



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114566739 A

(43) 申请公布日 2022.05.31

(21) 申请号 202210190659.2

(22) 申请日 2022.02.28

(71) 申请人 宁德新能源科技有限公司

地址 352106 福建省宁德市蕉城区漳湾镇
新港路1号

(72) 发明人 郑碧珠

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代
理有限公司 44334

专利代理师 王娟

(51) Int. Cl.

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

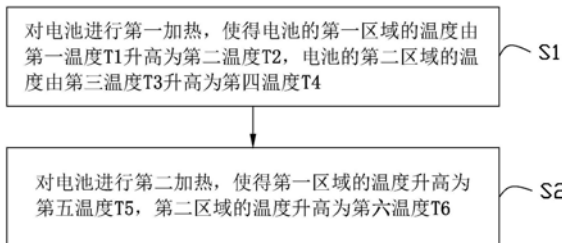
权利要求书1页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

电池加热方法以及电子设备

(57) 摘要

本申请提供一种电池加热方法,包括:对电
池进行第一加热,使得电池的第一区域的温度由
第一温度T1升高为第二温度T2,电池的第二区域
的温度由第三温度T3升高为第四温度T4,其中,
第二温度T2大于第四温度T4,第一区域的升温速
率为第一速率k1,第二区域的升温速率为第二速
率p1;对电池进行第二加热,使得第一区域的温
度升高为第五温度T5,第二区域的温度升高为第
六温度T6,其中,第一区域的升温速率为第三速
率k2,第三速率k2不大于第一速率k1。本申请还
提供一种电子设备。由此,本申请提供的电池加
热方法以及电子设备,可以缩短电池加热阶段的
总时间,并且降低电池第一区域与第二区域间的
温差。



1. 一种电池加热方法,其特征在于,包括:

步骤(1):对所述电池进行第一加热,使得所述电池的第一区域的温度由第一温度 T_1 升高为第二温度 T_2 ,所述电池的第二区域的温度由第三温度 T_3 升高为第四温度 T_4 ,其中,所述第二温度 T_2 大于所述第四温度 T_4 ,所述第一区域的升温速率为第一速率 k_1 ,所述第二区域的升温速率为第二速率 p_1 ;

步骤(2):对所述电池进行第二加热,使得所述第一区域的温度升高为第五温度 T_5 ,所述第二区域的温度升高为第六温度 T_6 ,其中,所述第一区域的升温速率为第三速率 k_2 ,所述第三速率 k_2 不大于所述第一速率 k_1 。

2. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,所述第一区域为所述电池第一表面的几何中心区域,所述第二区域为所述电池第二表面的极耳伸出区域,其中,所述第一表面为沿所述电池的厚度方向观察到的表面,所述第二表面为极耳伸出的表面。

3. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,当 $1 \leq k_1/p_1 < 1.2$ 时, $1 \leq k_1/k_2 < 10$ 。

4. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,当 $1.2 \leq k_1/p_1 < 1.6$ 时, $10 \leq k_1/k_2 < 50$ 。

5. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,当 $k_1/p_1 \geq 1.6$ 时, $k_1/k_2 \geq 50$ 。

6. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于, $1^\circ\text{C} \leq T_5 - T_2 \leq 5^\circ\text{C}$ 。

7. 如权利要求6所述的电池加热方法,其特征在于, $10^\circ\text{C} \leq T_5 - T_1 \leq 80^\circ\text{C}$ 。

8. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,满足下列条件中的至少一者:

(a) $T_1 = T_3$;

(b) 所述第一加热的时间为第一时间 t_1 ,所述第二加热的时间为第二时间 t_2 , $0 < t_2/t_1 \leq 30$ 。

9. 如权利要求1所述的电池加热方法,其特征在于,所述电池加热方法还包括:当所述第一区域为所述第二温度 T_2 时,停止加热第三时间 t_3 ,再对所述电池进行第二加热。

10. 如权利要求1-9任一项所述的电池加热方法,其特征在于,当所述第一区域达到所述第五温度 T_5 时,所述电池开始充电。

11. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:

电池,所述电池包括壳体、电极组件以及加热件,所述电极组件和所述加热件收容于所述壳体;所述加热件用于对所述电池进行加热;

处理器,所述处理器电连接于所述加热件,所述处理器用于控制所述加热件根据权利要求1-10任一项所述的电池加热方法对所述电池进行加热。

电池加热方法以及电子设备

技术领域

[0001] 本申请涉及电池加热技术领域,尤其是一种电池加热方法以及电子设备。

背景技术

[0002] 现有技术中锂离子电池在低温环境下的充电能力有限且循环性能差,为了使处于低温环境下的电池能够更快地加热到充电温度,通常采用较大的加热功率对电池进行加热。然而,由于加热件产热不均以及电极组件导热不均,使得电池的不同区域温差较大,从而恶化电池的循环性能,且温度较低的区域容易发生析锂,温度较高的区域容易增加电解液分解等副反应,进而带来安全风险。若采用较小的加热功率对电池进行加热,则加热时间长,效率低。

发明内容

[0003] 鉴于以上问题,本申请提供一种电池加热方法以及电子设备,通过对电池进行第一加热以及第二加热,可以降低电池加热后第一区域与第二区域间的温差,还可以缩短电池的总加热时间,提高加热效率。

[0004] 第一方面,本申请提供一种电池加热方法,包括步骤(1):对电池进行第一加热,使得电池的第一区域的温度由第一温度 T_1 升高为第二温度 T_2 ,电池的第二区域的温度由第三温度 T_3 升高为第四温度 T_4 ,其中,第二温度 T_2 大于第四温度 T_4 ,第一区域的升温速率为第一速率 k_1 ,第二区域的升温速率为第二速率 p_1 ;步骤(2):对电池进行第二加热,使得第一区域的温度升高为第五温度 T_5 ,此时,第二区域的温度升高为第六温度 T_6 ,其中,第一区域的升温速率为第三速率 k_2 ,第三速率 k_2 不大于第一速率 k_1 。

[0005] 本申请通过升温速率较快的第一加热步骤,大幅缩短了电池的加热时间,提高了电池加热效率;同时,通过确保第三速率 k_2 不大于第一速率 k_1 ,使得在第二加热阶段,第一区域和第二区域之间具有充分的时间进行热传递,从而降低第一加热步骤所带来的第一区域与第二区域之间较大的温差,提高了电池加热后温度的均匀性,从而能够改善电池在充放电过程中的循环性能和安全性能。

[0006] 在一些可能的实现方式中,第一区域为电池第一表面的几何中心区域,第二区域为电池第二表面的极耳伸出区域,其中,第一表面为沿电池的厚度方向观察到的表面,第二表面为极耳伸出的表面。

[0007] 在一些可能的实现方式中,当 $1 \leq k_1/p_1 < 1.2$ 时, $1 \leq k_1/k_2 < 10$ 。

[0008] 此时,在第一加热步骤中,第一区域和第二区域的升温速率相差较小,通过控制 $1 \leq k_1/k_2 < 10$,能够进一步提高加热效率以及电池加热后温度的均匀性。

[0009] 在一些可能的实现方式中,当 $1.2 \leq k_1/p_1 < 1.6$ 时, $10 \leq k_1/k_2 < 50$ 。

[0010] 此时,在第一加热步骤中,第一区域和第二区域的升温速率相差适中,通过控制 $10 \leq k_1/k_2 < 50$,能够进一步提高电池加热后温度的均匀性。

[0011] 在一些可能的实现方式中,当 $k_1/p_1 \geq 1.6$ 时, $k_1/k_2 \geq 50$ 。

[0012] 此时,在第一加热步骤中,第一区域和第二区域的升温速率相差较大,通过控制 $k1/k2 \geq 50$,能够进一步提高电池加热后温度的均匀性。

[0013] 在一些可能的实现方式中, $1^\circ\text{C} \leq T5 - T2 \leq 5^\circ\text{C}$ 。

[0014] 通过限定 $T5$ 与 $T2$ 之间的温度差在上述范围内,能够延长第一加热的时间、并缩短第二加热的时间,从而进一步提高电池的加热效率。

[0015] 在一些可能的实现方式中, $10^\circ\text{C} \leq T5 - T1 \leq 80^\circ\text{C}$ 。

[0016] 在一些可能的实现方式中, $T1 = T3$ 。

[0017] 在一些可能的实现方式中,第一加热的时间为第一时间 $t1$,第二加热的时间为第二时间 $t2$, $0 < t2/t1 \leq 30$ 。

[0018] 在一些可能的实现方式中,电池加热方法还包括:当第一区域为第二温度 $T2$ 时,停止加热第三时间 $t3$,再对电池进行第二加热。在一些可能的实现方式中, $t3 \leq 5\text{s}$ 。

[0019] 通过上述步骤,能够使第一区域和第二区域之间具有充分的时间进行热传递,从而降低第一加热步骤所带来的第一区域与第二区域之间较大的温差,提高了电池加热后温度的均匀性。

[0020] 在一些可能的实现方式中,当第一区域达到第五温度 $T5$ 时,电池开始充电。

[0021] 第二方面,本申请提供一种电子设备,包括:电池,电池包括壳体、电极组件以及加热件,电极组件和加热件收容于壳体;加热件用于对电池进行加热;处理器,处理器电连接于加热件,处理器用于控制加热件根据上述电池加热方法对电池进行加热。

[0022] 通过将电极组件和加热件共同收容于壳体内,从而能够进一步提高电池加热后温度的均匀性。

[0023] 由此,本申请提供的电池加热方法以及电子设备,可以通过控制第一加热参数以及第二加热参数,从而缩短电池加热阶段的总时间,并且降低电池第一区域与第二区域间的温差,改善电池在充放电过程中的循环性能和安全性能。

附图说明

[0024] 图1为本申请提供的电子设备的结构图。

[0025] 图2为本申请提供的电子设备中电池的结构示意图。

[0026] 图3为本申请提供的电池加热方法的流程图。

[0027] 图4为本申请实施例1-9以及实施例11-16的加热示意图。

[0028] 图5为本申请实施例10的加热示意图。

[0029] 图6a为本申请实施例17的加热电压示意图。

[0030] 图6b为本申请实施例17的加热电流示意图。

[0031] 主要元件符号说明

[0032]	电子设备	100
[0033]	存储器	11
[0034]	处理器	12
[0035]	电池	13
[0036]	壳体	131
[0037]	电极组件	132

[0038]	第一极耳	1321
[0039]	第二极耳	1322
[0040]	加热件	133
[0041]	第一端子	1331
[0042]	第二端子	1332
[0043]	第一区域	134
[0044]	第二区域	135
[0045]	如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。	

具体实施方式

[0046] 本申请中，“第一”、“第二”等词汇，仅是用于区别不同的对象，不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

[0047] 需要注意的是，本申请实施例所描述的“上”、“下”、“左”、“右”等方位词是以附图所示的角度来进行描述的，不应理解为对本申请实施例的限定。此外，在上下文中，还需要理解的是，当提到一个元件连接在另一个元件“上”或者“下”时，其不仅能够直接连接在另一个元件“上”或者“下”，也可以通过中间元件间接连接在另一个元件“上”或者“下”。

[0048] 请参阅图1，为本申请提供的电子设备100的结构图。电子设备100还包括存储器11、处理器12以及电池13，上述元件之间可以通过总线连接，也可以直接连接。

[0049] 在一些实施例中，电子设备10可以为电动摩托、电动单车、电动汽车、手机、平板电脑、个人数字助理、个人电脑，或者任何其他适合的可充电式设备。电子设备10也可以包括更多或者更少的元件，或者具有不同的元件配置。例如电子设备10还可以包括压力传感器、光线传感器、陀螺仪、湿度计、红外线传感器等。可选地，电子设备10可以包括温度传感器，并通过温度传感器测量电池13的温度，传感器可以与电池13接触以测量电池13的温度，也可以不接触电池13来测量电池13的温度。

[0050] 电池13为可充电电池，用于给电子设备10提供电能。例如，电池13可以是锂离子电池、锂聚合物电池及磷酸铁锂电池等。电池13通过电池管理系统(Battery Management System, BMS)与处理器12逻辑相连，从而通过电池管理系统实现充电、放电以及加热等功能。电池管理系统可通过CAN或RS485与储能逆变器(Power Conversion System, PCS)通讯连接。电池13可以包括多个电芯，电池可以采用可循环再充电的方式反复充电。

[0051] 请参阅图2，为本申请提供的电子设备10中电池13的结构示意图。电池13包括壳体131、电极组件132以及加热件133，电极组件132包括极性相反的第一极耳1321和第二极耳1322，加热件133包括第一端子1331以及第二端子1332，电极组件132以及加热件133收容于壳体131中，加热件133电连接于处理器12，加热件133贴合于电极组件132设置。在另一些实施例中，加热件133可设于电极组件132的中心部，以提高对电极组件132加热的均匀性。

[0052] 本实施例中，沿电池13的厚度方向(Z方向)观察到壳体131的表面为第一表面，第一表面的几何中心区域为电池13的第一区域134；沿电池13的宽度方向(Y方向)观察到壳体131的表面为第二表面，第二表面中第一极耳1321和第二极耳1322沿Y方向的反方向延伸出壳体131的区域为电池13的第二区域135。可选地，第一区域134与第二区域135上均可以贴合设置有温度传感器，温度传感器电连接于处理器12，温度传感器用于检测第一区域134以

及第二区域135的温度,并将第一区域134以及第二区域135的温度信息传送给处理器12。

[0053] 在一些实施例中,壳体131可以是采用封装膜(如铝塑膜)封装得到的包装袋,还可以是采用塑料或复合材料注塑形成的收容件,电极组件132可由第一极片和第二极片和隔离膜以卷绕或叠片方式形成。在一些实施例中,电池13可以包括多个加热件133。

[0054] 可以理解,电池13在低温(例如, -5°C)环境下的充电能力有限且循环性能差,加热件133可以用于对电池13进行加热,以使得电池13在合适温度(例如, 30°C)下进行工作。例如,当电池13的第一区域134达到第五温度 T_5 时,电池13开始充电。在另一些实施例中,加热件133还可以贴合于壳体131外设置,以外加热的方式对电池13进行加热。

[0055] 为了使得处于低温环境下的电池13能够更快地加热到充电温度,通常采用较大的加热功率对电池13进行加热,从而缩短加热时间。然而,由于加热件133产热不均以及电极组件132导热不均,使得电池13的不同区域温差较大,尤其是电池13的第一区域134和第二区域135之间,从而恶化电池13的循环性能。且温度较低的第二区域135容易发生析锂,温度较高的第一区域134容易增加电解液分解等副反应,进而带来安全风险。若通过优化加热件133产热的差异性来减小电池13不同区域间的温差,则需增加加热件133电路结构的复杂度,这对加热件133的制造要求较高,从而增加加热件133的生产成本。

[0056] 请参阅图3,为本申请提供的电池加热方法的流程图。电池加热方法可以应用于电子设备100,以控制加热件133实现对电池13的加热。电池加热方法包括以下步骤:

[0057] 步骤S1:对电池进行第一加热,使得电池的第一区域的温度由第一温度 T_1 升高为第二温度 T_2 ,电池的第二区域的温度由第三温度 T_3 升高为第四温度 T_4 。

[0058] 本实施例中,第一温度 T_1 和第三温度 T_3 为电池13所处的环境温度,第二温度 T_2 为对电池13进行第一加热时,第一区域134的目标温度;第四温度 T_4 为对电池13进行第一加热后,第二区域135的温度。第一区域134在第一加热阶段的升温速率为第一速率 k_1 ,第二区域135在第一加热阶段的升温速率为第二速率 p_1 。

[0059] 在一些实施例中,可以通过温度传感器对第一区域134的温度进行测量,在第一加热阶段,温度传感器将第一区域134的温度信息传送给处理器12,当温度传感器检测到第一区域134的温度达到第二温度 T_2 时,处理器12可以控制加热件133结束第一加热。

[0060] 可以理解,通过控制加热件133的第一加热参数 C_1 ,可以使得加热件133以不同的方式对电池13进行第一加热。第一加热参数 C_1 包括恒定电流、恒定电压以及恒定功率,例如,可以向加热件133通入第一恒定电流 I_1 ,加热件133根据第一恒定电流 I_1 产生热量,实现对电池13的第一加热;还可以向加热件133施加第一恒定电压 V_1 ,加热件133根据第一恒定电压 V_1 产生热量,实现对电池13的第一加热;或者可以设定加热件133的第一加热功率 P_1 ,加热件133根据第一加热功率 P_1 对电池13进行第一加热。

[0061] 由于加热件133的产热速率以及电池13的导热速率在不同的区域不相同,而第一区域134的导热速率大于第二区域135的导热速率,因此在对电池13进行第一加热时,第一速率 k_1 大于第二速率 p_2 ,第二温度 T_2 大于第四温度 T_4 。

[0062] 步骤S2:对电池进行第二加热,使得第一区域的温度升高为第五温度 T_5 ,第二区域的温度升高为第六温度 T_6 。

[0063] 本实施例中,第五温度 T_5 为对电池13进行第二加热时,第一区域134的目标温度;第六温度 T_6 为对电池13进行第二加热后,第二区域135的温度。第一区域134在第二加热阶

段的升温速率为第三速率 k_2 ,第二区域135在第二加热阶段的升温速率为第四速率 p_2 。

[0064] 在一些实施例中,可以通过温度传感器对第一区域134的温度进行测量,在第二加热阶段,温度传感器将第一区域134的温度信息传送给处理器12,当温度传感器检测到第一区域134的温度达到第五温度 T_5 时,处理器12可以控制加热件133结束第二加热,电池13开始充电。

[0065] 可以理解,通过控制加热件133的第二加热参数 C_2 ,可以使得加热件133以不同的方式对电池13进行第二加热。第二加热参数 C_2 包括恒定电流、恒定电压以及恒定功率,例如,可以向加热件133通入第二恒定电流 I_2 ,加热件133根据第二恒定电流 I_2 产生热量,实现对电池13的第二加热;还可以向加热件133施加第二恒定电压 V_2 ,加热件133根据第二恒定电压 V_2 产生热量,实现对电池13的第二加热;或者可以设定加热件133的第二加热功率 P_2 ,加热件133根据第二加热功率 P_2 对电池13进行第二加热。

[0066] 在一些实施例中,第一加热参数 C_1 包括第一加热阶段的第一时间 t_1 ,第二加热参数 C_2 包括第二加热阶段的第二时间 t_2 ,可以通过控制第一时间 t_1 或者第二时间 t_2 来控制加热件133对电池13进行第一加热或第二加热,例如,可以在第一时间 t_1 内持续向加热件133通入第一恒定电流 I_1 ,也可以间歇通入第一恒定电流 I_1 ;可以在第二时间 t_2 内持续向加热件133施加第二恒定电压 V_2 ,也可以间歇施加第二恒定电压 V_2 。

[0067] 可以理解,通过改变第一加热参数 C_1 以及第二加热参数 C_2 ,可以使得加热件133以不同的方式对电池13进行加热。为了验证第一加热参数 C_1 以及第二加热参数 C_2 的加热效果,对不同电池13进行了加热实验,下面将结合具体实施例1-17对本申请作进一步的说明,其中,电极组件132为卷绕结构,加热件133设于电极组件132的卷绕中心部。

[0068] 实施例1

[0069] 实验条件:第一加热参数 C_1 为第一恒定电流 $I_1=2.3A$,第二加热参数 C_2 为第二恒定电流 $I_2=2.3A$,第一温度 T_1 和第三温度 T_3 为 $0^{\circ}C$,第二温度 T_2 设定为 $25^{\circ}C$,第五温度 T_5 设定为 $30^{\circ}C$ 。

[0070] 实验步骤:根据第一加热参数 C_1 对电池13持续进行加热,当电池13的第一区域134达到第二温度 T_2 时,根据第二加热参数 C_2 对电池13持续进行加热,直到电池13的第一区域134达到第五温度 T_5 。

[0071] 实施例2

[0072] 实施例2与实施例1的区别在于:第一加热参数 C_1 为第一恒定电流 $I_1=2.1A$,第二加热参数 C_2 为第二恒定电流 $I_2=2.1A$ 。

[0073] 实施例3

[0074] 实施例3与实施例1的区别在于:第一加热参数 C_1 为第一恒定电流 $I_1=3.5A$,第二加热参数 C_2 为第二恒定电流 $I_2=2.3A$ 。

[0075] 实施例4

[0076] 实施例4与实施例1的区别在于:第一加热参数 C_1 为第一恒定电流 $I_1=3.5A$,第二加热参数 C_2 为第二恒定电流 $I_2=2.5A$ 。

[0077] 实施例5

[0078] 实施例5与实施例1的区别在于:第一加热参数 C_1 为第一恒定电流 $I_1=4.2A$,第二加热参数 C_2 为第二恒定电流 $I_2=2A$,第二温度 T_2 设定为 $27^{\circ}C$ 。

[0079] 实施例6

[0080] 实施例6与实施例1的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=3.8\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=2\text{A}$ 。

[0081] 实施例7

[0082] 实施例7与实施例5的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=5.8\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.8\text{A}$ 。

[0083] 实施例8

[0084] 实施例8与实施例5的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=5.2\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=2.4\text{A}$ 。

[0085] 实施例9

[0086] 实施例7与实施例5的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=5.2\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=2.3\text{A}$ 。

[0087] 实施例10

[0088] 实施例10与实施例9的区别在于:根据第一加热参数C1以及第二加热参数C2对电池13进行恒定电流加热时每加热10s停止加热1s。

[0089] 实施例11

[0090] 实施例11与实施例1的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=6.5\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.6\text{A}$ 。

[0091] 实施例12

[0092] 实施例12与实施例1的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=8\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.4\text{A}$ 。

[0093] 实施例13

[0094] 实施例13与实施例1的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=7.1\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.4\text{A}$ 。

[0095] 实施例14

[0096] 实施例14与实施例1的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=8\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1\text{A}$ 。

[0097] 实施例15

[0098] 实施例15与实施例5的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电流 $I_1=5.2\text{A}$,第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.7\text{A}$,第一温度 T_1 和第三温度 T_3 为 10°C 。

[0099] 实施例16

[0100] 实施例16与实施例15的区别在于:第二加热参数C2为第二恒定电流 $I_2=1.2\text{A}$,第一温度 T_1 和第三温度 T_3 为 25°C ,第二温度 T_2 设定为 37°C ,第五温度 T_5 设定为 40°C 。

[0101] 实施例17

[0102] 实施例17与实施例5的区别在于:第一加热参数C1为第一恒定电压 $V_1=5.2\text{V}$,第二加热参数C2为第二恒定电压 $V_2=2.3\text{V}$ 。

[0103] 实验过程中,对各实施例的第四温度 T_4 、第六温度 T_6 、第一速率 k_1 、第二速率 p_1 、第三速率 k_2 、第四速率 p_2 、第一时间 t_1 、第二时间 t_2 进行了测量,并计算得到第一速率 k_1 与第二速率 p_1 的比值 k_1/p_1 、第一速率 k_1 与第三速率 k_2 的比值 k_1/k_2 、总时间 t_1+t_2 以及第一区域

134与第二区域135的温差 ΔT (T5-T6) 如表1所示:

[0104] 表1电池加热实验结果表

实施 例	T4 /°C	T6 /°C	k1 /°C/s	t1 /s	k2 /°C/s	t2 /s	k1/k2	t2/t1	p1 /°C/s	p2 /°C/s	k1/p1	t1+t2 /s	ΔT /°C
1	23.8	29	0.02	1250	0.02	250	1	0.2	0.019	0.02	1	1500	1
2	21.7	29	0.015	1666.7	0.015	333.3	1	0.2	0.013	0.022	1.15	2000	1
3	21.8	26	0.1	250	0.02	250	5	1	0.087	0.017	1.15	500	4
4	21.8	25	0.1	250	0.025	200	4	0.8	0.087	0.016	1.15	450	5
5	22.5	25	0.2	135	0.02	150	10	2	0.167	0.017	1.2	285	5
6	20	26	0.15	166.7	0.015	333.3	10	2	0.12	0.018	1.25	500	4
7	21.6	25	0.4	67.5	0.02	150	20	4	0.32	0.023	1.25	217.5	5
8	18.9	26	0.3	90	0.015	200	20	2.22	0.21	0.036	1.43	290	4
9	18.9	27	0.3	90	0.01	300	30	3.33	0.21	0.027	1.43	390	3
10	20	28	0.27	100	0.008	375	34	3.75	0.2	0.021	1.42	475	2
11	18.3	24	0.6	41.7	0.02	250	30	6	0.44	0.023	1.36	291.7	6
12	15	23	1	25	0.02	250	50	10	0.599	0.032	1.67	275	7
13	15.7	25	0.8	31.3	0.016	312.5	50	10	0.5	0.03	1.6	343.8	5
14	15	26	1	25	0.015	333	67	13.32	0.6	0.033	1.67	358	4
15	21.3	27	0.3	56.7	0.01	300	30	5.29	0.2	0.02	1.5	356.7	3
16	32.6	38	0.3	40	0.01	300	30	7.5	0.19	0.018	1.58	340	2
17	20	27	0.27	100	0.008	375	34	3.75	0.2	0.019	1.35	475	3

[0106] 为了进一步验证第一加热参数C1以及第二加热参数C2的加热效果,还进行了对比实验。对比例1-3的实验参数以及实验步骤如下:

[0107] 对比例1

[0108] 对比例1与实施例3的区别在于:第二加热参数为第二恒定电流 $I_2=1A$ 。

[0109] 对比例2

[0110] 对比例2与对比例1的区别在于:第一加热参数为第一恒定电流 $I_1=5.2A$,第二加热参数为第二恒定电流 $I_2=3.2A$,第二温度 T_2 为 $27^\circ C$ 。

[0111] 对比例3

[0112] 对比例3与对比例1的区别在于:第一加热参数为第一恒定电流 $I_1=6A$,第二加热参数为第二恒定电流 $I_2=1.5A$ 。

[0113] 对比实验过程中,对各对比例的第四温度 T_4 、第六温度 T_6 、第一速率 k_1 、第二速率 p_1 、第三速率 k_2 、第四速率 p_2 、第一时间 t_1 、第二时间 t_2 进行了测量,并计算得到第一速率 k_1 与第二速率 p_1 的比值 k_1/p_1 、第一速率 k_1 与第三速率 k_2 的比值 k_1/k_2 、总时间 t_1+t_2 以及第一区域134与第二区域135的温差 ΔT (T5-T6) 如表1所示:实验结果如表2所示:

[0114] 表2电池加热对比实验结果表

对 比 例	T4 /°C	T6 /°C	k1 /°C/s	t1 /s	k2 /°C/s	t2 /s	k1/k2	t2/t1	p1 /°C/s	p2 /°C/s	k1/p1	t1+t2 /s	ΔT /°C
1	22	28	0.1	250	0.005	1000	20	4	0.087	0.006	1.15	1250	2
2	19	22	0.3	90	0.06	50	5	0.556	0.21	0.06	1.43	140	8
3	15	21	0.5	50	0.017	294	30	5.88	0.30	0.02	1.67	347	9

[0116] 请参阅表1及表2,可以理解,通过控制第一加热参数C1与第二加热参数C2,可以控

制 k_1/k_2 的值。当 $1 \leq k_1/p_1 < 1.2$ 时,此时, k_1/p_1 较小,即第一加热步骤结束时第一区域134与第二区域135的温差 T_2-T_4 较小,通过控制 $1 \leq k_1/k_2 < 10$,能够进一步提高加热效率;当 $1.2 \leq k_1/p_1 < 1.6$ 时,此时,第一加热步骤结束时第一区域134与第二区域135的温差 T_2-T_4 适中,通过控制 $10 \leq k_1/k_2 < 50$,第二加热步骤结束时第一区域134与第二区域135的温差 ΔT 较小,能够提高电池加热后温度的均匀性;当 $k_1/p_1 \geq 1.6$ 时,此时,第一加热步骤结束时第一区域134与第二区域135的温差 T_2-T_4 较大,通过控制 $k_1/k_2 \geq 50$,能够使得总时间 t_1+t_2 较短,且第二加热步骤结束时第一区域134与第二区域135的温差 ΔT 较小。

[0117] 实施例3-4相较于对比例1,在 $k_1/p_1 = 1.15$ 的条件下,通过控制 $k_1/k_2 < 10$,使得总时间 t_1+t_2 进一步缩短;实施例8-10相较于对比例2,在 $k_1/p_1 = 1.43$ 的条件下,通过控制 $10 \leq k_1/k_2 < 50$,使得第一区域134与第二区域135的温差 ΔT 进一步缩小;实施例14相较于对比例3,在 $k_1/p_1 = 1.67$ 的条件下,通过控制 $k_1/k_2 \geq 50$,使得第一区域134与第二区域135的温差 ΔT 进一步缩小。

[0118] 请参阅图4,为本申请实施例1-9以及实施例11-16的加热示意图。在实施例1-9以及实施例11-16中,第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 分别为第一恒定电流 I_1 与第二恒定电流 I_2 ,曲线L1示出了电池13的第一区域134的温度随时间变化的过程,曲线L2示出了第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 随时间变化的过程。其中,时间0至 t_1 为第一加热阶段,时间 t_1 至 t_2 为第二加热阶段。

[0119] 可以理解,当电池13的第一区域134处于第一温度 T_1 时,加热件133根据第一恒定电流 I_1 对电池13进行第一加热,时间为第一时间 t_1 ,当第一区域134的温度达到第二温度 T_2 时,加热件133停止第一加热,并根据第二恒定电流 I_2 对电池13进行第二加热,时间为第二时间 t_2 ,直到第一区域134的温度达到第五温度 T_5 为止,此时,电池13可以开始充电。

[0120] 由于第一加热阶段第一区域134的升温速率较高,第二加热阶段第一区域134的升温速率较低,因此电池13在第一加热阶段可以快速升温,缩短加热时间,电池13在第二加热阶段可以缓慢升温,从而平衡电池13各区域的热量分布,降低第一区域134与第二区域135的温差。

[0121] 请参阅图5,为本申请实施例10的加热示意图。在实施例10中,第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 分别为第一恒定电流 I_1 与第二恒定电流 I_2 ,曲线L3示出了电池13的第一区域134的温度随时间变化的过程,曲线L4示出了第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 随时间变化的过程。其中,时间0至 t_1 为第一加热阶段,时间 t_1 至 t_2 为第二加热阶段。

[0122] 相较于实施例9,实施例10在第一加热阶段以及第二加热阶段每加热10s停止加热1s,可以进一步降低第一区域134与第二区域135的温差。

[0123] 请参阅图6a至图6b,为本申请实施例17的加热示意图。在实施例17中,第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 分别为第一恒定电压 V_1 与第二恒定电压 V_2 ,曲线L5示出了电池13的第一区域134的温度随时间变化的过程,曲线L6以及曲线L7示出了第一加热参数 C_1 与第二加热参数 C_2 随时间变化的过程。其中,时间0至 t_1 为第一加热阶段,时间 t_1 至 t_2 为第二加热阶段。

[0124] 如图6a所示,当电池13的第一区域134处于第一温度 T_1 时,加热件133根据第一恒定电压 V_1 对电池13进行第一加热,当第一区域134的温度达到第二温度 T_2 时,加热件133停止第一加热,并根据第二恒定电压 V_2 对电池13进行第二加热,直到第一区域134的温度达到

第五温度T5为止,此时,电池13可以开始充电。

[0125] 如图6b所示,由于加热件133的内阻R由于温度升高而增大,根据欧姆定律,当加热件133上施加恒定电压时,流经加热件133的电流会变小,因此,加热电流在第一加热阶段以及第二加热阶段均降低,可以使得加热件133产热更为均匀,降低第一区域134与第二区域135的温差。

[0126] 采用本申请的实施例,根据 $k1/p1$,通过控制第一加热参数C1以及第二加热参数C2,从而控制 $k1/k2$ 的值,可以缩短加热阶段的总时间 $t1+t2$,提高电池13的加热效率,同时可以显著减小第一区域134与第二区域135的温差 ΔT ,改善电池在充放电过程中的循环性能和安全性能。

[0127] 本技术领域的普通技术人员应当认识到,以上的实施方式仅是用来说明本申请,而并非用作为对本申请的限定,只要在本申请的实质精神范围之内,对以上实施例所作的适当改变和变化都落在本申请要求保护的范围之内。

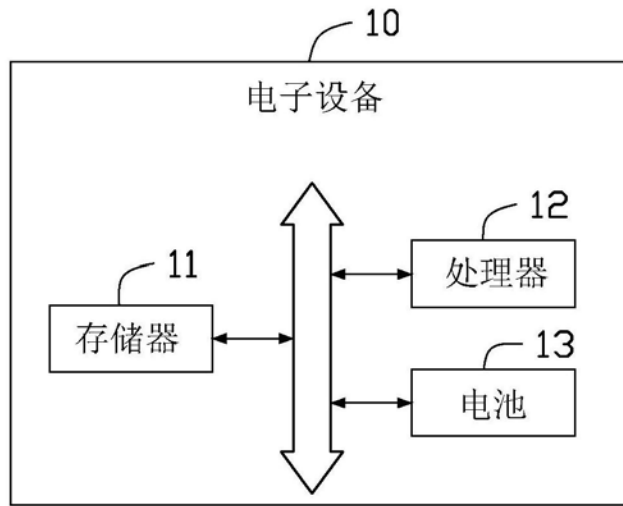


图1

13

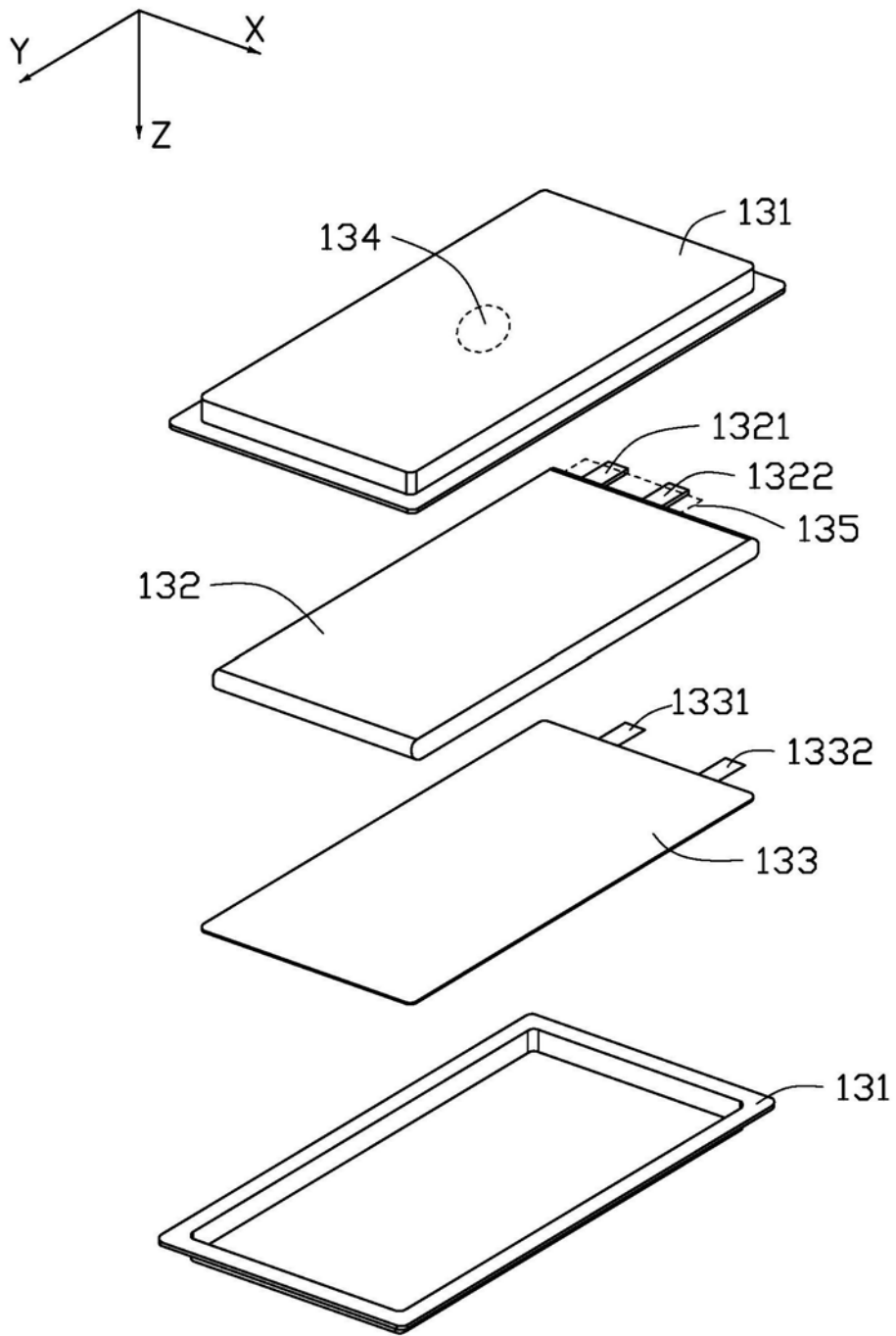


图2

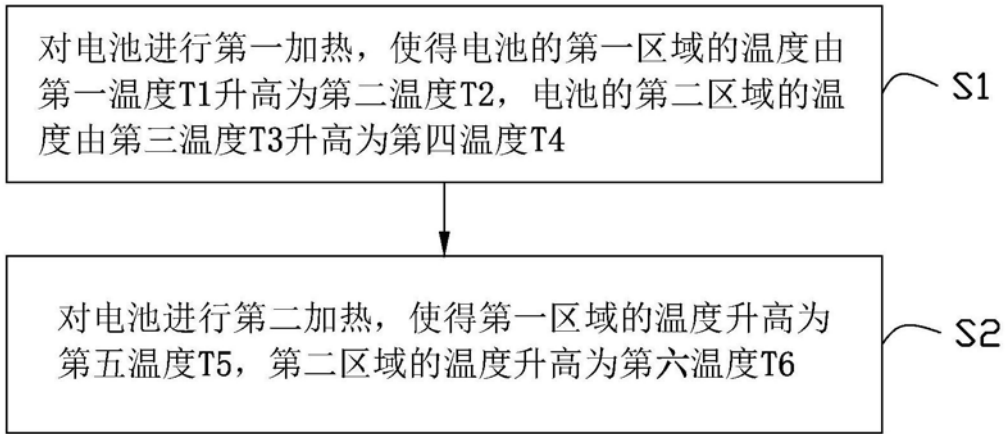


图3

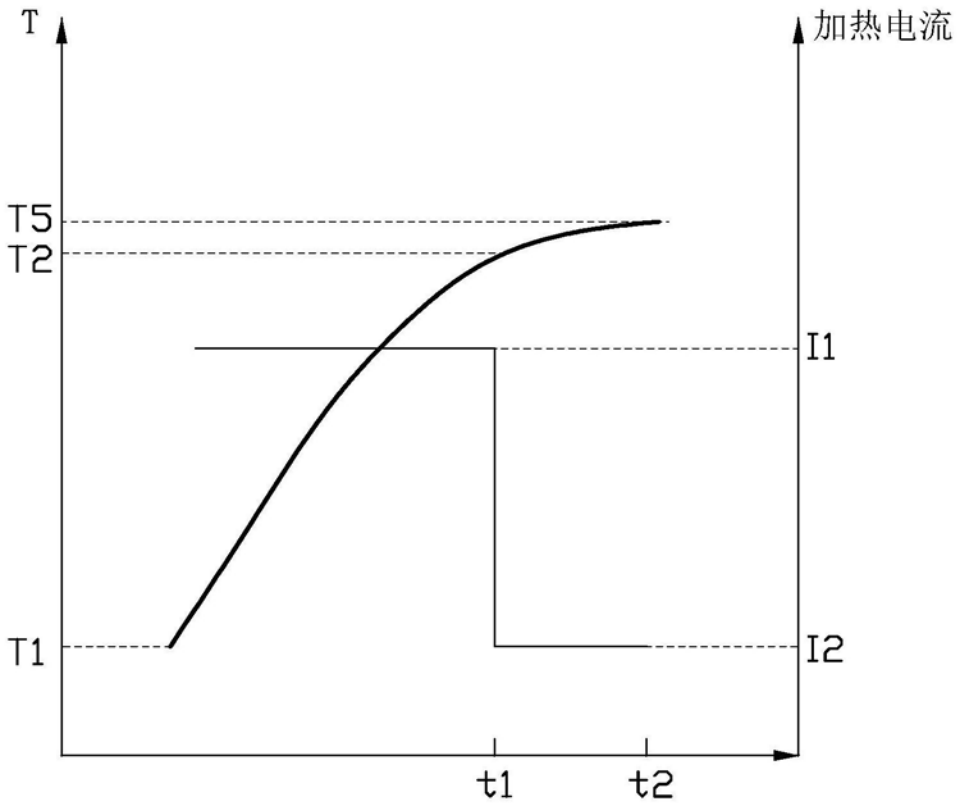


图4

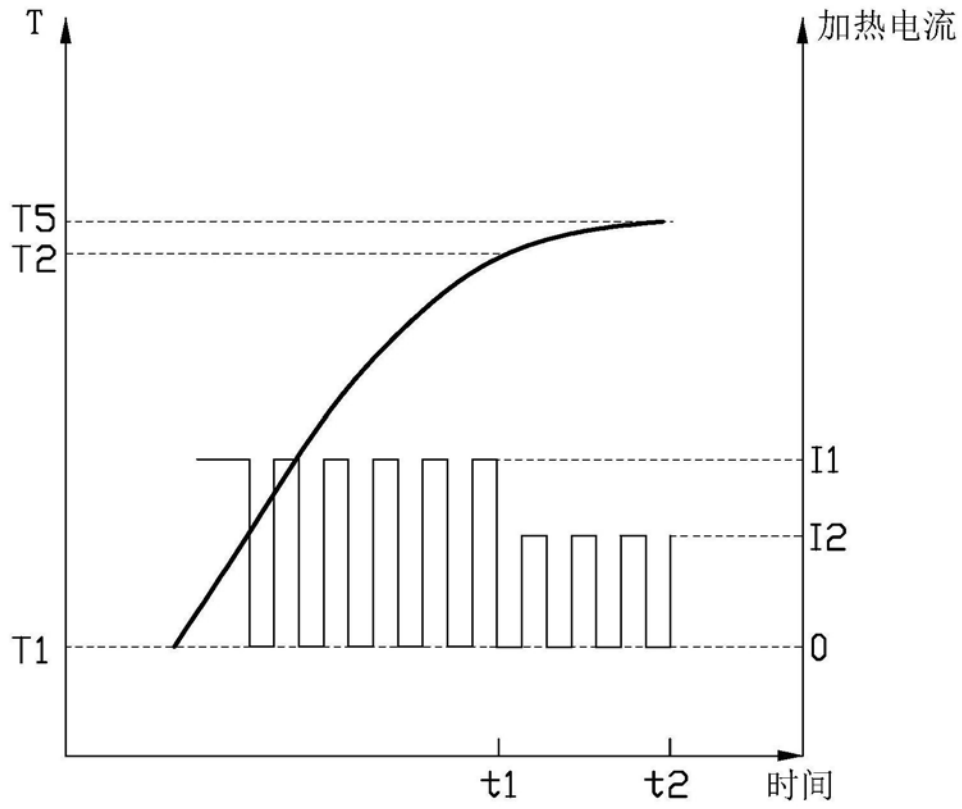


图5

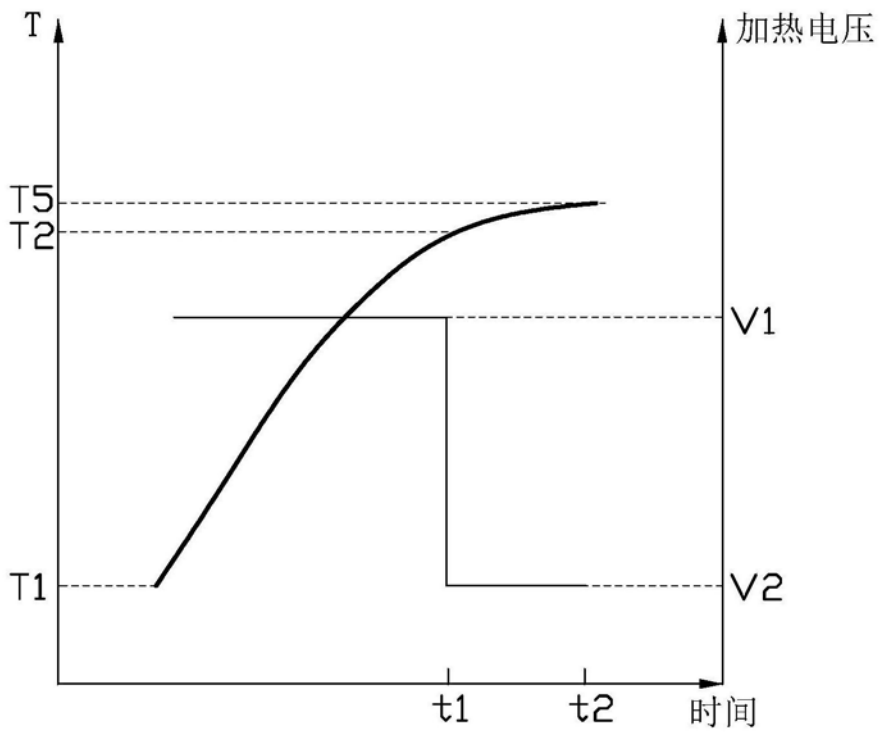


图6a

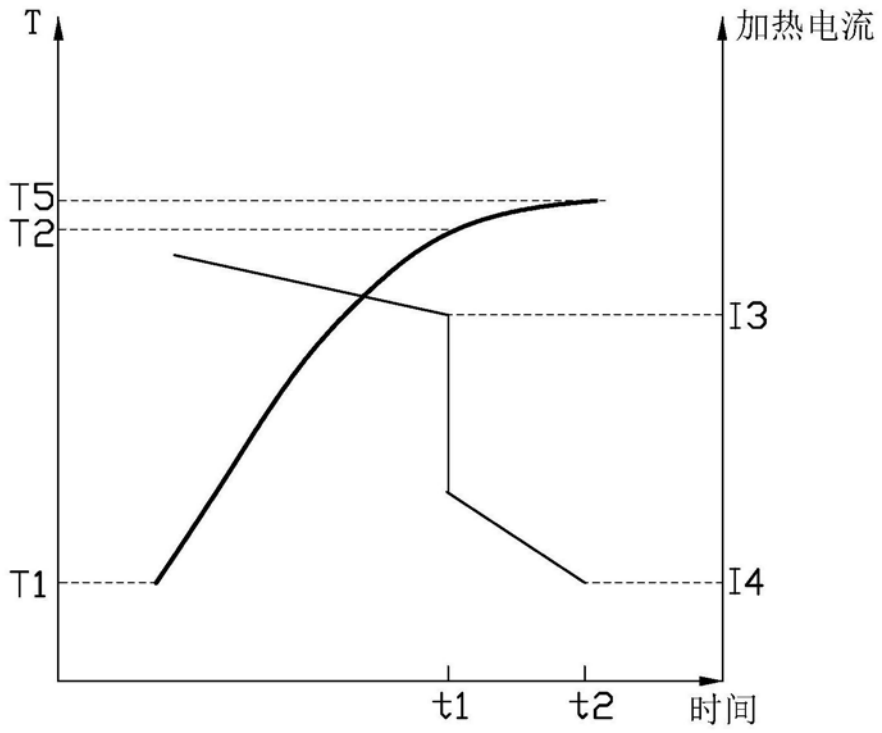


图6b