



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107978790 A

(43)申请公布日 2018.05.01

(21)申请号 201711138856.5

(22)申请日 2017.11.16

(71)申请人 华为数字技术(苏州)有限公司

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区
星湖街328号创意产业园A3栋

(72)发明人 张光辉 毕广春 冯东

(74)专利代理机构 北京弘权知识产权代理事务
所(普通合伙) 11363

代理人 逯长明 许伟群

(51) Int. Cl.

H01M 10/0525(2010.01)

H01M 10/058(2010.01)

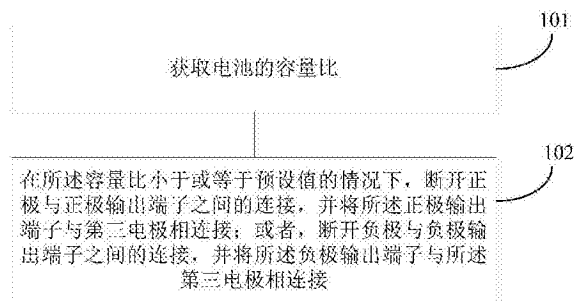
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

一种电池补锂方法和装置

(57)摘要

本申请公开了一种电池补锂方法和装置,所述电池包括正极、负极和第三电极,所述第三电极中包括金属锂,且第三电极与电池的电解液相接触;所述方法包括:获取电池的容量比,在所述容量比小于或等于预设值的情形下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开负极与负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与第三电极相连接,以使第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上,进而为电池补锂,以恢复电池单体容量,提高了电池的循环寿命。



1. 一种电池补锂方法,其特征在于,所述电池包括正极、负极和第三电极,所述正极与正极输出端子相连接,所述负极与负极输出端子相连接,所述第三电极中包括金属锂,且所述第三电极与所述电池的电解液相接触;

所述方法包括:

获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次与第一次分别按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次与第一次分别按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值,且所述N大于1;

在所述容量比小于或等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述电池还包括由至少一个开关组成的开关模块,

所述开关模块中的至少一个开关,用于连接所述正极和所述正极输出端子、连接所述负极与所述负极输出端子、连接所述第三电极和所述正极输出端子、连接所述第三电极和所述负极输出端子。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,

所述断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,包括:

断开所述正极与所述正极输出端子之间的第一开关,并将所述正极输出端子与所述第三电极通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂;

所述断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,包括:

断开所述负极与所述负极输出端子之间的第三开关,并将所述负极输出端子与所述第三电极通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取电池的容量比,包括:

获取第一容量和第二容量,其中,所述第一容量为所述电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为所述电池在第N次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池在第N次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;

计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的方法,其特征在于,所述预设值为0.88~0.92。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的方法,其特征在于,所述第三电极中的金属锂含量为0.0026g/Ah~0.52g/Ah。

7. 根据权利要求1-5任一项所述的方法,其特征在于,所述第三电极中的金属锂含量为 $0.052\text{g/Ah}\sim 0.079\text{g/Ah}$ 。

8. 一种电池补锂装置,其特征在于,所述电池包括正极、负极和第三电极,所述正极与正极输出端子相连接,所述负极与负极输出端子相连接,所述第三电极中包括金属锂,且所述第三电极与所述电池的电解液相接触;

所述装置包括:获取单元和处理单元,

所述获取单元,用于获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次与第一次分别按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次与第一次分别按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值;

所述处理单元,用于在所述容量比小于或等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述电池还包括由至少一个开关组成的开关模块,

所述处理单元,具体用于在所述容量比小于或等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的第一开关,并将所述正极输出端子与所述第三电极通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的第三开关,并将所述负极输出端子与所述第三电极通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,

所述获取单元,还用于获取第一容量和第二容量,其中,所述第一容量为所述电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为所述电池在第N次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池在第N次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;

所述处理单元,还用于计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比。

一种电池补锂方法和装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电池储能技术领域,尤其涉及一种电池补锂方法和装置。

背景技术

[0002] 在可预见的将来,锂离子电池仍然是最重要的二次电源,尤其在储能领域、电动汽车领域、消费电子领域等领域仍具有无可撼动的地位。但是锂离子电池的寿命,特别是循环寿命短,限制了其进一步地大规模应用。例如在储能领域,以10年的生命周期计算,每天两个循环,再加上锂离子电池单体联用后的性能打折、电池循环条件的多变,导致锂离子电池单体至少需要10000次循环,但是目前的锂离子电池,还无法达到此标准。

[0003] 锂离子电池循环寿命的降低,由多方面原因导致。一方面是由于电池内循环性能的添加剂的消耗,比如过充添加剂,在初始阶段循环时,由于有过充添加剂保护,即使意外过充,电池的电压也不会超出安全阈值,但随着循环的进行,该添加剂逐渐消耗,待添加剂量减少或者添加剂消耗完毕后,电池即不再具有防过充性能,导致电池在意外过充后,容量会快速下降。

[0004] 另一方面是由于活性锂损失,所谓活性锂损失,是指参与充放电过程的电化学反应的锂损失,主要被消耗在循环过程中的固体电解质界面(solid electrolyte interface,SEI)膜分解与再生过程,以及以负极析锂形式被消耗,一旦被消耗,就无法恢复电化学活性,从而不可逆地降低电池容量,进而影响电池循环寿命。并且在这种情况下,即便是确保添加剂不被损耗,或者损耗后添加剂得到补充,当活性锂损失后,也将给电池的容量造成不可逆的损失。因此,如何为锂离子电池持续地补充活性锂,是解决锂离子电池循环寿命短的主要难题。

[0005] 现有的一种提高锂离子电池循环寿命的方法是,在负极引入稳定金属锂粉(Stabilized Lithium Metal Powder,SLMP)进行预锂化补锂。如图1所示,采用SLMP预锂化后的石墨负极的循环性能与未预锂化的石墨负极的循环性能对比,在循环初始阶段,SLMP预锂化能够提高电池负极容量和循环性能,但是一定循环次数之后,二者趋于一致,说明以SLMP预锂化方法补锂量有限,仅能在循环初期弥补活性锂损失,不能持续补充活性锂的损失,改善锂离子电池的循环性能。另外,由于SLMP为金属锂粉末,所以使用危险性高,极易爆炸,不利于大规模生产应用。

发明内容

[0006] 本申请提供了一种电池补锂方法和装置,以弥补锂离子电池在循环使用过程中活性锂损失,实现电池的在线补锂。

[0007] 第一方面,本申请提供了一种电池补锂方法,所述电池包括正极、负极和第三电极,所述正极与正极输出端子相连接,所述负极与负极输出端子相连接,所述第三电极中包括金属锂,且所述第三电极与所述电池的电解液相接触;

[0008] 所述方法包括:获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次与第一次分别按

照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次与第一次分别按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值;

[0009] 判断所述容量比是否小于等于预设值;如果是,则断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

[0010] 结合第一方面,在第一方面一种实现方式中,所述电池还包括由至少一个开关组成的开关模块,所述开关模块中的至少一个开关,用于连接所述正极和所述正极输出端子、连接所述负极与所述负极输出端子、连接所述第三电极和所述正极输出端子、连接所述第三电极和所述负极输出端子。

[0011] 结合第一方面,在第一方面另一种实现方式中,所述断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,包括:断开所述正极与所述正极输出端子之间的第一开关,并将所述正极输出端子与所述第三电极通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂;所述断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,包括:断开所述负极与所述负极输出端子之间的第三开关,并将所述负极输出端子与所述第三电极通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

[0012] 结合第一方面,在第一方面又一种实现方式中,所述获取电池的容量比,包括:获取第一容量和第二容量,其中,所述第一容量为所述电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为所述电池在第N次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池在第N次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比,N为大于1的正整数。

[0013] 结合第一方面,在第一方面又一种实现方式中,所述预设值为0.88~0.92之间的任意值。

[0014] 结合第一方面,在第一方面又一种实现方式中,所述第三电极中的金属锂含量为0.0026g/Ah~0.52g/Ah。

[0015] 结合第一方面,在第一方面又一种实现方式中,所述第三电极中的金属锂含量为0.052g/Ah~0.079g/Ah。

[0016] 第二方面,本申请还提供了一种电池补锂装置,所述电池包括正极、负极和第三电极,所述正极与正极输出端子相连接,所述负极与负极输出端子相连接,所述第三电极中包括金属锂,且所述第三电极与所述电池的电解液相接触;

[0017] 所述装置包括:获取单元和处理单元,所述获取单元,用于获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次和第一次分别按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次和第一次分别按照第二预设电流从最大

电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值；

[0018] 所述处理单元,用于在所述容量比小于等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

[0019] 结合第二方面,在第二方面一种实现方式中,所述电池还包括由至少一个开关组成的开关模块,所述处理单元,具体用于在所述容量比小于等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的第一开关,并将所述正极输出端子与所述第三电极通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的第三开关,并将所述负极输出端子与所述第三电极通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

[0020] 结合第二方面,在第二方面另一种实现方式中,所述获取单元,还用于获取第一容量和第二容量,其中,所述第一容量为所述电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为所述电池在第N次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池在第N次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述处理单元,还用于计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比。

[0021] 第三方面,本申请还提供了一种补锂设备,包括:收发器、处理器和存储器及;所述处理器可以执行所述存储器中所存储的程序或指令,从而实现以第一方面各种实现方式所述的电池补锂方法。

[0022] 第四方面,本申请还提供了一种计算机存储介质,该计算机存储介质可存储有程序,该程序执行时可实现包括本申请提供的电池补锂方法各实施例中的部分或全部步骤。

[0023] 本实施例提供的电池补锂方法和装置,在电池单体的容量衰减到一定阶段后,即容量比达到预设范围内时,通过第三电极与正极输出端子或者负极输出端子相连接来为电池的正极和负极补锂,以恢复电池单体容量,进而提高电池的循环寿命。

[0024] 此外,本申请提供的方法还避免了在负极引入SLMP进行预理化补锂,克服了采用金属锂粉末的SLMP进行补锂时,易爆炸、危险性高的问题。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1为一种采用SLMP预理化处理和未采用预理化处理的石墨负极的循环性能的对比如图;

[0027] 图2为本申请提供的一种电池补锂装置的结构示意图;

[0028] 图3为本申请提供的一种电池补锂方法的流程示意图;

- [0029] 图4a为本申请提供的一种电池在负极补锂前的连接示意图；
- [0030] 图4b为本申请提供的一种电池在负极补锂后的连接示意图；
- [0031] 图4c为本申请提供的一种采用补锂和不采用补锂下的电池循环容量保持率与循环次数对比的示意图；
- [0032] 图5a为本申请提供的一种电池在正极补锂前的连接示意图；
- [0033] 图5b为本申请提供的一种电池在正极补锂后的连接示意图；
- [0034] 图5c为本申请提供的在一个补锂窗口补锂过程中的放电曲线以及补锂后的放电曲线的示意图；
- [0035] 图6为本申请提供的一种电池补锂装置的结构示意图；
- [0036] 图7为本申请提供的一种补锂设备的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明实施例中的技术方案,并使本发明实施例的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明实施例中的技术方案作进一步详细的说明。

[0038] 本申请提供了一种包含有第三电极的电池结构,该第三电极中包括金属锂,并通过控制电池的正极输出端子或负极输出端子与所述第三电极相连接,来实现自动识别和在线补锂,从而提高电池的循环性能。

[0039] 下面对本申请提供的电池结构和补锂方法做详细地说明。

[0040] 参见图2,为本申请实施例提供的一种电池补锂装置的结构示意图。该装置包括电池,该电池上包括正极A1、正极输出端子A2、负极B1和负极输出端子B2,还包括第三电极C和开关模块D,其中,所述第三电极C中包括金属锂,且第三电极C与所述电池的电解液相接触。

[0041] 可选的,第三电极C设置于电池卷芯的最外层,通过隔膜与卷芯最外层的负极相隔,并以铝极耳连出,该铝极耳用于与正极输出端子A2或负极输出端子B2相连接。

[0042] 所述开关模块D包括至少一个开关,每个开关用于连接正负极和正负输出端子,以及连接第三电极C与正负输出端子,所述开关模块可由控制器或处理器来控制。

[0043] 在对电池补锂之前,该电池的正极A1与正极输出端子A2相连接,负极B1与负极输出端子B2相连接,正极输出端子A2和负极输出端子B2通过与外部设备相连接来对所述外部设备供电。随着对电池的循环使用,导致电池中的锂离子损失,所谓活性锂损失,是指参与充放电过程的电化学反应的锂损失,主要被消耗在循环过程中的SEI膜分解与再生过程,以及以负极析锂形式被消耗。在这种情况下,为提高电池的循环寿命,需要对电池补充活性锂,具体地,补锂方法如图3所示:

[0044] 步骤101:获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次和第一次分别按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次和第一次分别按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值,N为大于1的正整数。

[0045] 具体地,步骤101包括:获取第一容量和第二容量。

[0046] 其中,在充电过程中,所述第一容量为电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,所述第二容量为所述电池在第一次充电之后的任意一

次,例如第N次,按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量。

[0047] 在放电过程中,所述第一容量为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为该电池在第一次放电之后的任意一次,例如第N次,按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量。所述第一预设电流与第二预设电流可能相同,也可能不相同。

[0048] 计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比。

[0049] 步骤102:判断所述容量比是否小于等于预设值,如果是,则断开正极A1与正极输出端子A2之间的连接,并将正极输出端子A2与第三电极C相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到负极输出端子B2连接的负极上;或者,断开负极B1与负极输出端子B2之间的连接,并将负极输出端子B2与第三电极C相连接,以使所述第三电极C中的金属锂离子补充到正极输出端子A2连接的正极上。

[0050] 可选的,所述预设值为0.88~0.92。另外,所述预设值还可以根据需要自行设置。

[0051] 具体地,通过开关模块D实现的方式包括:断开正极A1与正极输出端子A2之间的第一开关,并将该正极输出端子A2与第三电极C通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂。或者,包括:断开负极B1与负极输出端子B2之间的第三开关,并将该负极输出端子B2与第三电极C通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

[0052] 本实施例提供的电池补锂方法,在电池单体的容量衰减到一定阶段后,即达到预设范围内时,通过第三电极与正极输出端子或者负极输出端子相连接来为电池补锂,以恢复电池单体容量,进而提高电池的循环寿命。

[0053] 此外,本申请提供的方法还避免了在负极引入SLMP进行预埋化补锂,克服了采用金属锂粉末的SLMP进行补锂时,易爆炸、危险性高的问题。

[0054] 在一个具体的实施例中,下面利用上述方法对电池在负极进行补锂进行详细地介绍。

[0055] 本实施例中,以10Ah(安时)软包磷酸铁锂电池(化学式 LiFePO_4)为例,对该电池在负极补锂,其中,该电池的正极为磷酸铁锂材料,铝箔与该电池的正极相连,中间是聚合物的隔膜,用于隔离正极和负极。但是锂离子 Li^+ 可以通过而电子 e^- 不能通过,所述电池的负极可由碳(石墨)组成,由铜箔与电池的负极相连接。电池的上下端之间填充电池的电解质,电池由金属外壳密闭封装。

[0056] 所述磷酸铁锂电池在充电过程中,正极中的锂离子 Li^+ 通过聚合物隔膜向负极迁移;在放电过程中,负极中的锂离子 Li^+ 通过隔膜向正极迁移。

[0057] 可选的,所述磷酸铁锂电池的尺寸为:10mm×80mm×160mm(长×宽×高),能量密度为250Wh/L(瓦时/升)。第三电极为单面渡锂铝箔,该铝箔厚度为12 μm (微米),锂层厚度为0.5mm(毫米),形状为方形,面积为66 cm^2 (尺寸60mm×110mm),第三电极置于卷芯最外层并以隔膜与最外层负极隔开,并以铝极耳连出。

[0058] 另外,还包括控制模块D,所述控制模块D中包括含有两个开关,分别为K1和K2,如图4a所示。其中,K1用于连接正极A1和正极输出端子A2,K2用于连接第三电极C和正极输出端子A2。

[0059] 在对电池补锂之前,正极A1和正极输出端子A2通过K1连接,负极B1和负极输出端

子B2相连接,此时,电池处于正常工作状态。

[0060] 所述在负极补锂的方法包括以下步骤:获取电池的第一容量 C_0 和第二容量 C_n ,其中,第一容量 C_0 为所述电池按照第一预设电流 I_c 第一次从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,第二容量 C_n 为所述电池的第一容量经循环使用后,按照所述第一预设电流 I_c 第 N 次从零电量充电到最大电量所对应的电池容量。

[0061] 所述第一电容可通过电池出厂时设置的容量获得,例如,电池的额定容量;所述第二容量包括除第一次充电使用后的其它任意一次充电所对应的容量,且该第二容量可通过芯片记忆的数据中获得。

[0062] 计算所述第二容量与第一容量的容量比,即 C_n/C_0 。

[0063] 判断所述容量比是否小于等于预设值,如果小于等于所述预设值,则断开正极A1与正极输出端子A2之间相连接的开关K1,闭合正极输出端子A2与第三电极C之间的开关K2,以使A2与C相连接,进而实现第三电极C中的金属锂离子通过开关K2补充到负极输出端子B2连接的负极B1上。此时,在电池内部,第三电极C中的金属锂离子 Li^+ 向负极B1迁移,达到在电池的负极B1补充锂离子的技术效果。

[0064] 具体地,如图4a所示为正常工作时各电极的连通方式,图4b所示为补锂时的电极连通方式。正常充电(图4a所示)完毕时,由于电池循环使用过程中锂损失导致锂离子电池单体的容量损失率达到了锂离子电池单体初始容量的10%,负极材料中嵌锂量可能只有理论值的90%左右,此时负极的对锂电位大于满充时的对锂电位。将负极与第三电极通过放电电路接通(图4b所示)后,使得第三电极与电解液接触,因此构成了一个新的电池回路,即负极与第三锂电极所组成的半电池,

[0065] 由于负极嵌锂量不足,此电池回路的电压大于满嵌时的电位,电池接通负载以后,该半电池将开始放电,从而在该半电池的放电阶段实现活性锂补充。当新的电池回路中的电量放电到零时,断开K2,闭合K1,使锂离子电池正常接入负载并开始放电(图4a所示),由于此时负极嵌锂量通过第三电极补充得到恢复,因此,电池容量得到恢复,循环寿命得以继续保持。

[0066] 采用本方法补锂后的锂离子电池的循环容量得以持续保持,如图4c所示,为采用补锂和不采用补锂下的电池循环容量保持率与循环次数对比的示意图。补锂后电芯的容量得以恢复,另外,每一次补锂后,到达补锂窗口的循环次数都有所减少,因此,可以通过调整补锂窗口,继续补锂延长锂离子电池的应用寿命。

[0067] 在另一个具体的实施例中,下面对锂离子电池在正极进行补锂进行详细地介绍。

[0068] 本实施例中,采用的锂离子电池的尺寸和规格等参数与前述电池在负极进行补锂的参数相同,本实施例不详细赘述。但区别在于,在电池正常工作时,电池的正极A1与正极输出端子A2相连接,负极B1与负极输出端子B2通过开关K4连接,并且在负极输出端子B2与第三电极C之间设置有开关K3。

[0069] 具体补锂方法包括:获取电池的第三容量和第四容量,所述第三容量为电池按照第二预设电流第一次从最大电量放电到零电量所对应的电池容量,所述第四容量为所述电池的第三容量经循环使用后,按照第二预设电流第 N 次从最大电量放电到零电量所对应的电池容量。

[0070] 计算所述第四容量与第三容量的容量比,即 C_n/C_0 。

[0071] 判断所述容量比是否小于等于预设值,如果是,则断开负极B1与负极输出端子B2之间相连接的开关K4,并通过闭合开关K3将负极输出端子B2与第三电极C相连接,以使第三电极C中的金属锂离子通过开关K3补充到正极输出端子A2连接的正极上。此时,在电池内部,第三电极C中的金属锂离子Li⁺向正极A1迁移,达到在电池的正极A1补充锂离子的技术效果。

[0072] 具体地,如图5a所示为正常工作时各电极的连通方式,图5b所示为补锂时电极的连通方式:正常放电(图5a所示)完毕时,尽管电压达到了截止电压(V_{end}),由于锂损失导致锂离子电池单体的容量损失率达到了锂离子电池单体初始容量的20%,正极材料中嵌锂量可能只有理论值的80%左右,将正极与第三电极通过放电电路接通(图5b所示)后,由于第三电极与电解液接触,因此构成了一个新的电池回路。由于正极嵌锂量不足,新的电池回路的电压大于V_{end},则电池将继续放电直至V_{end},从而实现正极材料在放电阶段的活性锂补充。补锂完毕后,放电电压达到V_{end}终止,此时断开K3,闭合K4,恢复如(图5a所示电极连接状态),锂离子电池正常接入正负极充电状态,由于此时正极嵌锂量通过第三电极补充得到恢复,因此,电池容量得到恢复,循环寿命得以继续保持。

[0073] 图5c所示为一个补锂窗口补锂过程中的放电曲线以及补锂后的放电曲线的示意图,在补锂过程放电曲线中显示,锂离子电池在放电结束后,由于锂损失导致电池的容量损失严重,启动补锂后,电芯电压逐渐升高回弹,负极输出端子B2与第三电极C接通后,由第三电极C和负极输出端子B2组成的回路继续放电,并在放电的同时实现了正极活性锂补充,并且显著提高了锂离子电池的放电容量。

[0074] 可选的,在本申请的上述各实施例中,所述第三电极中的金属锂含量为0.0026g/Ah~0.52g/Ah。进一步优选的,所述第三电极中的金属锂含量为0.052g/Ah~0.079g/Ah。另外,所述金属锂的含量范围也可以根据情况设置和调整,本实施例对此不予限制。

[0075] 可选的,所述第三电极为渡锂网状铜箔,锂层厚度为0.5mm。第三电极的形状为圆形,直径为75mm,在所述锂离子电池为10Ah的情况下,金属锂含量为0.0026g/Ah~0.52g/Ah的范围时,对应的第三电极的金属锂重量为0.026g~5.2g。

[0076] 优选的,第三电极中的金属锂含量为0.052g/Ah~0.079g/Ah时,对应的第三电极的金属锂重量为0.52g~0.79g。

[0077] 可选的,所述第三电极为渡锂泡沫镍,第三电极的形状为圆柱状,置于电芯卷芯中间位置,面积50cm²(尺寸为50mm×70mm)。

[0078] 可选的,所述开关模块D可以含有三个或者四个开关,分别用于控制正极输出端子A2与正极A1、正极输出端子A2与第三电极C、负极输出端子B2与第三电极C、负极输出端子B2与负极B1之间的接通或者断开。

[0079] 需要说明的是,本申请实施例所述的锂离子电池,该锂离子电池的正极材料包括但不限于磷酸铁锂、锰酸锂、钴酸锂、三元、镍钴铝(Ni-Co aluminum, NCA)中的一种或几种,负极材料包括石墨,硅碳复合物的液态、凝胶态、固态等形式的锂离子电池等,所述第三电极的形状包括但不限于软包,圆柱,方形或者异形锂离子电池等。

[0080] 本申请实施例还提供了一种电池补锂装置,用于执行图3所对应的电池补锂方法。

[0081] 其中,该装置作用的锂离子电池包括正极、负极和第三电极,所述正极与正极输出端子相连接,所述负极与负极输出端子相连接,所述第三电极中包括金属锂,且所述第三电

极与所述电池的电解液相接触。

[0082] 如图6所示,所述装置包括:获取单元601和处理单元602。另外还可以包括发送单元、存储单元等其它单元和模块。

[0083] 获取单元601,用于获取电池的容量比,所述容量比为所述电池第N次和第一次分别按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量之间的比值,或者为所述电池第N次和第一次分别按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量之间的比值,且N为大于1的正整数。

[0084] 处理单元602,用于在所述容量比小于等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

[0085] 可选的,在本申请实施例的一种具体实现方式中,所述电池还包括由至少一个开关组成的开关模块,该开关模块中的开关用于连接所述正极和所述正极输出端子、连接所述负极与所述负极输出端子、连接所述第三电极和所述正极输出端子、连接所述第三电极和所述负极输出端子。

[0086] 进一步地,处理单元602,具体用于在所述容量比小于等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的第一开关,并将所述正极输出端子与所述第三电极通过第二开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池负极,为所述负极补锂;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的第三开关,并将所述负极输出端子与所述第三电极通过第四开关相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子通过电解液流向电池正极,为所述正极补锂。

[0087] 可选的,在本申请实施例的一种具体实现方式中,获取单元601,还用于获取第一容量和第二容量,其中,所述第一容量为所述电池第一次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池第一次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量;所述第二容量为所述电池在第N次按照第一预设电流从零电量充电到最大电量所对应的电池容量,或者为所述电池在第N次按照第二预设电流从最大电量放电到零电量所对应的电池容量。

[0088] 处理单元602,还用于计算所述第二容量与第一容量的比值得到所述容量比。

[0089] 可选的,本实施例中所述的预设值为0.88~0.92。

[0090] 可选的,本实施例中所述的第三电极中的金属锂含量为0.0026g/Ah~0.52g/Ah。进一步优选地,所述第三电极中的金属锂含量为0.052g/Ah~0.079g/Ah。

[0091] 本实施例提供的电池补锂装置,获取单元在获取的容量比达到预设范围内时,通过第三电极与正极输出端子或者负极输出端子相连接来为电池补锂,以恢复电池单体容量,进而提高电池的循环寿命。此外,本实施例提供的补锂装置还避免了在负极引入SLMP进行预埋化补锂,克服了采用金属锂粉末的SLMP进行补锂时,易爆炸、危险性高的问题。

[0092] 在具体硬件实现中,本申请的一个实施例还提供了一种补锂设备,用于实现上述实施例中的电池补锂方法。

[0093] 具体地,如图7所示,该补锂设备包括:收发器701、处理器702和存储器703。所述补

锂设备还可以包括更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置,本申请对此不进行限定。

[0094] 其中,收发器701用于获取电池的容量比。

[0095] 处理器702用于检测在所述容量比小于等于预设值的情况下,断开所述正极与所述正极输出端子之间的连接,并将所述正极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述负极输出端子连接的负极上;或者,断开所述负极与所述负极输出端子之间的连接,并将所述负极输出端子与所述第三电极相连接,以使所述第三电极中的金属锂离子补充到所述正极输出端子连接的正极上。

[0096] 进一步地,所述收发器701还用于实现如图6所示的获取单元601的部分或全部功能,所述处理器702用于实现图6所示的处理单元602的部分或全部功能,或者控制所述收发器701实现。

[0097] 可选的,所述收发器701可以以集成电路芯片(Integrated Circuit Chip)的形式出现,并可进行选择组合。例如,将获取的第一容量、第二容量以及容量比发送给处理器处理。

[0098] 所述处理器702为补锂设备的控制中心,用于控制开关模块中各个开关的闭合和断开,通过运行或执行存储在存储器703内的软件程序和/或模块,以及调用存储在存储器703内的数据,以执行补锂设备的各种功能和/或处理数据。

[0099] 所述处理器702可以由集成电路(Integrated Circuit, IC)组成,例如可以由单颗封装的IC所组成,也可以由连接多颗相同功能或不同功能的封装IC而组成。举例来说,处理器可以仅包括中央处理器(Central Processing Unit, CPU),也可以是GPU、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)、及收发器中的控制芯片(例如基带芯片)的组合。在本申请的各种实施方式中,CPU可以是单运算核心,也可以包括多运算核心。

[0100] 所述存储器703可以包括易失性存储器(volatile memory),例如随机存取内存(Random Access Memory, RAM);还可以包括非易失性存储器(non-volatile memory),例如快闪存储器(flash memory),硬盘(Hard Sisk Drive, HDD)或固态硬盘(Solid-State Drive, SSD);存储器还可以包括上述种类的存储器的组合。所述存储器中可以存储有程序或代码,补锂设备中的处理器702通过执行所述程序或代码可以实现所述网络设备的功能。

[0101] 可选的,所述补锂设备可安装在电池上,或者通过连接单元与电池相连接,进而对电池的正负极进行补锂。

[0102] 具体实现中,本发明还提供一种计算机存储介质,其中,该计算机存储介质可存储有程序,该程序执行时可包括本发明提供的电池补锂方法的各实施例中的部分或全部步骤。所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(read-only memory, ROM)或随机存储记忆体(random access memory, RAM)等。

[0103] 本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明实施例中的技术可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本发明实施例中的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0104] 本说明书中各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。尤其,对于上述电池补锂方法的实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例中的说明即可。

[0105] 以上所述的本申请实施方式并不构成对本发明保护范围的限定。

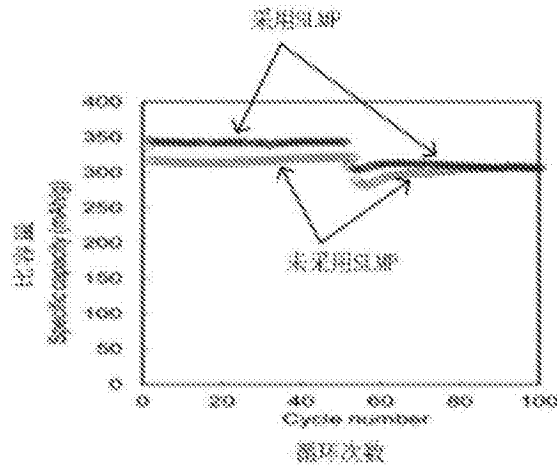


图1

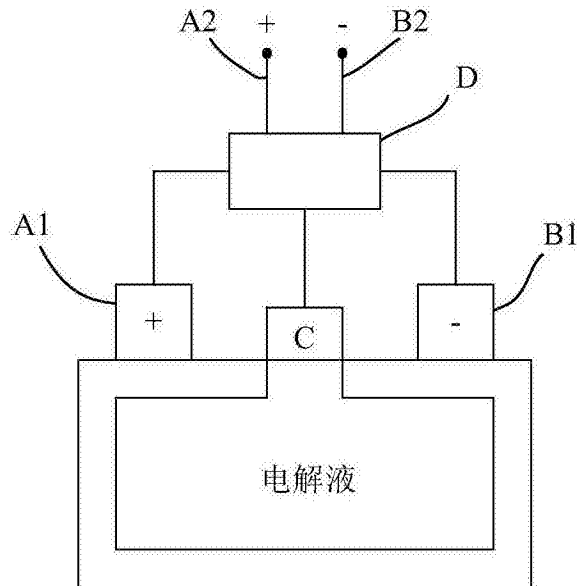


图2

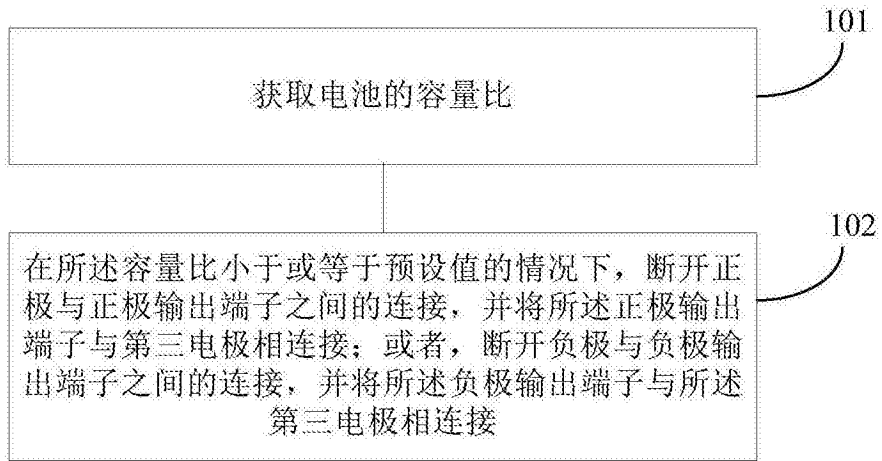


图3

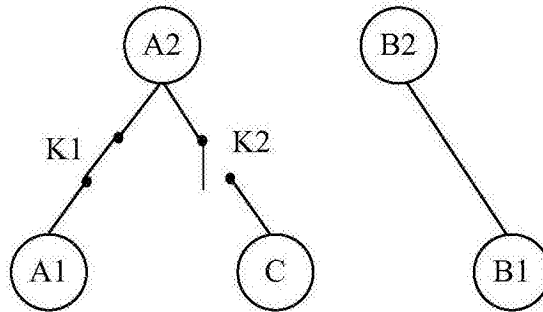


图4a

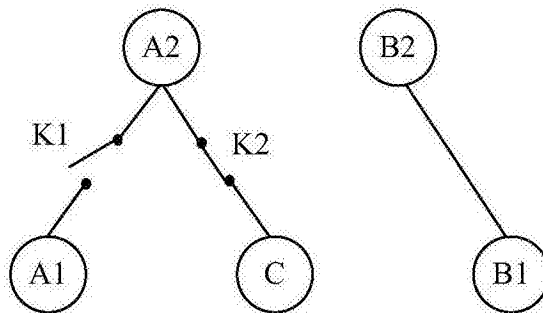


图4b

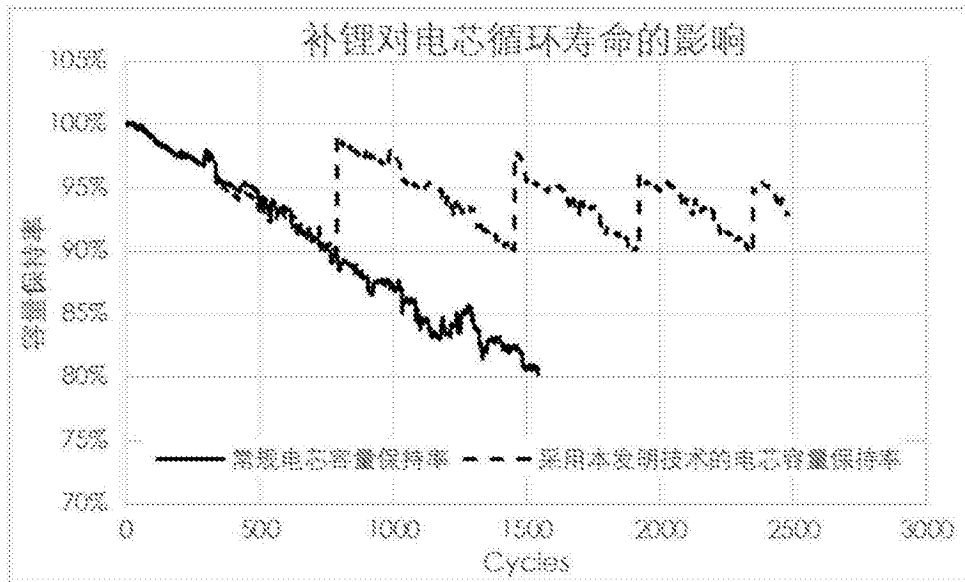


图4c

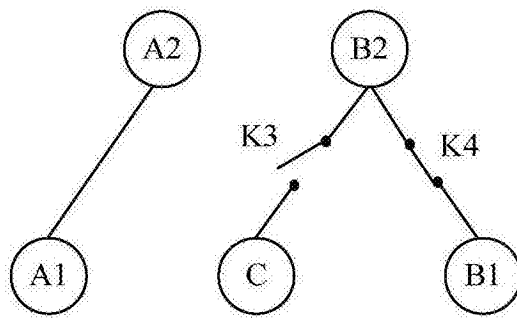


图5a

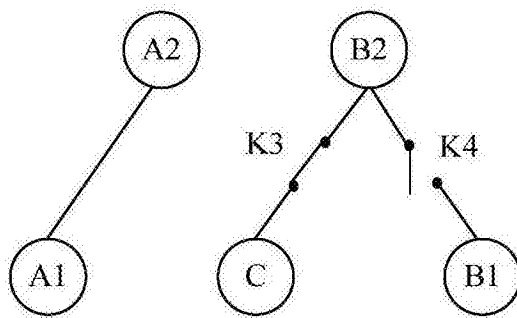


图5b

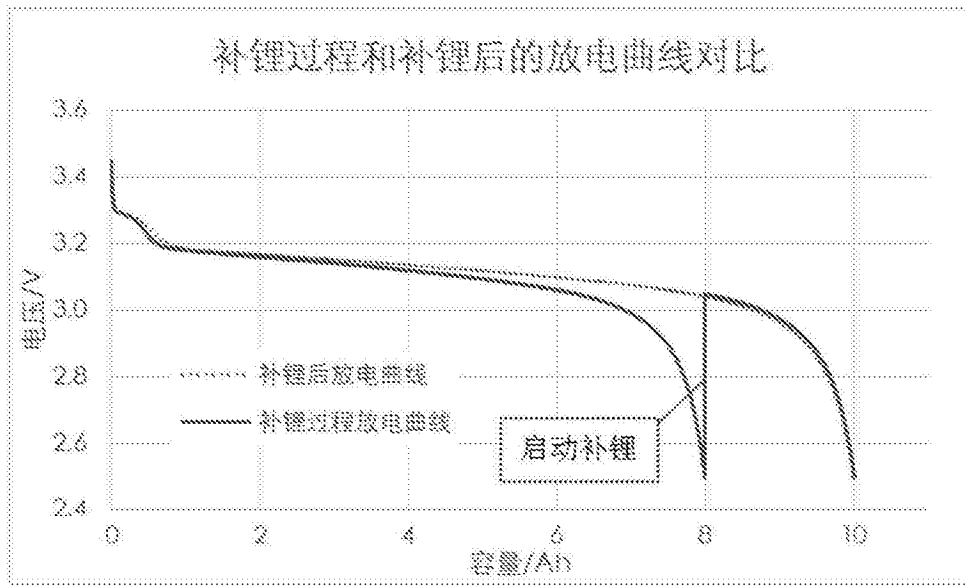


图5c

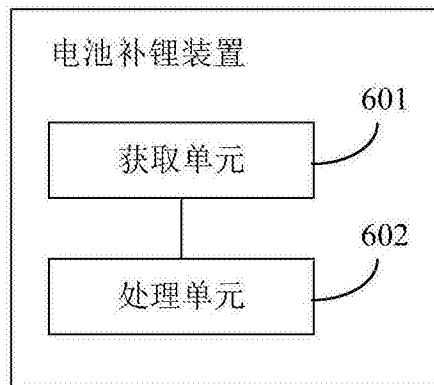


图6

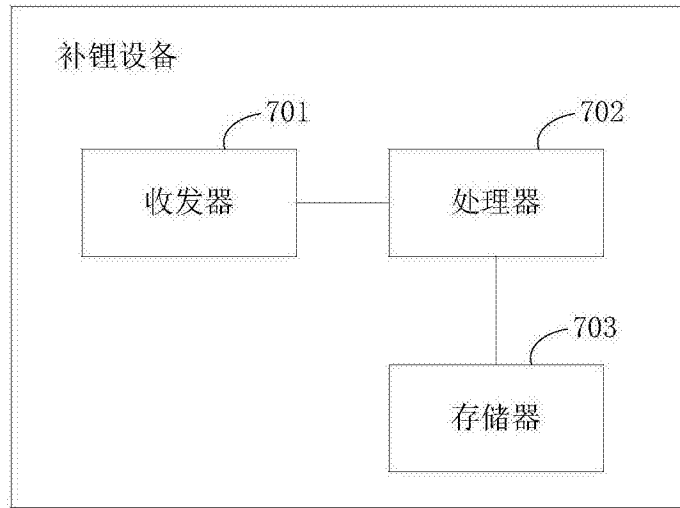


图7