

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年8月3日 (03.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/128724 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01M 10/44 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/098467
- (22) 国际申请日: 2016年9月8日 (08.09.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
PCT/CN2016/074806 2016年1月29日 (29.01.2016)
CN
- (71) 申请人: 宁德新能源科技有限公司 (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。
- (72) 发明人: 骆福平 (LUO, Fuping); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。 曾巧 (ZENG, Qiao); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。 党琦 (DANG, Qi); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。
- (74) 代理人: 广州三环专利代理有限公司 (SCIHEAD PATENT AGENT CO., LTD.); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: SECONDARY BATTERY CHARGE METHOD

(54) 发明名称: 二次电池充电方法

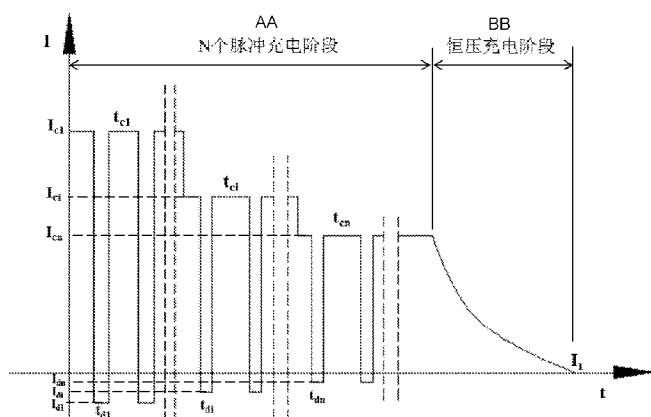


图 1
AA N PULSE CHARGE STAGES
BB CONSTANT-VOLTAGE CHARGE STAGE

(57) Abstract: Disclosed is a secondary battery charge method, comprising: configuring a set of sequentially decreasing charge current values ($I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}$), a set of discharge current values ($I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}$), a set of charge time values ($t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}$), a set of discharge time values ($t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}$) and a set of sequentially increasing charge cut-off voltage values ($U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$), wherein a given charge current value is greater than the corresponding discharge current value, and configuring a constant-voltage charge voltage (V_0) and a charge cut-off current (I_m); performing a pulse charge on a battery using the configured charge current values, charge time values, discharge current values, discharge time values and charge cut-off voltage values in sequence and according to a set rule, and then performing constant-voltage charge on the battery with the constant-voltage charge voltage (V_0) to the charge cut-off current (I_m). The secondary battery charge method employs a pulse charge mode with gradually decreasing amplitudes, effectively reducing polarization in the process of battery charging, reducing temperature increase of the battery and remarkably increasing the speed of battery charge.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/128724 A1



BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种二次电池充电方法, 其包括: 设定一组依次减小的充电电流值(Ic1,Ic2,Ic3,.....,Icn)、一组放电电流值(Id1,Id2,Id3,.....,Idn)、一组充电时间值(tc1,tc2,tc3,.....,tcn)、一组放电时间值(td1,td2,td3,.....,tdn), 以及一组依次增大的充电截止电压值(U1,U2,U3,.....,Un), 其中相互对应的充电电流值大于放电电流值, 设定恒压充电电压(V0)和充电截止电流(I_m); 按设定规则依次使用所设定的充电电流值、充电时间值、放电电流值、放电时间值、充电截止电压值对电池进行脉冲充电, 然后以恒压充电电压(V0)对电池恒压充电到充电截止电流(I_m)。该二次电池充电方法采用幅值渐小的脉冲充电方式, 有效改善了电池充电过程中的极化积累, 降低电池温升, 显著提高了电池的充电速度。

二次电池充电方法

技术领域

本发明属于电池技术领域，更具体地说，本发明涉及一种二次电池充电方法。

背景技术

随着电池技术的发展，电池能量密度不断扩展，但电池能量密度受电池容积的限制，扩展的空间越来越小。在有限的能量密度下，提高电池的充电速度，能够有效满足用户对电池电量的需求。因此，能够快速充电的电池将会在未来的竞争中脱颖而出。

现有技术中，通常采用恒流恒压的充电方法，即对电池以恒定电流充电至某一电压后，再在该电压下进行恒压充电。或者，采用脉冲电流的充电方法，即采用大电流充电一定时间后，就对电池进行一次放电，从而完成对电池充电。

但是，恒流恒压的充电方法会使电池极化不断累积，且电池本身存在一定内阻，因此，在恒流充电过程中，电池不仅会持续产热，而且产热速率会越来越快，使电池温度急剧上升，导致电池的使用性能和安全性变差。而脉冲电流的充电方法，采用恒定的脉冲电流对电池进行充电，虽然在一定程度上改善了极化累积现象，降低了温升，但充电速度较慢。因此，现有技术中的充电方法无法在改善极化累积、降低温升的同时，满足电池的充电速度需求。

有鉴于此，有必要提供一种能够解决上述问题的二次电池充电方法。

发明内容

本发明的目的在于：克服现有技术的不足，提供一种具有理想的充电速度的二次电池充电方法。

为了实现上述发明目的，本发明提供一种二次电池充电方法，其包括以下步骤：

步骤一：设定一组依次减小的充电电流值 $\{I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}\}$ 、一组放电电流值 $\{I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}\}$ 、一组充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 、一组放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ ，以及一组依次增大的充电截止电压值 $\{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ ，其中， $I_{c1} > I_{d1}, I_{c2} > I_{d2}, \dots, I_{cn} > I_{dn}$ ；

步骤二：对电池充电，充电电流为 I_{c1} ，充电时间为 t_{c1} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{d1} ，放电时间为 t_{d1} ，如此循环，直至电池电压达到 U_1 ；

对电池充电，充电电流为 I_{c2} ，充电时间为 t_{c2} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{d2} ，放电时间为 t_{d2} ，如此循环，直至电池电压达到 U_2 ；

.....

对电池充电，充电电流为 I_{cn} ，充电时间为 t_{cn} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{dn} ，放电时间为 t_{dn} ，如此循环，直至电池电压达到 U_n ；

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述步骤一还包括设定恒压充电电压 V_0 和充电截止电流 I_m 的步骤，所述步骤二之后还包括对电池以 V_0 恒压充电、直至电池电流达到 I_m 的步骤。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述充电电流值 $\{I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}\}$ 在 $0.2C \sim 5C$ 范围内。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 在 $0.1s \sim 30s$ 范围内。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述放电电流值 $\{I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}\}$ 在 $0C \sim 0.2C$ 范围内。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 在 $0.01s \sim 5s$ 范围内。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述充电截止电压值 $\{U_1, U_2,$

U_3, \dots, U_n 在 3V~5V 范围内。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述充电截止电流 I_m 为 0.01C~0.1C。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述一组充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 中的各个充电时间值相同或者不完全相同。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述一组放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 中的各个放电时间值相同或者不完全相同。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述最后一个充电截止电压值 U_n 与恒压充电电压 V_0 相同或者不同。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述电池为锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池或者钠离子电池。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述方法还包括将电池置于 0~60℃ 环境中的步骤，此步骤在步骤二之前完成。

与现有技术相比，本发明二次电池充电方法至少具有以下有益的技术效果：采用幅值渐小的脉冲充电方式，有效改善了电池充电过程中的极化积累，降低电池温升，显著提高了电池的充电速度。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式，对本发明二次电池充电方法及其有益技术效果进行详细说明。

图 1 为本发明二次电池充电方法的充电电流的曲线图。

图 2 为本发明实施例 1 的充电电流的曲线图。

图 3 为本发明对比例 1 的充电电流的曲线图。

图 4 为本发明实施例 1 与对比例 1 的充电电流的对比图。

图 5 为本发明实施例 1 与对比例 1 的充电电压的对比图。

图 6 为本发明实施例 1 与对比例 1 的电池 SOC 的对比图。

图 7 为本发明实施例 1 与对比例 1 的电芯表面温度的对比图。

具体实施方式

为了使本发明的发明目的、技术方案和技术效果更加清晰明白，以下结合附图和具体实施方式，对本发明进行进一步详细说明。应当理解的是，本说明书中描述的具体实施方式仅仅是为了解释本发明，并不是为了限定本发明。

请参阅图 1，本发明二次电池充电方法包括以下步骤。

步骤一：设定一组依次减小的充电电流值 $\{Ic1, Ic2, Ic3, \dots, Icn\}$ 、一组放电电流值 $\{Id1, Id2, Id3, \dots, Idn\}$ 、一组充电时间值 $\{tc1, tc2, tc3, \dots, tcn\}$ 、一组放电时间值 $\{td1, td2, td3, \dots, tdn\}$ ，以及一组依次增大的充电截止电压值 $\{U1, U2, U3, \dots, Un\}$ ，其中， $Ic1 > Id1, Ic2 > Id2, \dots, Icn > Idn$ ，设定恒压充电电压 $V0$ 和充电截止电流 Im ；

步骤二：对电池充电，充电电流为 $Ic1$ ，充电时间为 $tc1$ ，然后对电池放电，放电电流为 $Id1$ ，放电时间为 $td1$ ，如此循环，直至电池电压达到 $U1$ ；

对电池充电，充电电流为 $Ic2$ ，充电时间为 $tc2$ ，然后对电池放电，放电电流为 $Id2$ ，放电时间为 $td2$ ，如此循环，直至电池电压达到 $U2$ ；

.....

对电池充电，充电电流为 Icn ，充电时间为 tcn ，然后对电池放电，放电电流为 Idn ，放电时间为 tdn ，如此循环，直至电池电压达到 Un ；

步骤三：以恒定电压 $V0$ 对电池充电，直至电池电流达到充电截止电流 Im 。

以下为本发明二次电池充电方法的实施例和对比例。

实施例与对比例所采用的电池体系，是以 $LiCoO_2$ 作为阴极、以石墨作为阳极的电池体系。C 是表示一个相对于电池标称容量的倍率单位，例如，电池的标称容量为 1000mAh，以 0.5C 倍率的电流对电池进行放电时，放电电流的大小即为 500mA。25℃时，此电池的满充充电容量为 3750mAh。

实施例 1

请参阅图 2，实施例 1 的具体步骤如下：

1) 设置一组依次减小的充电电流值 {4C, 3.5C, 3C}、一组放电电流值 {0.05C, 0.01C, 0C}、一组充电时间值 {0.1s, 0.9s, 2s}、一组放电时间值 {0.01s, 0.1s, 0.1s}，以及一组依次增大的充电截止电压值 {4.15V, 4.25V, 4.4V}；设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C；将电池置于 25℃ 环境中，对电池充放电；

2) 以电流 4C 充电 0.1s，然后以电流 0.05C 放电 0.01s，

3) 重复步骤 2)，一直到电池电压达到 4.15V；

4) 以电流 3.5C 充电 0.9s，然后以电流 0.01C 放电 0.1s，

5) 重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.25V；

6) 以电流 3C 充电 2s，然后以电流 0C 放电 0.1s(即电池处于静置状态)，

7) 重复步骤 6)，一直到电池电压达到 4.4V；

8) 以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C，停止充电。

实施例 2

实施例 2 的具体步骤如下：

1) 设置一组依次减小的充电电流值 {4C, 3.5C, 3C}、一组放电电流值 {0.05C, 0.05C, 0.05C}、一组充电时间值 {0.9s, 0.9s, 0.9s}、一组放电时间值 {0.1s, 0.1s, 0.1s}，以及一组依次增大的充电截止电压值 {4.15V, 4.25V, 4.4V}；设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C；将电池置于 25℃ 环境中，对电池充放电；

2) 以电流 4C 充电 0.9s，然后以电流 0.05C 放电 0.1s，

3) 重复步骤 2)，一直到电池电压达到 4.15V；

4) 以电流 3.5C 充电 0.9s，然后以电流 0.05C 放电 0.1s，

5) 重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.25V；

6)以电流 3C 充电 0.9s, 然后以电流 0.05C 放电 0.1s(即电池处于静置状态),

7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;

8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 3

实施例 3 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{5C,4C,3C,2C}、一组放电电流值{0.2C,0.1C,0.05C,0C}、一组充电时间值{0.1s,0.8s,2s,10s}、一组放电时间值{0.01s,0.1s,0.4s,1s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.1V,4.2V,4.35V,4.4V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 25°C 环境中, 对电池充放电;

2)以电流 5C 充电 0.1s, 然后以电流 0.2C 放电 0.01s,

3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.1V;

4)以电流 4C 充电 0.8s, 然后以电流 0.1C 放电 0.1s,

5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;

6)以电流 3C 充电 2s, 然后以电流 0.05C 放电 0.4s,

7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.35V;

8)以电流 2C 充电 10s, 然后以电流 0C 放电 1s(即电池处于静置状态),

9)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;

10)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 4

实施例 4 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{5C,4C,3C,2C}、一组放电电流值{0.2C,0.2C,0.2C,0.2C}、一组充电时间值{10s,10s,10s,10s}、一组放电时间值{0.5s,0.5s,0.5s,0.5s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.1V,4.2V,4.35V,4.4V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将

电池置于 25°C 环境中，对电池充放电；

- 2)以电流 5C 充电 10s，然后以电流 0.2C 放电 0.5s，
- 3)重复步骤 2)，一直到电池电压达到 4.1V；
- 4)以电流 4C 充电 10s，然后以电流 0.2C 放电 0.5s，
- 5)重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.2V；
- 6)以电流 3C 充电 10s，然后以电流 0.2C 放电 0.5s，
- 7)重复步骤 6)，一直到电池电压达到 4.35V；
- 8)以电流 2C 充电 10s，然后以电流 0.2C 放电 0.5s(即电池处于静置状态)，
- 9)重复步骤 6)，一直到电池电压达到 4.4V；
- 10)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C，停止充电。

实施例 5

实施例 5 的具体步骤如下：

1)设置一组依次减小的充电电流值{1.2C,1C,0.7C}、一组放电电流值{0.05C,0.02C,0.01C}、一组充电时间值{6s,10s,10s}、一组放电时间值{1s,2s,1s}，以及一组依次增大的充电截止电压值{3.6V,4.0V,4.4V}；设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.1C；将电池置于 25°C 环境中，对电池充放电；

- 2)以电流 1.2C 充电 6s，然后以电流 0.05C 放电 1s，
- 3)重复步骤 2)，一直到电池电压达到 3.6V；
- 4)以电流 1C 充电 10s，然后以电流 0.02C 放电 2s，
- 5)重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.0V；
- 6)以电流 0.7C 充电 10s，然后以电流 0.01C 放电 1s，
- 7)重复步骤 6)，一直到电池电压达到 4.4V；
- 8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.1C，停止充电。

实施例 6

实施例 6 的具体步骤如下：

1) 设置一组依次减小的充电电流值{1.2C,1C,0.7C}、一组放电电流值{0.02C,0.02C,0.02C}、一组充电时间值{30s,30s,30s}、一组放电时间值{5s,5s,5s}，以及一组依次增大的充电截止电压值{3.6V,4.0V,4.4V}；设置恒压充电电压为4.4V、充电截止电流为0.1C；将电池置于25℃环境中，对电池充放电；

2) 以电流1.2C充电30s，然后以电流0.02C放电5s，

3) 重复步骤2)，一直到电池电压达到3.6V；

4) 以电流1C充电30s，然后以电流0.02C放电5s，

5) 重复步骤4)，一直到电池电压达到4.0V；

6) 以电流0.7C充电30s，然后以电流0.02C放电5s，

7) 重复步骤6)，一直到电池电压达到4.4V；

8) 以4.4V恒压充电至电池电流达到0.1C，停止充电。

实施例7

实施例7的具体步骤如下：

1) 设置一组依次减小的充电电流值{2C,1.5C,1C}、一组放电电流值{0.1C,0.05C,0C}、一组充电时间值{1s,3s,5s}、一组放电时间值{0.05s,0.2s,0.4s}，以及一组依次增大的充电截止电压值{4.1V,4.25V,4.4V}；设置恒压充电电压为4.4V、充电截止电流为0.01C；将电池置于25℃环境中，对电池充放电；

2) 以电流2C充电1s，然后以电流0.1C放电0.05s，

3) 重复步骤2)，一直到电池电压达到4.1V；

4) 以电流1.5C充电3s，然后以电流0.05C放电0.2s，

5) 重复步骤4)，一直到电池电压达到4.25V；

6) 以电流1C充电5s，然后以电流0C放电0.4s(即电池处于静置状态)，

7) 重复步骤6)，一直到电池电压达到4.4V；

8) 以4.4V恒压充电至电池电流达到0.01C，停止充电。

实施例8

实施例 8 的具体步骤如下:

1) 设置一组依次减小的充电电流值 {2C, 1.5C, 1C}、一组放电电流值 {0C, 0C, 0C}、一组充电时间值 {0.1s, 0.1s, 0.1s}、一组放电时间值 {0.01s, 0.01s, 0.01s}，以及一组依次增大的充电截止电压值 {4.1V, 4.25V, 4.4V}；设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.01C；将电池置于 25℃ 环境中，对电池充放电；

2) 以电流 2C 充电 0.1s，然后以电流 0C 放电 0.01s (即电池处于静置状态)，

3) 重复步骤 2)，一直到电池电压达到 4.1V；

4) 以电流 1.5C 充电 0.1s，然后以电流 0C 放电 0.01s (即电池处于静置状态)，

5) 重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.25V；

6) 以电流 1C 充电 0.1s，然后以电流 0C 放电 0.01s (即电池处于静置状态)，

7) 重复步骤 6)，一直到电池电压达到 4.4V；

8) 以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.01C，停止充电。

实施例 9

实施例 9 的具体步骤如下:

1) 设置一组依次减小的充电电流值 {3C, 2C, 1.3C}、一组放电电流值 {0.2C, 0.05C, 0.02C}、一组充电时间值 {1s, 5s, 10s}、一组放电时间值 {0.05s, 0.5s, 1s}，以及一组依次增大的充电截止电压值 {4.0V, 4.2V, 4.4V}；设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C；将电池置于 25℃ 环境中，对电池充放电；

2) 以电流 3C 充电 1s，然后以电流 0.2C 放电 0.05s，

3) 重复步骤 2)，一直到电池电压达到 4.0V；

4) 以电流 2C 充电 5s，然后以电流 0.05C 放电 0.5s，

5) 重复步骤 4)，一直到电池电压达到 4.2V；

6) 以电流 1.3C 充电 10s，然后以电流 0.02C 放电 1s，

7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;

8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 10

实施例 10 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{3C,2C,1.3C}、一组放电电流值{0.2C,0.2C,0.2C}、一组充电时间值{9.5s,9.5s,9.5s}、一组放电时间值{0.5s,0.5s,0.5s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.0V,4.2V,4.4V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 25℃环境中, 对电池充放电;

2)以电流 3C 充电 9.5s, 然后以电流 0.2C 放电 0.5s,

3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.0V;

4)以电流 2C 充电 9.5s, 然后以电流 0.2C 放电 0.5s,

5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;

6)以电流 1.3C 充电 9.5s, 然后以电流 0.2C 放电 0.5s,

7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;

8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 11

实施例 11 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{1C,0.5C,0.2C}、一组放电电流值{0.2C,0.05C,0.01C}、一组充电时间值{1s,5s,30s}、一组放电时间值{0.05s,0.5s,5s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.0V,4.2V,4.4V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 0℃环境中, 对电池充放电;

2)以电流 1C 充电 1s, 然后以电流 0.2C 放电 0.05s,

3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.0V;

- 4)以电流 0.5C 充电 5s, 然后以电流 0.05C 放电 0.5s,
- 5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;
- 6)以电流 0.2C 充电 30s, 然后以电流 0.01C 放电 5s,
- 7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;
- 8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 12

实施例 12 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{1C,0.5C,0.2C}、一组放电电流值{0.2C,0.2C,0.2C}、一组充电时间值{1s,1s,1s}、一组放电时间值{0.05s,0.05s,0.05s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.0V,4.2V,4.4V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 0°C 环境中, 对电池充放电;

- 2)以电流 1C 充电 1s, 然后以电流 0.2C 放电 0.05s,
- 3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.0V;
- 4)以电流 0.5C 充电 1s, 然后以电流 0.2C 放电 0.05s,
- 5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;
- 6)以电流 0.2C 充电 1s, 然后以电流 0.2C 放电 0.05s,
- 7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.4V;
- 8)以 4.4V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 13

实施例 13 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{1.5C,1C,0.7C, 0.5C}、一组放电电流值{0.2C,0.05C,0.02C,0.02C}、一组充电时间值{2s,10s,20s,20s}、一组放电时间值{0.05s,0.5s,2s,2s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.0V,4.2V,4.3V,4.35V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 60°C 环境中,

对电池充放电；

- 2)以电流 1.5C 充电 2s, 然后以电流 0.2C 放电 0.05s,
- 3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.0V;
- 4)以电流 1C 充电 10s, 然后以电流 0.05C 放电 0.5s,
- 5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;
- 6)以电流 0.7C 充电 20s, 然后以电流 0.02C 放电 2s,
- 7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.3V;
- 8)以电流 0.5C 充电 20s, 然后以电流 0.02C 放电 2s,
- 9)重复步骤 8), 一直到电池电压达到 4.35V;
- 10)以 4.35V 恒压充电至电池电流达到 0.05C, 停止充电。

实施例 14

实施例 14 的具体步骤如下:

1)设置一组依次减小的充电电流值{1.5C,1C,0.7C, 0.5C}、一组放电电流值{0.05C,0.05C,0.05C,0.05C}、一组充电时间值{2s,2s,2s,2s}、一组放电时间值{0.05s,0.05s,0.05s,0.05s}, 以及一组依次增大的充电截止电压值{4.0V,4.2V,4.3V,4.35V}; 设置恒压充电电压为 4.4V、充电截止电流为 0.05C; 将电池置于 60°C 环境中, 对电池充放电;

- 2)以电流 1.5C 充电 2s, 然后以电流 0.05C 放电 0.05s,
- 3)重复步骤 2), 一直到电池电压达到 4.0V;
- 4)以电流 1C 充电 2s, 然后以电流 0.05C 放电 0.05s,
- 5)重复步骤 4), 一直到电池电压达到 4.2V;
- 6)以电流 0.7C 充电 2s, 然后以电流 0.05C 放电 0.05s,
- 7)重复步骤 6), 一直到电池电压达到 4.3V;
- 8)以电流 0.5C 充电 2s, 然后以电流 0.05C 放电 0.05s,
- 9)重复步骤 8), 一直到电池电压达到 4.35V;

10)以 4.35V 恒压充电至电池电流达到 0.05C，停止充电。

对比例 1

对比例 1 的具体步骤如下：

1)设置充电截止电压为 4.4V，充电截止电流为 0.05C；将电池置于 25℃环境中，对电池充放电；

2)以恒定电流 2C 充电至电池电压达到 4.4V；

3)以恒定电压 4.4V 充电至电池电流达到 0.05C。

对比例 2

对比例 2 的具体步骤如下：

1)设置充电截止电压为 4.4V，充电截止电流为 0.05C；将电池置于 25℃环境中，对电池充放电；

2)以恒定电流 0.7C 充电至电池电压达到 4.4V；

3)以恒定电压 4.4V 充电至电池电流达到 0.05C。

对比例 3

对比例 3 的具体步骤如下：

1)设置充电截止电压为 4.4V，充电截止电流为 0.05C；将电池置于 0℃环境中，对电池充放电；

2)以恒定电流 0.2C 充电至电池电压达到 4.4V；

3)以恒定电压 4.4V 充电至电池电流达到 0.05C。

对比例 4

对比例 4 的具体步骤如下：

1)设置充电截止电压为 4.4V，充电截止电流为 0.05C；将电池置于 60℃环境中，对电池充放电；

2)以恒定电流 0.5C 充电至电池电压达到 4.4V；

3)以恒定电压 4.4V 充电至电池电流达到 0.05C。

图 4 为实施例 1 和对比例 1 的充电电流随时间变化的对比图。由图可见，在脉冲充电阶段，实施例 1 采用充电脉冲电流和放电脉冲电流交替的方式对电池充电，对比例 1 采用恒流充电的方式对电池充电。实施例 1 的充电脉冲电流值大于相同时刻的对比例 1 的恒定电流值，且实施例 1 比对比例 1 更早进入恒压充电阶段。在进入恒压充电阶段后，实施例 1 的充电电流小于对比例 1 的充电电流，且达到充电截止电流时，整个充电过程实施例 1 所需要的时间小于对比例 1 所需要的时间，

图 5 为实施例 1 和对比例 1 的充电电压随时间变化的对比图。由图可见，在脉冲充电阶段，实施例 1 的充电电压大于相同时刻的对比例 1 的充电电压，且达到充电截止电压时，实施例 1 所需要的时间小于对比例 1 所需要的时间，这表明实施例 1 进入恒压充电阶段前有更高的电池 SOC(State Of Charge, 剩余电量)。

图 6 为实施例 1 和对比例 1 的 SOC 随时间变化的对比图。由图可见，在整个充电过程中，实施例 1 的电池 SOC 大于相同时刻的对比例 1 的电池 SOC，且电池满充时，实施例 1 所需要的时间小于对比例 1 所需要的时间。这表明相对于对比例 1，实施例 1 的充电速度更快。

图 7 为实施例 1 和对比例 1 的电芯表面温度随时间变化的对比图。由图可见，充电过程的大部分时间内，实施例 1 的电芯表面温度小于对比例 1 的电芯表面温度，其他时间实施例 1 的电芯表面温度略大于对比例 1 的电芯表面温度，且实施例 1 电芯表面温度的最大值小于对比例 1 的电芯表面温度的最大值。这表明相对于对比例 1，实施例 1 更好地抑制了电池充电过程中的温升。

表 1 为实施例和对比例的充电参数、电池温度和充电时间对比表，其中 I_c 表示充电电流值， I_d 表示放电电流值， t_c 表示充电时间值， t_d 表示放电时间值， U 表示充电截止电压值， I_0 表示恒流充电电流， I_m 表示充电截止电流。由表可见，当脉冲充电电流较大时，相对于对比例 1，实施例 1-4 在充电过程中的电芯

表面最高温度分别降低了 4.5°C、5°C、4°C、4.5°C，充电到电池 SOC 为 80% 时所用时间分别减少了 7.1min、6.7min、6.6min、7min。当脉冲充电电流较小时，相对于对比例 2，实施例 5-10 在充电过程中的电芯表面最高温度分别降低了 3°C、2°C、2°C、2.5°C、1°C、1.5°C，充电到电池 SOC 为 80% 时所用时间分别减少了 12.4min、13.6min、31.4min、32.4min、29.8min、29.1min。当充电环境温度为 0°C 时，相对于对比例 3，实施例 11、12 在充电过程中的电芯表面最高温度分别降低了 0.5°C、0.4°C，充电到电池 SOC 为 80% 时所用时间分别减少了 127min、123min。当充电环境温度为 60°C 时，相对于对比例 4，实施例 13、14 在充电过程中的电芯表面最高温度分别降低了 1°C、1.2°C，充电到电池 SOC 为 80% 时所用时间分别减少了 45min、44min。因此，本发明的充电方法较常规恒流恒压的充电方法降低了电池充电过程中的温升，提高了电池的充电速度。

表 1、实施例与对比例的充电参数、电池温度和充电时间对比

	测试温度 (°C)	Ic(C)	tc(s)	Id(C)	td(s)	U(V)	I0 (C)	Im (C)	电芯表面最高温度	充电到 80% SOC 时间(min)
对比例1	25	/	/	/	/	/	2	0.05	42.5°C	25.2
实施例1	25	{4, 3.5, 3}	{5, 9, 10}	{0.05, 0.01, 0}	{0.5, 1, 1}	{4.2, 4.3, 4.4}	/	0.05	38°C	18.1
实施例2	25	{4, 3.5, 3}	0.9	0.05	0.1	{4.2, 4.3, 4.4}	/	0.05	37.5°C	18.5
实施例3	25	{5, 4, 3, 2}	{0.1, 0.8, 2, 10}	{0.2, 0.1, 0.05, 0}	{0.01, 0.1, 0.4, 1}	{4.1, 4.2, 4.35, 4.4}	/	0.05	38.5°C	18.6
实施例4	25	{5, 4, 3, 2}	10	0.2	0.5	{4.1, 4.2, 4.35, 4.4}	/	0.05	38°C	18.2
对比例2	25	/	/	/	/	/	0.7	0.05	31°C	65.9
实施例5	25	{1.2, 1.0, 0.7}	{6, 10, 10}	{0.05, 0.02, 0.01}	{1, 2, 1}	{3.6, 4.0, 4.4}	/	0.1	28°C	53.5
实施例6	25	{1.2, 1.0, 0.7}	30	0.02	5	{3.6, 4.0, 4.4}	/	0.1	29°C	52.3
实施例7	25	{2.0, 1.5, 1.0}	{1, 3, 5}	{0.1, 0.05, 0}	{0.05, 0.2, 0.4}	{4.1, 4.25, 4.4}	/	0.01	29°C	34.5
实施例8	25	{2.0, 1.5, 1.0}	0.1	0	0.01	{4.1, 4.25, 4.4}	/	0.01	28.5°C	33.5
实施例9	25	{3.0, 2.0, 1.3}	{1, 5, 10}	{0.2, 0.05, 0.02}	{0.05, 0.5, 1}	{4.0, 4.2, 4.4}	/	0.05	30°C	36.1

	测试温度 (°C)	Ic(C)	tc(s)	Id(C)	td(s)	U(V)	I0 (C)	Im (C)	电芯表面最高温度	充电到 80% SOC 时间(min)
实施例10	25	{3.0, 2.0, 1.3}	9.5	0.2	0.5	{4.0, 4.2, 4.4}	/	0.05	29.5°C	36.8
对比例3	0	/	/	/	/	/	0.2	0.05	2.5°C	255
实施例11	0	{1, 0.5, 0.2}	{1, 5, 30}	{0.05, 0.05, 0.02}	{0.05, 0.5, 5}	{4.2, 4.3, 4.4}	/	0.05	2.0°C	128
实施例12	0	{1, 0.5, 0.2}	1	0.2	0.05	{4.2, 4.3, 4.4}	/	0.05	2.1°C	132
对比例4	60	/	/	/	/	/	0.5	0.05	64°C	137
实施例13	60	{1.5, 1, 0.7, 0.5}	{2, 10, 20}	{0.2, 0.05, 0.02, 0.02}	{0.05, 0.5, 2, 2}	{4.0, 4.2, 4.3, 4.35}	/	0.05	63°C	92
实施例14	60	{1.5, 1, 0.7, 0.5}	2	0.05	0.05	{4.0, 4.2, 4.3, 4.35}	/	0.05	62.8°C	93

本发明二次电池充电方法包括若干个脉冲充电阶段和一个恒压充电阶段。其中，各个脉冲充电阶段以对应的充电脉冲电流和放电脉冲电流交替地对电池充电，直至电池电压达到各个脉冲充电阶段对应的截止电压。各个脉冲充电阶段所对应的充电脉冲电流依次减小，且充电脉冲电流大于与其对应的放电脉冲电流。各个脉冲充电阶段所对应的截止电压依次增大。

当电池电压或 SOC 较低时，若采用常规恒流充电方式以正常电流值对电池充电，则充电速度较慢，但若采用常规恒流充电方式以大电流值对电池充电，则可能造成电池的安全性问题。因此需要对电池采用脉冲充电的方式，以其能够承受的脉冲电流值进行充电。

相对于常规恒流充电方式，脉冲充电方式虽然能避免电池极化快速积累、减少充电过程中电池的温升，并以更大的电流对电池充电而提升充电速度、增加电池的安全性，但其以恒定的充电脉冲电流对电池进行充电，充电脉冲电流值仍然受到一定的限制，其充电速度仍然无法满足人们的需求。

为了进一步提升充电脉冲电流值，从而提升电池的充电速度，改善用户的使用体验，本发明设置了若干个脉冲充电阶段，各个脉冲充电阶段所对应的充电脉冲电流依次减小，这样在前几个脉冲充电阶段中，就可以设定较大的充电

脉冲电流值。由于前几个脉冲充电阶段对应的充电脉冲电流较大，能够满足对电池快速充电的需求，并且脉冲充电与脉冲放电交替进行，改善了大电流充电的极化积累，因此本发明的充电方法较恒定脉冲电流值的充电方式具有更快的充电速度。

具体来说，充电速度可以用一定时间内电池充入的电量来衡量，通常在充电过程中包含放电步骤，会使得充入电池的电量减小，从而影响充电速度。但本发明的充电方法中，各充电脉冲电流大于与其对应的放电脉冲电流，且放电时间较短，因此本发明的电池放电并不会对电池电压或者 SOC 造成较大影响，即不会影响电池的充电速度。

随着电池充电的进行，电池电压或 SOC 升高，如继续采用恒定的充电脉冲电流值充电，对电池充电速率也没有明显的改善，且大电流容易造成电池极化积累，因此本发明设置了依次减小的充电脉冲电流值。当电池处于低电压或低 SOC 状态时，使用较大的充电脉冲电流充电，当电池处于高电压或高 SOC 状态时，使用较小的充电脉冲电流充电，直到所有脉冲充电阶段结束。如此设置，既可以满足电池初期对大电流的需求，缩短充电时间，又能够避免电池充电过程极化积累过快。

为了保证电池 SOC 达到 100%，并避免充电电压过高对电池过充，本发明的充电方法在电池电压达到最后一个脉冲充电阶段的截止电压后，以恒定电压值对电池充电。随着电池 SOC 增长，充电电流逐渐减小，直到达到截止电流，电池充满，停止充电。

本发明充电方法中的充电电流值、放电电流值、充电时间值、放电时间值及充电截止电压值可以根据电池的种类和电池使用温度选取。具体地，充电电流值 $\{I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}\}$ 优选范围为 0.2C~5C。充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 优选范围为 0.1s~30s。放电电流值 $\{I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}\}$ 优选范围为 0C~0.2C。放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 优选范围为 0.01s~5s。充电截止电

压值 $\{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ 优选范围为 3V~5V 范围。充电截止电流 I_m 优选 0.01C~0.1C。充电环境温度优选 0~60℃。在优选参数条件下, 本发明的充电方法将具有更优良的技术效果。

需要说明的是, 恒压充电阶段的恒压充电电压 V_0 与最后一个脉冲充电阶段的充电截止电压 U_n 可以相同、也可以不同。例如, 当充电进入恒压充电阶段时, 恒压充电电压 V_0 可以继续采用最后一个脉冲充电阶段的充电截止电压 U_n , 也可以采用电池的额定电压。

一组充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 中的各个充电时间值可以相同, 也可以不完全相同。一组放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 中的各个放电时间值可以相同, 也可以不完全相同。例如实施例 1 与实施例 2、实施例 3 与实施例 4 等奇数实施例与偶数实施例的对比。

本发明的充电方法可以通过充电电路集成于电池充电器、电池适配器、电池控制电路、集成电路中实现, 并应用于手机、笔记本电脑、平板电脑、音乐播放器、蓝牙耳机、移动电源、其他便携式手持设备、电动工具、无人机、电动车等电子产品和设备的动力或储能电池上, 适用的二次电池体系包括锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池、钠离子电池等。

结合以上对本发明的详细描述可以看出, 相对于现有技术, 本发明二次电池充电方法的有益技术效果包括但不限于: 采用幅值渐小的脉冲充电方式, 有效改善了电池充电过程中的极化积累, 降低电池温升, 显著提高了电池的充电速度。

根据上述原理, 本发明还可以对上述实施方式进行适当的变更和修改。因此, 本发明并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式, 对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。此外, 尽管本说明书中使用了一些特定的术语, 但这些术语只是为了方便说明, 并不对本发明构成任何限制。

权利要求书

1. 一种二次电池充电方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

步骤一：设定一组依次减小的充电电流值 $\{I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}\}$ 、一组放电电流值 $\{I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}\}$ 、一组充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 、一组放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ ，以及一组依次增大的充电截止电压值 $\{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ ，其中， $I_{c1} > I_{d1}, I_{c2} > I_{d2}, \dots, I_{cn} > I_{dn}$ ；

步骤二：对电池充电，充电电流为 I_{c1} ，充电时间为 t_{c1} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{d1} ，放电时间为 t_{d1} ，如此循环，直至电池电压达到 U_1 ；

对电池充电，充电电流为 I_{c2} ，充电时间为 t_{c2} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{d2} ，放电时间为 t_{d2} ，如此循环，直至电池电压达到 U_2 ；

.....

对电池充电，充电电流为 I_{cn} ，充电时间为 t_{cn} ，然后对电池放电，放电电流为 I_{dn} ，放电时间为 t_{dn} ，如此循环，直至电池电压达到 U_n ；

2. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述步骤一还包括设定恒压充电电压 V_0 和充电截止电流 I_m 的步骤，所述步骤二之后还包括对电池以 V_0 恒压充电、直至电池电流达到 I_m 的步骤。

3. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述充电电流值 $\{I_{c1}, I_{c2}, I_{c3}, \dots, I_{cn}\}$ 在 $0.2C \sim 5C$ 范围内。

4. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 在 $0.1s \sim 30s$ 范围内。

5. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述放电电流值 $\{I_{d1}, I_{d2}, I_{d3}, \dots, I_{dn}\}$ 在 $0C \sim 0.2C$ 范围内。

6. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 在 $0.01s \sim 5s$ 范围内。

7. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述充电截止电压值 $\{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ 在 3V~5V 范围内。

8. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述充电截止电流 I_m 为 0.01C~0.1C。

9. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述一组充电时间值 $\{t_{c1}, t_{c2}, t_{c3}, \dots, t_{cn}\}$ 中的各个充电时间值相同或者不完全相同。

10. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述一组放电时间值 $\{t_{d1}, t_{d2}, t_{d3}, \dots, t_{dn}\}$ 中的各个放电时间值相同或者不完全相同。

11. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述最后一个充电截止电压值 U_n 与恒压充电电压 V_0 相同或者不同。

12. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述电池为锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍隔电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池或者钠离子电池。

13. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述方法还包括将电池置于 0~60℃ 环境中的步骤，此步骤在步骤二之前完成。

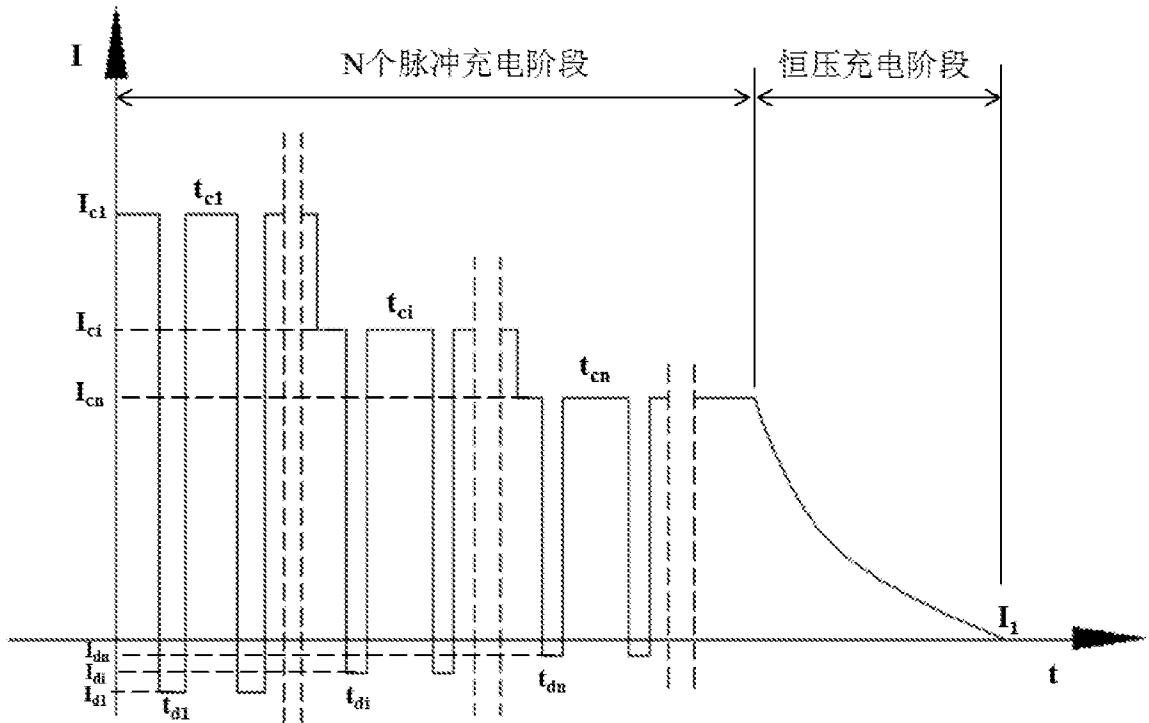


图 1

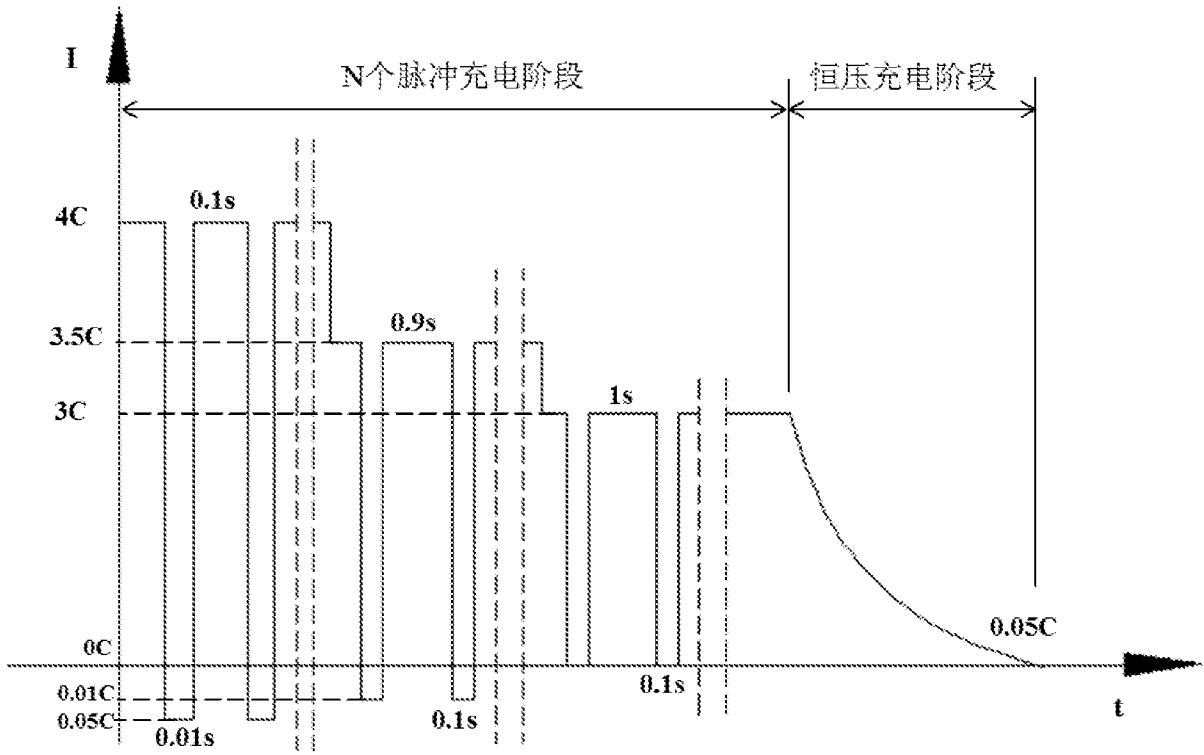


图 2

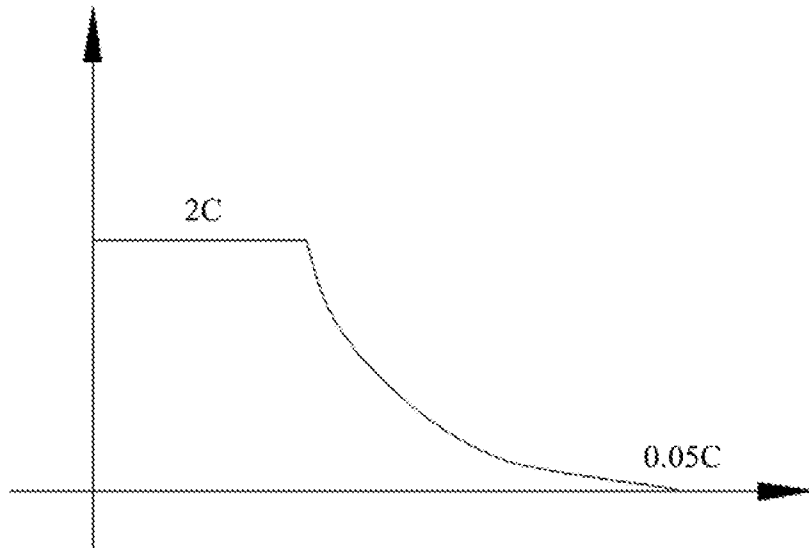


图 3

充电过程的电流曲线

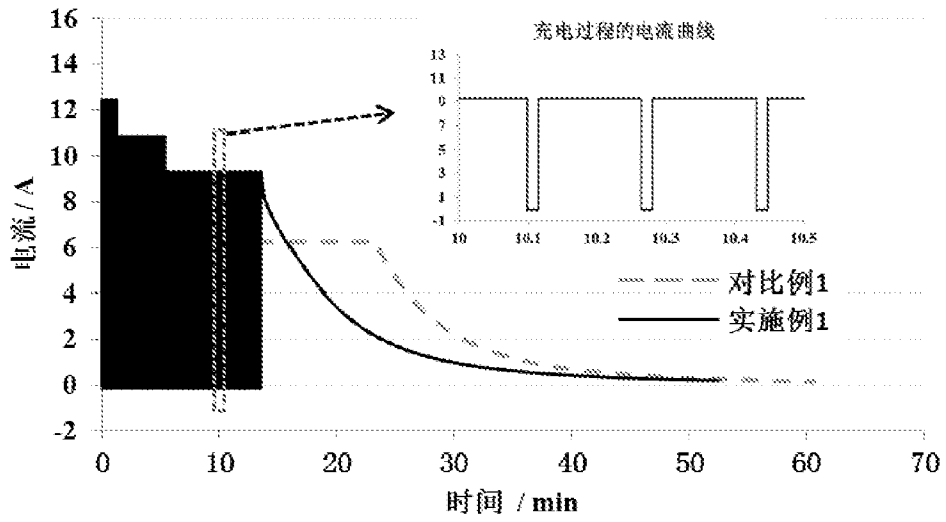


图 4

充电过程的电压曲线

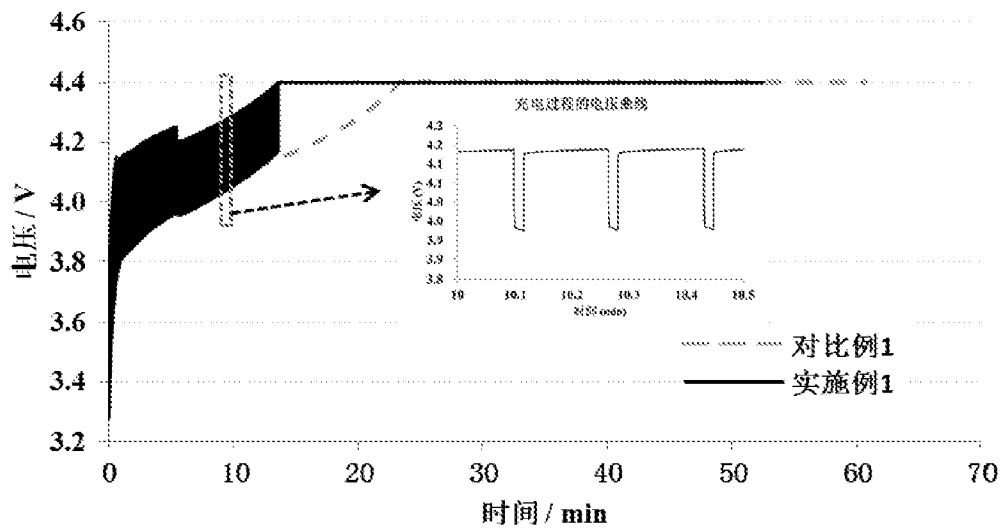


图 5

充电过程的SOC曲线

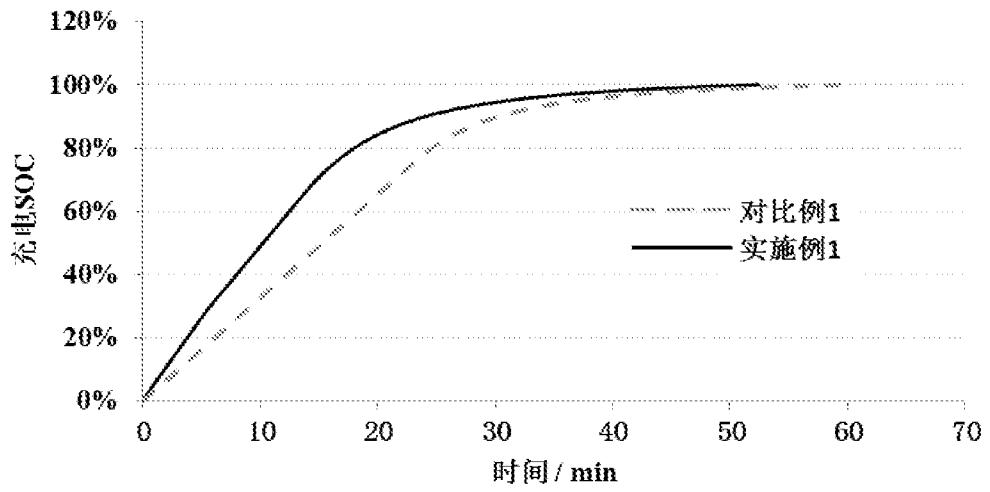


图 6

充电过程电芯表面温度曲线

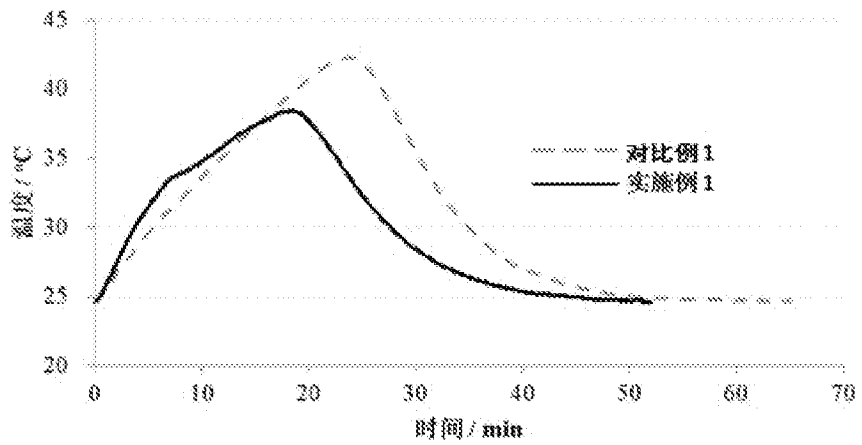


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/098467

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/44 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNTXT, CNKI: discharge, battery, pulse, charge, decrease, current, cutoff voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105186053 A (CHANGCHUN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 23 December 2015 (23.12.2015), description, paragraphs [0006]-[0044], and figures 1-2	1-13
X	CN 104269583 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 07 January 2015 (07.01.2015), description, paragraphs [0006]-[0053], and figures 1-3	1-13
A	CN 101404346 A (ORDNANCE ENGINEERING COLLEGE), 08 April 2009 (08.04.2009), the whole document	1-13
A	JP 2015176821 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 05 October 2015 (05.10.2015), the whole document	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
02 November 2016 (02.11.2016)

Date of mailing of the international search report
14 November 2016 (14.11.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
HAN, Beibei
Telephone No.: (86-10) **62089273**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/098467

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105186053 A	23 December 2015	None	
CN 104269583 A	07 January 2015	CN 104269583 B	06 July 2016
CN 101404346 A	08 April 2009	CN 101404346 B	15 December 2010
JP 2015176821 A	05 October 2015	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/098467

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M 10/44(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>WPI, EPODOC, CNPAT, CNTXT, CNKI: 电池, 脉冲, 充电, 放电, 减小, 电流, 截止电压, battery, pulse, charge, decrease, current, cutoff voltage</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第[0006]-[0044]段, 图1-2</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104269583 A (重庆邮电大学) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 说明书第[0006]-[0053]段, 图1-3</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101404346 A (中国人民解放军军械工程学院) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015176821 A (TOYOTA JIDOSHA KK) 2015年 10月 5日 (2015 - 10 - 05) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第[0006]-[0044]段, 图1-2	1-13	X	CN 104269583 A (重庆邮电大学) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 说明书第[0006]-[0053]段, 图1-3	1-13	A	CN 101404346 A (中国人民解放军军械工程学院) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 全文	1-13	A	JP 2015176821 A (TOYOTA JIDOSHA KK) 2015年 10月 5日 (2015 - 10 - 05) 全文	1-13
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第[0006]-[0044]段, 图1-2	1-13															
X	CN 104269583 A (重庆邮电大学) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 说明书第[0006]-[0053]段, 图1-3	1-13															
A	CN 101404346 A (中国人民解放军军械工程学院) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 全文	1-13															
A	JP 2015176821 A (TOYOTA JIDOSHA KK) 2015年 10月 5日 (2015 - 10 - 05) 全文	1-13															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 11月 2日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 11月 14日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>韩蓓蓓</p> <p>电话号码 (86-10)62089273</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/098467

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105186053	A	2015年 12月 23日	无			
CN	104269583	A	2015年 1月 7日	CN	104269583	B	2016年 7月 6日
CN	101404346	A	2009年 4月 8日	CN	101404346	B	2010年 12月 15日
JP	2015176821	A	2015年 10月 5日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)