

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 471**

51 Int. Cl.:

G01R 31/367 (2009.01)

G01R 31/374 (2009.01)

G01R 31/3835 (2009.01)

G01R 31/3828 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2019** **PCT/KR2019/018004**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020** **WO20130630**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2019** **E 19900608 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 3828566**

54 Título: **Dispositivo para estimar el estado de carga de una batería**

30 Prioridad:

21.12.2018 KR 20180167869

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2025

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

KIM, YOUNG-JIN

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 014 471 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

Dispositivo para estimar el estado de carga de una batería

5 Sector de la técnica

La presente divulgación se refiere a un dispositivo para estimar un estado de carga (SOC) de una batería.

Estado de la técnica

10 Recientemente, la demanda de productos electrónicos portátiles tales como ordenadores ultraportátiles, videocámaras y teléfonos portátiles ha aumentado abruptamente y los vehículos eléctricos, las baterías de almacenamiento de energía, los robots, los satélites y similares se han desarrollado concienzudamente. Por consiguiente, se están estudiando activamente las baterías que permiten una carga y una descarga repetidas.

15 Las baterías disponibles en el mercado en la actualidad incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-zinc, baterías de litio y similares. Entre ellas, las baterías de litio están en el centro de atención, ya que casi no tienen efecto de memoria en comparación con las baterías a base de níquel y también tienen una tasa de autodescarga muy baja y una densidad de energía alta.

20 Uno de los parámetros importantes para usar y gestionar la batería es el estado de carga (SOC). El SOC es un parámetro que representa una relación relativa entre la capacidad en el presente y una capacidad máxima que representa la energía eléctrica almacenada en la batería cuando esta está totalmente cargada. El SOC puede expresarse de 0 a 1 o de 0 % a 100 %.

25 Para estimar el SOC de una batería se utilizan de forma representativa un modelo de recuento de amperios y un modelo de circuito equivalente.

30 El modelo de recuento de amperios mide la corriente que fluye a través de una batería utilizando un sensor de corriente y estima el SOC de la batería en función de un valor de recuento de amperios obtenido contando la corriente medida a lo largo del tiempo. Sin embargo, debido al error de medición del sensor de corriente, existe el problema de que se produce la diferencia entre el SOC estimado utilizando el modelo de recuento de amperios y el SOC real, y la diferencia aumenta a medida que pasa el tiempo.

35 El modelo de circuito equivalente está diseñado para simular las características eléctricas de funcionamiento de una batería. Sin embargo, la batería tiene características no lineales que dependen de las condiciones de funcionamiento, y es muy difícil diseñar el modelo de circuito equivalente para simular perfectamente las características no lineales de la batería.

40 Para resolver los inconvenientes del modelo de recuento de amperios y del modelo de circuito equivalente descritos anteriormente, existe una tecnología para estimar el SOC de una batería utilizando un filtro de Kalman ampliado. El filtro de Kalman ampliado combina el modelo de recuento de amperios y el modelo de circuito equivalente para estimar el SOC con mayor precisión, en comparación con el caso de usar solo uno de los modelos de recuento de amperios y el modelo de circuito equivalente. Es decir, es posible estimar el SOC de la batería más cerca del real.

45 Para estimar el SOC de la batería utilizando el filtro de Kalman ampliado, es necesario estimar la tensión de la batería. Sin embargo, en la técnica relacionada, cuando se produce un error en la tensión estimada de la batería, el error generado se acumula para deteriorar la precisión del SOC estimado de la batería.

50 Otros antecedentes de la técnica incluyen el documento US 2007/0139013 A1.

Objeto de la invención

Problema técnico

55 La presente divulgación está diseñada para resolver los problemas de la técnica relacionada y, por lo tanto, la presente divulgación se refiere a proporcionar un dispositivo para estimar el estado de carga de una batería, que puede estimar con precisión un primer SOC de una batería, estimado usando una segunda tensión de la batería, corrigiendo recursivamente la segunda tensión de la batería en función de un error de tensión integrado de la batería.

60 Estos y otros objetos y ventajas de la presente divulgación pueden entenderse a partir de la siguiente descripción detallada, y se harán más totalmente evidentes a partir de las realizaciones ilustrativas de la presente divulgación. También, se entenderá fácilmente que los objetos y ventajas de la presente divulgación pueden materializarse mediante los medios mostrados en las reivindicaciones adjuntas y combinaciones de los mismos.

65 Solución técnica

Varias realizaciones de la presente divulgación para lograr el objeto anterior son las siguientes.

5 Un dispositivo para estimar el estado de carga (SOC) de una batería según un aspecto de la presente divulgación comprende: una unidad de detección configurada para medir al menos una de una primera tensión y una tensión de circuito abierto (OCV) de una batería; y un procesador acoplado a la unidad de detección.

10 El procesador puede estar configurado para estimar una segunda tensión de la batería en función de la OCV de la batería o de un primer SOC estimado previamente, calcular un error de tensión integrado integrando un error de tensión entre la primera tensión y la segunda tensión de la batería, corregir la segunda tensión de la batería dependiendo de si el error de tensión integrado está incluido en un intervalo de error de referencia, y estimar un primer SOC de la batería en función de la segunda tensión o de la segunda tensión corregida.

15 El procesador puede estar configurado para corregir la segunda tensión de la batería sumando o restando una tensión de corrección a/desde la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia.

20 La tensión de corrección puede ajustarse de acuerdo con una magnitud de la primera tensión para reducir el error de tensión entre la primera tensión y la segunda tensión corregida.

El procesador puede estar configurado para comprobar si el error de tensión integrado es un valor positivo o un valor negativo y corregir la segunda tensión de la batería sumando o restando la tensión de corrección a/de la segunda tensión de la batería en función del resultado de la comprobación.

25 El procesador puede estar configurado para corregir la segunda tensión de la batería añadiendo la tensión de corrección a la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado es un valor positivo.

El procesador puede estar configurado para corregir la segunda tensión de la batería restando la tensión de corrección de la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado es un valor negativo.

30 La unidad de detección puede estar configurada para medir adicionalmente una corriente de la batería.

35 El procesador puede estar configurado para estimar un segundo SOC de la batería en función de un valor contado en amperios obtenido contando la corriente de la batería, calcular un error de SOC entre el segundo SOC y el primer SOC estimado, y generar datos de error mapeando el error de SOC y el error de tensión integrado.

El procesador puede estar configurado para ajustar un intervalo del error de tensión integrado correspondiente a un intervalo objetivo del error SOC como el intervalo de error de referencia, en función de los datos de error.

40 La unidad de detección puede estar configurada para medir adicionalmente una OCV de la batería.

El procesador puede estar configurado para estimar la segunda tensión en función de la OCV medida por la unidad de detección, antes de estimar previamente el primer SOC.

45 El procesador puede estar configurado para estimar la segunda tensión en función del primer SOC estimado previamente, después de estimar previamente el primer SOC.

50 Un paquete de batería según otro aspecto de la presente divulgación puede comprender el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería según un aspecto de la presente divulgación.

Un vehículo según otro aspecto más de la presente divulgación puede comprender el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería según un aspecto de la presente divulgación.

Efectos ventajosos

55 De acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible estimar con mayor precisión un primer SOC de una batería, que se estima usando una segunda tensión de la batería, corrigiendo recursivamente la segunda tensión de la batería en función de un error de tensión integrado de la batería.

60 Los efectos de la presente divulgación no se limitan a lo anterior, y los expertos en la materia entenderán claramente otros efectos no mencionados en el presente documento a partir de las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de las figuras

65 Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la divulgación anterior, sirven para proporcionar una mejor comprensión de las características técnicas de la presente divulgación y, por lo

tanto, la presente divulgación no debe considerarse limitada al dibujo.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que muestra un dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La FIG. 2 muestra un modelo ilustrativo de circuito equivalente utilizado por el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de la FIG. 1.

La FIG. 3 muestra una curva de OCV ilustrativa que representa la relación entre un primer SOC y una OCV de la batería.

La FIG. 4 muestra datos de error en los que se mapean un error de SOC y un error de tensión integrado.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra un error de SOC del primer SOC estimado antes y después de corregir la segunda tensión de la batería según una realización de la presente divulgación.

La FIG. 6 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento de operación del dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, las realizaciones preferentes de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, deberá entenderse que los términos usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas no deberían interpretarse como limitados a los significados generales y de diccionario, sino interpretarse basándose en los significados y conceptos que corresponden a los aspectos técnicos de la presente divulgación sobre la base del principio de que se permite al inventor definir términos de forma apropiada para la mejor explicación.

Por lo tanto, la descripción propuesta en el presente documento es solo un ejemplo preferible a efectos meramente ilustrativos, que no pretende limitar el alcance de la divulgación, por lo que debe entenderse que podrían realizarse otras equivalencias y modificaciones a la misma sin alejarse del alcance de la divulgación.

De forma adicional, al describir la presente divulgación, cuando se considere que una descripción detallada de elementos o funciones conocidos relevantes hace que la materia objeto clave de la presente divulgación resulte ambigua, la descripción detallada se omite en el presente documento.

Los términos que incluyen números ordinales tales como "primero", "segundo" y similares, pueden usarse para distinguir un elemento de otro de entre diversos elementos, pero sin intención de limitar los elementos mediante estos términos.

A lo largo de toda la memoria descriptiva, cuando se hace referencia a una porción como "que comprende" o "que incluye" cualquier elemento, significa que la porción además puede incluir otros elementos adicionalmente, sin excluir otros elementos, a menos que se indique específicamente lo contrario.

Adicionalmente, a lo largo de toda la memoria descriptiva, cuando se hace referencia a una porción como "conectada" a otra porción, no se limita al caso de que estén "conectadas directamente", sino que incluye también el caso donde están "conectadas indirectamente" con otro elemento interpuesto entre las mismas.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá un dispositivo según una realización de la presente divulgación.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que muestra un dispositivo para estimar el estado de carga de una batería según una realización de la presente divulgación, y la FIG. 2 muestra un modelo de circuito equivalente ilustrativo utilizado por el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de la FIG. 1.

Con referencia a las FIG. 1 y 2, una batería 1 puede incluir una batería B y un dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100 incluye una unidad de detección 110, una unidad de recuento de amperios 120 y un procesador 130.

La unidad de detección 110 está acoplada de forma operativa a la unidad de recuento de amperios 120 y al procesador 130. Es decir, la unidad de detección 110 puede conectarse a la unidad de recuento de amperios 120 y al procesador 130 para transmitir una señal eléctrica a la unidad de recuento de amperios 120 y al procesador 130 o para recibir una señal eléctrica de la unidad de recuento de amperios 120 y del procesador 130, respectivamente.

La unidad de detección 110 puede medir una primera tensión aplicada entre un electrodo positivo y un electrodo negativo de la batería B en cada ciclo predeterminado y emitir una señal que indique la primera tensión medida al procesador 130. Adicionalmente, la unidad de detección 110 puede medir repetidamente una corriente que fluye hacia o desde la batería B y proporcionar una señal que indique la corriente medida a al menos una de las unidades de recuento de amperios 120 y el procesador 130.

La unidad de detección 110 incluye un sensor de corriente configurado para medir la corriente de la batería B. Además, la unidad de detección 110 puede incluir además un sensor de tensión configurado para medir la primera tensión de

la batería B. Además, la unidad de detección 110 puede incluir además un sensor de temperatura configurado para medir la temperatura de la batería B.

La unidad de recuento de amperios 120 está acoplada de forma operativa a la unidad de detección 110 y al procesador 130. La unidad de recuento de amperios 120 está configurada para calcular un valor de recuento de amperios en cada ciclo predeterminado. En este punto, puede usarse un contador de Coulomb como unidad de recuento de amperios 120. La unidad del valor contado en amperios puede ser "Ah (amperio hora)".

Específicamente, la unidad de recuento de amperios 120 puede repetir un proceso de cálculo de un valor de recuento de amperios para un ciclo predeterminado en función de la corriente medida por la unidad de detección 110 y transmitir una señal que indique el valor de recuento de amperios calculado al procesador 130, en cada ciclo predeterminado.

El procesador 130 está acoplado de forma operativa a la unidad de detección 110 y a la unidad de recuento de amperios 120. El procesador 130 puede estimar un segundo SOC de la batería B en función del valor de amperios contados calculado por la unidad de recuento de amperios 120. El procesador 130 puede estimar el segundo SOC de la batería B en cada ciclo predeterminado en función del valor de amperios contados a través de un modelo de amperios contados.

En el modelo de recuento de amperios, el valor de amperios contados y el segundo SOC de la batería B pueden definirse como en la Ecuación 1 siguiente.

$$\text{SOC2}_{k+1} = \text{SOC2}_k + \frac{I_k \Delta t}{Q_{\text{máx}}}$$

En la Ecuación 1, k se utiliza como subíndice es un índice de tiempo, que es un valor que aumenta en 1 en cada ciclo predeterminado. Adicionalmente, SOC2 es un segundo SOC, I es una corriente medida por la unidad de medición 110, y Δt es una duración del ciclo predeterminado. $Q_{\text{máx}}$ representa una capacidad máxima de la batería B. También, $I_k \Delta t$ es un valor contado en amperios

Paralelamente, el procesador 130 puede estimar un primer SOC de la batería B en cada ciclo predeterminado igual al ciclo en el que se estima el segundo SOC utilizando un algoritmo de estimación que no utiliza el valor de amperios contados. En una realización, el procesador 130 puede estimar el primer SOC de la batería B utilizando un filtro de Kalman ampliado. En este punto, el procesador 130 puede estimar una segunda tensión de la batería B, explicado más adelante, y estimar el primer SOC de la batería B utilizando la segunda tensión estimada como parámetro de entrada del filtro de Kalman ampliado.

El procesador 130 puede transmitir un mensaje indicando el SOC estimado a un dispositivo externo (por ejemplo, una ECU de un vehículo, una pantalla, o similares) a través de un terminal de comunicación COM.

El procesador 130 puede incluir selectivamente un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), otro conjunto de chips, un circuito lógico, un registro, un módem de comunicación y un dispositivo de procesamiento de datos. Al menos una de las diversas lógicas de control ejecutables por el procesador 130 puede combinarse, y la lógica de control combinada se escribe en un sistema de código legible por ordenador y se graba en un medio de grabación legible por ordenador. El medio de grabación no tiene ninguna limitación siempre que pueda acceder a él el procesador 130 incluido en un ordenador. Como ejemplo, el medio de registro incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una ROM, una RAM, un registro, un CD-ROM, una cinta magnética, un disco duro, un disquete y un dispositivo óptico de registro de datos. Adicionalmente, el sistema de códigos puede modularse en una señal portadora y almacenarse en un soporte de comunicación en un momento determinado, y puede almacenarse y ejecutarse de forma distribuida en ordenadores conectados a través de una red. Además, programas funcionales, códigos y segmentos para implementar las lógicas de control combinadas pueden deducirse fácilmente por programadores en el **Campo técnico** al que pertenece la presente divulgación.

El procesador 130 puede incluir una memoria 131. La memoria 131 puede no estar particularmente limitada siempre que sea conocida en la técnica como capaz de grabar, borrar, actualizar y leer datos. Por ejemplo, la memoria 131 puede ser DRAM, SDRAM, una memoria flash, ROM, EEPROM, un registro y similares. Adicionalmente, la memoria 131 puede almacenar códigos de programa que definen procesos que pueden ser ejecutados por el procesador 130. En particular, en la memoria 131, los datos que definen los parámetros necesarios para ejecutar el filtro de Kalman ampliado, el modelo de recuento de amperios y el modelo de circuito equivalente se almacenan por adelantado.

El procesador 130 puede estimar la segunda tensión de la batería B en función del primer SOC estimado de la batería B. Más específicamente, el procesador 130 puede estimar la segunda tensión de la batería B utilizando el modelo de circuito equivalente.

Con referencia a la FIG. 2, el modelo de circuito equivalente 200 incluye una fuente de OCV 210, un resistor interno 220 y un circuito RC 230. Como se muestra en la FIG. 2, la fuente de OCV 210, el resistor interno 220 y el circuito RC

230 pueden estar conectados en serie entre sí.

La fuente de OCV 210 simula la OCV que es una tensión entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de la batería B estabilizada electroquímicamente durante un largo tiempo, y la OCV tiene una relación de función no lineal con el primer SOC de la batería B. Es decir, $OCV = f_1(SOC1)$ y $SOC1 = f_2(OCV)$, así pues f_1 y f_2 representan funciones diferentes.

La OCV formada por la fuente de OCV 210 puede definirse de antemano para varios primeros SOC y temperaturas mediante experimentos preliminares.

Es decir, para cada una de una pluralidad de temperaturas predeterminadas, puede medirse la variación de la OCV de acuerdo con el primer SOC de la batería B, y los datos que indican la relación entre el primer SOC y la OCV de la batería B pueden almacenarse previamente en la memoria 131 en forma de tabla de consulta. Por ejemplo, si el número de temperaturas utilizadas en el experimento preliminar es m, se puede almacenar por adelantado en la memoria una tabla de consulta que muestre el número de curvas OCV-SOC.

De este modo, el procesador 130 puede estimar la OCV formada por la fuente de OCV 210 poniendo el primer SOC en la curva OCV-SOC.

Sin embargo, antes de estimar el primer SOC, por ejemplo, en una operación inicial, la OCV de la batería B puede ser medida por la unidad de detección 110. Adicionalmente, el procesador 130 puede usar la OCV de la batería B medida por la unidad de detección 110 como la OCV formada por la fuente de OCV 210.

La FIG. 3 muestra una curva OCV ilustrativa que representa la relación entre un primer SOC y una OCV de la batería B.

Véase la curva OCV 300 de la FIG. 3, en un entorno en el que la temperatura de la batería B se mantiene a un valor determinado (por ejemplo, 30 °C), es posible comprobar el cambio de la OCV registrado en el intervalo de SOC 0 % a 100 %. Como se entiende fácilmente, a medida que el SOC aumenta del 0 % al 100 %, la OCV aumenta de forma no lineal. Por el contrario, a medida que el SOC disminuye del 100 % hacia el 0 %, la OCV disminuye de forma no lineal.

El resistor interno 220 simula una caída IR de la batería B. La caída IR es una caída de tensión que es un cambio instantáneo en la tensión de ambos terminales de la batería B cuando la batería B se carga o se descarga. Debido a la caída IR, la tensión medida en un momento en que se inicia la carga de la batería B en vacío es superior a la OCV. Por el contrario, la tensión medida en el momento en que se inicia la descarga de la batería B en vacío es inferior a la OCV. La resistencia (R_0) del resistor interno 220 también puede ajustarse de forma diferente para una pluralidad de temperaturas predeterminadas mediante experimentos preliminares.

El circuito RC 230 simula un sobrepotencial inducido por una doble capa eléctrica de la batería B, o similares e incluye un resistor 231 y un condensador 232 conectados en paralelo entre sí. R_1 es una resistencia del resistor 231 y C_1 es una capacitancia del condensador 232. El sobrepotencial también puede denominarse "tensión de polarización". Cada uno de R_1 y C_1 puede ajustarse de forma diferente para una pluralidad de temperaturas predeterminadas mediante experimentos preliminares.

En el modelo de circuito equivalente 200, el sobrepotencial puede definirse como en la Ecuación 2 siguiente.

$$\text{<Ecuación 2>} \\ V_{op_{k+1}} = V_{op_k} \left\{ \exp \left(-\frac{\Delta t}{R_1 C_1} \right) \right\} + R_1 \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{\Delta t}{R_1 C_1} \right) \right\} I_k$$

En la Ecuación 2, k se utiliza como subíndice es un índice de tiempo, que es un valor que aumenta en 1 en cada ciclo predeterminado. Adicionalmente, V_{op} es un sobrepotencial, I es una corriente medida por la unidad de medición 110, y Δt es la duración de un ciclo predeterminado. R_1 es una resistencia del resistor 231, y C_1 es una capacitancia del condensador 232.

El procesador 130 puede determinar la OCV, que es uno de los parámetros referidos al modelo de circuito equivalente 200, con referencia a los datos almacenados en la memoria en función del primer SOC estimado previamente de la batería B y la temperatura de la batería B medida por la unidad de detección 110, en cada ciclo predeterminado.

El procesador 130 puede determinar la resistencia (R_0) del resistor interno 220, la resistencia (R_1) del resistor 231 y la capacitancia (C_1) del condensador 232, que son una pluralidad de otros parámetros de circuito referidos al modelo de circuito equivalente 200, con referencia a los datos almacenados de antemano en la memoria, en función de la temperatura de la batería B medida por la unidad de detección 110, en cada ciclo predeterminado.

A través de esto, el procesador 130 puede estimar la segunda tensión de la batería B aplicando el parámetro determinado al modelo de circuito equivalente 200. Es decir, el procesador 130 puede calcular una tensión terminal

(Vt) del modelo de circuito equivalente 200 al que se aplica el parámetro determinado, y estimar el mismo como la segunda tensión de la batería B.

En este punto, el procesador 130 puede estimar la segunda tensión de la batería B utilizando la Ecuación 3 siguiente.

$$\begin{aligned} &\text{<Ecuación 3>} \\ V2_k &= OCV_k + R_0 I_k + Vop_k \end{aligned}$$

En la Ecuación 3, k se utiliza como subíndice es un índice de tiempo, que es un valor que aumenta en 1 en cada ciclo predeterminado. Adicionalmente, V2 es una segunda tensión de la batería B, OCV es una OCV de la batería B, y R₀ es una resistencia del resistor interno 220. I es una corriente medida por la unidad de medición 110, y Vop representa un sobrepotencial.

El procesador 130 puede calcular un error de tensión integrado mediante la integración de un error de tensión de la segunda tensión estimada de la batería B en comparación con la primera tensión de la batería B medida por la unidad de detección 110.

En este punto, el procesador 130 puede calcular el error de tensión integrado utilizando la Ecuación 4 siguiente.

$$\begin{aligned} &\text{<Ecuación 4>} \\ \Sigma \text{Verror}_{k+1} &= \Sigma \text{Verror}_k + (V1_k - V2_k) \end{aligned}$$

En la Ecuación 4, k se utiliza como subíndice es un índice de tiempo, que es un valor que aumenta en 1 en cada ciclo predeterminado. Adicionalmente, ΣVerror es un error de tensión integrado, V1 es una primera tensión de la batería B medida por la unidad de detección 110, y V2 representa una segunda tensión estimada de la batería B.

El procesador 130 puede determinar si el error de tensión integrado está incluido en un intervalo de error de referencia y corregir la segunda tensión de la batería B basándose en el resultado de la determinación.

Específicamente, como resultado de determinar si el error de tensión integrado está incluido en el intervalo de error de referencia, si el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia, el procesador 130 puede corregir la segunda tensión de la batería B sumando o restando una tensión de corrección a/de la segunda tensión de la batería B.

Por el contrario, como resultado de determinar si el error de tensión integrado está incluido en el intervalo de error de referencia, si el error de tensión integrado está incluido en el intervalo de error de referencia, el procesador 130 puede estimar el primer SOC de la batería B en función de la segunda tensión actualmente estimada de la batería B.

Aquí, el intervalo de error de referencia puede ser un intervalo que sirve de referencia para determinar si se corrige o no la segunda tensión de la batería B. En este punto, el procesador 130 puede ajustar el intervalo de error de referencia. El proceso de ajuste del intervalo de error de referencia por parte del procesador 130 se describirá más adelante.

Como resultado de determinar si el error de tensión integrado está incluido en el intervalo de error de referencia, si el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia, el procesador 130 puede comprobar si el error de tensión integrado es un valor positivo o un valor negativo y corregir la segunda tensión de la batería B sumando y restando la tensión de corrección a/de la segunda tensión de la batería B en función del resultado de la comprobación.

Específicamente, si el error de tensión integrado es un valor positivo, el procesador 130 puede corregir la segunda tensión de la batería B añadiendo la tensión de corrección a la segunda tensión de la batería B.

Por el contrario, si el error de tensión integrado es un valor negativo, el procesador 130 puede corregir la segunda tensión de la batería B restando la tensión de corrección de la segunda tensión de la batería B.

A través de la presente divulgación, como se ha indicado anteriormente, si el error de tensión integrado es un valor positivo debido a la tendencia a que la segunda tensión de la batería B se estime como una tensión inferior a la primera tensión de la batería B, el procesador 130 puede corregir con precisión la segunda tensión de la batería B añadiendo la tensión de corrección a la segunda tensión de la batería B.

Si el error de tensión integrado es un valor negativo debido a la tendencia de que la segunda tensión de la batería B se estima como un valor superior a la primera tensión de la batería B, el procesador 130 puede corregir con precisión la segunda tensión de la batería B restando la tensión de corrección de la segunda tensión de la batería B.

Paralelamente, el procesador 130 puede ajustar la tensión de corrección que se suma o se resta de la segunda tensión de la batería B para que se corresponda con la primera tensión de la batería B. Específicamente, el procesador 130

puede ajustar la tensión de corrección de tal manera que la tensión de corrección sea mayor a medida que la primera tensión de la batería B sea mayor. Es decir, si el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia, el procesador 130 puede comprobar la primera tensión de la batería B y ajustar la tensión de corrección para que sea mayor a medida que la primera tensión de la batería B sea mayor.

Por ejemplo, como resultado de la comprobación de la primera tensión de la batería B porque el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia, si la primera tensión de la batería B comprobada actualmente ha aumentado más que la primera tensión de la batería B comprobada anteriormente, el procesador 130 puede ajustar la tensión de corrección para que sea mayor que la tensión de corrección previamente ajustada.

De acuerdo con la presente divulgación, el procesador 130 puede corregir la segunda tensión de la batería B sumando o restando la tensión de corrección cuya magnitud se ajusta de forma diferente en respuesta a una región de tensión de la batería B.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá el proceso de ajuste del intervalo de error de referencia por parte del procesador 130.

La FIG. 4 muestra datos de error 400 en los que se mapean un error SOC y un error de tensión integrado.

Con referencia adicional a la FIG. 4, el procesador 130 puede calcular un error de SOC del primer SOC de la batería B comparado con el segundo SOC estimado de la batería B, y generar datos de error 400 mapeando el error de SOC y el error de tensión integrado.

El procesador 130 puede calcular una diferencia entre el segundo SOC de la batería B y el primer SOC de la batería B estimados respectivamente en el mismo punto temporal que el error de SOC. Adicionalmente, el procesador 130 puede generar los datos de error 400 mapeando el error de SOC y el error de tensión integrado calculado en función del mismo punto temporal.

Es decir, el procesador 130 puede calcular el error de SOC según la diferencia entre el segundo SOC y el primer SOC estimados en el punto temporal a y generar los datos de error 400 mapeando el error de SOC calculado con el error de tensión integrado calculado en el punto temporal a.

El procesador 130 puede ajustar el intervalo del error de tensión integrado correspondiente a un intervalo objetivo (tr) del error SOC como el intervalo de error de referencia (rer) en función de los datos de error 400.

Específicamente, el procesador 130 puede derivar una función de relación en la que el error SOC es un valor de salida (Y) y el error de tensión integrado es un valor de entrada (X), en función de los datos de error 400. En este punto, la función de relación puede ser una función lineal.

Esta función de relación puede definirse como en la Ecuación 5 siguiente.

$$\text{SOC}_{\text{error}} = g \times \Sigma \text{Verror} + c$$

En la Ecuación 5, SOCerror es un error del SOC, g es una pendiente de la función de relación, ΣVerror es un error de tensión integrado, y c es una intersección Y de la función de relación.

Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, el procesador 130 puede derivar una función lineal $\text{SOC}_{\text{error}} = 0,5 \times \Sigma \text{Verror}$ donde la pendiente g es "0,5" y la intersección Y c es "0".

Al usar esto, el procesador 130 puede calcular el intervalo del error de tensión integrado correspondiente al intervalo objetivo (tr) del error SOC preestablecido, y ajustar el intervalo calculado como el intervalo de error de referencia (rer).

Por ejemplo, si el intervalo objetivo (tr) del error SOC preajustado es de "-5,0 % a 5,0 %", el procesador 130 puede calcular el intervalo del error de tensión integrado como "-10 a 10" utilizando la función de relación, y ajustar el intervalo calculado "-10 a 10" como el intervalo de error de referencia (rer). Aquí, la unidad del intervalo de error de referencia es una unidad correspondiente a la primera tensión y puede ser mV o V.

De acuerdo con la presente divulgación, ajustando el intervalo de error de referencia en función del estado actual de la batería B, la segunda tensión de la batería B puede corregirse siempre que el error de tensión integrado esté fuera del intervalo de error de referencia. De este modo, el primer SOC de la batería B puede estimarse con precisión en función de la segunda tensión corregida.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra un error de SOC del primer SOC estimado antes y después de corregir la segunda tensión de la batería B según una realización de la presente divulgación.

Con referencia a la FIG. 5, un periodo comprendido entre un primer punto temporal t_1 y un segundo punto temporal t_2 es un punto temporal en el que el error de tensión acumulado de la batería B está fuera del intervalo de error de referencia. Una primera curva 501 es una curva que indica el error de SOC entre el segundo SOC de la batería B y el primer SOC estimado en función de la segunda tensión corregida. Una segunda curva 502 es una curva que indica el error de SOC entre el segundo SOC de la batería B y el primer SOC estimado en función de la segunda tensión no corregida.

El procesador 130 puede corregir la segunda tensión de la batería B durante el periodo comprendido entre el primer punto temporal t_1 y el segundo punto temporal t_2 en el que el error de tensión acumulado está fuera del intervalo de error de referencia, y estimar de nuevo el primer SOC de la batería B en función de la segunda tensión corregida.

Por consiguiente, durante el periodo comprendido entre el primer punto temporal t_1 y el segundo punto temporal t_2 , el error de SOC de la segunda curva 502 puede ser mayor que el error de SOC de la primera curva 501.

Es decir, el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100 según una realización de la presente divulgación puede corregir la segunda tensión dependiendo de si el error de tensión integrado está incluido en el intervalo de error de referencia, y estimar de nuevo el primer SOC de la batería B en función de la segunda tensión corregida. De este modo, el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100 tiene la ventaja de estimar con precisión el primer SOC corrigiendo la segunda tensión.

La FIG. 6 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento de operación del dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100 según una realización de la presente divulgación.

Específicamente, la FIG. 6 es un diagrama que muestra una primera operación (S100), una segunda operación (S200), una tercera operación (S300), una cuarta operación (S400), una quinta operación (S500), una sexta operación (S600) y una séptima operación (S700), que son realizadas por el procesador 130 en un punto temporal k . Sin embargo, el procesador 130 realiza varias operaciones para implementar la presente divulgación, y cabe señalar que la FIG. 6 es un diagrama que muestra selectivamente solo la primera operación (S100) a la séptima operación (S700) entre varias operaciones del procesador 130.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán las operaciones del procesador 130 en el punto temporal k . Es decir, el subíndice k significa un valor de un punto temporal actual, el subíndice $k-1$ significa un valor de un punto temporal anterior, y el subíndice $k+1$ significa un valor del punto temporal siguiente.

La primera operación (S100) es una operación en la que el procesador 130 estima la segunda tensión (V_{2k}).

El procesador 130 puede estimar la segunda tensión (V_{2k}) en función de la Ecuación 3.

Aquí, la OCV (OCV_k) puede ser medida por la unidad de detección 110 o, si el primer SOC (SOC_{1k-1}) se estima de antemano, puede estimarse mediante el primer SOC (SOC_{1k-1}) estimado de antemano.

Por ejemplo, si el primer SOC (SOC_{1k-1}) no se estima de antemano, el procesador 130 podrá estimar la segunda tensión (V_{2k}) en función de la OCV (OCV_k) de la batería B medida por la unidad de detección 110. En referencia a la sexta operación (S600) explicada más adelante, el primer SOC (SOC_{1k}) puede estimarse en función de la segunda tensión (V_{2k}). De este modo, cuando $k=1$, en concreto, en el primer punto temporal, la segunda tensión (V_{2k}) puede estimarse mediante la OCV (OCV_k) medida por la unidad de detección 110.

Por el contrario, si el primer SOC (SOC_{1k-1}) se estima de antemano, el procesador 130 puede estimar la OCV (OCV_k) a partir del primer SOC estimado previamente (SOC_{1k-1}) con referencia a la curva OCV 300 de la FIG. 3. Es decir, si $k \geq 2$, el primer SOC (SOC_{1k-1}) puede estimarse por adelantado mediante la segunda tensión (V_{2k}) estimada en el punto temporal $k-1$. Por consiguiente, el procesador 130 puede estimar la OCV (OCV_k) en función del primer SOC estimado (SOC_{1k-1}) y estimar la segunda tensión (V_{2k}) en función de la OCV estimada (OCV_k).

La segunda operación (S200) es una operación en la que el procesador 130 calcula un error de tensión (V_{error_k}).

El procesador 130 puede calcular el error de tensión (V_{error_k}) obteniendo una diferencia entre la primera tensión (V_{1k}) medida por la unidad de detección 110 y la segunda tensión (V_{2k}) estimada en la primera operación (S100).

La tercera operación (S300) es una operación en la que el procesador 130 calcula un error de tensión integrado (ΣV_{error_k}).

El procesador 130 puede calcular el error de tensión integrado (ΣV_{error_k}) en el punto temporal k sumando el error de tensión integrado ($\Sigma V_{error_{k-1}}$) calculado en el punto temporal $k-1$ y el error de tensión (V_{error_k}) calculado en la segunda operación (S200). Es decir, el procesador 130 puede calcular el error de tensión integrado (ΣV_{error_k}) en el punto temporal actual k sumando el error de tensión integrado ($\Sigma V_{error_{k-1}}$) calculado de antemano en el punto temporal anterior $k-1$ y el error de tensión (V_{error_k}) calculado en el punto temporal actual (k).

La cuarta operación (S400) es una operación en la que el procesador 130 compara el error de tensión integrado (ΣVerror_k) con un intervalo de error de referencia (rer).

- 5 Aquí, el intervalo de error de referencia (rer) puede ajustarse en función de los datos de error 400 que se generan mapeando el error de SOC (SOCError) y el error de tensión integrado (ΣVerror_k).

Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, el error de SOC (SOCError) y el error de tensión integrado (ΣVerror_k) pueden mapearse.

- 10 El procesador 130 puede ajustar un intervalo del error de tensión integrado (ΣVerror_k) correspondiente a un intervalo objetivo (tr) del error de SOC (SOCError) como el intervalo de error de referencia (rer). Aquí, el intervalo objetivo (tr) del error de SOC (SOCError) puede fijarse de antemano. Por ejemplo, el intervalo objetivo (tr) del error de SOC (SOCError) puede fijarse para que sea igual y mayor que -5 % y menor que +5 %.

- 15 Si $k=1$, ya que el primer SOC (SOC1k) aún no se ha estimado, no se puede calcular el error SOC (SOCError). En este caso, la cuarta operación (S400) puede omitirse, y la sexta operación (S600) puede realizarse.

- 20 Por el contrario, cuando $k \geq 2$, el procesador 130 puede generar los datos de error 400 y ajustar el intervalo de error de referencia (rer). Es más, el procesador 130 puede estar configurado para realizar la quinta operación (S500) o la sexta operación (S600) en función de si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) está incluido en el intervalo de error de referencia (rer).

- 25 La quinta operación (S500) es una operación en la que el procesador 130 corrige la segunda tensión ($V2_k$) de la batería, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) no está incluido en el intervalo de error de referencia (rer).

- Específicamente, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) no está incluido en el intervalo de error de referencia (rer), el procesador 130 puede corregir la segunda tensión ($V2_k$) sumando o restando la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) a/de la segunda tensión estimada ($V2_k$).

- 30 Preferentemente, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) es un valor positivo y no está incluido en el intervalo de error de referencia (rer), el procesador 130 puede corregir la segunda tensión ($V2_k$) sumando la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) a la segunda tensión ($V2_k$). Es decir, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) es mayor que el intervalo de error de referencia (rer), el procesador 130 puede reducir el error de tensión integrado (ΣVerror_k) añadiendo la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) a la segunda tensión ($V2_k$).

- 35 Por el contrario, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) es un valor negativo y no está incluido en el intervalo de error de referencia (rer), el procesador 130 puede corregir la segunda tensión ($V2_k$) restando la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) de la segunda tensión ($V2_k$). Es decir, si el error de tensión integrado (ΣVerror_k) es menor que el intervalo de error de referencia (rer), el procesador 130 puede aumentar el error de tensión integrado (ΣVerror_k) restando la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) de la segunda tensión ($V2_k$).

- 40 Aquí, la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) puede ajustarse para que corresponda a la magnitud de la primera tensión ($V1_k$) medida por la unidad de detección 110. Por ejemplo, ya que la primera tensión ($V1_k$) es mayor, la tensión de corrección ($V\text{desfase}_k$) puede ajustarse para ser mayor.

- 45 Después de la quinta operación (S500), la segunda operación (S200) puede realizarse de nuevo en función de la segunda tensión corregida ($V2_k$). Es decir, en función de la segunda tensión ($V2_k$) corregida en la quinta operación (S500), la segunda operación (S200), la tercera operación (S300), la cuarta operación (S400) y la quinta operación (500) pueden realizarse recursivamente hasta que el error de tensión integrado (ΣVerror_k) calculado en el punto temporal k esté incluido en el intervalo de error de referencia (rer).

- 50 La sexta operación (S600) es una operación en la que el procesador 130 estima el primer SOC (SOC1k) de la batería B en función de la segunda tensión estimada ($V2_k$) o en la segunda tensión corregida ($V2_k$).

- 55 Por ejemplo, si $k=1$, después de la tercera operación (S300), puede omitirse la cuarta operación (S400) y realizarse la quinta operación (S500). En este caso, el procesador 130 puede estimar la segunda tensión ($V2_k$) en función de la OCV (OCV_k) de la batería medida por la unidad de detección 110, y estimar el primer SOC (SOC1k) de la batería de acuerdo con la segunda tensión estimada ($V2_k$).

- 60 Como otro ejemplo, si $k \geq 2$ y no se realiza la quinta operación (S500), el procesador 130 puede estimar el primer SOC (SOC1k) en función de la segunda tensión ($V2_k$) estimada en la primera operación (S100) en el punto temporal correspondiente. Preferentemente, en este caso, la segunda tensión ($V2_k$) estimada en la primera operación (S100) en el punto temporal k puede no corregirse.

- 65 Como otro ejemplo más, si $k \geq 2$ y la quinta operación (S500) se realiza más de una vez, el procesador 130 puede

estimar el primer SOC ($SOC1_k$) en función de la segunda tensión ($V2_k$) finalmente corregida en la quinta operación (S500). Es decir, el procesador 130 puede corregir recursivamente la segunda tensión ($V2_k$) según el resultado de la comparación del error de tensión integrado ($\Sigma Verror_k$) y el intervalo de error de referencia (r_{er}), y finalmente estimar el primer SOC ($SOC1_k$) en función de la segunda tensión finalmente corregida ($V2_k$).

5 La séptima operación (S700) es una operación en la que el procesador 130 estima la OCV (OCV_{k+1}) de la batería B en función del primer SOC estimado ($SOC1_k$).

10 Específicamente, la séptima operación (S700) es una operación en la que el procesador 130 estima la OCV (OCV_{k+1}) de la batería B en el punto temporal $k+1$ en función del primer SOC ($SOC1_k$) estimado en el punto temporal k . La OCV (OCV_{k+1}) del punto temporal $k+1$ puede estimarse en la séptima operación (S700), y la segunda tensión ($V2_{k+1}$) en el punto temporal $k+1$ puede estimarse mediante la OCV estimada (OCV_{k+1}).

15 Adicionalmente, el procesador 130 puede calcular el error de SOC ($SOCerror_k$) obteniendo una diferencia entre el primer SOC ($SOC1_k$) estimado en la sexta operación (S600) y el segundo SOC ($SOC2_k$) estimado en función del valor de amperios contados por la unidad de recuento de amperios 120.

20 Por ejemplo, al ver la primera curva 501 y la segunda curva 502 en la realización de la FIG. 5, el error del SOC puede disminuir a medida que el procesador 130 realiza la primera operación (S100) a la séptima operación (S700).

Es decir, el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería 100 según una realización de la presente divulgación tiene la ventaja de reducir el error del SOC estimado midiendo y estimando la tensión de la batería B recursivamente y corrigiendo la tensión estimada de la batería B en función del intervalo de error de referencia.

25 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente no se implementan necesariamente por un dispositivo, sino que también se pueden implementar a través de un programa para realizar funciones correspondientes a la configuración de la presente divulgación o un medio de grabación en el que se graba el programa. Dicha implementación puede realizarse fácilmente por los expertos en la materia a partir de la descripción anterior de las realizaciones.

30 La presente divulgación se ha descrito en detalle. Sin embargo, debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican realizaciones preferidas de la divulgación, se proporcionan únicamente a modo de ilustración, ya que diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la divulgación serán evidentes para los expertos en la materia a partir de esta descripción detallada.

35 **(Signos de referencia)**

1: paquete de batería

B: batería

40 100: dispositivo para estimar el estado de carga de una batería

110: unidad de detección

120: unidad de recuento de amperios

130: procesador

200: modelo de circuito equivalente

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para estimar el estado de carga, SOC, de una batería, comprendiendo el dispositivo:

5 una unidad de detección configurada para medir al menos una de una primera tensión y una tensión de circuito abierto, OCV, de la batería; y
un procesador acoplado operativamente a la unidad de detección,
caracterizado por que
10 el procesador está configurado para estimar una segunda tensión de la batería en función de la OCV de la batería o de un primer SOC estimado previamente, calcular un error de tensión integrado integrando los errores de tensión entre la primera tensión y la segunda tensión de la batería, corregir la segunda tensión de la batería dependiendo de si el error de tensión integrado está incluido en un intervalo de error de referencia, y estimar un primer SOC de la batería en función de la segunda tensión o de la segunda tensión corregida.

15 2. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el procesador está configurado para corregir la segunda tensión de la batería sumando o restando una tensión de corrección a/de la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado no está incluido en el intervalo de error de referencia.

20 3. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la tensión de corrección se ajusta de acuerdo con una magnitud de la primera tensión para reducir el error de tensión entre la primera tensión y la segunda tensión corregida.

25 4. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el procesador está configurado para comprobar si el error de tensión integrado es un valor positivo o un valor negativo y corregir la segunda tensión de la batería sumando o restando la tensión de corrección a/de la segunda tensión de la batería en función del resultado de la comprobación.

30 5. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el procesador está configurado para corregir la segunda tensión de la batería sumando la tensión de corrección a la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado es un valor positivo.

35 6. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el procesador está configurado para corregir la segunda tensión de la batería restando la tensión de corrección de la segunda tensión de la batería, cuando el error de tensión integrado es un valor negativo.

40 7. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de detección está configurada para medir adicionalmente una corriente de la batería, y el procesador está configurado para estimar un segundo SOC de la batería en función de un valor de amperios contados obtenido contando la corriente de la batería, calcular un error de SOC entre el segundo SOC y el primer SOC estimado, y generar datos de error mapeando el error de SOC y el error de tensión integrado.

45 8. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el procesador está configurado para ajustar un intervalo del error de tensión integrado correspondiente a un intervalo objetivo del error de SOC como el intervalo de error de referencia, en función de los datos de error.

50 9. El dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de detección está configurada para medir adicionalmente una OCV de la batería, y el procesador está configurado para:

estimar la segunda tensión en función de la OCV medida por la unidad de detección, antes de estimar previamente el primer SOC, o
55 estimar la segunda tensión en función del primer SOC estimado previamente, después de estimar previamente el primer SOC.

60 10. Un paquete de batería, que comprende el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Un vehículo, que comprende el dispositivo para estimar el estado de carga de una batería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

FIG. 1

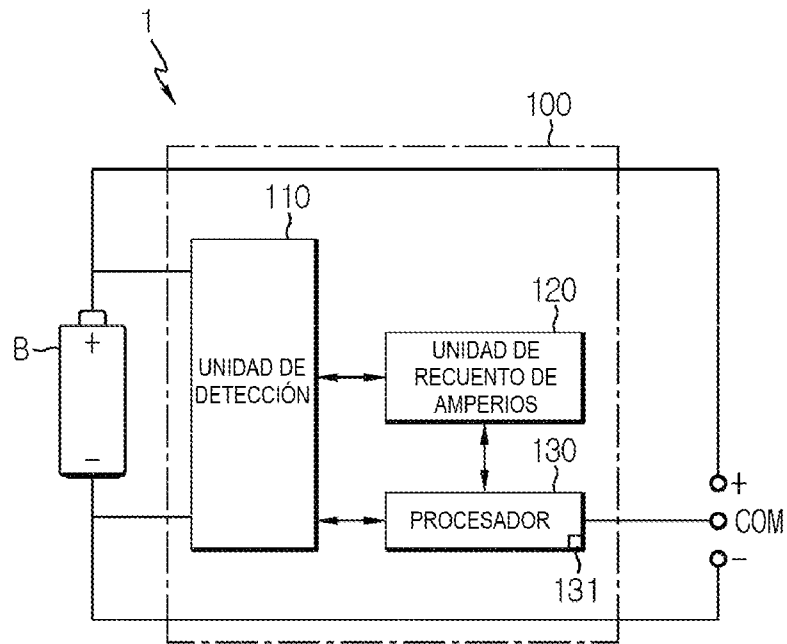


FIG. 2

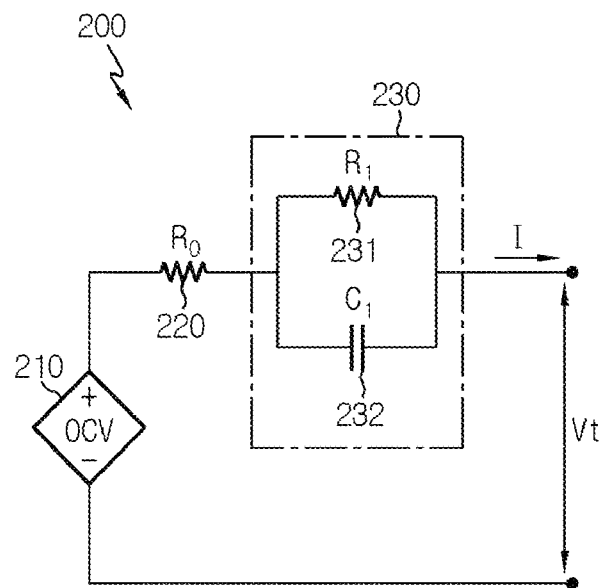


FIG. 3

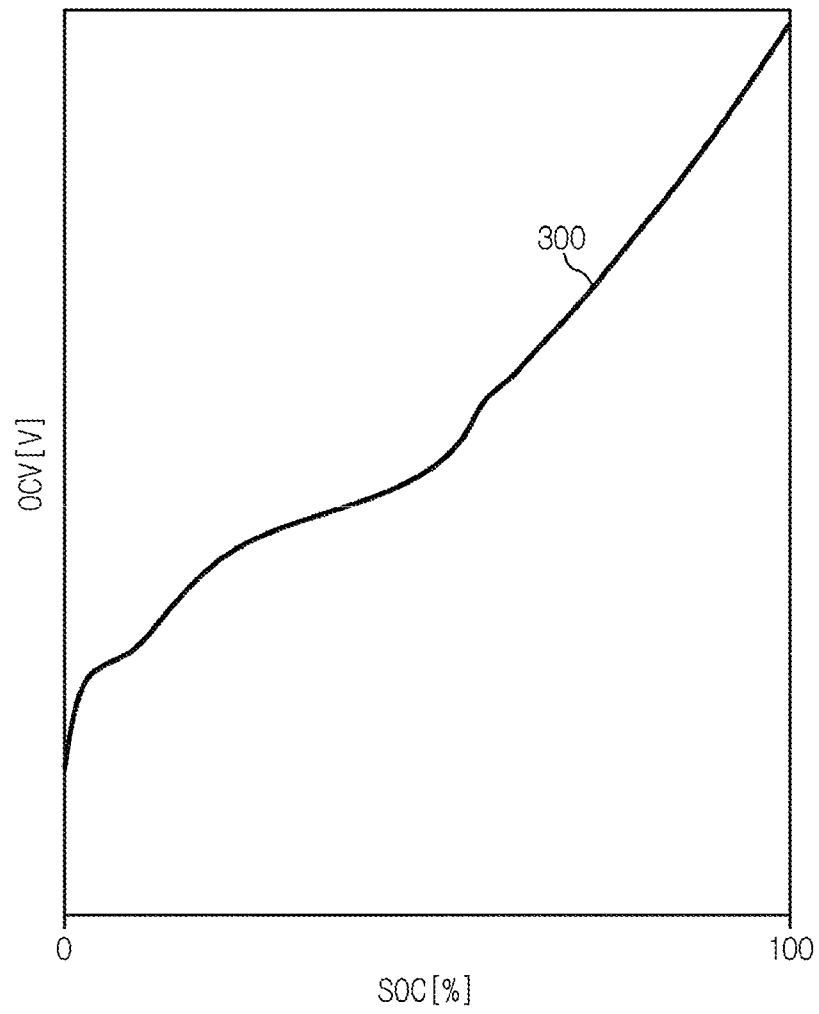


FIG. 4

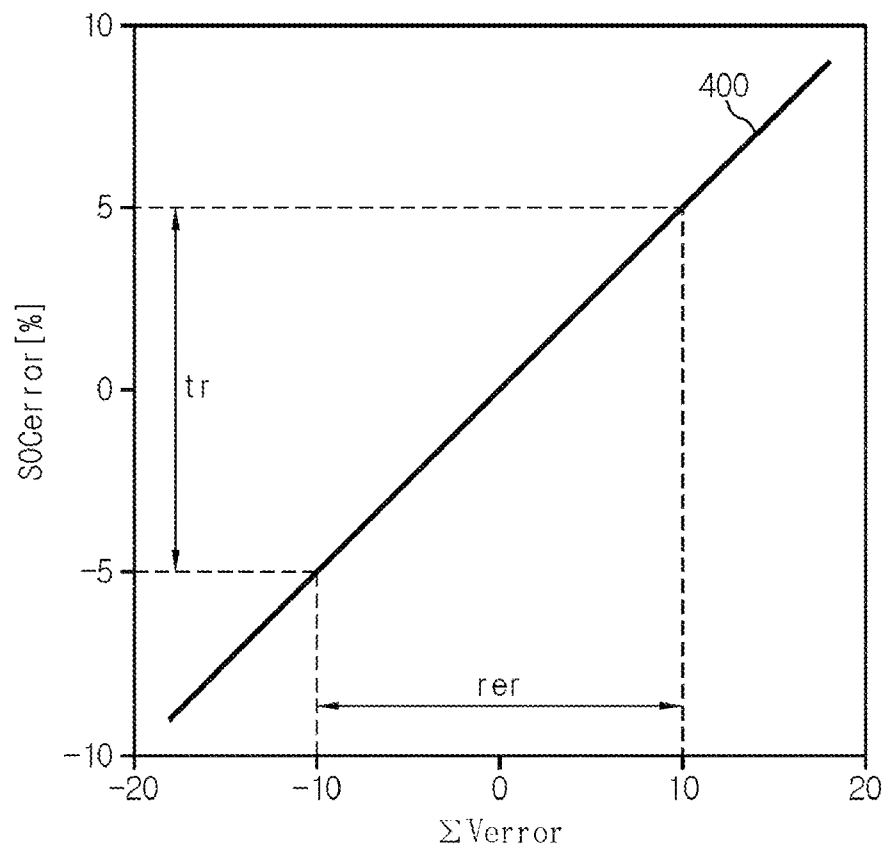


FIG. 5

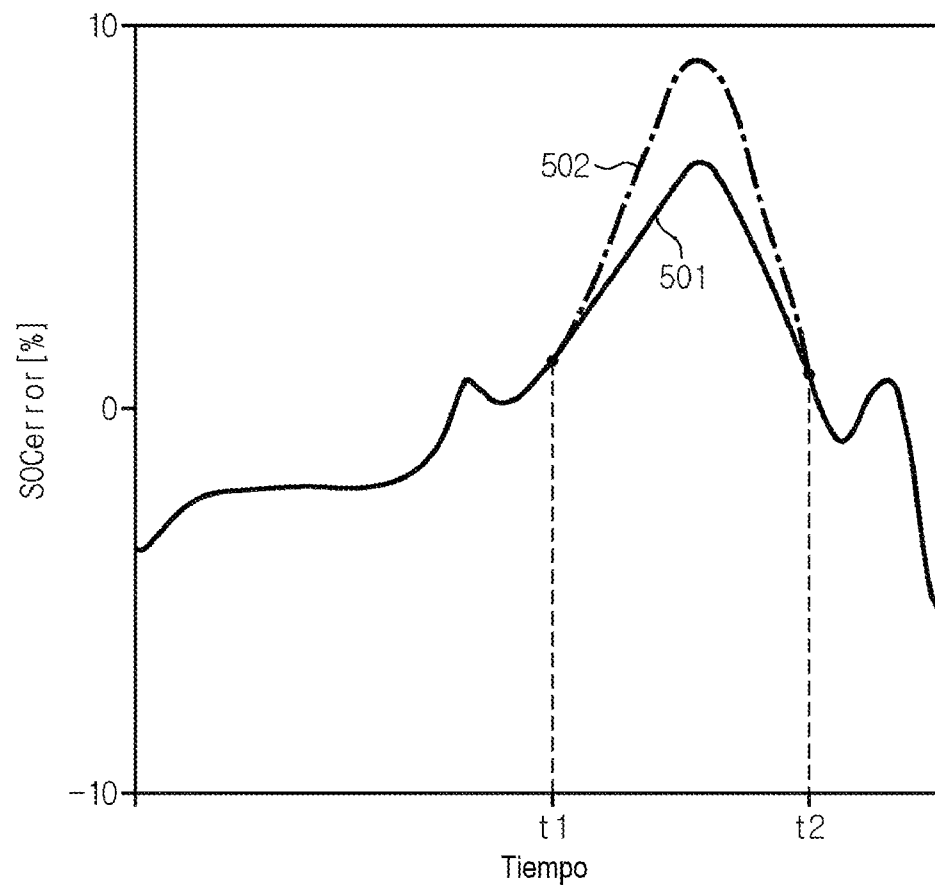


FIG. 6

