。通过标识充电曲线的其中转变发生的荷电状态位置，并且通过在这些位置处发起均匀化阶段，可以执行充电过程，以使得发生阳极荷电状态的均匀化。

[0009] 可想到的是，特别地对于具有石墨阳极或含有石墨的阳极的电池组，取决于起源于阳极的充电曲线中的转变的电池组的充电曲线中的转变来执行充电过程，并且特别地，均匀化阶段。例如，尤其在充电过程之前可以通过对充电曲线的梯度的评估来标识转变。为此，可以标识充电曲线的其中梯度高于曲线的平均梯度的至少110％或至少120％或至少130％或至少140％或至少150％的所有荷电状态位置。充电曲线例如可以是表示电池组或阳极电压随电池组的对应荷电状态的充电曲线。优选地，可以永久地存储所标识的位置，和/或可以取决于所存储的位置来执行充电过程，其中例如在所存储的位置处，特别地当在充电阶段期间当前测量到的荷电状态等于所存储的位置时执行均匀化阶段。特别优选地，所存储的位置是可以在充电过程期间例如从连接到充电设备的电子存储器读出的预定的一组值，其中优选地充电设备被配置为执行发明的方法。

[0010] 也可以规定，特别地为了执行充电过程，取决于并考虑到特别地估计的不同区域的电位差来执行充电过程并且特别是均匀化过程，以使得只有存有在具有不均匀的荷电状态的区域中的至少两个区域之间检测到或估计出的至少一个电位差才执行均匀化阶段，特别地其中通过使用不同于充电阶段中的恒定电流充电的第二充电模式来执行均匀化阶段。这具有可防止锂析出的优点，其增加电池组的寿命。这也可以防止电池组的容量的快速下降。此外，可以增加安全性，因为基本上可以不发生锂枝晶。本发明的另一优点在于可以减少充电时间的长度。

[0011] 还可想到的是，取决于不同区域之间的电位差来执行充电过程的不同阶段，即充电阶段和均匀化阶段。例如，阶段的执行次数(例如，单次或重复的)或阶段的选择或顺序取决于电位差。换言之，取决于不同区域的电位差来执行充电过程，特别地，通过只有存有在具有不均匀的荷电状态的区域中的至少两个区域之间检测到的至少一个显著电位差才执行均匀化阶段。特别地通过评估充电曲线和/或充电参数和/或测量值等来确定发生这样的显著电位差时的时间点。

[0012] 因此，电位差何时被检测到和/或估计出和/或视为是“显著的”的决定可以依赖于预定的一组值和/或手动配置。用于检测显著电位差的存在的条件例如可以是为充电过程预先配置的，其中例如针对具有不同阴极材料以及阳极和阴极容量的不同平衡的不同电池组类型，不同配置可以用于不同充电过程。此外，可以有可能的是，发生的每个电位差(每个可以是通过电池组的石墨阳极或含有石墨的阳极的充电曲线中的转变可见的)是显著电位差，或者仅电位差中的一些电位差被选取为显著电位差，例如当转变的梯度超过预定值例如高于曲线的平均梯度的150%时。此决定可以例如在充电过程之外至少部分手动地和/或自动地完成。这意味着，充电过程的配置和/或实现可包括预定值，每个预定值用于指示显著电位差。预定值例如可以用于与在充电过程期间的检测到的值的比较，以便检测显著电位差。

[0013] 例如，当满足以下条件中的至少一个时，显著电位差被检测到和/或均匀化阶段被发起：

- 至少一个特定和/或预定的荷电状态值等于充电过程期间的测量到的电池组的荷电

状态值，

- 施加至少一个特定和/或预定的电荷量，
- 至少一个特定和/或预定的电压等于测量到的电池组的电压，特别地电池电压。

[0014] 这允许取决于电池组的充电曲线中的电位差来执行充电过程，特别地因为这些条件其对于关于例如石墨阳极或含有石墨的阳极的充电曲线的电压随荷电状态的梯度的范围可以是特定的，因为充电的时间点或位置指示何时在阳极中发生电位差。换言之，可以在满足该条件中的至少一个条件时发起均匀化阶段，所述满足通过对例如荷电状态的简单测量来检测，以使得用于标识指示电位差的梯度或转变的充电曲线的同时复杂测量和评估在充电期间不是必要的。

[0015] 例如，电池组的充电曲线中的(显著)电位差可以在从40到200mV(优选地，从100到200mV)的范围内，这非常取决于充电曲线的平均梯度，而该充电曲线的平均梯度非常依赖于电池组所使用的阴极材料。

[0016] 预定条件可以通过对充电曲线等的至少部分自动和/或至少部分手动评估(例如，通过在充电过程中对电池组的示例性测量)来确定。(显著)电位差的检测例如可以通过测量电池组的参数例如荷电状态或电荷量或电压并且通过将测量的值与至少一个预定值相比较来执行，其中特别地，每个预定值指示显著电位差的存在。每个值可以通过对充电曲线的评估来预先确定，其中充电曲线的这种荷电状态或电压或电荷量值可以用作其中曲线的特定梯度(例如，大于曲线的平均梯度的110％或120％或130％或140％或150％)发生的预定值。特别地，取决于电池组的使用年限来重新配置预定条件。

[0017] 例如，在执行均匀化阶段时和/或指示显著电位差的第一预定荷电状态值在从15％到22％的范围内，特别是18％。另外，指示显著电位差的第二预定荷电状态值在从50％到65％的范围内，特别是55％。

[0018] 优选地，电池组被配置为锂离子电池组(特别地，具有石墨阳极或含有石墨的阳极)。电位差的重要性的原因可以是电池组的电池内的局部电阻差可产生电池组的电极(例如，阳极)的不均匀锂化。这种电阻差可以是卷芯型电池组内的不均匀压力或者电池内的局部老化差异的结果。结果，与具有较高电阻的区域处相比，更高的单位面积充电电流在较低电阻的区域处局部流动。在具有更高的(单位面积)充电电流的这些区域处，在石墨上可以发生更高的阳极锂化以及可能地锂析出，因为局部地，石墨的容量不足以用于锂的插入。

[0019] 根据本发明的另一方面，取决于电位差来执行充电过程，以使得使电池组的阳极的不均匀荷电状态均衡(平衡)。特别地，当在电池组(特别地，电池组的阳极，最优选地，石墨阳极)的不均匀荷电状态的不同区域之间存在电位差时，均衡(或均等)通常是可能的。这对于以下特别起作用：较高锂离子荷电状态的区域溶解和插入在具有较低锂化程度的区域。

[0020] 然而，可想到的是，存在某些条件和/或约束，均衡在所述某些条件和/或约束下不可行，因为尽管有不同荷电状态，但是不存在电位差。特别地，这样的条件或约束此后可称作坪(例如电压坪或电位坪等)。因此，电池组的不同区域，特别地，阳极的不均匀锂化区域，是适于产生这种坪的区域。这样的区域的示例是石墨阳极的区域。换言之，电压坪可以一个范围，在其中阳极的具有不同荷电状态的不同区域具有(基本上)相等的电位，以使得不能发生均衡。而且，电压坪可以特别地指示其中区域中的至少一个对于不同荷电状态具有相

同的电位或电压的荷电状态的范围。

[0021] 有利地，充电过程被执行使得当(具有)不均匀荷电状态的区域(其尤其意指不均匀锂化区域)位于不同的电压坪(或电压电平)时执行均匀化阶段。特别地，在(尤其石墨阳极的)充电曲线的台阶处执行均匀化阶段，其中特别地，这些台阶(转变)位于坪(二者均可在充电曲线中可见)之间。

[0022] 优选地，发明的方法包括以下步骤中的至少一个，其特别地可以顺序地或以任何次序执行：

a)在开始充电过程后执行充电阶段，

b)获得取决于电池组的阳极(特别地，石墨阳极)的阳极电压和/或取决于电池组的至少一个电池组电池的电池组电压的至少一个测量值，特别地其中测量值是电池组的荷电状态或电荷量，

c)将所述至少一个测量值与至少一个预定值进行比较，以便确定比较结果，特别地使得比较结果对于(显著)电位差是特定的，这例如是通过取决于阳极充电曲线和/或取决于电池组特性的初始评估预先确定值来达到，以使得预定的值指示电池组的其中发生电位差的荷电状态，

d)取决于比较结果，停止充电阶段并执行均匀化阶段，

e)在均匀化时段之后恢复充电阶段，

f)完成充电过程。

[0023] 特别地，发明的方法的步骤可以按字母次序执行，特别是a)至b)、a)至c)、a)至d)、a)至e)、或a)至f)，或以不同的次序执行。此外，可以特别地重复方法中的单个或所有步骤。

[0024] 优选地，可以规定步骤b)至e)被重复直到达到停止条件并且完成充电过程，特别地，直到(特定电池)电压达到充电结束电压。备选地，不重复执行步骤a)至f)或者b)至e)，直到停止条件和充电过程完成。可以通过使用测量装置来确定充电结束电压。这具有实现电池的充分充电的优点。

[0025] 可以规定，通过评估电池组(特别地，阳极和/或电池组电池)的充电曲线来估计区域之间的(显著)电位差的存在，其中充电曲线对于具有基本恒定的电压的多个电压坪是特定的，并且充电过程被执行使得为不同的电压坪之间的转变提供至少一个均匀化阶段。此外，可能的是，充电曲线对于位于电压坪之间的多个台阶是特定的。转变可以涉及这些台阶。这具有可以通过使用充电曲线来标识转变(或台阶)或电压坪的优点。充电曲线可以在充电过程之前或充电过程期间通过测量而确定。

[0026] 可以能想到的是，电池组的不同区域是电池组的石墨阳极或含有石墨的阳极的区域。还可以规定存在(尤其是一个)电池组的至少2个或4个或6个或10个或50个或100个或200个不同区域。

[0027] 此外，可以可能的是，均匀化阶段通过以下发起阳极的不同区域的不同荷电状态的均衡或平衡：

-暂停充电，例如通过断开充电电路，特别是在充电曲线中的台阶的电压区域中，和/或

-使用循环过程，特别地在充电曲线中的台阶的电压区域中的低ΔSOC(荷电状态差)的情况下，特别地通过使用非常低的电流(优选地，低于C/10充电电流)来重复地充电和随后放电，以使得执行均衡，例如使用最少两次或四次或六次重复，和/或

-使用恒定电压充电，特别地以充电曲线中的台阶的电压充电，例如恒定电压充电，其中特别地，均匀化阶段的持续时间取决于充电的电池组(例如，电池组的类型)并且可以在实验上确定。

[0028] 还可想到的是，可以使用这些备选方案的组合，例如暂停并使用恒定电压进行充电。这具有能够执行高效充电的优点。

[0029] 优选地，在均匀化阶段中，通过使用(高)放电电流(例如，具有大于1C的C速率(C-rate))和比放电电流低的(低)充电电流(例如，具有低于C/10的C速率)来执行循环过程，其中特别地循环过程是针对小荷电状态差(其特别地为电池组的充满电状态的低于1%或低于0.5%或低于0.2%或低于0.1%)来执行的。这具有可以显著减小锂析出的优点。

[0030] 有利地，通过重复充电阶段和均匀化阶段来执行充电过程，直到达到停止条件，特别地，直到电池组的电池电压达到充电结束电压，其中：

-在第一充电阶段，电池组被充电直到电池组(例如，电池组电池)的电压或电池组(例如，阳极或电池组的电池)的荷电状态达到第一预定值，

-在第二充电阶段，电池组被充电直到电池组的电压或电池组的荷电状态达到第二预定值，

-在最后的充电阶段，电池组被充电直到达到停止条件，

其中每个第一和第二充电阶段跟随有均匀化阶段。有可能的是，预定值可以通过在充电过程期间或在充电过程之前进行的测量来确定，并且因此可以在充电过程期间(例如，永久地或持久地)存储在数据存储器中和/或从数据存储器读出。这允许控制充电过程的简单方式。

[0031] 可以能想到的是，在充电过程期间，(具有)不均匀荷电状态的至少两个区域中的每个区域具有与电池组的(全局)荷电状态不同的局部荷电状态，并且特别地这些区域仅在电压坪的转变处具有彼此之间的至少一个显著电位差，并且所述区域(和/或电压坪)之间的至少一个显著电位差的存在是通过执行以下步骤中的至少一个步骤来检测到的，所述步骤特别地可以顺序地或以任何次序来执行：

-特别地在充电过程之外或充电过程开始之前，通过测量电池组的充电曲线来获得至少一个第一测量信息，

-通过基于第一测量信息和/或规范或模板来标识电压坪之间的转变来确定转变信息，特别地其中每个转变指示不同区域具有(显著)电位差，

-特别地在充电过程期间，通过测量取决于针对电池组的不同荷电状态的电池组的电压的测量值来获得至少一个第二测量信息，

-将第二测量信息与转变信息进行比较，特别是使得如果显著电位差能够实现区域的不均匀荷电状态的显著均衡(例如，如果转变具有高于曲线的平均梯度的150%的梯度)则执行均匀化阶段，

其中特别地，通过规范的参数化来确定电位差的显著性，这特别地是在充电过程之外或充电过程之前通过优化程序来完成的。这可以是有利的，因为电位(电压)差可快速且有效和/或用更少努力地被标识。

[0032] 本发明的另一方面是一种充电设备，特别地一种快速充电设备，其用于使用充电过程对锂离子电池组进行快速充电，其中依照根据本发明的方法执行充电过程。因此，根据

本发明的设备可以提供如在根据本发明的方法的上下文中讨论的所有优点。

附图说明

[0033] 本发明的另外的优点、特征和细节从以下描述得出，在所述以下描述中参考附图详细描述了本发明的实施例。由此，在权利要求和所述描述中描述的特征可以均单个或按每个组合对于本发明是必需的。其在以下附图中示出：

图1是电池组的部分的示意表示；

图2是电池组的部分在不同时间点的另一示意表示；

图3是均衡的示意可视化；

图4是阳极(特别是石墨阳极)的充电曲线的示意可视化；

图5是特别地锂离子电池组，特别是具有石墨阳极的锂离子电池组的充电曲线的示意可视化；

图6是发明的方法的示意可视化；

图7是发明方法的另一示意可视化。

具体实施方式

[0034] 在不同的附图中，相同的特征总是对应于相同的参考符号，因此，通常特征仅描述一次。

[0035] 图1示出了电池组60的至少一部分，例如电池组电池。可以看出，在电池组60的阳极61(例如，石墨阳极)和阴极62之间存在局部电阻差63。作为示例，仅示出两个局部电阻差63，即第一局部电阻差63a和第二局部电阻差63b。当然，可以存在另外的局部电阻差63。此外，呈现了电池组60的不同区域50，即第一区域50a和第二区域50b。

[0036] 如在图2中可以看出的，局部电阻差63可以导致电池组60的不同区域50的局部不均匀荷电状态150。在图2中，为了图示锂析出的潜在影响，阴极62的第一区域的第一荷电状态由参考编号157a指示，并且阴极62的第二区域的第二荷电状态以参考编号157b指示。除了阴极62的这些荷电状态157之外，还指示了阳极61的不同区域处(的)荷电状态150。因此，参考编号150a指示阳极61的第一区域50a的第一荷电状态，并且参考编号150b指示阳极61的第二区域50b的第二荷电状态。

[0037] 根据锂析出过程，在第一充电阶段110(在第一时间点t1处)之后，阴极62的第一区域的第一荷电状态157a小于阴极62的第二区域的第二荷电状态157b。例如，第一荷电状态157a达到60％，并且第二荷电状态157b达到100％。而且阳极61的第一区域50a的第一荷电状态150a达到60％，并且阳极61的第二区域50b的第二荷电状态150b达到100％。在(仅阴极62的)平衡或均衡之后，在第二时间点t2处，阴极62的第一区域的第一荷电状态157a等于阴极62的第二区域的第二荷电状态157b，即80％(作为示例)。然而，因为未发生阳极61的均衡(特别地，由于电压坪175)，阳极61的第一荷电状态150a仍为60％，并且阳极61的第二荷电状态150b仍为100％。未发生阳极61的均衡的情况的原因是阳极61的两个区域50(其意指第一区域50a和第二区域50b)位于相同的电压坪175，并且因此没有电位差160。在又一充电阶段110期间，在第三时间点t3处，这些不同荷电状态150(尤其是阳极61的第二区域50b中的荷电状态和/或第二荷电状态150b)可产生锂析出。

[0038] 为了防止这种锂析出，发起实现阳极61的不同荷电状态150的区域之间的均衡115。根据图3，当阳极61的第一荷电状态150a的第一区域50a和第二荷电状态150b的第二区域50b之间存在电位差160时，可以执行均衡115。

[0039] 因此，根据发明的方法，在执行了充电阶段110之后，可以使用均匀化阶段120进行均衡115的这样的发起。只有当均衡是可能的时(那意味着在电压坪之外(当存在区域50之间的电位差160时))，才可使用均匀化阶段120。为了协调两个阶段和/或为了触发均匀化阶段，可以(自动)评估充电曲线170。

[0040] 评估可以例如在充电过程之外例如作为充电过程的初始配置来完成，因为阶段的协调可以取决于电池组的具体类型。这里，可以例如通过确定阳极的充电曲线170的梯度来标识转变178。可以例如取决于梯度来选择所标识的转变178中的每个或仅一些。转变178的发生意味着发生不同荷电状态150的区域之间的电位差160。换言之，每个所选择的转变178指代选择的(即，显著的)电位差160。在所选择的转变178的范围中(例如，在所选择的转变178的开始处)，可以从充电曲线170获得对于(显著的)电位差160所特定的值，例如在转变178的位置处的特定荷电状态。因此，可以通过使用这些值作为预定值(例如，电池组的荷电状态)来完成对充电过程的配置的评估，以使得可以使用这些预定值与在充电过程期间确定的测量值的比较来检测其中发生(显著)电位差160的时间点。换言之，当充电过程期间的测量值(例如，荷电状态值)等于预定值中的一个时，可以预期存在(显著)电位差160。

[0041] 图4作为示例示出了石墨阳极的充电曲线170，其中示出了针对不同荷电状态155(尤其是电池组60的阳极61的荷电状态155a)的电压165(尤其是电池组60的阳极61的电压165a)。如可以看出的，存在若干电压坪175并且在其间可识别出若干转变178。

[0042] 如通过图5可以看出的，可以用于发明的充电过程的电压坪175和/或转变178也可以在(整个)电池和/或电池组60(即，全局的而不仅针对阳极61)的充电曲线170中标识出，因为电池/电池组电压是阴极的电位和阳极的电位之间的差($U_{cell} = \rho_{cathode} - \rho_{Anode}$)。因此，图5中呈现的充电曲线170示出了(整个)电池组60的针对电池组60的不同荷电状态155b的电压165b。

[0043] 图6示出了发明的方法100的方法步骤。为了标识显著电位差160(例如通过标识充电曲线170中的电压坪175和/或转变178)，可以提供充电设备10的测量设备。主要地，依照根据本发明的方法100，充电设备10用于对锂离子电池组60进行快速充电。在第一方法步骤100.1例如第一充电阶段110中，电池组60被充电直到电池组60的电压165或电池组60的荷电状态155达到第一预定值。在第二方法步骤100.2中，例如在第二充电阶段110中，电池组60被充电直到电池组60的电压165或电池组60的荷电状态155达到第二预定值。在第三方法步骤100.3中，例如在最后的充电阶段中，电池组60被充电直到达到停止条件。这里，每个第一充电阶段和第二充电阶段都跟随有均匀化阶段120。

[0044] 在图7中，首先执行充电阶段110，特别地取决于不同区域50的电位差160来执行充电阶段110。例如，这种依赖性在于当达到预定条件时停止充电阶段110并且开始均匀化阶段120。此预定条件例如是充电曲线170的转变178处的定义电压值或定义的已充电容量的数量，其中此数量应对应于充电曲线170中发生转变178的位置。如果使用这种电荷量(或电荷数量)作为标准，则它必须适应于电池组60的老化，因为电池组60的容量随时间而减少。

[0045] 在执行充电阶段110并达到所述条件之后，执行至少一个均匀化阶段120以使得可

以发生均衡。然后，可以执行另一充电阶段110和/或均匀化阶段120，直到达到停止条件。每个阶段可以发生达至少1分钟或至少10分钟或至少1小时，或直到20分钟或直到1小时。

[0046] 实施例的先前描述仅在示例的范围内描述本发明。自然地，而且，实施例的单个特征只要技术上有意义就可以彼此自由组合而不脱离本发明的范围。

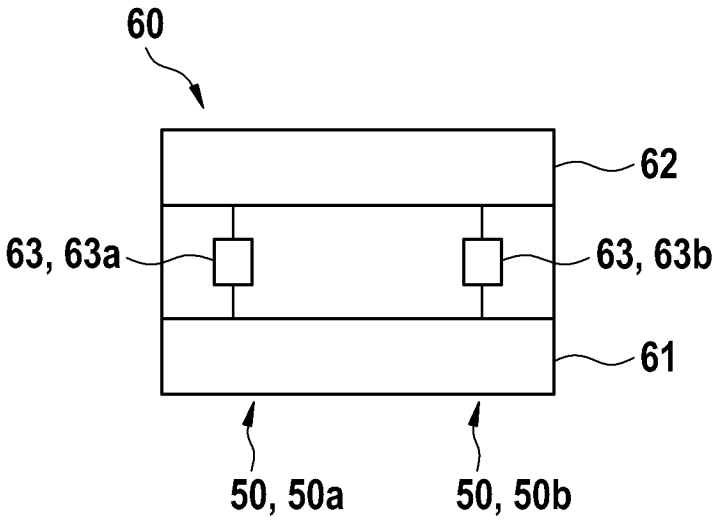

60
62
63, 63a
63, 63b
61
50, 50a
50, 50b

图 1

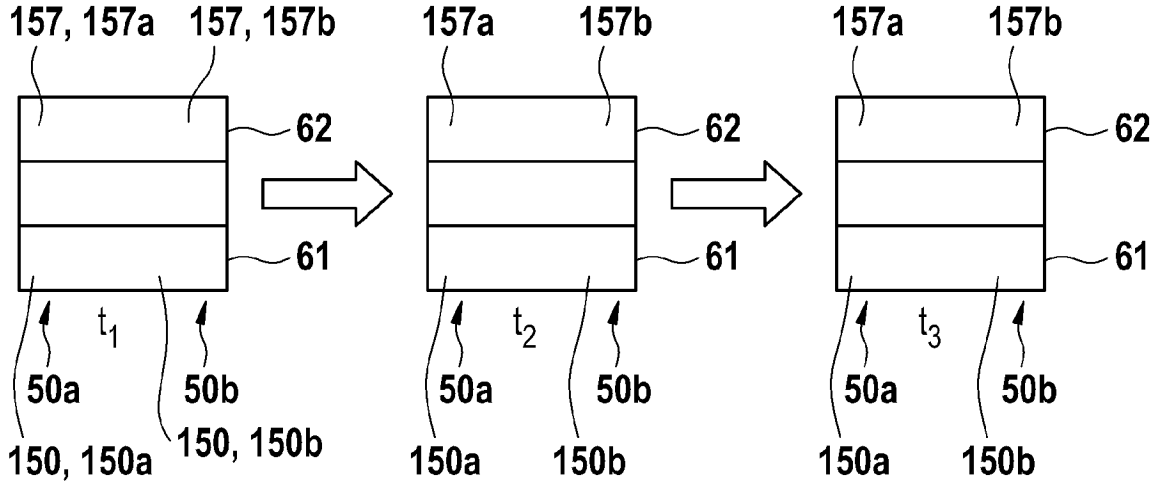

157, 157a
157, 157b
62
61
t1
50a
50b
150, 150a
150, 150b
157a
157b
62
61
t2
50a
50b
150a
150b
157a
157b
62
61
t3
50a
50b
150a
150b

图 2

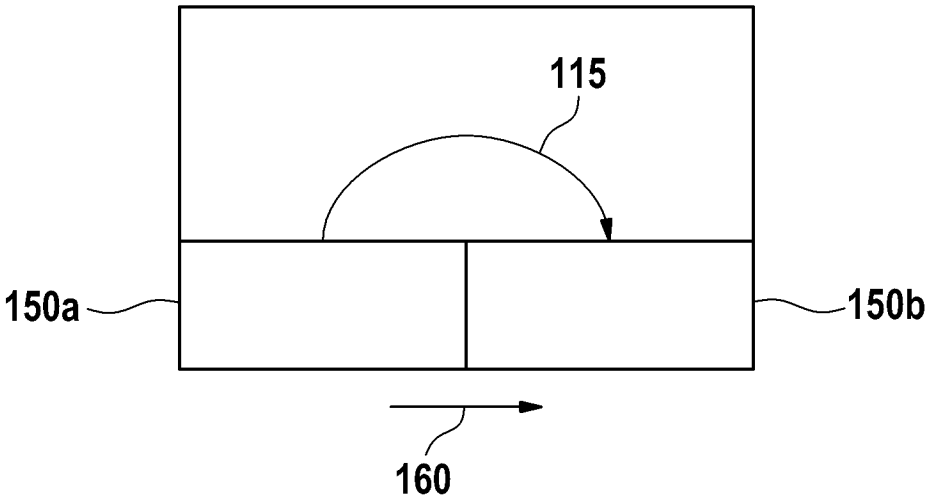


图 3

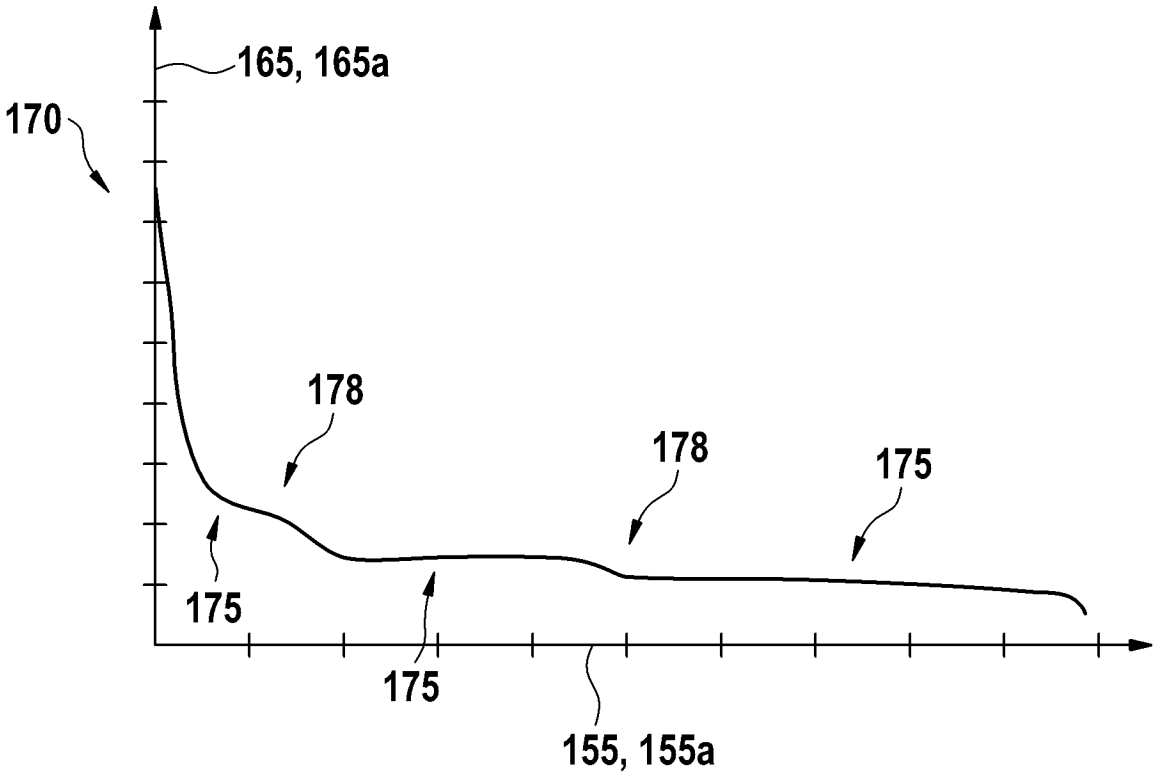


图 4

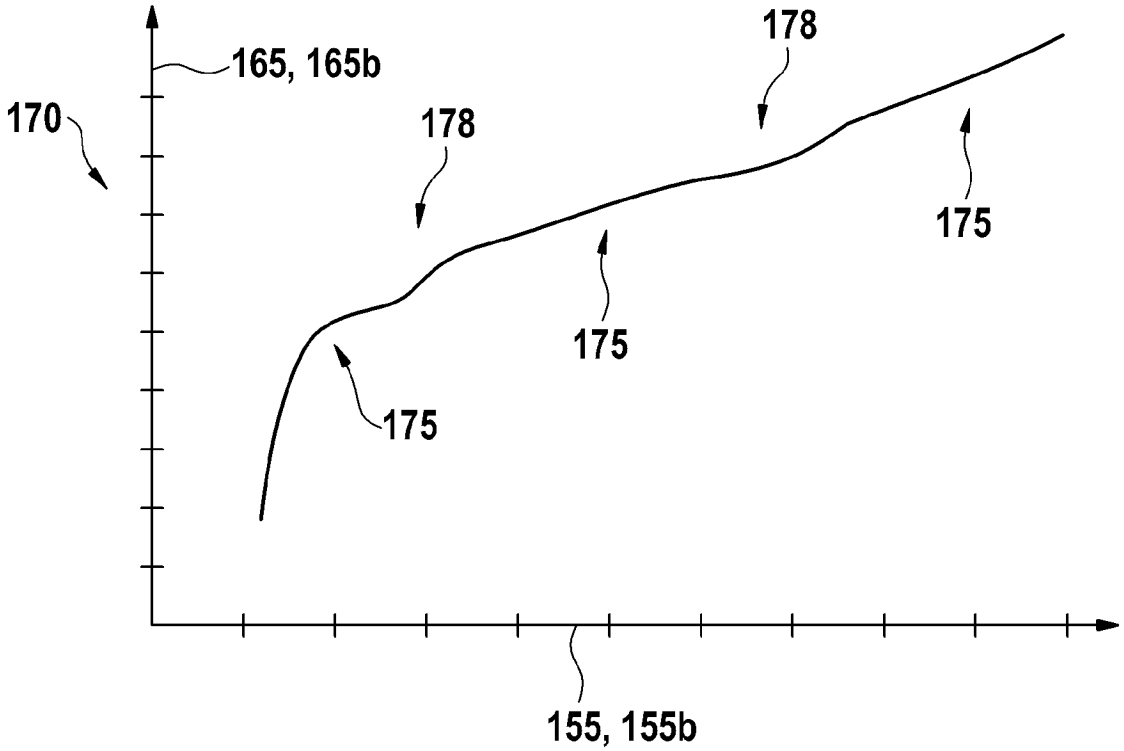


图 5

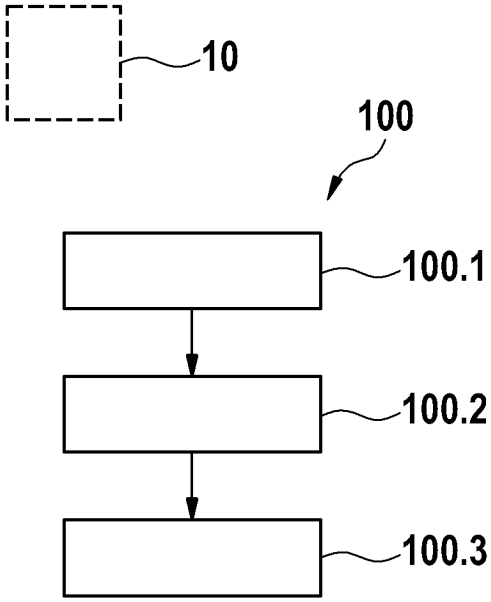


图 6

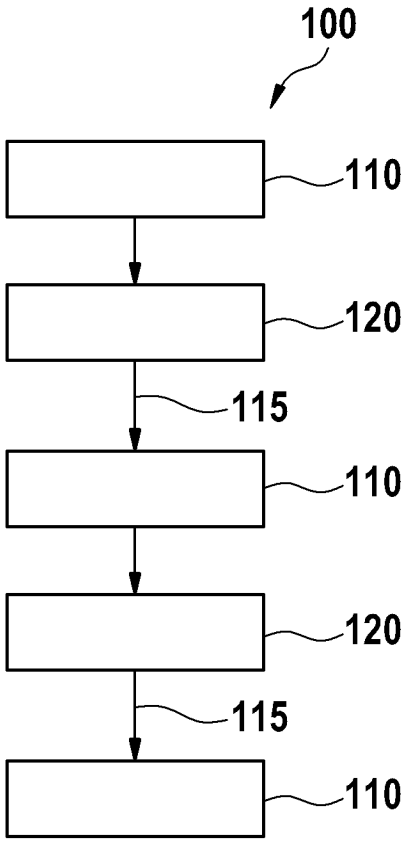


图 7