

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 986 504**

(51) Int. Cl.:

G01R 31/392 (2009.01)

G01R 31/3842 (2009.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2020 PCT/KR2020/006047**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2020 WO20231086**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2020 E 20806580 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2024 EP 3913385**

(54) Título: **Aparato y método para determinar el grado de degradación de la batería y de la batería que comprende el aparato**

(30) Prioridad:

14.05.2019 KR 20190056467

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

11.11.2024

(73) Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR**

(72) Inventor/es:

**CHA, A-MING y
BAE, YOON-JUNG**

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 986 504 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

Aparato y método para determinar el grado de degradación de la batería y de la batería que comprende el aparato

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a la tecnología para determinar el grado de degradación de una batería.

10 Antecedentes de la invención

15 Recientemente, se ha producido un aumento espectacular de la demanda de productos electrónicos portátiles como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles, y con el amplio desarrollo de vehículos eléctricos, acumuladores para el almacenamiento de energía, robots y satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que puedan recargarse repetidamente.

20 En la actualidad, las baterías disponibles comercialmente incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-zinc, baterías de litio y similares, y entre ellas, las baterías de litio tienen poco o ningún efecto memoria, por lo que están ganando más atención que las baterías basadas en níquel por sus ventajas de que la recarga puede hacerse cuando sea conveniente, la tasa de autodescarga es muy baja y la densidad energética es alta.

25 El grado de degradación de una batería se determina a partir de una curva de capacidad que indica una correlación entre la tensión y la capacidad restante de la batería. Sin embargo, en la curva de capacidad, hay un intervalo de capacidad restante en el que no se observan claramente los cambios de tensión, por lo que es difícil determinar con precisión el grado de degradación de la batería.

30 Para superar la desventaja de la curva de capacidad, el grado de degradación de la batería puede determinarse a partir de una curva de tensión diferencial de la batería utilizando el análisis de tensión diferencial (DVA). Sin embargo, la curva de tensión diferencial adquirida realizando sólo uno de los procesos de carga y el proceso de descarga de la batería no incluye suficiente información sobre las características de histéresis de la batería.

Otros antecedentes de la técnica se describen en US 2016/195589 A1, JP 2019-056595 Ay JP 2014-007025 A.

35 Divulgación

Problema técnico

40 La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación está dirigida a proporcionar un aparato, un método y una batería para determinar un grado de degradación de una batería utilizando tanto una curva de capacidad diferencial adquirida del proceso de carga de la batería como una curva de capacidad diferencial adquirida del proceso de descarga de la batería.

45 Estos y otros objetos y ventajas de la presente divulgación pueden entenderse por la siguiente descripción y serán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. Además, se comprenderá fácilmente que los objetos y ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios expuestos en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de los mismos.

Solución técnica

50 Un aparato para determinar un grado de degradación de una batería de acuerdo con la reivindicación 1 comprende una unidad de detección configurada para generar una primera información de detección que indica una tensión y una corriente de la batería para un primer periodo durante el cual la batería se carga con una primera corriente constante y una segunda información de detección que indica una tensión y una corriente de la batería para un segundo periodo durante el cual la batería se descarga con una segunda corriente constante, y una unidad de control acoplada operativamente a la unidad de detección. La unidad de control está configurada para determinar una primera curva de capacidad diferencial de la batería basándose en la primera información de detección. La unidad de control está configurada para detectar, como primer punto característico de carga, un pico situado en un primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial. La unidad de control está configurada para determinar una segunda curva de capacidad diferencial de la batería basándose en la segunda información de detección. La unidad de control está configurada para detectar, como primer punto característico de descarga, un pico situado en el primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la segunda curva de capacidad diferencial. La unidad de control está configurada para determinar el grado de degradación de la batería basándose en un primer valor característico de carga y un primer valor característico de descarga. El primer valor de característica de carga es un valor de tensión del primer punto de característica de carga. El primer valor de característica de descarga es un valor de tensión del primer punto de característica de descarga.

5 La unidad de control puede estar configurada para determinar un primer valor de diferencia principal que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y el primer valor de característica de descarga. La unidad de control puede estar configurada para determinar el grado de degradación de la batería a partir de una primera tabla de datos que registra una correlación entre el primer valor de diferencia principal y el grado de degradación, utilizando el primer valor de diferencia principal como índice.

10 Cuando el número predeterminado es 2 o mayor, la unidad de control puede estar configurada para determinar, como segundo punto característico de carga, un pico situado en un segundo orden predeterminado entre el número predeterminado de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial. La unidad de control puede estar configurada para determinar, como segundo punto característico de descarga, un pico situado en el segundo orden predeterminado entre el número predeterminado de picos situados en la segunda curva de capacidad diferencial. La unidad de control puede estar configurada para determinar un segundo valor de diferencia principal que indique un valor absoluto de una diferencia entre un segundo valor de característica de carga y un segundo valor de característica de descarga. El segundo valor de característica de carga es un valor de tensión del segundo punto de característica de carga. El segundo valor de característica de descarga es un valor de tensión del segundo punto de característica de descarga.

15

20 Cuando el número predeterminado es 2, la unidad de control puede estar configurada para determinar un primer factor de degradación utilizando la siguiente ecuación:

[E][Ecuación]

$$F_{deg} = \sum_{i=1}^2 (\Delta V_i \times \alpha_i)$$

25 donde ΔV_i es un i -ésimo valor de diferencia principal, α_i es un i -ésimo peso predeterminado, y F_{deg} es el primer factor de degradación. La unidad de control puede estar configurada para determinar el grado de degradación de la batería a partir de una segunda tabla de datos que registra una correlación entre el primer factor de degradación y el grado de degradación, utilizando el primer factor de degradación como índice.

30 La unidad de control puede estar configurada para determinar un primer valor de sub-diferencia que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y un primer valor de característica de carga inicial. La unidad de control puede estar configurada para determinar un segundo valor de sub-diferencia que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de la característica de descarga y un primer valor inicial de la característica de descarga. La unidad de control puede estar configurada para determinar el grado de degradación de la batería basándose en el primer valor de sub-diferencia y el segundo valor de sub-diferencia.

35

40 La unidad de control puede estar configurada para determinar, como segundo factor de degradación, una suma de un producto del primer valor de subdiferencia y un primer coeficiente de transformación y un producto del segundo valor de subdiferencia y un segundo coeficiente de transformación. La unidad de control puede estar configurada para determinar el grado de degradación de la batería a partir de una tercera tabla de datos que registra una correlación entre el segundo factor de degradación y el grado de degradación, utilizando el segundo factor de degradación como índice.

Una batería según otro aspecto de la presente divulgación comprende el aparato.

45 Un método para determinar un grado de degradación de una batería de acuerdo con la reivindicación 9 comprende adquirir una primera información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería para un primer periodo durante el cual la batería se carga con una primera corriente constante, adquirir una segunda información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería para un segundo periodo durante el cual la batería se descarga con una segunda corriente constante, determinar una primera curva de capacidad diferencial de la batería a partir de la primera información de detección, determinar una segunda curva de capacidad diferencial de la batería a partir de la segunda información de detección, detectar un primer punto característico de carga a partir de la primera curva de capacidad diferencial, detectar un primer punto característico de descarga a partir de la segunda curva de capacidad diferencial, y determinar el grado de degradación de la batería a partir de un primer valor característico de carga y un primer valor característico de descarga. El primer valor de característica de carga es un valor de tensión del primer punto de característica de carga. El primer valor de característica de descarga es un valor de tensión del primer punto de característica de descarga.

50

55 La determinación del grado de degradación de la batería puede comprender la determinación de un primer valor de diferencia principal que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y el primer valor de característica de descarga, y la determinación del grado de degradación de la batería a partir de una primera tabla de datos que registre una correlación entre el primer valor de diferencia principal y el

grado de degradación, utilizando el primer valor de diferencia principal como índice.

Efectos ventajosos

- 5 Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible determinar un grado de
degradación de una batería utilizando tanto una curva de capacidad diferencial adquirida a partir del proceso de
carga de la batería como una curva de capacidad diferencial adquirida a partir del proceso de descarga de la
batería. Las características de histéresis de la batería tienen una fuerte correlación con el grado de degradación
de la batería, por lo que es posible determinar el grado de degradación de la batería con mayor precisión cuando
se utilizan las dos curvas de capacidad diferencial que cuando sólo se utiliza una curva de capacidad diferencial.
- 10 Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los mencionados, y éstos y otros efectos serán claramente
comprendidos por los expertos en la materia a partir de las reivindicaciones adjuntas.

15 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la descripción
detallada de la invención descrita anteriormente, sirven para proporcionar una mayor comprensión de los aspectos
técnicos de la presente divulgación y, por lo tanto, la presente divulgación no se debe interpretar como limitada los
dibujos.

- 20 La FIGURA 1 es un diagrama que ilustra la configuración de una batería según una realización de la presente
divulgación.
- 25 La FIGURA 2 es un gráfico que ilustra una curva de capacidad de una batería cuando ésta se encuentra al principio
de su vida útil.
- 30 La FIGURA 3 es un gráfico que ilustra una curva de capacidad diferencial determinada a partir de la curva de
capacidad de la FIGURA 2.
- 35 La FIGURA 4 es un gráfico que ilustra una curva de capacidad diferencial de una batería cuando ésta al principio
de su vida útil se degrada.
- La FIGURA 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un grado de degradación de una
batería según una primera realización de la presente divulgación.
- La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un grado de degradación de una
batería según una segunda realización de la presente divulgación.
- La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un grado de degradación de una
batería según una tercera realización de la presente divulgación.

Descripción detallada

40 A continuación, se describirán en detalle realizaciones preferidas de la presente divulgación con referencia a los
dibujos adjuntos. Antes de la descripción, debe entenderse que los términos o palabras utilizados en la
especificación y en las reivindicaciones anexas no deben interpretarse como limitados a los significados generales
y de diccionario, sino interpretados en base a los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos
de la presente divulgación sobre la base del principio de que se permite al inventor definir los términos
adequadamente para su mejor explicación.

- 45 Por lo tanto, las realizaciones descritas en la presente y las ilustraciones mostradas en los dibujos son sólo una
realización más preferida de la presente divulgación, pero no pretenden describir completamente los aspectos
técnicos de la misma, por lo que debe entenderse que podrían haberse realizado una variedad de otras
equivalencias y modificaciones de la misma en el momento en que se presentó la solicitud.

50 Los términos que incluyen el número ordinal, como "primero", "segundo" y similares, se utilizan para distinguir un
elemento de otro entre varios elementos, pero no pretenden limitar los elementos por los términos.

- 55 A menos que el contexto indique claramente lo contrario, se entenderá que el término "comprende", cuando se
utiliza en esta especificación, especifica la presencia de los elementos indicados, pero no excluye la presencia o
adicción de otro u otros elementos. Además, el término "unidad de control", tal como se utiliza en la presente, se
refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y puede implementarse mediante
hardware o software solo o en combinación.

60 Además, a lo largo de la especificación, se entenderá además que cuando se hace referencia a un elemento como
"conectado a" otro elemento, puede estar directamente conectado al otro elemento o pueden estar presentes
elementos intermedios.

- 65 La FIGURA 1 es un diagrama que ilustra la configuración de una batería según una realización de la presente
divulgación.

En referencia a la FIGURA 1, la batería 10 está prevista para ser instalada en un sistema eléctrico 1 (por ejemplo, un vehículo eléctrico), e incluye una batería B, un interruptor SW y un aparato 100.

- 5 Los terminales positivo y negativo de la batería B están conectados eléctricamente al aparato 100. La batería B incluye al menos una celda unitaria. La célula unitaria puede ser, por ejemplo, una batería de iones de litio. El tipo de célula unitaria no se limita a la batería de iones de litio, y puede utilizarse como célula unitaria cualquier otro tipo de célula de batería que pueda recargarse repetidamente.
- 10 El interruptor SW está instalado en una vía de corriente para la carga y descarga de la batería B. Mientras el interruptor SW está encendido, la batería B puede cargarse y descargarse. El interruptor SW puede ser un relé mecánico que se activa o desactiva por la fuerza magnética de una bobina o un interruptor semiconductor como un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido metálico (MOSFET). Mientras el interruptor SW está apagado, la carga y descarga de la batería B se detiene. El interruptor SW puede activarse en respuesta a una primera señal de conmutación. El interruptor SW puede apagarse en respuesta a una segunda señal de conmutación.
- 15 El aparato 100 está provisto para determinar un grado de degradación de la batería B. El grado de degradación puede ser un valor que aumenta a medida que la batería B se degrada.
- 20 El aparato 100 incluye una unidad de detección 110, una unidad de control 120 y una unidad de memoria 130. El aparato 100 puede incluir además al menos una de las siguientes unidades: una unidad de interfaz 140 y un controlador de interruptor 200.
- 25 La unidad de detección 110 incluye un sensor de tensión 111 y un sensor de corriente 112.
- 30 El sensor de tensión 111 está conectado eléctricamente al terminal positivo y al terminal negativo de la batería B. El sensor de tensión 111 está configurado para medir una tensión a través de la batería B en cada unidad de tiempo (por ejemplo, 0,01 s) mientras la batería B se carga o se descarga. El sensor de corriente 112 está instalado en una ruta de carga/descarga de la batería B. El sensor de corriente 112 está configurado para medir la corriente de la batería B en cada unidad de tiempo mientras la batería B se carga o se descarga.
- 35 La unidad de detección 110 está configurada para emitir información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B en cada unidad de tiempo a la unidad de control 120.
- 40 La unidad de control 120 está acoplada de forma operativa a al menos una de las unidades de detección 110, la unidad de memoria 130, la unidad de interfaz 140 y el controlador del interruptor 200.
- 45 Cuando se produce al menos uno de los acontecimientos predeterminados, la unidad de control 120 puede ordenar al controlador del interruptor 200 que encienda el interruptor SW. En otras situaciones, la unidad de control 120 puede ordenar al controlador del interruptor 200 que apague el interruptor SW.
- 50 La unidad de control 120 está configurada para almacenar datos que indican un historial de tensión, un historial de corriente y un historial de capacidad restante de la batería B en la unidad de memoria 130 basándose en la información de detección de la unidad de detección 110. El historial de un parámetro se refiere al cambio de la serie temporal del parámetro correspondiente durante un periodo determinado o específico. El historial de tensión, el historial de corriente y el historial de capacidad restante de la batería B pueden ser los correspondientes al mismo periodo o a periodos diferentes. La capacidad restante de la batería B indica una cantidad de carga almacenada en la batería B.
- 55 La unidad de control 120 determina una primera curva de capacidad y una segunda curva de capacidad de la batería B.
- 60 La primera curva de capacidad indica una correlación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante, adquirida para un periodo (en adelante, "primer periodo") durante el cual la batería B se carga con una corriente constante de un primer índice de corriente (por ejemplo, 0,02C) desde un primer estado de carga (SOC) (por ejemplo, 5%) o menos hasta un segundo SOC (por ejemplo, 95%) o más. La primera curva de capacidad se basa en la primera información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B en cada unidad de tiempo, emitida por la unidad de detección 110 para el primer periodo. La unidad de control 120 puede controlar el controlador del interruptor 200 para permitir que la corriente de carga de la primera tasa de corriente fluya a través de la batería B durante el primer periodo.
- 65

- La segunda curva de capacidad indica una correlación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante, adquirida para un periodo (en lo sucesivo denominado "segundo periodo") durante el cual la batería B se descarga con una corriente constante de una segunda tasa de corriente desde el segundo SOC o más hasta el primer SOC o menos. La segunda curva de capacidad se basa en la segunda información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B en cada unidad de tiempo, emitida por la unidad de detección 110 para el segundo periodo. La unidad de control 120 puede controlar el controlador del interruptor 200 para permitir que la corriente de descarga de la segunda tasa de corriente fluya a través de la batería B durante el segundo periodo. La segunda tasa de corriente puede ser igual o diferente de la primera.
- 5 La unidad de control 120 puede determinar un cambio de tensión dV y un cambio de capacidad restante dQ de la batería B en cada unidad de tiempo a partir de la primera curva de capacidad. La unidad de control 120 puede almacenar, en la unidad de memoria 130, un primer conjunto de datos que indique una correlación de la tensión V, la capacidad restante Q, el cambio de tensión dV y el cambio de capacidad restante dQ de la batería B en cada unidad de tiempo, determinada a partir de la primera curva de capacidad.
- 10 La unidad de control 120 puede determinar una primera curva de capacidad diferencial a partir del primer conjunto de datos. La primera curva de capacidad diferencial indica una relación entre la tensión V de la batería B durante el primer periodo y una relación dQ/dV entre el cambio de capacidad restante dQ de la batería B y el cambio de tensión dV de la batería B, y puede denominarse primera curva V-dQ/dV.
- 15 15 La unidad de control 120 puede determinar una segunda curva de capacidad diferencial a partir del segundo conjunto de datos. La segunda curva de capacidad diferencial indica una relación entre la tensión V de la batería B durante el segundo periodo y una relación dQ/dV entre el cambio de capacidad restante dQ de la batería B y el cambio de tensión dV de la batería B, y puede denominarse segunda curva V-dQ/dV.
- 20 20 La unidad de control 120 puede determinar un cambio de tensión dV y un cambio de capacidad restante dQ de la batería B en cada unidad de tiempo a partir de la segunda curva de capacidad. La unidad de control 120 puede almacenar, en la unidad de memoria 130, un segundo conjunto de datos que indique una correlación de la tensión V, la capacidad restante Q, el cambio de tensión dV y el cambio de capacidad restante dQ de la batería B en cada unidad de tiempo, determinada a partir de la segunda curva de capacidad.
- 25 25 La unidad de control 120 puede determinar una tercera curva de capacidad diferencial a partir del tercer conjunto de datos. La tercera curva de capacidad diferencial indica una relación entre la tensión V de la batería B durante el tercer periodo y una relación dQ/dV entre el cambio de capacidad restante dQ de la batería B y el cambio de tensión dV de la batería B, y puede denominarse tercera curva V-dQ/dV.
- 30 30 La unidad de memoria 130 está acoplada operativamente a la unidad de control 120. La unidad de memoria 130 puede estar también acoplada operativamente a la unidad de detección 110. La unidad de memoria 130 está configurada para almacenar la información de detección de la unidad de detección 110. La unidad de memoria 130 puede almacenar datos y programas necesarios para la operación de cálculo de la unidad de control 120. La unidad de memoria 130 puede almacenar datos que indiquen los resultados de la operación de cálculo realizada por la unidad de control 120.
- 35 35 La unidad de memoria 130 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento de tipo memoria flash, tipo disco duro, tipo disco de estado sólido (SSD), tipo unidad de disco de silicio (SDD), tipo microtarjeta multimedia, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria programable de sólo lectura con borrado eléctrico (EEPROM) y memoria programable de sólo lectura (PROM).
- 40 40 La unidad de interfaz 140 está configurada para soportar la comunicación por cable o inalámbrica entre la unidad de control 120 y un controlador de alto nivel 2 (por ejemplo, una unidad de control electrónico (ECU)) del sistema eléctrico 1. La comunicación por cable puede ser, por ejemplo, una comunicación de red de área de controlador (CAN), y la comunicación inalámbrica puede ser, por ejemplo, una comunicación Zigbee o Bluetooth. El protocolo de comunicación no se limita a un tipo concreto y puede incluir cualquier tipo de protocolo de comunicación que admita la comunicación por cable o inalámbrica entre la unidad de control 120 y el controlador de alto nivel 2. La unidad de interfaz 140 puede incluir un dispositivo de salida, como una pantalla o un altavoz, para proporcionar los resultados del proceso sobre el grado de degradación de la batería B realizado por la unidad de control 120 de forma que el usuario pueda reconocerlos. La unidad de interfaz 140 puede incluir un dispositivo de entrada como un ratón y un teclado para recibir una entrada de datos del usuario.
- 45 45 La FIGURA 2 es un gráfico que ilustra la curva de capacidad de la batería cuando ésta se encuentra al principio de su vida útil (BOL), y la FIGURA 3 es un gráfico que ilustra la curva de capacidad diferencial determinada a partir de la curva de capacidad de la FIGURA 2.
- 50 50 La capacidad máxima Q_{max} de la batería B puede ser la capacidad restante de la batería B cuando ésta está totalmente cargada, es decir, cuando el SOC de la batería B es del 100%. La capacidad máxima Q_{max} de la batería B disminuye gradualmente a medida que ésta se degrada.
- 55 55 La capacidad máxima Q_{max} de la batería B puede ser la capacidad restante de la batería B cuando ésta está totalmente cargada, es decir, cuando el SOC de la batería B es del 100%. La capacidad máxima Q_{max} de la batería B disminuye gradualmente a medida que ésta se degrada.
- 60 60 La capacidad máxima Q_{max} de la batería B puede ser la capacidad restante de la batería B cuando ésta está totalmente cargada, es decir, cuando el SOC de la batería B es del 100%. La capacidad máxima Q_{max} de la batería B disminuye gradualmente a medida que ésta se degrada.
- 65 65 La capacidad máxima Q_{max} de la batería B puede ser la capacidad restante de la batería B cuando ésta está totalmente cargada, es decir, cuando el SOC de la batería B es del 100%. La capacidad máxima Q_{max} de la batería B disminuye gradualmente a medida que ésta se degrada.

En referencia a la FIGURA 2, la curva de capacidad 201 indica una correlación entre la tensión V y la capacidad restante Q de la batería B, adquirida a través del proceso de carga de la batería B con una corriente constante de una tasa de corriente predeterminada con el SOC creciente de la batería B en BOL del 0% al 100%.

La curva de capacidad 202 indica una correlación entre la tensión V y la capacidad restante Q de la batería B, adquirida a través del proceso de descarga de la batería B con una corriente constante de una tasa de corriente predeterminada con el SOC decreciente de la batería B en BOL del 100% al 0%.

Debido a las características de histéresis de la batería B, una diferencia entre la tensión de la curva de capacidad 201 y la tensión de la curva de capacidad 202 a la misma capacidad restante es igual o mayor que un umbral predeterminado en al menos parte del intervalo de capacidad restante entre 0 y Q_{\max} .

En referencia a la FIGURA 3, la curva de capacidad diferencial 301 se determina a partir de una relación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante indicado por la curva de capacidad 201. La curva de capacidad diferencial 302 se determina a partir de una relación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante indicado por la curva de capacidad 202. Para facilitar la comprensión, la curva de capacidad diferencial 301 y la curva de capacidad diferencial 302 se muestran por encima y por debajo de $dQ/dV = 0 \text{ Ah/V}$ respectivamente.

El número total de picos P_{CL_1} , P_{CL_2} , P_{CL_3} situados en la curva de capacidad diferencial 301 y el número de picos P_{DL_1} , P_{DL_2} , P_{DL_3} situados en la curva de capacidad diferencial 302 pueden ser iguales. El número total de picos situados en cada una de la curva de capacidad diferencial 301 y la curva de capacidad diferencial 302 depende del material del electrodo, etc. de la batería B. Por consiguiente, el número total de picos situados en cada una de la curva de capacidad diferencial 301 y la curva de capacidad diferencial 302 puede ser constante, aunque la batería B se degrade. En lo sucesivo, supongamos que el número total de picos P_{CL_1} , P_{CL_2} , P_{CL_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 301 y el número total de picos P_{DL_1} , P_{DL_2} , P_{DL_3} situados en la curva de capacidad diferencial 302 es de 3 respectivamente.

La unidad de memoria 130 puede almacenar valores de características de carga (denominados "valores de características de carga iniciales") que indican los valores de tensión V_{CL_1} , V_{CL_2} , V_{CL_3} de los picos P_{CL_1} , P_{CL_2} , P_{CL_3} situados en la curva de capacidad diferencial 301, respectivamente.

La unidad de memoria 130 puede almacenar valores de características de descarga (denominados "valores iniciales de características de descarga") que indican los valores de tensión V_{DL_1} , V_{DL_2} , V_{DL_3} de los picos P_{DL_1} , P_{DL_2} , P_{DL_3} situados en la curva de capacidad diferencial 302, respectivamente.

El inventor reconoció el hecho de que las características de histéresis de la batería B se vuelven más severas a medida que la batería B se degrada a partir de los resultados de las pruebas de carga y descarga de una batería de las mismas especificaciones que la batería B.

La FIGURA 4 es un gráfico que ilustra la curva de capacidad diferencial de la batería cuando la batería en BOL se degrada.

En referencia a la FIGURA 4, la curva de capacidad diferencial 401 se determina a partir de una relación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante para el primer periodo. La curva de capacidad diferencial 402 se determina a partir de una relación entre el historial de tensión y el historial de capacidad restante para el segundo periodo. Para facilitar la comprensión, la curva de capacidad diferencial 401 y la curva de capacidad diferencial 402 se muestran por encima y por debajo de $dQ/dV = 0$.

La curva de capacidad diferencial 401 tiene el mismo número de picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} que los picos P_{CL_1} , P_{CL_2} , P_{CL_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 301. La curva de capacidad diferencial 402 tiene el mismo número de picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} que los picos P_{DL_1} , P_{DL_2} , P_{DL_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 302.

En la curva de capacidad diferencial 401, el pico P_{CD_1} , el pico P_{CD_2} y el pico P_{CD_3} están situados en orden ascendente de la capacidad restante. Los picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 401 corresponden a los picos P_{CL_1} , P_{CL_2} , P_{CL_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 301 respectivamente. Los picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} pueden denominarse "puntos característicos de carga", y los valores de tensión V_{CD_1} , V_{CD_2} , V_{CD_3} de los picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} pueden denominarse "valores característicos de carga".

En la curva de capacidad diferencial 402, el pico P_{DD_1} , el pico P_{DD_2} y el pico P_{DD_3} están situados en orden ascendente de la capacidad restante. Los picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 402 corresponden a los picos P_{DL_1} , P_{DL_2} , P_{DL_3} que aparecen en la curva de capacidad diferencial 302 respectivamente. Los picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} pueden denominarse "puntos característicos de descarga", y los

valores de tensión V_{DD_1} , V_{DD_2} , V_{DD_3} de los picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} pueden denominarse "valores característicos de descarga".

- En referencia a las FIGURAS 2 a 4, se puede observar que a medida que la batería B se degrada, (I) los valores característicos de carga de V_{CD_1} , V_{CD_2} , V_{CD_3} de los picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} situados en la curva de capacidad diferencial 401 aumentan a partir de los valores característicos de carga iniciales V_{CI_1} , V_{CI_2} , V_{CI_3} de los picos P_{CI_1} , P_{CI_2} , P_{CI_3} situados en el mismo orden en la curva de capacidad diferencial 301, y (II) los valores característicos de descarga V_{DD_1} , V_{DD_2} , V_{DD_3} de los picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} situados en la curva de capacidad diferencial 402 disminuyen a partir de los valores característicos de descarga iniciales V_{DI_1} , V_{DI_2} , V_{DI_3} de los picos P_{DI_1} , P_{DI_2} , P_{DI_3} situados en el mismo orden en la curva de capacidad diferencial 302. Es decir, a medida que la batería B se degrada, los picos P_{CD_1} , P_{CD_2} , P_{CD_3} de la curva de capacidad diferencial 401 se desplazan hacia una tensión más alta, y los picos P_{DD_1} , P_{DD_2} , P_{DD_3} de la curva de capacidad diferencial 402 se desplazan hacia una tensión más baja.
- El inventor descubrió que la diferencia entre los valores de tensión (por ejemplo, V_{CD_1} , V_{DD_1}) de los dos picos (por ejemplo, P_{CD_1} , P_{DD_1}) que aparecen en el mismo orden (por ejemplo, el primer orden) en la curva de capacidad diferencial 401 y la curva de capacidad diferencial 402 tiene una fuerte correlación con el grado de degradación de la batería B.
- La FIGURA 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar el grado de degradación de la batería según una realización de la presente divulgación. El método de la FIGURA 5 puede utilizarse para determinar el grado de degradación de la batería cuando existe al menos un pico en la curva de capacidad diferencial B.
- En referencia a las FIGURAS 1 a 5, en el paso S502, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una primera información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el primer periodo durante el cual la batería B se carga con la primera corriente constante.
- En el paso S504, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una segunda información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el segundo periodo durante el cual la batería B se descarga con la segunda corriente constante.
- En el paso S512, la unidad de control 120 determina una primera curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la primera información de detección. Por ejemplo, la primera curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 401 de la FIGURA 4.
- En el paso S514, la unidad de control 120 determina una segunda curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la segunda información de detección. Por ejemplo, la segunda curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 402 de la FIGURA 4.
- En el paso S522, la unidad de control 120 detecta un punto característico de carga (por ejemplo, P_{CD_2}) a partir de la primera curva de capacidad diferencial. El punto característico de carga (por ejemplo, P_{CD_2}) puede ser un pico situado en un orden predeterminado (por ejemplo, el segundo orden) en función de la capacidad restante entre todos los picos de la primera curva de capacidad diferencial.
- En el paso S524, la unidad de control 120 detecta un punto característico de descarga (por ejemplo, P_{DD_2}) a partir de la segunda curva de capacidad diferencial. El punto característico de la descarga (por ejemplo, P_{DD_2}) puede ser un pico situado en el orden predeterminado (por ejemplo, el segundo orden) en función de la capacidad restante entre todos los picos de la segunda curva de capacidad diferencial.
- En el paso S530, la unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B basándose en un valor de diferencia principal. El valor de la diferencia principal es un valor absoluto (por ejemplo, $|V_{CD_2}-V_{DD_2}|$) de una diferencia entre un valor característico de carga (por ejemplo, V_{CD_2}) y un valor característico de descarga (por ejemplo, V_{DD_2}). El valor característico de carga (por ejemplo, V_{CD_2}) es un valor de tensión del punto característico de carga (por ejemplo, P_{CD_2}), y el valor característico de descarga (por ejemplo, V_{DD_2}) es un valor de tensión del punto característico de descarga (por ejemplo, P_{DD_2}). La unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B a partir de una primera tabla de datos que registra una correlación entre el valor de la diferencia principal determinado en el paso S530 y el grado de degradación, utilizando el valor de la diferencia principal como índice.
- La primera tabla de datos puede almacenarse en la unidad de memoria 130. A medida que las características de histéresis de la pila B se hacen más fuertes, el valor de la diferencia principal tiende a aumentar. En consecuencia, un valor de diferencia principal mayor puede asociarse a un grado de degradación mayor en la primera tabla de datos.
- La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar el grado de degradación de la batería según una segunda realización de la presente divulgación. El método de la FIGURA 6 puede utilizarse para

determinar el grado de degradación de la batería B cuando hay al menos dos picos en la curva de capacidad diferencial.

- 5 En referencia a las FIGURAS 1 a 4 y 6, en el paso S602, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una primera información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el primer periodo durante el cual la batería B se carga con la primera corriente constante.
- 10 En el paso S604, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una segunda información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el segundo periodo durante el cual la batería B se descarga con la segunda corriente constante.
- 15 En el paso S612, la unidad de control 120 determina una primera curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la primera información de detección. Por ejemplo, la primera curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 401 de la FIGURA 4.
- 20 En el paso S614, la unidad de control 120 determina una segunda curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la segunda información de detección. Por ejemplo, la segunda curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 402 de la FIGURA 4.
- 25 En el paso S622, la unidad de control 120 detecta del primero al $n^{\text{ésimo}}$ puntos característicos de carga de la primera curva de capacidad diferencial. n es un número natural de 2 o mayor, y n es un valor predeterminado que indica el número que es igual o menor que el número total de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial. Cuando $i = 1$ a n , el $i^{\text{ésimo}}$ punto característico de carga puede ser un pico situado en el $i^{\text{ésimo}}$ orden entre los puntos característicos de carga primero a $n^{\text{ésimo}}$ en función de la capacidad restante.
- 30 En el paso S624, la unidad de control 120 detecta del primero al $n^{\text{ésimo}}$ puntos característicos de descarga de la segunda curva de capacidad diferencial. El $i^{\text{ésimo}}$ punto característico de descarga puede ser un pico situado en el $i^{\text{ésimo}}$ orden entre los puntos característicos de descarga primero al $n^{\text{ésimo}}$ en función de la capacidad restante.
- 35 En el paso S630, la unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B basándose en los valores de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ diferencia principal. Cuando $i = 1$ a n , el $i^{\text{ésimo}}$ valor de diferencia principal puede ser un valor absoluto de una diferencia entre un $i^{\text{ésimo}}$ valor de característica de carga y un $i^{\text{ésimo}}$ valor de característica de descarga. El $i^{\text{ésimo}}$ valor de característica de carga es un valor de tensión del $i^{\text{ésimo}}$ punto de característica de carga, y el $i^{\text{ésimo}}$ valor de característica de descarga es un valor de tensión del $i^{\text{ésimo}}$ punto de característica de descarga. Posteriormente, la unidad de control 120 determina un primer factor de degradación a partir de los valores de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ diferencia principal. La unidad de control 120 puede determinar el primer factor de degradación utilizando la siguiente ecuación 1.

[Eq[Ecuación 1]

$$F_{deg} = \sum_{i=1}^n (\Delta V_i \times \alpha_i) = \sum_{i=1}^n (|V_{CD,i} - V_{DD,i}| \times \alpha_i)$$

- 40 En la ecuación 1, ΔV_i es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de la diferencia principal, $V_{CD,i}$ es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de carga, $V_{DD,i}$ es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de descarga, α_i es un $i^{\text{ésimo}}$ ponderar predeterminado, y F_{deg} es el primer factor de degradación, α_i puede ser un valor predeterminado basado en un aumento del $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de carga y una disminución del $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de descarga a medida que la batería B se degrada. El aumento del $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de carga puede ser una relación entre el $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de carga y el $i^{\text{ésimo}}$ valor inicial de la característica de carga. La disminución del $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de descarga puede ser una relación entre el $i^{\text{ésimo}}$ valor de la característica de descarga y el $i^{\text{ésimo}}$ valor inicial de la característica de descarga.

- 50 Por ejemplo, cuando n es 2, la Ecuación 1 anterior puede representarse como la siguiente Ecuación 2.

[Eq[Ecuación 2]

$$F_{deg} = \sum_{i=1}^2 (\Delta V_i \times \alpha_i)$$

- 55 La unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B a partir de una segunda tabla de datos que registra una correlación entre el primer factor de degradación F_{deg} determinado en el paso S630 y el grado de degradación, utilizando el primer factor de degradación como índice.

La segunda tabla de datos puede almacenarse en la unidad de memoria 130. A medida que las características de histéresis de la pila B se hacen más fuertes, cada uno de los valores de la primera a la ^{enésima} diferencia principal tiende a aumentar. En consecuencia, un primer factor de degradación mayor puede asociarse a un grado de degradación mayor en la segunda tabla de datos.

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar la degradación de la batería según una tercera realización de la presente divulgación. El método de la FIGURA 7 puede utilizarse para determinar el grado de degradación de la pila B cuando existe al menos un pico en la curva de capacidad diferencial.

En referencia a las FIGURAS 1 a 4 y 7, en el paso S702, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una primera información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el primer periodo durante el cual la batería B se carga con la primera corriente constante.

En el paso S704, la unidad de control 120 adquiere, de la unidad de detección 110, una segunda información de detección que indica la tensión y la corriente de la batería B para el segundo periodo durante el cual la batería B se descarga con la segunda corriente constante.

En el paso S712, la unidad de control 120 determina una primera curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la primera información de detección. Por ejemplo, la primera curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 401 de la FIGURA 4.

En el paso S714, la unidad de control 120 determina una segunda curva de capacidad diferencial de la batería B basándose en la segunda información de detección. Por ejemplo, la segunda curva de capacidad diferencial puede ser la curva de capacidad diferencial 402 de la FIGURA 4.

En el paso S722, la unidad de control 120 detecta un punto característico de carga (por ejemplo, P_{CD_2}) a partir de la primera curva de capacidad diferencial. El punto característico de carga (por ejemplo, P_{CD_2}) puede ser un pico situado en un orden predeterminado en función de la capacidad restante entre todos los picos de la primera curva de capacidad diferencial.

En el paso S724, la unidad de control 120 detecta un punto característico de descarga (por ejemplo, P_{DD_2}) a partir de la segunda curva de capacidad diferencial. El punto característico de descarga (por ejemplo, P_{DD_2}) puede ser un pico situado en el orden predeterminado en función de la capacidad restante entre todos los picos de la segunda curva de capacidad diferencial.

En el paso S730, la unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B basándose en un primer valor de subdiferencia (por ejemplo, $|V_{CD_2}-V_{CL_2}|$) que es un valor absoluto de una diferencia entre un valor de característica de carga (por ejemplo, V_{CD_2}) y un valor de característica de carga inicial (por ejemplo, V_{CL_2}) y un segundo valor de subdiferencia (por ejemplo, $|V_{DD_2}-V_{DL_2}|$) que es un valor absoluto de una diferencia entre un valor de característica de descarga (por ejemplo, V_{DD_2}) y un valor de característica de descarga inicial (por ejemplo, V_{DL_2}).

El valor de la característica de carga inicial (por ejemplo, V_{CL_2}) puede ser un valor de tensión del pico (por ejemplo, P_{CL_2}) situado en el orden predeterminado en la curva de capacidad diferencial 301. El valor inicial de la característica de descarga (por ejemplo, V_{DL_2}) puede ser un valor de tensión del pico (por ejemplo, P_{DL_2}) situado en el orden predeterminado en la curva de capacidad diferencial 302.

El valor característico de carga (por ejemplo, V_{CD_2}) es un valor de tensión del punto característico de carga (por ejemplo, V_{CD_2}), y el valor característico de descarga (por ejemplo, V_{DD_2}) es un valor de tensión del punto característico de descarga (por ejemplo, V_{DD_2}). La unidad de control 120 puede determinar la suma del producto del primer valor de subdiferencia y un primer coeficiente de transformación y el producto del segundo valor de subdiferencia y un segundo coeficiente de transformación como un segundo factor de degradación. El primer coeficiente de transformación y el segundo coeficiente de transformación pueden ser valores para ajustar un tamaño relativo entre el primer valor de subdiferencia y el segundo valor de subdiferencia, ya que el primer valor de subdiferencia y el segundo valor de subdiferencia pueden ser diferentes entre sí cuando el grado de degradación de la pila B es el mismo. El primer coeficiente de transformación puede ser un número positivo preestablecido basado en una correlación entre el grado de degradación de la batería B y el primer valor de subdiferencia. El segundo coeficiente de transformación puede ser un número positivo preestablecido basado en una correlación entre el grado de degradación de la batería B y el segundo valor de subdiferencia.

La unidad de control 120 determina el grado de degradación de la batería B a partir de una tercera tabla de datos que registra una correlación entre el segundo factor de degradación determinado en el paso S730 y el grado de degradación utilizando el segundo factor de degradación como índice.

La tercera tabla de datos puede almacenarse en la unidad de memoria 130. A medida que las características de

histéresis de la pila B se hacen más fuertes, el primer valor de sub-diferencia y el segundo valor de sub-diferencia tienden a aumentar a ritmos diferentes. En consecuencia, un segundo factor de degradación mayor se asocia a un grado de degradación mayor en la tercera tabla de datos.

- 5 Cuando la relación entre uno de los valores de la primera subdiferencia (por ejemplo, $|V_{CD_2}-V_{CL_2}|$) y el segundo valor de la segunda subdiferencia (por ejemplo, $|V_{DD_2}-V_{DL_2}|$) supera un rango predeterminado, la unidad de control 120 puede determinar que la batería B es anómala. En este caso, la unidad de control 120 puede emitir un mensaje para notificar que la batería B es anormal al usuario mediante la unidad de interfaz 140, en lugar de determinar el grado de degradación de la batería B.
- 10 Cuando el grado de degradación de la batería B se determina de acuerdo con al menos una de las realizaciones primera a tercera, la unidad de control 120 puede emitir un mensaje para notificar el grado de degradación de la batería al usuario mediante la unidad de interfaz 140.
- 15 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente no se implementan únicamente a través del aparato y el método, y pueden implementarse a través de programas que realicen las funciones correspondientes a las configuraciones de las realizaciones de la presente divulgación o medios de grabación que tengan los programas grabados en ellos, y dicha implementación puede lograrse fácilmente por los expertos en la materia a partir de la divulgación de las realizaciones anteriormente descritas.
- 20 Aunque la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a ellos y es obvio para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios dentro de los aspectos técnicos de la presente divulgación y del alcance de las reivindicaciones anexas.
- 25 Además, los expertos en la materia pueden realizar modificaciones y cambios en la presente divulgación sin apartarse de los aspectos técnicos de la misma; la presente divulgación no está limitada por las realizaciones anteriores y los dibujos que la acompañan, y algunas o todas las realizaciones pueden combinarse selectivamente para introducir diversas modificaciones en la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para determinar un grado de degradación de una batería (B), el aparato comprende:

- 5 una unidad de detección (110) configurada para generar una primera información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería para un primer periodo durante el cual la batería se carga con una primera corriente constante y una segunda información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería para un segundo periodo durante el cual la batería se descarga con una segunda corriente constante; y
 10 una unidad de control (120) acoplada operativamente a la unidad de detección,
 en donde la unidad controladora está configurada para:

determinar una primera curva de capacidad diferencial de la batería basada en la primera información de detección, detectar, como primer punto característico de carga, un pico situado en un primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial,

- 15 determinar una segunda curva de capacidad diferencial de la batería basándose en la segunda información de detección, detectar, como primer punto característico de descarga, un pico situado en el primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la segunda curva de capacidad diferencial, y
 20 determinar el grado de degradación de la batería basándose en un primer valor característico de carga y un primer valor característico de descarga,
 en el que el primer valor de característica de carga es un valor de tensión del primer punto de característica de carga, y
 el primer valor de característica de descarga es un valor de tensión del primer punto de característica de descarga.

- 25 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para determinar un primer valor de diferencia principal que indica un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y el primer valor de característica de descarga.

- 30 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de control está configurada para determinar el grado de degradación de la batería a partir de una primera tabla de datos que registra una correlación entre el primer valor de diferencia principal y el grado de degradación, utilizando el primer valor de diferencia principal como índice.

- 35 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la unidad de control está configurada para:
 cuando el número predeterminado sea 2 o superior,
 determinar, como segundo punto característico de carga, un pico situado en un segundo orden predeterminado entre el número predeterminado de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial,
 40 determinar, como segundo punto característico de descarga, un pico situado en el segundo orden predeterminado entre el número predeterminado de picos situados en la segunda curva de capacidad diferencial, y
 determinar un segundo valor de diferencia principal que indique un valor absoluto de una diferencia entre un segundo valor de característica de carga y un segundo valor de característica de descarga,
 45 en el que el segundo valor de característica de carga es un valor de tensión del segundo punto de característica de carga, y
 el segundo valor de característica de descarga es un valor de tensión del segundo punto de característica de descarga.

- 50 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que cuando el número predeterminado es 2, la unidad de control está configurada para,

determinar un primer factor de degradación mediante la siguiente ecuación:

[E] [Ecuación]

$$F_{deg} = \sum_{i=1}^2 (\Delta V_i \times \alpha_i)$$

- 55 donde ΔV_i es un $i^{\text{ésimo}}$ valor de diferencia principal, α_i es un $i^{\text{ésimo}}$ ponderador predeterminado, y F_{deg} es el primer factor de degradación, y

determinar el grado de degradación de la batería a partir de una segunda tabla de datos que registre una correlación entre el primer factor de degradación y el grado de degradación, utilizando el primer factor de degradación como índice.

- 60 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para:

determinar un primer valor de subdiferencia que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y un primer valor de característica de carga inicial;

- 5 determinar un segundo valor de subdiferencia que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de vertido y un primer valor de característica de vertido inicial, y
determinar el grado de degradación de la batería basándose en el primer valor de sub-diferencia y el segundo valor de sub-diferencia.

7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque la unidad de control está configurada para:

- 10 determinar, como segundo factor de degradación, una suma de un producto del primer valor de subdiferencia y un primer coeficiente de transformación y un producto del segundo valor de subdiferencia y un segundo coeficiente de transformación, y

15 determinar el grado de degradación de la batería a partir de una tercera tabla de datos que registre una correlación entre el segundo factor de degradación y el grado de degradación, utilizando el segundo factor de degradación como índice.

8. Un paquete de baterías, caracterizado porque comprende el aparato de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

- 20 9. Un método para determinar el grado de degradación de una batería, el método comprende:

Adquirir (S502, S602, S702) una primera información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería durante un primer periodo en el que la batería se carga con una primera corriente constante;

25 adquirir (S504, S604, S704) una segunda información de detección que indique una tensión y una corriente de la batería durante un segundo periodo en el que la batería se descarga con una segunda corriente constante; determinación (S512, S612, S712) de una primera curva de capacidad diferencial de la batería basada en la primera información de detección;

30 determinación (S514, S614, S714) de una segunda curva de capacidad diferencial de la batería basada en la segunda información de detección;

detectando (S522, S622, S722), como primer punto característico de carga, un pico situado en un primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la primera curva de capacidad diferencial;

35 detectar (S524, S624, S724), como primer punto característico de descarga, un pico situado en el primer orden predeterminado entre un número predeterminado de picos situados en la segunda curva de capacidad diferencial; y

determinar (S530, S630, S730) el grado de degradación de la batería basándose en un primer valor característico de carga y un primer valor característico de descarga,

en el que el primer valor de característica de carga es un valor de tensión del primer punto de característica de carga, y

40 el primer valor de característica de descarga es un valor de tensión del primer punto de característica de descarga.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la determinación del grado de degradación de la batería comprende:

45 determinar un primer valor de diferencia principal que indique un valor absoluto de una diferencia entre el primer valor de característica de carga y el primer valor de característica de descarga; y

determinar el grado de degradación de la batería a partir de una primera tabla de datos que registre una correlación entre el primer valor de diferencia principal y el grado de degradación, utilizando el primer valor de diferencia principal como índice.

DIBUJOS

FIG. 1

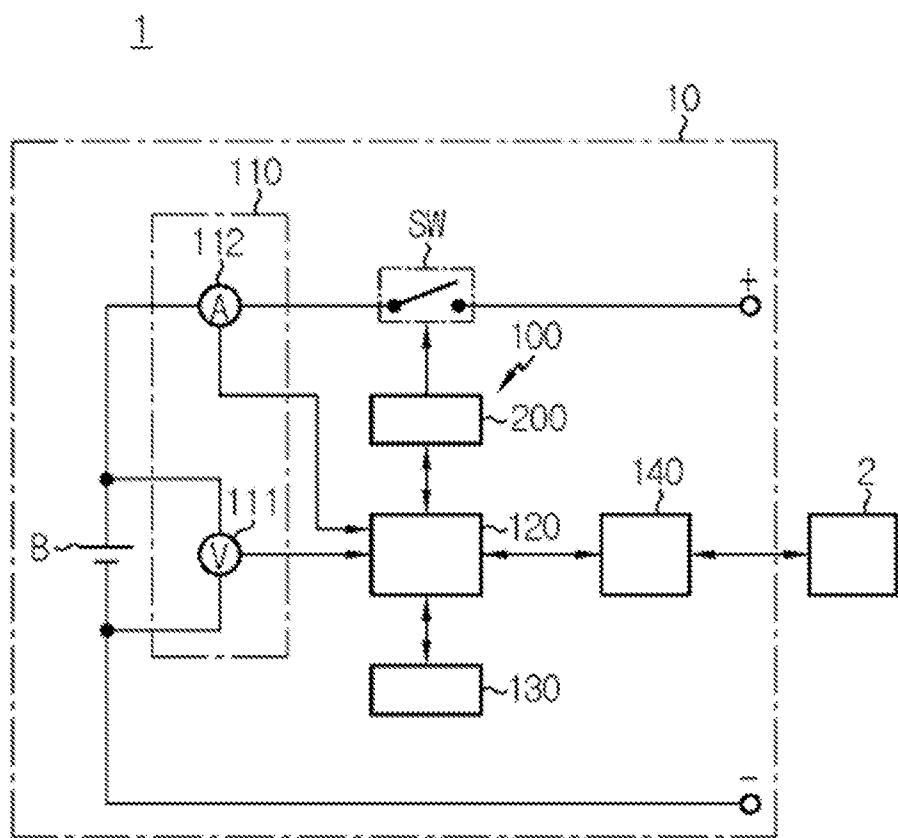


FIG. 2

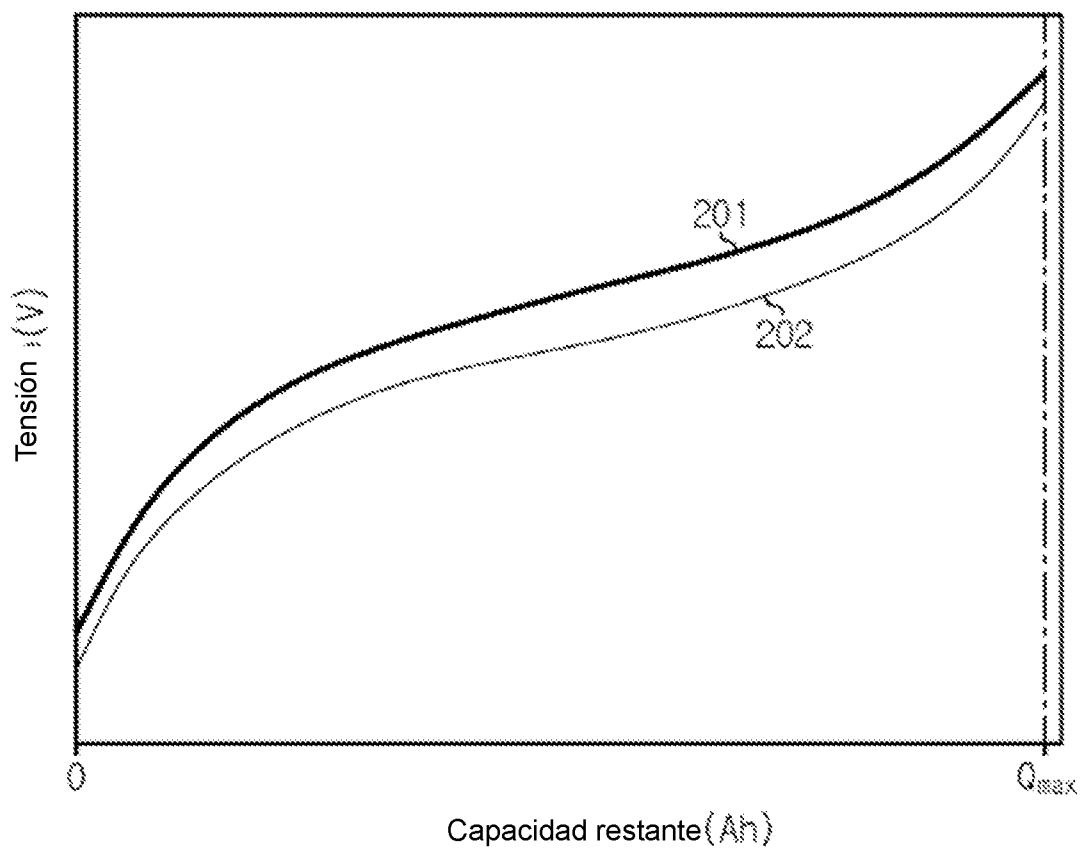


FIG. 3

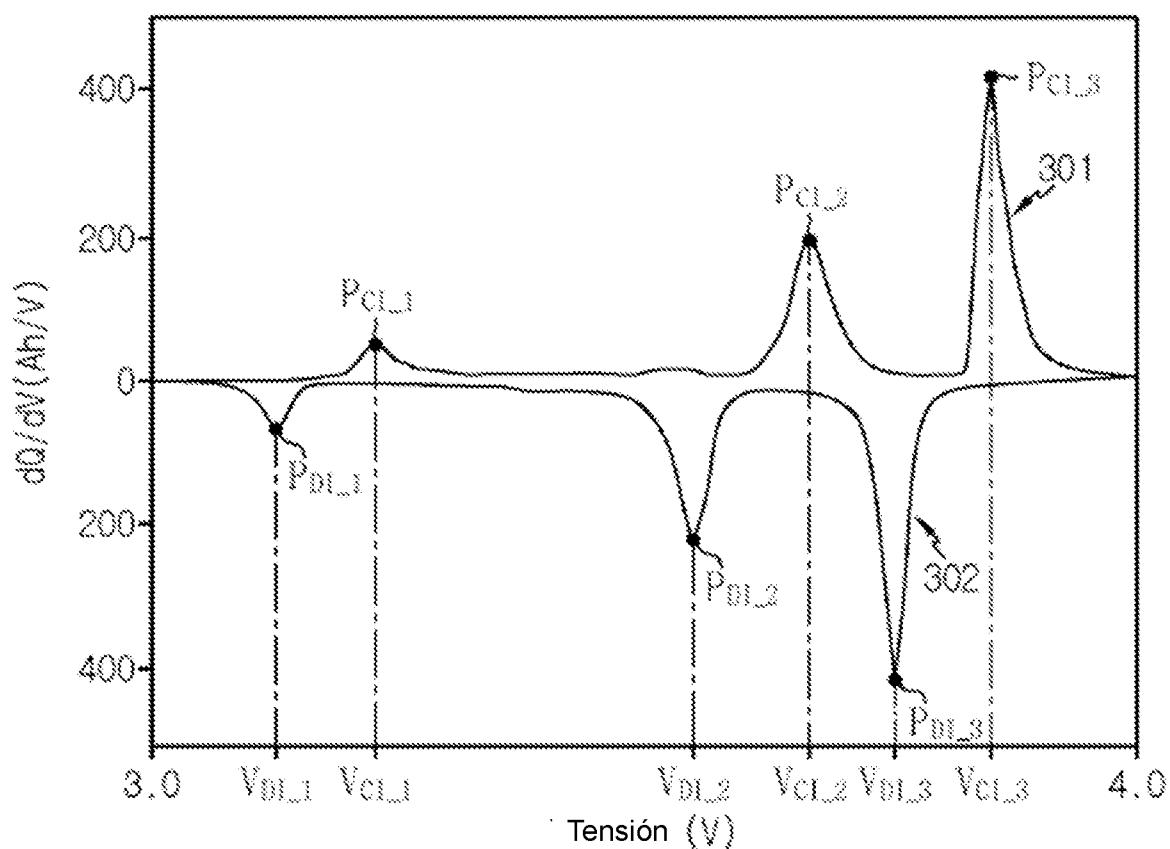


FIG. 4

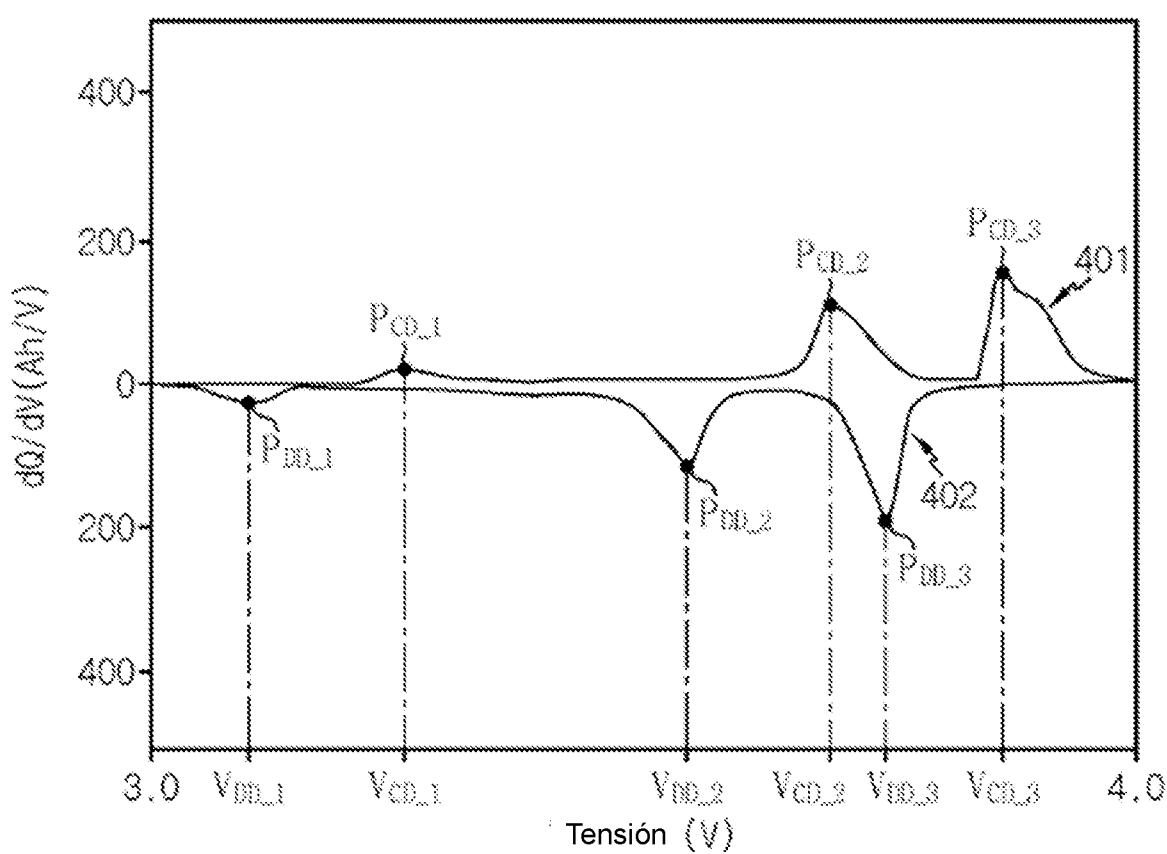


FIG. 5

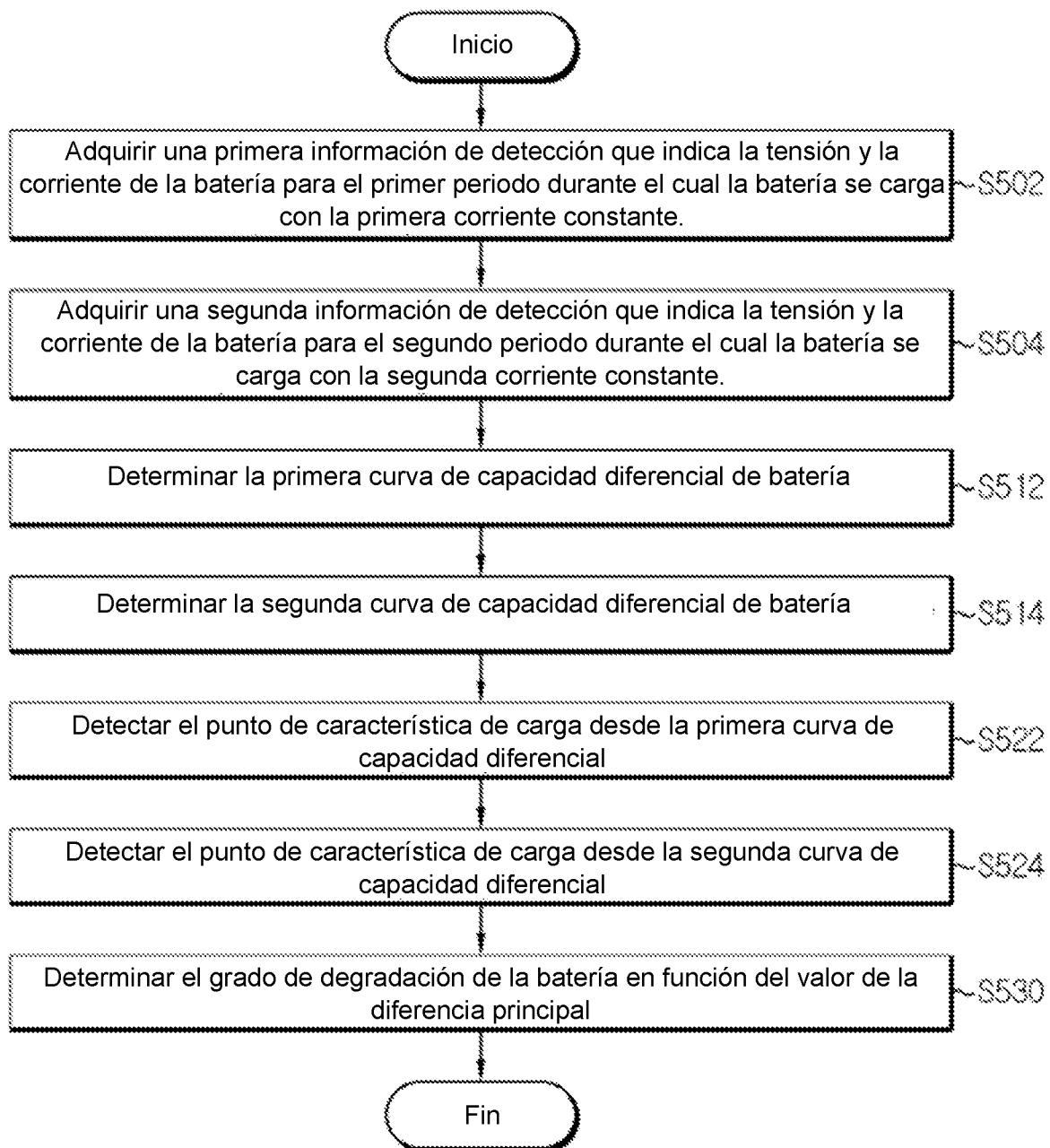


FIG. 6

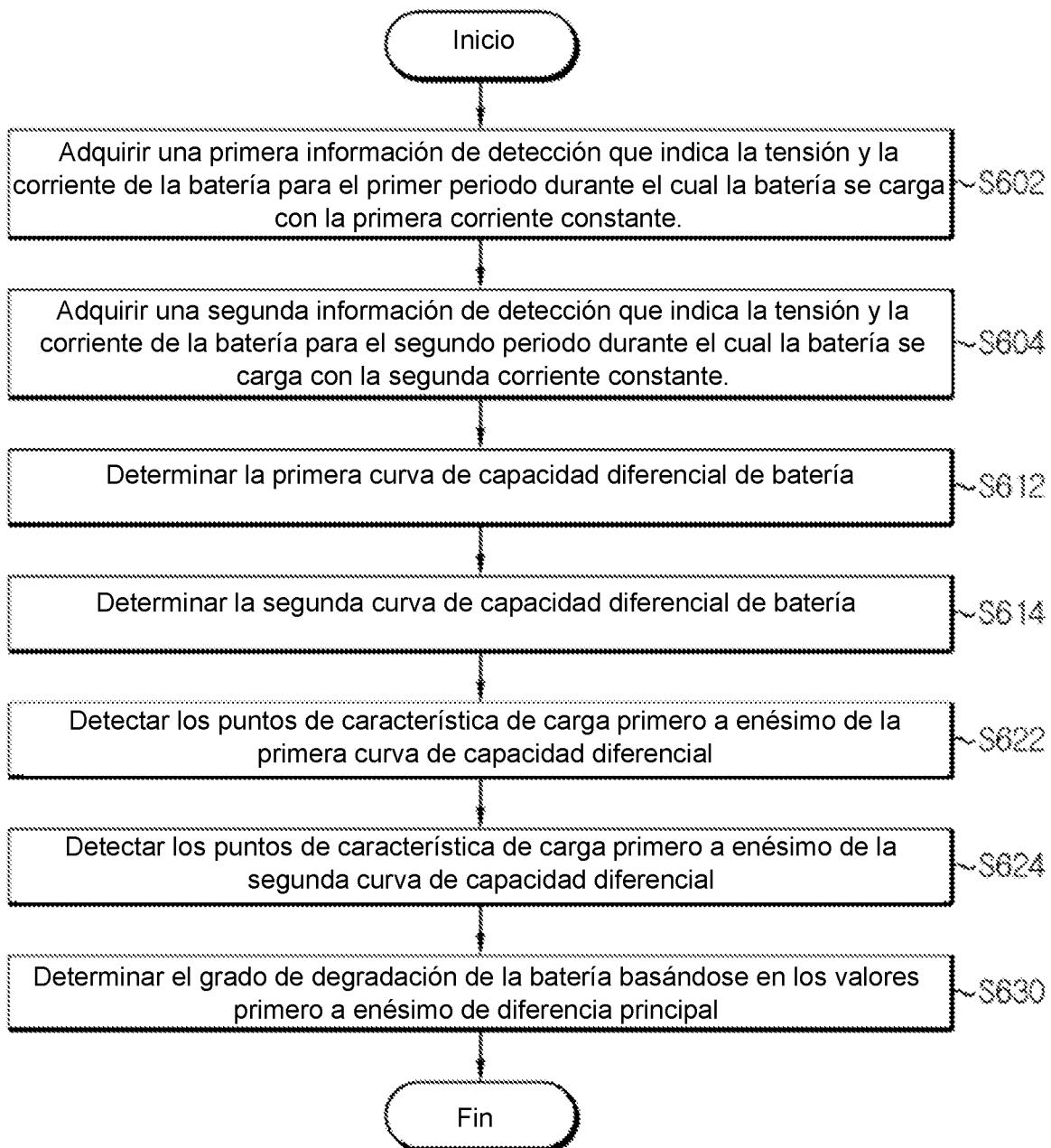


FIG. 7

