

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 003**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00	(2009.01) B60L 58/12	(2009.01)
G01R 31/36	(2010.01) B60L 58/16	(2009.01)
G01R 31/378	(2009.01) H01M 10/42	(2006.01)
G01R 31/388	(2009.01) H01M 10/48	(2006.01)
G01R 31/389	(2009.01)	
G01R 31/392	(2009.01)	
H02J 7/00	(2006.01)	
B60L 50/60	(2009.01)	
B60L 53/14	(2009.01)	
B60L 53/62	(2009.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2021** **PCT/CN2021/074249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2022** **WO22160212**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2021** **E 21865345 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 4063881**

54 Título: **Método y aparato para detectar anomalías de batería de litio y sistema de gestión de batería y sistema de batería**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2024

73 Titular/es:
CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED (100.0%)
No. 2, Xin'gang Road, Zhangwan Town, Jiaocheng District, Ningde City Fujian 352100, CN

72 Inventor/es:

LIU, ZHI y
SHI, DONGYANG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 971 003 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 y aparato para detectar anomalías de batería de litio y sistema de gestión de batería y sistema de batería

5 Campo técnico

Esta solicitud se refiere al campo técnico de las baterías y, en particular, a un método y dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio, a un sistema de gestión de batería y a un sistema de batería.

10 Antecedentes

Con el avance de la tecnología, las baterías de iones de litio se usan ampliamente en los campos de la electrónica de consumo, el almacenamiento de energía y los vehículos eléctricos en virtud de importantes ventajas tales como una alta densidad de energía, un ciclo de vida prolongado y el respeto al medio ambiente. En la evaluación de rendimiento de una batería de iones de litio, un indicador técnico indispensable es el ciclo de vida, que incluye el ciclo de vida bajo diversas temperaturas e incluso en algunos entornos de aplicación extremos. En una prueba de ciclo, los indicadores esenciales de evaluación de la vida útil, además de la tasa de retención de capacidad de la batería, incluyen: si se produce una anomalía durante un ciclo y cuándo se produce la anomalía. Es bien sabido que, una vez que la batería presenta una anomalía, la anomalía no únicamente puede acelerar la degradación del rendimiento, sino que también puede provocar un cortocircuito en la batería y generar un riesgo para la seguridad.

Actualmente, un método más comúnmente usado para determinar si la batería de iones de litio tiene anomalías es cargar la batería a diferentes velocidades de C y temperaturas, a continuación, desmontar la batería, comprobar visualmente si hay alguna anomalía e identificar subjetivamente un estado y una gravedad anómalas. Sin embargo, este método se basa principalmente en la determinación empírica del personal, implica errores causados por determinación subjetiva y es complicado de operar e ineficiente. Además, la batería de iones de litio, especialmente una batería eléctrica, es relativamente grande en tamaño y peso. Algunas baterías son incluso baterías con carcasa de acero, y desmontar las baterías conlleva algunos riesgos de seguridad y requiere un número relativamente grande de recursos laborales y recursos físicos.

D1 se refiere a un método y sistema de detección en tiempo real de carga y separación de litio de una batería de iones de litio, en donde el método comprende las siguientes etapas: realizar una prueba de carga intermitente en la batería de iones de litio, cortar el SOC durante 3 s cuando aumenta la cantidad eléctrica en un 1 %, recopilar el cambio de tensión (dV) y el cambio de corriente (dI) en un período intermitente, calcular un valor de resistencia (ZTR) a través de la ley de Ohm (dU/dI), extraer una curva de distribución del ZTR junto con la capacidad de carga, y determinar el estado del análisis de litio en la batería de iones de litio de acuerdo con la curva de distribución del ZTR junto con la capacidad de carga.

D2 se refiere a un método y sistema para monitorizar la seguridad de una batería de iones de litio (LIB) recargable. Se determina un estado eléctrico inicial de la LIB y se altera mediante la aplicación o eliminación de un estímulo eléctrico de CC para activar una respuesta variable en el tiempo. Se mide la respuesta variable en el tiempo de la LIB y se extrae al menos un parámetro de respuesta primaria asociado con la forma funcional de la respuesta medida. Al menos un parámetro de respuesta secundaria se deriva del parámetro de respuesta primaria. Un parámetro de respuesta compuesto puede derivarse además del parámetro de respuesta primaria y del parámetro de respuesta secundaria. La probabilidad de una condición precursora de cortocircuito se determina de acuerdo con el parámetro de respuesta primaria, el parámetro de respuesta secundaria y/o el parámetro de respuesta compuesta.

Sumario

Un objetivo de esta solicitud es proporcionar un método y un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio, un sistema de gestión de batería y un sistema de batería para implementar la detección no destructiva de anomalías de una batería de iones de litio, simplificar la operación y lograr precisión relativamente alta. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Para lograr el objetivo anterior, de acuerdo con un primer aspecto, esta solicitud proporciona un método para detectar anomalías de una batería de litio, que incluye: obtener un valor de SOC de la batería de litio en un proceso de carga, donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería; cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada; y determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio tiene anomalías; la señal de respuesta es una señal de tensión; la determinación, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, de si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la primera duración preestablecida, donde la primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de

carga cambiada cada vez; obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión; y determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio tiene anomalías.

5 En una implementación opcional, cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario incluye: emitir una instrucción de cambio de corriente en el punto de tiempo correspondiente al valor de SOC arbitrario, para cambiar el valor de la corriente de carga, donde la instrucción de cambio de corriente incluye una instrucción para cambiar el valor de la corriente de carga y una instrucción que indica el período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada.

10 En una implementación opcional, cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario incluye: cambiar el valor de la corriente de carga en puntos de tiempo correspondientes a al menos tres valores de SOC.

15 En una implementación opcional, la determinación, basándose en el valor de variación de tensión, de si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo valor de variación de tensión y un valor de SOC correspondiente; y determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

20 En una implementación opcional, determinar, basándose en el valor de variación de tensión, de si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener un primer valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga; calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al primer valor de corriente, y registrar la relación como un N-ésimo primer valor de variación de resistencia; obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo primer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

25 En una implementación opcional, la determinación, basándose en el valor de variación de tensión, de si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener un segundo valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez; calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al segundo valor de corriente, y registrar la relación como un N-ésimo segundo valor de variación de resistencia; obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo segundo valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

35 En una implementación opcional, la determinación, basándose en el valor de variación de tensión, de si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener un tercer valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga, y un cuarto valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambia cada vez; calcular un valor absoluto de una diferencia entre el tercer valor de corriente y el cuarto valor de corriente; calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al valor absoluto, y registrar la relación como un N-ésimo tercer valor de variación de resistencia; obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo tercer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

45 En una implementación opcional, determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías incluye: obtener una N-ésima pendiente entre un (N+1)-ésimo punto de datos y el N-ésimo punto de datos, y una (N+1)-ésima pendiente entre un (N+2)-ésimo punto de datos y el (N+1)-ésimo punto de datos; y determinar, si la N-ésima pendiente es mayor que 0 y la (N+1)-ésima pendiente es menor que 0, que la batería de litio tiene anomalías.

50 De acuerdo con un segundo aspecto, esta aplicación proporciona además un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio, que incluye: una primera unidad de obtención, configurada para obtener un valor de SOC de la batería de litio en un proceso de carga, donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería; una segunda unidad de obtención, configurada para cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada; y una unidad de determinación, configurada para determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio tiene anomalías; en donde la señal de respuesta es una señal de tensión; la segunda unidad de obtención, configurada para obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la primera duración preestablecida, la primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez; la unidad de determinación, configurada para obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión, y determinar si la batería de litio (102) tiene anomalías basándose en el valor de variación de tensión.

65

De acuerdo con un tercer aspecto, esta aplicación proporciona además un sistema de gestión de batería, que incluye el dispositivo anterior para detectar anomalías de una batería de litio.

5 De acuerdo con un cuarto aspecto, esta solicitud proporciona además un sistema de batería, que incluye una batería recargable y el sistema de gestión de batería anterior.

De acuerdo con un quinto aspecto, esta solicitud proporciona además un vehículo eléctrico, que incluye un dispositivo de carga y descarga y el sistema de batería anterior.

10 De acuerdo con un sexto aspecto, esta aplicación proporciona además un medio de almacenamiento legible por ordenador, que almacena una instrucción ejecutable por ordenador. La instrucción ejecutable por ordenador está establecida para ser el proceso del método anterior.

15 Los efectos beneficiosos de las realizaciones de esta solicitud son: el método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con esta solicitud incluye: en primer lugar, obtener un valor de SOC de la batería de litio en un proceso de carga, donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería; a continuación, cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada; y, finalmente, determinar, basándose en señales de respuesta en
20 puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio tiene anomalías. Esta solicitud puede realizar la detección sin desmontar la batería e implementar un método de detección no destructivo. Únicamente es necesario cambiar el valor de la corriente de carga durante el proceso de carga, simplificando de esta manera la operación. Además, si la batería tiene alguna anomalía se determina basándose en una señal de respuesta generada automáticamente, evitando de esta manera errores causados por determinaciones subjetivas y logrando
25 una precisión relativamente alta.

Breve descripción de los dibujos

30 Para describir más claramente las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud, a continuación, se describen los dibujos usados en las realizaciones de esta solicitud. Aparentemente, los dibujos que se describen a continuación son simplemente una parte de las realizaciones de esta solicitud. Un experto en la materia puede derivar otros dibujos a partir de los dibujos esbozados sin realizar ningún esfuerzo creativo.

35 La Figura 1 es un diagrama esquemático de un escenario de aplicación de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud;

40 La Figura 3a es un diagrama esquemático del cambio de un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario de acuerdo con una realización de esta solicitud;

45 La Figura 3b es un diagrama esquemático del cambio de un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario de acuerdo con otra realización de esta solicitud;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de señales de respuesta de acuerdo con una realización de esta solicitud;

50 La Figura 5 es un diagrama esquemático de un método para determinar anomalías de una batería de litio basándose en al menos tres señales de respuesta de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 6 es un diagrama esquemático de una señal de respuesta de acuerdo con otra realización de esta solicitud;

55 La Figura 7 es un diagrama esquemático de un método para determinar la anomalía de una batería de litio basándose en un valor de variación de tensión de acuerdo con una realización de esta solicitud;

60 La Figura 8 es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos cuando se establecen diferentes primeras duraciones preestablecidas de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 9a es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos de acuerdo con una realización de esta solicitud;

65 La Figura 9b es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos de acuerdo con otra realización de esta solicitud;

La Figura 10 es un diagrama esquemático de señales de respuesta de acuerdo con otra realización más de esta solicitud;

5 La Figura 11 es un diagrama esquemático de un método para determinar la anomalía de una batería de litio basándose en un primer valor de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 12a es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos a partir de valores de variación de tensión de acuerdo con una realización de esta solicitud;

10 La Figura 12b es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos a partir de primeros valores de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 12c es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos a partir de primeros valores de variación de resistencia de acuerdo con otra realización de esta solicitud;

15 La Figura 13 es un diagrama esquemático de un método para determinar la anomalía de una batería de litio basándose en un segundo valor de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

20 La Figura 14 es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos a partir de segundos valores de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 15 es un diagrama esquemático de un método para determinar la anomalía de una batería de litio basándose en un tercer valor de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

25 La Figura 16 es un diagrama esquemático de puntos de datos obtenidos a partir de terceros valores de variación de resistencia de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 17 es un diagrama esquemático para determinar la anomalía de una batería de litio con diferentes corrientes de carga de la batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud;

30 La Figura 18 es un diagrama esquemático para determinar la anomalía de una batería de litio cambiando una corriente de carga a diferentes valores de acuerdo con una realización de esta solicitud;

35 La Figura 19 es un diagrama esquemático para determinar la anomalía de una batería de litio basándose en diferentes primeras duraciones preestablecidas de acuerdo con una realización de esta solicitud;

La Figura 20 es un diagrama esquemático de un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud; y

40 La Figura 21 es un diagrama esquemático de un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con otra realización de esta solicitud.

Los dibujos no están hechos a escala.

45 Descripción detallada de realizaciones

A continuación, se proporciona una descripción más detallada de las implementaciones de esta solicitud con referencia a los dibujos y realizaciones adjuntos. La descripción detallada de las siguientes realizaciones y los dibujos adjuntos pretenden describir a modo de ejemplo los principios de esta solicitud.

50 En la descripción de esta solicitud, a menos que se especifique lo contrario, "una pluralidad de" significa dos o más; los términos tales como "superior", "inferior", "izquierda", "derecha", "interior" y "exterior", que indican una dirección o una relación de posición, están destinados meramente a facilitar o abreviar la descripción de esta solicitud, pero no indican ni implican que el dispositivo o componente al que se hace referencia deba ubicarse en la dirección especificada o construirse u operarse en la dirección especificada. Por lo tanto, tales términos no se entenderán como una limitación a esta solicitud. Además, los términos "primero", "segundo" y "tercero" tienen propósitos meramente descriptivos, pero no pretenden indicar o implicar importancia relativa. "Perpendicular" no es exactamente perpendicular, sino que está dentro de un intervalo de tolerancia de error. "Paralelo" no es exactamente paralelo, sino que está dentro de un intervalo de tolerancia de error.

60 Los términos direccionales que aparecen en la siguiente descripción indican las direcciones mostradas en los dibujos, pero no pretenden limitar estructuras específicas en esta solicitud. En el contexto de esta solicitud, a menos que se especifique expresamente lo contrario, los términos "montar", "concatenar" y "conectar" se entienden en un sentido amplio. Por ejemplo, una "conexión" puede ser una conexión fija, una conexión desmontable o una conexión integrada, y puede ser una conexión directa o una conexión indirecta implementada a través de un intermediario. Un experto en

65

la materia puede comprender los significados específicos de los términos de esta solicitud de acuerdo con situaciones específicas.

5 Una realización de esta solicitud proporciona un método para detectar anomalías en una batería de litio. El método puede determinar anomalías de la batería de litio simplemente usando un proceso de carga único de la batería de litio. En comparación con la técnica anterior, esta solicitud puede determinar directamente, en tiempo real durante el proceso de carga de la batería de litio, si la batería tiene anomalías, sin limitar un modo de carga de la batería de litio. Por ejemplo, el método es aplicable tanto a la carga de corriente constante como a la carga de corriente variable.

10 Es necesario observar que, la anomalía en esta solicitud significa principalmente un tipo de anomalía en el rendimiento de una batería en uso, y la anomalía de rendimiento se produce por el revestimiento de litio dentro de la batería de litio.

15 Durante la carga de una batería de litio normal, los iones de litio se desintercalan de un material activo de un electrodo positivo y se intercalan en láminas de un material activo de un electrodo negativo (usando el grafito como ejemplo). El revestimiento de litio de la batería de litio significa: después de desintercalarse, los iones de litio quedan obstruidos y no pueden intercalarse en las láminas del material activo del electrodo negativo y, por lo tanto, se depositan y crecen sobre una superficie del electrodo negativo.

20 En consecuencia, después de que se produce el revestimiento de litio en la batería de litio, pueden producirse las siguientes circunstancias anómalas en la batería de litio.

25 En primer lugar, aumenta la tasa de autodescarga de la batería de litio que se somete a un revestimiento de litio. Por lo tanto, en aplicaciones prácticas, por ejemplo, en un vehículo eléctrico, la batería de litio suele existir en forma de paquete de baterías. La anomalía aumenta la diferencia de tensión entre la batería de litio sometida a revestimiento de litio y otras baterías. En el paquete de baterías generalmente está dispuesta de una pluralidad de baterías de litio conectadas en paralelo o en serie. Esto se debe a que, cuando no se usa una batería de litio normal, la tensión de la batería cae continua y lentamente. El revestimiento de litio de la batería de litio conduce a un microcortocircuito dentro de la batería, agrava la caída de tensión de la batería y, por lo tanto, produce una inconsistencia de tensión entre la
30 batería de litio sometida a revestimiento de litio y otras baterías de litio en el paquete de baterías.

En segundo lugar, la atenuación de la capacidad de la batería de litio que se somete a un revestimiento de litio se acelera y la vida útil disminuye. Esto se debe a que, por un lado, un proceso de revestimiento de litio consume iones de litio activos dentro de la batería, disminuye el contenido total de iones de litio disponibles en la batería de litio y
35 produce una pérdida de capacidad de la batería. Por otro lado, los iones de litio precipitados forman una capa inerte entre el electrodo negativo y un separador para impedir la transmisión de iones de litio. Esto agrava la polarización en un proceso de carga y descarga, y también produce una pérdida de capacidad de la batería.

40 En tercer lugar, se produce un fenómeno de fuga térmica en la batería de litio que se somete a un revestimiento de litio, y conduce a un incendio y una explosión. Esto se debe a que las dendritas de litio precipitadas se siguen acumulando y, eventualmente, perforan el separador para formar un cortocircuito en un área grande. En consecuencia, la temperatura en un punto de cortocircuito aumenta bruscamente, provoca una fuga térmica en la batería de litio y conduce a un incendio y una explosión.

45 En conclusión, detectando si la batería de litio se ha sometido a un revestimiento de litio, el método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con esta solicitud puede detectar si la anomalía anterior se produce en la batería de litio.

50 Para facilitar la comprensión de esta solicitud, a continuación, se describen en primer lugar las situaciones de aplicación de esta solicitud. Hágase referencia a la Figura 1. La Figura 1 muestra una situación de aplicación de un método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con esta solicitud. Esta situación incluye un vehículo eléctrico 10 y una pila de carga 11. Como se muestra en la Figura 1, en el vehículo eléctrico 10 están dispuestos un BMS 101 (BMS, sigla en inglés para sistema de gestión de batería) y una batería de litio 102. El BMS 101 es un conjunto de sistemas de control para proteger la seguridad de operación de la batería de litio 102 y siempre monitoriza
55 el estado de operación de la batería de litio 102. El poste de carga 11 está configurado para cargar la batería de litio 102. El proceso de carga necesita controlarse por el BMS 101. Por lo tanto, en el proceso de carga, el BMS 101 puede controlar un modo de carga en el que la pila de carga 11 carga la batería de litio 102, tal como un modo de carga de corriente constante o un modo de carga de corriente variable. Además, el BMS 101 puede controlar un valor de una corriente de carga al que la pila de carga 11 carga la batería de litio 102, y leer los cambios de parámetros de la batería de litio 102, para determinar en tiempo real si la batería de litio 102 tiene anomalías. El método anterior puede detectar,
60 de manera no destructiva en el proceso de carga, si la batería de litio 102 tiene anomalías en el proceso de carga, de modo que se puedan tomar las contramedidas correspondientes a tiempo para evitar accidentes provocados por la anomalía de la batería de litio 102, por ejemplo, para evitar un accidente de seguridad importante tal como una explosión de la batería de litio 102 provocada por la anomalía tal como un cortocircuito de la batería recargable.

65

La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud. Como se muestra en la Figura 2, el método incluye las siguientes etapas.

201: Obtener un valor de SOC de una batería de litio en un proceso de carga.

El proceso de carga puede incluir un proceso de carga de corriente constante o un proceso de carga de corriente variable. El proceso de carga de corriente constante significa principalmente que una corriente de carga se mantiene constante durante el proceso de carga. Por ejemplo, la batería de litio se sigue cargando a una tasa de carga de 1 C. La tasa de carga de 1 C significa una tasa de carga a la que la batería de litio se puede cargar hasta su capacidad total desde cero en 1 hora.

El proceso de carga de corriente variable generalmente significa un proceso de carga de corriente constante por etapas (carga por etapas), en el que un proceso de carga de corriente variable se divide en una pluralidad de subprocesos de carga de corriente constante, y la tasa de carga varía entre los subprocesos de carga de corriente constante (cada subproceso de carga de corriente constante representa una fase del proceso de carga de corriente constante). Por ejemplo, un proceso de carga de corriente variable se divide en tres fases. La tasa de carga en una primera fase es 2 C, la tasa de carga en una segunda fase es 1,8 C y la tasa de carga en una tercera fase es 1,5 C.

El valor de SOC significa una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería. El valor de SOC sigue cambiando durante el proceso de carga de la batería. El valor de SOC obtenido en tiempo real en el proceso de carga se puede usar para determinar un valor de carga específico que está disponible cuando la batería de litio tiene anomalías.

202: Cambiar un valor de la corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada.

Es comprensible que, sin importar si el proceso es un proceso de carga de corriente constante o un proceso de carga de corriente variable, cambiar la corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario puede considerarse como un cambio de la corriente de carga en una fase del proceso de carga de corriente constante. La fase del proceso de carga de corriente constante puede ser una fase del proceso de carga de corriente constante en un proceso de carga de corriente constante, o una fase del proceso de carga de corriente constante en un proceso de carga de corriente variable (es decir, un subproceso de carga de corriente constante).

Cambiar la corriente en una fase del proceso de carga de corriente constante es equivalente a imponer una perturbación en un proceso electroquímico estable en la batería de litio. Esta perturbación genera una diversidad de señales de respuesta (similar a arrojar una piedra a una superficie de agua tranquila). Posteriormente, se puede seleccionar la señal de respuesta más sensible entre una diversidad de señales de respuesta para distinguir entre una batería de litio sometida a un revestimiento de litio y una batería normal. La señal de respuesta más sensible es generalmente una señal de respuesta que ha cambiado de manera más significativa.

Además, debido a que se puede responder rápidamente a una perturbación de corriente y es fácil de controlar, esta aplicación cambia la corriente de carga para obtener una señal de respuesta.

En una realización, se emite una instrucción de cambio de corriente en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, para cambiar el valor de la corriente de carga. La instrucción incluye una instrucción para cambiar el valor de la corriente de carga y una instrucción que indica un período de tiempo para mantener la corriente de carga cambiada.

Por ejemplo, cuando el método se aplica a un vehículo eléctrico y una pila de carga mostrada en la Figura 1. Si una corriente de carga original es I1, un BMS del vehículo eléctrico emite una instrucción de cambio de corriente de carga a la pila de carga en el punto de tiempo correspondiente al valor de SOC arbitrario. De acuerdo con la instrucción, la pila de carga cambia el valor (por ejemplo, I2) de la corriente de carga que se emite a la batería de litio en el vehículo eléctrico, y mantiene la corriente de carga cambiada durante el período de tiempo indicado, logrando de esta manera un propósito de cambio de la corriente de carga. Una vez transcurrido el periodo de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada, la pila de carga restaura la corriente de carga anterior al cambio de la corriente de carga. Es decir, dentro del periodo de tiempo, la pila de carga mantiene la corriente en I2; y después de la expiración del período de tiempo, la pila de carga restaura la corriente a I1 desde I2.

En otro ejemplo, se supone que el método se aplica, en un proceso de producción de la batería de litio, para probar si la batería de litio tiene anomalías. Se proporciona la corriente de carga de la batería de litio por un cargador y descargador. En este caso, una unidad de control en el cargador y descargador emite una instrucción de cambio de corriente. La instrucción se ejecuta por una unidad de ejecución del cargador y descargador, para lograr el propósito de cambiar la corriente de carga.

Es comprensible que, aunque la corriente de carga cambia en el punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, la corriente de carga cambiada cada vez se mantiene durante un período de tiempo. Además, se genera

una señal de respuesta correspondiente justo dentro del periodo de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada.

Como se muestra en la Figura 3a se usa como ejemplo un modo de carga de corriente constante. Una corriente de carga constante de la batería de litio es I1A. El valor de la corriente de carga cambia a I2A en los puntos de tiempo T1A, T3A y T5A correspondientes a los valores de SOC 1A %, 2A % y 3A % respectivamente. El período de tiempo para mantener la corriente de carga cambiada cada vez es desde el punto de tiempo T1A hasta el punto de tiempo T2A, abreviado como (T1A, T2A); desde el punto de tiempo T3A hasta el punto de tiempo T4A, abreviado como (T3A, T4A); y, desde el punto de tiempo T5A hasta el punto de tiempo T6A, abreviado como (T5A, T6A), respectivamente. Los tres periodos de tiempo pueden establecerse dependiendo de las condiciones de trabajo reales, pudiendo ser iguales o diferentes. Esto no está limitado en el presente documento. Por ejemplo, los tres periodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A) y (T5A, T6A) se establecen a 20 segundos de manera uniforme, o se establecen a 10 segundos, 20 segundos y 30 segundos, respectivamente.

Como se puede aprender de la descripción anterior, cuando el valor de SOC es 1A %, la corriente de carga cambia a I2A en el punto de tiempo correspondiente T1A, y el período de tiempo para mantener la corriente de carga cambiada es (T1A, T2A). Se puede obtener una señal de respuesta dentro del período de tiempo. Por lo tanto, la señal de respuesta es la señal de respuesta generada cuando el valor de SOC es 1A %. Basado en la misma razón, se pueden obtener respectivamente una señal de respuesta generada cuando el valor de SOC es 2A % y una señal de respuesta generada cuando el valor de SOC es 3A %. De manera comprensible, la corriente de carga I2A es menor que la corriente de carga I1A. Esto significa que, como se muestra en la Figura 3a, una operación realizada en un punto de tiempo correspondiente a un SOC arbitrario es reducir la corriente de carga.

En otras realizaciones, la operación puede ser aumentar la corriente de carga o cambiar directamente la corriente de carga a 0. Como se muestra en la Figura 3b, la corriente de carga aumenta de I1B a I2B en los puntos de tiempo T1B, T3B y T5B correspondientes a los valores de SOC 1B %, 2B % y 3B %, respectivamente. El proceso de implementación es similar al proceso de reducción de la corriente de carga, cuyos detalles son fácilmente comprensibles para un experto en la materia y se omiten en este punto.

203: Determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio tiene anomalías.

Actualmente, las señales que puede recopilar un sistema de gestión de batería incluyen una señal de tensión, una señal de corriente, una señal de capacidad y una señal de temperatura de la batería.

La señal de capacidad y la señal de temperatura se muestrean con una precisión relativamente baja y sufren una histéresis hasta cierto punto. El cambio de tales señales, causado por una pequeña cantidad de revestimiento de litio, apenas se distingue. Por lo tanto, la señal de capacidad y la señal de temperatura no son adecuadas como señal de respuesta. Además, en esta aplicación, se cambia la corriente de carga para obtener la señal de respuesta. Esto también significa que la señal de corriente no es adecuada como señal de respuesta. Por lo tanto, en esta aplicación, se selecciona como señal de respuesta la señal de tensión caracterizada por una mayor precisión y una respuesta más rápida. Como alternativa, se puede seleccionar como señal de respuesta una señal de resistencia obtenida a partir de una señal de tensión.

En conclusión, la señal de respuesta es una señal de tensión o una señal de resistencia. Haciendo referencia a la Figura 4, la Figura 4 es un diagrama esquemático de una posible señal de respuesta (en este caso, una señal de tensión). Como se muestra en la Figura 4, la tensión cambia con el tiempo para formar una curva U1. La curva U1 representa la señal de tensión. La señal de tensión es solamente la señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada por una vez.

Específicamente, se puede establecer un intervalo de muestreo con antelación. Los valores de tensión se recopilan continuamente a intervalos de los intervalos de muestreo dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez. Los valores de tensión recopilados constituyen señales de tensión.

Si la señal de respuesta es una señal de resistencia, la señal de resistencia se puede obtener de diversas formas. Si el proceso de carga es un proceso de carga de corriente constante, haciendo referencia a la Figura 3a, suponiendo que la señal de resistencia es una señal de respuesta generada entre el punto de tiempo T1A y el punto de tiempo T2A, la señal de resistencia se obtiene de la siguiente manera: (1) obtener una corriente de carga aplicada antes de que el valor de SOC sea 1A % y registrar la corriente de carga como $I_{antigua}$, y calcular una relación de cada valor de tensión en la curva U1 a $I_{antigua}$ para obtener señales de resistencia; (2) obtener una corriente de carga dentro del período de tiempo de (T1A, T2A), registrar la corriente de carga como I_{nueva} , y calcular una relación de cada valor de tensión en la curva U1 a I_{nueva} para obtener señales de resistencia; y (3) obtener una diferencia entre I_{nueva} y $I_{antigua}$, registrar la diferencia mientras I_{nueva1} , y calcular una relación de cada valor de tensión en la curva U1 a I_{nueva1} para obtener señales de resistencia.

Si el proceso de carga es un proceso de carga de corriente variable, como se puede aprender de la descripción anterior, cuando la corriente de carga se cambia en un subproceso de carga de corriente constante específico del proceso de carga de corriente variable, la corriente de carga en el subproceso de carga de corriente constante se usa como $I_{antigua}$, y I_{nueva} y I_{nueva1} se obtienen de forma similar al caso de la carga de corriente constante. Posteriormente, se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en una pluralidad de señales de tensión o una pluralidad de señales de resistencia.

En una realización, el valor de la corriente de carga se cambia en puntos de tiempo correspondientes a al menos tres valores de SOC para obtener al menos tres señales de respuesta. Si la batería de litio tiene anomalías se determina de acuerdo con al menos tres señales de respuesta. El método de determinación específico se describe usando un ejemplo en el que las señales de respuesta son señales de tensión. Como se muestra en la Figura 5, el método incluye las siguientes etapas.

85, 501: Obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la primera duración preestablecida.

502: Obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión.

La primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez, como se describe a continuación con referencia al contenido mostrado en la Figura 3a y Figura 4. Como se muestra en la Figura 3a, en puntos de tiempo correspondientes a al menos tres valores de SOC 1A %, 2A %, 3A %, etc., respectivamente, el valor de la corriente de carga se cambia a I_{2A} . Las señales de tensión correspondientes se obtienen en los períodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A) y (T5A, T6A), respectivamente. Por tanto, se obtienen al menos tres señales de tensión en total. Suponiendo que las señales de tensión obtenidas en el período de tiempo (T1A, T2A) son la señal de tensión U1 mostrada en la Figura 4, la señal de tensión U1 en este caso es la primera señal de tensión (N es 1). Por lo tanto, en un período de tiempo arbitrario en el período de tiempo (T1A, T2A), tal como un período de tiempo de (T41, T42), se usa como una primera duración preestablecida, donde (T41, T42) cae dentro de (T1A, T2A). Es decir, $T41 \geq T1A$ y $T42 \leq T2A$. T41 es un punto de tiempo de inicio de la primera duración preestablecida, y T42 es un punto de tiempo de fin de la primera duración preestablecida. Se obtiene un primer valor de tensión U41 de la señal de tensión U1, y se obtiene un segundo valor de tensión U42. Se calcula un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión U41 y el segundo valor de tensión U42: $\Delta U1 = |U41 - U42|$ (el valor absoluto de la diferencia entre U41 y U42). La diferencia $\Delta U1$ puede considerarse como un primer valor de variación de tensión. De manera similar, se puede obtener un segundo valor de variación de tensión de (T3A, T4A), y un tercer valor de variación de tensión de (T5A, T6A), y así sucesivamente. Si la corriente de carga se cambia N veces en total, se obtienen un total de N valores de variación de tensión.

La primera duración preestablecida se puede seleccionar dependiendo de las condiciones de trabajo reales y generalmente se establece entre 0,1 s y 100 s. Esto no está limitado en el presente documento. En una solución de implementación opcional, se puede seleccionar un período de tiempo correspondiente a una parte de menor ruido de la señal de respuesta como la primera duración preestablecida dependiendo del tipo de batería y el método de muestreo. Para ser específicos, antes de una prueba, en primer lugar, se determina un intervalo de tiempo en el que las señales de prueba son relativamente estables basándose en los parámetros de un dispositivo configurado para cambiar el valor de la corriente de carga, para evitar señales de ruido. A continuación, se obtiene un valor de variación de tensión a partir de señales de tensión de mayor precisión, de modo que el resultado de determinación final sea más preciso. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 6, antes del punto de tiempo T61, se puede generar una señal de ruido debido a la inestabilidad de la corriente. Por lo tanto, la primera duración preestablecida puede establecerse con antelación para que sea posterior al punto de tiempo T61, para evitar la señal de ruido.

Es comprensible que, en un proceso de cambio de la corriente de carga una pluralidad de veces, la corriente de carga se pueda cambiar a intervalos iguales o desiguales del valor de SOC. Por ejemplo, en una realización, en un proceso de carga, el valor de la corriente de carga se cambia en incrementos iguales del 5 % de SOC. Por ejemplo, los incrementos del valor de SOC dentro del período de tiempo (T2A, T3A) y el período de tiempo (T4A, T5A) en la Figura 3a se establecen al 5 %. Por el contrario, en otra realización, un incremento del valor de SOC dentro del período de tiempo (T2A, T3A) se puede establecer al 5 %, y un incremento del valor de SOC dentro del período de tiempo (T4A, T5A) se puede establecer al 10 %.

De manera similar, el período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez puede ser el mismo o diferente. Todavía usando la Figura 3a como ejemplo, las duraciones de los tres períodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A) y (T5A, T6A) pueden ser iguales o diferentes. Sin embargo, cabe señalar que, la primera duración preestablecida en cada período de tiempo debe ser la misma. Usando la Figura 3a y Figura 4 como ejemplo, suponiendo que la primera duración preestablecida extraída del período de tiempo (T1A, T2A) es una longitud de (T41, T42), el primer valor de tensión, el segundo valor de tensión y el valor de variación de tensión correspondientes necesitan obtenerse en la misma primera duración preestablecida en los períodos de tiempo (T3A, T4A) y (T5A, T6A).

Por ejemplo, suponiendo que las duraciones de los tres períodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A) y (T5A, T6A) son 10 segundos, 12 segundos y 15 segundos, respectivamente, y que la primera duración preestablecida es 5 segundos, una señal de respuesta que dura 5 segundos necesita extraerse de 10 segundos, 12 segundos y 15 segundos, respectivamente. Además, lo mejor es que el período de tiempo del que se extrae la primera duración preestablecida cada vez sea el mismo. Para ser específicos, si el período de tiempo correspondiente a la primera duración preestablecida se establece del 3° al 8° segundos dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada, a continuación, el punto de tiempo en cada tiempo de cambio de la corriente de carga necesita servir como una posición del "0° segundo" relativo, y se obtiene el primer valor de tensión, el segundo valor de tensión y el valor de variación de tensión en el período de tiempo del "3° al 8° segundos" relativos. Para ser específicos, los puntos de tiempo T1A, T3A y T5A sirven como la posición del "0° segundo" relativo. Si el punto de tiempo T1A es el 20° segundo, el punto de tiempo T3A es el 50° segundo, y el punto de tiempo T5A es el 100° segundo, a continuación, se obtiene el primer valor de variación de tensión dentro del 23° al 28° segundos, el segundo valor de variación de tensión se obtiene dentro del 53° al 58° segundos, y el tercer valor de variación de tensión se obtiene dentro del 103° al 108° segundos.

Es comprensible que, lo anterior sea un proceso de implementación específico para obtener una pluralidad de valores de variación de tensión cuando la señal de respuesta es una señal de tensión. Si la señal de respuesta es una señal de resistencia, se pueden obtener de la misma manera una pluralidad de valores de variación de resistencia, cuyos detalles son fácilmente comprensibles para un experto en la materia y se omiten en este punto.

503: Determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio tiene anomalías.

Usando todavía un ejemplo en el que la señal de respuesta es la señal de tensión, después de que se obtiene el valor de variación de tensión, se puede determinar directamente si la batería de litio tiene anomalías basándose en el valor de variación de tensión; o, se puede obtener el valor de variación de resistencia correspondiente basándose en el valor de variación de tensión, y si la batería de litio tiene anomalías se determina basándose en el valor de variación de resistencia.

En una realización, si la batería de litio tiene anomalías se puede determinar directamente basándose en el valor de variación de tensión. Como se muestra en la Figura 7, el proceso de implementación es como sigue:

701: Obtener un N-ésimo punto de datos basándose en un N-ésimo valor de variación de tensión y un valor de SOC correspondiente.

702: Determinar, basándose en el punto de datos, si una batería de litio tiene anomalías.

Todavía usando la Figura 3a como ejemplo, como se muestra en la Figura 3a, se puede observar en la descripción anterior que el valor de la corriente de carga cambia a I2A en los puntos de tiempo T1A, T3A, T5A, etc. correspondientes a los valores de SOC 1A %, 2A %, 3A %, y así sucesivamente, respectivamente. Por lo tanto, se pueden obtener señales de tensión en los períodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A), (T5A, T6A), y así sucesivamente, respectivamente, de modo que se obtenga un total de N señales de tensión. Además, el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en cada señal de tensión se extraen en la primera duración preestablecida en los períodos de tiempo anteriores, para obtener el valor de variación de tensión en los períodos de tiempo (T1A, T2A), (T3A, T4A), (T5A, T6A), y así sucesivamente, respectivamente. El valor de variación de tensión se registra como un primer valor de variación de tensión $\Delta U1$, un segundo valor de variación de tensión $\Delta U2$, un tercer valor de variación de tensión $\Delta U3$, y así sucesivamente, y un N-ésimo valor de variación de tensión ΔUN , respectivamente.

Por lo tanto, en una realización, cada valor de variación de tensión y el valor de SOC correspondiente se pueden usar como un punto de datos. El valor de SOC puede ser un valor de SOC antes de cambiar cada corriente de carga. Por ejemplo, el valor de SOC correspondiente al primer valor de variación de tensión $\Delta U1$ es 1A %, el valor de SOC correspondiente al segundo valor de variación de tensión $\Delta U2$ es 2A %, el valor de SOC correspondiente al tercer valor de variación de tensión $\Delta U3$ es 3A %, y así sucesivamente, obteniendo de esta manera puntos de datos como (1A %, $\Delta U1$), (2A %, $\Delta U2$), (3A %, $\Delta U3$), y así sucesivamente. Se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en los puntos de datos.

Obviamente, debido a que la duración del período de tiempo para mantener la corriente de carga cambiada cada vez es relativamente corta, el cambio del valor de SOC en el período de tiempo es relativamente pequeño. Por lo tanto, puede seleccionarse cualquier valor de SOC dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez como el valor de SOC correspondiente a cada valor de variación de tensión. Por ejemplo, suponiendo que los valores de SOC correspondientes a los puntos de tiempo T2A, T4A y T6A son 1A1 %, 2A1 %, 3A1 % respectivamente, el valor de SOC correspondiente al primer valor de variación de tensión $\Delta U1$ puede ser un valor arbitrario seleccionado en (1A %, 1A1 %), el valor de SOC correspondiente al segundo valor de variación de tensión $\Delta U2$ es un valor arbitrario en (2A %, 2A1 %), el valor de SOC correspondiente al tercer valor de variación de tensión $\Delta U3$ es un valor arbitrario en (3A %, 3A1 %), y así sucesivamente. De manera similar, se puede obtener una pluralidad de puntos de datos y se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en los puntos de datos.

Es comprensible que, dependiendo de la primera duración prestablecida que se establezca de forma diversa, el punto de datos obtenido sea diferente. Por ejemplo, en una realización, la primera duración prestablecida se establece a una duración del período de tiempo (1 s, 8 s), y la primera duración prestablecida se establece a una duración del período de tiempo (3 s, 8 s) por separado, de modo que se obtienen respectivamente las curvas formadas por una pluralidad de puntos de datos, como se muestra en la Figura 8. Se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en la pluralidad de puntos de datos de las dos curvas.

Además, en otra realización, después de obtener una pluralidad de puntos de datos, se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en una pendiente de puntos de datos adyacentes. Un proceso de implementación específico es: obtener una N-ésima pendiente entre un (N+1)-ésimo punto de datos y el N-ésimo punto de datos, y una (N+1)-ésima pendiente entre un (N+2)-ésimo punto de datos y el (N+1)-ésimo punto de datos. Si la N-ésima pendiente es mayor que 0 y la (N+1)-ésima pendiente es menor que 0, se determina que la batería de litio tiene anomalías.

Como se muestra en la Figura 9a, se supone que, después de que se cambia la corriente de carga en puntos de tiempo correspondientes a los valores de SOC 65 %, 70 %, 75 %, 80 % y 85 % respectivamente, 5 puntos de datos obtenidos son p1 (65 %, 23), p2 (70 %, 24), p3 (75 %, 25), p4 (80 %, 23) y p5 (85 %, 21). Una pendiente entre p2 y p1 es K1 ($K1 = (24-23)/(70\%-60\%)$). Una pendiente entre p3 y p2 es K2. Una pendiente entre p4 y p3 es K3. Una pendiente entre p5 y p4 es K4. Posteriormente se comprueban las dos pendientes adyacentes. Si la primera pendiente en las dos pendientes adyacentes es mayor que 0 y la última pendiente es menor que 0, se determina que se ha producido anomalía hasta ahora. Por ejemplo, en la Figura 9a, K1 y K2 son pendientes adyacentes, pero tanto K1 como K2 son mayores que 0. Por lo tanto, no se ha producido ninguna anomalía hasta ahora. Además, se obtienen las pendientes adyacentes K2 y K3. En este momento, la pendiente K2 es mayor que 0 y la pendiente K3 es menor que 0. Por lo tanto, se determina que la batería de litio tiene anomalía y se considera que la batería de litio mostrará un fenómeno anómalo cuando la batería de litio se carga a un valor de SOC de aproximadamente el 75 %.

Es necesario señalar que en la realización mostrada en la Figura 9a, la diferencia entre los valores de SOC correspondientes a cada dos puntos de datos es la misma y es del 5 % de manera uniforme. En otras realizaciones, la diferencia entre los valores de SOC correspondientes a cada dos puntos de datos puede ser diferente.

Como se muestra en la Figura 9b, en esta realización, después de cambiar la corriente de carga en puntos de tiempo correspondientes a los valores de SOC 65 %, 68 %, 70 %, 75 %, 80 % y 85 % respectivamente, se obtienen 6 puntos de datos p11, p21, p31, p41, p51 y p61, respectivamente. Una diferencia entre los valores de SOC correspondientes al punto de datos p31 y al punto de datos p21 respectivamente es del 2 %, y una diferencia entre los valores de SOC correspondientes al punto de datos p41 y al punto de datos p31 respectivamente es del 5 %. Como alternativa, se puede determinar si la batería de litio tiene anomalías basándose en pendientes de acuerdo con la solución anterior.

Además, cuando el valor de SOC de la batería cambia de 0 % al 100 %, la intensidad de la señal de respuesta no experimenta un proceso de disminución en primer lugar y a continuación aumento con el cambio del valor de SOC, sino que puede experimentar un proceso en el que la intensidad de la señal de respuesta (en este caso, la señal de tensión) disminuye, a continuación, aumenta, a continuación, disminuye y, a continuación, aumenta de nuevo, como se muestra en la Figura 10. En este caso, la batería no tiene anomalías. Por lo tanto, para evitar errores de determinación y mejorar la precisión de la determinación, generalmente se determina si la batería tiene anomalías cuando el valor de SOC es superior al 40 %. De manera óptima, si la batería tiene alguna anomalía se determina cuando el valor de SOC es mayor que el 60 %.

107, En otra realización, el N-ésimo valor de variación de la resistencia se puede obtener basándose en el N-ésimo primer valor de variación de tensión y, a continuación, si la batería de litio tiene anomalías se determina basándose en el valor de variación de resistencia obtenido. El proceso anterior se puede implementar de muchas otras maneras.

Opcionalmente, como se muestra en la Figura 11, la Figura 11 muestra un posible proceso de implementación de un método para determinar, basándose en un valor de variación de resistencia, si una batería de litio tiene anomalías. El método incluye las siguientes etapas:

1101: Obtener un primer valor de corriente de una corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga;

1102: Calcular una relación de un N-ésimo valor de variación de tensión al primer valor de corriente, y registrar la relación como un N-ésimo primer valor de variación de resistencia;

1103: Obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo primer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y

1104: Determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

En un modo de carga de corriente constante, suponiendo que el valor de la corriente de carga es I_{11} , un primer valor de corriente de la corriente de carga en cualquier punto de tiempo antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga es I_{11} . Por lo tanto, cada primer valor de variación de resistencia se puede obtener calculando directamente una relación de cada valor de variación de tensión obtenido a I_{11} .

En un modo de carga de corriente variable, como se puede aprender de la descripción anterior, cuando la corriente de carga se cambia en un subproceso de carga de corriente constante específico del proceso de carga de corriente variable, suponiendo que el valor de la corriente de carga en el subproceso de carga de corriente constante es I_{21} , cada primer valor de variación de resistencia también se puede obtener calculando una relación de cada valor de variación de tensión obtenido a I_{21} . Después de obtener una pluralidad de primeros valores de variación de resistencia, el punto de datos también se puede obtener basándose en el N -ésimo primer valor de variación de resistencia y el valor de SOC correspondiente.

Suponiendo que los puntos de datos obtenidos del valor de variación de tensión se muestran en la Figura 12a, los puntos de datos obtenidos del primer valor de variación de resistencia (ΔR_1) en el modo de carga de corriente constante se muestran en la Figura 12b, y los puntos de datos obtenidos del primer valor de variación de resistencia (ΔR_{11}) en el modo de carga de corriente variable se muestran en la Figura 12c. Evidentemente, después de obtener los puntos de datos del primer valor de variación de resistencia, la N -ésima pendiente y la $(N+1)$ -ésima pendiente también se pueden obtener basándose en los puntos de datos. Si la N -ésima pendiente es mayor que 0 y la $(N+1)$ -ésima la pendiente es menor que 0, se determina que la batería de litio tiene anomalías. El proceso anterior es similar al proceso de obtención de puntos de datos basándose en el valor de variación de tensión y el valor de SOC correspondiente y determinar, basándose en los puntos de datos, si la batería de litio tiene anomalías, cuyos detalles son fácilmente comprensibles para un experto en la materia y se omiten en este punto.

Opcionalmente, como se muestra en la Figura 13, la Figura 13 muestra otro posible proceso de implementación de un método para determinar, basándose en un valor de variación de resistencia, si una batería de litio tiene anomalías. El método incluye las siguientes etapas:

1301: Obtener un segundo valor de corriente de una corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;

1302: Calcular una relación de un N -ésimo valor de variación de tensión al segundo valor de corriente, y registrar la relación como un N -ésimo segundo valor de variación de resistencia;

1303: Obtener un N -ésimo punto de datos basándose en el N -ésimo segundo valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y

1304: Determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

De esta manera, no importa si el modo de carga es un modo de carga de corriente constante o un modo de carga de corriente variable, el valor obtenido es el segundo valor de corriente I_{13} de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez. Cada segundo valor de variación de resistencia se puede obtener calculando la relación de cada valor de variación de tensión a I_{13} . En el modo de carga de corriente variable, el punto de datos obtenido del segundo valor de variación de resistencia (ΔR_{13}) se muestra en la Figura 14.

Asimismo, después de obtener los puntos de datos del segundo valor de variación de resistencia, la N -ésima pendiente y la $(N+1)$ -ésima pendiente se pueden obtener basándose en los puntos de datos. Si la N -ésima pendiente es mayor que 0 y la $(N+1)$ -ésima pendiente es menor que 0, se determina que la batería de litio tiene anomalías. El proceso anterior es similar al proceso de obtención de puntos de datos basándose en el valor de variación de tensión y el valor de SOC correspondiente y determinar, basándose en los puntos de datos, si la batería de litio tiene anomalías, cuyos detalles son fácilmente comprensibles para un experto en la materia y se omiten en este punto.

Opcionalmente, como se muestra en la Figura 15, la Figura 15 muestra otro posible proceso más de implementación de un método para determinar, basándose en un valor de variación de resistencia, si una batería de litio tiene anomalías. El método incluye las siguientes etapas:

1501: Obtener un tercer valor de corriente de una corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga, y un cuarto valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;

1502: Calcular un valor absoluto de una diferencia entre el tercer valor de corriente y el cuarto valor de corriente;

1503: Calcular una relación de un N-ésimo valor de variación de tensión al valor absoluto, y registrar la relación como un N-ésimo tercer valor de variación de resistencia;

1504: Obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo tercer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y

1505: Determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio tiene anomalías.

La forma de obtener el tercer valor de corriente es la misma que la forma de obtener el primer valor de corriente como se muestra en la Figura 11, y la forma de obtener el cuarto valor de corriente es la misma que la forma de obtener el segundo valor de corriente como se muestra en la Figura 13. Posteriormente, se puede calcular el valor absoluto I15 de la diferencia entre el tercer valor de corriente y el cuarto valor de corriente. Cada tercer valor de variación de resistencia se puede obtener calculando la relación de cada valor de variación de tensión a I15. En el modo de carga de corriente variable, el punto de datos obtenido del tercer valor de variación de resistencia ($\Delta R15$) se muestra en la Figura 16.

Asimismo, después de obtener los puntos de datos del tercer valor de variación de resistencia, la N-ésima pendiente y la (N+1)-ésima pendiente se pueden obtener basándose en los puntos de datos. Si la N-ésima pendiente es mayor que 0 y la (N+1)-ésima pendiente es menor que 0, se determina que la batería de litio tiene anomalías. El proceso anterior es similar al proceso de obtención de puntos de datos basándose en el valor de variación de tensión y el valor de SOC correspondiente y determinar, basándose en los puntos de datos, si la batería de litio tiene anomalías, cuyos detalles son fácilmente comprensibles para un experto en la materia y se omiten en este punto.

Es comprensible que, independientemente de si el modo de carga es un modo de carga de corriente constante o un modo de carga de corriente variable, el método proporcionado en esta realización de esta solicitud se puede usar para determinar si una batería de litio tiene anomalías. Sin embargo, es necesario observar que, para el modo de carga de corriente variable, un método de la precisión de detección más alta adecuado para detectar una pequeña cantidad de anomalía es el método mostrado en la Figura 15, y un método de precisión más baja es el método mostrado en la Figura 13.

En conclusión, en el caso de que la señal de respuesta sea una señal de tensión, después de obtener una pluralidad de valores de variación de tensión, se pueden obtener una pluralidad de puntos de datos directamente basándose en los valores de variación de tensión, y, a continuación, se determina si la batería de litio tiene anomalías basándose en una pendiente de puntos de datos adyacentes en la pluralidad de puntos de datos. Como alternativa, los valores de variación de resistencia se obtienen en primer lugar a partir de los valores de variación de tensión, y, a continuación, se obtienen una pluralidad de puntos de datos basándose en los valores de variación de resistencia y, finalmente, si la batería de litio tiene anomalías se determina basándose en la pendiente de los puntos de datos adyacentes en la pluralidad de puntos de datos.

Si la señal de respuesta es una señal de resistencia, la señal de resistencia necesita obtenerse basándose en la señal de tensión y, a continuación, se obtiene directamente un valor de variación de resistencia de la señal de resistencia. Posteriormente, se puede obtener una pluralidad de puntos de datos basándose en el valor de variación de resistencia, y si la batería de litio tiene anomalías se determina basándose en una pendiente de puntos de datos adyacentes en la pluralidad de puntos de datos.

En aplicaciones prácticas, se lleva a cabo una prueba para determinar si una batería de litio tiene anomalías cuando se controla que la batería de litio está bajo diferentes corrientes de carga, usando un modo de carga de corriente constante como ejemplo. La prueba puede usar una batería de iones de litio comercial de 60 Ah. Una tasa de carga de carga de corriente constante es 0,3 C, 0,5 C y 1,0 C respectivamente. En cada caso, cuando el valor de SOC de la batería aumenta cada 5 % como resultado de la carga, la corriente cambia a 0,1 C y permanece durante 8 segundos. Los puntos de datos obtenidos y los resultados determinantes se muestran en la Figura 17.

Cuando la tasa de carga de carga de corriente constante es 0,3 C, si ninguna de las pendientes obtenidas basándose en puntos de datos adyacentes cumple la condición de que la pendiente anterior en pendientes adyacentes es mayor que 0 y la última pendiente es menor que 0, indica que la batería de litio no tiene anomalías. Además, al desmontar la batería de litio, también se puede concluir que la batería de litio no tiene anomalías. La conclusión es consistente con el resultado determinante del método de determinación proporcionado en esta realización de esta solicitud.

Cuando la tasa de carga de carga de corriente constante es de 0,5 C, si ninguna de las pendientes obtenidas basándose en puntos de datos adyacentes cumple la condición de que la primera pendiente en pendientes adyacentes es mayor que 0 y la última pendiente es menor que 0, indica que la batería de litio no tiene anomalías. Además, al desmontar la batería de litio, se puede concluir que la batería de litio no tiene anomalías.

Cuando la tasa de carga de la carga de corriente constante es de 1,0 C, si, cerca de un valor de SOC del 80 %, las pendientes adyacentes en las pendientes obtenidas basándose en puntos de datos adyacentes cumplen la condición de que la primera pendiente en las pendientes adyacentes es mayor que 0 y la segunda pendiente es menor que 0,

indica que la batería de litio tiene anomalías. Además, al desmontar la batería de litio, se concluye que la batería de litio tiene una anomalía. La conclusión es consistente con el resultado determinante del método de determinación proporcionado en esta realización de esta solicitud.

- 5 En conclusión, independientemente de la corriente de carga inicial en la carga de corriente constante, el valor de la corriente de carga se puede cambiar en el proceso de carga para determinar si la batería de litio tiene anomalías.

10 En otra realización, todavía se usa como ejemplo el modo de carga de corriente constante, y la tasa de carga de la carga de corriente constante se mantiene a 1,2 C. La corriente de carga se reduce a 0 (es decir, la batería permanece estática), se aumenta (o disminuye) en una corriente de 1,1 C y 1,0 C, por separado, para detectar si la batería de litio tiene anomalías. Aún, cuando el valor de SOC de la batería aumenta cada 5 % como resultado de la carga, la corriente de carga cambia y permanece durante 8 segundos. Los puntos de datos obtenidos y el resultado determinante se muestran en la Figura 18.

15 Añadir un pulso significa un proceso de cambiar el valor de la corriente, y el proceso puede considerarse aproximadamente como añadir un pulso sobre la corriente de carga original. Por ejemplo, añadir una duración de parada estática de 8 segundos es reducir la corriente a 0 y permanecer durante 8 segundos. Esto equivale a añadir un pulso de corriente del mismo valor, pero en dirección opuesta a la corriente de carga original, de modo que la corriente de carga real sea 0 dentro de los 8 segundos. Como puede observarse en la Figura 18, en las tres
20 circunstancias descritas anteriormente, cerca de un valor de SOC del 80 %, las pendientes adyacentes cumplen la condición de que la primera pendiente en las pendientes adyacentes es mayor que 0 y la última pendiente es menor que 0, lo que indica que la batería de litio tiene anomalías. Además, al desmontar la batería de litio, se concluye que la batería de litio tiene una anomalía. La conclusión es consistente con el resultado determinante del método de determinación proporcionado en esta realización de esta solicitud.

25 Por lo tanto, el método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con esta realización de esta solicitud se puede implementar aumentando la corriente de carga de la batería de litio o disminuyendo la corriente de carga de la batería de litio.

30 En otra realización, todavía usando el modo de carga de corriente constante como ejemplo, la tasa de carga se mantiene a 1,5 C. Cuando el valor de SOC de la batería aumenta cada 5 % como resultado de la carga, la corriente de la batería aumenta (o disminuye) en 1,4 C y permanece durante 8 segundos. Se pueden obtener diferentes puntos de datos seleccionando diferentes primeras duraciones preestablecidas. Los puntos de datos obtenidos y el resultado determinante se muestran en la Figura 19.

35 La primera duración preestablecida se establece a 3 segundos, 8 segundos y 5 segundos, respectivamente. Como puede observarse en la Figura 19, en las tres circunstancias descritas anteriormente, cerca de un valor de SOC del 70 %, las pendientes adyacentes cumplen la condición de que la primera pendiente en las pendientes adyacentes es mayor que 0 y la última pendiente es menor que 0, lo que indica que la batería de litio tiene anomalías. Además, al
40 desmontar la batería de litio, se concluye que la batería de litio tiene una anomalía. La conclusión es consistente con el resultado determinante del método de determinación proporcionado en esta realización de esta solicitud.

45 Por lo tanto, tanto la primera duración preestablecida como un punto de inicio de la misma pueden establecerse de acuerdo con las condiciones de uso reales del usuario, y pueden usarse para determinar si la batería de litio tiene anomalías.

La Figura 20 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud. Como se muestra en la Figura 20, el dispositivo 2000 para detectar anomalías de una batería de litio incluye una primera unidad de obtención 2001, una segunda unidad de obtención
50 2002 y una unidad de determinación 2003. La primera unidad de obtención 2001 está configurada para obtener un valor de SOC de la batería de litio en un proceso de carga, donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería. La segunda unidad de obtención 2002 está configurada para cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada.
55 La unidad de determinación 2003 está configurada para determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio tiene anomalías; la señal de respuesta es una señal de tensión; la segunda unidad de obtención 2002 está configurada para obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la
60 primera duración preestablecida, la primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez; la unidad de determinación 2003 está configurada para obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión, y determinar si la batería de litio 102 tiene anomalías basándose en el valor de variación de tensión.

65

La realización del dispositivo y la realización del método se basan en el mismo concepto. Por lo tanto, el contenido de la realización del dispositivo se puede obtener haciendo referencia a la realización del método siempre que el contenido no entre en conflicto entre sí, y los detalles se omiten en este punto.

5 La Figura 21 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con una realización de esta solicitud, que no forma parte de la invención. Como se muestra en la Figura 21, el dispositivo 2100 para detectar anomalías de una batería de litio incluye uno o más procesadores 2101 y una memoria 2102. En la Figura 21, se usa un procesador 2101 como ejemplo.

10 El procesador 2101 y la memoria 2102 pueden estar conectados mediante un bus o por otros medios. En la Figura 21, se usa como ejemplo la conexión mediante un bus.

La memoria 2102, que sirve como medio de almacenamiento no volátil legible por ordenador, se puede usar para almacenar programas de software no volátiles y programas y módulos ejecutables por ordenador no volátiles, por ejemplo, instrucciones/módulos de programa (tales como las unidades mostradas en la Figura 20) correspondientes al método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con esta realización de esta solicitud. Al ejecutar los programas, instrucciones y módulos de software no volátiles almacenados en la memoria 2102, el procesador 2101 realiza diversas funciones y procesamiento de datos del dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio, es decir, implementa el método para detectar anomalías de una batería de litio en la realización del método anterior y las funciones de diversos módulos y unidades en la realización del dispositivo anterior.

La memoria 2102 puede incluir una memoria de acceso aleatorio de alta velocidad y puede incluir además una memoria no volátil, por ejemplo, al menos un dispositivo de almacenamiento en disco, un dispositivo de memoria flash u otros dispositivos de almacenamiento de estado sólido no volátiles. En algunas realizaciones, la memoria 2102 incluye opcionalmente memorias dispuestas de forma remota con respecto al procesador 2101. Las memorias remotas pueden estar conectadas al procesador 2101 mediante una red. Ejemplos de red incluyen, pero sin limitación, Internet, una intranet corporativa, una red de área local, una red de comunicaciones móviles y cualquier combinación de las mismas.

30 Las instrucciones/módulos del programa se almacenan en la memoria 2102. Cuando se ejecutan por uno o más procesadores 2101, las instrucciones/módulos de programa implementan el método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con cualquier realización del método descrito anteriormente, por ejemplo, implementan las etapas descritas anteriormente y mostradas en la Figura 2, Figura 5, Figura 7, Figura 11, Figura 13, y la Figura 15; y pueden implementar además las funciones de cada unidad mostrada en la Figura 20.

35 Una realización de esta solicitud proporciona además un sistema de gestión de batería, que incluye el dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con cualquier realización descrita anteriormente. El sistema de gestión de batería puede instalarse en un vehículo o similar para gestionar una batería.

40 Una realización de esta solicitud proporciona además un sistema de batería, que incluye una batería recargable y el sistema de gestión de batería de acuerdo con cualquier realización descrita anteriormente. El sistema de gestión de batería está configurado para gestionar la batería.

45 Una realización de esta solicitud proporciona además un vehículo eléctrico, que incluye un dispositivo de carga y descarga y el sistema de batería de acuerdo con cualquier realización descrita anteriormente. El dispositivo de carga y descarga está configurado para cargar una batería. Un sistema de gestión de batería en el sistema de batería puede controlar un valor de una corriente de carga que se usa por el dispositivo de carga y descarga para cargar la batería.

50 Una realización de esta solicitud proporciona además un medio de almacenamiento informático no volátil. El medio de almacenamiento informático almacena una instrucción ejecutable por ordenador. La instrucción ejecutable por ordenador se ejecuta por uno o más procesadores, por ejemplo, un procesador 2101 mostrado en la Figura 21. De esta manera, el uno o más procesadores pueden implementar el método para detectar anomalías de una batería de litio de acuerdo con cualquier realización del método descrito anteriormente, por ejemplo, implementan las etapas descritas anteriormente y mostradas en la Figura 2, Figura 5, Figura 7, Figura 11, Figura 13, y la Figura 15; y pueden implementar además las funciones de cada unidad mostrada en la Figura 20.

60 Las realizaciones de aparatos o dispositivos descritas anteriormente son meramente ilustrativas. Las unidades o módulos descritos como partes discretas pueden estar físicamente separados o no, y las partes mostradas como unidades o módulos pueden ser unidades físicas o no, y pueden estar ubicadas en una posición o distribuidas en una pluralidad de módulos o unidades de red. Una parte de o todos los módulos pueden seleccionarse de acuerdo con las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

65 De acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente, un experto en la materia comprende claramente que todas las realizaciones pueden implementarse usando software en combinación con una plataforma de hardware universal, o usando hardware. Basándose en un entendimiento de este tipo, las soluciones técnicas anteriores esencialmente o la parte que contribuye a la técnica relacionada se pueden implementar en forma de un producto de software. El

producto de software informático puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador tal como una ROM/RAM, un disco magnético o un disco óptico, y puede incluir varias instrucciones que hacen que un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor, un dispositivo de red o similar) para realizar los métodos descritos en las realizaciones anteriores o en algunas partes de las realizaciones.

5 Aunque esta aplicación se ha descrito con referencia a realizaciones ilustrativas, en la medida en que no exista ningún conflicto estructural, diversas características técnicas mencionadas en diversas realizaciones se pueden combinar de cualquier manera. Esta solicitud no está limitada por las realizaciones específicas divulgadas en el presente documento, sino que incluye todas las soluciones técnicas que caen dentro del alcance de las reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar anomalías de una batería de litio (102), que comprende:

- 5 obtener un valor de estado de carga, SOC, de la batería de litio (102) en un proceso de carga, en donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería;
cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y
obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada;
y
10 determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio (102) tiene anomalías;
en donde la señal de respuesta es una señal de tensión;
la determinación, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, de si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:
15 obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la primera duración preestablecida, en donde la primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;
20 obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión; y
determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio (102) tiene anomalías.

- 25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario comprende:
emitir una instrucción de cambio de corriente en el punto de tiempo correspondiente al valor de SOC arbitrario, para cambiar el valor de la corriente de carga, en donde la instrucción de cambio de corriente comprende una instrucción para cambiar el valor de la corriente de carga y una instrucción que indica el período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada.

- 30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario comprende:
cambiar el valor de la corriente de carga en puntos de tiempo correspondientes a al menos tres valores de SOC.

- 35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:
obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo valor de variación de tensión y un valor de SOC correspondiente; y
40 determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio (102) tiene anomalías.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:
45 obtener un primer valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga;
calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al primer valor de corriente, y registrar la relación como un N-ésimo primer valor de variación de resistencia;
obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo primer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y
50 determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio (102) tiene anomalías.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:
55 obtener un segundo valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;
calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al segundo valor de corriente, y registrar la relación como un N-ésimo segundo valor de variación de resistencia; y
60 obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo segundo valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y
determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio (102) tiene anomalías.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde determinar, basándose en el valor de variación de tensión, si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:

- obtener un tercer valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario antes de cada tiempo de cambio de la corriente de carga, y un cuarto valor de corriente de la corriente de carga en un punto de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;
- 5 calcular un valor absoluto de una diferencia entre el tercer valor de corriente y el cuarto valor de corriente; y
calcular una relación del N-ésimo valor de variación de tensión al valor absoluto, y registrar la relación como un N-ésimo tercer valor de variación de resistencia; y
obtener un N-ésimo punto de datos basándose en el N-ésimo tercer valor de variación de resistencia y un valor de SOC correspondiente; y
10 determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio (102) tiene anomalías.
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde determinar, basándose en el punto de datos, si la batería de litio (102) tiene anomalías comprende:
- 15 obtener una N-ésima pendiente entre un (N+1)-ésimo punto de datos y el N-ésimo punto de datos, y una (N+1)-ésima pendiente entre un (N+2)-ésimo punto de datos y el (N+1)-ésimo punto de datos; y
determinar, si la N-ésima pendiente es mayor que 0 y la (N+1)-ésima pendiente es menor que 0, que la batería de litio (102) tiene anomalías.
9. Un dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio (102), que comprende:
- 20 una primera unidad de obtención, configurada para obtener un valor de estado de carga, SOC, de la batería de litio (102) en un proceso de carga, en donde el valor de SOC es una relación de una capacidad restante de la batería a una capacidad nominal de la batería;
- 25 una segunda unidad de obtención, configurada para cambiar un valor de una corriente de carga en un punto de tiempo correspondiente a un valor de SOC arbitrario, y obtener una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada; y
una unidad de determinación, configurada para determinar, basándose en señales de respuesta en puntos de tiempo correspondientes a una pluralidad de valores de SOC, si la batería de litio (102) tiene anomalías;
30 en donde la señal de respuesta es una señal de tensión;
- la segunda unidad de obtención, configurada para obtener un primer valor de tensión en una N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo de inicio de una primera duración preestablecida, y obtener un segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión en un punto de tiempo final de la primera duración preestablecida, la primera duración preestablecida es un período de tiempo arbitrario dentro del período de tiempo de mantenimiento de la corriente de carga cambiada cada vez;
- 35 la unidad de determinación, configurada para obtener un N-ésimo valor de variación de tensión basándose en un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de tensión y el segundo valor de tensión en la N-ésima señal de tensión, y determinar si la batería de litio (102) tiene anomalías basándose en el valor de variación de tensión.
10. Un sistema de gestión de batería (101), que comprende el dispositivo para detectar anomalías de una batería de litio (102) de acuerdo con la reivindicación 9.
- 40 11. Un sistema de batería, que comprende una batería recargable y el sistema de gestión de batería (101) de acuerdo con la reivindicación 10.
- 45 12. Un vehículo eléctrico (10), que comprende un dispositivo de carga y descarga y el sistema de batería de acuerdo con la reivindicación 11.

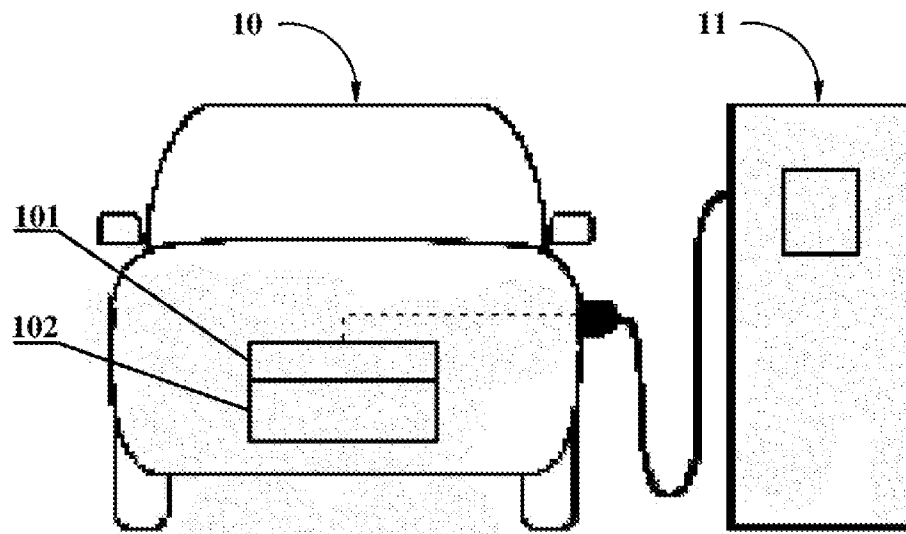


FIG. 1

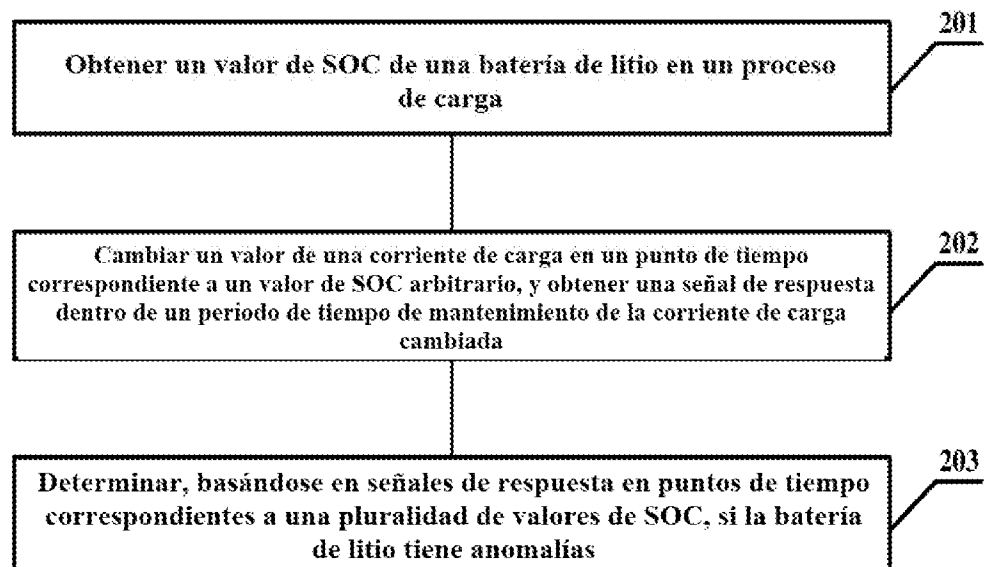


FIG. 2

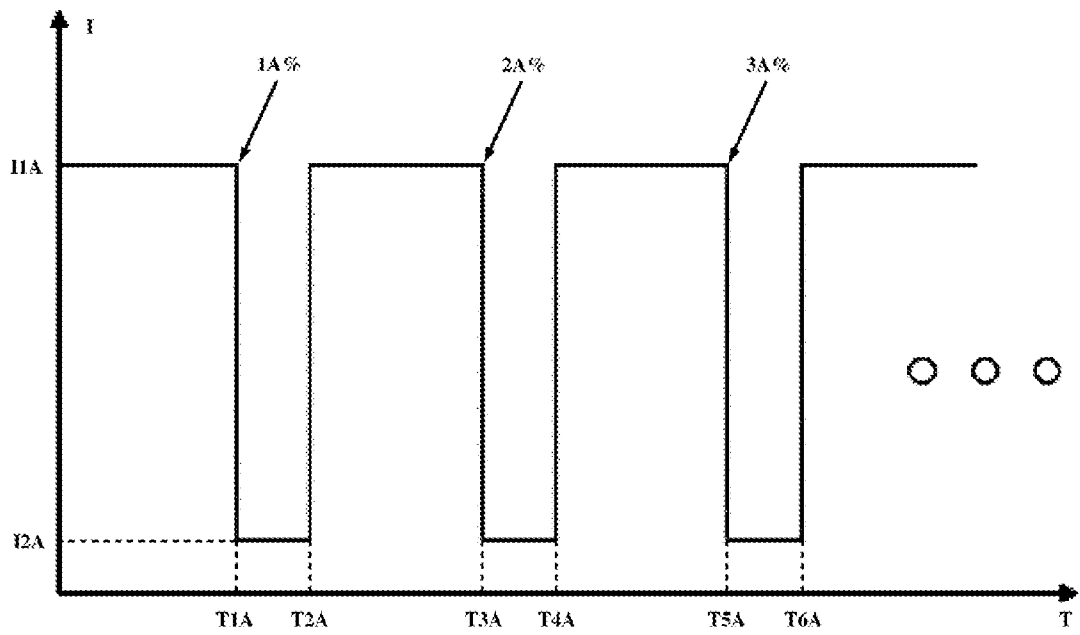


FIG. 3a

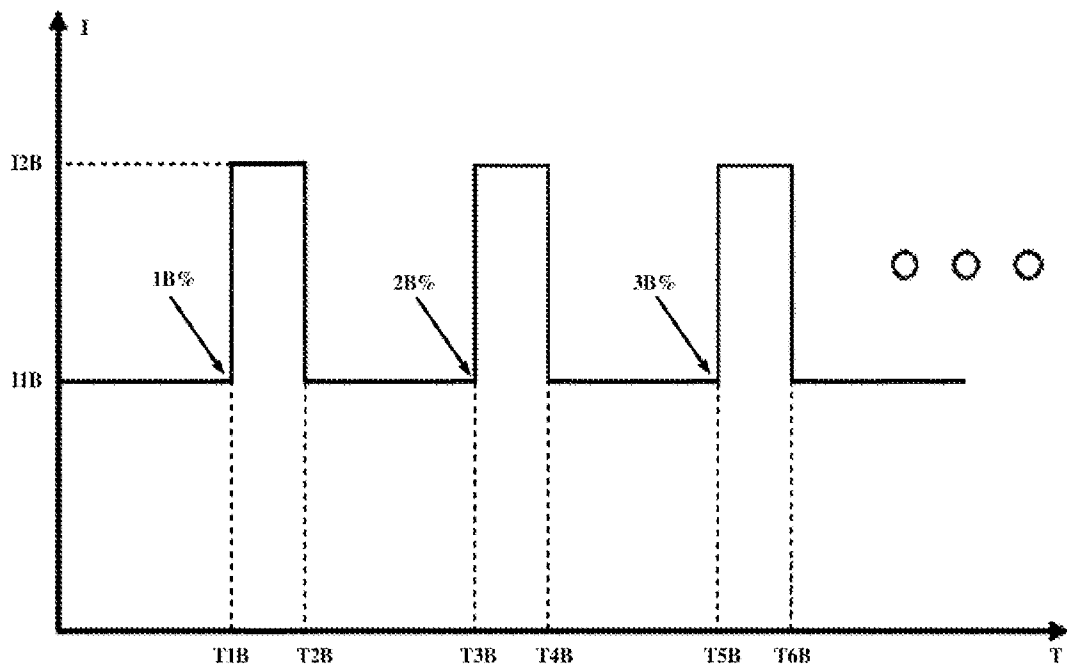


FIG. 3b

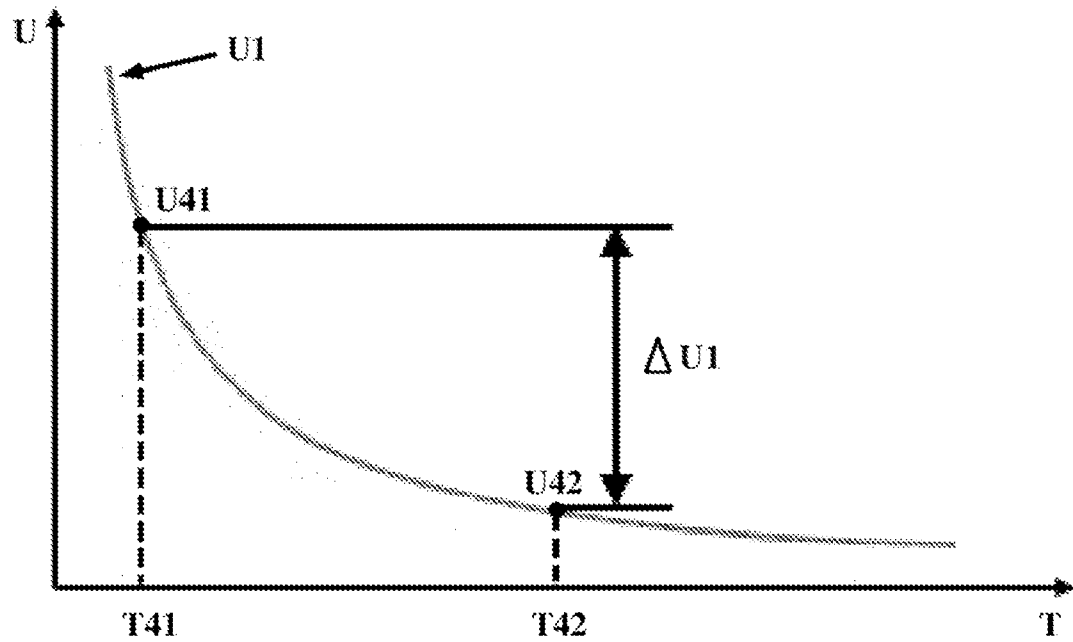


FIG. 4

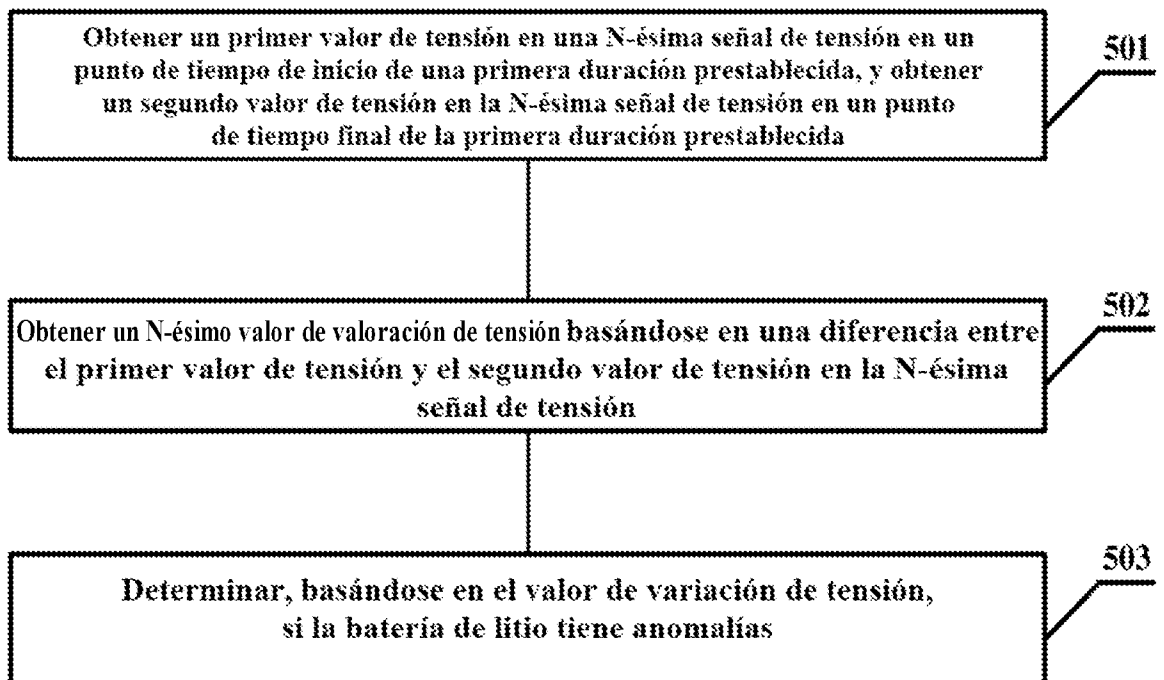


FIG. 5

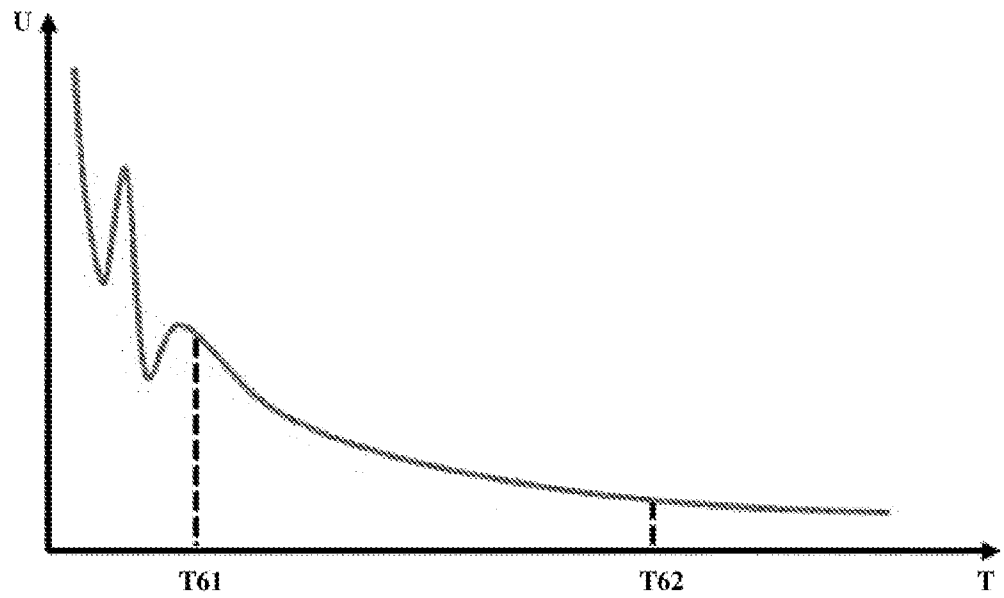


FIG. 6

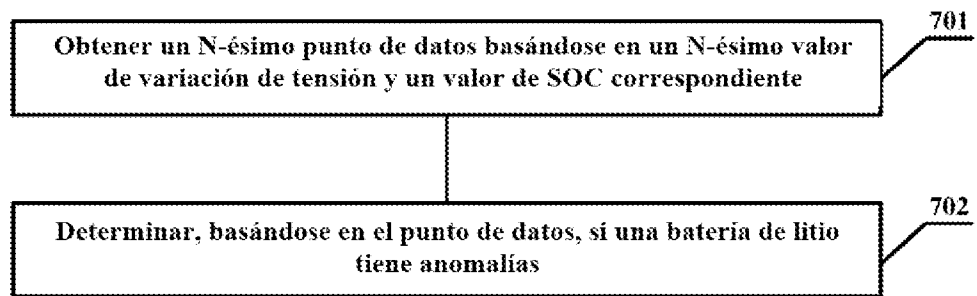


FIG. 7

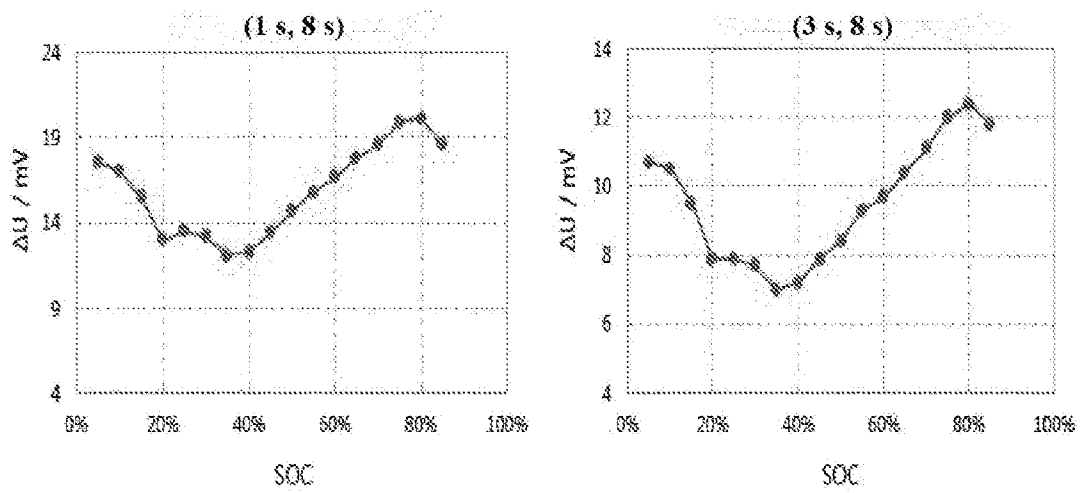


FIG. 8

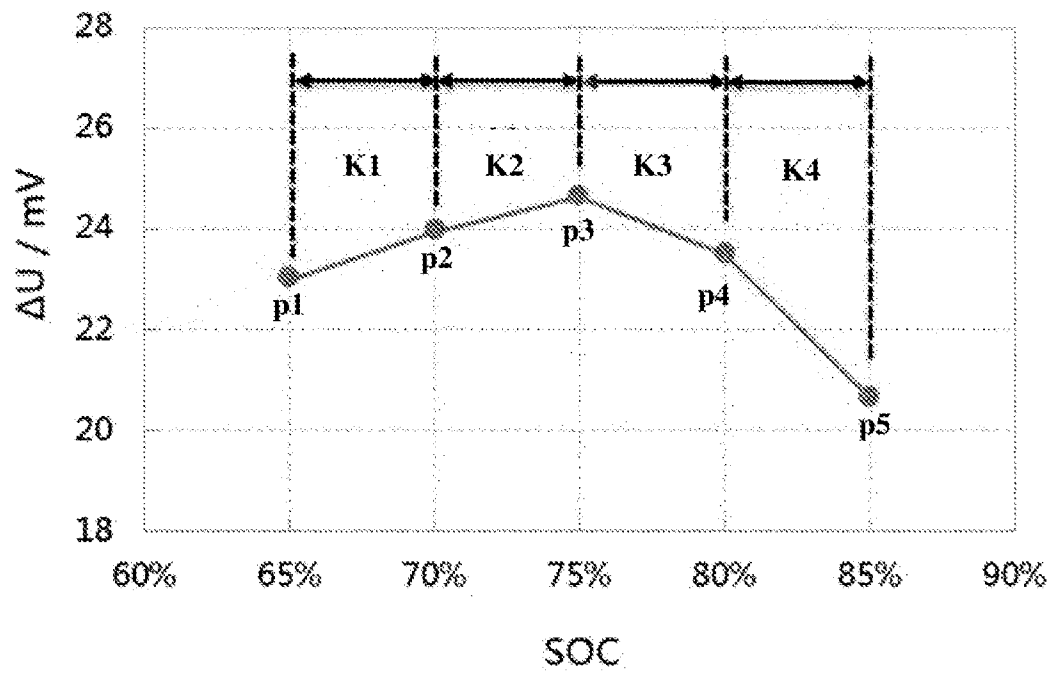


FIG. 9a

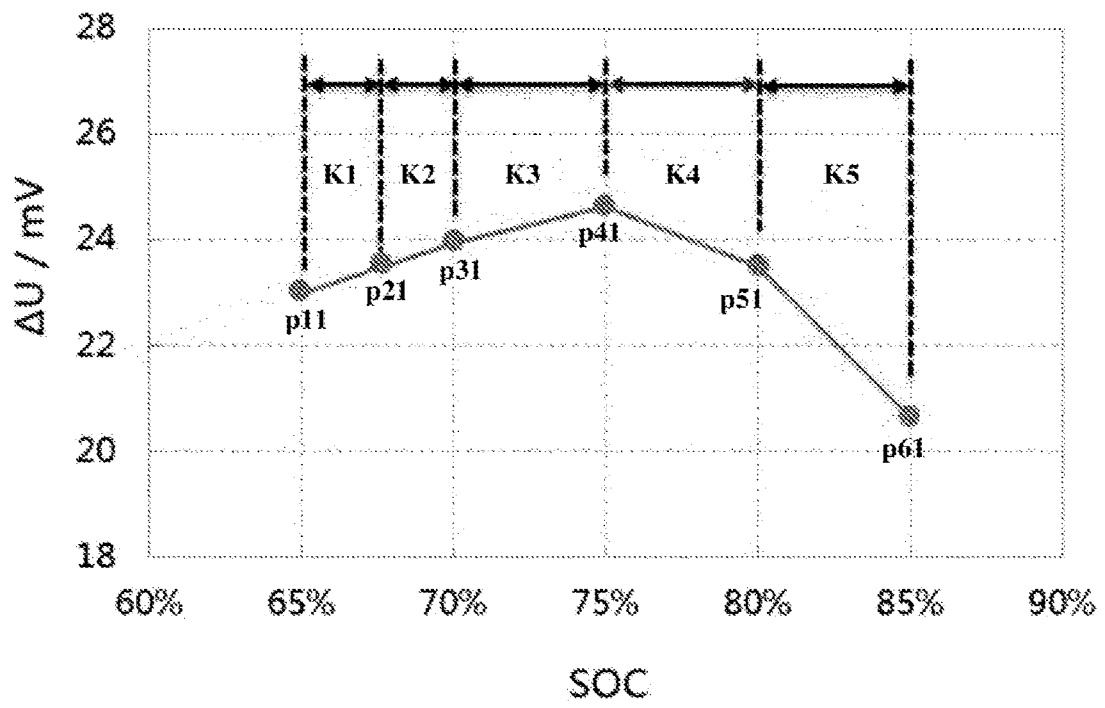


FIG. 9b

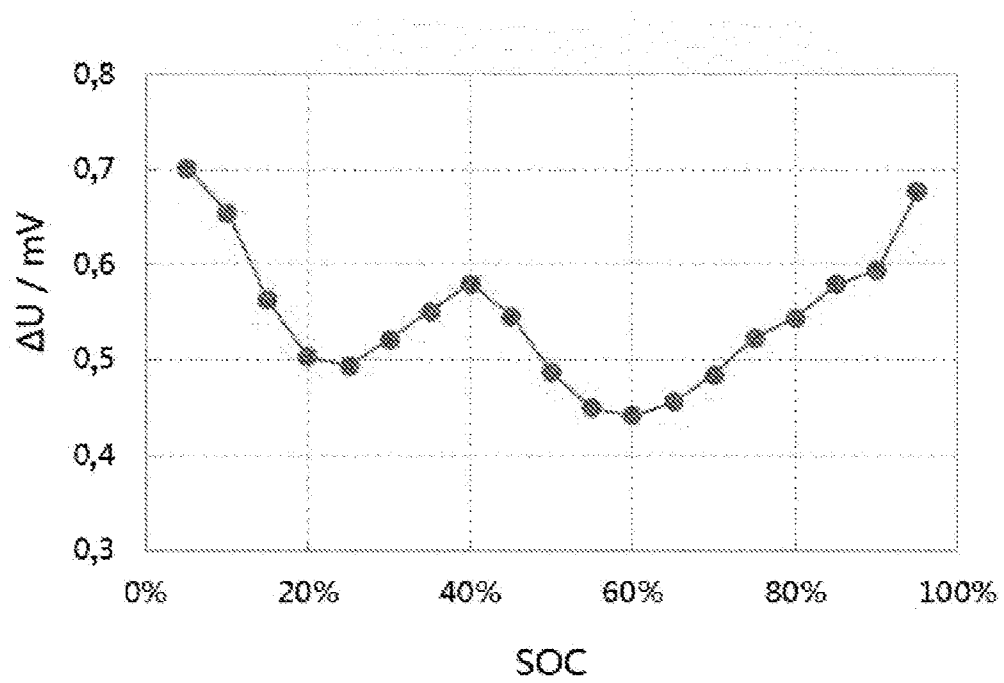


FIG. 10

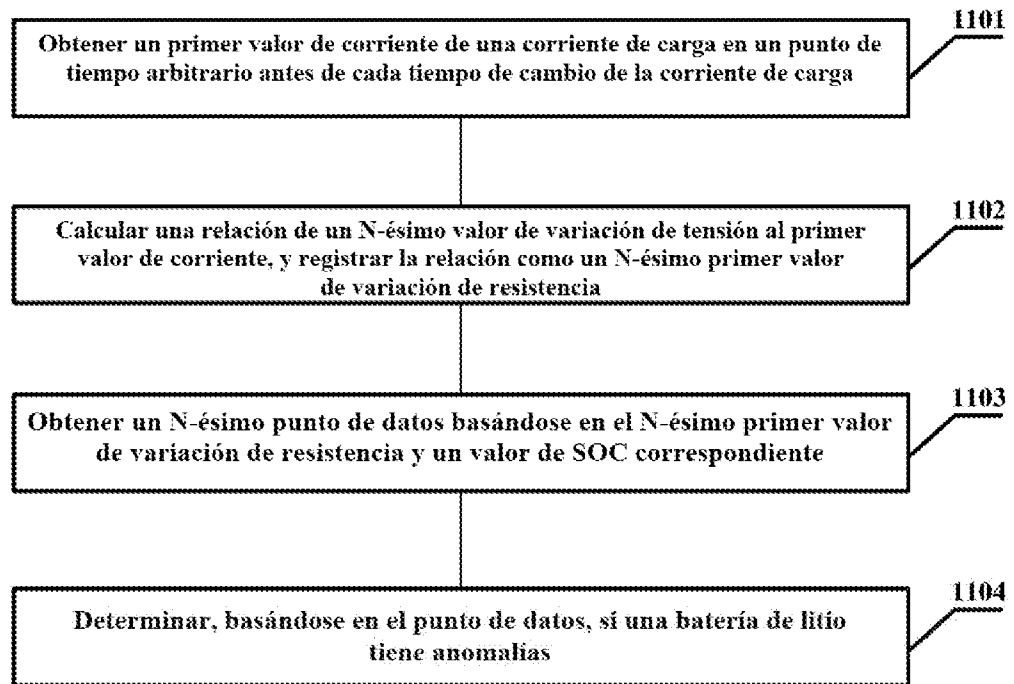


FIG. 11

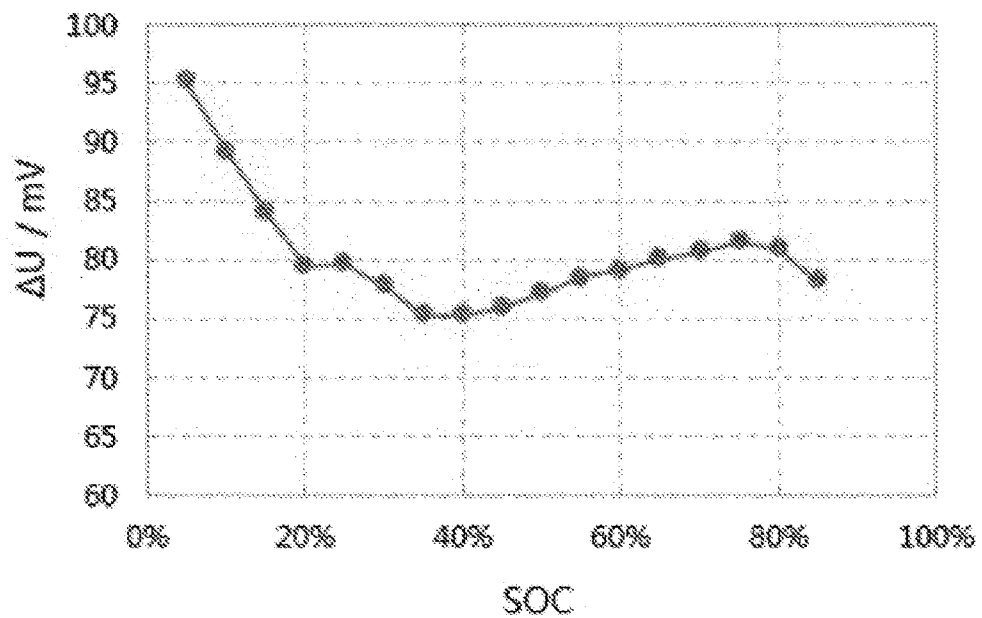


FIG. 12a

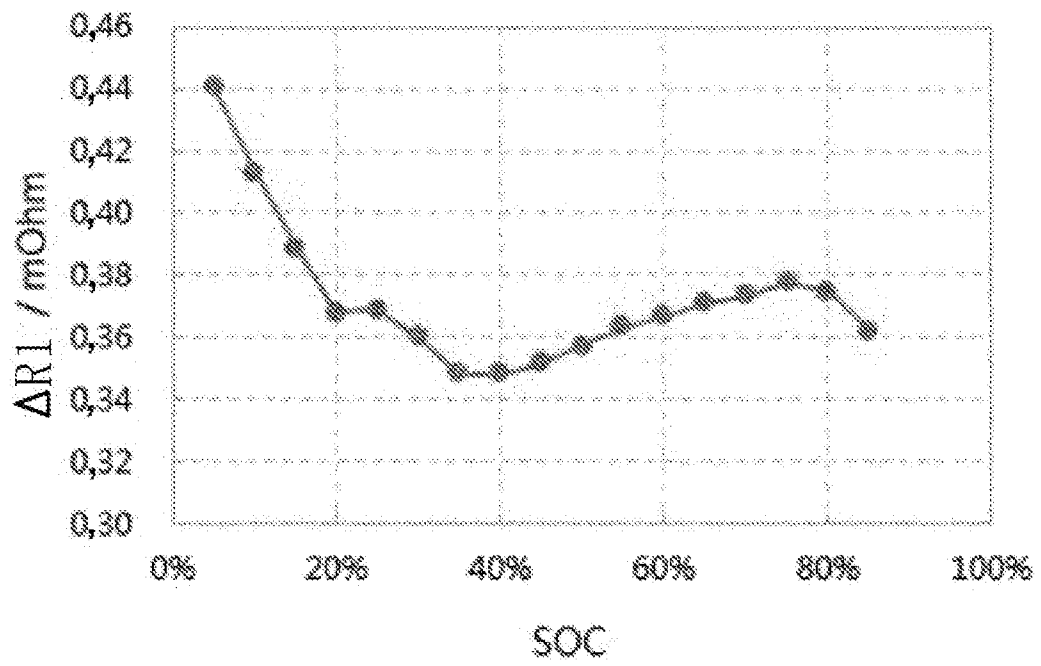


FIG. 12b

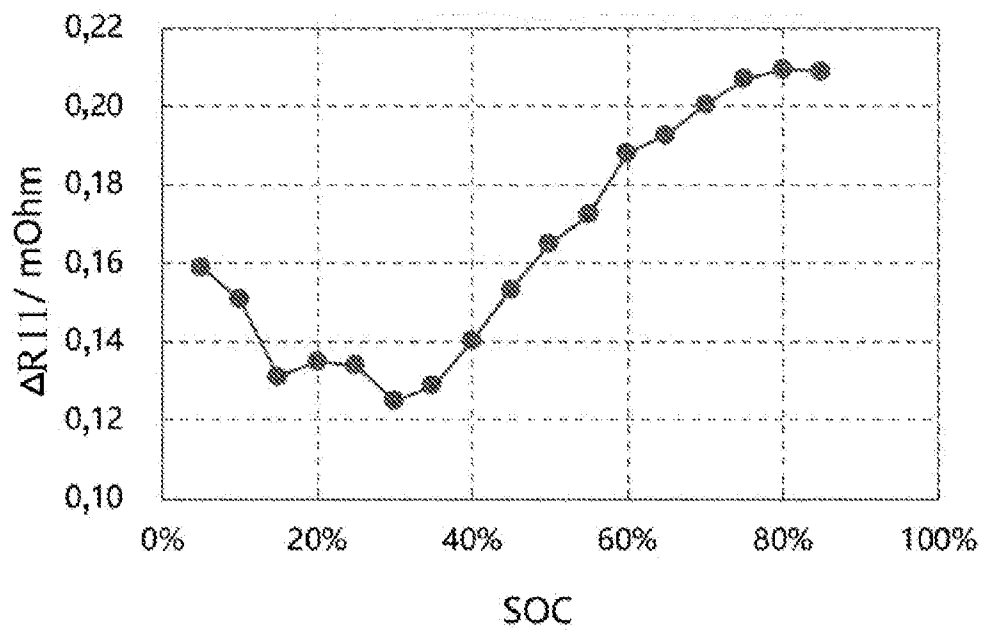


FIG. 12c

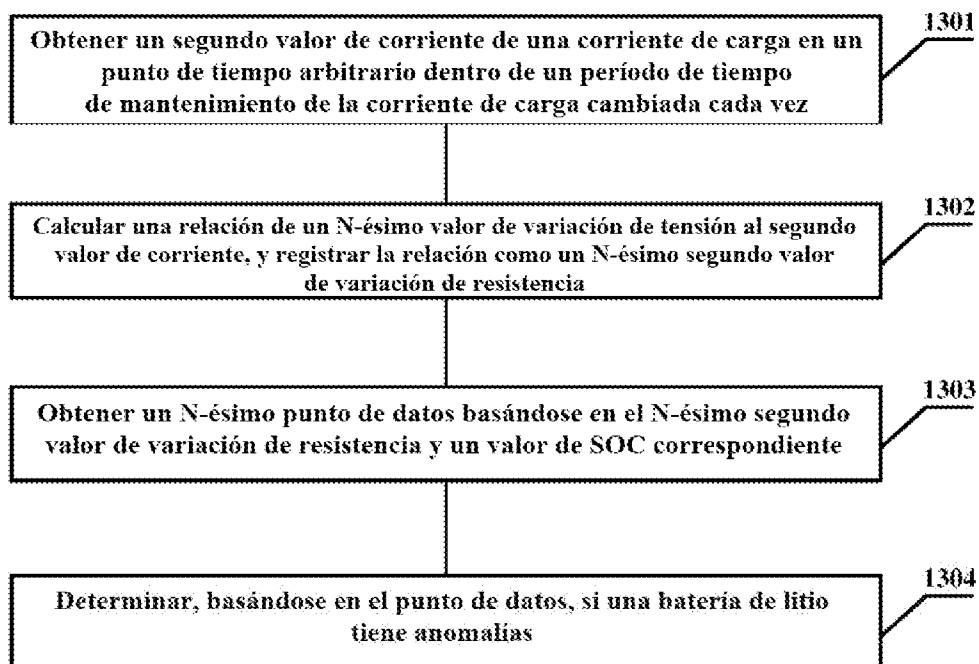


FIG. 13

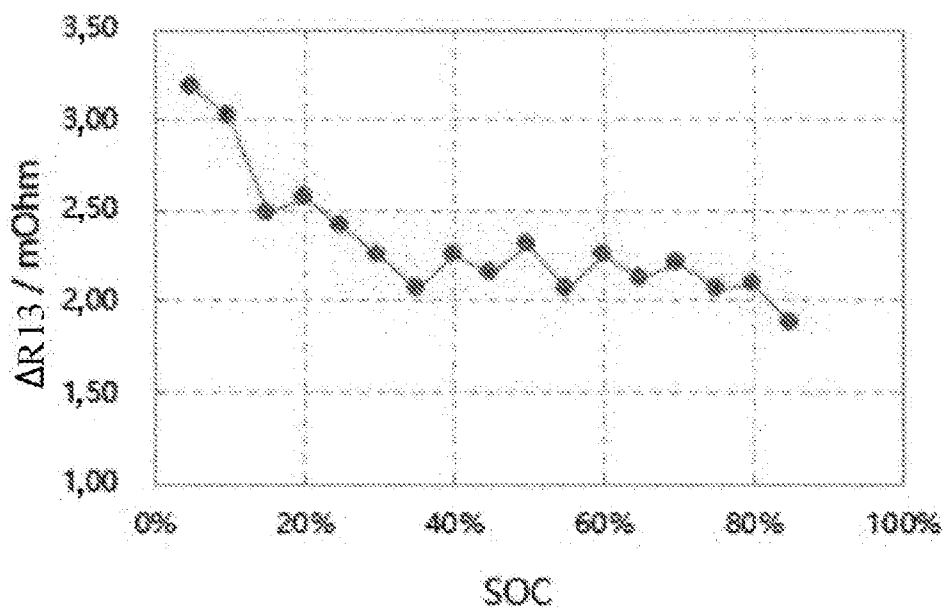


FIG. 14

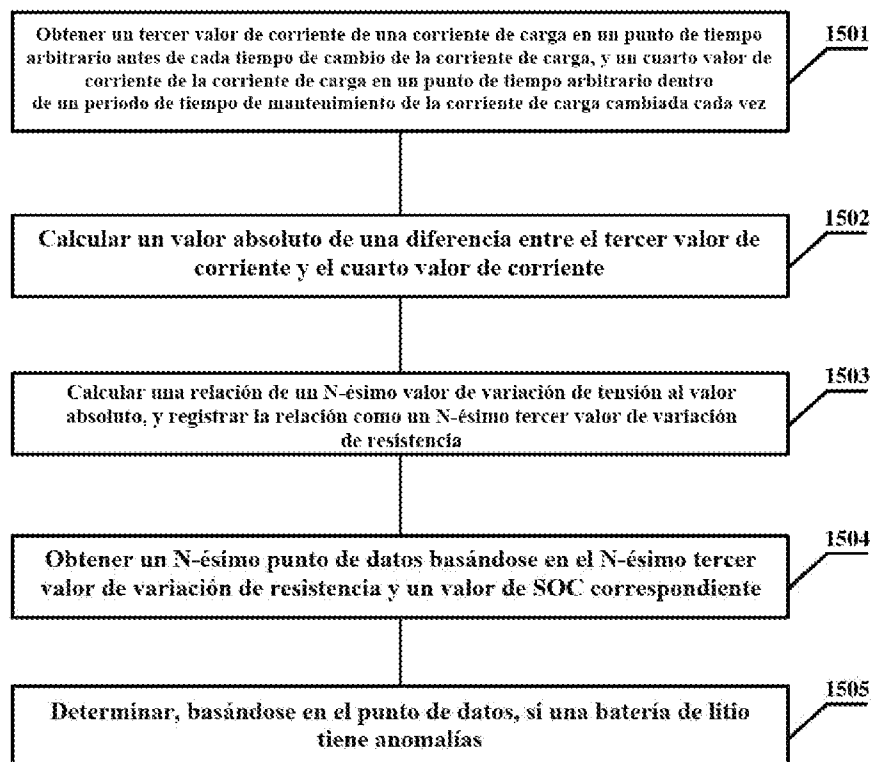


FIG. 15

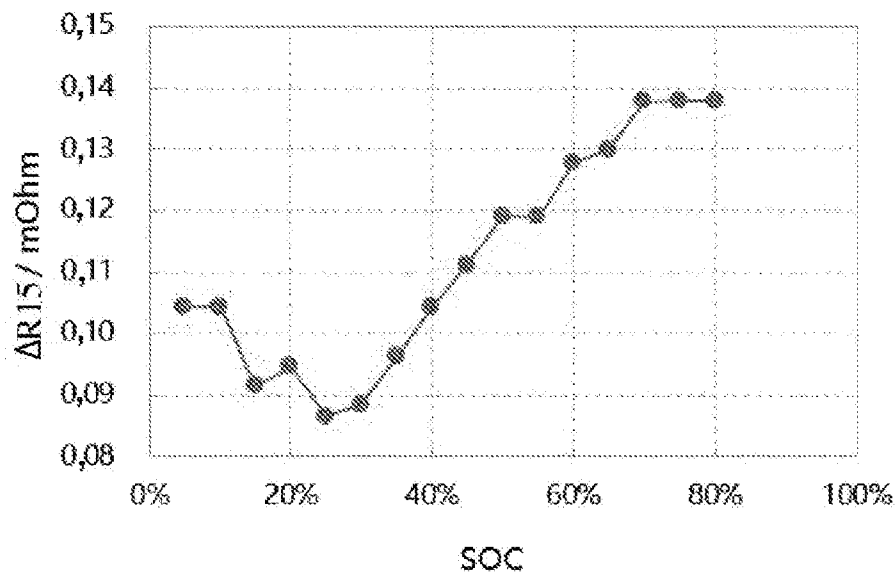


FIG. 16

Número de serie	Tasa de carga	ΔU varía con SOC	¿Se muestra anomalía mediante una señal?	¿Se muestra anomalía mediante desmontaje?
1	0,3 C	ΔU frente a SoC (0-8 s)	No	No
2	0,5 C	ΔU frente a SoC (0-8 s)	No	No
3	1,0 C	ΔU frente a SoC (0-8 s)	Sí	Sí

FIG. 17

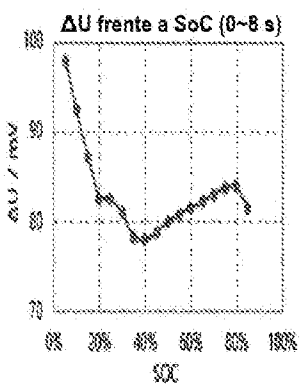
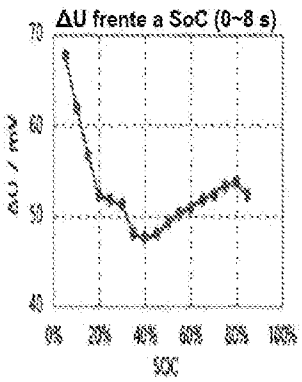
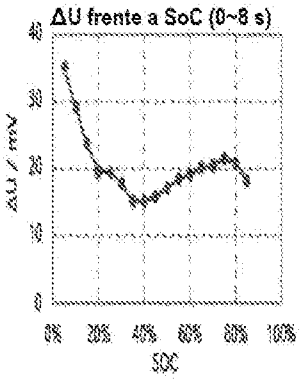
Número de serie	Pulso añadido	ΔU varía con SOC	Se muestra anomalía mediante una señal?	Se muestra anomalía mediante desmontaje?
1	Parada de 8 s	 ΔU frente a SoC (0~8 s)	Si	Si
1	1,1 C 8 s	 ΔU frente a SoC (0~8 s)	Si	Si
3	1,0 C 8 s	 ΔU frente a SoC (0~8 s)	Si	Si

FIG. 18

Número de serie	Intervalo de tiempo de una señal	ΔU varía con SOC	¿Se muestra anomalía mediante una señal?	¿Se muestra anomalía mediante desmontaje?
1	0-3 s	ΔU frente a SoC (0-3 s)	Sí	Sí
2	0-8 s	ΔU frente a SoC (0-8 s)	Sí	Sí
3	3-8 s	ΔU frente a SoC (3-8 s)	Sí	Sí

FIG. 19

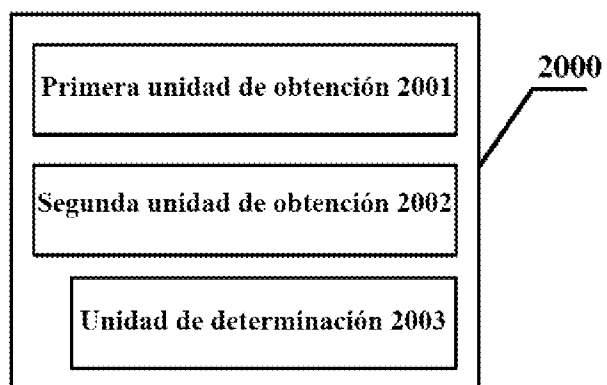


FIG. 20

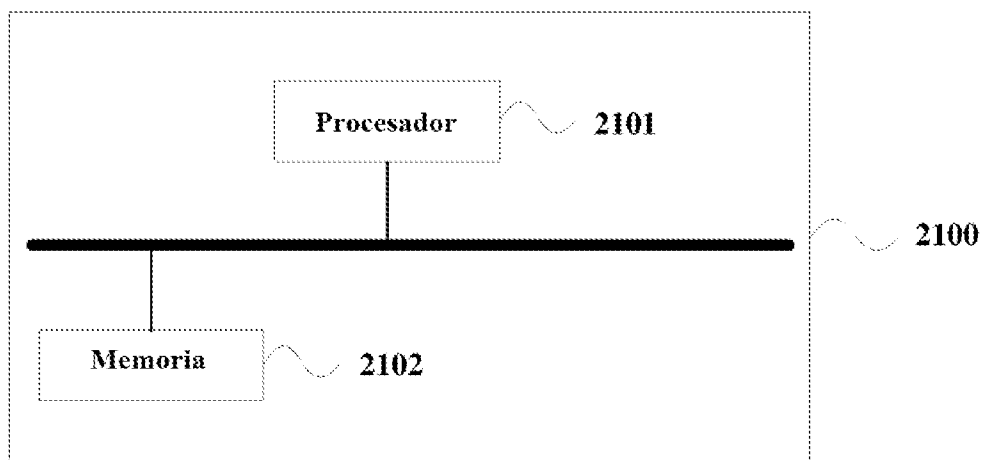


FIG. 21