

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 250**

51 Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2019** **PCT/CN2019/112387**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.04.2021** **WO21077274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2019** **E 19945475 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 3843196**

54 Título: **Método de carga, aparato electrónico y medio de almacenamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.05.2024

73 Titular/es:

NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD. (100.0%)
No.1 Xingang Road, Zhangwan Town, Jiaocheng
District
Ningde City, Fujian 352100, CN

72 Inventor/es:

GUAN, TING;
ZHU, SHAN y
WU, FEI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 970 250 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de carga, aparato electrónico y medio de almacenamiento

Campo técnico

5 Esta solicitud se refiere al campo de las tecnologías de baterías y, en particular, a un método para cargar una batería, un aparato electrónico y un medio de almacenamiento.

Antecedentes

10 En la actualidad, un método común para cargar una batería de litio es cargar continuamente la batería de iones de litio con una corriente constante preestablecida hasta un voltaje (que puede entenderse como un voltaje límite de carga) y, a continuación, cargar con voltaje constante la batería de iones de litio con este voltaje hasta un estado completamente cargado. En este caso, la impedancia de la batería aumenta a medida que aumentan los ciclos de carga y el tiempo de uso de la batería. Esto acorta el tiempo de carga de corriente constante de la batería y prolonga el tiempo de carga de voltaje constante, lo que resulta en un aumento en el tiempo total de carga de la batería.

15 En la técnica anterior, la solicitud de patente EP 2 947 748 se refiere a un método de carga de baterías que comprende las siguientes etapas: (a) obtener los valores de las relaciones de capacidad de voltaje, correspondientes a una relación entre una variación del voltaje y una variación de capacidad dependiendo del cambio en el estado de carga (SOC) de una batería cuando dicha batería se carga a una tasa C, en donde dichos valores se obtienen para una tasa C de carga de referencia y para tasas C de carga más altas; (b) comparar, para diferentes secciones de SOC, el valor obtenido para la tasa C de carga de referencia con los valores obtenidos para tasas C de carga más altas y luego establecer una tasa C de carga para cada sección de SOC de modo que el valor de la diferencia esté dentro de un rango preestablecido para cada una de las secciones de SOC; y (c) cargar la batería con la tasa C de carga establecida para cada una de las secciones del SOC. La solicitud de patente US 2014/0320089 divulga un algoritmo de carga de baterías de iones de litio que comprende al menos una etapa de carga final después de que el voltaje de la batería alcance un voltaje de carga máxima que no puede ser, en cada ciclo, mayor que el voltaje de carga más alto absoluto del diseño o química de la batería respectiva y menor que un voltaje de carga más bajo. En donde dicho voltaje de carga máximo en cada ciclo es variable entre dicho voltaje de carga más alto absoluto y dicho voltaje de carga más bajo. La solicitud de patente CN105552465 divulga un método de carga optimizado para baterías de iones de litio basado en el cálculo de la corriente de carga máxima y en el uso de la condición límite de que esta corriente máxima se seleccione como corriente de carga de optimización. La solicitud de patente US 2015/0123621 se refiere a un método de carga de una batería secundaria que comprende: una primera etapa de carga para cargar la batería secundaria a una primera tasa C desde un voltaje de carga inicial hasta un primer voltaje de carga y una segunda etapa de carga para cargar la batería secundaria a un voltaje diana mientras se disminuye gradualmente una tasa C dentro de un rango que no exceda la primera tasa C después de que el voltaje de la batería secundaria alcance el primer voltaje de carga.

Sumario

35 En vista de esto, es necesario proporcionar un método de carga, un aparato electrónico y un medio de almacenamiento para acortar el tiempo de carga total de una batería y evitar la sobrecarga de la batería.

La invención proporciona un método para cargar una batería, y el método incluye: en un ciclo de carga y descarga m, cargar la batería con corriente constante con una primera corriente de carga I_m hasta que se alcance un primer estado de carga SOC₁ de la batería, donde la batería tiene un primer voltaje de corte correspondiente V_1 ; cargar la batería con corriente constante con una segunda corriente de carga I_n hasta que se alcance un segundo estado de carga SOC₂ de la batería, donde la batería tiene un segundo voltaje de corte V_2 al final de la carga de corriente constante; y cargar la batería con voltaje constante con el segundo voltaje de corte V_2 hasta un estado de carga completa, donde $I_m = I_n + k \times I_n$, $0 < k \leq 1$, n es un número entero mayor de o igual a 0, m es un número entero que es mayor de o igual a 2 y que es mayor que n en al menos dos, y k tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga; I_n es una corriente de carga de la batería o de otra batería, que tiene el mismo modelo de la batería en carga, en una fase de carga de corriente constante de un ciclo de carga y descarga n, o en un valor preestablecido. En la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n, la batería 13 se carga con corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta un voltaje límite de carga U_{cl} , o la batería se carga con corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta un tercer estado de carga SOC₃, y tiene un tercer voltaje de corte V_3 correspondiente al tercer estado de carga SOC₃. SOC₁ es un estado de carga de la batería o de otra batería, que tiene el mismo modelo de la batería en carga, es decir, se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga (m-1), donde $SOC_1 \leq SOC_3 + S$, $SOC_3 - S \leq SOC_2 \leq SOC_3 + S \leq 100\%$ y $0 \leq S \leq 10\%$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, SOC₃ es, alternativamente, un estado de carga de otra batería, que tiene el mismo modelo de la batería en carga, al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n, o un valor preestablecido.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, k satisface la siguiente fórmula: $k = k_1 \times m + k_2$, donde $0 \leq k_1 \leq 0,001$, y $0 \leq k_2 \leq 0,2$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la primera corriente de carga I_m satisface la siguiente fórmula: $I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a$, donde $m > 1$; o $I_m = I_{m-1} + (U_{m-1} - U_{m-2}) / R_a$, donde $m > 2$, donde U_n es un primer potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n , U_{m-1} es un segundo potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$, R_a es la impedancia del ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería en el enésimo ciclo de carga y descarga, I_{m-1} es una corriente de carga de la batería u otra batería idéntica a la batería en una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga $(m-1)$ o un valor preestablecido, y U_{m-2} es un tercer potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga $(m-2)$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, cuando la batería se carga con corriente constante con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 , la capacidad de la batería es Q_m , donde $Q_m = SOC_1 \times Q$, y Q es una capacidad real de corriente de la batería.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, el método incluye, además, después de cargar con corriente constante la batería con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 : cargar la batería con voltaje constante con el primer voltaje de corte V_1 hasta la segunda corriente de carga I_n .

Según algunas realizaciones de esta solicitud, el método incluye además: comparar una magnitud del tercer voltaje de corte V_3 con la del voltaje límite de carga U_{cl} ; y determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de comparación; en donde la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de comparación incluye: una primera etapa de carga, donde el tercer voltaje de corte V_3 es inferior al voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n , continuar cargando con corriente constante la batería con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , y cargar la batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, donde $n \leq m-1$; una segunda etapa de carga, tras entrar en el siguiente ciclo de carga y descarga, cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta el tercer estado de carga SOC_3 , donde la batería tiene el tercer voltaje de corte correspondiente V_3 ; y una etapa de repetición, repitiendo la primera etapa de carga y la segunda etapa de carga hasta que el tercer voltaje de corte V_3 sea mayor o igual al voltaje límite de carga U_{cl} .

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m en función de un resultado de comparación incluye, además: cuando el tercer voltaje de corte V_3 es mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} , cargar la batería con voltaje constante con el tercer voltaje de corte V_3 hasta el estado de carga completa, obtener el primer estado de carga SOC_1 y calcular la primera corriente de carga I_m .

Según algunas realizaciones de esta solicitud, el método incluye, además: obtener un cuarto estado de carga SOC_4 de la batería que se carga con corriente constante hasta que el voltaje de la batería sea el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n ; comparar una magnitud del tercer estado de carga SOC_3 con la del cuarto estado de carga SOC_4 ; y determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de comparación.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m en función de un resultado de comparación incluye: una etapa de carga, cuando el tercer estado de carga SOC_3 es inferior al cuarto estado de carga SOC_4 en el ciclo de carga y descarga n , después de entrar en un siguiente ciclo de carga y descarga, cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , donde la batería tiene el correspondiente cuarto estado de carga SOC_4 , y cargar la batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, donde $n \leq m-1$; y una etapa de repetición, repitiendo la etapa de carga hasta que el tercer estado de carga SOC_3 sea mayor de o igual que el cuarto estado de carga SOC_4 .

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m en función de un resultado de comparación incluye: cuando el tercer estado de carga SOC_3 es mayor de o igual al cuarto estado de carga SOC_4 , obtener el primer estado de carga SOC_1 y calcular la primera corriente de carga I_m .

Otra realización de esta solicitud proporciona un método para cargar una batería, y el método incluye: en un ciclo de carga y descarga m , cargar la batería con corriente constante con una primera corriente de carga I_m hasta un primer voltaje de corte V_1 , cargar la batería con corriente constante con una segunda corriente de carga I_n con un segundo voltaje de corte V_2 y cargar la batería con voltaje constante con el segundo voltaje de corte V_2 hasta un estado completamente cargado, donde $I_m = I_n + k \times I_n$, $0 < k \leq 1$, $k = k_1 \times m + k_2$, $0 \leq k_1 \leq 0,002$, $0 \leq k_2 \leq 1$ y k tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga; e I_n es un valor preestablecido, o I_n es una corriente de carga de la batería u otra batería idéntica a la batería en una fase de carga de corriente constante de un ciclo de carga y descarga n . En la fase de carga con corriente constante del ciclo de carga y descarga n , la batería se carga con corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta un tercer voltaje de corte V_3 , donde $V_1 = U_{cl} + b$, $V_2 = U_{cl} + b$, $0 \leq b \leq 0,5$, U_{cl} es un

voltaje límite de carga de la batería u otra batería, o un valor preestablecido, n es un número entero mayor de o igual a 0, m es un entero que es mayor de o igual a 2 y que es mayor que n en al menos dos, y b tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga.

5 Según algunas realizaciones de esta solicitud, la primera corriente de carga I_m satisface la siguiente fórmula:
 $I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a$, donde $m > 1$; o $I_m = I_{m-1} + (U_{m-1} - U_{m-2}) / R_a$, donde $m > 2$, donde U_n es un primer potencial de ánodo de la
 batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en
 el ciclo de carga y descarga n , U_{m-1} es un segundo potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería
 que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga $(m-1)$, R_a es
 10 la impedancia del ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería en el enésimo ciclo de carga y descarga, I_{m-1}
 es una corriente de carga de la batería u otra batería idéntica a la batería en una fase de carga de corriente constante
 del ciclo de carga y descarga $(m-1)$ o un valor preestablecido, y U_{m-2} es un tercer potencial de ánodo de la batería u
 otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo
 de carga y descarga $(m-2)$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, b satisface la siguiente fórmula: $b = b_1 \times m + b_2$, $0 \leq b_1 \leq 0,0005$, y $0 \leq b_2 \leq 0,1$.

15 Según algunas realizaciones de esta solicitud, el primer voltaje de corte V_1 se obtiene alternativamente en el siguiente
 método: obtener la impedancia R de la batería en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$; y determinar el primer voltaje de
 corte V_1 en función del voltaje límite de carga U_{cl} , la impedancia de la batería R , la primera corriente de carga I_m y la
 segunda corriente de carga I_n .

20 Según algunas realizaciones de esta solicitud, el primer voltaje de corte V_1 satisface la siguiente fórmula:
 $V_1 = U_{cl} + R \times (I_m - I_n)$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, el segundo voltaje de corte V_2 y V_3 satisfacen las siguientes fórmulas,
 respectivamente: $V_2 = OCV_1 + (U_{cl} - OCV_1) \times K_1$, donde OCV_1 es un primer voltaje de circuito abierto de la batería u otra
 batería al final de una fase de carga de corriente constante de un ciclo de carga y descarga x , K_1 es una tasa de
 crecimiento de la impedancia de la batería u otra batería, $1 \leq x < m-1$; y $V_3 = OCV_2 + (U_{cl} - OCV_2) \times K_2$, donde OCV_2 es un
 25 segundo voltaje de circuito abierto de la batería u otra batería al final de una fase de carga de corriente constante del
 ciclo de carga y descarga y, K_2 es una tasa de crecimiento de la impedancia de la batería u otra batería y $1 \leq y < n-1$.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, el método incluye, además: cargar la batería con voltaje constante con
 el primer voltaje de corte V_1 hasta la segunda corriente de carga I_n .

30 Según algunas realizaciones de esta solicitud, el método incluye, además: comparar una magnitud del tercer voltaje
 de corte V_3 con la del voltaje límite de carga U_{cl} ; y determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga
 y descarga m basándose en un resultado de comparación.

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo
 de carga y descarga m en función de un resultado de comparación incluye: una primera etapa de carga, donde el
 tercer voltaje de corte V_3 es inferior al voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n , continuar cargando
 35 con corriente constante la batería con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , y cargar la
 batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, donde $n \leq m-1$;
 una segunda etapa de carga, tras entrar en el siguiente ciclo de carga y descarga, cargar la batería con corriente
 constante con la segunda corriente de carga I_n hasta el tercer voltaje de corte V_3 ; y una etapa de repetición, repitiendo
 la primera etapa de carga y la segunda etapa de carga hasta que el tercer voltaje de corte V_3 sea mayor de o igual al
 40 voltaje límite de carga U_{cl} .

Según algunas realizaciones de esta solicitud, la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo
 de carga y descarga m en función de un resultado de comparación incluye, además: cuando el tercer voltaje de corte
 V_3 es mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} , cargar la batería con voltaje constante con el tercer voltaje de
 corte V_3 hasta el estado de carga completa, y calcular la primera corriente de carga I_m .

45 La invención proporciona además un aparato electrónico, en el que el aparato electrónico incluye una batería, un
 sistema de carga y un procesador; en donde la batería está conectada al procesador a través del sistema de carga, y
 el procesador está configurado para cargar y realizar el método descrito anteriormente.

La invención proporciona además un medio de almacenamiento que almacena al menos una instrucción informática,
 donde la instrucción informática es cargada por un procesador y se usa para realizar el método de carga de una
 50 batería, descrito anteriormente.

Según el método de carga de una batería según la invención, el tiempo de carga de corriente constante de la batería
 se acorta al aumentar la corriente de carga de la batería en una fase de carga de corriente constante, acortando así
 el tiempo total de carga de la batería. Además, según el método, el tiempo total de carga de la batería se puede acortar
 aún más aumentando el voltaje de corte de la batería en la fase de carga de corriente constante. De esta manera, el
 55 método de carga de una batería, el aparato electrónico y el medio de almacenamiento según la invención pueden
 acortar el tiempo de carga total de una batería y evitar la sobrecarga de la batería.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama estructural esquemático de un aparato electrónico según una realización de esta solicitud.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según una realización de esta solicitud.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

5 La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

10 La FIG. 9 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud.

La FIG. 11 es un diagrama modular de un sistema de carga según una realización de esta solicitud.

Números de referencia de los componentes principales:

Aparato electrónico	100
Sistema de carga	10
Procesador	11
Batería	13
Módulo de obtención	101
Módulo de comparación	102
Módulo de determinación	103
Módulo de carga de corriente constante	104
Módulo de carga de voltaje constante	105

15 Esta solicitud se describe con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en las siguientes realizaciones específicas.

Descripción de realizaciones

20 A continuación, se describen claramente las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de esta solicitud. Aparentemente, las realizaciones descritas son algunas, pero no todas las realizaciones de esta solicitud.

Todas las demás realizaciones obtenidas por un experto en la técnica basándose en las realizaciones de esta solicitud sin esfuerzos creativos entrarán dentro del alcance de protección de esta solicitud, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 Haciendo referencia a la FIG. 1, un sistema de carga 10 funciona en un aparato electrónico 100. El aparato electrónico 100 incluye, pero no se limita a, un procesador 11 y una batería 13. Los componentes anteriores pueden conectarse mediante un bus o conectarse directamente.

Debe observarse que la FIG. 1 muestra solo un ejemplo del aparato electrónico 100. En otras realizaciones, el aparato electrónico 100 puede incluir alternativamente más o menos componentes, o tener diferentes configuraciones de componentes. El aparato electrónico 100 puede ser una motocicleta eléctrica, una bicicleta eléctrica, un coche

eléctrico, un teléfono móvil, una tableta, un asistente digital personal, un ordenador personal o cualquier otro dispositivo recargable adecuado.

En una realización, la batería 13 es una batería recargable configurada para suministrar energía eléctrica al aparato electrónico 100. Por ejemplo, la batería 13 puede ser una batería de plomo-ácido, una batería de níquel-cadmio, una batería de níquel-hidrógeno, una batería de iones de litio, una batería de polímero de litio o similares. La batería 13 está conectada lógicamente al procesador 11 a través del sistema de carga 10, de modo que funciones tales como la gestión de la carga, la descarga y el consumo de energía se implementan a través del sistema de carga 10. La batería 13 incluye una celda de batería (no se muestra en la figura).

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según una realización de esta solicitud. En el método, una fase de carga de corriente constante finaliza cuando se alcanza un estado de carga (SOC, estado de carga). El método de carga de una batería puede incluir las siguientes etapas.

Etapas S21: En un ciclo de carga y descarga m, cargar la batería de corriente constante con una primera corriente de carga I_m hasta un primer estado de carga SOC_1 .

En el ciclo de carga y descarga m, el sistema de carga 10, en esta realización, cargar la batería 13 con corriente constante con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 , donde la batería 13 tiene un primer voltaje de corte correspondiente V_1 .

En esta realización, SOC_1 es un estado de carga de la batería 13 u otra batería (por ejemplo, una batería del mismo modelo) idéntico a la batería 13 que se carga en corriente constante hasta un voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga (m-1), donde U_{cl} puede entenderse como el voltaje límite de carga tal como se describe en los Antecedentes, o un voltaje límite de carga indicado por la información del producto de la batería.

En esta realización, I_m satisface la siguiente fórmula:

$$I_m = I_n + k \times I_n \quad (1)$$

donde $0 < k \leq 1$ y k pueden variar con la cantidad de ciclos de carga y descarga, es decir, en diferentes ciclos de carga y descarga, k puede tener valores diferentes, y la primera corriente de carga I_m resultante también puede ser diferente, o en diferentes ciclos de carga y descarga, la primera corriente de carga I_m puede ser igual o diferente; y

n es un número entero mayor de o igual a 0, m es un número entero que es mayor de o igual a 2 y que es mayor que n en al menos dos, y k tienen valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga, es decir, se usan diferentes primeras corrientes de carga I_m en los al menos dos ciclos de carga y descarga.

En esta realización, k satisface la siguiente fórmula:

$$k = k_1 \times m + k_2 \quad (2)$$

donde $0 \leq k_1 < 0,001$ y $0 \leq k_2 \leq 0,2$. La Fórmula (2) indica que el valor de k puede variar con una cantidad de ciclos m, es decir, en diferentes ciclos de carga y descarga, el valor de k puede ser igual o diferente.

En una realización preferida, I_n es una corriente de carga de la batería 13 u otra batería (por ejemplo, una batería del mismo modelo) idéntica a la batería 13 en una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n. En otra realización preferida, la segunda corriente de carga I_n puede ser alternativamente un valor preestablecido.

En una realización de esta solicitud, cuando el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 , la capacidad de la batería es Q_m .

En esta realización, Q_m satisface la siguiente fórmula:

$$Q_m = SOC_1 \times Q \quad (3)$$

donde Q es la capacidad real de la corriente de la batería 13.

En esta realización, el sistema de carga 10 está configurado además para obtener una capacidad de descarga o una capacidad real de corriente de la batería 13 en cada ciclo de carga y descarga.

Específicamente, la capacidad real de corriente de la batería 13 en cada ciclo de carga y descarga es la capacidad real de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga correspondiente, es decir, una capacidad máxima de la batería 13 desde un estado completamente cargado a un estado completamente descargado en cada proceso de ciclo de la batería 13. La capacidad de descarga se puede medir con un contador de culombios.

El sistema de carga 10 obtiene la capacidad real de la batería 13 en cada ciclo de carga y descarga, registra una temperatura, una velocidad y similares de la batería, y realiza un cálculo de conversión sobre la capacidad real de la

batería 13 basándose en una correspondencia conocida entre capacidades y diferentes temperaturas y diferentes velocidades, para obtener la capacidad máxima de la batería 13 a una temperatura de carga y velocidad de carga reales. Esta capacidad máxima es la capacidad real anterior.

5 La capacidad real de la batería 13 cambia con un aumento en el tiempo de uso o la cantidad de ciclos de carga y descarga de la batería 13, y la capacidad real de la batería está directamente relacionada con el envejecimiento de las celdas de la batería. Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede obtener la capacidad real de la batería 13 en cada ciclo de carga y descarga.

10 En otra realización, cuando el sistema de carga 10 carga con corriente constante la batería 13 con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 , el sistema de carga 10 carga además con voltaje constante la batería 13 con el primer voltaje de corte V_1 hasta la segunda corriente de carga I_n .

Etapa S22: Cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta un segundo estado de carga SOC_2 .

15 Específicamente, el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el segundo estado de carga SOC_2 , donde la batería 13 tiene un segundo voltaje de corte V_2 al final de la carga de corriente constante.

20 En la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n , la batería se carga con corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , o la batería se carga con corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta un tercer estado de carga SOC_3 , y tiene un tercer voltaje de corte V_3 correspondiente al tercer estado de carga SOC_3 . Es decir, en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n , la batería 13 puede cargarse de corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta el tercer estado de carga SOC_3 , o la batería 13 puede cargarse al voltaje límite de carga U_{cl} en un método convencional (carga con corriente constante de la batería 13 hasta el voltaje límite de carga U_{cl}), donde $SOC_1 \leq SOC_3 + S$, $SOC_3 - S \leq SOC_2 \leq SOC_3 + S \leq 100\%$ y $0 \leq S \leq 10\%$. En otras realizaciones, $0 \leq S \leq 5\%$.

25 En una realización preferida, el tercer estado de carga SOC_3 puede ser un estado de carga de otra batería (es decir, una batería del mismo modelo) idéntica a la batería 13 al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n . En otra realización preferida, el tercer estado de carga SOC_3 puede ser alternativamente un valor preestablecido.

Etapa S23: Cargar la batería con voltaje constante con el segundo voltaje de corte V_2 hasta un estado completamente cargado.

30 Específicamente, en el ciclo de carga y descarga m , cuando el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el segundo estado de carga SOC_2 , el sistema de carga 10 carga de voltaje constante la batería 13 con el segundo voltaje de corte V_2 hasta el estado de carga completa, para garantizar que no se produzca un revestimiento de litio ni una sobrecarga en la batería 13.

35 Haciendo referencia a la FIG. 3, en otra realización, el sistema de carga 10 puede determinar además la primera corriente de carga I_m de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapa S31: Obtener un primer potencial de ánodo U_n de la batería u otra batería idéntica a la batería que esté cargada en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n .

40 Específicamente, el sistema de carga 10 está configurado para obtener una curva de carga sin polarización de ánodo y una impedancia de ánodo de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga n , y la segunda corriente de carga correspondiente I_n de la batería 13 al final de la fase de carga de corriente constante.

En una realización preferida, la impedancia del ánodo R_a de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería en el ciclo de carga y descarga n puede obtenerse mediante una prueba de impedancia.

45 En esta realización, la curva de carga sin polarización del ánodo puede representar una relación de mapeo entre un estado de carga de la batería 13 y un potencial de ánodo correspondiente al estado de carga en un proceso de carga en el que la batería 13 se carga con una tasa pequeña (por ejemplo, 0,01 C).

50 Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede obtener, basándose en la curva de carga sin polarización del ánodo, el primer potencial del ánodo U_n correspondiente de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} (que puede entenderse como el voltaje límite de carga descrito en los Antecedentes) en el ciclo de carga y descarga n .

Etapa S32: Obtener un segundo potencial de ánodo U_{m-1} de la batería u otra batería idéntica a la batería que esté cargada en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga ($m-1$).

Específicamente, el sistema de carga 10 está configurado para obtener la curva de carga sin polarización del ánodo y la impedancia del ánodo R_a de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga n . El sistema de carga 10 puede obtener, basándose en la curva de carga sin polarización del ánodo, el segundo potencial de ánodo U_{m-1} correspondiente de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$.

Etapas S33: Calcular la primera corriente de carga I_m de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m basándose en el primer potencial de ánodo U_n , el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , la impedancia de ánodo R_a y la segunda corriente de carga I_n .

En una realización, el sistema de carga 10 puede calcular la primera corriente de carga I_m de la batería en el ciclo de carga y descarga m basándose en el primer potencial de ánodo U_n , el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , la impedancia de ánodo R_a y la segunda corriente de carga I_n , y cargar la batería 13 con la primera corriente de carga I_m . Específicamente, la primera corriente de carga I_m se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a \quad (4)$$

donde m es mayor de 1. Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede obtener la primera corriente de carga I_m de acuerdo con la fórmula de cálculo (4) y, a continuación, puede cargar la batería 13 con la primera corriente de carga I_m determinada.

Haciendo referencia a la FIG. 4, en otra realización, el sistema de carga 10 puede determinar además la primera corriente de carga I_m de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapas S41: Obtener una tercera corriente de carga I_{m-1} de la batería u otra batería idéntica a la batería en una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga $(m-1)$.

En una realización, el sistema de carga 10 está configurado para obtener la tercera corriente de carga I_{m-1} de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería 13 en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga $(m-1)$. En otra realización preferida, la tercera corriente de carga I_{m-1} puede ser alternativamente un valor preestablecido.

Etapas S42: Obtener un segundo potencial de ánodo U_{m-1} de la batería u otra batería idéntica a la batería que esté cargada en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$.

Específicamente, el sistema de carga 10 está configurado para obtener una curva de carga sin polarización del ánodo y la impedancia del ánodo R_a de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga n .

Además, el sistema de carga 10 puede obtener, basándose en la curva de carga sin polarización del ánodo, el segundo potencial de ánodo U_{m-1} correspondiente de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$.

Etapas S43: Obtener un tercer potencial de ánodo U_{m-2} de la batería u otra batería idéntica a la batería que esté cargada en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga $(m-2)$.

En esta realización, el sistema de carga 10 puede estar configurado para obtener, basándose en la curva de carga sin polarización del ánodo, el tercer potencial de ánodo U_{m-2} correspondiente de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-2)$.

Etapas S44: Calcular la primera corriente de carga I_m de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m basándose en el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , el tercer potencial de ánodo U_{m-2} , la impedancia de ánodo R_a y la tercera corriente de carga I_{m-1} .

En una realización, el sistema de carga 10 puede calcular la primera corriente de carga I_m de la batería en el ciclo de carga y descarga m basándose en el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , el tercer potencial de ánodo U_{m-2} , la impedancia de ánodo R_a y la tercera corriente de carga I_{m-1} , y cargar la batería 13 con la primera corriente de carga I_m , donde la impedancia de ánodo R_a puede medirse utilizando tres electrodos, y puede almacenarse previamente en una memoria o un procesador. Específicamente, la primera corriente de carga I_m se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I_m = I_{m-1} + (U_{m-1} - U_{m-2}) / R_a \quad (5)$$

donde m es mayor de 2. Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede obtener la primera corriente de carga I_m de acuerdo con la fórmula de cálculo (5) y, a continuación, puede cargar la batería 13 con la primera corriente de carga I_m determinada.

Haciendo referencia a la FIG. 5, en una realización, el sistema de carga 10 puede determinar un modo de carga de la batería 13 antes del ciclo de carga y descarga m en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapa S51: Comparar una magnitud del tercer voltaje de corte V_3 con la del voltaje límite de carga U_{cl} para obtener un resultado de comparación.

En esta realización, en un proceso de carga de la batería 13, el sistema de carga 10 compara la magnitud del tercer voltaje de corte V_3 con la del voltaje límite de carga U_{cl} .

- 5 Etapa S52: Determinar el modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en el resultado de la comparación.

El sistema de carga 10 está configurado para determinar el modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m en función del resultado de la comparación del tercer voltaje de corte V_3 y el voltaje límite de carga U_{cl} .

- 10 En esta realización, cuando el tercer voltaje de corte V_3 es inferior al voltaje límite de carga U_{cl} , el sistema de carga 10 carga la batería 13 en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes:

en una primera etapa de carga, cuando el tercer voltaje de corte V_3 es inferior al voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n , el sistema de carga 10 continúa cargando en corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , y luego el sistema de carga 10 carga a voltaje constante la batería 13 con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, donde $n \leq m-1$;

- 15 en una segunda etapa de carga, después de entrar en un siguiente ciclo de carga y descarga, el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el tercer estado de carga SOC_3 , donde la batería 13 tiene el tercer voltaje de corte V_3 correspondiente; y

en una etapa de repetición, el sistema de carga 10 repite la primera etapa de carga y la segunda etapa de carga hasta que el tercer voltaje de corte V_3 sea mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} .

- 20 En esta realización, cuando el tercer voltaje de corte V_3 es mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} , el sistema de carga 10 carga a voltaje constante la batería 13 con el tercer voltaje de corte V_3 hasta el estado completamente cargado. Además, el sistema de carga 10 obtiene además el primer estado de carga SOC_1 y calcula la primera corriente de carga I_m .

- 25 Haciendo referencia a la FIG. 6, en otra realización, el sistema de carga 10 puede determinar además un modo de carga de la batería 13 antes del ciclo de carga y descarga m en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapa S61: Obtener un cuarto estado de carga SOC_4 de la batería que esté cargada con corriente constante hasta que el voltaje de la batería sea el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n .

- 30 En esta realización, el sistema de carga 10 obtiene el cuarto estado de carga SOC_4 de la batería 13 que está cargada con corriente constante hasta que el voltaje de la batería sea el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n .

Etapa S62: Comparar una magnitud del tercer estado de carga SOC_3 con la del cuarto estado de carga SOC_4 .

En esta realización, en un proceso de carga de la batería 13, el sistema de carga 10 compara la magnitud del tercer estado de carga SOC_3 con la del cuarto estado de carga SOC_4 .

- 35 Etapa S63: Determinar el modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación.

El sistema de carga 10 está configurado para determinar el modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en el resultado de la comparación del tercer estado de carga SOC_3 y el cuarto estado de carga SOC_4 .

- 40 En esta realización, cuando el tercer estado de carga SOC_3 es menor que el cuarto estado de carga SOC_4 , el sistema de carga 10 carga la batería 13 en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes:

en una etapa de carga, cuando el tercer estado de carga SOC_3 es inferior al cuarto estado de carga SOC_4 en el ciclo de carga y descarga n , después de entrar en un siguiente ciclo de carga y descarga, cargar con corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , donde la batería tiene el correspondiente cuarto estado de carga SOC_4 , y cargar después la batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, donde $n \leq m-1$; y

- 45 en una etapa de repetición, repetir la etapa de carga hasta que el tercer estado de carga SOC_3 sea mayor de o igual al cuarto estado de carga SOC_4 .

En esta realización, cuando el tercer estado de carga SOC_3 es mayor de o igual al cuarto estado de carga SOC_4 , el sistema de carga 10 obtiene además el primer estado de carga SOC_1 y calcula la primera corriente de carga I_m .

- 50

La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un método de carga de una batería según otra realización de esta solicitud. En el método, una fase de carga de corriente constante finaliza cuando se alcanza un voltaje. El método en esta realización puede incluir las siguientes etapas.

5 Etapa S71: En el ciclo de carga y descarga m, la corriente constante carga la batería con una primera corriente de carga I_m hasta un primer voltaje de corte V_1 .

En el ciclo de carga y descarga m, el sistema de carga 10 en esta realización carga con corriente constante la batería 13 con la primera corriente de carga I_m hasta el primer voltaje de corte V_1 .

En esta realización, la primera corriente de carga I_m satisface la siguiente fórmula:

$$I_m = I_n + k \times I_n \quad (6)$$

10 donde $0 < k \leq 1$ y k tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga.

En esta realización, k satisface la siguiente fórmula:

$$k = k_1 \times m + k_2 \quad (7)$$

donde $0 \leq k_1 \leq 0,002$, y $0 \leq k_2 \leq 1$. La Fórmula (7) puede indicar que el valor de k puede variar con una cantidad de ciclos m, es decir, en diferentes ciclos de carga y descarga, el valor de k puede ser igual o diferente.

15 En otra realización, el sistema de carga 10 puede cargar adicionalmente a voltaje constante la batería 13 con el primer voltaje de corte V_1 hasta una segunda corriente de carga I_n .

Etapa S72: Cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta un segundo voltaje de corte V_2 .

20 En esta realización, el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con la segunda corriente de carga I_n hasta el segundo voltaje de corte V_2 .

En esta realización, I_n es una corriente de carga de la batería 13 u otra batería (por ejemplo, una batería del mismo modelo) idéntica a la batería 13 en una fase de carga de corriente constante de un ciclo de carga y descarga n, y en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n, la batería 13 se carga de corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta un tercer voltaje de corte V_3 . En otra realización, la segunda corriente de carga I_n puede ser alternativamente un valor preestablecido.

25 En esta realización, el primer voltaje de corte V_1 y el segundo voltaje de corte V_2 pueden satisfacer las siguientes fórmulas, respectivamente:

$$V_1 = U_{cl} + b \quad (8)$$

$$V_2 = U_{cl} + b \quad (9)$$

30 donde $0 \leq b \leq 0,5$, y b tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga.

U_{cl} es un voltaje límite de carga de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería, o un valor preestablecido, n es un número entero mayor de o igual a 0, y m es un número entero que es mayor de o igual a 2 y que es mayor que n en al menos dos.

En esta realización, b satisface la siguiente fórmula:

35
$$b = b_1 \times m + b_2 \quad (10)$$

donde $0 \leq b_1 \leq 0,0005$, y $0 \leq b_2 \leq 0,1$. La Fórmula (10) puede indicar que el valor de b puede variar con la cantidad de ciclos m, es decir, en diferentes ciclos de carga y descarga, el valor de b puede ser igual o diferente.

Etapa S73: Cargar la batería con voltaje constante con el segundo voltaje de corte V_2 hasta un estado completamente cargado.

40 En esta realización, el sistema de carga 10 carga de corriente constante la batería 13 con el segundo voltaje de corte V_2 hasta el estado completamente cargado.

Haciendo referencia a la FIG. 8, en otra realización, el sistema de carga 10 puede determinar además el primer voltaje de corte V_1 en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapa S81: Obtener la impedancia R de la batería en un ciclo de carga y descarga (m-1).

En una realización, el sistema de carga 10 está configurado para obtener la impedancia R de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga ($m-1$).

Etapas S82: Determinar el primer voltaje de corte V_1 de la batería en función del voltaje límite de carga U_{cl} , la impedancia de la batería R , la primera corriente de carga I_m y la segunda corriente de carga I_n .

- 5 Específicamente, en una realización, el sistema de carga 10 puede calcular el primer voltaje de corte V_1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V_1 = U_{cl} + R \times (I_m - I_n) \quad (11)$$

- 10 donde R es la impedancia de la batería en el ciclo de carga y descarga ($m-1$), y puede ser la impedancia de la batería en un proceso de carga o la impedancia de la batería en un proceso de descarga. Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede calcular el primer voltaje de corte V_1 de acuerdo con la fórmula (11), y luego puede usar el primer voltaje de corte V_1 para finalizar la fase de carga de corriente constante de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m .

Haciendo referencia a la FIG. 9, en otra realización, el sistema de carga 10 puede determinar además el segundo voltaje de corte V_2 en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

- 15 Etapas S91: Obtener un primer voltaje de circuito abierto OCV_1 de la batería u otra batería idéntica a la batería al final de una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga x , donde $1 \leq x < m-1$.

En una realización, el sistema de carga 10 obtiene el voltaje de circuito abierto OCV_1 de la batería al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n .

- 20 Específicamente, el sistema de carga 10 obtiene una primera correspondencia entre voltaje y estado de carga en circuito abierto y una correspondencia entre voltaje y estado de carga de la batería 13 u otra batería idéntica a la batería.

- 25 Además, el sistema de carga 10 obtiene, además, basándose en la correspondencia entre voltaje y estado de carga de circuito abierto y la correspondencia entre voltaje y estado de carga de la batería 13, los primeros voltajes de circuito abierto OCV_1 de la batería 13 a tasas de carga correspondientes a diferentes temperaturas al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga x . Es decir, el sistema de carga 10 obtiene, basándose en las dos correspondencias anteriores, el primer voltaje de circuito abierto OCV_1 de la batería 13 a una tasa de carga correspondiente a una temperatura ambiente en el ciclo de carga y descarga x .

- 30 La correspondencia entre el voltaje de circuito abierto y el estado de carga de la batería 13 describe una relación de mapeo, establecida de antemano, entre un voltaje de circuito abierto y un estado de carga de la batería que se recopilan antes de cargar la batería 13. La correspondencia entre el voltaje y el estado de carga de la batería 13 describe una relación de mapeo, establecida de antemano, entre un voltaje y un estado de carga de la batería que se recopilan antes de cargar la batería 13.

Por lo tanto, se pueden obtener los primeros voltajes de circuito abierto OCV_1 de la batería a diferentes temperaturas al final de una fase de carga de corriente constante de cada ciclo de carga y descarga.

Etapas S92: Obtener una tasa de crecimiento de impedancia K_1 de la batería u otra batería idéntica a la batería.

- 35 Específicamente, en esta realización, el sistema de carga 10 obtiene la impedancia de la batería 13 a diferentes temperaturas en el ciclo de carga y descarga x e indica la impedancia de la batería como la primera impedancia de la batería R_1 .

Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede obtener la impedancia de la batería en cualquier estado de carga a diferentes temperaturas.

- 40 En esta realización, el sistema de carga 10 obtiene además la impedancia de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga ($m-1$), e indica la impedancia de la batería como una segunda impedancia de la batería R_2 , donde $1 \leq x < m-1$.

El sistema de carga 10 puede determinar la tasa de crecimiento de la impedancia de la batería 13 basándose en la primera impedancia de la batería R_1 y la segunda impedancia de la batería R_2 .

- 45 Específicamente, el sistema de carga 10 determina la tasa de crecimiento de la impedancia K_1 de la batería 13 obteniendo la primera impedancia de la batería R_1 y la segunda impedancia de la batería R_2 a una misma temperatura en un mismo estado de carga.

En esta realización, la tasa de crecimiento de la impedancia de la batería 13 se indica como K_1 , y K_1 satisface la siguiente fórmula:

50
$$K_1 = R_2 / R_1 \quad (12)$$

Etapas S93: Calcular el segundo voltaje de corte en función del voltaje de circuito abierto OCV_1 y la tasa de crecimiento de la impedancia K_1 .

Específicamente, el segundo voltaje de corte V_2 satisface la siguiente fórmula:

$$V_2 = OCV_1 + (U_{cl} - OCV_1) \times K_1 \quad (13)$$

- 5 Haciendo referencia a la FIG. 10, en una realización, el sistema de carga 10 puede determinar el tercer voltaje de corte V_3 en las siguientes etapas. Las etapas específicas son las siguientes.

Etapas S101: Obtener un segundo voltaje de circuito abierto OCV_2 de la batería u otra batería idéntica a la batería al final de una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga y, donde $1 \leq y < n-1$.

- 10 En una realización, el sistema de carga 10 puede obtener, basándose en la relación establecida de mapeo de voltaje y estado de carga en circuito abierto, el segundo voltaje de circuito abierto OCV_2 de la batería al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga y.

Etapas S 102: Obtener una tasa de crecimiento de impedancia K_2 de la batería u otra batería idéntica a la batería.

Etapas S103: Calcular el tercer voltaje de corte V_3 en función del voltaje de circuito abierto OCV_2 y la tasa de crecimiento de la impedancia K_2 .

- 15 Específicamente, el tercer voltaje de corte V_3 satisface la siguiente fórmula:

$$V_3 = OCV_2 + (U_{cl} - OCV_2) \times K_2 \quad (14)$$

donde $K_2 = R_4/R_3$, R_3 es la tercera impedancia de la batería 13 a una misma temperatura en un mismo estado de carga en el ciclo de carga y descarga y, y R_4 es la cuarta impedancia de la batería 13 a una misma temperatura en un mismo estado de carga en el ciclo de carga y descarga ($n-1$), donde $1 \leq n \leq n-1$.

- 20 En esta realización, el sistema de carga 10 obtiene además la tercera impedancia de batería R_3 y la cuarta impedancia de batería R_4 . El sistema de carga 10 puede determinar la tasa de crecimiento de la impedancia K_2 de la batería 13 basándose en la tercera impedancia de la batería R_3 y la cuarta impedancia de la batería R_4 .

Por lo tanto, el sistema de carga 10 puede calcular el tercer voltaje de corte V_3 de acuerdo con la fórmula (13), y luego puede usar el tercer voltaje de corte V_3 para finalizar la fase de carga de corriente constante de la batería 13 en el ciclo de carga y descarga m.

- 25 Para aclarar los objetivos, las soluciones técnicas y los efectos técnicos de esta solicitud, esta solicitud se describe con más detalle a continuación con referencia a los dibujos y realizaciones adjuntos. Un sistema de batería usado en cada ejemplo comparativo y ejemplo de esta solicitud se preparó mediante procesos tales como mezclado, recubrimiento, ensamblaje, conversión química y envejecimiento de un cátodo hecho de $LiCoO_2$, un ánodo hecho de grafito, un separador, una solución electrolítica y una carcasa de embalaje. En un proceso de bobinado de algunas celdas de batería, se añade un electrodo de referencia entre una placa de cátodo y una placa de ánodo para formar una batería de tres electrodos, para ensayar una diferencia de potencial eléctrico entre un cátodo y un ánodo en un proceso de carga mediante comparación. Debe indicarse que, alternativamente, se pueden usar baterías de otros sistemas químicos en cada ejemplo comparativo y en cada ejemplo de esta solicitud, es decir, se usan otros materiales como materiales catódicos, por ejemplo, manganato de litio, fosfato de hierro y litio y un material ternario. Esto no está limitado en esta solicitud. Se usa un voltaje límite de carga de 4,45 V de la batería como ejemplo en cada ejemplo comparativo y ejemplo de esta solicitud para mostrar que el método de esta solicitud es aplicable a baterías de varios sistemas de voltaje, y no se limita al sistema de 4,45 V. Para la batería del sistema de 4,45 V, el método de la técnica anterior en los ejemplos comparativos (carga de corriente constante y voltaje constante) y el método de esta solicitud en los ejemplos se usan para realizar una prueba de rendimiento cíclico, para comparar sus velocidades de carga y los grados de disminución de la capacidad en los procesos de carga.

El método de la técnica anterior se usó para cargar baterías en los Ejemplos Comparativos 1 y 2 que se describen a continuación.

Ejemplo Comparativo 1

- 45 Debe indicarse que el Ejemplo Comparativo 1 divulga un proceso de realización específico del método de la técnica anterior (es decir, en una fase de carga de corriente constante de cada ciclo de carga y descarga, cargar la batería con una misma corriente fija hasta que se alcance un voltaje fijo) en el que se usó una batería nueva.

Temperatura ambiente: 25 °C.

Proceso de carga:

Etapas 1: La batería se cargó con una corriente constante de 1,5C hasta que el voltaje de la batería alcanzó el voltaje de corte de 4,45 V (que puede entenderse como el voltaje límite de carga).

5 Etapas 2: A continuación, la batería se cargó con el voltaje constante de 4,45 V hasta que la corriente de la batería alcanzó la corriente de corte de 0,05C.

Etapas 3: La batería se dejó reposar durante 5 minutos.

Etapas 4: A continuación, la batería se descargó con una corriente constante de 1,0C hasta que el voltaje de la batería fue de 3,0V.

Etapas 5: A continuación, la batería se dejó reposar durante 5 minutos nuevamente.

10 Etapas 6: Las cinco etapas anteriores se repitieron durante 500 ciclos.

15 En los Ejemplos específicos 1 a 4 descritos a continuación, se usaron baterías nuevas para obtener los parámetros de carga correspondientes, y el método en las realizaciones de la presente invención se usó para cargar las baterías nuevas. Debe indicarse que la temperatura ambiente en el proceso de carga de los Ejemplos 1 a 4 fue la misma que en el Ejemplo Comparativo 1 y permaneció sin cambios. Las baterías nuevas eran baterías sin usar que acababan de salir de las fábricas, o baterías cuya cantidad de ciclos de carga y descarga después de salir de las fábricas era inferior a una cantidad preestablecida (por ejemplo, 10 veces u otras veces).

Ejemplo 1

(1) Configuración de parámetros

Proceso de obtención de los parámetros SOC₂ y SOC₃:

20 Temperatura ambiente: 25 °C;

La batería nueva se seleccionó para obtener el parámetro SOC₂ (o SOC₃, SOC₂=SOC₃) en el siguiente proceso específico:

Etapas 1: La batería se descargó con una corriente constante de 1,0C hasta que el voltaje de la batería fue de 3,0V.

Etapas 2: La batería se dejó reposar durante 5 minutos.

25 Etapas 3: La batería se cargó con una corriente constante de 1,5C hasta que el voltaje de la batería alcanzó el voltaje de corte de 4,45 V (que puede entenderse como el voltaje límite de carga).

Etapas 4: A continuación, la batería se cargó con el voltaje constante de 4,45 V hasta que la corriente de la batería alcanzó la corriente de corte de 0,05C.

30 El SOC de la batería al final de la carga de corriente constante en el proceso de carga anterior se calculó como SOC₂, donde SOC₂ fue del 70,6%.

I_m de la batería en el proceso del ciclo cambió de acuerdo con los siguientes patrones:

$I_m = I_n + (k_1 \times m + k_2) \times I_n$, donde $n=1$, $I_n=1,5C$, $1 \leq m \leq 80$, $k_1=0$, $k_2=0$, $81 \leq m \leq 500$,

$k_1=0,0003$ y $k_2=0$.

(2) Proceso de carga:

35 Temperatura ambiente: 25 °C;

Proceso de carga:

Etapas 1: El SOC de la batería cuando el voltaje de carga en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga anterior era U_{cl} (por ejemplo, 4,45 V) se obtuvo como SOC₁, y se obtuvo la capacidad real de corriente Q de la batería.

40 Etapas 2: La batería se cargó con una corriente constante I_m hasta que el estado de carga de la batería alcanzó SOC₁ (es decir, la capacidad de la batería era SOC₁×Q), donde I_m cambió con una cantidad de ciclos m según una fórmula preestablecida.

Etapas 3: El SOC cuando el voltaje de carga en la fase de carga de corriente constante en la etapa 2 era U_{cl} se obtuvo como SOC₁ para un proceso de carga del siguiente ciclo.

Etapa 4: La batería se cargó con una corriente constante de 1,5 C hasta que el estado de carga de la batería alcanzó el SOC₂ (es decir, el 70,6%), y la capacidad total de la batería era del 70,6%×Q en ese momento.

Etapa 5: Se obtuvo el voltaje de corte V₂ (es decir, el segundo voltaje de carga) en la fase de carga de corriente constante en la etapa 4.

- 5 Etapa 6: La batería se cargó a voltaje constante con el voltaje constante V₂ hasta que la capacidad total de la batería fue Q.

Etapa 7: La batería se dejó reposar durante 5 minutos.

Etapa 8: A continuación, la batería se descargó con una corriente constante de 1,0C hasta que el voltaje de la batería fue de 3,0V.

- 10 Etapa 9: La capacidad de descarga en la etapa 8 se obtuvo para obtener la capacidad real Q de la batería para servir como capacidad de corte del siguiente ciclo de carga.

Etapa 10: Las etapas 2 a 9 se repitieron durante 500 ciclos.

Ejemplo 2

(1) Configuración de parámetros

- 15 Proceso de obtención de parámetros SOC₂ y SOC₃:

Este proceso fue el mismo que el proceso de obtención de parámetros de SOC₂ (o SOC₃, SOC₂=SOC₃) en el Ejemplo 1, y se obtuvo el SOC₂ de la batería al final de la carga de corriente constante, que fue del 70,6%.

I_m de la batería en el proceso del ciclo se estableció para cambiar de acuerdo con los siguientes patrones:

- 20 $I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a$, donde $n = 1$, $I_n = 1,5C$, R_a era la impedancia del ánodo de la batería nueva, $R_a = 30$ mohm, U_{m-1} y U_1 eran los potenciales de ánodo de la batería al final de las fases de carga de corriente constante de los ciclos (m-1) y primer ciclo de carga y descarga, $U_1 = 0,09V$ y U_{m-1} es necesario obtenerlos en tiempo real en función del SOC de la batería que estaba cargada en corriente constante hasta que el voltaje de la batería fue U_{cl} (por ejemplo, $U_{cl} = 4,45 V$) en el ciclo de carga y descarga (m-1), y una correspondencia de potencial de ánodo y SOC previamente almacenada.

(2) Proceso de carga:

- 25 Este proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que se usaron los valores I_m especificados y los correspondientes SOC₁ y Q que se obtuvieron en el proceso de carga del Ejemplo 2.

Ejemplo 3

(1) Configuración de parámetros

I_m, V₁, V₂, y V₃ de la batería en un proceso del ciclo cambiaron de acuerdo con los siguientes patrones:

- 30 el patrón de cambio de I_m fue el mismo que en el Ejemplo 1;

$V_1 = U_{cl} + b_1 \times m + b_2$, donde $U_{cl} = 4,45V$, $1 \leq m \leq 80$, $b_1 = 0$, y $b_2 = 0$;

$81 \leq m \leq 500$, $b_1 = 0,00004$, y $b_2 = 0$;

$V_2 = U_{cl} + b_1 \times m + b_2$, donde $U_{cl} = 4,45V$, $1 \leq m \leq 80$, $b_1 = 0$, y $b_2 = 0$;

$81 \leq m \leq 500$, $b_1 = 0,0002$, y $b_2 = 0$; y

- 35 $V_3 = U_{cl} + b_1 \times m + b_2$, donde $U_{cl} = 4,45V$, $1 \leq m \leq 80$, $b_1 = 0$, y $b_2 = 0$;

$81 \leq m \leq 500$, $b_1 = 0,0002$, y $b_2 = 0$.

(2) Proceso de carga:

Etapa 1: Se obtuvo la capacidad real de corriente Q de la batería.

- 40 Etapa 2: La batería se cargó con la corriente constante I_m hasta que el voltaje de la batería alcanzó el voltaje de corte V₁, donde I_m y V₁ cambiaron con la cantidad de ciclos m según una fórmula preestablecida.

Etapa 3: La batería se cargó con una corriente constante de 1,5 C hasta que el voltaje de carga de la batería fue V₂, donde V₂ cambió con la cantidad de ciclos m según una fórmula preestablecida.

Etapla 4: A continuación, la batería se cargó el voltaje constante V_2 hasta que la capacidad total de la batería fue Q .

Etapla 5: La batería se dejó reposar durante 5 minutos.

Etapla 6: A continuación, la batería se descargó con una corriente constante de 1,0C hasta que el voltaje de la batería fue de 3,0V.

5 Etapla 7: La capacidad de descarga en la etapa 6 se obtuvo para obtener la capacidad real Q de la batería para servir como capacidad de corte del siguiente ciclo de carga.

Etapla 8: Las etapas 2 a 7 se repitieron durante 500 ciclos.

Ejemplo 4

(1) Configuración de parámetros

10 I_m , V_1 , V_2 , y V_3 de la batería en un proceso del ciclo cambiaron de acuerdo con los siguientes patrones:

el patrón de cambio de I_m fue el mismo que en el Ejemplo 2;

$V_1 = U_{cl} + R \times (I_m - I_n)$, $U_{cl} = 4,45$ V, $n = 3$, $I_n = 1,5C$, I_m varió con la cantidad de ciclos y R era la impedancia de la batería al final de la carga de corriente constante en el proceso cíclico.

$$V_2 = OCV_1 + (U_{cl} - OCV_1) \times K_1;$$

15 $V_3 = OCV_2 + (U_{cl} - OCV_2) \times K_2;$

y

20 $U_{cl} = 4,45V$, $OCV_1 = 4,10V$, $OCV_2 = 4,10V$, K_1 y K_2 eran las tasas de crecimiento de la impedancia de la batería, era necesario recopilar la impedancia real de la batería y calcular la tasa de crecimiento en cualquier momento del proceso cíclico de la batería, $K_1 = R_2/R_1$, R_2 era la impedancia de la batería cuando el SOC era del 50% en el proceso de carga ($m-1$), R_1 era la impedancia de la batería cuando el SOC era del 50% en el primer proceso de carga, $R_1 = 60$ mohm, $K_2 = R_4/R_3$, R_3 era la impedancia de la batería cuando el SOC era del 50% en el primer proceso de carga, $R_3 = 60$ mohm y R_4 era la impedancia de la batería cuando el SOC era del 50% en el proceso de carga ($n-1$).

(2) Proceso de carga:

25 Etapla 1: Se obtuvieron la capacidad real de corriente Q y la tasa de crecimiento de la impedancia actual k de la batería.

Etapla 2: La batería se cargó con la corriente constante I_m hasta que el voltaje de la batería alcanzó el voltaje de corte V_1 , donde I_m y V_1 cambiaron con la cantidad de ciclos m según una fórmula preestablecida.

Etapla 3: La batería se cargó con una corriente constante de 1,5C hasta que el voltaje de carga de la batería fue V_2 , donde V_2 cambió con la cantidad de ciclos m según una fórmula preestablecida.

30 Etapla 4: A continuación, la batería se cargó con el voltaje constante V_2 hasta que la capacidad total de la batería fue Q .

Etapla 5: Se calcularon las tasas de crecimiento de la impedancia de la batería en las etapas 3 y 4, y se obtuvo la impedancia R de la batería al final de la carga de corriente constante, para calcular V_1 , V_2 y V_3 en el siguiente ciclo de carga.

35 Etapla 6: La batería se dejó reposar durante 5 minutos.

Etapla 7: A continuación, la batería se descargó con una corriente constante de 1,0 C hasta que el voltaje de la batería fue de 3,0V.

Etapla 8: La capacidad de descarga en la etapa 7 se obtuvo para obtener la capacidad real Q de la batería para servir como capacidad de corte del siguiente ciclo de carga.

40 Etapla 9: Las etapas 2 a 8 se repitieron durante 500 ciclos.

Ejemplo Comparativo 2

Debe indicarse que el Ejemplo Comparativo 2 divulga un proceso de realización específico del método de la técnica anterior en el que se usó una batería ciclada 100 veces.

Temperatura ambiente: 25 °C;

Proceso de carga:

Este proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo Comparativo 1, excepto que se usó una batería ciclada 100 veces para realizar el proceso de carga en el Ejemplo Comparativo 1.

- 5 Debe indicarse que los Ejemplos 5 y 7 a 9 divulgan procesos de realización específicos en los que se usan baterías nuevas para obtener los parámetros correspondientes, y el Ejemplo 6 divulga un proceso de realización específico en el que se usa una batería ciclada 100 veces para obtener los parámetros correspondientes y se carga, según el método de esta solicitud, la batería ciclada 100 veces, donde la temperatura ambiente en el proceso de carga fue la misma que en el Ejemplo Comparativo 1 y permaneció sin cambios.

Ejemplo 5

- 10 (1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

- 15 **Ejemplo 6**

Debe indicarse que, en el Ejemplo 6, se usó una batería ciclada 100 veces para obtener los parámetros de carga correspondientes.

(1) Configuración de parámetros

Proceso de obtención del parámetro SOC_1 :

- 20 El proceso de obtención de parámetros de SOC_1 fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que se usó una batería ciclada 100 veces para obtener el parámetro SOC_2 (o SOC_3 , $SOC_2 = SOC_3$), y el SOC de la batería al final de la carga de corriente constante se obtuvo como un 68,7%, es decir, SOC_2 fue del 68,7%.

I_m de la batería en un proceso cíclico se estableció para cambiar de acuerdo con los siguientes parámetros:

- 25 $I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a$, donde $n=100$, $I_n=1,5C$, R_a era la impedancia del ánodo de la batería en el ciclo 100, $R_a=30$ mohm, U_{m-1} y U_n eran potenciales del ánodo de la batería al final de las fases de carga con corriente constante de los ciclos de carga y descarga ($m-1$) y 100, $U_n=0,09V$, y U_{m-1} se necesitaron obtener en tiempo real en base a SOC de la batería que se cargó con corriente constante hasta que el voltaje de la batería fue U_{cl} (por ejemplo, $U_{cl}=4,45V$) en el ciclo de carga y descarga ($m-1$), y una correspondencia prealmacenada de potencial de ánodo-SOC.

(2) Proceso de carga:

- 30 El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 7

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 2, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

- 35 (2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 2, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 8

(1) Configuración de parámetros

- 40 El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 3, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 3, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 9

(1) Proceso de obtención de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 4, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

- 5 El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 4, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Durante el experimento, se registraron los parámetros (por ejemplo, un voltaje, una corriente y un tiempo) de las baterías en todos los ejemplos comparativos y los Ejemplos 1 a 9 en diferentes fases de carga, y los resultados se registraron en la Tabla 1 siguiente.

Tabla 1 Condiciones de finalización de la fase de carga de corriente constante y tiempo de carga de cada fase en todos los ejemplos comparativos y los Ejemplos 1 a 9

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)	Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_n/C	V_2/V	$SOC_2/\%$		Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
Ejemplo Comparativo 1	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	/	/	/	1,5	4,45	68,7	/	26,2	57,3	83,5
	1	200	/	/	/	1,5	4,45	66,0	/	24,7	60,3	85,0
	1	500	/	/	/	1,5	4,45	62,9	/	22,5	64,2	86,7
Ejemplo 1	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	1,545	4,453	68,7	1,5	4,46	70,6	25,4	0,7	37,2	63,3
	1	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,49	70,6	23,3	1,0	29,9	54,2
	1	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,53	70,6	18,9	3,1	23,7	45,7
Ejemplo 2	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,6	25,6	0,7	37,2	63,5
	1	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,6	23,2	1,0	29,9	54,1
	1	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,6	18,7	3,1	23,7	45,5
Ejemplo 3	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	27,7	53,6	81,3

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)	Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_n/C	V_2/V	$SOC_2/\%$	Fase de corriente constante	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
	1	100	1,545	4,454	69,0	1,5	4,47	71	25,5	0,7	35,7	61,9
	1	200	1,59	4,458	65,8	1,5	4,49	70,6	23,2	1,0	29,9	54,1
	1	500	1,725	4,47	62,9	1,5	4,55	71,2	19,0	3,1	22,3	44,4
Ejemplo 4	3	4	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	27,7	53,6	81,3
	3	100	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,5	25,6	0,7	37,9	64,2
	3	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,8	23,2	1,0	29,1	53,3
	3	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,3	18,7	3,1	24,9	46,7
Ejemplo Comparativo 2	100	102	/	/	/	1,5	4,45	68,7	/	26,2	57,3	83,5
	100	200	/	/	/	1,5	4,45	66,0	/	24,7	60,3	85,0
	100	300	/	/	/	1,5	4,45	64,5	/	23,2	62,4	85,6
	100	500	/	/	/	1,5	4,45	62,9	/	22,5	64,2	86,7
Ejemplo 5	100	102	1,545	4,453	68,7	1,5	4,46	70,6	25,4	0,7	37,2	63,3
	100	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,49	70,6	23,3	1,0	29,9	54,2
	100	300	1,635	4,463	64,5	1,5	4,50	70,6	21,2	2,0	27,6	50,8

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)	Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_n/C	V_2/V	$SOC_2/\%$	Fase de corriente constante	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
Ejemplo 6	100	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,53	70,6	18,9	3,2	23,7	45,8
	100	102	1,545	4,453	68,7	1,5	4,45	68,7	25,4	0,7	57,3	83,4
	100	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,46	68,7%	23,3	1,0	38,4	62,7
	100	300	1,635	4,463	64,5	1,5	4,48	68,7	21,2	2,0	34,4	57,6
	100	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,51	68,7	18,9	3,1	28,8	50,8
Ejemplo 7	100	102	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,6	25,6	0,7	37,2	63,5
	100	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,6	23,2	1,0	29,9	54,1
	100	300	1,64	4,464	64,5	1,5	4,50	70,6	21,0	2,0	27,6	50,6
	100	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,6	18,7	3,1	23,7	45,5
	100	102	1,545	4,454	69,0	1,5	4,47	71	25,5	0,7	35,7	61,9
Ejemplo 8	100	200	1,59	4,458	65,8	1,5	4,49	70,6	23,2	1,0	29,9	54,1
	100	300	1,635	4,462	64,4	1,5	4,51	70,8	21,1	2,0	27,1	50,2
	100	500	1,725	4,47	62,9	1,5	4,55	71,2	19,0	3,1	22,3	44,4
Ejemplo 9	100	102	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,5	25,6	0,7	37,9	64,2

Tiempo total de carga (min)			53,3	50,1	46,7
Tiempo de carga de la segunda fase (min)	Fase de voltaje constante		29,1	27,1	24,9
	Fase de corriente constante		1,0	2,0	3,1
Tiempo de carga de la primera fase (min)	Fase de corriente constante		23,2	21,0	18,7
Segunda fase de carga	SOC ₂ /%		70,8	70,8	70,3
	V ₂ /V		4,49	4,51	4,53
	I _n /C		1,5	1,5	1,5
Primera fase de carga	SOC ₁ /%		66,2	64,5	62,9
	V ₁ /V		4,46	4,464	4,471
	I _m /C		1,60	1,64	1,74
Valor de m			200	300	500
Valor de n			100	100	100

La principal diferencia entre los Ejemplos específicos 10 a 19 descritos a continuación y los Ejemplos 1 a 9 radica en que se añadió una etapa de carga a voltaje constante en el ciclo de carga y descarga m , es decir, la batería se cargó a voltaje constante con el primer voltaje de corte V_1 a la segunda corriente de carga I_n . Específicamente, en los Ejemplos 10 a 13, se usaron baterías nuevas para obtener los parámetros de carga correspondientes, y el método en las realizaciones de la presente invención se usó para cargar las baterías nuevas.

Ejemplo 10

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 1.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que en el Ejemplo 10, la fase de carga de voltaje constante se añadió entre la etapa 3 y la etapa 4 del Ejemplo 1, es decir, la batería se cargó con el voltaje constante V_1 hasta que la corriente de la batería fue de $1,5C$ (es decir, la segunda corriente de carga I_n).

Ejemplo 11

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 2.

(2) Proceso de carga:

Este proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 10, excepto que se usaron los valores I_m especificados y los correspondientes SOC_1 y Q que se obtuvieron en el proceso de carga del Ejemplo 11.

Ejemplo 12

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 3.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 3, excepto que en el Ejemplo 12, la fase de carga de voltaje constante se añadió entre la etapa 2 y la etapa 3 del Ejemplo 3, es decir, la batería se cargó con el voltaje constante V_1 hasta que la corriente de la batería fue de $1,5C$ (es decir, la segunda corriente de carga I_n).

Ejemplo 13

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 4.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 4, excepto que en el Ejemplo 13, la fase de carga de voltaje constante se añadió entre la etapa 2 y la etapa 3 del Ejemplo 4, es decir, la batería se cargó con el voltaje constante V_1 hasta que la corriente de la batería fue de $1,5C$ (es decir, la segunda corriente de carga I_n).

En los Ejemplos específicos 14 a 18 descritos a continuación, se usaron baterías cicladas 100 veces para obtener los parámetros de carga correspondientes, y el método en las realizaciones de la presente invención se usó para cargar las baterías cicladas 100 veces.

Debe indicarse que los Ejemplos 14 y 16 a 18 divulgan procesos de realización específicos en los que se usan baterías nuevas para obtener los parámetros correspondientes, y el Ejemplo 15 divulga un proceso de realización específico en el que se usa una batería ciclada 100 veces para obtener los parámetros correspondientes y se carga, según el método de esta solicitud, la batería ciclada 100 veces, donde la temperatura ambiente en el proceso de carga fue la misma que en el Ejemplo Comparativo 1 y permaneció sin cambios.

Ejemplo 14

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 1, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 10, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 15

- 5 Debe indicarse que, en el Ejemplo 15, se usó una batería ciclada 100 veces para obtener los parámetros de carga correspondientes.

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 6, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

- 10 El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 10, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 16

(1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 2, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

- 15 (2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 10, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 17

(1) Configuración de parámetros

- 20 El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 3, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 3, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

Ejemplo 18

- 25 (1) Configuración de parámetros

El proceso de obtención de parámetros fue el mismo que en el Ejemplo 4, excepto que m se incrementó de 101 a 500.

(2) Proceso de carga:

El proceso de carga fue el mismo que en el Ejemplo 4, excepto que para la carga se usó una batería ciclada 100 veces y m se incrementó de 101 a 500.

- 30 Durante el experimento, se registraron los parámetros (por ejemplo, un voltaje, una corriente y un tiempo) de las baterías en todos los ejemplos comparativos y los Ejemplos 10 a 18 en diferentes fases de carga, y los resultados se registraron en la Tabla 2 siguiente.

Tabla 2 Condiciones de finalización de la fase de carga de corriente constante y tiempo de carga de cada fase en todos los ejemplos comparativos y los Ejemplos 10 a 18

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)		Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_m/C	V_2/V	$SOC_2/\%$	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
Ejemplo Comparativo 1	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	/	/	/	1,5	4,45	68,7	/	/	26,2	57,3	83,5
	1	200	/	/	/	1,5	4,45	66,0	/	/	24,7	60,3	85,0
	1	500	/	/	/	1,5	4,45	62,9	/	/	22,5	64,2	86,7
Ejemplo 10	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	1,545	4,453	68,7	1,5	4,46	70,6	25,4	0,3	0,4	37,2	63,3
	1	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,49	70,6	23,3	0,4	0,6	29,9	54,2
	1	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,53	70,6	18,9	1,4	1,6	23,7	45,6
Ejemplo 11	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	/	27,7	53,6	81,3
	1	100	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,6	25,6	0,3	0,4	37,2	63,5
	1	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,6	23,2	0,4	0,6	29,9	54,1
	1	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,6	18,7	1,4	1,6	23,7	45,4
Ejemplo 12	1	2	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	/	27,7	53,6	81,3

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)		Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_n/C	V_2/V	$SOC_2/\%$	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
	1	100	1,545	4,454	69,0	1,5	4,47	71	25,5	0,3	0,4	35,7	61,9
	1	200	1,59	4,458	65,8	1,5	4,49	70,6	23,2	0,4	0,6	29,9	54,1
	1	500	1,725	4,47	62,9	1,5	4,55	71,2	19,0	1,4	1,6	22,3	44,3
	3	4	/	/	/	1,5	4,45	70,6	/	/	27,7	53,6	81,3
Ejemplo 13	3	100	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,5	25,6	0,3	0,4	37,9	64,2
	3	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,8	23,2	0,4	0,6	29,1	53,3
	3	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,3	18,7	1,4	1,6	24,9	46,6
	100	102	/	/	/	1,5	4,45	68,7	/	/	26,2	57,3	83,5
Ejemplo Comparativo 2	100	200	/	/	/	1,5	4,45	66,0	/	/	24,7	60,3	85,0
	100	300	/	/	/	1,5	4,45	64,5	/	/	23,2	62,4	85,6
	100	500	/	/	/	1,5	4,45	62,9	/	/	22,5	64,2	86,7
	100	102	1,545	4,453	68,7	1,5	4,46	70,6	25,4	0,3	0,4	37,2	63,3
Ejemplo 14	100	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,49	70,6	23,3	0,4	0,6	29,9	54,2
	100	300	1,635	4,463	64,5	1,5	4,50	70,6	21,2	0,8	1,2	27,6	50,8

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga			Segunda fase de carga			Tiempo de carga de la primera fase (min)		Tiempo de carga de la segunda fase (min)		Tiempo total de carga (min)
			I_m/C	V_1/V	$SOC_1/\%$	I_n/C	V_2/V	$SOC_2/\%$	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	Fase de corriente constante	Fase de voltaje constante	
Ejemplo 15	100	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,53	70,6	18,9	1,4	1,6	23,7	45,6
	100	102	1,545	4,453	68,7	1,5	4,45	68,7	25,4	0,3	0,4	57,3	83,4
	100	200	1,59	4,459	66,0	1,5	4,46	68,7	23,3	0,4	0,6	38,4	62,7
	100	300	1,635	4,463	64,5	1,5	4,48	68,7	21,2	0,8	1,2	34,4	57,6
	100	500	1,725	4,468	62,9	1,5	4,51	68,7	18,9	1,4	1,6	28,8	50,7
Ejemplo 16	100	102	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,6	25,6	0,3	0,4	37,2	63,5
	100	200	1,60	4,46	66,2	1,5	4,49	70,6	23,2	0,4	0,6	29,9	54,1
	100	300	1,64	4,464	64,5	1,5	4,50	70,6	21,0	0,8	1,2	27,6	50,6
	100	500	1,74	4,471	62,9	1,5	4,53	70,6	18,7	1,4	1,6	23,7	45,4
	100	102	1,545	4,454	69,0	1,5	4,47	71	25,5	0,3	0,4	35,7	61,9
Ejemplo 17	100	200	1,59	4,458	65,8	1,5	4,49	70,6	23,2	0,4	0,6	29,9	54,1
	100	300	1,635	4,462	64,4	1,5	4,51	70,8	21,1	0,8	1,2	27,1	50,2
	100	500	1,725	4,47	62,9	1,5	4,55	71,2	19,0	1,4	1,6	22,3	44,3
	100	102	1,54	4,452	68,7	1,5	4,46	70,5	25,6	0,3	0,4	37,9	64,2

	Valor de n	Valor de m	Primera fase de carga	Segunda fase de carga	Tiempo de carga de la primera fase (min)	Tiempo de carga de la segunda fase (min)	Tiempo total de carga (min)
	100	200	I_m/C 1,60 4,46 66,2	$SOC_1/\%$ 64,5 64,5 62,9	I_m/C 1,5 4,49 70,8	V_2/V 1,5 4,51 70,8	$SOC_2/\%$ 62,9 64,5 62,9
	100	300	I_m/C 1,64 4,464 64,5	$SOC_1/\%$ 64,5 64,5 62,9	I_m/C 1,5 4,51 70,8	V_2/V 1,5 4,51 70,8	$SOC_2/\%$ 62,9 64,5 62,9
	100	500	I_m/C 1,74 4,471 62,9	$SOC_1/\%$ 64,5 64,5 62,9	I_m/C 1,5 4,53 70,3	V_2/V 1,5 4,53 70,3	$SOC_2/\%$ 62,9 64,5 62,9

A partir de los datos experimentales de la Tabla 1, se puede aprender que en el método usado en los Ejemplos 1 a 18, la corriente de carga constante en la primera fase aumentó, el tiempo de carga de corriente constante en la primera fase se acortó, el tiempo de carga de corriente constante en la segunda fase se prolongó y el tiempo de carga de voltaje constante en la segunda fase se acortó, de modo que el tiempo de carga de la batería se acortó y la velocidad de carga de la batería aumentó.

En el método de los Ejemplos Comparativos 1 y 2, a medida que la impedancia de la batería aumentaba gradualmente, el tiempo de carga de la batería en la fase de carga de corriente constante se acortaba y el tiempo de carga en la fase de voltaje constante se prolongaba. En consecuencia, se prolongó el tiempo total de carga. En comparación con los Ejemplos Comparativos 1 y 2, en el método usado en los Ejemplos específicos 1 a 18: la corriente de carga en la fase de carga de corriente constante se incrementó para acortar aún más el tiempo de carga en la fase de corriente constante. Además, el tiempo de carga en la fase de voltaje constante se puede acortar considerablemente, de modo que el tiempo de carga total de la batería se puede acortar considerablemente. Por lo tanto, la velocidad de carga fue significativamente más rápida que la velocidad de carga en los ejemplos comparativos.

En comparación con los Ejemplos 1 a 9, en los Ejemplos 10 a 18, el tiempo total de carga cambió más obviamente cuando la cantidad de ciclos de carga y descarga alcanzó un valor específico.

Por lo tanto, cuando se usa el método de los Ejemplos 1 a 18 para cargar una batería, el tiempo de carga de corriente constante en la primera fase puede acortarse, el tiempo de carga de voltaje constante en la segunda fase se reduce considerablemente y el tiempo de carga completa de la batería se acorta. Además, la capacidad real de la batería se utiliza para controlar el final de la carga, garantizando así que no se produzca una sobrecarga en la batería y que la vida de la batería no se vea afectada.

Haciendo referencia a la FIG. 11, en esta realización, el sistema de carga 10 puede dividirse en uno o más módulos. Los uno o más módulos se almacenan en el procesador 11 y el procesador 11 los ejecuta para completar esta solicitud. Los uno o más módulos pueden ser una serie de segmentos de instrucciones de programas informáticos capaces de completar funciones específicas, y los segmentos de instrucciones se usan para describir un proceso de ejecución del sistema de carga 10 en el aparato electrónico 100. Por ejemplo, el sistema de carga 10 puede dividirse en un módulo de obtención 101, un módulo de comparación 102, un módulo de determinación 103, un módulo de carga de corriente constante 104 y un módulo de carga de voltaje constante 105 en la FIG. 10.

El módulo de obtención 101 está configurado para obtener los primeros estados de carga y las primeras corrientes de carga de la batería a velocidades de carga correspondientes a diferentes temperaturas al final de una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n .

El módulo de obtención 101 está configurado para obtener una curva de carga sin polarización de ánodo y una impedancia de ánodo R_a de la batería en el ciclo de carga y descarga n , y el primer estado de carga y una segunda corriente de carga I_n de la batería al final de la fase de carga de corriente constante, y obtener, en función de la curva de carga sin polarización del ánodo y el primer estado de carga, un primer potencial de ánodo U_n de la batería que se carga a corriente constante hasta un voltaje límite de carga U_{cl} en el n -ésimo ciclo de carga y descarga.

El módulo de obtención 101 está configurado además para obtener una curva de carga de la batería en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$ y un segundo estado de carga de la batería al final de una fase de carga de corriente constante, y obtener, basándose en la curva de carga sin polarización del ánodo y el segundo estado de carga de la batería, un segundo potencial de ánodo U_{m-1} de la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-1)$.

El módulo de obtención 101 está configurado además para obtener un tercer potencial de ánodo U_{m-2} de la batería que se carga en corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga $(m-2)$.

El módulo de obtención 101 está configurado además para obtener una tercera corriente de carga I_{m-1} de la batería en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga $(m-1)$. El módulo de determinación 102 está configurado para determinar una primera corriente de carga I_m de la batería en el ciclo de carga y descarga m basándose en el primer potencial de ánodo U_n , el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , la impedancia de ánodo R_a y la segunda corriente de carga I_n .

El módulo de determinación 102 está configurado además para determinar la primera corriente de carga I_m de la batería en el ciclo de carga y descarga m basándose en el segundo potencial de ánodo U_{m-1} , el tercer potencial de ánodo U_{m-2} , la impedancia de ánodo R_a y la tercera corriente de carga I_{m-1} .

El módulo de control 103 está configurado para cargar la batería con la primera corriente de carga I_m en el ciclo de carga y descarga m .

El módulo de carga de corriente constante 104 está configurado para cargar en corriente constante la batería 13 hasta que un voltaje de la batería 13 alcance un voltaje de corte o una capacidad de corte. El módulo de carga de voltaje

constante 105 está configurado para cargar en voltaje constante la batería 13 hasta que una corriente de la batería 13 alcance una corriente de corte o una capacidad de corte.

La carga de la batería 13 puede gestionarse utilizando el sistema de carga 10 para aumentar la eficiencia de carga, la vida útil y la fiabilidad de la batería. Para obtener contenido específico, consulte las realizaciones del método anterior de carga de una batería. Los detalles no se describen de nuevo en la presente memoria.

En una realización, el procesador 11 puede ser una unidad central de procesamiento (CPU) o puede ser un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, un dispositivo lógico de puerta discreta o transistor, un componente de hardware discreto o similar. El procesador de uso general puede ser un microprocesador, o el procesador 12 puede ser cualquier procesador convencional o similar.

Cuando los módulos del sistema de carga 10 se implementan en forma de una unidad funcional de software y se venden o utilizan como un producto independiente, los módulos pueden almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Basándose en tal comprensión, todos o algunos de los procesos de los métodos de las realizaciones implementadas por esta solicitud también pueden implementarse mediante un programa informático que dé instrucciones al hardware relevante. El programa informático puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el procesador ejecuta el programa informático, se pueden implementar las etapas de las realizaciones del método anteriores. El programa informático incluye un código de programa informático. El código del programa informático puede estar en forma de código fuente, en forma de código objeto o en forma de archivo ejecutable, en algunas formas intermedias o similares. El medio legible por ordenador puede incluir cualquier entidad o aparato, un medio de grabación, una unidad flash USB, un disco duro extraíble, un disco magnético, un disco óptico, una memoria de ordenador, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una señal portadora eléctrica, una señal de telecomunicaciones, un medio de distribución de software y similares capaces de portar el código del programa informático. Debe indicarse que el contenido incluido en el medio legible por ordenador puede agregarse o eliminarse de manera apropiada de acuerdo con los requisitos de las legislaciones y las prácticas de patentes en las jurisdicciones. Por ejemplo, según la legislación y las prácticas de patentes de algunas jurisdicciones, el medio legible por ordenador no incluye señales portadoras eléctricas ni señales de telecomunicaciones.

Se puede entender que la división de módulos anterior es una división de funciones lógicas y puede ser otra división durante la realización real. Además, los módulos funcionales en las realizaciones de esta solicitud pueden estar integrados en una misma unidad de procesamiento, o cada uno de los módulos puede existir físicamente solo, o dos o más módulos están integrados en una misma unidad. El módulo integrado puede implementarse en forma de hardware, o puede implementarse en forma de una combinación de hardware y un módulo funcional de software.

En otra realización, el aparato electrónico 100 también puede incluir una memoria (no se muestra en la figura), y los uno o más módulos también pueden almacenarse en la memoria y ejecutarse mediante el procesador. La memoria puede ser una memoria interna del aparato electrónico 100, es decir, una memoria integrada en el aparato electrónico 100. En otras realizaciones, la memoria puede ser alternativamente una memoria externa del aparato electrónico 100, es decir, una memoria conectada externamente al aparato electrónico 100.

En algunas realizaciones, la memoria está configurada para almacenar el código de programa y varios datos, por ejemplo, el código de programa del sistema de carga 10 instalado en el aparato electrónico 100, e implementar el acceso automático y de alta velocidad del programa o los datos durante el funcionamiento del aparato electrónico 100.

La memoria puede incluir una memoria de acceso aleatorio o puede incluir una memoria no volátil, por ejemplo, un disco duro, una memoria, una unidad de disco duro enchufable, una tarjeta multimedia inteligente (SMC), una tarjeta digital segura (SD), una tarjeta flash, al menos un dispositivo de almacenamiento en disco magnético, un dispositivo de memoria flash u otros dispositivos de almacenamiento de estado sólido volátiles.

REIVINDICACIONES

1. Un método para cargar una batería, caracterizado por que, el método comprende:

en un ciclo de carga y descarga m, cargar la batería con corriente constante con una primera corriente de carga I_m hasta que se alcance un primer estado de carga SOC_1 de la batería, en donde la batería tiene un primer voltaje de corte correspondiente V_1 ; cargar la batería con corriente constante con una segunda corriente de carga I_n hasta que se alcance un segundo estado de carga SOC_2 de la batería, en donde la batería tiene un segundo voltaje de corte V_2 al final de la carga de corriente constante, y cargar la batería con voltaje constante con el segundo voltaje de corte V_2 hasta un estado completamente cargado;

en donde $I_m = I_n + k \times I_n$, $0 < k \leq 1$, n es un número entero mayor de o igual a 0, m es un número entero que es mayor de o igual a 2 y que es mayor que n en al menos dos, y k tiene valores diferentes en al menos dos ciclos de carga y descarga;

I_n es una corriente de carga de la batería o de otra batería, que tiene el mismo modelo de batería en carga, en una fase de carga de corriente constante de un ciclo de carga y descarga n, o un valor preestablecido, y en la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n, la batería se carga en corriente constante solo con la segunda corriente de carga I_n hasta un voltaje límite de carga U_{cl} , o la batería se carga solo en corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta un tercer estado de carga SOC_3 , y tiene un tercer voltaje de corte V_3 correspondiente al tercer estado de carga SOC_3 ; y

SOC_1 es un estado de carga de la batería o de otra batería, que tiene el mismo modelo de la batería en carga, es decir, se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en un ciclo de carga y descarga (m-1),

en donde $SOC_1 \leq SOC_3 + S$, $SOC_3 - S \leq SOC_2 \leq SOC_3 + S \leq 100\%$, y $0 \leq S \leq 10\%$.

2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por que SOC_3 es un estado de carga de otra batería, que tiene el mismo modelo de la batería en carga, al final de la fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga n, o un valor preestablecido.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que k satisface la siguiente fórmula: $k = k_1 \times m + k_2$, en donde $0 \leq k_1 \leq 0,001$, y $0 \leq k_2 \leq 0,2$.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la primera corriente de carga I_m satisface la siguiente fórmula:

$I_m = I_n + (U_{m-1} - U_n) / R_a$, en donde $m > 1$; o $I_m = I_{m-1} + (U_{m-1} - U_{m-2}) / R_a$, en donde $m > 2$,

en donde U_n es un primer potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n, U_{m-1} es un segundo potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga (m-1), R_a es la impedancia del ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería en el ciclo de carga y descarga n, I_{m-1} es una corriente de carga de la batería u otra batería idéntica a la batería en una fase de carga de corriente constante del ciclo de carga y descarga (m-1) o un valor preestablecido, y U_{m-2} es un tercer potencial de ánodo de la batería u otra batería idéntica a la batería que se carga con corriente constante hasta el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga (m-2).

5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que cuando la batería se carga con corriente constante con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 , la capacidad de la batería es Q_m , en donde $Q_m = SOC_1 \times Q$, y Q es la capacidad real de corriente de la batería.

6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el método comprende, además, después de cargar la batería con corriente constante con la primera corriente de carga I_m hasta el primer estado de carga SOC_1 : cargar la batería con voltaje constante con el primer voltaje de corte V_1 hasta la segunda corriente de carga I_n .

7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el método comprende además las etapas de:

comparar una magnitud del tercer voltaje de corte V_3 con la del voltaje límite de carga U_{cl} ; y

determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación;

en donde la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación comprende:

una primera etapa de carga, cuando el tercer voltaje de corte V_3 es inferior al voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n , continuar cargando con corriente constante la batería con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , y cargar la batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, en donde $n \leq m-1$;

- 5 una segunda etapa de carga, después de entrar en un siguiente ciclo de carga y descarga, cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta el tercer estado de carga SOC_3 , en donde la batería tiene el tercer voltaje de corte correspondiente V_3 ; y

una etapa de repetición, repetir la primera etapa de carga y la segunda etapa de carga hasta que el tercer voltaje de corte V_3 sea mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} .

- 10 8. El método según la reivindicación 7, caracterizado por que la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación comprende, además:

cuando el tercer voltaje de corte V_3 es mayor de o igual al voltaje límite de carga U_{cl} , cargar la batería con voltaje constante con el tercer voltaje de corte V_3 hasta el estado completamente cargado, obtener el primer estado de carga SOC_1 y calcular la primera corriente de carga I_m .

- 15 9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el método comprende además las etapas de:

obtener un cuarto estado de carga SOC_4 de la batería que se carga con corriente constante hasta que el voltaje de la batería sea el voltaje límite de carga U_{cl} en el ciclo de carga y descarga n ;

comparar una magnitud del tercer estado de carga SOC_3 con la del cuarto estado de carga SOC_4 ; y

- 20 determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación.

10. El método según la reivindicación 9, caracterizado por que la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación comprende:

- 25 una etapa de carga, cuando el tercer estado de carga SOC_3 es inferior al cuarto estado de carga SOC_4 en el ciclo de carga y descarga n , después de entrar en un siguiente ciclo de carga y descarga, cargar la batería con corriente constante con la segunda corriente de carga I_n hasta el voltaje límite de carga U_{cl} , en donde la batería tiene el correspondiente cuarto estado de carga SOC_4 y cargar la batería con voltaje constante con el voltaje límite de carga U_{cl} hasta el estado completamente cargado, en donde $n \leq m-1$; y

- 30 una etapa de repetición, repetir la etapa de carga hasta que el tercer estado de carga SOC_3 sea mayor de o igual al cuarto estado de carga SOC_4 .

11. El método según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que la etapa de determinar un modo de carga de la batería antes del ciclo de carga y descarga m basándose en un resultado de la comparación comprende:

cuando el tercer estado de carga SOC_3 es mayor de o igual que el cuarto estado de carga SOC_4 , obtener el primer estado de carga SOC_1 y calcular la primera corriente de carga I_m .

- 35 12. Un aparato electrónico (100), caracterizado por que el aparato electrónico comprende:

una batería (13),

un sistema de carga (10) y

un procesador (11); en donde la batería (13) está conectada al procesador (11) a través del sistema de carga (10) y el procesador (11) está configurado para cargar y ejecutar el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

- 40 13. Un medio de almacenamiento que almacena al menos una instrucción informática, caracterizado por que la instrucción informática es cargada por un procesador y utilizada para ejecutar el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

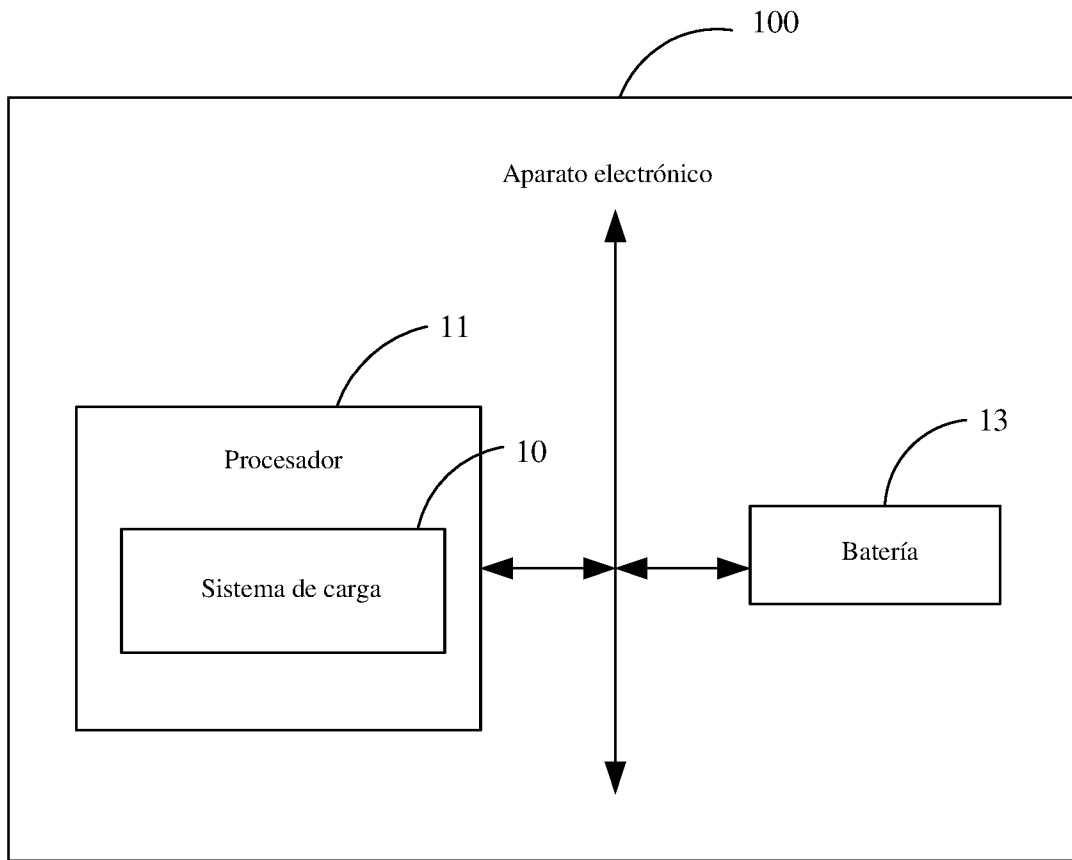
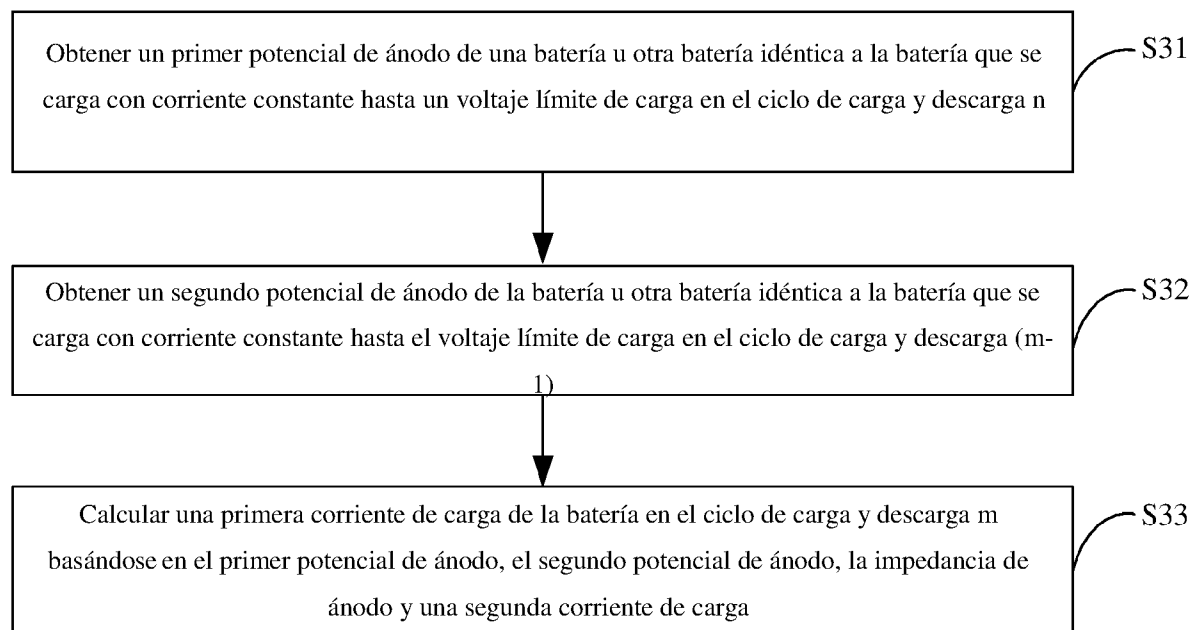
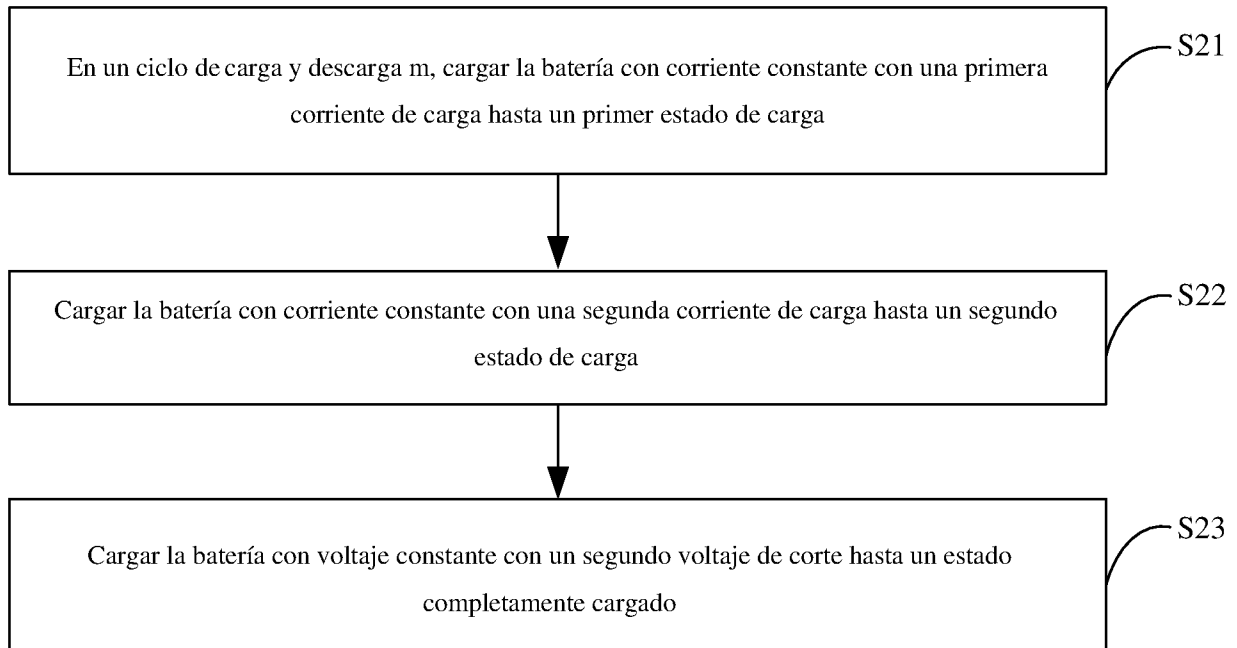


FIG. 1



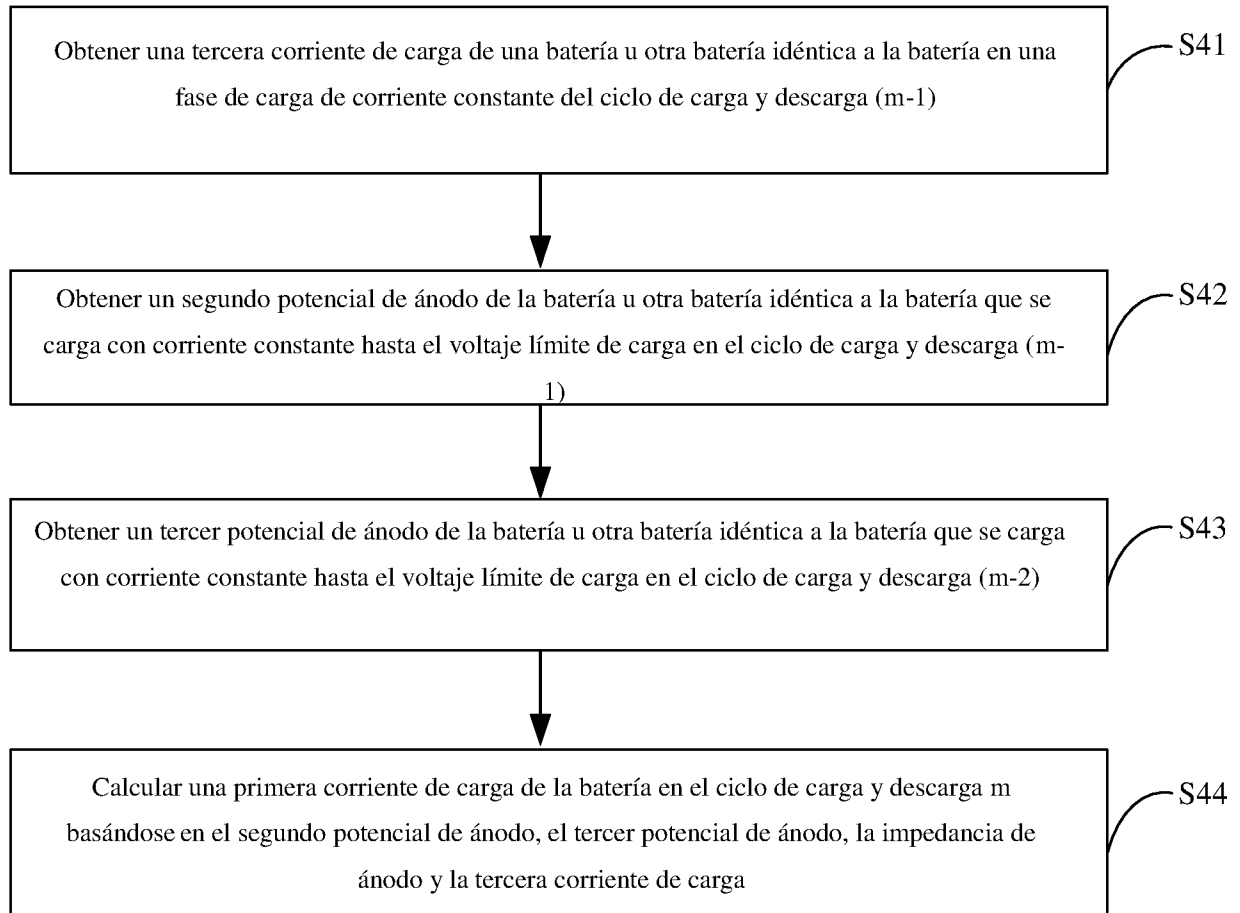


FIG. 4

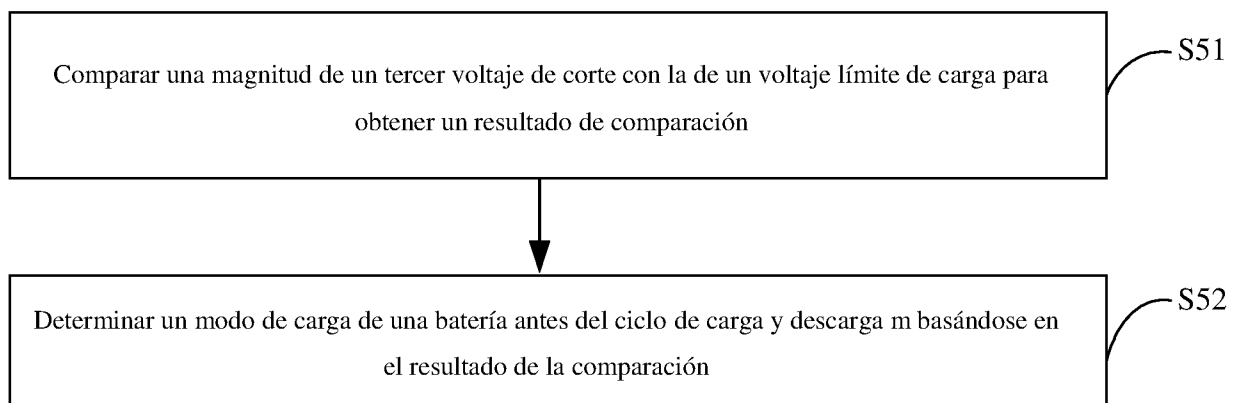


FIG. 5

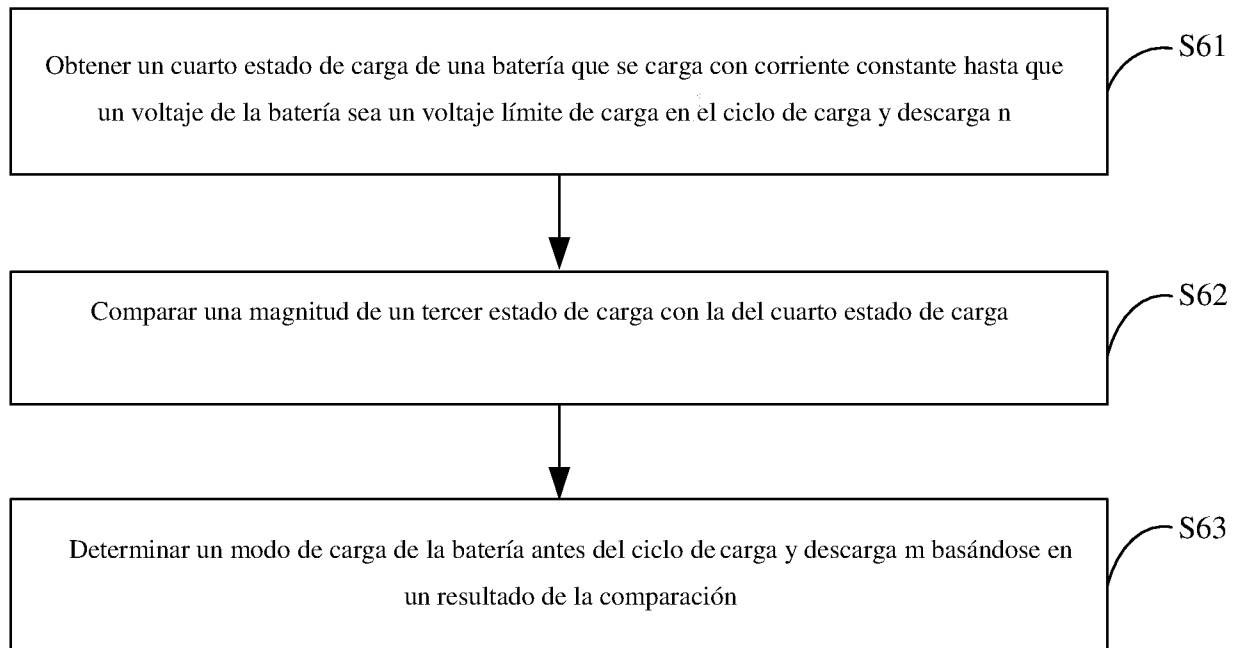


FIG. 6

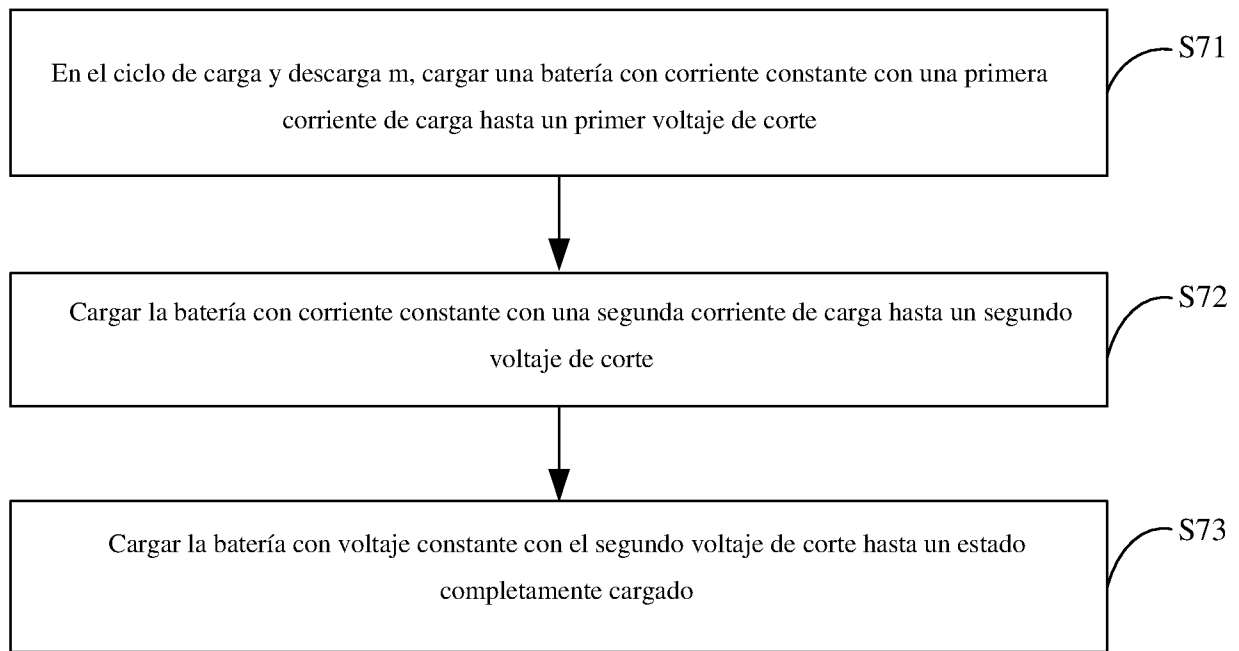


FIG. 7

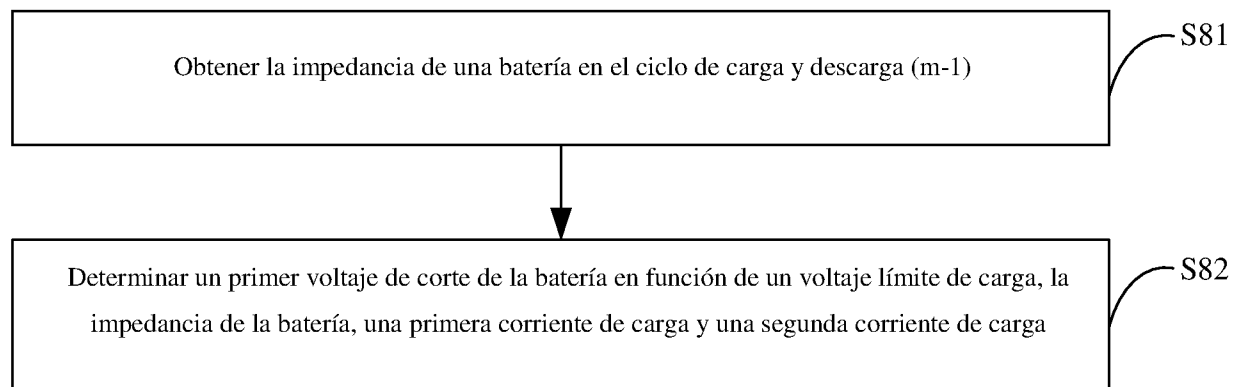
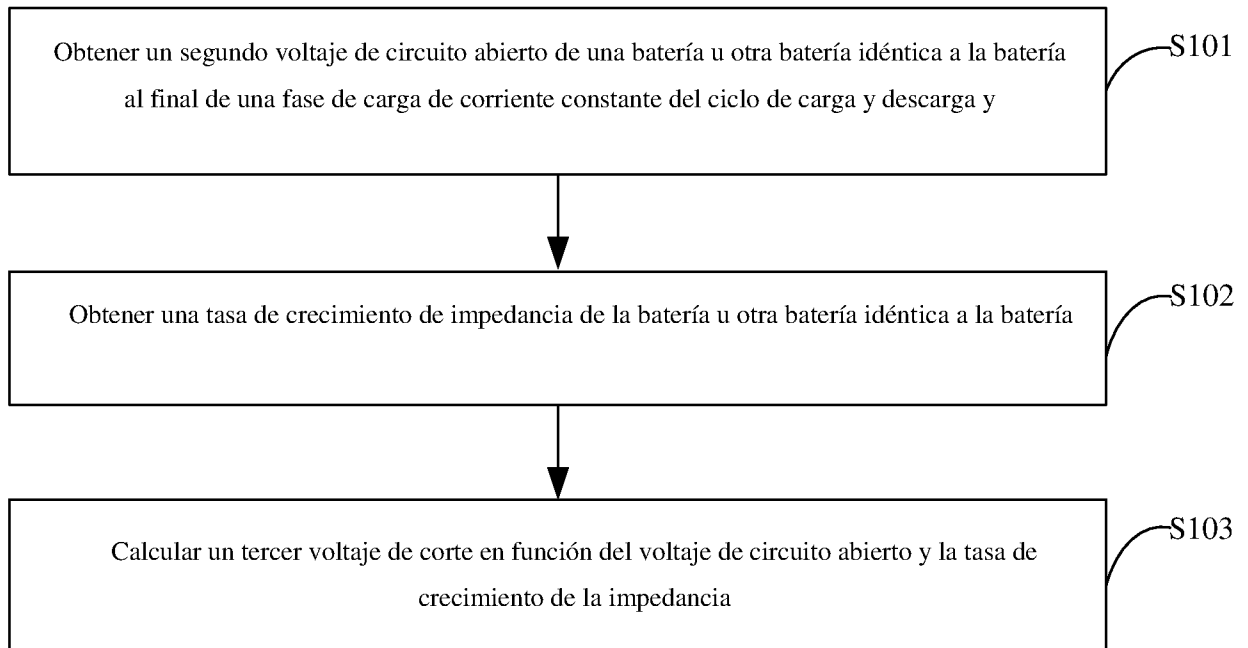
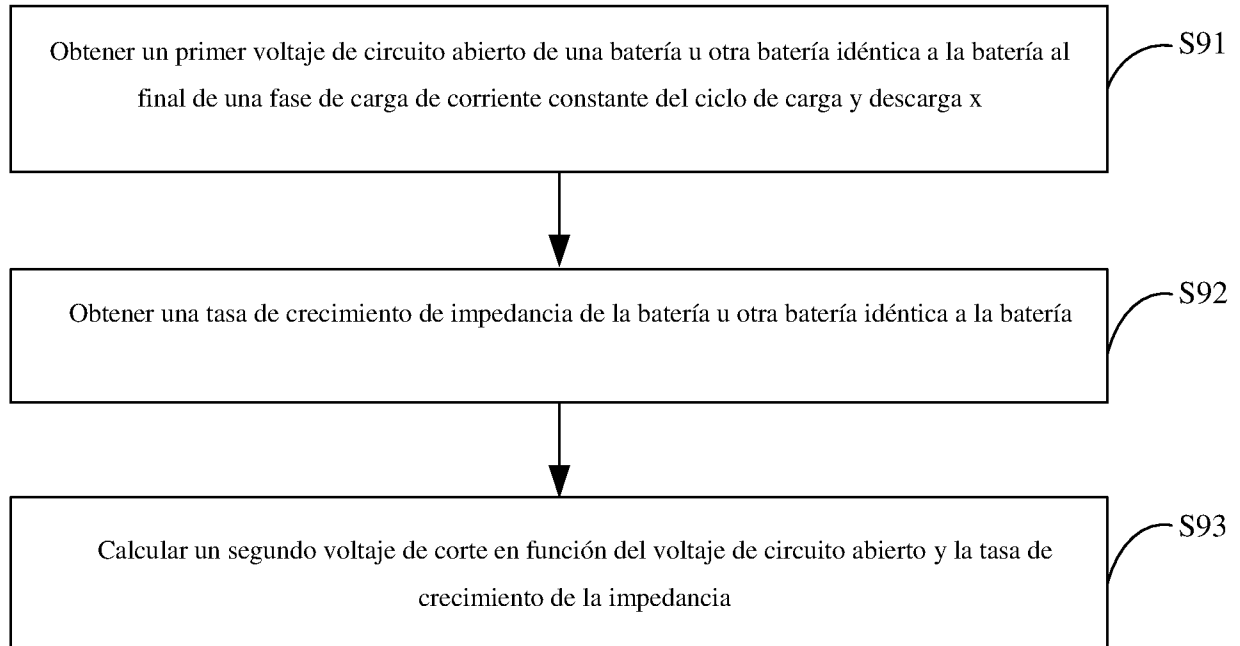


FIG. 8



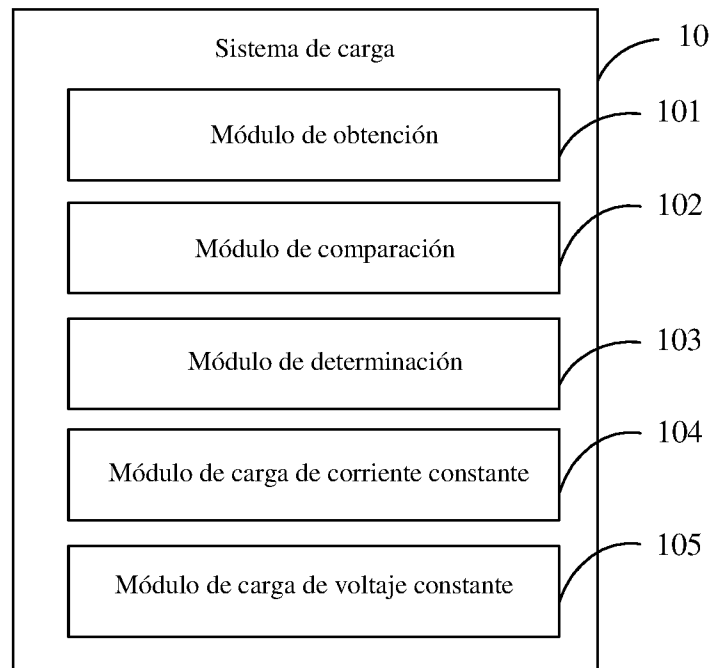


FIG. 11