

(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31日 (31.08.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/143761 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H01M 10/44 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/098448
- (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:  
201610099461.8 2016年2月23日 (23.02.2016) 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)。 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)。 方占召 (FANG, Zhanzhao); 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, 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))。

(54) Title: METHOD FOR RECHARGING RECHARGEABLE BATTERY

(54) 发明名称: 二次电池充电方法

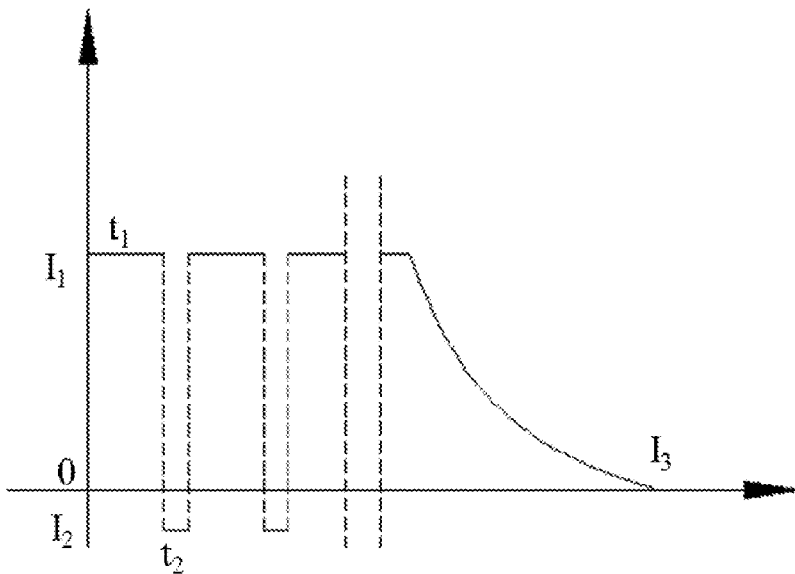


图 1

(57) Abstract: A method for recharging a rechargeable battery comprises: recharging a battery with a constant current I<sub>1</sub>, wherein the recharging time is t<sub>1</sub>; discharging the battery with a constant current I<sub>2</sub>, wherein the discharging time is t<sub>2</sub>, and t<sub>2</sub> satisfies the condition that 5 ≤ t<sub>1</sub>/t<sub>2</sub> ≤ 50; repeating the recharging and discharging steps till the voltage of the battery reaches a cut-off voltage V<sub>0</sub>; and recharging the battery with the constant voltage V<sub>0</sub> till the current of the battery reaches a cut-off current I<sub>3</sub>. By means of alternative recharging with a wide positive pulse current and a narrow negative pulse current, the method effectively reduces polarization accumulation of the battery and heat generated by the battery, slows down the rise in the temperature of the battery during the recharging process, significantly improves battery performance and user experience, and avoids safety risks caused by the rise in the temperature of the battery.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/143761 A1

---

一种二次电池充电方法，其包括：以恒定电流  $I_1$  对电池充电，充电时间为  $t_1$ ；以恒定电流  $I_2$  对电池放电，放电时间为  $t_2$ ，其中， $t_2$  满足  $5 \leq t_1/t_2 \leq 50$ ；重复上述的充电和放电步骤，直至电池电压达到截止电压  $V_0$ ；以恒定电压  $V_0$  对电池充电，直至电池电流达到截止电流  $I_3$ 。所述充电方法通过使用宽的正脉冲电流和窄的负脉冲电流互相间隔的充电方式进行充电，有效减少了电池极化的积累，降低了电池的产热，减缓了电池充电过程中的温升，显著改善了电池性能和用户体验，防止电池温升造成的安全隐患。

## 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

二次电池充电时，电池自身存在的内阻以及充电造成的极化积累等因素，导致其在充电过程中持续产热、温度升高。

为了解决二次电池充电时的温升问题，多年来研究人员通过对电池材料、电池结构进行改进以降低电池内阻，从而降低温升，但这同时也造成电池成本提高的问题，而且增加了相关工艺的复杂度。

而以电池充电的极化积累作为切入点，在不改变电池原有配方和结构的基础上，通过改变充电条件，也能对二次电池充电过程中的温升问题产生一定的优化效果。目前，二次电池的充电方式为：使用恒定电流对电池持续充电至某一电位，再在此电位对电池进行恒压充电。这种充电方式会造成电池极化的积累。特别是随着当前快速充电技术的兴起，为了提高二次电池的充电速度，充电过程中所使用的电流越来越大，这加剧了电池的产热，同时，在电池极化增长的作用下，电池温度急剧上升，不但影响便携式设备的使用体验，更可能影响电池性能、带来安全隐患。

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，提供一种能够有效减少电池极化积累、降低电池产热、减缓电池温升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，以恒定电流  $I_1$  对电池充电，充电时间为  $t_1$ ；

步骤二，以恒定电流  $I_2$  对电池放电，放电时间为  $t_2$ ，其中， $t_2$  满足  $5 \leq t_1/t_2 \leq 50$ ；

步骤三，重复步骤一和步骤二，直至电池电压达到截止电压  $V_0$ ；

步骤四，以恒定电压  $V_0$  对电池充电，直至电池电流达到截止电流  $I_3$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述恒定电流  $I_1$  与恒定电流  $I_2$  满足关系  $2 \leq I_1/I_2 \leq 200$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述恒定电流  $I_1$  的数值为  $0.2C \sim 5C$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述充电时间  $t_1$  的数值为  $0.1s \sim 30s$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述恒定电流  $I_2$  的数值为  $0C \sim 0.2C$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述放电时间  $t_2$  的数值为  $0.01s \sim 5s$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述截止电压  $V_0$  的数值为  $3V \sim 5V$ 。

作为本发明二次电池充电方法的一种改进，所述截止电流  $I_3$  的数值为  $0.01C \sim 0.1C$ 。

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°C~60°C环境中的步骤，此步骤在步骤一之前完成。

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：通过使用宽的正脉冲电流和窄的负脉冲电流互相间隔的充电方式，有效减少了电池极化的积累，降低了电池的产热，减缓了电池充电过程中的温升，显著改善了电池性能和用户体验，防止电池温升造成的安全隐患。

## 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为本发明二次电池充电方法实施例1的充电电压的曲线图。

图3为本发明二次电池充电方法对比例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的充电温度的对比图。

## 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所示，本发明二次电池充电方法包括以下步骤：

步骤一，以恒定电流  $I_1$  对电池充电，充电时间为  $t_1$ ；

步骤二，以恒定电流  $I_2$  对电池放电，放电时间为  $t_2$ ，其中  $t_2$  满足  $5 \leq t_1/t_2 \leq 50$ ；

步骤三，重复步骤一和步骤二，直至电池电压达到截止电压  $V_0$ ；

步骤四，以恒定电压  $V_0$  对电池充电，直至电池电流达到截止电流  $I_3$ 。

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<sub>2</sub> 作为阴极主要材料,以石墨作为阳极主要材料,再加上隔膜、电解液及包装壳,通过组装、化成及陈化等工艺所制成的电池。其中,阴极由 96.7%LiCoO<sub>2</sub>(作为阴极活性物质)、1.7%PVDF(作为粘结剂)和 1.6%SP(作为导电剂)混合组成,阳极由 98%人造石墨(作为阳极活性物质)、1.0%SBR(作为粘结剂)和 1.0%CMC(作为增稠剂)混合组成,隔膜为 PP、PE 或 PP 复合膜,电解液由(30%EC+30%PC+40%DEC)(作为有机溶剂)、1mol/L LiPF<sub>6</sub> 和(0.5%VC、5%FEC、4%VEC)(作为添加剂)组成。25℃时,此电池的满充充电容量为 3200mAh,截止电压 V<sub>0</sub> 为 4.4V。

### 实施例 1

请参阅图 2 所示,实施例 1 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25℃环境中;
- 2) 以恒定电流 5C 对电池充电,充电时间为 0.9s;
- 3) 以恒定电流 0.1C 对电池放电,放电时间为 0.1s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电,直到电池电流达到 0.05C。

### 实施例 2

实施例 2 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25℃环境中;
- 2) 以恒定电流 5C 对电池充电,充电时间为 0.1s;
- 3) 以恒定电流 0.2C 对电池放电,放电时间为 0.01s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电,直到电池电流达到 0.05C。

### 实施例 3

实施例 3 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 5C 对电池充电, 充电时间为 20s;
- 3) 以恒定电流 0.2C 对电池放电, 放电时间为 0.2s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **实施例 4**

实施例 4 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 2C 对电池充电, 充电时间为 30s;
- 3) 以恒定电流 0.1C 对电池放电, 放电时间为 5s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **实施例 5**

实施例 5 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 2C 对电池充电, 充电时间为 1s;
- 3) 以恒定电流 0.02C 对电池放电, 放电时间为 0.05s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.01C。

#### **实施例 6**

实施例 6 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.7C 对电池充电, 充电时间为 5s;
- 3) 以恒定电流 0C 对电池放电, 放电时间为 1s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;

5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.1C。

### **实施例 7**

实施例 7 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.7C 对电池充电, 充电时间为 3s;
- 3) 以恒定电流 0.1C 对电池放电, 放电时间为 0.5s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **实施例 8**

实施例 8 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 0°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.2C 对电池充电, 充电时间为 0.9s;
- 3) 以恒定电流 0.02C 对电池放电, 放电时间为 0.1s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **实施例 9**

实施例 9 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 10°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.5C 对电池充电, 充电时间为 0.1s;
- 3) 以恒定电流 0.02C 对电池放电, 放电时间为 0.01s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **实施例 10**

实施例 10 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 40°C 环境中;

- 2) 以恒定电流 3C 对电池充电, 充电时间为 10s;
- 3) 以恒定电流 0.1C 对电池放电, 放电时间为 0.5s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **实施例 11**

实施例 11 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 60°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 1C 对电池充电, 充电时间为 5s;
- 3) 以恒定电流 0.05C 对电池放电, 放电时间为 0.1s;
- 4) 重复步骤 2) ~3) 直到电池电压达到 4.4V;
- 5) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **对比例 1**

请参阅图 3, 对比例 1 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 5C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **对比例 2**

对比例 2 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 2C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

### **对比例 3**

对比例 3 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 25°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.7C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;

3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **对比例 4**

对比例 4 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 0°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.2C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **对比例 5**

对比例 5 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 10°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 0.5C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **对比例 6**

对比例 6 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 40°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 3C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

#### **对比例 7**

对比例 7 的具体步骤如下:

- 1) 将电池置于 60°C 环境中;
- 2) 以恒定电流 1C 对电池充电, 直到电池电压达到 4.4V;
- 3) 以恒定电压 4.4V 对电池充电, 直到电池电流达到 0.05C。

为了检验本发明二次电池充电方法的技术效果, 在实施例和对比例的电池充电过程中, 使用日置 LR8431-30 型数据记录仪采集电芯表面的温度数据。表 1 列出了不同的实施例与对比例的充电过程温升情况以及充电到 100%SOC 所需要的时间。由表可见, 对于同一电池体系, 与对比例使用的传统恒流恒压充电

方法相比，实施例使用的本发明充电方法可以降低电池充电过程中的温升，同时还能够提高充电速度。

表 1、实施例与对比例的充电参数和充电效果对比

	环境温度	I <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> (s)	I <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> (s)	I <sub>3</sub>	充电过程电芯表面最高温度	充电到100%SOC的时间(min)
对比例1	25℃	5C	/	/	/	0.05C	56℃	27
实施例1	25℃	5C	0.9	0.1C	0.1	0.05C	50.5℃	26.2
实施例2	25℃	5C	0.1	0.2C	0.01	0.05C	49℃	25.5
实施例3	25℃	5C	20	0.2C	0.2	0.05C	51℃	26.5
对比例2	25℃	2C	/	/	/	0.05C	42℃	72.5
实施例4	25℃	2C	30	0.1C	5	0.05C	39℃	72
实施例5	25℃	2C	1	0.02C	0.05	0.01C	37.5℃	70.3
对比例3	25℃	0.7C	/	/	/	0.05C	32℃	113
实施例6	25℃	0.7C	5	0	1	0.1C	29℃	108
实施例7	25℃	0.7C	3	0.1C	0.5	0.05C	29.5℃	106.5
对比例4	0℃	0.2C	/	/	/	0.05C	4℃	335
实施例8	0℃	0.2C	0.9	0.02C	0.1	0.05C	3℃	322
对比例5	10℃	0.5C	/	/	/	0.05C	16℃	167
实施例9	10℃	0.5C	0.1	0.02C	0.01	0.05C	14℃	161
对比例6	40℃	3C	/	/	/	0.05C	55℃	58
实施例10	40℃	3C	10	0.1C	0.5	0.05C	51.5℃	56.5
对比例7	60℃	1C	/	/	/	0.05C	58℃	102
实施例11	60℃	1C	5	0.05C	0.1	0.05C	55℃	99

通过考察充电过程中的电压变化，可以看出本发明充电方法的工作原理。

图 4、图 5 和图 6 分别为实施例 1 和对比例 1 在充电过程中的电流、电压、温度变化曲线。由图可见，相对于对比例 1，实施例 1 的电压上升更为缓慢。在充电过程的前 10min 内，实施例 1 的充电电压均小于对比例 1 的充电电压。这使得实施例 1 的电池能够有效缓解充电过程中的极化积累，反过来降低由极化带来的电压跳跃，一方面减少了电池产热，降低了电池温升；另一方面延长了大电流充电的时间，缩短了恒压充电的时间，从而提高充电速度。

根据本发明的一个优选实施方式，恒定电流 I1 与恒定电流 I2 满足关系  $2 \leq I1/I2 \leq 200$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，恒定电流  $I_1$  为  $0.2C\sim 5C$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，充电时间  $t_1$  为  $0.1s\sim 20s$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，恒定电流  $I_2$  为  $0C\sim 0.2C$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，放电时间  $t_2$  为  $0.01s\sim 2s$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，截止电压  $V_0$  为  $3V\sim 5V$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，截止电流  $I_3$  为  $0.01C\sim 0.1C$ 。

根据本发明的一个优选实施方式，充电环境温度为  $0^{\circ}C\sim 60^{\circ}C$ 。

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，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、集成芯片中实现，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、镍隔电池、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：通过使用宽的正脉冲电流和窄的负脉冲电流互相间隔的充电方式，有效减少了电池极化的积累，降低了电池的产热，减缓了电池充电过程中的温升，防止电池温升造成的安全隐患，同时还提高了充电速度，显著改善了电池性能和用户体验。

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，以恒定电流  $I_1$  对电池充电，充电时间为  $t_1$ ；

步骤二，以恒定电流  $I_2$  对电池放电，放电时间为  $t_2$ ，其中， $t_2$  满足  $5 \leq t_1/t_2 \leq 50$ ；

步骤三，重复步骤一和步骤二，直至电池电压达到截止电压  $V_0$ ；

步骤四，以恒定电压  $V_0$  对电池充电，直至电池电流达到截止电流  $I_3$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述恒定电流  $I_1$  与恒定电流  $I_2$  满足关系  $2 \leq I_1/I_2 \leq 200$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述恒定电流  $I_1$  的数值为  $0.2C \sim 5C$ 。

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  $t_1$  的数值为  $0.1s \sim 30s$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述恒定电流  $I_2$  的数值为  $0C \sim 0.2C$ 。

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  $t_2$  的数值为  $0.01s \sim 5s$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述截止电压  $V_0$  的数值为  $3V \sim 5V$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述截止电流  $I_3$  的数值为  $0.01C \sim 0.1C$ 。

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。

10. 根据权利要求 1 所述的二次电池充电方法，其特征在于：所述方法还包括将电池置于 0℃~60℃环境中的步骤，此步骤在步骤一之前完成。



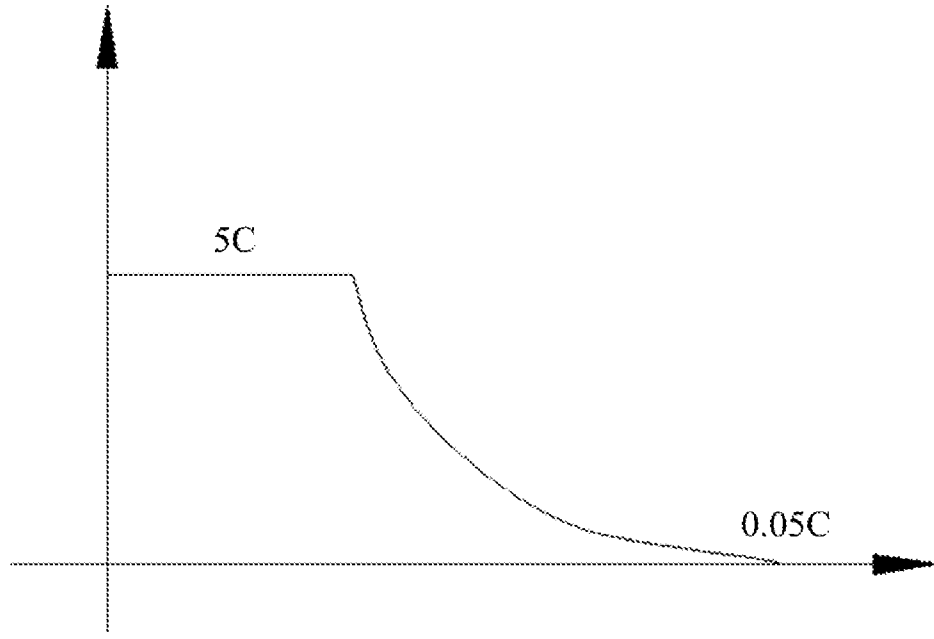


图 3

充电过程的电流曲线

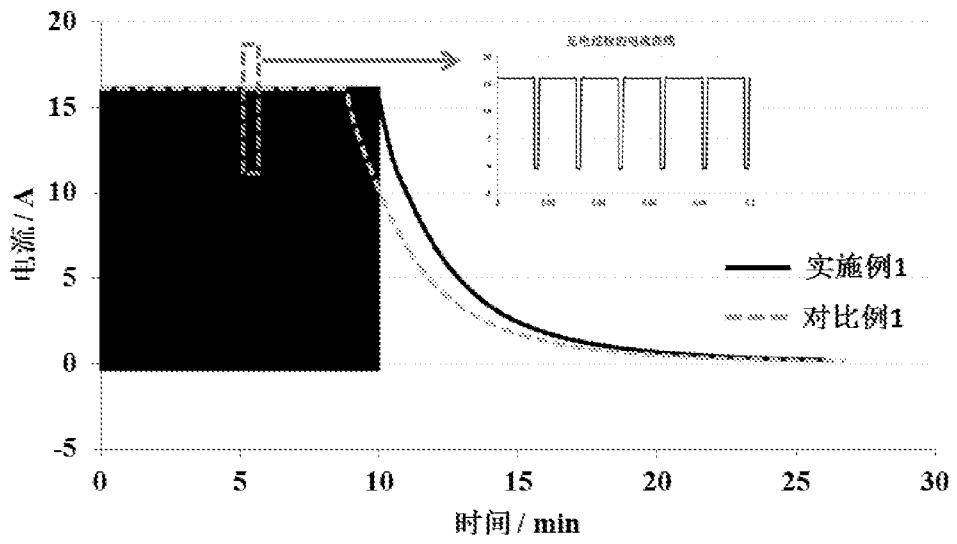


图 4

### 充电过程的电压曲线

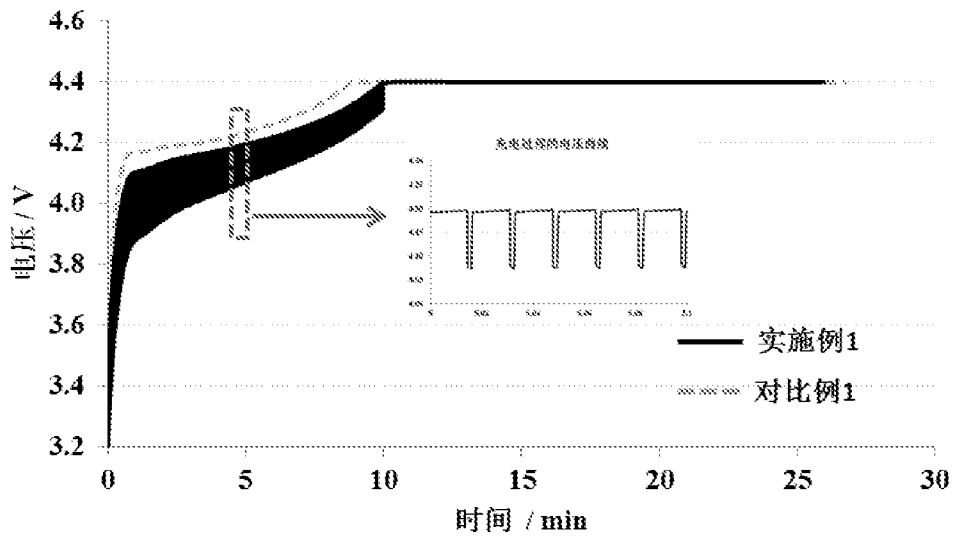


图 5

### 充电过程的温度曲线

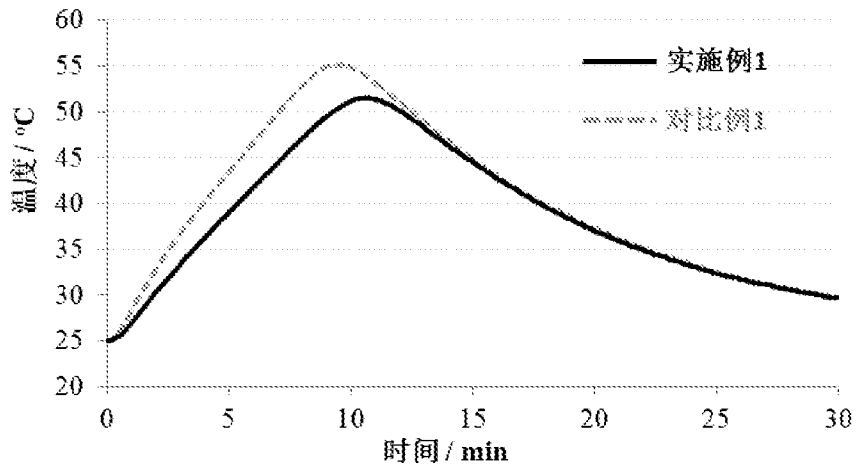


图 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/098448**

## 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; H02J

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, CNKI: constant current, constant voltage, battery, cell, charge, charging, discharge, discharging, constant, current, voltage, pulse, impulse, time, width, polarization

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104821644 A (QINGDAO UNIVERSITY), 05 August 2015 (05.08.2015), description, paragraphs 0008-0011 and 0023-0027, and figure 2	1-10
X	CN 103269115 A (ZHEJIANG NORMAL UNIVERSITY), 28 August 2013 (28.08.2013), description, paragraph 0034, and figure 10	1-10
Y	CN 2198706 Y (CENTRAL IRON AND STEEL RESEARCH INSTITUTE, MINISTRY OF METALLURGICAL INDUSTRY), 24 May 1995 (24.05.1995), description, page 3, line 14 to page 5, line 24, and figure 2	1-10
Y	CN 201001045 Y (ZHAN, Bingzhi), 02 January 2008 (02.01.2008), description, page 3, line 24 to page 4, line 10 and page 7, lines 10-21, and figure 2	1-10
Y	CN 105186053 A (CHANGCHUN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 23 December 2015 (23.12.2015), description, paragraphs 0027-0032, and figure 2	1-10
Y	CN 1655419 A (HEFEI TONGZHI SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPING CO., LTD.), 17 August 2005 (17.08.2005), description, page 3, line 26 to page 4, line 11	1-10
A	CN 102208699 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 05 October 2011 (05.10.2011), the whole document	1-10

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>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  
 15 November 2016 (15.11.2016)

Date of mailing of the international search report  
**13 December 2016 (13.12.2016)**

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  
**DU, Kai**  
 Telephone No.: (86-10) **62413981**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2016/098448**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104821644 A	05 August 2015	None	
CN 103269115 A	28 August 2013	CN 103269115 B	08 July 2015
CN 2198706 Y	24 May 1995	None	
CN 201001045 Y	02 January 2008	None	
CN 105186053 A	23 December 2015	None	
CN 1655419 A	17 August 2005	None	
CN 102208699 A	05 October 2011	None	

<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; H02J</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, EPDOC, CNPAT, CNKI: 电池, 充电, 放电, 恒定电流, 恒流, 恒定电压, 恒压, 脉冲, 时间, 宽度, 极化, battery, cell, charge, charging, discharge, discharging, constant, current, voltage, pulse, impulse, time, width, polarization</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 104821644 A (青岛大学) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第0008-0011, 0023-0027段、图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103269115 A (浙江师范大学) 2013年 8月 28日 (2013 - 08 - 28) 说明书第0034段、图10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 2198706 Y (冶金工业部钢铁研究总院) 1995年 5月 24日 (1995 - 05 - 24) 说明书第3页第14行至第5页第24行、图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 201001045 Y (詹炳只) 2008年 1月 2日 (2008 - 01 - 02) 说明书第3页第24行至第4页第10行, 第7页第10-21行、图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第0027-0032段、图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1655419 A (合肥同智科技发展有限公司) 2005年 8月 17日 (2005 - 08 - 17) 说明书第3页第26行至第4页第11行</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102208699 A (北京理工大学) 2011年 10月 5日 (2011 - 10 - 05) 全文</td> <td>1-10</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 104821644 A (青岛大学) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第0008-0011, 0023-0027段、图2	1-10	X	CN 103269115 A (浙江师范大学) 2013年 8月 28日 (2013 - 08 - 28) 说明书第0034段、图10	1-10	Y	CN 2198706 Y (冶金工业部钢铁研究总院) 1995年 5月 24日 (1995 - 05 - 24) 说明书第3页第14行至第5页第24行、图2	1-10	Y	CN 201001045 Y (詹炳只) 2008年 1月 2日 (2008 - 01 - 02) 说明书第3页第24行至第4页第10行, 第7页第10-21行、图2	1-10	Y	CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第0027-0032段、图2	1-10	Y	CN 1655419 A (合肥同智科技发展有限公司) 2005年 8月 17日 (2005 - 08 - 17) 说明书第3页第26行至第4页第11行	1-10	A	CN 102208699 A (北京理工大学) 2011年 10月 5日 (2011 - 10 - 05) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 104821644 A (青岛大学) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第0008-0011, 0023-0027段、图2	1-10																								
X	CN 103269115 A (浙江师范大学) 2013年 8月 28日 (2013 - 08 - 28) 说明书第0034段、图10	1-10																								
Y	CN 2198706 Y (冶金工业部钢铁研究总院) 1995年 5月 24日 (1995 - 05 - 24) 说明书第3页第14行至第5页第24行、图2	1-10																								
Y	CN 201001045 Y (詹炳只) 2008年 1月 2日 (2008 - 01 - 02) 说明书第3页第24行至第4页第10行, 第7页第10-21行、图2	1-10																								
Y	CN 105186053 A (长春理工大学) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第0027-0032段、图2	1-10																								
Y	CN 1655419 A (合肥同智科技发展有限公司) 2005年 8月 17日 (2005 - 08 - 17) 说明书第3页第26行至第4页第11行	1-10																								
A	CN 102208699 A (北京理工大学) 2011年 10月 5日 (2011 - 10 - 05) 全文	1-10																								
<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>“&amp;” 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 15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 12月 13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>授权官员</p> <p>杜凯</p> <p>电话号码 (86-10) 62413981</p>																								

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/098448

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	104821644	A	2015年 8月 5日	无	
CN	103269115	A	2013年 8月 28日	CN 103269115	B 2015年 7月 8日
CN	2198706	Y	1995年 5月 24日	无	
CN	201001045	Y	2008年 1月 2日	无	
CN	105186053	A	2015年 12月 23日	无	
CN	1655419	A	2005年 8月 17日	无	
CN	102208699	A	2011年 10月 5日	无	