

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 025 509**

51 Int. Cl.:

<b>G01R 31/36</b>	(2010.01)
<b>G01R 31/392</b>	(2009.01)
<b>G01R 31/367</b>	(2009.01)
<b>G01R 31/396</b>	(2009.01)
<b>H01M 10/48</b>	(2006.01)
<b>B60L 58/16</b>	(2009.01)
<b>B60L 58/26</b>	(2009.01)
<b>H01M 10/42</b>	(2006.01)
<b>H01M 10/613</b>	(2014.01)
<b>H01M 10/625</b>	(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2021 PCT/KR2021/012731**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2022 WO22075628**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2021 E 21877880 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025 EP 4105669**

54 Título: **Método y aparato para calcular el grado de envejecimiento de una batería**

30 Prioridad:

**08.10.2020 KR 20200130580**

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

**09.06.2025**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YUN, SEONG JUN**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 3 025 509 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato para calcular el grado de envejecimiento de una batería

5 **Sector de la técnica**

**Referencia cruzada a solicitud relacionada**

10 Esta solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la solicitud de patente coreana n.º 10-2020-0130580 presentada en la Oficina de Propiedad Intelectual de Corea el 8 de octubre de 2020.

**Campo técnico**

15 La presente divulgación se refiere a un método y a un aparato para calcular el grado de envejecimiento de una batería.

**Antecedentes de la invención**

20 Recientemente, con la propagación de dispositivos electrónicos tales como los teléfonos inteligentes y el desarrollo de vehículos eléctricos, también se ha llevado a cabo activamente la investigación de baterías secundarias como fuentes de alimentación. La batería secundaria se proporciona en forma de paquete de baterías, incluyendo un módulo de batería en el que una pluralidad de celdas de batería está conectada en serie y/o en paralelo, y un sistema de gestión de baterías (BMS) que gestiona el funcionamiento del módulo de batería.

25 El paquete de baterías se monitoriza continuamente en términos de grado de envejecimiento (un estado de envejecimiento) para garantizar que ofrece un rendimiento normal. El grado de envejecimiento del paquete de baterías se estima basándose en una resistencia interna de una celda de batería incluida en el paquete de baterías, y la resistencia interna de la celda de batería depende en gran medida de la temperatura. Por tanto, para estimar con exactitud el grado de envejecimiento del paquete de baterías, se requiere una medición exacta de la temperatura de la celda de batería.

30 El documento US 2016/377686 A1 divulga un método para calcular el grado de envejecimiento de una batería. Se determina la duración en un estado no operativo de una batería y se calcula una temperatura media durante dicha duración y basándose en la temperatura calculada, se calcula la degradación de la batería.

35 **Explicación de la invención**

**Problema técnico**

40 La presente divulgación se ha elaborado para resolver tales problemas y proporciona un método y un aparato para calcular un grado de envejecimiento en el que se puede calcular una temperatura apropiada de una celda de batería para estimar con exactitud un grado de envejecimiento de un paquete de baterías para estimar una resistencia interna exacta de la celda de batería y se puede calcular un grado de envejecimiento exacto de una batería basándose en la resistencia interna exacta.

45 **Solución técnica**

50 Para resolver los problemas técnicos anteriores, de acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente divulgación, se proporciona un método para calcular el grado de envejecimiento de una batería, incluyendo el método obtener una duración de la batería en un primer estado, cuando cambia un estado de uso de la batería del primer estado a un segundo estado, determinar si la duración obtenida es mayor o igual que un primer tiempo de referencia, calcular una temperatura media de la batería basándose en un primer algoritmo cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia, y calcular la temperatura media de la batería basándose en un segundo algoritmo cuando la duración es mayor o igual que un tiempo de referencia, y calcular el grado de envejecimiento de la batería basándose en la temperatura media calculada.

55 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer algoritmo puede calcular el valor de temperatura media de la batería usando la temperatura mínima de la batería calculada antes del comienzo del primer estado de la batería y un valor de medición de temperatura de un sensor de temperatura montado en la batería.

60 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el segundo algoritmo puede calcular el valor de temperatura mínima de la batería basándose en un valor de medición de temperatura de un primer sensor de temperatura montado en la batería y un valor de medición de temperatura de un segundo sensor de temperatura montado en un medio de refrigeración de la batería, y calcular la temperatura media de la batería usando el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculado.

65

De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el segundo algoritmo puede calcular el valor de temperatura mínima usando un valor que indica una relación entre un valor de temperatura máxima y el valor de temperatura mínima de la batería, calculándose y almacenándose el valor de temperatura máxima y el valor de temperatura mínima antes del comienzo del primer estado de la batería.

5 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer sensor de temperatura puede incluir un sensor dispuesto en una región de temperatura máxima de la batería.

10 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el valor de temperatura mínima de la batería puede incluir un valor de temperatura de una región en la que la batería es adyacente al medio de refrigeración.

15 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer algoritmo y el segundo algoritmo se usan para establecer el valor inicial cuando el estado de la batería cambia al segundo estado.

20 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, cuando el estado de la batería es el segundo estado, el valor de temperatura mínima de la batería se calcula basándose en un modelo de transferencia térmica entre una primera posición del primer sensor de temperatura montado en la batería, una segunda posición del segundo sensor de temperatura montado en el medio de refrigeración de la batería, y una tercera posición de la batería en la que la batería y el medio de refrigeración entran en contacto entre sí.

25 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, al menos uno de un espacio entre la primera posición y la tercera posición y un espacio entre la tercera posición y la segunda posición usando un modelo RC.

30 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, cuando la duración es un segundo tiempo de referencia más largo que el primer tiempo de referencia, el tercer algoritmo calcula una temperatura media en lugar del segundo algoritmo, y el tercer algoritmo utiliza el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura montado en la batería, como temperatura media.

35 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer estado puede incluir un estado de estacionamiento de un vehículo eléctrico y el segundo estado puede incluir un estado de conducción del vehículo eléctrico.

40 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer estado puede incluir un estado en el que la batería se utiliza como una salida menor que una salida de referencia, y el segundo estado puede incluir un estado en el que la batería se utiliza como una salida mayor o igual que la salida de referencia.

45 Para resolver los problemas técnicos anteriores, de acuerdo con otro aspecto de las realizaciones de la presente divulgación, se proporciona un aparato para calcular el grado de envejecimiento de una batería, incluyendo el aparato una unidad de comparación de tiempo que determina si la duración de un primer estado es mayor o igual que un primer tiempo de referencia, cuando cambia un estado de uso de la batería del primer estado a un segundo estado, una unidad de cálculo de temperatura media que calcula la temperatura media de la batería basándose en un primer algoritmo cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia, y que calcula la temperatura media de la batería basándose en un segundo algoritmo cuando la duración es mayor o igual que un tiempo de referencia, y una unidad de cálculo de grado de envejecimiento que calcula el grado de envejecimiento de la batería basándose en la temperatura media calculada.

50 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el primer algoritmo puede calcular el valor de temperatura media de la batería usando la temperatura mínima de la batería calculada antes del comienzo del primer estado de la batería y un valor de medición de temperatura del sensor de temperatura montado en la batería.

55 De acuerdo con otra característica de una realización de la presente divulgación, el segundo algoritmo puede calcular el valor de temperatura mínima de la batería basándose en un valor de medición de temperatura de un primer sensor de temperatura montado en la batería y un valor de medición de temperatura de un segundo sensor de temperatura montado en un medio de refrigeración de la batería, y calcular la temperatura media de la batería usando el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculado.

**Efectos ventajosos**

60 Con una estructura como la descrita anteriormente, se puede calcular una temperatura adecuada de una celda de batería para estimar con exactitud un grado de envejecimiento de un paquete de baterías, con el fin de estimar una resistencia interna exacta de la celda de batería, y puede calcularse un grado de envejecimiento exacto de una batería basándose en la resistencia interna exacta.

65 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una estructura de un paquete de baterías de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una configuración funcional de un sistema de gestión de baterías de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 4 ilustra conceptualmente una transferencia térmica dentro de un módulo de batería.

La Figura 5 es un diagrama esquemático para describir el modelado de la transferencia térmica.

La Figura 6 es un gráfico para describir un cambio de temperatura calculado mediante un modelo de transferencia térmica.

La Figura 7 ilustra un modelo de transferencia térmica RC de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 8 ilustra los parámetros usados por un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 9 ilustra un grado de envejecimiento calculado de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Las Figuras 10A a 10C ilustran un modelo de transferencia térmica RC de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación.

La Figura 13 muestra una configuración de hardware de un sistema de gestión de baterías de acuerdo con unas realizaciones de la presente divulgación.

#### Realización preferente de la invención

En lo sucesivo, en el presente documento, diversas realizaciones de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. En este documento, se usarán números de referencia idénticos para componentes idénticos en los dibujos y los componentes idénticos no se describirán de forma redundante.

Para diversas realizaciones de la presente divulgación divulgadas en este documento, se han ejemplificado descripciones estructurales o funcionales específicas únicamente con el fin de describir las realizaciones de la presente divulgación, y diversas realizaciones de la presente divulgación se pueden implementar de diversas formas y no deben interpretarse como limitadas a las realizaciones descritas en el presente documento.

Tal como se usa en diversas realizaciones, los términos "1<sup>er</sup>", "2<sup>do</sup>", "primer", "segundo" o similares pueden modificar diversos componentes independientemente de su importancia y no limitan los componentes. Por ejemplo, un primer componente puede denominarse segundo componente sin desviarse del alcance correcto de la presente divulgación, y de forma similar, el segundo componente puede denominarse primer componente.

Los términos usados en el presente documento se emplean únicamente para describir un ejemplo de realización específico de la divulgación y no tienen la intención de limitar el alcance de otros ejemplos de realización de la divulgación. Se debe entender que las formas singulares incluyen referencias plurales a menos que el contexto dicte claramente lo contrario.

La Figura 1 ilustra una estructura de un paquete de baterías 1 de acuerdo con una realización de la divulgación.

Con referencia a la Figura 1, el paquete de baterías 1 puede incluir un módulo de batería 10 que incluye una o más celdas de batería 11 y es recargable/descargable, una unidad de conmutación 30 conectada en serie a un lado del terminal positivo (+) o a un lado del terminal negativo (-) del módulo de batería 10 para controlar un flujo de corriente de carga/descarga del módulo de batería 10, y un sistema de gestión de baterías (BMS) 20 de control y gestión para impedir que se cargue y se descargue en exceso monitorizando la tensión, corriente, temperatura, etc., de la celda de batería 11 y/o del módulo de batería 10. El paquete de baterías 1 puede incluir además una unidad de protección de baterías (BPU) 40.

El módulo de batería 10 puede incluir la una o más celdas de batería 11 que pueden cargarse y descargarse. En el módulo de batería 10, la pluralidad de celdas de batería 11 pueden estar conectadas en serie y/o en paralelo entre sí, de acuerdo con las especificaciones requeridas del paquete de baterías 1. Es decir, el número de celdas de batería 11 y la forma de conexión entre las mismas se puede determinar según una salida requerida (tensión, corriente, etc.) del paquete de baterías 1. Se puede suministrar una tensión de salida del módulo de batería 10 como tensión de paquete al exterior a través de un terminal de PAQUETE (+) y un terminal de PAQUETE (-), que son terminales de salida. La celda de batería 11 puede ser una batería de iones de litio (Li-ion), una batería de polímero de iones de litio, una batería de níquel-cadmio (Ni-Cd), una batería de níquel-hidrógeno (Ni-MH), etc., y puede no estar limitada a las mismas cuando la celda de batería 11 es una batería recargable.

El BMS 20 puede controlar y gestionar el funcionamiento general del paquete de baterías 1. El BMS 20 puede controlar el funcionamiento de la unidad de conmutación 30 para controlar una operación de carga/descarga del módulo de batería 10. Asimismo, el BMS 20 puede monitorizar una tensión, una corriente, una temperatura, etc., del módulo de batería 10 y/o de cada celda de batería incluida en el módulo de batería 10. Un sensor o varios módulos de medición para la monitorización realizada por el BMS 20, no mostrados, puede instalarse adicionalmente en una posición aleatoria del módulo de batería 10, una trayectoria de carga/descarga o el bloque de baterías 1, etc. El BMS 20 puede calcular un parámetro que indique el estado del módulo de batería 10, p. ej., SOC o SOH, etc., basándose en un valor de medición tal como la tensión, corriente, temperatura, etc. monitorizadas. Es decir, el BMS 20 puede funcionar como unidad de medición de tensión 21, una unidad de medición de corriente 22 y una unidad de control 23 descrita más adelante. Es decir, el BMS 20 puede funcionar como unidad de medición de tensión 21, una unidad de medición de corriente 22, una unidad de medición de temperatura 23, una unidad de almacenamiento 24 y una unidad de control 25.

El BMS 20 puede incluir diversos componentes tales como una memoria, que almacena un programa informático que es un comando de control y gestión de un funcionamiento general del paquete de baterías 1, un microm controlador que ejecuta un programa y controla un funcionamiento general del BMS 20 como controlador, un dispositivo de entrada/salida tal como un sensor, un medio de medición, etc., otros circuitos periféricos, y así sucesivamente. Adicionalmente, el BMS 20 puede incluir una configuración de circuito para monitorizar una tensión, una corriente, una temperatura, etc., de la celda de batería como se ha descrito anteriormente.

La unidad de conmutación 30 puede ser un componente para controlar un flujo de corriente para cargar o descargar el módulo de batería 10. Como unidad de conmutación 30, se puede usar un elemento de conmutación semiconductor tal como un relé, un MOSTET, etc. El BMS 20 puede controlar la operación de encendido/apagado de la unidad de conmutación 30.

El paquete de baterías 1 puede estar conectado comunicativamente a un controlador externo de nivel superior 2. Es decir, el BMS 20 puede transmitir diversos datos relativos al paquete de baterías 1 al controlador de nivel superior 2. El BMS 20 puede recibir una señal de control relativa al funcionamiento del paquete de baterías 1 desde el controlador de nivel superior 2. El BMS 20 puede recibir, del controlador de nivel superior 2, una señal que indica el estado de una carga que es un dispositivo que tiene el paquete de baterías 1 montado en el mismo. El controlador de nivel superior 2 puede ser un sistema de control provisto en la carga. La carga puede ser cualquier dispositivo en el que esté montado el paquete de baterías 1, tal como un vehículo eléctrico, una bicicleta eléctrica, etc., para su funcionamiento usando la energía suministrada por el paquete de baterías 1. Cuando el paquete de baterías 1 está montado en el vehículo eléctrico, el controlador de nivel superior 2 puede ser un controlador de vehículo para controlar la conducción del vehículo.

La BPU 40 puede incluir componentes para un funcionamiento estable del paquete de baterías 1. La BPU 40 puede incluir un medio de refrigeración para regular la temperatura del paquete de baterías 1. Como medio de refrigeración, se puede usar cualquier método tal como refrigeración por agua, usando agua de refrigeración, refrigeración por aire, usando un ventilador de refrigeración, etc. La BPU 40 también puede incluir un fusible para bloquear una trayectoria de corriente cuando se genera una sobrecorriente debido a la aparición de un cortocircuito o similar.

El BMS 20 de acuerdo con la presente divulgación puede calcular una temperatura media adecuada del paquete de baterías 1 a partir de una temperatura de la celda de batería 11 específica para calcular un grado de envejecimiento exacto del paquete de baterías 1. El BMS 20 puede calcular la temperatura media usando una temperatura máxima y una temperatura mínima del paquete de baterías 1. La temperatura media puede calcularse mediante un algoritmo determinado de acuerdo con el estado del paquete de baterías 1. En lo sucesivo, se describirá un método detallado de cálculo de un grado de envejecimiento de una batería del paquete de baterías 1 de acuerdo con la presente divulgación. En el presente documento, cuando se calcula el grado de envejecimiento de la batería, puede querer decir que se calcula el grado de envejecimiento de la celda de batería 11. Como alternativa, cuando se calcula el grado de envejecimiento de la batería, puede querer decir que se calcula el grado de envejecimiento del módulo de batería 10 o del paquete de baterías 1.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una configuración funcional del BMS 20 de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Con referencia a la Figura 2, el BMS 20 puede incluir la unidad de medición de tensión 21, la unidad 22 de medición de corriente, la unidad de medición de temperatura 23, la unidad de almacenamiento 24 y la unidad de control 25.

La unidad de medición de tensión 21 puede estar configurada para medir una tensión del módulo de batería 10 y/o de la celda de batería 11. Asimismo, la unidad de medición de tensión 21 puede medir una tensión de circuito abierto (OCV) de la celda de batería 11. La unidad de medición de tensión 21 puede proporcionar la tensión medida de la celda de batería 11, la OCV medida de la celda de batería 11, etc., a la unidad de control 25. La tensión de la celda de batería 11 puede ser una tensión de descarga o una tensión de carga, que es la tensión cuando circula una corriente por la celda de batería 11. La OCV de la celda de batería 11 puede ser una tensión correspondiente a un caso en el que no fluye corriente a través de la celda de batería 11. La unidad de medición de tensión 21 puede almacenar la

tensión medida de la celda de batería 11, la OCV medida de la celda de batería 11, etc., en la unidad de almacenamiento 24. La unidad de medición de tensión puede estar configurada para medir una tensión de cada una de la pluralidad de celdas de batería 11.

5 La unidad de medición de corriente 22 puede estar configurada para medir la salida de corriente de la celda de batería 11. La unidad de medición de corriente 22 puede incluir además un sensor de corriente provisto en la salida de la trayectoria principal de corriente desde el módulo de batería 10 hasta la carga. La unidad de medición de corriente 22 puede proporcionar la corriente medida de la celda de batería 11 a la unidad de control 25. Asimismo, la unidad de medición de corriente 22 puede almacenar la corriente medida de la celda de batería 11 en la unidad de almacenamiento 24. Si bien se describe que la unidad de medición de corriente 22 mide una corriente de la celda de batería 11, la unidad de medición de corriente 22 también puede implementarse para medir la corriente del módulo de batería 10. La unidad de medición de corriente 22 puede estar configurada para medir la corriente de cada una de la pluralidad de celdas de batería 11.

15 La unidad de medición de temperatura 23 puede estar configurada para medir una temperatura del módulo de batería 10 y/o de la celda de batería 11. La unidad de medición de temperatura 23 puede medir la temperatura de una posición en la que se espera que la temperatura sea al menos máxima de entre una pluralidad de posiciones del módulo de batería 10. Como alternativa, la unidad de medición de temperatura 23 puede medir una temperatura de cada una de la pluralidad de posiciones en el módulo de batería 10. La unidad de medición de temperatura 23 puede incluir además un sensor de temperatura provisto en una posición en la que se va a medir la temperatura.

La unidad de medición de temperatura 23 puede estar configurada para medir la temperatura de una posición predeterminada de un medio de refrigeración que funciona como BPU 40. La unidad de medición de temperatura 23 puede medir la temperatura de una posición en la que se espera que la temperatura sea mínima en el medio de refrigeración. Por ejemplo, la posición en la que se espera que la temperatura sea mínima puede ser una posición en la que se introduzca agua de refrigeración. Como alternativa, la posición en la que se espera que la temperatura sea mínima puede ser una posición en la que se monte un ventilador de refrigeración y, por tanto, se introduzca viento refrigerante.

30 La unidad de almacenamiento 24 puede almacenar diversos programas informáticos requeridos para el funcionamiento de la unidad de control 25. La unidad de almacenamiento 24 puede almacenar una ecuación, un algoritmo, etc., requeridos para las operaciones de una unidad de cálculo de resistencia 250, una unidad de comparación de tiempo 251, una unidad de cálculo de temperatura media 252 y una unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253 descritas más adelante. Es decir, la unidad de almacenamiento 24 puede almacenar diversos programas informáticos requeridos para calcular el grado de envejecimiento de la batería.

La unidad de almacenamiento 24 puede almacenar diversos datos generados por una operación de la unidad de control 25. Por ejemplo, los datos relativos a una tensión medida por la unidad de medición de tensión 21, los datos relativos a una corriente medida por la unidad de medición de corriente 22, los datos relativos a una temperatura medida por la unidad de medición de temperatura 23, diversos datos calculados por la unidad de control 25 a través de una operación, etc., pueden almacenarse en la unidad de almacenamiento 24.

El almacenamiento 24 también puede almacenar una tabla de resistencia de referencia. La tabla de resistencia de referencia puede ser una tabla en la que una temperatura de una batería y una resistencia interna al inicio de vida útil (BOL) de la batería están correlacionadas entre sí. Es decir, usando una tabla, cuando se especifica una temperatura, se puede obtener una resistencia interna BOL de la batería a esa temperatura.

La unidad de control 25 puede controlar las operaciones de la unidad de medición de tensión 21, la unidad 22 de medición de corriente, la unidad 23 de medición de temperatura y la unidad de almacenamiento 24. La unidad de control 25 puede calcular los resultados de medición de la unidad de medición de tensión 21, la unidad de medición de corriente 22 y la unidad de medición de temperatura 23, así como calcular un grado de envejecimiento de la batería basándose en los datos obtenidos de la unidad de almacenamiento 24. Es decir, la unidad de control 25 puede desempeñar una función como aparato para calcular un grado de envejecimiento de una batería. La unidad de control 25 puede incluir la unidad de cálculo de resistencia 250, la unidad de comparación de tiempo 251, la unidad de cálculo de temperatura media 252 y la unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253.

La unidad de cálculo de resistencia 250 puede estar configurada para calcular una resistencia interna actual de la batería. Es decir, la unidad de cálculo de resistencia 250 puede calcular un parámetro que indica un estado de envejecimiento actual de la batería. Para calcular la resistencia interna, la unidad de cálculo de resistencia 250 puede recibir, como entrada, una tensión de la celda de batería 11 medida por la unidad de medición de tensión 21, la OCV de la celda de batería 11 y la corriente medida por la unidad de medición de corriente 22. La unidad de cálculo de resistencia 250 puede usar una tensión de la celda de batería 11, una OCV de la celda de batería 11 y una corriente de la celda de batería 11 en un punto temporal determinado. Como alternativa, la unidad de cálculo de resistencia 250 puede usar un valor medio de una tensión de la celda de batería 11 medida durante un periodo predeterminado, un valor medio de una OCV de la celda de batería 11 medida durante el periodo predeterminado y un valor medio de una corriente de la celda de batería 11 medida durante el periodo predeterminado. En este caso, la unidad de cálculo de

resistencia 250 puede estar configurada para calcular un valor medio basándose en los valores recibidos y para recibir un valor medio ya calculado.

5 La unidad de cálculo de resistencia 250 también puede calcular una resistencia interna actual, considerando además un valor de temperatura medido por la unidad de medición de temperatura 23.

10 La unidad de comparación de tiempo 251 puede comparar una duración en la que un estado de uso de la batería mantiene un primer estado (en lo sucesivo en el presente documento, denominada simplemente "duración") con un primer tiempo de referencia. Para este fin, un temporizador (no mostrado) puede contar la duración de cada estado de la batería. La unidad de comparación de tiempo 251 puede obtener una duración en el primer estado de la batería y comparar la duración obtenida con el primer tiempo de referencia cuando el estado de uso de la batería cambia del primer estado a un segundo estado. La unidad de comparación de tiempo 251 puede determinar si la duración es mayor o igual que el primer tiempo de referencia basándose en la comparación. En el presente documento, el primer estado puede ser un estado de estacionamiento de un vehículo eléctrico y el segundo estado puede ser un estado de conducción del vehículo eléctrico. Como alternativa, el primer estado puede ser un estado en el que la batería se usa como una salida menor que una salida de referencia y el segundo estado puede ser un estado en el que la batería se usa como una salida mayor o igual que la salida de referencia.

20 Al mismo tiempo, la unidad de control 25 puede recibir datos relativos a un estado de una carga del controlador de nivel superior 2. Como alternativa, el estado del paquete de baterías 1 se puede determinar monitorizando la salida del paquete de baterías 1. La unidad de comparación de tiempo 251 puede obtener una duración para los estados de la batería basándose en la identificación de un estado de la batería usando el método descrito anteriormente.

25 La unidad de cálculo de temperatura media 252 puede determinar un algoritmo para calcular una temperatura media basándose en un resultado de comparación de la unidad de comparación de tiempo 251. Aunque se ha descrito que la unidad de comparación de tiempo 251 determina si el tiempo de duración es mayor que el primer tiempo de referencia, la unidad de cálculo de temperatura media 252 también puede realizar esta operación.

30 La unidad de cálculo de temperatura media 252 puede calcular la temperatura media de la batería basándose en un primer algoritmo cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia. El primer algoritmo es un esquema para calcular el valor de temperatura media de la batería usando la temperatura mínima de la batería calculada antes del comienzo del primer estado de la batería y un valor de medición de temperatura del sensor de temperatura montado en la batería. En el presente documento, el sensor de temperatura montado en la batería puede ser un sensor dispuesto en una región de temperatura máxima de la batería. Como alternativa, el sensor de temperatura montado en la batería puede ser un sensor dispuesto en una región estimada como región de máxima temperatura de la batería.

40 La unidad de cálculo de temperatura media 252 puede calcular la temperatura media de la batería basándose en un segundo algoritmo cuando la duración es mayor o igual que el tiempo de referencia. El segundo algoritmo puede calcular el valor de temperatura mínima de la batería (en el presente documento, el valor de temperatura mínima de la batería puede ser un valor de temperatura de una región en la que la batería es adyacente al medio de refrigeración) basándose en el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura montado en la batería y el valor de medición de temperatura del segundo sensor de temperatura montado en el medio de refrigeración de la batería. En este caso, el valor de temperatura mínima podrá calcularse usando un valor (un coeficiente proporcional) que indique una relación entre el valor de temperatura máxima y el valor de temperatura mínima, calculado antes del comienzo del primer estado y almacenado, de la batería. Tras lo cual, la temperatura media de la batería puede calcularse usando el valor de medición de la temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculada.

50 La unidad de cálculo de temperatura media 252 puede calcular la temperatura media de la batería usando el primer algoritmo o el segundo algoritmo, y establecer una temperatura media inicial usada cuando se cambia la batería del primer estado al segundo estado. Es decir, el primer algoritmo y el segundo algoritmo se pueden usar para establecer el valor inicial cuando el estado de la batería cambia al segundo estado.

55 La unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253 puede calcular el grado de envejecimiento de la batería basándose en la temperatura media calculada por la unidad de cálculo de temperatura media 252. La unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253 puede calcular el grado de envejecimiento basándose en una resistencia interna inicial y una resistencia interna actual. Por ejemplo, la unidad de cálculo de grado de envejecimiento 235 puede calcular el grado de envejecimiento basándose en la cantidad de cambio de la resistencia interna actual con respecto a la resistencia interna inicial. Más específicamente, el grado de envejecimiento se puede calcular mediante [Ecuación 1].

60

[Ecuación 1]

$$SOHR[\%] = 100 - \left[ \frac{Resistencia\_corriente - Resistencia\_BOL}{Resistencia\_BOL} \right] \times 100$$

65 Un estado de salud de resistencia (SOHR), Resistencia\_corriente, y Resistencia\_BOL pueden indicar un grado de

envejecimiento, una resistencia interna actual y una resistencia interna inicial, respectivamente.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

5 La unidad de cálculo de resistencia 250 puede recibir, como entradas, una tensión de la celda de batería 11 medida por la unidad de medición de tensión 21, la OCV de la celda de batería 11 y la corriente medida por la unidad de medición de corriente 22. La tensión de entrada a la unidad de cálculo de resistencia 250 puede ser una tensión media de celda que es una tensión media de la celda de batería 11. La entrada OCV a la unidad de cálculo de resistencia 250 puede ser un valor medio de las OCV de la celda de batería 11. La unidad de cálculo de resistencia 250 puede calcular una resistencia interna actual  $R_{cal}$  basándose en la tensión de entrada, la OCV y la corriente. La unidad de cálculo de la resistencia 250 puede calcular además la resistencia interna actual basándose en la temperatura de la celda de batería 11. Como método de cálculo de la resistencia interna, se pueden usar diversos métodos bien conocidos. Por ejemplo, la resistencia interna puede calcularse estimando un valor de resistencia de un modelo de circuito equivalente (ECM) a través de un método recursivo de mínimos cuadrados. Sin embargo, tal método de cálculo de la resistencia interna puede ser meramente un ejemplo y puede no estar limitado al mismo.

20 Un valor de temperatura máxima  $T_{m\acute{a}x-celda}$  y un valor de temperatura mínima  $T_{m\acute{i}n-celda}$  de la celda de batería 11 y un valor de temperatura  $T_{refrigerante}$  en el medio de refrigeración pueden introducirse en la unidad de cálculo de temperatura media 252. La unidad de cálculo de temperatura media 252 puede calcular una temperatura media  $T_{media-celda}$  a través del primer algoritmo o el segundo algoritmo usando los valores de entrada anteriores basándose en un resultado de comparación de la unidad de comparación de tiempo 251. La temperatura media calculada puede establecerse en el valor inicial de temperatura media en el segundo estado cuando el estado cambia del primer estado al segundo estado.

25  $R_{cal}$  que es el valor de resistencia interna actual calculado por la unidad de cálculo de resistencia 250 puede introducirse en la unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253.  $T_{media-celda}$  que es el valor de temperatura media calculado por la unidad 252 de cálculo de la temperatura media puede introducirse en la unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253. La unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253 puede buscar y obtener una resistencia interna inicial  $R_{ref}$  de la batería a una temperatura correspondiente a partir de una tabla de resistencias de referencia 30 240 usando  $T_{media-celda}$  que es el valor de temperatura media. Por último, la unidad de cálculo de grado de envejecimiento 253 puede calcular el grado de envejecimiento basándose en la resistencia interna actual  $R_{cal}$  y la resistencia interna de referencia  $R_{ref}$ .

35 En la presente divulgación, se describe que la unidad de control 25 corresponde a un aparato para calcular un grado de envejecimiento de una batería, pero la presente divulgación no está limitada a ello. Por ejemplo, un componente que incluya, además, al menos alguna de la unidad de medición de tensión 21, la unidad 22 de medición de corriente, la unidad de medición de temperatura 23 y la unidad de almacenamiento 24 puede entenderse como correspondiente al aparato para calcular el grado de envejecimiento de la batería.

40 En el método de cálculo de grado de envejecimiento, convencionalmente, la resistencia interna de referencia se ha calculado usando un valor de medición de un sensor de temperatura específico de la batería sin ningún cambio en la misma. Como resultado, la vida útil de la batería podría no determinarse con exactitud porque se calcula un grado de envejecimiento inexacto. También, convencionalmente, el grado de envejecimiento exacto no puede calcularse en el sentido de que el grado de envejecimiento de la batería se calcula independientemente del estado de la batería.

45 Sin embargo, en el cálculo de la temperatura media de la batería como se ha descrito anteriormente, el aparato para calcular el grado de envejecimiento de la batería de acuerdo con la presente divulgación, cuando el estado de la batería cambia del primer estado al segundo estado, de acuerdo con la duración en el primer estado, se usa un algoritmo diferente para calcular la temperatura media de la batería. Asimismo, el aparato para calcular el grado de envejecimiento de la batería de acuerdo con la presente divulgación puede calcular la temperatura mínima de la batería usando un modelo de transferencia térmica RC para calcular la temperatura media de la batería, midiendo de este modo con exactitud la temperatura media adecuada de la batería para calcular el grado de envejecimiento.

55 En lo sucesivo, se describirá detalladamente el método de cálculo de la temperatura mínima de la batería.

La Figura 4 ilustra conceptualmente la transferencia térmica dentro del módulo de batería 10.

60 Con referencia a la Figura 4, se puede proporcionar un primer sensor de temperatura 230 en una primera posición en un extremo superior del módulo de batería 10. La primera posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea máxima en el módulo de batería 10. El primer sensor de temperatura 230 puede disponerse en la región de temperatura máxima del módulo de batería 10. En un lateral del módulo de batería 10, se puede proporcionar un medio de refrigeración 400 para refrigerar el módulo de batería 10. El medio de refrigeración 400 pueden ser un dispositivo de refrigeración del tipo refrigeración por agua, y se puede impedir el sobrecalentamiento del módulo de batería 10 a medida que el agua de refrigeración fluye a través de una trayectoria de flujo. Se puede proporcionar un segundo sensor de temperatura 231 en una segunda posición en la que se introduce el agua de refrigeración en el medio de refrigeración 400. La segunda posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea

mínima en el paquete de baterías 1. El segundo sensor de temperatura 231 puede disponerse en la región de temperatura mínima del paquete de baterías 1.

5 Suponiendo tal lado interior del paquete de baterías 1, la transferencia térmica puede producirse de la primera posición del módulo de batería 10 a una tercera posición correspondiente a una región en la que el módulo de batería 10 y el medio de refrigeración 400 son adyacentes entre sí y, posteriormente, la transferencia térmica puede producirse de la tercera posición a la segunda posición del medio de refrigeración 400. La tercera posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea mínima en el módulo de batería 10. En el presente documento, la primera posición puede estar indicada como un primer nodo n1, la segunda posición como un segundo nodo n2 y la tercera posición como un tercer nodo n3.

15 La transferencia térmica del primer nodo n1 al segundo nodo n2 y la transferencia térmica del segundo nodo n2 al tercer nodo n3 pueden interpretarse como una transferencia térmica entre dos cuerpos sólidos en contacto entre sí. La transferencia térmica entre cuerpos sólidos puede describirse como se hace a continuación.

20 La Figura 5 es un diagrama esquemático para describir el modelado de la transferencia térmica. Con referencia a la Figura 5, se puede suponer que una temperatura de un cuerpo sólido B es constante ( $T^\infty$ ) y la transferencia térmica puede producirse en una superficie de contacto A con un cuerpo sólido A. Una relación entre una tasa de cambio  $E_{in}$  de energía interna del cuerpo sólido A y una tasa de transferencia térmica superficial  $E_{ext}$  puede expresarse como sigue.

[Ecuación 2]

$$-E_{ext} = E_{st}$$

25 o

[Ecuación 3]

$$-\frac{kA}{L}(T - T_\infty) = \rho Vc \frac{dT}{dt}$$

30 En el presente documento, k puede indicar una conductividad térmica (W/m k), L puede indicar una distancia (m) entre dos cuerpos sólidos (centros), y  $\rho$ , V y c pueden indicar una densidad ( $\text{kg/m}^3$ ), un volumen ( $\text{m}^3$ ) y un calor específico (J/kg K) del cuerpo sólido A, respectivamente.

35 Una diferencia de temperatura provista en la [Ecuación 3] puede definirse como la [Ecuación 4] proporcionada a continuación.

[Ecuación 4]

$$\theta = T - T_\infty$$

40

En el caso de  $(d\theta/dt) = (dT/dt)$  y la constante  $T^\infty$ , la [ecuación 4] puede expresarse como [Ecuación 5].

45

[Ecuación 5]

$$\frac{\rho Vc}{kA/L} \frac{d\theta}{dt} = -\theta$$

50 La [Ecuación 6] puede obtenerse separando las variables en la [Ecuación 5] e integrando con respecto a una condición inicial  $T(0) = T_i$  para un tiempo  $t = 0$ .

[Ecuación 6]

$$\frac{\rho Vc}{kA/L} \int_{\theta_i}^{\theta} \frac{d\theta}{\theta} = - \int_0^t dt$$

55

En el presente documento, la [Ecuación 7] o la [Ecuación 8] pueden obtenerse mediante  $\theta_i = T_i - T_\infty$  y realizando la integración.

[Ecuación 7]

60

$$\frac{\rho V c}{kA/L} \ln \frac{\theta_i}{\theta} = t$$

[Ecuación 8]

$$\frac{\theta}{\theta_i} = \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} \exp\left[-\frac{t}{(1/(kA/L))(\rho V c)}\right]$$

5

Usando la ecuación (7), se puede obtener el tiempo requerido para que un cuerpo sólido alcance una temperatura T determinada. Por el contrario, usando la [Ecuación 8], se puede calcular la temperatura alcanzada por un cuerpo sólido en un tiempo t determinado. A partir de la [Ecuación 8], a medida que el tiempo t se aproxima al infinito, una diferencia de temperatura  $\Theta$  entre el cuerpo sólido A y el cuerpo sólido B que mantiene una temperatura constante puede disminuir exponencialmente, y convertirse por tanto en 0. Es decir, a medida que el tiempo t se aproxima al infinito, la temperatura del cuerpo sólido A puede aproximarse a la temperatura  $T_\infty$  del cuerpo sólido B. El comportamiento correspondiente se muestra en la Figura 6.

10

15

La Figura 6 es un gráfico para describir un cambio de temperatura calculado mediante un modelo de transferencia térmica. La Figura 6 muestra una respuesta transitoria de temperatura del cuerpo sólido A con respecto a una constante térmica de tiempo.

20

A partir de la [Ecuación 8],  $(1/(kA/L))(\rho V c)$  puede interpretarse como una constante térmica de tiempo y puede expresarse como sigue.

[Ecuación 9]

$$\tau_{ter} = \left(\frac{1}{(kA/L)}\right)(\rho V c) = R_{ter} \cdot C_{ter}$$

25

$R_{ter}$  puede indicar una resistencia térmicamente conductora y  $C_{ter}$  puede indicar una capacitancia térmica global del cuerpo sólido A. Un aumento de  $R_{ter}$  o  $C_{ter}$  puede significar que un cuerpo sólido reacciona lentamente a un cambio en un entorno térmico. Tal fenómeno puede ser muy similar a la reducción de tensión que se produce cuando un condensador se descarga a través de una resistencia en un circuito eléctrico RC.

30

Aplicando un modelo de transferencia térmica sólido basándose en el principio de transferencia térmica anterior a un módulo de batería (o un paquete de baterías), se puede calcular la temperatura de la celda de batería.

35

Volviendo a la Figura 4, se hará una descripción continua.

40

Una región que se espera que tenga la temperatura mínima en el módulo de batería 10 puede ser una porción de extremo inferior (una región indicada por una línea discontinua) (el tercer nodo n3) del extremo inferior de la celda de batería más externa 11 del módulo de batería 10. Como se indica mediante una flecha, puede simplificarse una trayectoria de transferencia térmica del primer nodo n1 al tercer nodo n3 y del tercer nodo n3 al segundo nodo n2. A continuación, la transferencia térmica entre el primer nodo n1 y el tercer nodo n3 puede interpretarse como una transferencia térmica entre dos cuerpos sólidos. Es decir, los dos cuerpos sólidos pueden ser un cuerpo sólido virtual que indica un valor de temperatura del módulo de batería 10 y la porción de extremo inferior de la celda de batería más externa 11. La transferencia térmica entre el tercer nodo n3 y el segundo nodo n2 puede interpretarse como una transferencia térmica entre dos cuerpos sólidos diferentes. Es decir, los dos cuerpos sólidos pueden ser la porción de extremo inferior de la celda de batería 11 más externa y el cuerpo sólido virtual que indica la temperatura del agua de refrigeración. El primer nodo n1, el segundo nodo n2 y el tercer nodo n3 pueden expresarse en forma de circuito eléctrico RC.

45

50

La Figura 7 ilustra un modelo de transferencia térmica RC de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

$C_{ter}$  descrita anteriormente puede corresponder a una capacidad calorífica concentrada de la parte de extremo inferior de la celda de batería 11 más externa, de tal manera que  $C_{ter}$  puede ser igual en dos condensadores. Por otro lado,  $R1$  y  $R2$  pueden ser diferentes entre sí porque una resistencia conductora térmica está determinada por características de dos cuerpos sólidos virtuales  $C_{ter} = \rho V c, R1 = \frac{1}{k1A1/L1}, R2 = \frac{1}{k2A2/L2}$ .

55

Para que el BMS 20 calcule una temperatura en tiempo real, es necesario usar una forma diferencial con respecto al tiempo en la [Ecuación 8], lo que da como resultado la [Ecuación 10].

[Ecuación 10]

60

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\tau_{ter}} (T_{\infty} - T_i) \exp(-t/\tau_{ter})$$

Se ha simplificado la trayectoria de transferencia térmica, de tal manera que puede producirse una diferencia entre un valor teórico y un valor real de  $\tau_{ter}$ . Por lo tanto, podría requerirse una corrección adicional usando los resultados de las pruebas de disipación térmica/refrigeración de la batería, etc. Para minimizar tales factores de corrección, es necesario realizar una modelización sin omitir una trayectoria clave de transferencia térmica que domine un cambio de temperatura, simplificando al mismo tiempo la trayectoria clave de transferencia térmica.

Por último, una ecuación corregida puede ser como se muestra en la [Ecuación 11].

[Ecuación 11]

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\tau_{eff}} (T_{\infty} - T_i) \exp(-t/\tau_{eff}), \tau_{eff} = \alpha \tau_{ter}$$

Aplicando el módulo de batería 10 a un modelo 2 RC simplificado como se muestra en la Figura 7 usando la Ecuación 11, el modelo 2 RC puede expresarse como [Ecuación 12]. Al mismo tiempo, en un modelo de transferencia térmica de un modelo virtual, se supone que la temperatura del sólido es constante, pero en realidad, una temperatura en la primera posición y una temperatura en la segunda posición pueden cambiar a lo largo del tiempo. Sin embargo, reduciendo  $\Delta t$ , dos temperaturas pueden considerarse constantes en una diferencia de tiempo de un minuto.

[Ecuación 12]

$$\Delta T_n = 1/T_{eff1}(T_{n1} - T_{n-1}) \exp(-\Delta t/T_{eff1}) + T_{eff2}(T_{n2} - T_{n-1}) \exp(-\Delta t/T_{eff2})$$

$T_{n1}$  y  $T_{n2}$  pueden indicar las temperaturas en la primera posición y en la segunda posición, respectivamente.

La temperatura de la celda más externa de la celda de batería 11 que se va a obtener puede ser como sigue.

[Ecuación 13]

$$T_n = T_{n-1} + \Delta T_n$$

Como resultado, puede verse que esta ecuación es una función con respecto a dos valores de temperatura  $T_{n1}$ ,  $T_{n2}$  y  $T_{n-1}$  (la temperatura de la celda más externa calculada en la etapa anterior) medida usando el primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura.

[Ecuación 14]

$$T_n = f(T_{n1}, T_{n2}, T_{n-1})$$

La temperatura mínima puede calcularse en el módulo de batería 10 basándose en tal modelo RC. Asimismo, se puede calcular una temperatura media basándose en la temperatura mínima calculada. Por ejemplo, la unidad de cálculo de temperatura media 252 puede calcular la temperatura media como sigue.

[Ecuación 15]

$$T_{media-celda} = (T_{mín\_celda} + T_{máx\_celda}) / 2$$

$T_{máx\_celda}$  puede ser un valor de temperatura medido por el primer sensor de temperatura provisto en la primera posición. Asimismo, en la ecuación del modelo RC derivada anteriormente,  $T_{máx\_celda}$  puede corresponder a  $T_{n1}$ .  $T_{mín\_celda}$  puede ser una temperatura de la tercera posición. Asimismo, en la ecuación del modelo RC derivada anteriormente,  $T_{mín\_celda}$  puede corresponder a  $T_n$ .

La Figura 8 ilustra los parámetros usados por un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

① indica un valor de temperatura del primer sensor de temperatura, que es la temperatura máxima, ② indica un valor de temperatura del segundo sensor de temperatura, que es la temperatura del medio de refrigeración, ③ indica el valor de temperatura mínima del módulo de batería 10 estimada mediante el modelo RC, ④ indica el valor de temperatura mínima (un valor verdadero del valor de temperatura mínima) del módulo de batería 10 y ⑤ indica el valor de temperatura media.

Convencionalmente, usando el valor de temperatura del primer sensor de temperatura, indicado por ①, se ha

calculado el grado de envejecimiento de la batería. Sin embargo, en realizaciones de la presente divulgación, (3) puede estimarse usando un modelo RC y el valor de temperatura media indicado por (5) puede calcularse usando (3), tras lo cual se calcula el grado de envejecimiento de la batería basándose en el valor de temperatura media calculado.

5 La Figura 9 ilustra un grado de envejecimiento calculado de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

El grado de envejecimiento de la batería calculado de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación puede indicarse mediante un triángulo. El grado de envejecimiento de la batería calculado de acuerdo con la técnica convencional puede indicarse mediante un rectángulo. Cuando se compara con el grado de envejecimiento de la batería calculado de acuerdo con la técnica convencional, el grado de envejecimiento de la batería calculado de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación tiene una tasa de error baja.

10 Las Figuras 10A a 10C ilustran diversos ejemplos modificados de un modelo RC de acuerdo con la presente divulgación.

15 Como se muestra en las Figuras 7 y 10A a 10C, cuando el estado de la batería es el segundo estado, el valor de temperatura mínima de la batería puede calcularse basándose en un modelo de transferencia térmica entre la primera posición del primer sensor de temperatura montado en la batería, la segunda posición del segundo sensor de temperatura montado en el medio de refrigeración de la batería, y la tercera posición de la batería en la que la batería y el medio de refrigeración entran en contacto entre sí. En este caso, al menos uno de un espacio entre la primera posición y la tercera posición y un espacio entre la tercera posición y la segunda posición usando un modelo RC.

20 Aunque no se muestra, puede entenderse que se puede añadir un número apropiado de sensores de temperatura en posiciones adecuadas para aplicar el modelo mostrado en las Figuras 10A a 10C. Por ejemplo, se puede usar adicionalmente/como alternativa una pluralidad de sensores de temperatura provistos en una pluralidad de posiciones en el módulo de batería 10, se puede usar una pluralidad de sensores de temperatura provistos en una pluralidad de posiciones del medio de refrigeración 400.

25 La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

30 Con referencia a la Figura 11, cuando se usa un vehículo eléctrico en la operación S100, se puede suministrar energía para conducir desde una batería a un vehículo. Durante la conducción del vehículo, en la operación S101 se puede medir la temperatura de una primera posición de la batería. La primera posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea máxima en la batería. En la operación S102 se puede medir la temperatura de una segunda posición de la batería. La segunda posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea mínima en la batería. Por ejemplo, la segunda posición puede formar parte del medio de refrigeración. La temperatura de la tercera posición de la batería puede calcularse basándose en la temperatura de la primera posición, la temperatura de la segunda posición y el modelado RC. La tercera posición puede ser una posición en la que se espera que la temperatura sea mínima entre las celdas de batería 11 del módulo de batería 10. La tercera posición puede ser una región en la que el módulo de batería 10 es adyacente al medio de refrigeración 400.

35 Cuando se calcula la temperatura de la tercera posición, se puede calcular una temperatura media usando la temperatura de la primera posición y la temperatura de la tercera posición en la operación S104, y obtener una resistencia interna de referencia basándose en la temperatura media calculada en la operación S105.

40 Al mismo tiempo, simultáneamente, antes o después del cálculo de la temperatura media, se puede realizar una operación de cálculo de una resistencia interna actual. Para este fin, en la operación S106, se puede medir una tensión y una corriente de la batería. A continuación, usando el valor de tensión y el valor de corriente medidos, se puede estimar la resistencia interna actual de la batería en la operación S107.

45 En la operación S108, se puede calcular un grado de envejecimiento de la batería basándose en la resistencia interna de referencia obtenida en la operación S105 y la resistencia interna actual estimada en la operación S107.

50 Como tal, el método de cálculo del grado de envejecimiento de la batería de acuerdo con la presente divulgación puede calcular la temperatura mínima de la batería usando un modelo de transferencia térmica RC para calcular la temperatura media de la batería, midiendo de este modo con exactitud la temperatura media adecuada de la batería para calcular el grado de envejecimiento. Como resultado, se puede obtener la resistencia interna de referencia exacta de la batería, calculando de este modo el grado exacto de envejecimiento de la batería.

55 En la situación descrita anteriormente, a saber, cuando el estado de la batería es el primer estado o el segundo estado, es decir, cuando no hay cambio de estado, la temperatura media de la celda de batería se puede calcular a través de un análisis de transferencia térmica basándose en el modelo RC. Por otro lado, cuando se produce un cambio de estado, como cuando el estado de la batería cambia del primer estado al segundo estado, el ajuste de temperatura inicial para calcular la temperatura media debe ser diferente. Por tanto, en realizaciones de la presente divulgación, se puede calcular una temperatura media inicial usando al menos dos algoritmos diferentes, como se indica a

continuación.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método de cálculo de un grado de envejecimiento, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación.

5 Antes de que se describa la Figura 12, la unidad de control 25 puede realizar un proceso de finalización que se describirá a continuación cuando una carga tal como un vehículo, etc., entra en el primer estado. El proceso de finalización se puede realizar cuando el vehículo entra en un estado de estacionamiento. Como alternativa, el proceso de finalización se puede realizar cuando la salida de la batería es menor que la salida de referencia.

10 El proceso de finalización puede almacenar datos relativos a un valor inicial de temperatura mínima que se usará cuando el vehículo cambie del primer estado al segundo estado. En el proceso de finalización, se puede calcular el siguiente factor proporcional y almacenarse en la unidad de almacenamiento 24.

15 [Ecuación 16]

$$k = (T_n - T_{n2}) / (T_{n1} - T_{n2})$$

20  $T_n$  puede indicar la temperatura de la tercera posición, es decir, el valor de temperatura mínima.  $T_n$  puede corresponder a  $T_{\text{min-celda}}$  en la Figura 3.  $T_{n1}$  puede indicar la temperatura de la primera posición, es decir, el valor de temperatura máxima.  $T_{n1}$  puede corresponder a  $T_{\text{máx-celda}}$  en la Figura 3.  $T_{n2}$  puede indicar la temperatura de la segunda posición.  $T_{n2}$  puede corresponder a  $T_{\text{refrigerante}}$  en la Figura 3.

25 La unidad de control 25 puede almacenar el coeficiente proporcional calculado y el valor de temperatura mínima  $T_n$  en la unidad de almacenamiento 24.

30 El coeficiente proporcional y el valor de temperatura mínima pueden almacenarse como se ha descrito anteriormente, y la unidad de control 25 puede seguir monitorizando el estado del vehículo en la operación S200. Cuando se monitoriza el estado del vehículo, puede querer decir que se monitoriza el estado de la batería. Como alternativa, cuando se monitoriza el estado del vehículo, puede querer decir que se recibe una señal relativa al estado del vehículo desde el controlador de nivel superior 2. La unidad de control 25 puede contar la duración en la que se mantiene el primer estado, en la operación S201. La unidad de control 25 puede monitorizar si el estado cambia del primer estado a otro estado, y al determinar que el estado ha cambiado del primer estado a otro estado (No en la operación S201), la unidad de control 25 puede determinar si el vehículo ha cambiado al segundo estado, en la operación S202. Cuando la unidad de control 25 determina que el vehículo ha cambiado al segundo estado (Sí EN la operación S202), la unidad de control 25 obtiene una duración en la que la batería se mantiene en el primer estado, en la operación S203.

40 La unidad de control 25 puede determinar si la duración obtenida es mayor o igual que el primer tiempo de referencia en la operación S204. El tiempo de referencia puede ser, por ejemplo, 30 minutos. Sin embargo, esto es un mero ejemplo, y el tiempo de referencia puede ser un tiempo propio aleatorio tal como 1 minuto, 5 minutos, 10 minutos, 30 minutos, 1 hora, etc.

45 Cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia, la unidad de control 25 puede calcular la temperatura media usando el primer algoritmo. El primer algoritmo puede calcular el valor de temperatura media de la batería usando la temperatura mínima de la batería calculada antes del comienzo del primer estado de la batería y un valor de medición de temperatura del sensor de temperatura montado en la batería. Es decir, en el primer algoritmo, se usa el valor de temperatura mínima de la batería, calculado y almacenado antes del comienzo del primer estado.

50 Cuando la duración es mayor o igual que el primer tiempo de referencia, la unidad de control 25 puede calcular la temperatura media usando el segundo algoritmo en la operación S207. El segundo algoritmo puede calcular el valor mínimo de temperatura de la batería basándose en el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de medición de temperatura del segundo sensor de temperatura montado en el medio de refrigeración de la batería. En este caso, el valor de temperatura mínima puede calcularse usando el coeficiente proporcional calculado y almacenado antes de que la batería comience el primer estado. Por ejemplo, basándose en cálculos tales como  $T_n = T_{n2} + k(T_{n1} - T_{n2})$ , se puede calcular el valor de temperatura mínima. Tras lo cual, en el segundo algoritmo, la temperatura media de la batería puede calcularse usando el valor de medición de la temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculada.

60 Como realización adicional, como se muestra en la operación S206 de la Figura 12, cuando se determina que la duración es mayor o igual que el primer tiempo de referencia, se puede determinar además si la duración es mayor o igual que el segundo tiempo de referencia. El segundo tiempo de referencia puede ser más largo que el primer tiempo de referencia. Cuando se determina que la duración es mayor o igual que el segundo tiempo de referencia, en la operación S206, la temperatura media puede calcularse usando el tercer algoritmo en lugar del segundo algoritmo, en la operación S208. El tercer algoritmo puede usar un valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura montado en la batería, como temperatura media. Por ejemplo, cuando el vehículo se mantiene en un estado de estacionamiento durante mucho tiempo, el valor de temperatura máxima de la batería, el valor de

temperatura mínima de la batería y el valor de temperatura del medio de refrigeración pueden ser realmente iguales entre sí. Por tanto, cuando el tiempo en el que se mantiene el primer estado es mayor que el segundo tiempo de referencia, se puede usar el valor de temperatura máxima como temperatura media.

5 Cuando la temperatura media se calcula mediante uno cualquiera de los algoritmos del primero al tercero, la resistencia interna de referencia puede calcularse de la misma manera que se ha descrito anteriormente basándose en la temperatura media calculada en la operación S209. A continuación, usando la resistencia interna de referencia calculada y la resistencia interna actual, se puede calcular el grado de envejecimiento de la batería en la operación S210.

10 Como tal, en el cálculo de la temperatura media de la batería como se ha descrito anteriormente, el método y el aparato para calcular el grado de envejecimiento de la batería de acuerdo con la presente divulgación, cuando el estado de la batería cambia del primer estado al segundo estado, de acuerdo con la duración en el primer estado, se puede usar un algoritmo diferente para calcular la temperatura media de la batería, calculando de este modo con exactitud la temperatura media de la batería. Por lo tanto, se puede calcular con exactitud el grado de envejecimiento de la batería.

La Figura 13 muestra una configuración de hardware del BMS 20 de acuerdo con unas realizaciones de la presente divulgación.

20 Con referencia a la Figura 13, el BMS 20 puede incluir un controlador (una unidad de microcontrolador (MCU)) 200, una memoria 201, una interfaz de comunicación 202 y una entrada/salida 203.

La MCU 200 puede procesar diversas operaciones y cálculos en el BMS 20 y controlar cada componente.

25 En la memoria 201, se puede grabar un programa de sistema operativo y un programa para realizar una función de la MCU 200. La memoria 201 puede incluir una memoria volátil y una memoria no volátil. Por ejemplo, al menos uno de los diversos medios de almacenamiento, tal como una memoria semiconductor como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, etc., y un disco magnético, un disco óptico, etc., se puede usar como memoria 201. La memoria 201 puede ser una memoria integrada en la MCU 200 o una memoria adicional instalada por separado de la MCU 200.

La interfaz de comunicación 202 puede ser un componente que sea capaz de comunicarse por cable y/o inalámbricamente con el exterior.

35 La interfaz de entrada/salida 203 puede realizar recibir/enviar diversas señales de entrada y señales de salida.

La MCU 200 ejecuta un programa almacenado en la memoria 201, la MCU 200 puede desempeñar la función de cada componente incluido en la unidad de control 25 del BMS 20. Asimismo, la MCU 200 puede funcionar como unidad de medición de tensión 21, unidad de medición de corriente 22 y unidad de medición de temperatura 23, basándose en un programa almacenado en la memoria 201 y diversas señales de medición recibidas a través de la interfaz de entrada/salida 203.

40 La memoria 201 puede funcionar como unidad de almacenamiento 24. La MCU 200 puede funcionar como un medio de comunicación que se comunica con el controlador de nivel superior 2 funcionando junto con la interfaz de comunicación 202.

50 Términos tales como "incluir", "constituir" o "tener" descritos anteriormente pueden significar que el componente correspondiente puede ser inherente, salvo que se especifique lo contrario, por lo que debe interpretarse que incluye además otros componentes en lugar de excluir otros componentes. Todos los términos, incluyendo los términos técnicos o científicos, pueden interpretarse en el mismo sentido que los generalmente entendidos por las personas normalmente versadas en la materia, a menos que se definan de otro modo. Los términos usados en general, al igual que los términos definidos en los diccionarios, deben interpretarse en el sentido de que tienen significados que coinciden con los significados contextuales de la tecnología pertinente y no deben interpretarse en el sentido de que tienen significados ideales o excesivamente formales, a menos que estén claramente definidos en la presente divulgación.

55

REIVINDICACIONES

1. Un método de cálculo de un grado de envejecimiento de una batería (10), comprendiendo el método:
  - 5 obtener (S203) una duración de la batería (10) en un primer estado, cuando un estado de uso de la batería (10) cambia del primer estado a un segundo estado;
  - determinar (S204) si la duración obtenida es mayor o igual que un primer tiempo de referencia;
  - calcular (S205) una temperatura media de la batería (10) basándose en un primer algoritmo cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia, y calcular la temperatura media de la batería basándose en un segundo
  - 10 algoritmo cuando la duración es mayor o igual que un tiempo de referencia; y
  - calcular (S210) el grado de envejecimiento de la batería (10) basándose en la temperatura media calculada.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el primer algoritmo calcula (S205) la temperatura media de la batería (10) usando un valor de temperatura mínima de la batería (10) calculada antes del comienzo del primer estado de la
- 15 batería (10) y un valor de medición de temperatura de un sensor de temperatura montado en la batería (10).
3. El método de la reivindicación 1, en donde el segundo algoritmo calcula el valor de temperatura mínima de la batería (10) basándose en un valor de medición de temperatura de un primer sensor de temperatura montado en la batería (10) y un valor de medición de temperatura de un segundo sensor de temperatura montado en un medio de
- 20 refrigeración de la batería, y calcula (S207) la temperatura media de la batería (10) usando el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculada.
4. El método de la reivindicación 3, en donde el segundo algoritmo calcula el valor de temperatura mínima usando un valor que indica una relación entre un valor de temperatura máxima y el valor de temperatura mínima de la batería (10), calculándose y almacenándose el valor de temperatura máxima y el valor de temperatura mínima antes del
- 25 comienzo del primer estado de la batería (10).
5. El método de la reivindicación 3, en donde el primer sensor de temperatura comprende un sensor dispuesto en una región de temperatura máxima de la batería (10).
- 30
6. El método de la reivindicación 3, en donde el valor de temperatura mínima de la batería (10) comprende un valor de temperatura de una región donde la batería (10) es adyacente al medio de refrigeración.
7. El método de la reivindicación 1, en donde el primer algoritmo y el segundo algoritmo se usan para establecer el
- 35 valor inicial cuando el estado de la batería (10) cambia al segundo estado.
8. El método de la reivindicación 1, en donde cuando el estado de la batería (10) es el segundo estado, el valor de temperatura mínima de la batería (10) se calcula basándose en un modelo de transferencia térmica entre una primera posición de un primer sensor de temperatura montado en la batería (10), una segunda posición del segundo sensor
- 40 de temperatura montado en el medio de refrigeración de la batería (10) y una tercera posición de la batería (10) en la que la batería y el medio de refrigeración entran en contacto entre sí.
9. El método de la reivindicación 8, en donde el modelo de transferencia térmica modela al menos uno de un espacio entre la primera posición y la tercera posición y un espacio entre la tercera posición y la segunda posición usando un
- 45 modelo RC.
10. El método de la reivindicación 1, en donde cuando la duración es un segundo tiempo de referencia más largo que el primer tiempo de referencia, el tercer algoritmo calcula una temperatura media en lugar del segundo algoritmo, y el tercer algoritmo usa el valor de medición de temperatura de un primer sensor de temperatura montado en la batería, como temperatura media.
- 50
11. El método de la reivindicación 1, en donde el primer estado comprende un estado de estacionamiento de un vehículo eléctrico y el segundo estado comprende un estado de conducción del vehículo eléctrico.
- 55
12. El método de la reivindicación 1, en donde el primer estado comprende un estado en el que la batería (10) se usa como una salida menor que una salida de referencia, y el segundo estado comprende un estado en el que la batería (10) se usa como una salida mayor o igual que la salida de referencia.
- 60
13. Un aparato (20) para calcular un grado de envejecimiento de una batería (10), comprendiendo el aparato:
  - una unidad de comparación de tiempo (251) configurada para determinar si una duración de un primer estado es mayor o igual que un primer tiempo de referencia, cuando un estado de uso de la batería (10) cambia del primer estado a un segundo estado;
  - una unidad de cálculo de temperatura media (252) configurada para calcular una temperatura media de la batería (10) basándose en un primer algoritmo cuando la duración es menor que el primer tiempo de referencia, y calcular la temperatura media de la batería (10) basándose en un segundo algoritmo cuando la duración es mayor o igual
  - 65

que un tiempo de referencia; y  
una unidad de cálculo de grado de envejecimiento (253) configurada para calcular el grado de envejecimiento de la batería basándose en la temperatura media calculada.

- 5 14. El aparato (20) de la reivindicación 13, en donde el primer algoritmo calcula la temperatura media de la batería (10) usando un valor de temperatura mínima de la batería (10) calculada antes del comienzo del primer estado de la batería (10) y un valor de medición de temperatura de un sensor de temperatura montado en la batería (10).
- 10 15. El aparato (20) de la reivindicación 13, en donde el segundo algoritmo calcula el valor de temperatura mínima de la batería (10) basándose en un valor de medición de temperatura de un primer sensor de temperatura montado en la batería (10) y un valor de medición de temperatura de un segundo sensor de temperatura montado en un medio de refrigeración de la batería (10), y calcula la temperatura media de la batería (10) usando el valor de medición de temperatura del primer sensor de temperatura y el valor de temperatura mínima calculada.

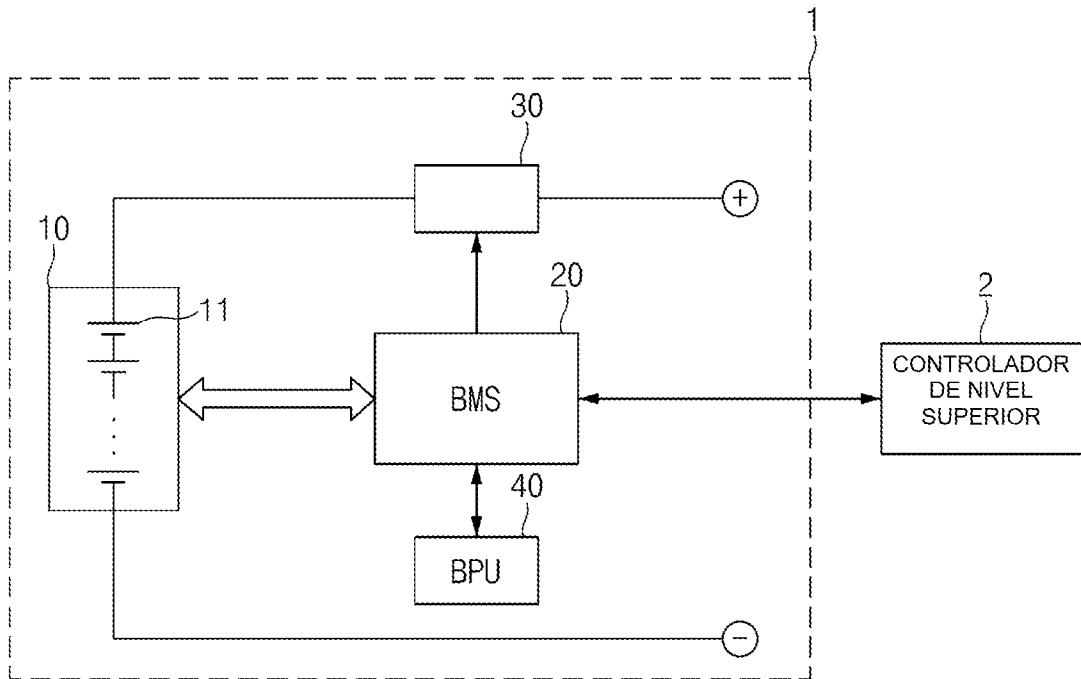


FIG. 1

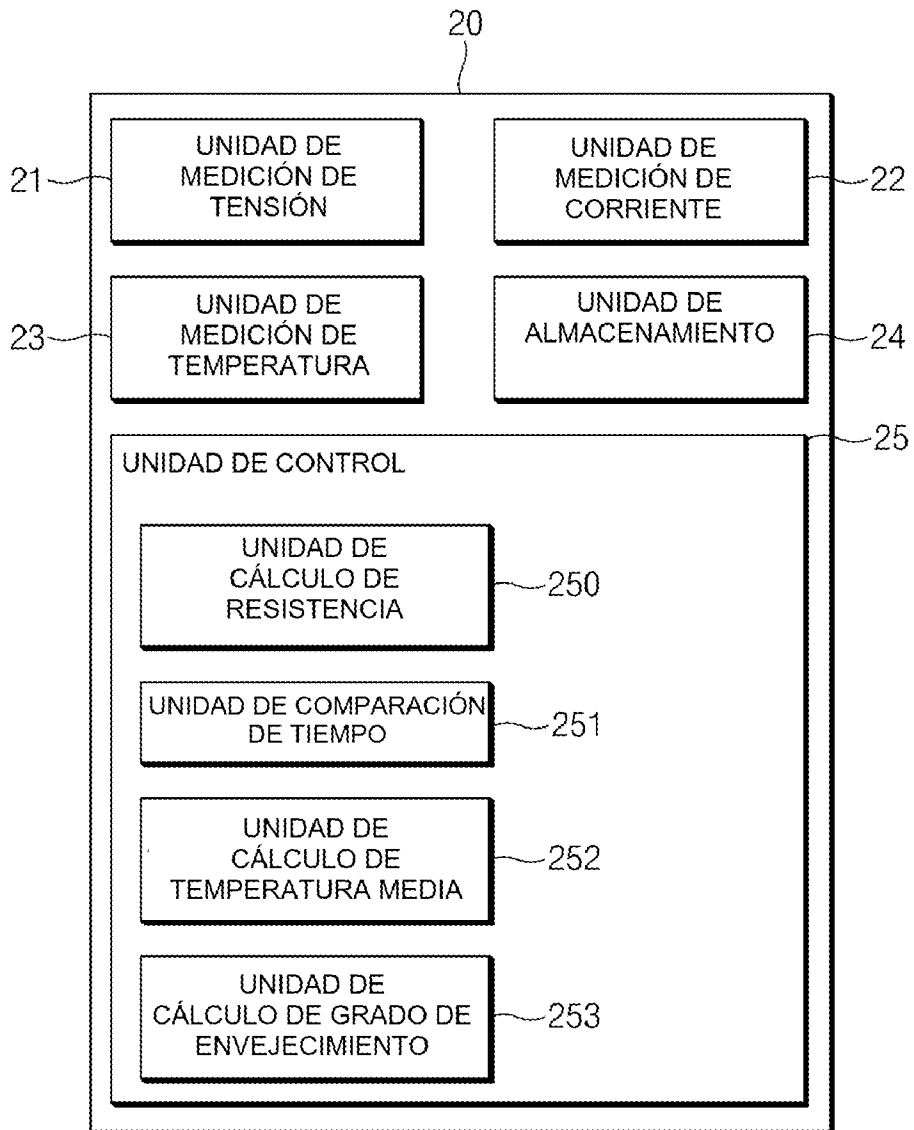


FIG.2

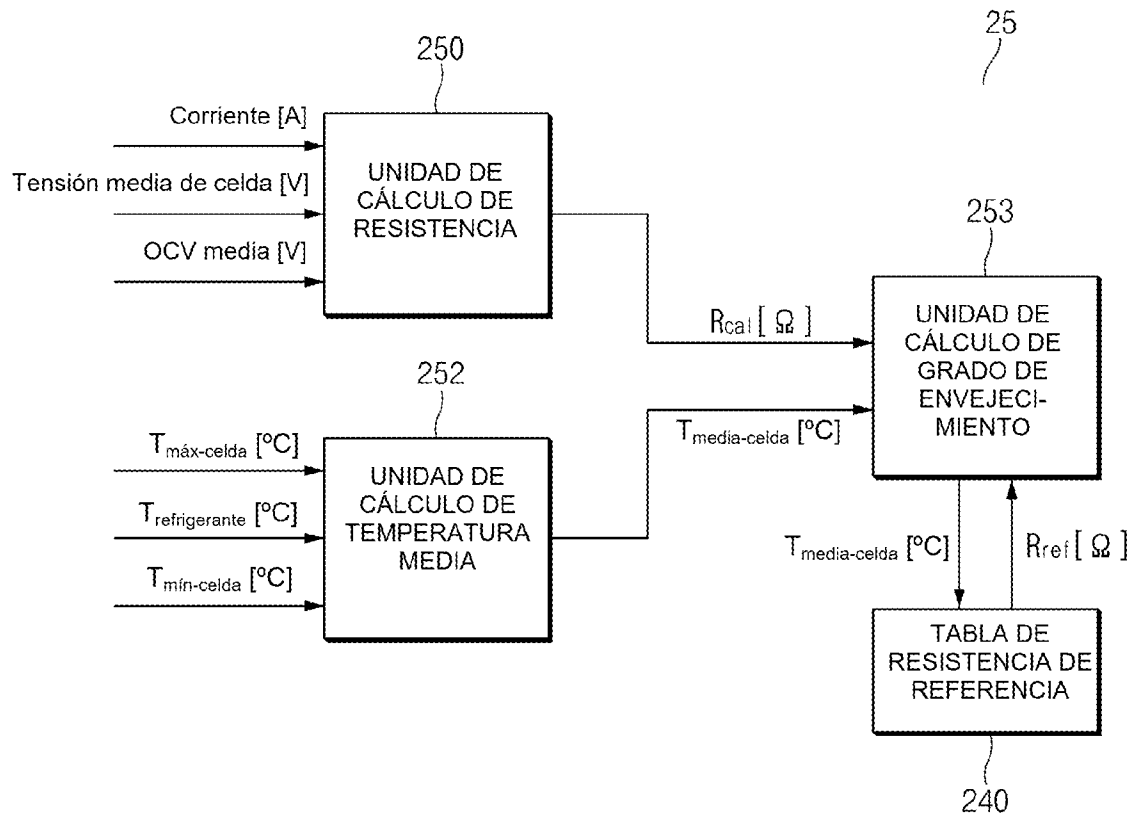


FIG.3

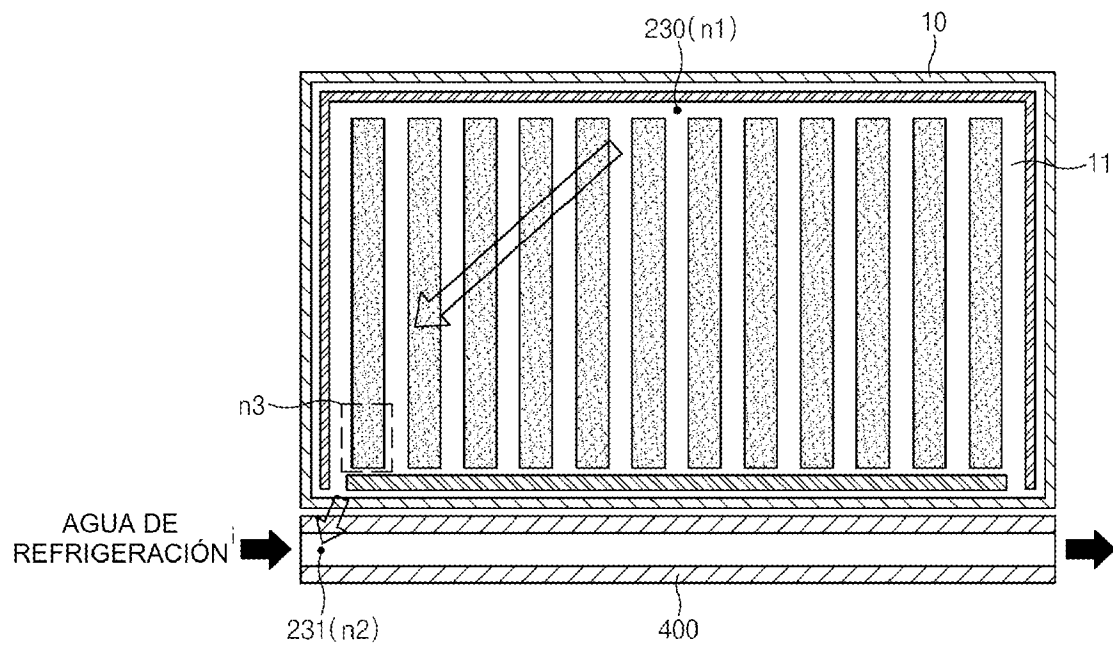


FIG.4

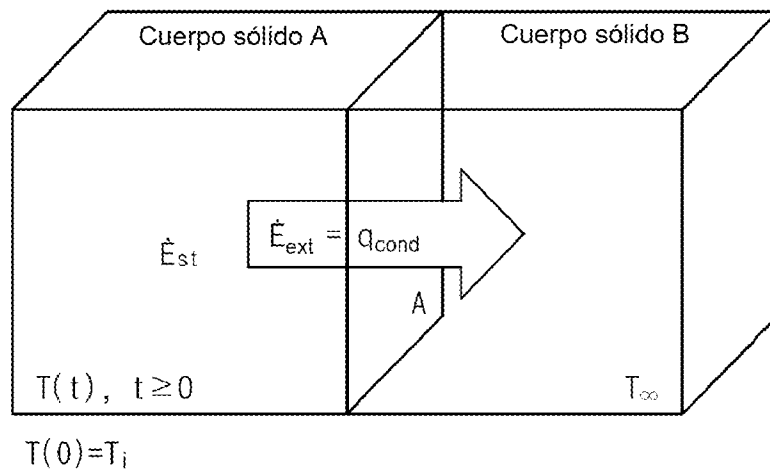


FIG.5

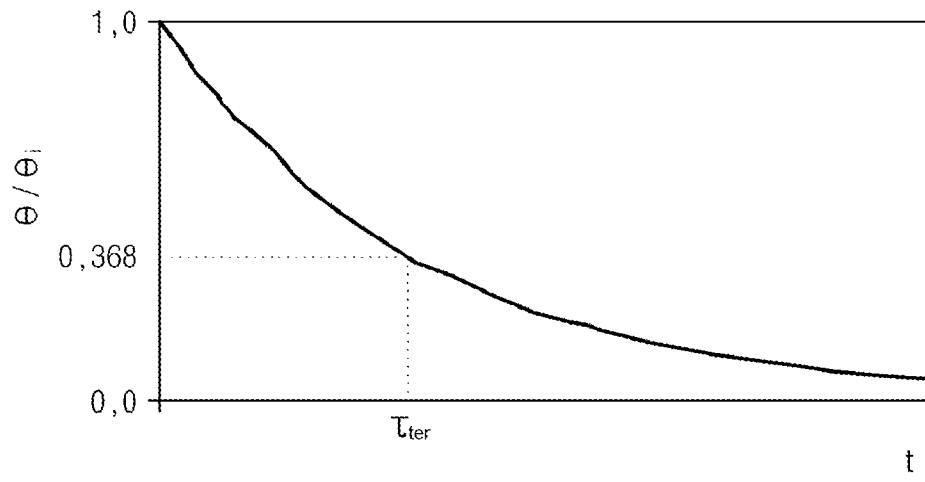


FIG.6

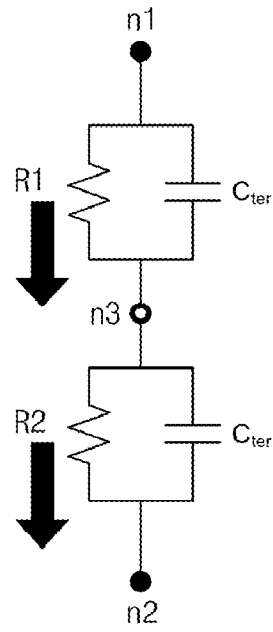


FIG.7

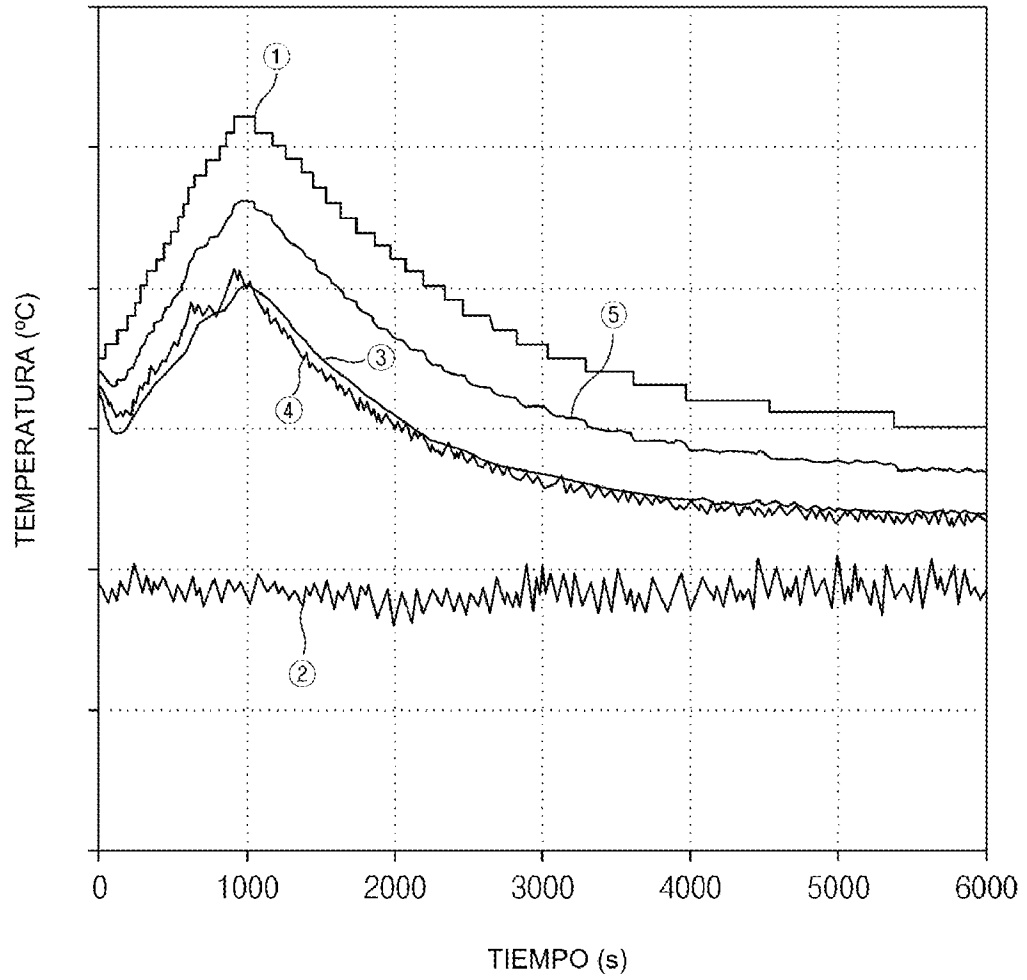


FIG.8

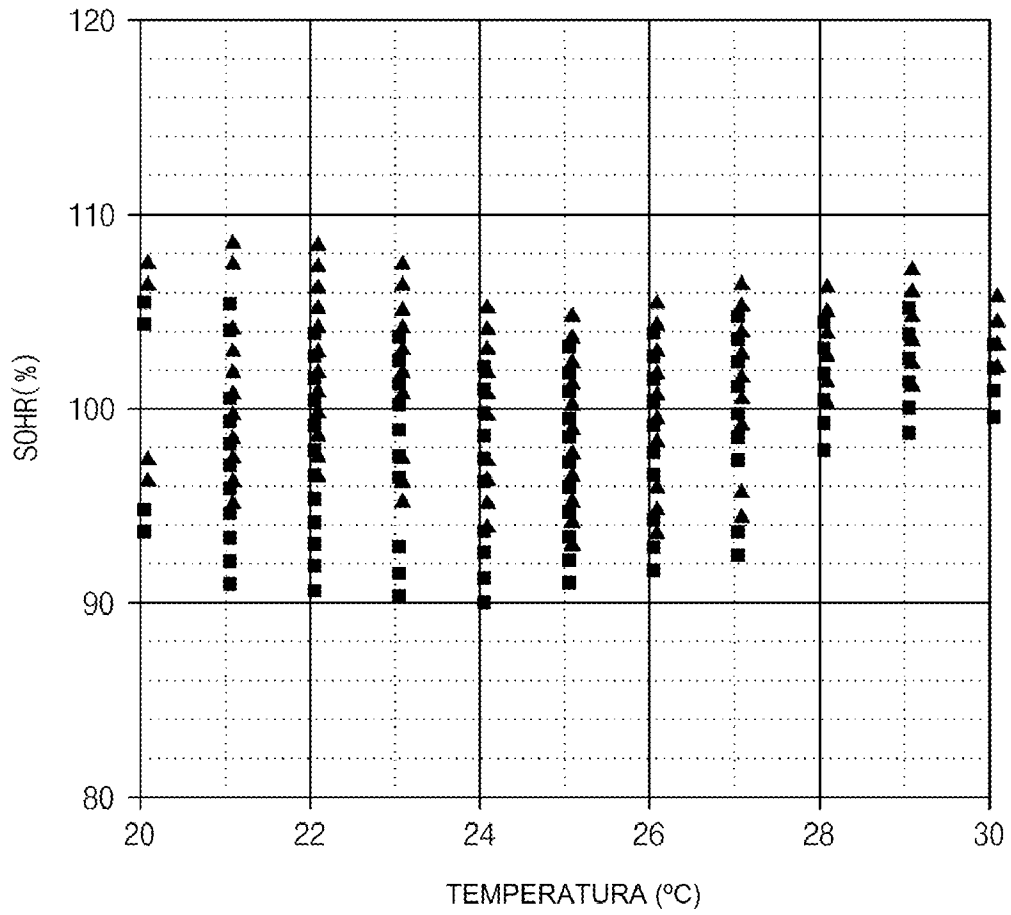


FIG.9

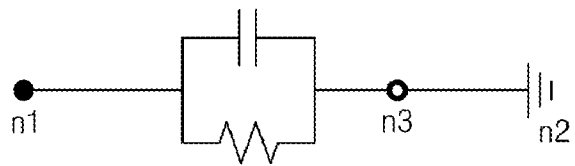


FIG. 10A

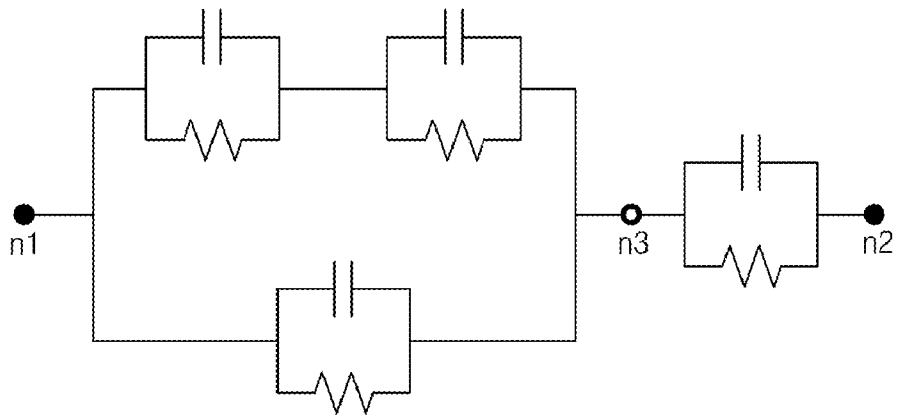


FIG. 10B

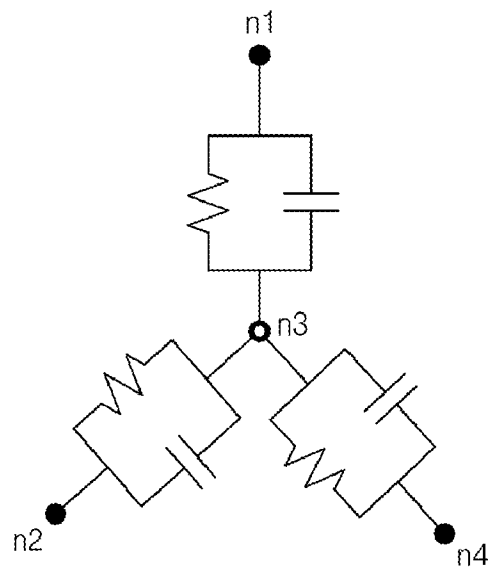


FIG. 10C

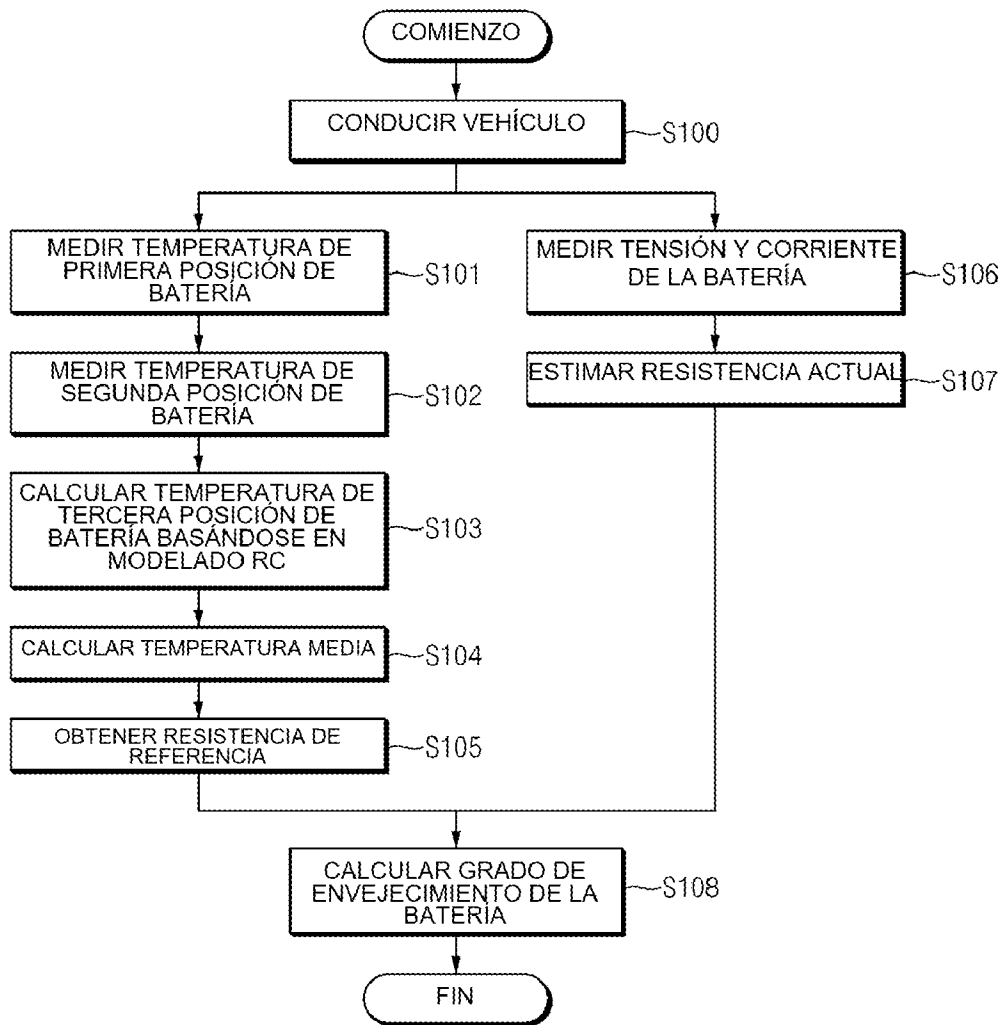


FIG.11

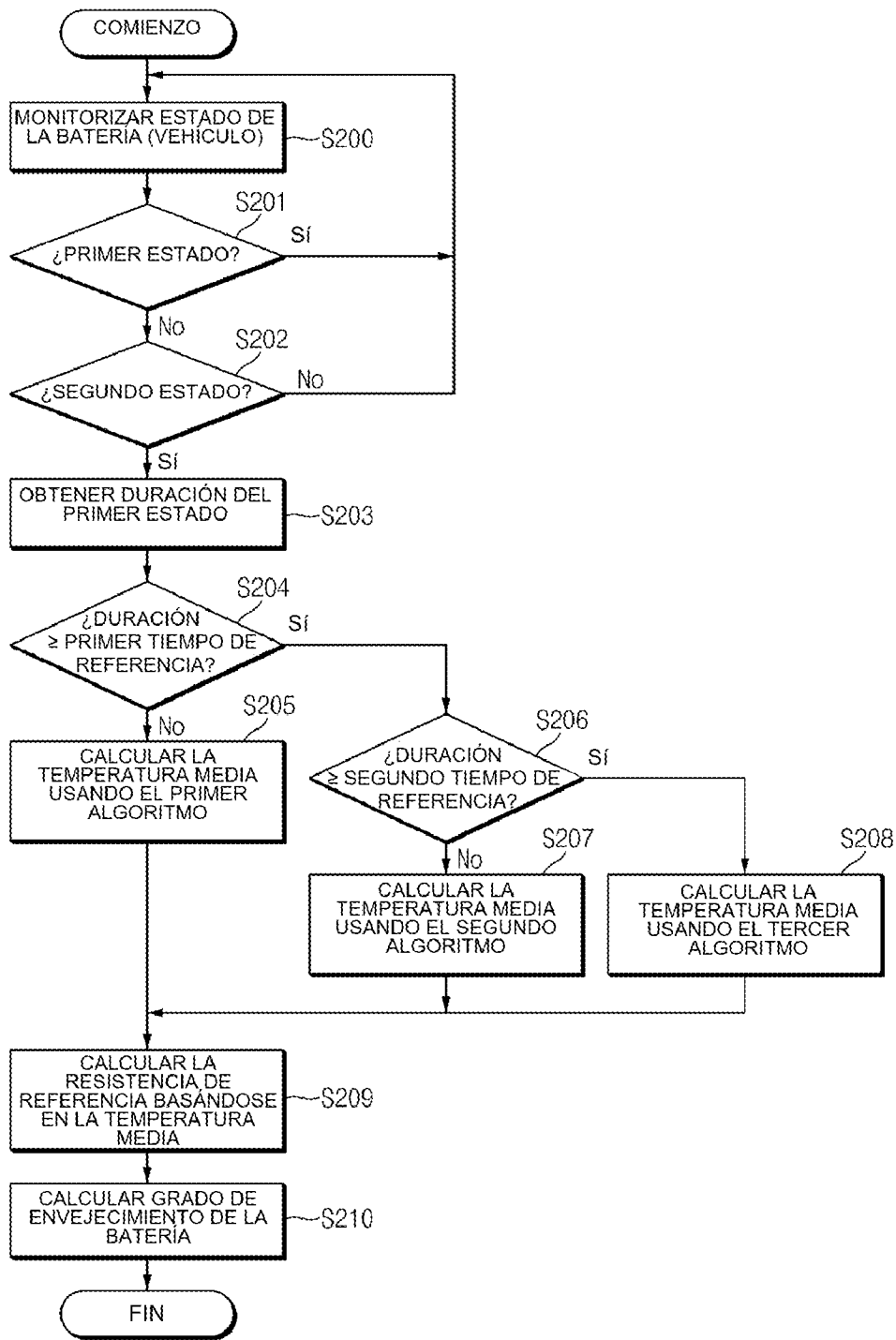


FIG.12

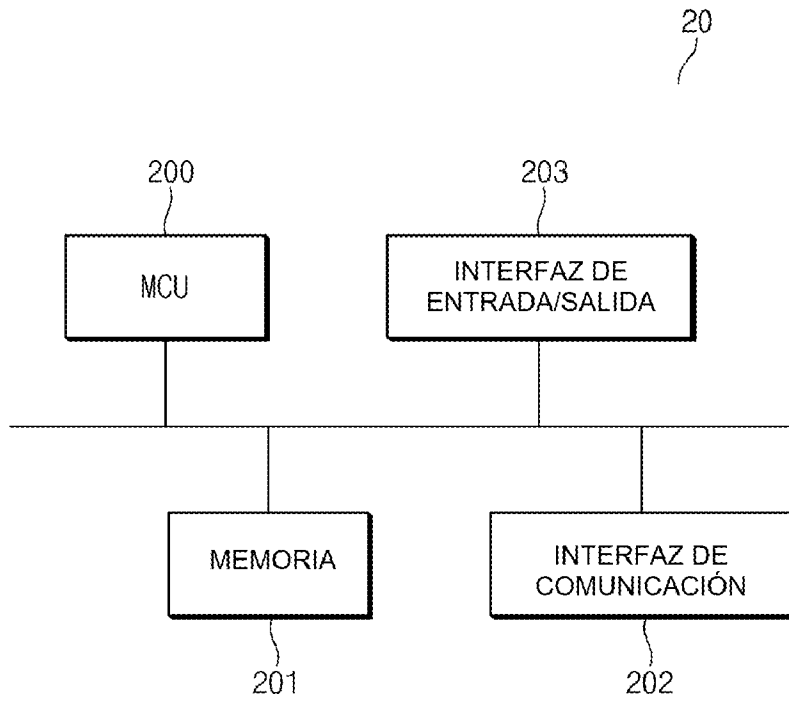


FIG.13