

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 853**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

G01R 31/36 (2010.01)

G01R 19/165 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2018 PCT/KR2018/014036**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2019 WO19135487**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2018 E 18898336 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022 EP 3633782**

54 Título: **Sistema de gestión de batería y método para optimizar una resistencia interna de una batería**

30 Prioridad:

03.01.2018 KR 20180000878

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

31.10.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CHA, SUN-YOUNG

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 926 853 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

Sistema de gestión de batería y método para optimizar una resistencia interna de una batería

5 Sector de la técnica

La presente divulgación se refiere a un sistema de gestión de batería y a un método para optimizar una resistencia interna de una batería cuando se carga la batería.

10 La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente coreana n.º 10-2018-0000878, presentada en la República de Corea el 3 de enero de 2018.

Estado de la técnica

15 Recientemente, se ha observado que la demanda de productos electrónicos portátiles, como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles, no para de crecer a pasos agigantados y, dado el amplio desarrollo de los vehículos eléctricos, los acumuladores para el almacenamiento de energía, los robots y los satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que se puedan recargar repetidamente.

20 Actualmente, las baterías disponibles en el mercado 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 de memoria y, por lo tanto, están generando más interés que las baterías de níquel debido a sus ventajas de carga y descarga gratuitas, a un ritmo de autodescarga muy bajo y a una alta densidad de energía.

25 Debido a que una batería reduce su vida útil cuando se sobrecarga, es necesario ajustar de forma adaptativa la potencia de salida de la batería de acuerdo con el estado de la batería durante la carga de la batería. Para ajustar la potencia de salida de la batería, se requiere el proceso de determinar la resistencia interna de la batería. Con este fin, la tecnología convencional, como la bibliografía de patentes 1, registra datos de tensión y corriente que indican una característica de tensión-corriente de la batería para un estado de carga (SOC) específico y una temperatura específica a través de experimentos, y calcula la resistencia interna correspondiente al SOC específico y a la temperatura específica linealizando la característica de tensión-corriente usando un algoritmo de ajuste de datos como el método de mínimos cuadrados. El documento WO 2015/092986 A1 describe un método para determinar la resistencia interna de una batería.

35 Sin embargo, incluso en una situación en la que el SOC y la temperatura de la batería sean constantes, la resistencia interna de la batería puede cambiar dependiendo de la magnitud de la corriente de carga. Por consiguiente, la tecnología divulgada en la bibliografía de patentes 1 no evita eficazmente la sobrecarga de la batería.

(Bibliografía de patentes 1) Publicación de patente coreana n.º 10-2006-0052273 (publicada el 19 de mayo de 2006)

40

Objeto de la invención

Problema técnico

45 La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación se refiere a la provisión de un sistema de gestión de batería y a un método para optimizar la resistencia interna de una batería definida por un perfil característico de tensión-corriente correspondiente a un estado de carga específico y a una temperatura específica de acuerdo con la corriente de carga de la batería.

50 Estos/as y otros/as objetos y ventajas de la presente divulgación se entenderán mediante la siguiente descripción y serán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. Además, se entenderá fácilmente que los objetos y las ventajas de la presente divulgación se pueden realizar por los medios establecidos en las reivindicaciones adjuntas y las combinaciones de las mismas.

55 Solución técnica

La invención aparece definida en las reivindicaciones adjuntas. A continuación, se exponen varias realizaciones de la presente divulgación para lograr el objeto descrito anteriormente.

60 Un sistema de gestión de batería para optimizar una resistencia interna de una batería de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye una unidad de medición de corriente configurada para medir una corriente de carga de la batería, una memoria configurada para almacenar una pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente y una unidad de control acoplada operativamente a la unidad de medición de corriente y la memoria, y configurada para determinar un perfil de referencia entre la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente en función de un estado de carga y una temperatura de la batería, incluyendo el perfil de referencia un punto inicial, un punto final y una pluralidad de puntos intermedios dispuestos entre el punto inicial y el punto final. La unidad de control determina

la resistencia interna de la batería en función del punto inicial y el punto final. La unidad de control establece uno de la pluralidad de puntos intermedios como punto de referencia. La unidad de control determina una resistencia de referencia que es más baja que la resistencia interna en función del punto de referencia y el punto final. La unidad de control determina una resistencia óptima que sea mayor que la resistencia interna en función de la corriente de carga, la resistencia interna, la resistencia de referencia y un límite superior predeterminado de corriente de carga.

La unidad de control puede determinar la resistencia interna dividiendo una diferencia entre una tensión del punto inicial y una tensión del punto final por una corriente del punto final. La tensión del punto inicial puede indicar una tensión de circuito abierto de la batería correspondiente al estado de carga y a la temperatura de la batería.

La corriente del punto final puede ser igual al límite superior de la corriente de carga.

La unidad de control puede determinar la resistencia de referencia en función de la tensión del punto de referencia, la corriente del punto de referencia, la tensión del punto final y la corriente del punto final.

La unidad de control puede determinar la resistencia de referencia utilizando la siguiente Ecuación 1:

$$R_{\text{ref}} = \frac{V_{\text{end}} - V_{\text{ref}}}{I_{\text{end}} - I_{\text{ref}}}$$

En la Ecuación 1, I_{ref} denota la corriente del punto de referencia, V_{ref} denota la tensión del punto de referencia, I_{end} denota la corriente del punto final, V_{end} denota la tensión del punto final y R_{ref} denota la resistencia de referencia.

La unidad de control puede determinar la resistencia óptima utilizando la siguiente Ecuación 2:

$$R_{\text{opt}} = \frac{\{V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}\} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}} = \frac{(R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}}}{I_{\text{chr}}} + R_{\text{ref}}$$

En la Ecuación 2, R_{int} denota la resistencia interna, I_{chr} denota la corriente de carga y R_{opt} denota la resistencia óptima.

La unidad de control puede determinar el punto intermedio más cercano al punto final entre la pluralidad de puntos intermedios como el punto de referencia.

Un bloque de batería de acuerdo con otra realización de la presente divulgación incluye el sistema de gestión de batería.

Un método para optimizar una resistencia interna de una batería de acuerdo con otra realización más de la presente divulgación incluye determinar un perfil de referencia entre una pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente en función de un estado de carga y una temperatura de la batería, incluyendo el perfil de referencia un punto inicial, un punto final y una pluralidad de puntos intermedios dispuestos entre el punto inicial y el punto final, determinar la resistencia interna de la batería en función del punto inicial y el punto final, establecer uno de la pluralidad de puntos intermedios como punto de referencia, determinar una resistencia de referencia que sea menor que la resistencia interna en función del punto de referencia y el punto final y determinar una resistencia óptima que sea mayor que la resistencia interna en función de la corriente de carga, la resistencia interna, la resistencia de referencia y un límite superior predeterminado de corriente de carga de la batería.

Efectos ventajosos

De acuerdo, al menos, con una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible optimizar la resistencia interna de una batería definida por un perfil característico de tensión-corriente correspondiente a un estado de carga específico y a una temperatura específica de acuerdo con la corriente de carga de la batería.

De acuerdo, al menos, con una de las realizaciones de la presente divulgación, la resistencia interna optimizada se utiliza para ajustar la potencia de salida de la batería, evitando así la sobrecarga de la batería de forma más eficaz que la tecnología convencional.

Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los efectos mencionados anteriormente, y los expertos en la técnica entenderán claramente a partir de las reivindicaciones adjuntas otros efectos no mencionados aquí.

Descripción de las figuras

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

La FIG. 1 es un diagrama que muestra la configuración funcional de un bloque de batería de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que muestra un método para optimizar la resistencia interna de una batería de acuerdo con otra realización de la presente divulgación.

5 La FIG. 3 es un gráfico que muestra un ejemplo de un perfil característico de tensión-corriente como referencia para describir el método de la FIG. 2.

La FIG. 4 es un gráfico de referencia para describir una diferencia entre una corriente de carga limitada determinada en función de la resistencia interna y una corriente de carga limitada determinada en función de la resistencia óptima tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 2 y 3.

10

Descripción detallada de la invención

De aquí en adelante en el presente documento, las realizaciones preferidas de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, debe entenderse que los términos o palabras
15 utilizados/as en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas no deben interpretarse como limitados/as a significados generales y de diccionario, sino que deben interpretarse en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación considerando que el inventor puede definir los términos apropiadamente para una mejor explicación.

20 Por lo tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones que se muestran en los dibujos son solo una realización más preferida de la presente divulgación, pero no están concebidas para describir completamente los aspectos técnicos de la presente divulgación, por lo que debe entenderse que, a la hora de presentar la solicitud, se le podrían hacer una variedad de otros equivalentes y otras modificaciones.

25 Adicionalmente, a la hora de describir la presente divulgación, cuando se considere que alguna descripción detallada de elementos o funciones conocidos relevantes hace que el tema principal de la presente divulgación resulte ambiguo, la descripción detallada se omitirá aquí.

30 Los términos que incluyen un número ordinal, como "primero", "segundo" y similares, pueden usarse para distinguir un elemento de otro entre varios elementos, pero sin buscar limitar los elementos mediante dichos términos.

A menos que el contexto indique claramente lo contrario, se entenderá que el término "comprende" o "incluye", cuando se usa en esta memoria descriptiva, especifica la presencia de elementos mencionados, pero no excluye la presencia o adición de uno o más de otros elementos. Adicionalmente, la expresión <unidad de control>, como se usa en el
35 presente documento, se refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y esto puede implementarse mediante *hardware* o *software* de forma individual o en combinación.

40 Por añadidura, a lo largo de la memoria descriptiva, se entenderá, además, que, cuando se hace referencia a un elemento "conectado a" otro elemento, este puede estar conectado directamente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios.

La FIG. 1 es un diagrama que muestra la configuración funcional de un bloque de batería 1 de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

45 Con referencia a la FIG. 1, el bloque de batería 1 incluye una batería 10, un interruptor 20 y un sistema de gestión de batería 100. El interruptor 20 está configurado para ajustar la magnitud de la corriente de carga y/o la corriente de descarga de la batería 10 en respuesta a una señal de conmutación (p. ej., una señal de modulación de ancho de pulso) del sistema de gestión de batería 100. De aquí en adelante en el presente documento, se entiende que la corriente de descarga se mide en un valor positivo y la corriente de carga se mide en un valor negativo.

50 El sistema de gestión de batería 100 está acoplado eléctricamente a la batería 10 y está configurado para supervisar y controlar el estado de la batería 10. El sistema de gestión de batería 100 incluye una unidad de detección 110, una memoria 120, una unidad de control 130 y una interfaz de comunicación 140.

55 La unidad de detección 110 puede incluir una unidad de medición de corriente 111. La unidad de medición de corriente 111 mide la corriente que fluye a través de la batería 10 en un ciclo predeterminado y transmite una señal de corriente que indica la corriente medida a la unidad de control 130. La corriente durante la descarga de la batería 10 puede denominarse "corriente de descarga" y la corriente durante la carga de la batería 10 puede denominarse "corriente de carga". La unidad de control 130 puede convertir la señal de corriente en forma analógica transmitida desde la unidad
60 de medición de corriente 111 en datos de corriente en forma digital.

La unidad de detección 110 puede incluir además una unidad de medición de tensión 112. La unidad de medición de tensión 112 mide la tensión terminal de la batería 10 en un ciclo predeterminado y transmite una señal de tensión que indica la tensión terminal medida a la unidad de control 130. La unidad de control 130 puede convertir la señal de tensión en forma analógica transmitida desde la unidad de medición de tensión 112 en datos de tensión en forma
65 digital.

La unidad de detección 110 puede incluir, además, una unidad de medición de temperatura 113. La unidad de medición de temperatura 113 mide la temperatura de la batería 10 en un ciclo predeterminado y transmite una señal de temperatura que indica la temperatura medida a la unidad de control 130. La unidad de control 130 puede convertir la señal de temperatura en forma analógica transmitida desde la unidad de medición de temperatura 113 en datos de temperatura en forma digital. La unidad de medición de corriente 111, la unidad de medición de tensión 112 y la unidad de medición de temperatura 113 pueden operar en sincronización de tiempo entre sí.

La memoria 120 está configurada para almacenar una pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente. Cada perfil característico de tensión-corriente incluye un punto inicial, un punto final y una pluralidad de puntos intermedios. El punto inicial indica una tensión de circuito abierto (OCV) medida cuando la corriente de carga es de 0 A.

El punto final indica la tensión medida cuando durante una carga por pulsos con una corriente constante que es igual a un límite superior preestablecido de corriente de carga. Cada punto intermedio indica la tensión de la batería 10 medida durante una carga por pulsos de la batería 10 con una corriente constante que es mayor que 0 A y menor que el límite superior de la corriente de carga.

Cada perfil característico de tensión-corriente puede estar asociado a un estado de carga (SOC) específico y a una temperatura específica. Por ejemplo, uno de la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente puede estar asociado a un 80 % de SOC y a una temperatura de -20 °C, y el otro puede estar asociado a un 80 % de SOC y a una temperatura de 25 °C. Por supuesto, una variedad de perfiles característicos de tensión-corriente asociados a otros SOC y otras temperaturas pueden almacenarse en la memoria 120.

La memoria 120 puede almacenar adicionalmente datos, instrucciones y *software* necesarios para toda la operación del sistema de gestión de batería 100. La memoria 120 puede incluir al menos un tipo de medio de almacenamiento de tipo memoria externa, tipo de disco duro, tipo de disco de estado sólido (SSD), tipo de unidad de disco de silicio (SDD), tarjeta multimedia tipo micro, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM) y memoria de solo lectura programable (PROM).

La unidad de control 130 está operativamente acoplada a la unidad de detección 110, a la memoria 120 y a la interfaz de comunicación 140. La unidad de control 130 puede estimar un SOC de la batería 10 en función de la señal de corriente, la señal de tensión y/o la señal de temperatura transmitida desde la unidad de detección 110. La unidad de control 130 puede actualizar el SOC de la batería 10 en un ciclo predeterminado en función de la señal de corriente utilizando el recuento de amperios. Como alternativa, la unidad de control 130 puede actualizar el SOC de la batería 10 en un ciclo predeterminado utilizando un método ampliamente conocido en la técnica distinto al recuento de amperios, como el filtro de Kalman extendido.

La unidad de control 130 puede determinar la temperatura de la batería 10 en función de la señal de temperatura transmitida desde la unidad de detección 110 y determinar un perfil de referencia de la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente en función del SOC estimado y la temperatura determinada. El perfil de referencia puede ser uno de la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente correspondientes al SOC estimado y a la temperatura determinada.

La unidad de control 130 puede implementarse físicamente utilizando al menos uno de los circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), microprocesadores y unidades eléctricas para realizar otras funciones.

La interfaz de comunicación 140 puede estar acoplada a un dispositivo externo 2 como una ECU de un vehículo eléctrico para permitir la comunicación entre ellos. La interfaz de comunicación 140 puede recibir un mensaje de comando del dispositivo externo 2 y proporcionar el mensaje de comando recibido a la unidad de control 130. El mensaje de comando puede ser un mensaje que requiera la activación de una función específica del dispositivo. La interfaz de comunicación 140 puede transmitir un mensaje de notificación desde la unidad de control 130 al dispositivo externo 2. El mensaje de notificación puede ser un mensaje para notificar el resultado de una función realizada por la unidad de control 130 al dispositivo externo 2.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que muestra un método para optimizar la resistencia interna de la batería 10 de acuerdo con otra realización de la presente divulgación, y la FIG. 3 es un gráfico que muestra un ejemplo de un perfil característico de tensión-corriente como referencia para describir el método de la FIG. 2.

Con referencia a la FIG. 2, en la etapa S200, la unidad de control 130 mide la corriente de carga I_{chr} y la temperatura de la batería 10 utilizando la unidad de detección 110.

En la etapa S210, la unidad de control 130 determina un perfil de referencia entre la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente almacenados en la memoria 120 en función del SOC (p. ej., 80 % de SOC) y la

temperatura medida (p. ej., 25 °C) de la batería 10. En otras palabras, el perfil de referencia determinado a través de la etapa S210 es uno de la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente correspondientes al SOC (p. ej., SOC de 80 %) y a la temperatura (p. ej., 25 °C) de la batería 10. Para determinar el perfil de referencia, la unidad de control 130 puede actualizar cada uno de los SOC y la temperatura de la batería 10 a un valor más reciente en función de la señal de corriente, la señal de tensión y/o la señal de temperatura de la unidad de detección 110 antes de realizar la etapa S210.

El perfil característico de tensión-corriente 300 mostrado en la FIG. 3 ejemplifica el perfil de referencia determinado por la etapa S210, y puede ser uno asociado a un 80 % de SOC y a una temperatura de 25 °C entre la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente 300 almacenados en la memoria 120.

Se entiende que el perfil característico de tensión-corriente 300 incluye un total de cinco puntos, es decir, un punto inicial P_{start} , puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} y un punto final P_{end} . Los tres puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} están dispuestos entre el punto inicial P_{start} y el punto final P_{end} , como se ha descrito anteriormente.

En la condición en la que cada SOC y cada temperatura de otra batería fabricada con las mismas propiedades eléctricas y químicas que la batería 10 se mantiene uniformemente en un valor específico, el perfil característico tensión-corriente 300 puede estar definido por la tensión terminal V_{start} , V_{inter_1} , V_{inter_2} , V_{inter_3} , V_{end} de la otra batería medida durante la carga por pulsos de la otra batería con diferentes magnitudes de corrientes constantes I_{start} , I_{inter_1} , I_{inter_2} , I_{inter_3} , I_{end} repetidamente durante un tiempo predeterminado (p. j., 10 s). Por ejemplo, V_{inter_1} es una tensión medida al cargar la otra batería con I_{inter_1} durante 10 segundos en la condición en la que el SOC y la temperatura de la otra batería sean del 80 % y 25 °C, V_{inter_2} es una tensión medida al cargar la otra batería con I_{inter_2} durante 10 segundos en la condición en la que el SOC y la temperatura de la otra batería sean del 80 % y 25 °C, V_{inter_3} es una tensión medida al cargar la otra batería con I_{inter_3} durante 10 segundos en la condición en la que el SOC y la temperatura de la otra batería sean del 80 % y 25 °C y V_{end} es una tensión medida al cargar la otra batería con I_{end} durante 10 segundos en la condición en la que el SOC y la temperatura de la otra batería sean del 80 % y 25 °C.

Por supuesto, al contrario que en la FIG. 3, el perfil característico de tensión-corriente 300 puede incluir solo uno o dos puntos intermedios o cuatro o más puntos intermedios.

Cada punto que define el perfil característico tensión-corriente 300 se expresa como un par tensión-corriente. En concreto, el punto inicial $P_{start}=(V_{start}, I_{start})$, el punto final $P_{end}=(V_{end}, I_{end})$, el punto intermedio $P_{inter_1}=(V_{inter_1}, I_{inter_1})$, el punto intermedio $P_{inter_2}=(V_{inter_2}, I_{inter_2})$ y el punto intermedio $P_{inter_3}=(V_{inter_3}, I_{inter_3})$. V_{start} es la tensión terminal detectada cuando la corriente de carga es I_{start} , V_{inter_1} es la tensión terminal detectada cuando la corriente de carga es I_{inter_1} , V_{inter_2} es la tensión terminal detectada cuando la corriente de carga es I_{inter_2} , V_{inter_3} es la tensión terminal detectada cuando la corriente de carga es I_{inter_3} y V_{end} es la tensión terminal detectada cuando la corriente de carga es I_{end} .

$V_{ocv} = V_{start} < V_{inter_1} < V_{inter_2} < V_{inter_3} < V_{end}$ e $I_{start} < I_{inter_1} < I_{inter_2} < I_{inter_3} < I_{end} = I_{max}$. V_{ocv} indica el OCV de la batería 10 a un 80 % de SOC y una temperatura de 25 °C. I_{max} indica el límite superior de la corriente de carga, y puede ser un valor dado para evitar que la batería 10 se dañe por sobrecorriente. V_{end} puede ser igual a un límite superior preestablecido de tensión de carga V_{max} . La unidad de control 130 puede controlar la corriente de carga de la batería 10 para evitar que la corriente que supera el límite superior de la corriente de carga I_{max} fluya a través de la batería 10.

En la etapa S220, la unidad de control 130 determina la resistencia interna R_{int} de la batería 10 en función del punto inicial P_{start} y el punto final P_{end} . En concreto, una línea recta que pasa por el punto inicial P_{start} y el punto final P_{end} puede representarse mediante la siguiente Ecuación 1.

<Ecuación 1>

$$V = V_{ocv} + R_{int}I$$

La resistencia interna R_{int} es la solución de las ecuaciones simultáneas obtenida al sustituir la tensión y la corriente de cada uno del punto inicial P_{start} y el punto final P_{end} en V e I de la Ecuación 1, y la unidad de control 130 puede determinar la resistencia interna R_{int} usando la siguiente Ecuación 2.

<Ecuación 2>

$$R_{int} = \frac{V_{end} - V_{start}}{I_{end} - I_{start}}$$

Como alternativa, la resistencia interna R_{int} puede ser un valor prealmacenado en la memoria 120 para el perfil característico de tensión-corriente 300 y, en este caso, la unidad de control 130 puede leer la resistencia interna R_{int} de la memoria 120 en lugar de realizar la etapa S220.

En la etapa S230, la unidad de control 130 determina un punto de referencia P_{ref} del perfil de referencia 300. El punto

de referencia P_{ref} es uno de los puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} incluidos en el perfil característico tensión-corriente 300. Cuando $k=1, 2, 3$, la unidad de control 130 puede calcular la pendiente G_k de una línea recta que pasa por el punto intermedio P_{inter_k} y el punto final P_{end} usando la siguiente Ecuación 3.

5 <Ecuación 3>

$$G_k = \frac{V_{end} - V_{inter_k}}{I_{end} - I_{inter_k}}$$

10 La unidad de control 130 puede establecer un punto intermedio donde la pendiente calculada de la línea recta es la más pequeña como el punto de referencia. Por ejemplo, cuando $G_1 > G_2 > G_3$, como se muestra en el perfil característico tensión-corriente 300 de la FIG. 3, la unidad de control 130 puede establecer P_{inter_3} como el punto de referencia P_{ref} .

15 Como alternativa, la unidad de control 130 puede establecer el punto intermedio P_{inter_3} más cercano al punto final P_{end} entre los puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} como el punto de referencia P_{ref} .

En la etapa S240, la unidad de control 130 determina una resistencia de referencia R_{ref} que es menor que la resistencia interna R_{int} en función del punto de referencia P_{ref} y el punto final P_{end} .

20 En concreto, una línea recta que pasa por el punto de referencia P_{ref} y el punto final P_{end} puede representarse mediante la siguiente Ecuación 4.

<Ecuación 4>

25
$$V = V_{new} + R_{ref}I$$

En la Ecuación 4, V_{new} es la tensión de un punto en el que una línea recta de la misma pendiente que R_{ref} que pasa por el punto de referencia P_{ref} cumple con el eje V, como se muestra en la FIG. 3.

30 La V_{new} y la resistencia de referencia R_{ref} son dos soluciones de las ecuaciones simultáneas obtenidas al sustituir la tensión y la corriente de cada uno de los puntos de referencia P_{ref} y el punto final P_{end} en V e I de la Ecuación 4, y la unidad de control 130 puede determinar la resistencia de referencia R_{ref} usando la siguiente Ecuación 5.

<Ecuación 5>

35
$$R_{ref} = \frac{V_{end} - V_{ref}}{I_{end} - I_{ref}}$$

Como en el ejemplo anterior, cuando el punto de referencia P_{ref} es el punto intermedio P_{inter_3} , $V_{ref}=V_{inter_3}$ e $I_{ref}=I_{inter_3}$ en la Ecuación 5.

40 Como alternativa, la resistencia de referencia R_{ref} puede ser un valor prealmacenado en la memoria 120 para el perfil de características de tensión-corriente 300 y, en este caso, la unidad de control 130 puede leer la resistencia de referencia R_{ref} de la memoria 120 en lugar de realizar las etapas S230 y S240.

45 Con referencia a la FIG. 3, dado que los puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} están dispuestos por encima de la línea recta que pasa por el punto inicial P_{start} y el punto final P_{end} , los expertos en la técnica comprenderán fácilmente que la resistencia de referencia R_{ref} es menor que la resistencia interna R_{int} .

50 En la etapa S250, la unidad de control 130 determina una resistencia óptima R_{opt} en función de la corriente de carga medida I_{chr} , la resistencia interna R_{int} , la resistencia de referencia R_{ref} y el límite superior de la corriente de carga I_{max} . En este caso, la resistencia óptima R_{opt} es mayor que la resistencia interna R_{int} . Cuando la resistencia óptima R_{opt} determinado por la etapa S250 es igual o menor que la resistencia interna R_{int} , la unidad de control 130 puede determinar que se produjo un error durante la ejecución de al menos una de las etapas S200~S250 y volver a la etapa S210.

55 Cuando la tensión V_{end} y la I_{end} de corriente del punto final P_{end} se sustituye respectivamente en V e I de la Ecuación 1, se puede dar la siguiente Ecuación 6.

<Ecuación 6>

60
$$V_{end} = V_{ocv} + R_{int}I_{end}$$

Cuando la tensión V_{end} y la I_{end} de corriente del punto final P_{end} se sustituye respectivamente en V e I de la Ecuación

4, se puede dar la siguiente Ecuación 7.

<Ecuación 7>

$$V_{\text{end}} = V_{\text{new}} + R_{\text{ref}}I_{\text{end}}$$

Al reformular la Ecuación 7 para V_{new} , se puede dar la siguiente Ecuación 8.

<Ecuación 8>

$$V_{\text{new}} = V_{\text{end}} - R_{\text{ref}}I_{\text{end}}$$

Cuando el lado derecho de la Ecuación 6, $V_{\text{ocv}} + I_{\text{end}}R_{\text{int}}$, se sustituye en V_{end} de la Ecuación 8, se puede dar la siguiente Ecuación 9.

<Ecuación 9>

$$V_{\text{new}} = (V_{\text{ocv}} + R_{\text{int}}I_{\text{end}}) - R_{\text{ref}}I_{\text{end}} = V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}}$$

En la FIG. 3, P_{chr} es un punto de carga dispuesto en la línea recta que pasa por el punto de referencia P_{ref} y el punto final P_{end} . La corriente del punto de carga P_{chr} es la corriente de carga I_{chr} . Por consiguiente, la tensión V_{chr} del punto de carga P_{chr} puede representarse mediante la siguiente Ecuación 10 a partir de la Ecuación 4.

<Ecuación 10>

$$V_{\text{chr}} = V_{\text{new}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}$$

Cuando el lado derecho de la Ecuación 9, $V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}}$, se sustituye en V_{new} de la Ecuación 10, se puede dar la siguiente Ecuación 11.

<Ecuación 11>

$$V_{\text{chr}} = V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}$$

La línea recta que pasa por el punto inicial P_{start} y el punto de carga P_{chr} puede representarse mediante la siguiente Ecuación 12.

<Ecuación 12>

$$V = V_{\text{ocv}} + R_{\text{opt}}I$$

La resistencia óptima R_{opt} indica la pendiente de una recta que pasa por el punto inicial P_{start} y el punto de carga P_{chr} . Cuando la tensión V_{chr} y la I_{chr} de corriente del punto de carga P_{chr} se sustituyen en V e I de la Ecuación 12, como se muestra a continuación, se puede dar la Ecuación 13.

<Ecuación 13>

$$R_{\text{opt}} = \frac{V_{\text{chr}} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}}$$

Cuando el lado derecho de la Ecuación 11, $V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}$, se sustituye en V_{chr} de la Ecuación 13, se puede dar la siguiente Ecuación 14.

<Ecuación 14>

$$R_{\text{opt}} = \frac{\{V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}\} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}} = \frac{(R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}}}{I_{\text{chr}}} + R_{\text{ref}}$$

La unidad de control 130 puede determinar la resistencia óptima R_{opt} utilizando la Ecuación 14. Es decir, la unidad de control 130 puede determinar la resistencia óptima R_{opt} sustituyendo R_{int} , R_{ref} , I_{chr} y la I_{end} obtenidas a través de las etapas S210 a S240 en la Ecuación 14.

Como se ha descrito anteriormente, como R_{int} es mayor que R_{ref} , R_{opt} es mayor que R_{int} . Por consiguiente, controlar la potencia de salida usando R_{opt} durante la carga de la batería 10 puede prevenir la sobrecarga de la batería 10 de manera más efectiva que controlar la potencia de salida usando R_{int} durante la carga de la batería 10.

La FIG. 4 es un gráfico de referencia para describir una diferencia entre una corriente de carga limitada determinada en función de la resistencia interna y una corriente de carga limitada determinada en función de la resistencia óptima tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 2 y 3.

5 Con referencia a la FIG. 4, la batería 10 puede tener una tensión de polarización ΔV_{pola} en el momento en que la corriente de carga I_{chr} se mide de acuerdo con el estado de uso de la batería 10. Por ejemplo, la tensión de polarización ΔV_{pola} puede ser mayor que 0 V. La unidad de control 130 puede determinar la tensión de polarización ΔV_{pola} reflejada en la tensión terminal de la batería 10 usando un método de ajuste de datos conocido, tal como el algoritmo de mínimos cuadrados.

10 Cuando se produce la tensión de polarización ΔV_{pola} , el perfil característico de tensión-corriente 300 mostrado en la FIG. 3 puede modificarse de modo que se desplace por ΔV_{pola} a lo largo del eje V, como se muestra en la FIG. 4. Por consiguiente, el punto inicial P_{start} se desplaza a P_{start_pola} , y el punto final P_{end} se desplaza a P_{end_pola} . En este caso, $P_{start_pola} = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}, 0)$ y $P_{end_pola} = (V_{end} + \Delta V_{pola}, I_{max})$. Aunque no se muestra, los puntos intermedios P_{inter_1} , P_{inter_2} , P_{inter_3} de la FIG. 3 también se desplazan por ΔV_{pola} a lo largo del eje V.

15 Para reflejar la tensión de polarización ΔV_{pola} , la Ecuación 1 se puede cambiar a la siguiente Ecuación 15, y la Ecuación 12 se puede cambiar a la siguiente Ecuación 16.

<Ecuación 15>

$$V = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}) + R_{int}I$$

<Ecuación 16>

$$V = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}) + R_{opt}I$$

20 Para evitar que la batería 10 se sobrecargue, es deseable determinar una corriente de carga limitada para la batería 10, considerando la tensión de polarización ΔV_{pola} .

25 La corriente de carga limitada I_{limit_1} basada en la resistencia interna R_{int} puede determinarse usando la siguiente Ecuación 17 relacionada con la Ecuación 15.

<Ecuación 17>

$$I_{limit_1} = \frac{V_{max} - (V_{OCV} + \Delta V_{pola})}{R_{int}}$$

30 En comparación, la unidad de control 130 puede determinar una corriente de carga limitada I_{limit_2} en función de la resistencia óptima R_{opt} usando la siguiente Ecuación 18 relacionada con la Ecuación 16.

<Ecuación 18>

$$I_{limit_2} = \frac{V_{max} - (V_{OCV} + \Delta V_{pola})}{R_{opt}}$$

35 Como r_{opt} es mayor que R_{int} , I_{limit_2} es más bajo que I_{limit_1} . Por consiguiente, cuando en vez de I_{limit_1} , I_{limit_2} se determina como la corriente de carga limitada de la batería 10, una cantidad de incremento de la tensión terminal de la batería 10 se reduce en una cantidad correspondiente a $(I_{limit_1} - I_{limit_2})$, impidiendo así eficazmente que la batería 10 se sobrecargue.

40 La unidad de control 130 puede ajustar el ciclo de trabajo de la señal de conmutación enviada al interruptor 20 para evitar que el flujo de la corriente de carga exceda la corriente de carga limitada I_{limit_2} determinada.

45 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente no se implementan solo a través del aparato y el método, y pueden implementarse a través de programas que realizan las funciones correspondientes a las configuraciones de las realizaciones de la presente divulgación o medios de grabación que tienen los programas grabados en ellos, y esta implementación pueden lograrla fácilmente los expertos en la técnica a partir de la divulgación de las realizaciones descritas anteriormente.

50 Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a la misma y es obvio para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios en la misma.

Adicionalmente, en la presente divulgación descrita anteriormente, los expertos en la técnica pueden realizar muchas/os sustituciones, modificaciones y cambios y la presente descripción no se limita a las realizaciones descritas anteriormente y a los dibujos adjuntos.

5 Descripción de los números de referencia

- 1: bloque de batería
 - 10: batería
 - 20: interruptor
 - 100: sistema de gestión de batería
 - 110: unidad de detección
 - 120: memoria
 - 130: unidad de control
 - 140: interfaz de comunicación
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de batería (100) para determinar una resistencia interna de una batería (10), comprendiendo el sistema de gestión de batería (100):

una unidad de medición de corriente (111) configurada para medir una corriente de carga de la batería (10);
 una unidad de medición de tensión (112) para medir una tensión terminal de la batería (10);
 una memoria (120) configurada para almacenar una pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente, los cuales están asociados a un estado de carga específico y a una temperatura específica; y
 una unidad de control (130) acoplada operativamente a la unidad de medición de corriente (111) y a la memoria (120), en donde la unidad de medición de tensión (112) está configurada para transmitir una señal de tensión que indica la tensión terminal medida a la unidad de control (130), y estando configurada la unidad de control (130) para determinar un perfil de referencia entre la pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente en función de un estado de carga y una temperatura de la batería (10), incluyendo el perfil de referencia un punto inicial en el que la corriente es cero, el cual es un par tensión-corriente que indica una tensión de circuito abierto de la batería (10) correspondiente al estado de carga y a la temperatura de la batería (10), un punto final, el cual es un par tensión-corriente que indica una tensión medida durante una carga por pulsos con una corriente constante que es igual a un límite superior preestablecido de corriente de carga, y una pluralidad de puntos intermedios dispuestos entre el punto inicial y el punto final,
 la unidad de control (130) está configurada, además, para:

determinar la resistencia interna de la batería (10) en función del punto inicial y el punto final dividiendo una diferencia entre una tensión del punto inicial y una tensión del punto final por una corriente del punto final, establecer uno de la pluralidad de puntos intermedios como punto de referencia,
 determinar una resistencia de referencia que sea más baja que la resistencia interna en función de la tensión del punto de referencia, la corriente del punto de referencia, la tensión del punto final y la corriente del punto final, usando la siguiente Ecuación 1, donde I_{ref} denota la corriente del punto de referencia, V_{ref} denota la tensión del punto de referencia, I_{end} denota la corriente del punto final, V_{end} denota la tensión del punto final y R_{ref} denota la resistencia de referencia:

$$R_{ref} = \frac{V_{end} - V_{ref}}{I_{end} - I_{ref}}$$

y
 determinar una resistencia óptima que sea mayor que la resistencia interna en función de la corriente de carga, la resistencia interna, la resistencia de referencia y un límite superior predeterminado de corriente de carga usando la siguiente Ecuación 2, donde R_{int} denota la resistencia interna, I_{chr} denota la corriente de carga y R_{opt} denota la resistencia óptima:

$$R_{opt} = \frac{\{V_{ocv} + (R_{int} - R_{ref})I_{end} + R_{ref}I_{chr}\} - V_{ocv}}{I_{chr}} = \frac{(R_{int} - R_{ref})I_{end}}{I_{chr}} + R_{ref}.$$

2. El sistema de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de control (130) está configurada, además, para determinar el punto intermedio más cercano al punto final entre la pluralidad de puntos intermedios como el punto de referencia.

3. Un bloque de batería (1) que comprende el sistema de gestión de batería (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2.

4. Un método para determinar una resistencia interna de una batería (10), comprendiendo el método:

determinar un perfil de referencia en función de un estado de carga y una temperatura de la batería (10) entre una pluralidad de perfiles característicos de tensión-corriente, los cuales están asociados a un estado de carga específico y a una temperatura específica, incluyendo el perfil de referencia un punto inicial en el que la corriente es cero, el cual es un par tensión-corriente que indica una tensión de circuito abierto de la batería (10) correspondiente al estado de carga y a la temperatura de la batería (10), un punto final, el cual es un par tensión-corriente que indica una tensión medida durante una carga por pulsos con una corriente constante que es igual a un límite superior preestablecido de corriente de carga, y una pluralidad de puntos intermedios dispuestos entre el punto inicial y el punto final;
 determinar la resistencia interna de la batería (10) en función del punto inicial y el punto final dividiendo una diferencia entre una tensión del punto inicial y una tensión del punto final por una corriente del punto final;
 establecer uno de la pluralidad de puntos intermedios como punto de referencia;
 determinar una resistencia de referencia que sea más baja que la resistencia interna en función de la tensión del punto de referencia, la corriente del punto de referencia, la tensión del punto final y la corriente del punto final usando la siguiente Ecuación 1, donde I_{ref} denota la corriente del punto de referencia, V_{ref} denota la tensión del

punto de referencia, I_{end} denota la corriente del punto final, V_{end} denota la tensión del punto final y R_{ref} denota la resistencia de referencia:

$$R_{ref} = \frac{V_{end} - V_{ref}}{I_{end} - I_{ref}}$$

5 ; y
 determinar una resistencia óptima que sea mayor que la resistencia interna en función de la corriente de carga, la resistencia interna, la resistencia de referencia y un límite superior predeterminado de corriente de carga de la batería (10) usando la siguiente Ecuación 2, donde R_{int} denota la resistencia interna, I_{chr} denota la corriente de carga y R_{opt} denota la resistencia óptima:

$$R_{opt} = \frac{\{V_{ocv} + (R_{int} - R_{ref})I_{end} + R_{ref}I_{chr}\} - V_{ocv}}{I_{chr}} = \frac{(R_{int} - R_{ref})I_{end}}{I_{chr}} + R_{ref}.$$

FIG. 1

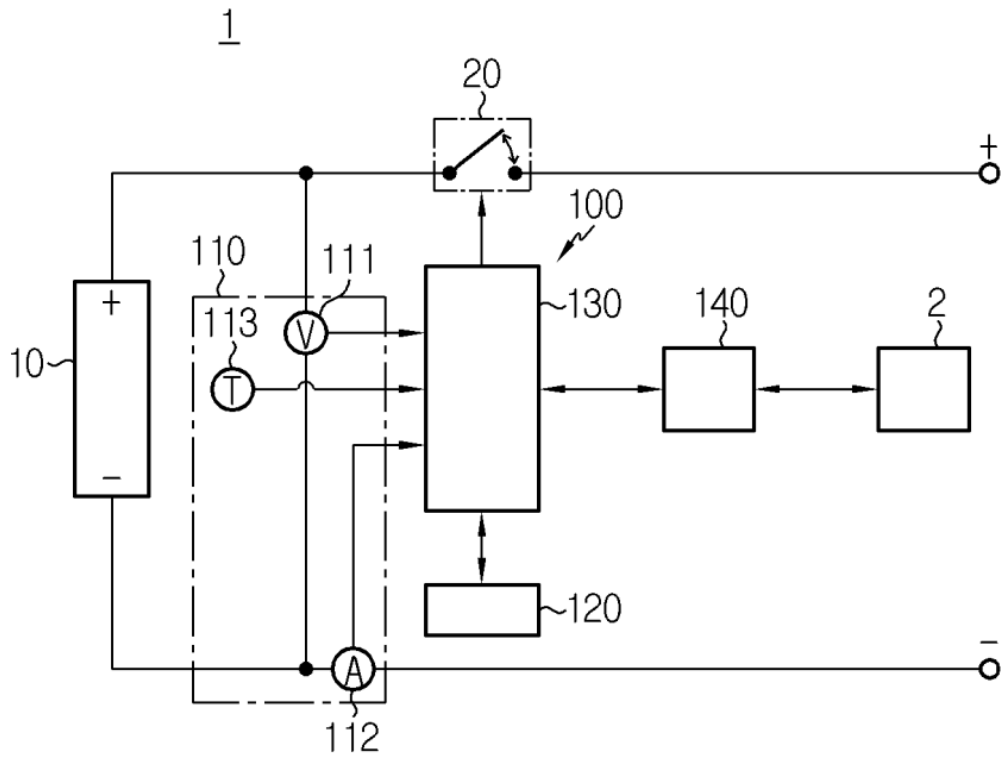


FIG. 2

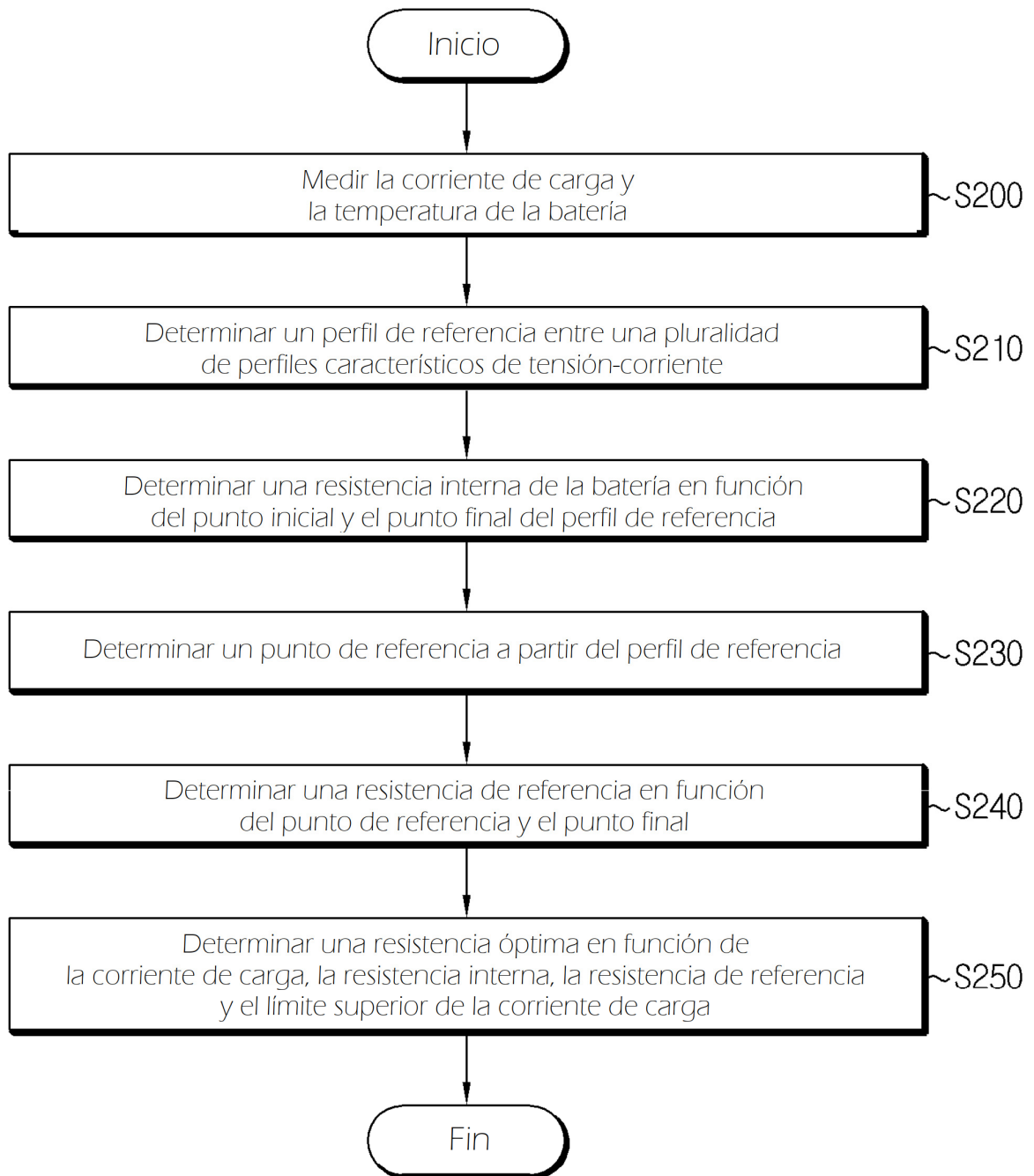


FIG. 3

$$\begin{aligned}
 P_{\text{start}} &= (V_{\text{start}}, I_{\text{start}}) = (V_{\text{ocv}}, 0A) \\
 P_{\text{inter}_1} &= (V_{\text{inter}_1}, I_{\text{inter}_1}) \\
 P_{\text{inter}_2} &= (V_{\text{inter}_2}, I_{\text{inter}_2}) \\
 P_{\text{inter}_3} &= (V_{\text{inter}_3}, I_{\text{inter}_3}) \\
 P_{\text{end}} &= (V_{\text{end}}, I_{\text{end}}) = (V_{\text{end}}, I_{\text{max}})
 \end{aligned}$$

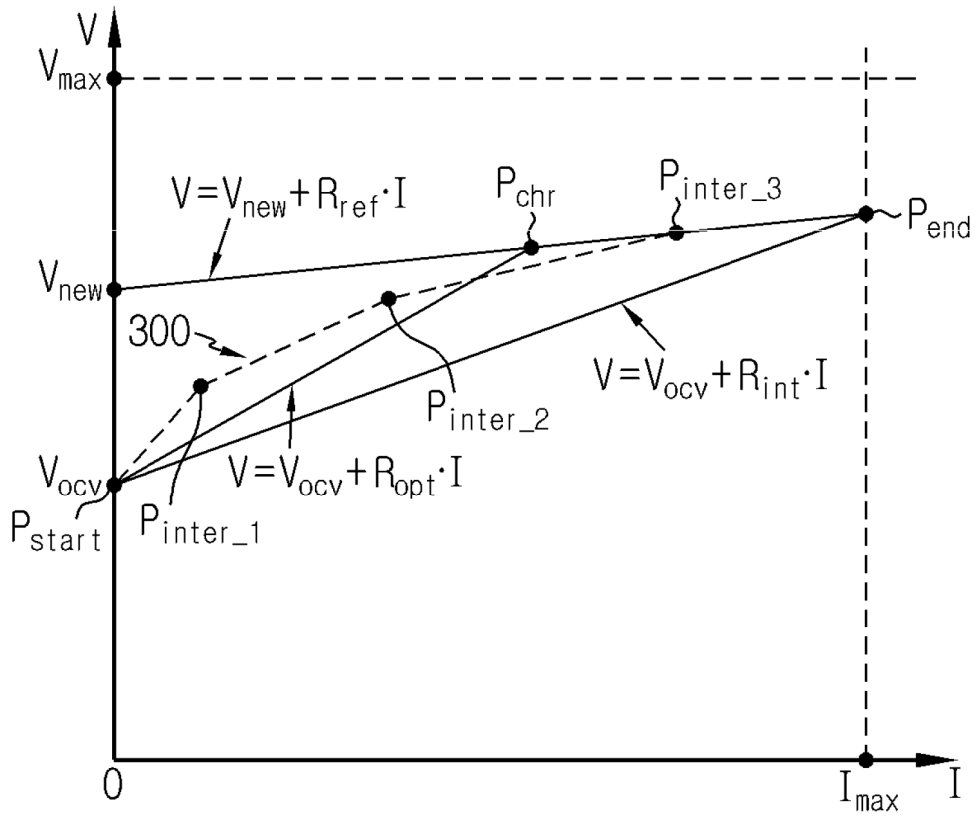


FIG. 4

