

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 020**

51 Int. Cl.:

G01R 31/392 (2009.01)

G01R 31/36 (2010.01)

G01R 31/3835 (2009.01)

G01R 31/396 (2009.01)

H02J 7/00 (2006.01)

G01R 19/12 (2006.01)

G01R 31/389 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2020** **PCT/KR2020/002902**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2020** **WO20189919**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2020** **E 20772792 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024** **EP 3839536**

54 Título: **Aparato de estimación del estado de la batería**

30 Prioridad:

18.03.2019 KR 20190030710

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BAE, YOON-JUNG y
KANG, HYE-JIN

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 976 020 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de estimación del estado de la batería

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere a un aparato de estimación del estado de la batería y, más particularmente, a un aparato de estimación del estado de la batería para determinar si se acelera la degradación de una celda de batería y también determinar el grado de aceleración de degradación.

10

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15

Recientemente, la demanda de productos electrónicos portátiles, como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos portátiles, ha aumentado considerablemente, y los vehículos eléctricos, las baterías de almacenamiento de energía, los robots, los satélites y similares se han desarrollado decididamente. En consecuencia, se están estudiando activamente las baterías de alto rendimiento que permiten la carga y descarga repetidas.

20

Las baterías disponibles comercialmente en la actualidad incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-cinc, baterías de litio y similares. Entre ellas, las baterías de litio son 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 autocarga muy baja y una alta densidad de energía.

25

En los últimos años, a medida que las baterías secundarias se aplican a más campos, las baterías secundarias se utilizan ampliamente no solo en dispositivos portátiles de tamaño pequeño, como los teléfonos inteligentes, sino también en dispositivos de tamaño mediano y grande, como los vehículos eléctricos, incluidos los vehículos eléctricos híbridos, y los dispositivos de almacenamiento de energía.

30

El rendimiento de la batería secundaria se degrada a medida que aumenta el período de uso, en comparación con la etapa inicial. Además, se dice que estimar el grado de degradación del rendimiento de la batería secundaria estima el estado de salud (SOH) de la batería secundaria, y el SOH de la batería secundaria es un factor importante para determinar el tiempo de reemplazo de la batería secundaria.

35

Convencionalmente, se ha propuesto un dispositivo y un procedimiento para medir un voltaje de circuito abierto (OCV) de una batería, integrar una corriente que fluye hacia la batería hasta que la batería esté completamente cargada y calcular una capacidad de carga completa cargada en la batería utilizando la cantidad de corriente integrada y el OCV medido (Documento de patente 1).

40

Sin embargo, el Documento de Patente 1 solo describe una configuración que determina el grado de degradación de cuánto se ha degradado una batería *ex post facto* midiendo la pérdida de la capacidad de carga completa de la batería, y no proporciona ninguna información más específica relacionada con la degradación de la batería, como una tasa de degradación actual de la batería. Es decir, el Documento de Patente 1 solo proporciona un grado de degradación de la batería, que es información para determinar un estado presente o pasado de la batería, pero no proporciona ninguna información específica, por ejemplo, para determinar un estado de la batería en un momento futuro, tal como una tasa de deterioro prevista o una vida útil prevista de la batería. Se puede encontrar un ejemplo adicional de un dispositivo de estimación del estado de carga para una batería, por ejemplo, en el documento US 2013/314050 A1.

45

(Documento de patente 1) KR 10-2016-0011448 A

50

DESCRIPCIÓNProblema técnico

55

La presente descripción se diseña para resolver los problemas de la técnica relacionada y, por lo tanto, la presente descripción se refiere a proporcionar un aparato de estimación del estado de la batería, que puede proporcionar información específica sobre la degradación de una celda de batería.

60

Estos, y otros objetos y ventajas de la presente descripción, pueden entenderse a partir de la siguiente descripción detallada y resultarán más evidentes a partir de las realizaciones ejemplares de la presente descripción. Además, se entenderá fácilmente que los objetos y ventajas de la presente descripción pueden realizarse mediante los medios mostrados en las reivindicaciones adjuntas y combinaciones de las mismas.

Solución técnica

65

La presente invención proporciona un aparato de estimación del estado de la batería como se define en la reivindicación independiente 1. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones adjuntas. El aparato de estimación del estado de la batería, que comprende: una unidad de medición de voltaje configurada para medir un

voltaje de una celda de batería y medir un voltaje de circuito abierto (OCV) de la celda de batería siempre que el voltaje medida alcance un voltaje de carga de referencia; y una unidad de control configurada para recibir la OCV medida por la unidad de medición de voltaje; calcular al menos una de una tasa de fluctuación de voltaje y una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en función de un resultado obtenido al procesar la OCV recibida; determinar un patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa de fluctuación de voltaje calculada y los datos de tasa de fluctuación de voltaje almacenados previamente cuando se calcula la tasa de fluctuación de voltaje; determinar un patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada y los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica almacenados previamente cuando se calcula la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica; y determinar un grado de aceleración de degradación de la celda de batería según al menos uno de los patrones de aumento y disminución de voltaje determinado y el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

Cuando se determinan tanto el patrón de aumento y disminución de voltaje como el patrón de aumento y disminución de resistencia, la unidad de control puede configurarse para determinar un primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería en función del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado, y determinar un segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería, que es independiente del primer grado de aceleración de degradación, en función del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

La unidad de control puede configurarse para calcular la tasa de fluctuación de voltaje comparando el OCV recibido con un voltaje de referencia almacenado previamente.

El voltaje de referencia prealmacenada puede configurarse para incluir un OCV cuando el voltaje de la celda de batería alcanza el voltaje de carga de referencia en un ciclo predeterminado.

Los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados pueden configurarse para incluir una tasa de fluctuación de voltaje previa, calculada por la unidad de control siempre que la unidad de medición de voltaje mida el OCV.

La unidad de control se puede configurar para calcular una pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir de un ciclo actual de la celda de batería entre los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados y una tasa de cambio de voltaje entre las tasas de fluctuación de voltaje calculadas, y determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa calculada de cambio de voltaje.

Cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de aumento de voltaje, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación desacelerada según la tasa calculada de cambio de voltaje.

Cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de disminución de voltaje, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal.

Cuando la tasa calculada de cambio de voltaje es igual o superior a una tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación lineal.

Cuando la tasa calculada de cambio de voltaje es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación acelerada.

La unidad de control puede configurarse para determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje cuando la tasa de fluctuación de voltaje calculada es mayor que un límite de voltaje inferior preestablecido y menor que un límite de voltaje superior preestablecido.

La unidad de control puede configurarse para calcular una resistencia interna en función de la OCV recibida y calcular la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica comparando la resistencia interna calculada con una resistencia de referencia almacenada previamente.

La resistencia de referencia prealmacenada puede configurarse para incluir una resistencia de referencia calculada en función de un OCV cuando el voltaje de la celda de batería alcanza el voltaje de carga de referencia en un ciclo predeterminado.

Los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados pueden configurarse para incluir una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica previa, calculada por la unidad de control siempre que la unidad de medición de voltaje mida el OCV.

La unidad de control puede configurarse para calcular una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica

incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir de un ciclo actual de la celda de batería entre los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados y una tasa de cambio de resistencia entre las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica calculadas, y determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa calculada de cambio de resistencia.

Cuando el patrón de aumento y disminución de la resistencia se determina como un patrón de aumento de la resistencia, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa calculada de cambio de resistencia.

Cuando el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como un patrón de disminución de resistencia, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación desacelerada.

Cuando la tasa de cambio de resistencia calculada es igual o superior a una tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación acelerada.

Cuando la tasa de cambio de resistencia calculada es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, la unidad de control puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación lineal.

La unidad de control puede configurarse para determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia solo cuando la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica calculada es mayor que un límite de resistencia inferior preestablecido.

Un paquete de baterías según aún otro aspecto de la presente descripción puede comprender el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Un vehículo eléctrico según aún otro aspecto de la presente descripción puede comprender el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Efectos ventajosos

Según un aspecto de la presente descripción, dado que no solo se estima el grado de degradación de la celda de batería sino también el grado de aceleración de degradación de la celda de batería, el estado de degradación actual de la celda de batería puede estimarse con mayor precisión, y el estado de degradación futuro de la celda de batería también puede predecirse con mayor precisión.

Además, según un aspecto de la presente descripción, dado que el grado de aceleración de degradación de la celda de batería, se clasifica en degradación acelerada, degradación desacelerada y degradación lineal y se determina en detalle, el grado de degradación de la celda de batería puede determinarse con mayor precisión.

Además, según un aspecto de la presente descripción, dado que el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería se mide a través de varios índices, existe la ventaja de que el grado de degradación de la batería se puede determinar o predecir con mayor precisión.

Además, según un aspecto de la presente descripción, dado que se proporciona información sobre el grado de aceleración de degradación en función del OCV de la celda de batería y el grado de aceleración de degradación en función de la resistencia interna respectivamente, la información de estado de la celda de batería puede proporcionarse con mayor precisión.

Los efectos de La presente descripción no se limitan a lo anterior, y otros efectos no mencionados en esta descripción serán claramente entendidos por los expertos en la materia a partir de las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la invención de la presente descripción y, junto con la descripción anterior, sirven para proporcionar una mayor comprensión de las características técnicas de la presente descripción y, por lo tanto, la presente descripción no se interpreta como limitada a los dibujos.

La Fig. 1 es un diagrama que muestra esquemáticamente un paquete de baterías que incluye un aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 3 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de una primera celda de batería calculada

por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 4 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de una segunda celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 5 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 6 es una vista ampliada que muestra otra región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 7 es una vista ampliada que muestra aún otra región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 8 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de voltaje de la segunda celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 10 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la segunda celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 11 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

La Fig. 12 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento para determinar un grado de aceleración de degradación de una celda de batería en función de la tasa de fluctuación de voltaje mediante el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

La Fig. 13 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento para determinar un grado de aceleración de degradación de una celda de batería en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica mediante el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

MEJOR MODO

Debe entenderse que los términos utilizados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas no estarán limitados a los significados generales y del diccionario, sino que se han de interpretar en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente descripción, basándose en el principio de que el autor de la invención puede definir términos adecuadamente para explicar la invención de la mejor manera.

Por lo tanto, la descripción propuesta en esta invención es solo un ejemplo preferible con el propósito de ilustraciones únicamente, no pretende limitar el alcance de la descripción, por lo que debe entenderse que se podrían hacer otros equivalentes y modificaciones a la misma sin apartarse del alcance de la descripción.

Además, al describir la presente descripción, cuando se considera que una descripción detallada de elementos o funciones conocidos relevantes hace que el objeto clave de la presente descripción sea ambiguo, la descripción detallada se omite en la presente.

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

A lo largo de la memoria descriptiva, cuando se hace referencia a una parte como «que comprende» o «que incluye» cualquier elemento, significa que la parte puede incluir otros elementos además, sin excluir otros elementos, a menos que se indique específicamente lo contrario. Además, el término "unidad de control" descrito en la memoria descriptiva se refiere a una unidad que procesa al menos una función u operación, y puede implementarse mediante hardware, software o una combinación de hardware y software.

Además, a lo largo de la memoria descriptiva, cuando se hace referencia a una parte como "conectada" a otra parte, no se limita al caso de que estén "directamente conectadas", sino que también incluye el caso en que están "indirectamente conectadas" con otro elemento interpuesto entre ellas.

En adelante, se describirán en detalle una realización preferida de la invención de la presente descripción haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 es un diagrama que muestra esquemáticamente un paquete de baterías que incluye un aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Fig. 1, un aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede conectarse eléctricamente a un módulo de batería 10 que incluye una pluralidad de celdas de batería 11 para estimar el estado de cada una de la pluralidad de celdas de batería 11. Además, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede incluirse en un paquete de baterías 1000 junto con el módulo de batería 10. La Fig. 1 muestra un ejemplo en el que un módulo de batería 10, y un aparato de estimación del estado de la batería 100, están incluidos en el paquete de baterías 1000, pero el número de módulos de batería 10 y aparatos de estimación del estado de la batería 100 incluidos en el paquete de baterías 1000, no se limita al número que se muestra en la Fig. 1. Del mismo modo, el número de celdas de la batería 11 incluidas en el módulo de la batería 10 no se limita al número que se muestra en la Fig. 1.

La configuración específica del aparato de estimación del estado de la batería 100 se describirá con referencia a la Fig. 2. La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Fig. 2, el aparato de estimación del estado de la batería 100 incluye una unidad de medición de voltaje 101 y una unidad de control 103.

La unidad de medición de voltaje 101 mide un voltaje de la celda de batería 11 incluida en el módulo de batería 10. Es decir, la unidad de medición de voltaje 101 puede configurarse para medir el voltaje de cada celda de batería 11 incluida en el módulo de batería 10. Preferentemente, la unidad de medición de voltaje 101 puede configurarse para medir un voltaje de carga de la celda de batería 11.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Fig. 1, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede medir un voltaje cuando se cargan una primera celda de batería C1, una segunda celda de batería C2, una tercera celda de batería C3 y una cuarta celda de batería C4 incluidas en el módulo de batería 10, respectivamente. Específicamente, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el voltaje de la primera celda de batería C1 a través de una primera línea de detección SL1 y una segunda línea de detección SL2, y medir el voltaje de la segunda celda de batería C2 a través de la segunda línea de detección SL2 y una tercera línea de detección SL3. Además, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el voltaje de la tercera celda de batería C3 a través de la tercera línea de detección SL3 y una cuarta línea de detección SL4, y medir el voltaje de la cuarta celda de batería C4 a través de la cuarta línea de detección SL4 y una quinta línea de detección SL5.

La unidad de medición de voltaje 101 mide un voltaje de circuito abierto (OCV) de la celda de batería 11. Es decir, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir tanto el voltaje como el OCV de la celda de batería 11. En particular, la unidad de medición de voltaje 101 mide el OCV de cada celda de batería 11 cada vez que el voltaje medido alcanza un voltaje de carga de referencia. Aquí, el voltaje de carga de referencia puede ser un voltaje preestablecido y almacenado por un usuario o similar para que la unidad de medición de voltaje 101 pueda medir el OCV utilizando el mismo. Es decir, el voltaje de carga de referencia es un valor de referencia mediante el cual la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la celda de batería 11, y puede proporcionar un punto de tiempo en el que la unidad de medición de voltaje 101 debe medir el OCV de la celda de batería 11. Por ejemplo, el voltaje predeterminado se puede establecer en 4.2 V. La unidad de medición de voltaje 101 puede medir los voltajes de la pluralidad de celdas de batería 11 y medir los OCV de las celdas de batería 11 siempre que el voltaje medido de cada celda de batería 11 alcance el voltaje predeterminado.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Fig. 1, se supone que el voltaje de carga de referencia se establece en V1 [V] para cada celda de batería 11. En este momento, si el voltaje de la primera celda de batería C1 alcanza V1 [V] al cargarse, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la primera celda de batería C1. De manera similar, si el voltaje de la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 o la cuarta celda de batería C4 alcanza V1 [V], la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la celda de batería 11 cuyo voltaje alcanza V1 [V].

La unidad de control 103 recibe la OCV medida por la unidad de medición de voltaje 101. La unidad de control 103 está configurada para intercambiar señales eléctricas con la unidad de medición de voltaje 101 dentro del aparato de estimación del estado de la batería 100, y recibe el OCV medido de la unidad de medición de voltaje 101.

La unidad de control 103 calcula una tasa de fluctuación de voltaje y/o una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en función del resultado obtenido al procesar el OCV recibido. Es decir, la unidad de control 103 calcula una tasa de fluctuación de voltaje o una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en función de la OCV recibida, o tanto la tasa de fluctuación de voltaje como la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica.

Por ejemplo, en la realización mostrada en la Fig. 1, la unidad de control 103 puede recibir el OCV de la primera celda de batería C1 de la unidad de medición de voltaje 101, y calcular al menos una de la tasa de fluctuación de voltaje y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 en función del OCV recibido de la primera celda de batería C1. De manera similar, la unidad de control 103 puede recibir el OCV de cada una de la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4 de la unidad de medición de voltaje 101, y calcular al menos una de la tasa de fluctuación de voltaje y la tasa de fluctuación de resistencia

eléctrica de cada una de la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4.

Si se calcula la tasa de fluctuación de voltaje, la unidad de control 103 determina un patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa de fluctuación de voltaje calculada y los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados. Aquí, los datos de tasa de fluctuación de voltaje son datos de referencia para la comparación con la tasa de fluctuación de voltaje calculada, y pueden previamente almacenarse. La unidad de control 103 puede actualizar los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados añadiendo la tasa de fluctuación de voltaje calculada a los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje en función de los datos actualizados de la tasa de fluctuación de voltaje.

Por ejemplo, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados pueden ser datos en los que se almacena una tasa de fluctuación de voltaje previamente calculada por la unidad de control 103. En este caso, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en función de todas las tasas de fluctuación de voltaje calculadas a partir del ciclo en el que se calcula el voltaje de referencia.

El patrón de aumento y disminución de voltaje puede incluir varios patrones tales como un patrón de aumento de voltaje, un patrón de disminución de voltaje y un patrón de constante de voltaje. En lo sucesivo, para facilitar la descripción, se describirá que el patrón de aumento y disminución de voltaje incluye un patrón de aumento de voltaje y un patrón de disminución de voltaje, y el patrón de aumento de voltaje incluye patrones tales como un patrón de constante de voltaje que excluye el patrón de disminución de voltaje.

Además, si se calcula la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica, la unidad de control 103 determina un patrón de aumento y disminución de la resistencia en función de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica calculada y los datos de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica prealmacenados. Aquí, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados son datos de referencia para comparación con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada, y pueden previamente almacenarse en la unidad de almacenamiento 105. La unidad de control 103 puede actualizar los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados añadiendo la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada a los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia en función de los datos actualizados de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica.

Por ejemplo, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados pueden ser datos en los que se almacena una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada en el pasado por la unidad de control 103. En este caso, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 en función de todas las tasas de fluctuación de la resistencia eléctrica calculadas a partir del ciclo predeterminado en el que se calcula la resistencia de referencia.

El patrón de aumento y disminución de la resistencia puede incluir varios patrones, como un patrón de aumento de la resistencia, un patrón de disminución de la resistencia y un patrón de constante de resistencia. En lo sucesivo, para facilitar la descripción, se asumirá que el patrón de aumento y disminución de la resistencia incluye un patrón de aumento de la resistencia y un patrón de disminución de la resistencia; y el patrón de aumento de la resistencia incluye patrones como un patrón de resistencia constante que excluye el patrón de disminución de la resistencia.

La unidad de control 103 está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 según al menos uno del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado y el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado. Es decir, si se determina el patrón de aumento y disminución de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de voltaje. Además, si se determina el patrón de aumento y disminución de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de resistencia. Aquí, el grado de aceleración de degradación puede ser información que indica si la degradación de la celda de batería 11 está aumentando o está ralentizando.

Por ejemplo, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C1, y determinar el grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 según el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1, y determinar el grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 según el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

El aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar la velocidad a la que se degrada la celda de batería actual 11, sintetizando su historial anterior en lugar de determinar solo el grado de degradación en función del estado actual de la celda de batería 11. Por consiguiente, el aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede proporcionar información capaz de estimar el estado de la celda de batería 11 en un momento determinado en el futuro, ayudando así a predecir la vida de la celda de batería 11 o determinar un estado futuro.

Además, el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de proporcionar información de estado más específica para la celda de batería 11 al proporcionar tanto el grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 como el grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11, cuando la celda de batería 11 está en una situación de carga.

En particular, la unidad de control 103 puede determinar independientemente el grado de aceleración de degradación para cada celda de batería 11. Por ejemplo, la unidad de control 103 puede determinar al menos uno del patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia por separado para la primera celda de batería C1, la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4, respectivamente. Además, la unidad de control 103 puede determinar por separado el grado de aceleración de degradación para cada una de la primera celda de batería C1, la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4 según el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Además, la unidad de control 103 también puede determinar por separado el grado de aceleración de degradación para cada una de la primera celda de batería C1, la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4 según el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

Es decir, dado que el aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede determinar independientemente el grado de aceleración de degradación de cada celda de batería 11, es posible determinar el grado de degradación y el grado de aceleración de degradación de cada celda de batería 11, también predecir la vida útil de cada celda de batería 11. Específicamente, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede calcular el grado de degradación de cada celda de batería 11 midiendo el OCV de cada celda de batería 11 para calcular una capacidad de pérdida, y también puede determinar el grado de aceleración de degradación respecto a la rapidez con la que se degrada cada celda de batería 11. Por consiguiente, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede estimar el grado de degradación futuro de cada celda de batería 11 según el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11, y también puede ajustar la condición de control de cada celda de batería 11 según el grado de degradación estimado.

Por ejemplo, incluso las celdas de batería 11 de la misma línea de productos pueden no tener exactamente la misma capacidad disponible debido a problemas tales como la variación de resistencia inicial o la variación de capacidad. Por ejemplo, se supone que las celdas de la batería tienen una capacidad de configuración de fábrica de 1000 mAh, pero la primera celda de la batería C1 tiene una capacidad inicial de 900 mAh, y la segunda celda de la batería C2 tiene una capacidad inicial de 1000 mAh. Si las capacidades disponibles actuales de la primera celda de batería C1 y la segunda celda de batería C2 se igualan a 800 mAh debido al uso durante el mismo período, aunque la primera celda de batería C1 y la segunda celda de batería C2 tengan la misma capacidad disponible, no es una estimación precisa del estado de la celda de batería 11 para determinar que ambas celdas de batería 11 tienen el mismo grado de degradación debido a la diferencia en la capacidad inicial. Además, aunque el grado de degradación de la primera celda de batería C1 se calcula como aproximadamente el 11% y el grado de degradación de la segunda celda de batería C2 se calcula como el 20%, el grado de degradación calculado solo es significativo como un índice que únicamente indica un estado presente de cada una de la primera celda de batería C1 y la segunda celda de batería C2 según la capacidad presente en comparación con la capacidad inicial, y no es adecuado como un índice para predecir un grado de aceleración de degradación presente de cada una de la primera celda de batería C1 y la segunda celda de batería C2 o una situación futura, como una vida útil esperada según el grado de aceleración de degradación. Es decir, la relación de la capacidad presente a la capacidad inicial de la celda de batería 11 es solo un índice para la determinación *ex post* del grado de deterioro de la celda de batería 11, y no es adecuada como un índice para determinar el grado de aceleración de degradación, la tasa de deterioro futuro o la vida útil esperada de la celda de batería 11.

Mientras tanto, el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar con precisión un estado actual de la celda de batería 11 determinando el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11. Además, después de determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11, el aparato de estimación de estado de batería 100 puede tomar una acción para cambiar la condición de control para la celda de batería 11 de modo que la vida de la celda de batería 11 dure más.

Aquí, la unidad de control 103 puede incluir opcionalmente un procesador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), otro conjunto de chips, un circuito lógico, un registro, un módem de comunicación, un dispositivo de procesamiento de datos y similares, conocido en la técnica para ejecutar varias lógicas de control realizadas en el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción.

Además, cuando la lógica de control se implementa en software, la unidad de control 103 puede implementarse como un conjunto de módulos de programa. En este momento, el módulo de programa puede almacenarse en una memoria y ser ejecutado por el procesador. La memoria puede proporcionarse dentro o fuera del procesador, y puede conectarse al procesador por diversos medios bien conocidos. Por ejemplo, la unidad de control 103 es un procesador proporcionado en el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción, y puede proporcionar el grado de aceleración de degradación determinado de la celda de batería 11 a un usuario a través de un dispositivo de salida tal como un dispositivo de visualización. Además, la unidad de control 103

puede proporcionar una notificación para el reemplazo o advertencia de la celda de batería 11 al usuario a través de un dispositivo de notificación externo en función del grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11.

Además, con referencia a la Fig. 2, el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede incluir además una unidad de almacenamiento 105. El conjunto de almacenamiento 105 puede almacenar los datos de tasa de fluctuación de voltaje y los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica. Es decir, en la unidad de almacenamiento 105, se pueden almacenar datos de tasa de fluctuación de voltaje y datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculados por la unidad de control 103 en el pasado. La unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en función de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 en función de los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105.

Es decir, la unidad de almacenamiento 105 puede almacenar datos o programas requeridos para cada componente del aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción para operar y realizar, tales como datos de tasa de fluctuación de voltaje anterior y datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica anterior calculados por la unidad de control 103. La unidad de almacenamiento 105 no está particularmente limitada en cuanto a su tipo siempre que sea un medio de almacenamiento de información conocido que pueda registrar, borrar, actualizar y leer datos. Como ejemplo, los medios de almacenamiento de información pueden incluir una RAM, una memoria flash, una ROM, una EEPROM, un registro y similares. La unidad de almacenamiento 105 puede almacenar códigos de programa en los que se definen procedimientos ejecutables por la unidad de control 103.

Si se determinan tanto el patrón de aumento y disminución de voltaje como el patrón de aumento y disminución de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Por ejemplo, en la realización mostrada en la Fig. 1, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C1, y determinar el primer grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 en función del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Además, la unidad de control 103 puede configurarse para determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11, que es independiente del primer grado de aceleración de degradación, en función del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado. En el primer ejemplo, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1 independientemente del primer grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 en función del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado. Es decir, si se determinan tanto el patrón de aumento y disminución de voltaje como el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1, la unidad de control 103 puede calcular el primer grado de aceleración de degradación y el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1, independientes entre sí.

Específicamente, cuando la celda de la batería 11 está en una situación de descarga, el OCV puede afectar un factor de cambio de resistencia. Por ejemplo, cuando se descarga la celda de batería 11, el aumento y la disminución del OCV afectan el aumento y la disminución de la resistencia, de modo que el aumento y la disminución del OCV y el aumento y la disminución de la resistencia pueden aparecer inversamente. Es decir, en la situación de descarga, el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 debe determinarse teniendo en cuenta la especificidad de que el OCV afecte el factor de cambio de resistencia de la celda de batería 11. Sin embargo, en la situación de carga, el aumento y la disminución del OCV de la celda de batería 11 y el aumento y la disminución de la resistencia son factores independientes que no se afectan entre sí y, por lo tanto, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de voltaje, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de resistencia independientemente del primer grado de aceleración de degradación.

El aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar tanto el grado de aceleración de degradación basándose en el patrón de aumento y disminución de voltaje como el grado de aceleración de degradación basándose en el patrón de aumento y disminución de resistencia teniendo en cuenta la especificidad de la situación de carga en la que OCV y resistencia no se afectan entre sí. Por lo tanto, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción proporciona diversa información sobre el estado de la celda de batería 11, es posible ayudar a determinar el estado de la celda de batería 11.

En lo anterior, se ha descrito que la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función de cada patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia, cuando la celda de batería 11 está en una situación de carga. En lo sucesivo, se describirá en detalle el procedimiento de determinación del primer grado de aceleración de la degradación en función del patrón de aumento y disminución de el voltaje y la determinación del segundo grado de aceleración de la degradación en función del patrón de aumento y disminución de la resistencia.

En primer lugar, se describirá el procedimiento de determinación del primer grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de voltaje. La unidad de control 103 puede calcular una tasa de fluctuación de voltaje comparando el OCV recibido con un voltaje de referencia prealmacenado. Aquí, el voltaje de referencia prealmacenado es un valor de referencia para comparación con el OCV medido por la unidad de medición de voltaje 101, y puede ser un valor previamente almacenado en la unidad de almacenamiento 105. Es decir, el voltaje de referencia puede almacenarse previamente en la unidad de almacenamiento 105, y la unidad de control 103 puede calcular la tasa de fluctuación de voltaje mediante la comparación del voltaje de referencia almacenado previamente en la unidad de almacenamiento 105 con el OCV recibido de la unidad de medición de voltaje 101.

Por ejemplo, el voltaje de referencia prealmacenado puede incluir un OCV de la celda de batería 11 medido en un punto de tiempo de ciclo predeterminado. La tasa de fluctuación de voltaje se puede obtener comparando el voltaje de referencia prealmacenado con el OCV recibido de la unidad de medición de voltaje 101 por la unidad de control 103. En particular, la tasa de fluctuación de voltaje se puede calcular como una relación o diferencia del voltaje de referencia prealmacenado y el valor medido de OCV. Es decir, la unidad de control 103 puede recibir el OCV medido en un ciclo después del punto de tiempo de ciclo predeterminado de la unidad de medición de voltaje 101, y calcular la relación del OCV recibido al voltaje de referencia prealmacenado como una tasa de fluctuación de voltaje.

Por ejemplo, se supone que el voltaje de referencia prealmacenado para la primera celda de batería C1 es A1 [V]. Además, se supone que el OCV de la primera celda de batería C1 medido en un primer punto de tiempo por la unidad de medición de voltaje 101 es B1 [V]. La unidad de control 103 puede calcular la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el instante de tiempo como la diferencia entre A1 y B1. Por ejemplo, la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el primer instante de tiempo puede calcularse utilizando la fórmula de cálculo de $B1-A1$. Como otro ejemplo, la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el primer instante de tiempo también se puede calcular utilizando la fórmula de cálculo de $(B1-A1) \times 100$. En lo sucesivo, para facilitar la descripción, se describirá que la tasa de fluctuación de voltaje se calcula utilizando la fórmula de cálculo de $B1-A1$.

Preferentemente, el voltaje de referencia prealmacenado puede incluir un OCV cuando la celda de batería 11 se carga en un ciclo predeterminado para que el voltaje de la celda de batería 11 alcance el voltaje de carga de referencia. Aquí, el ciclo predeterminado puede ser un instante de tiempo dentro de un número predeterminado de ciclos desde BOL (Comienzo de vida) y, por ejemplo, puede ser un primer instante de tiempo de carga después del envío de la celda de batería 11.

Por ejemplo, se supone que el voltaje de carga de referencia se establece en 4.2 V. En este caso, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir un voltaje en un procedimiento de carga inicial (un estado inicial) de la primera celda de batería C1, y medir un OCV cuando el voltaje medido alcanza 4.2 V.

Preferentemente, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados pueden configurarse para incluir una tasa de fluctuación de voltaje calculada por la unidad de control 103 siempre que el OCV sea medido por la unidad de medición de voltaje 101. Es decir, desde el ciclo predeterminado hasta el punto de tiempo actual, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir el OCV cuando el voltaje de la celda de batería 11 alcanza el voltaje de carga de referencia mediante la carga, y la unidad de control 103 puede calcular una tasa de fluctuación de voltaje según el OCV medido por la unidad de medición de voltaje 101. Además, la tasa de fluctuación de voltaje calculada puede incluirse en los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Fig. 1, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados para la primera celda de batería C1 pueden incluir tasas de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 calculadas desde un primer punto de tiempo hasta un $N-1^{\text{a}}$ instante de tiempo. Aquí, N es un número entero de 2 o más, y cuando N es 2, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados pueden incluir solo la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 calculada en el primer instante de tiempo. Si la unidad de control 103 calcula la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el N^{esimo} instante de tiempo, la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el N^{esimo} instante de tiempo puede incluirse en los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105. En este caso, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 pueden incluir de la primera a la N^{esimo} tasas de fluctuación de voltaje.

El aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar un patrón actual de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en función de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 desde el punto de tiempo pasado hasta el punto de tiempo presente. Es decir, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100, según una realización de la presente descripción, determina el patrón de aumento y disminución de voltaje actual y el grado de aceleración de degradación actual de la celda de batería 11 en función de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados, en los que las tasas de fluctuación de voltaje calculadas se almacenan acumulativamente, existe la ventaja de que el grado de aceleración de degradación y el grado de degradación de la celda de batería 11 se pueden determinar con mayor precisión, en comparación con el caso en el que el grado de degradación de la celda de batería 11 se determina solo por la tasa de fluctuación de voltaje en un instante de tiempo específico. Además, dado que el

grado de aceleración de degradación determinado y el grado de degradación determinado pueden utilizarse como información para estimar un estado futuro de la celda de batería 11, el aparato de estimación de estado de batería 100, según una realización de la presente descripción, tiene la ventaja de proporcionar información capaz de estimar un estado futuro basándose no solo en los estados pasado y presente sino también en el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11.

La unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de voltaje de una pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir del ciclo actual de la celda de batería 11 entre los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados. Aquí, la tasa de cambio de voltaje puede incluir una tasa de cambio promedio o una tasa de cambio instantánea de las tasas de fluctuación de voltaje. Además, la pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos del ciclo actual puede incluir una pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de un número preestablecido de ciclos del ciclo actual. Por ejemplo, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de voltaje de una pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de 50 ciclos a partir del ciclo actual. El cálculo de la tasa de cambio de voltaje se describirá en detalle haciendo referencia a las Figs. 3 y 4.

La Fig. 3 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería, calculada por el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción. La Fig. 4 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de la segunda celda de batería, calculada por el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción. Con referencia a las Fig. 3 y 4, la unidad de almacenamiento 105 puede almacenar datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados para la primera celda de batería C1 y datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados para la segunda celda de batería C2 en cada ciclo. En lo sucesivo, como se muestra en la Fig. 3, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la primera celda de batería C1 se describirá como una región In. De manera similar, como se muestra en la Fig. 4, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la segunda celda de batería C2 se describirá como una región Jn. Aquí, n es un entero positivo. Por ejemplo, si el número preestablecido de ciclos es 50, una región I1 puede incluir de 0 a 50 ciclos de la primera celda de batería C1, y una región I2 puede incluir de 51 a 100 ciclos de la primera celda de batería C1. Para facilitar la descripción, se supone que el ciclo 0 de la primera celda de batería C1 está incluido en la región I1, y el ciclo 0 de la segunda celda de batería C2 está incluido en la región J1.

Por ejemplo, se supone que un número preestablecido de ciclos que se incluirán en una región es 50. En la Fig. 3, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es de 300 ciclos, la unidad de control 103 puede extraer una tasa de fluctuación de voltaje de cada ciclo que pertenece a una región I6 que incluye de 251 a 300 ciclos de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 para la primera celda de batería C1. Es decir, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de voltaje de la región I6 comparando la tasa de fluctuación de voltaje de cada ciclo que pertenece a la región I6 de la primera celda de batería C1 entre sí. De manera similar, en la Fig. 4, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 es de 150 ciclos, la unidad de control 103 puede extraer una tasa de fluctuación de voltaje de cada ciclo que pertenece a la región J3 que incluye de 101 a 150 ciclos de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 para la segunda celda de batería C2. La unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de voltaje de la región J3 comparando la tasa de fluctuación de voltaje de cada ciclo que pertenece a la región J3 de la segunda celda de batería C2 entre sí. Aquí, la tasa de cambio de voltaje significa un valor específico para la tasa de cambio.

En lo sucesivo, para facilitar la descripción, se supondrá que la tasa de cambio de voltaje es una tasa de cambio positiva si es igual o mayor que 0, y la tasa de cambio de voltaje es una tasa de cambio negativa si es menor que 0. Además, se describirá en detalle un ejemplo en el que la unidad de control 103 calcula una tasa de cambio de voltaje haciendo referencia a la Fig. 5.

La Fig. 5 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción. Es decir, la Fig. 5 es una vista ampliada que muestra una tasa de fluctuación de voltaje incluida en la región J2 entre las tasas de fluctuación de voltaje calculadas para la primera celda de batería C1.

Con referencia a la realización de la Fig. 5, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de voltaje de una tasa de fluctuación de voltaje incluida en una región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11. En este momento, la unidad de control 103 puede dividir la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11 en una pluralidad de subregiones en función de la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11. Específicamente, la unidad de control 103 puede dividir una sola región en una pluralidad de subregiones en función de un ciclo en el que la tasa de cambio de voltaje calculada en una región cambia de una tasa de cambio positiva a una tasa de cambio negativa o de una tasa de cambio negativa a una tasa de cambio positiva. Por ejemplo, en la realización de la Fig. 5, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio promedio para ciclos sucesivos incluidos en la región I2 o una tasa de cambio instantánea para ciclos sucesivos incluidos en la región I2. Específicamente, en función de 80 ciclos, la tasa de cambio de voltaje de la región I21 puede calcularse como una tasa de cambio positivo, y la tasa de cambio de voltaje de la región I22 puede calcularse como una tasa de cambio negativo. Por consiguiente, la unidad de control 103 puede dividir la región I2 de la primera celda

de batería C1 en la región I21 y la región I22 en función de 80 ciclos.

Es decir, en la realización de la Fig. 5, la unidad de control 103 puede dividir la región I2 en las regiones I21 e I22 y calcular la tasa de cambio de voltaje para cada una de la región I21 y la región I22. Como tal, la unidad de control 103 puede dividir una región en subregiones y calcular una tasa de cambio de voltaje para cada subregión.

La Fig. 6 es una vista ampliada que muestra otra región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción. La Fig. 7 es una vista ampliada que muestra aún otra región de la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a las Fig. 6 y 7, la unidad de control 103 puede dividir la región I4 y la región I6 en una pluralidad de subregiones según la tasa calculada de cambio de voltaje. Es decir, la unidad de control 103 puede dividir la región I4 en subregiones I41, I42, I43 e I44 y dividir la región I6 en subregiones I61 e I62.

La Fig. 8 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de voltaje de la segunda celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Fig. 8, la unidad de control 103 puede dividir la región J1 en una pluralidad de subregiones según la tasa de cambio de voltaje calculada para la segunda celda de batería C2. Es decir, la unidad de control 103 puede dividir la región J1 en subregiones J11 y J12.

Al calcular una tasa de cambio entre las tasas de fluctuación de voltaje incluidas en una región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11, la unidad de control 103 puede no calcular la tasa de cambio determinando la región a la que pertenece el ciclo actual como una sola región. Además, la unidad de control 103 puede determinar un punto de tiempo de ciclo en el que la tasa de cambio de voltaje cambia de una tasa de cambio positiva a una tasa de cambio negativa o de una tasa de cambio negativa a una tasa de cambio positiva, y dividir la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11 en subregiones en función del punto de tiempo de ciclo determinado.

Como se describió anteriormente, el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción no determina que la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11 sea solo una región indiscriminadamente, y si es necesario, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede dividir la región en subregiones y calcular una tasa de cambio de voltaje con más detalle. Por lo tanto, existe la ventaja de que el estado actual de la celda de batería 11 se puede determinar con mayor precisión.

Además, la unidad de control 103 puede determinar un patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa calculada de cambio de voltaje. Aquí, el patrón de aumento y disminución de voltaje puede incluir un patrón de aumento de voltaje y un patrón de disminución de voltaje. En particular, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje para el caso en el que la tasa de cambio calculada es una tasa de cambio positiva como un patrón de aumento de voltaje. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje cuando la tasa de cambio calculada es una tasa de cambio negativa como un patrón de disminución de voltaje.

Por ejemplo, con referencia a las Figs. 3 y 5, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje de la primera celda de batería C1 en función de la tasa de fluctuación de voltaje incluida en la región I1. En este caso, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje de la región I1 como un valor igual o superior a cero. Es decir, la tasa de cambio de voltaje de la región I1 puede calcularse como una tasa de cambio positivo. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje actual de la primera celda de batería C1 como un patrón de aumento de voltaje en función del resultado de que la tasa de cambio de voltaje se calcula como una tasa de cambio positiva. Además, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I22 de la región I2, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio negativa en función de la tasa de fluctuación de voltaje incluida en la región correspondiente. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje actual de la primera celda de batería C1 como un patrón de disminución de voltaje en función de la tasa de cambio negativo calculada.

Por ejemplo, con referencia a las Figs. 4 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J1, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje en función de la tasa de fluctuación de voltaje incluida en la región J1. En este momento, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J11, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje de la segunda celda de batería C2 como un valor de 0 o superior, y determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje como un patrón de aumento de voltaje. Por el contrario, cuando el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J12, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje de la segunda celda de batería C2 como un valor menor que 0, y determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje como un patrón de disminución de voltaje.

Además, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J2 a J6, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de voltaje de la segunda celda de batería C2 como una tasa de cambio negativa, y determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje actual de la segunda celda de batería C2 como un patrón de disminución de voltaje en función de la tasa de cambio negativa calculada.

Es decir, el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de estimar con mayor precisión un estado actual de la celda de batería 11 en consideración no solo del estado actual de la celda de batería 11 sino también del estado anterior de la misma. Además, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción calcula la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11 y determina el patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa de cambio de voltaje, tiene la ventaja de proporcionar información a partir de la cual se puede estimar fácilmente un estado futuro de la celda de batería 11. Además, incluso dentro de un número predeterminado de ciclos a partir del ciclo actual, el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 puede determinarse más específicamente y más concretamente dividiendo la región en la que la tasa de cambio de voltaje varía de negativa a positiva o de positiva a negativa en subregiones. Por lo tanto, es posible estimar con mayor precisión el estado actual de la celda de batería 11.

La unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 como cualquiera de degradación acelerada, degradación lineal y degradación desacelerada. Aquí, la degradación acelerada se refiere a un estado en el que la degradación de la celda de batería 11 se acelera gradualmente, y la degradación lineal se refiere a un estado en el que la degradación de la celda de batería 11 no se acelera gradualmente como la degradación acelerada, sino que se realiza linealmente. Por el contrario, la degradación desacelerada se refiere a un estado en el que la degradación de la celda de batería 11 se realiza gradualmente de forma lenta. En lo sucesivo, se describirá el procedimiento de determinación del primer grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de voltaje.

La unidad de control 103 puede configurarse para determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación desacelerada, si el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de aumento de voltaje.

Por ejemplo, con referencia a la Fig. 3 como en el ejemplo anterior, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C1 como el patrón de aumento de voltaje. La unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación actual de la primera celda de batería C1 como degradación desacelerada. Es decir, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 se determina como el patrón de aumento de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 solo como degradación desacelerada.

Como en el ejemplo anterior, con referencia a la Fig. 4, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J2, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la segunda celda de batería C2 como el patrón de disminución de voltaje. La unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa de cambio de voltaje de la región J2 determinada como el patrón de disminución de voltaje.

Es decir, si el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de disminución de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación como degradación acelerada o degradación lineal en función de la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11. Por el contrario, si el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de aumento de voltaje, la unidad de control 103 puede configurarse para omitir el procedimiento de cálculo de la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11 y determinar el primer grado de aceleración de degradación solo como degradación desacelerada.

Dado que el aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, determina el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en detalle como la degradación acelerada, la degradación lineal o la degradación desacelerada según el patrón de aumento y disminución de voltaje y la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11, existe la ventaja de determinar y diagnosticar con precisión el estado actual de la celda de batería 11.

Además, si el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de aumento de voltaje, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede no calcular por separado una tasa de cambio de voltaje. Es decir, el aparato de estimación del estado de la batería 100 determina el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 como degradación desacelerada solo cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 se determina como el patrón de aumento de voltaje, y esto tiene la ventaja de ahorrar el tiempo requerido para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11.

Entre los grados de aceleración de degradación de la celda de batería 11, la degradación acelerada y la degradación lineal se pueden distinguir según la rapidez con la que se degrada la celda de batería 11. En lo sucesivo, se describirán los criterios para distinguir la degradación acelerada y la degradación lineal.

5 La unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación lineal si la tasa calculada de cambio de voltaje es mayor o igual que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje.

10 Por el contrario, si la tasa calculada de cambio de voltaje es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, la unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación acelerada.

15 Aquí, la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje es una tasa de cambio de referencia para determinar el grado de aceleración de degradación como degradación acelerada o degradación lineal, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 se determina como un patrón de disminución de voltaje.

20 Por ejemplo, la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje puede preestablecerse a medida que la tasa de fluctuación de voltaje disminuye en 1 mV cada 50 ciclos. En la realización mostrada en las Figs. 5, 6 y 7, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de las regiones I22, I42, I44 e I62, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 con la tasa de cambio de voltaje de referencia preestablecida.

25 La unidad de control 103 puede determinar como degradación lineal si la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es mayor o igual que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, y determinar como degradación acelerada si la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje.

30 De manera similar, en la realización mostrada en las Fig. 4 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J12, J2, J3, J4, J5 y J6, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 con la tasa de cambio de voltaje de referencia preestablecida. Preferentemente, con referencia a las Figs. 4 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J12, J2 a J6, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje.

35 Aquí, la unidad de control 103 puede dividir la región J1 en la región J11 y la región 112 en función de la tasa de cambio de voltaje de la región J1. En el procedimiento de cálculo de la tasa de cambio de voltaje de la región J1, la unidad de control 103 puede dividir la región J1 en la región J11 y la región J12 en función del punto donde cambia el patrón de aumento y disminución de voltaje. En este caso, dado que el patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J11 es un patrón de aumento de voltaje y el patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J12 es un patrón de disminución de voltaje, el conjunto de control 103 puede dividir la región J1 en las regiones J11 y J12 en función de 25 ciclos. Es decir, la región J11 y la región J12 pueden ser subregiones de la región J1.

45 Por ejemplo, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J11, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la segunda celda de batería C2 como un patrón de aumento de voltaje en función de la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2. Además, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación desacelerada.

50 Como otro ejemplo, se supone que la tasa de cambio de voltaje de las regiones J12, J2 y J3 es menor que la tasa preestablecida de cambio de voltaje y la tasa de cambio de voltaje de las regiones J4, J5 y J6 es igual o superior a la tasa preestablecida de cambio de voltaje. Si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J12, J2 y J3, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación acelerada. Por el contrario, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de la región J4, J5 y J6, la unidad de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación lineal.

60 Es decir, el aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede comparar la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje con la tasa de cambio de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11. Además, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 subdividiéndola en la degradación acelerada o la degradación lineal, sin determinar indiscriminadamente el grado de aceleración de la degradación para el patrón de aumento de voltaje. Por lo tanto, el estado actual de la celda de batería 11 puede subdividirse y diagnosticarse específicamente.

65

La unidad de control 103 puede configurarse para determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 solo cuando la tasa de fluctuación de voltaje calculada para la celda de batería 11 es mayor que un límite de voltaje inferior preestablecido y menor que un límite de voltaje superior preestablecido. Es decir, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje solo cuando la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 está dentro de un cierto intervalo.

Por ejemplo, si la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 es mayor o igual que el límite superior preestablecido, este es el caso en el que el OCV de la celda de batería 11 aumenta a un valor de referencia o superior, en el que la celda de batería 11 puede degradarse anormalmente y tener un riesgo de caída repentina. Además, si la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 es menor o igual que el límite inferior preestablecido, este es el caso en el que el OCV de la celda de batería 11 disminuye a un valor de referencia o inferior debido a un cortocircuito eléctrico o similar y la celda de batería 11 puede degradarse anormalmente.

Por lo tanto, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje para el caso en que la celda de batería 11 se degrada normalmente, excepto en el caso en que la celda de batería 11 se degrada anormalmente.

Si el estado normal o anormal de la celda de batería 11 no se distingue de antemano, el grado de aceleración de degradación puede determinarse según el patrón de aumento y disminución de voltaje en un estado anormal, y la condición de control de batería puede ajustarse según el grado de aceleración de degradación determinado, lo que puede deteriorar aún más el estado de la celda de batería 11.

Por consiguiente, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100, según una realización de la presente descripción, divide primero el estado de la celda de batería 11 en un estado normal o un estado anormal y luego determina el patrón de aumento y disminución de voltaje y el grado de aceleración de degradación solo cuando el estado de la celda de batería 11 es un estado normal, es posible acortar el tiempo requerido para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 y mejorar la precisión de determinar el estado de la celda de batería 11.

En lo anterior, se ha descrito que la unidad de control 103 determina el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función del patrón de aumento y disminución de voltaje, cuando la celda de batería 11 está en una situación de carga. En lo sucesivo, el procedimiento de determinación del segundo grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de la resistencia se describirá en detalle.

Aquí, el segundo grado de aceleración de degradación es el grado de aceleración de degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11, y puede determinarse como cualquiera de degradación acelerada, degradación lineal y degradación desacelerada, similar al primer grado de aceleración de degradación descrito anteriormente.

En primer lugar, la unidad de control 103 puede calcular una resistencia interna de la celda de batería 11 en función del OCV de la celda de batería 11 medido por la unidad de medición de voltaje 101.

Por ejemplo, la unidad de control 103 puede calcular la resistencia actual de la celda de batería 11 según la fórmula de cálculo de $(|CCV_{EOC} - OCV_{EOC}|) \div i_{t1}$. Aquí, CCV_{EOC} puede referirse a un voltaje de carga o descarga de la celda de batería 11 medido después de un instante de tiempo $t1$ desde el punto de tiempo donde se mide el OCV_{EOC} de la celda de batería 11, OCV_{EOC} puede referirse al OCV de la celda de batería 11 medido cuando el voltaje de la celda de batería 11 alcanza el voltaje de carga de referencia en una situación de carga, e i_{t1} puede referirse a una cantidad de corriente de carga o descarga que ha fluido durante el tiempo $t1$.

Además, la unidad de control 103 puede configurarse para calcular una tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica comparando la resistencia interna calculada con una resistencia de referencia almacenada previamente. En este caso, la resistencia de referencia almacenada previamente es un valor de referencia que debe compararse con la resistencia actual de la celda de batería 11 calculada por la unidad de control 103, y puede ser un valor previamente almacenado en la unidad de almacenamiento 105.

Preferentemente, la resistencia de referencia almacenada previamente puede ser una resistencia de la celda de batería 11 medida en un ciclo predeterminado. La unidad de control 103 puede calcular la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica como una relación o una diferencia de la resistencia de la celda de batería actual 11 con respecto a la resistencia de referencia almacenada previamente.

Por ejemplo, para la primera celda de batería C1 que se muestra en la Fig. 1, se supone que la resistencia de referencia almacenada previamente es $A2 [\Omega]$. Además, se supone que la resistencia actual de la primera celda de batería C1 calculada por la unidad de control 103 es $B2 [S2]$ en función del OCV de la primera celda de batería C1 medida por la unidad de medición de voltaje 101 en el primer instante de tiempo. La unidad de control 103 puede calcular la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 en el primer instante de tiempo como la relación

de B2 [S2] a A2 [Ω]. Por ejemplo, la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 en el primer instante de tiempo puede calcularse utilizando la fórmula de cálculo de $(B2 \div A2) \times 100$ ".

Preferentemente, la resistencia de referencia prealmacenada puede incluir una resistencia de referencia calculada en función del voltaje de referencia prealmacenado en la unidad de almacenamiento 105. Es decir, la resistencia de referencia prealmacenada corresponde al voltaje de referencia prealmacenada, y puede ser una resistencia calculada en función de la OCV cuando la celda de batería 11 se carga en un ciclo predeterminado para que el voltaje de la celda de batería 11 alcance el voltaje de carga de referencia. La resistencia de referencia almacenada previamente se puede almacenar en la unidad de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en la unidad de almacenamiento 105, un voltaje de referencia A1 [V] puede almacenarse previamente, y una resistencia de referencia A2 [Ω] calculada en función del voltaje de referencia A1 puede almacenarse previamente.

Preferentemente, los datos de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica prealmacenados pueden configurarse para incluir las tasas de fluctuación de la resistencia eléctrica calculadas por la unidad de control 103 siempre que el OCV sea medido por la unidad de medición de voltaje 101. Es decir, a partir del ciclo predeterminado antes del ciclo actual, la unidad de medición de voltaje 101 puede medir la OCV cuando el voltaje de la celda de batería 11 alcanza el voltaje de carga de referencia mediante carga. Además, la unidad de control 103 puede calcular la resistencia presente en función de la OCV medida por la unidad de medición de voltaje 101, y calcular la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 según la resistencia presente calculada y la resistencia de referencia prealmacenada en la unidad de almacenamiento 105. Además, la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica calculada puede incluirse en los datos de la tasa de fluctuación de la resistencia prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Fig. 1, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados para la primera celda de batería C1 pueden incluir tasas de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 calculadas desde el primer instante de tiempo hasta el N-1^{ésimo} instante de tiempo. Aquí, N es un número entero de 2 o más, y cuando N es 2, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados pueden incluir solo la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 calculada en el primer punto de tiempo. Si la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 se calcula en el N-1^{ésimo} instante de tiempo por la unidad de control 103, la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 calculada en el N-1^{ésimo} instante de tiempo puede incluir los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105. En este caso, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 pueden incluir de la primera a la N^{ésima} tasas de fluctuación de resistencia eléctrica.

El aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede determinar el patrón actual de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 en función de los datos de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 desde el instante de tiempo pasado hasta el instante de tiempo presente. Es decir, el aparato de estimación del estado de la batería 100, según una realización de la presente descripción, puede determinar el patrón actual de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 en función de los datos prealmacenados de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica en los que las tasas de fluctuación de la resistencia eléctrica calculadas en el pasado se almacenan acumulativamente. Además, dado que el aparato de estimación del estado de la batería 100 determina el grado de aceleración de la degradación actual de la celda de batería 11 en función del patrón de aumento y disminución de la resistencia determinado y el patrón de aumento y disminución de el voltaje determinado, el grado de aceleración de la degradación o el grado de degradación de la celda de batería 11 se puede determinar con mayor precisión, en comparación con el caso en el que el grado de degradación de la celda de batería 11 se determina solo por la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica en un punto de tiempo específico.

Además, dado que el grado de aceleración de degradación determinado puede utilizarse como información para estimar un estado futuro de la celda de batería 11, el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de proporcionar información capaz de estimar un estado futuro en función del grado de aceleración de degradación, así como de los estados pasado y presente de la celda de batería 11.

La unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de resistencia de una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir del ciclo actual de la celda de batería 11 entre los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados. Aquí, la tasa de cambio de resistencia puede incluir una tasa de cambio promedio o una tasa de cambio instantánea de las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica. Además, la pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos del ciclo actual puede incluir una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de un número preestablecido de ciclos del ciclo actual.

Por ejemplo, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio de resistencia de una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de 50 ciclos a partir del ciclo actual. El cálculo de la tasa de cambio

de resistencia se describirá en detalle haciendo referencia a las Figs. 9 y 10.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción. La Fig. 10 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la segunda celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Haciendo referencia a las figuras 9 y 10, la unidad de almacenamiento 105 puede almacenar datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados para la primera celda de batería C1 y datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados para la segunda celda de batería C2 en cada ciclo, respectivamente.

En lo sucesivo, como se muestra en la Fig. 9, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la primera celda de batería C1 se describe como una región In. De manera similar, como se muestra en la Fig. 10, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la segunda celda de batería C2 se describe como una región Jn. Aquí, la región In mostrada en la Fig. 9 puede corresponder a la región In mostrada en la Fig. 3, y la región Jn mostrada en la Fig. 10 puede corresponder a la región Jn mostrada en la Fig. 4.

Por ejemplo, se supone que el número de ciclos preestablecidos para ser incluidos en una región es 50. En la Fig. 9, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es de 300 ciclos, la unidad de control 103 puede extraer una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de cada ciclo que pertenece a la región I6 que incluye de 251 a 300 ciclos de los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 para la primera celda de batería C1. Es decir, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región I6 comparando las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica de los ciclos que pertenecen a la región I6 de la primera celda de batería C1 entre sí.

De manera similar, en la Fig. 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 es de 150 ciclos, la unidad de control 103 puede extraer tasas de fluctuación de resistencia eléctrica que pertenecen a la región J3 que incluye de 101 a 150 ciclos entre los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en la unidad de almacenamiento 105 para la segunda celda de batería C2. La unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región J3 comparando las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica de los ciclos que pertenecen a la región J3 de la segunda celda de batería C2 entre sí. Aquí, la tasa de cambio de resistencia se refiere a un valor específico para la tasa de cambio.

En lo sucesivo, para facilitar la descripción, se asumirá que la tasa de cambio de resistencia es una tasa de cambio positiva cuando es 0 o más y la tasa de cambio de resistencia es una tasa de cambio negativa cuando es menor que 0.

De manera similar al ejemplo de cálculo de la tasa de cambio de voltaje descrito con referencia a las Fig. 5 a 8, cuando se calcula la tasa de cambio de resistencia de las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas en la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11, la unidad de control 103 puede no calcular la tasa de cambio de resistencia determinando que el ciclo actual pertenece a una sola región. Además, la unidad de control 103 puede determinar un ciclo en el que la tasa de cambio de resistencia cambia de positiva a negativa o de negativa a positiva, y dividir la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11 en subregiones en función del ciclo determinado. Es decir, la unidad de control 103 puede dividir una única región en una pluralidad de subregiones según la tasa de cambio de resistencia de las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica que pertenecen a la única región y calcular una tasa de cambio de resistencia para cada una de las subregiones divididas.

La Fig. 11 es una vista ampliada que muestra una región de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería calculada por el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción.

Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 11, la unidad de control 103 puede calcular una tasa de cambio promedio para ciclos consecutivos incluidos en la región I1 o una tasa de cambio instantánea para ciclos continuos incluidos en la región I1. Específicamente, en función de 10 ciclos, la tasa de cambio de resistencia de la región I11 puede calcularse como una tasa de cambio negativo, y la tasa de cambio de resistencia de la región I12 puede calcularse como una tasa de cambio positivo. Por consiguiente, la unidad de control 103 puede dividir la región I1 de la primera celda de batería C2 en una región I11 y una región I12 en función de 10 ciclos.

Es decir, en la realización de la Fig. 11, la unidad de control 103 puede dividir la región I1 en las regiones I11 e I12 y calcular una tasa de cambio de resistencia para cada una de la región I11 y la región I12. Como tal, la unidad de control 103 puede dividir una región en subregiones y calcular una tasa de cambio de resistencia para cada subregión.

Como se describió anteriormente, dado que el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción no determina que la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11 es solo una región indiscriminadamente, y si es necesario, el aparato de estimación del estado de la batería 100 divide la región en subregiones y calcula una tasa de cambio de resistencia con más detalle, y por lo tanto hay

una ventaja en que el estado actual de la celda de batería 11 puede determinarse con mayor precisión.

Además, la unidad de control 103 puede determinar un patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa calculada de cambio de resistencia. Aquí, el patrón de aumento y disminución de la resistencia puede incluir un patrón de aumento de la resistencia y un patrón de disminución de la resistencia. En particular, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia como un patrón de aumento de la resistencia cuando la tasa calculada de cambio de la resistencia es una tasa de cambio positiva. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia como un patrón de disminución de la resistencia cuando la tasa calculada de cambio de la resistencia es una tasa de cambio negativa.

Por ejemplo, con referencia a las Figs. 9 y 11, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la primera celda de batería C1 en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica incluida en la región I1. Si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I11, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región I11 como un valor menor que 0 (cero). Es decir, la tasa de cambio de resistencia de la región I11 puede calcularse como una tasa de cambio negativa. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón actual de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1 como un patrón de disminución de resistencia en función del resultado de que la tasa de cambio de resistencia se calcula como una tasa de cambio negativa.

Por el contrario, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I12, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región I12 como 0 o superior. Es decir, la tasa de cambio de resistencia de la región I12 puede calcularse como una tasa de cambio positiva. La unidad de control 103 puede determinar el patrón actual de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1 como el patrón de aumento de resistencia en función del resultado de que la tasa de cambio de resistencia se calcula como la tasa de cambio positivo. De manera similar, incluso cuando el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de las regiones I2 a I6, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia como una tasa de cambio positiva en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica incluida en la región. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia actual de la primera celda de batería C1 como el patrón de aumento de resistencia en función del resultado calculado como la tasa de cambio positiva.

Como otro ejemplo, con referencia a la Fig. 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J6, la unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2. La unidad de control 103 puede calcular la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 como 0 o superior.

Es decir, la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 puede calcularse como una tasa de cambio positiva. Además, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia actual de la segunda celda de batería C2 como un patrón de aumento de resistencia basado en la tasa calculada de cambio de resistencia.

Es decir, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción determina el patrón de aumento y disminución de resistencia presente de la celda de batería 11 según la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada del ciclo actual y la tasa anterior de cambio de resistencia almacenada en los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados, existe la ventaja de que el estado de la celda de batería 11 se puede estimar considerando no solo el estado actual de la celda de batería 11 sino también su estado anterior.

Además, dado que el aparato de estimación de estado de batería 100, según una realización de la presente descripción, calcula la tasa de cambio de resistencia de la celda de batería 11 y determina el patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa calculada de cambio de resistencia, existe la ventaja de proporcionar información que permite estimar fácilmente un estado futuro de la celda de batería 11.

Si el patrón de aumento y disminución de la resistencia se determina como el patrón de aumento de la resistencia, la unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa calculada de cambio de resistencia. Es decir, si el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como el patrón de aumento de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal.

Además, si el patrón de aumento y disminución de la resistencia se determina como el patrón de disminución de la resistencia, la unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 como degradación desacelerada. Es decir, si el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como el patrón de disminución de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación solo como degradación desacelerada.

Por ejemplo, en la realización de las figuras 9 y 11, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I11, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1 como el patrón de disminución de resistencia. Además, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 como degradación desacelerada.

Por el contrario, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de la región I12 a I6, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1 como el patrón de aumento de resistencia. Además, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece la primera celda de batería C1.

Como otro ejemplo, en la realización de la Fig. 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J6, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la segunda celda de batería C2 como el patrón de aumento de resistencia. Además, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece la segunda celda de batería C2.

Es decir, dado que el factor de cambio de resistencia causado por OCV no se considera en un estado en el que la celda de batería 11 está en una situación de carga, a diferencia de la situación de descarga, el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 puede no considerarse al determinar el segundo grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11.

Por lo tanto, dado que el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina en función de la diferencia entre la situación de carga y la situación de descarga, el aparato de estimación de estado de batería 100, según una realización de la presente descripción, tiene la ventaja de determinar información de estado específica sobre el grado de aceleración de degradación y el grado de degradación de la celda de batería 11 y proporcionar la información de estado determinada.

Como se describió anteriormente, entre los grados de aceleración de degradación de la celda de batería 11, la degradación acelerada y la degradación lineal pueden clasificarse según la rapidez con la que se degrada la celda de batería 11. La unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 como degradación acelerada si el patrón de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 es un patrón de aumento de la resistencia y la tasa calculada de cambio de resistencia es mayor o igual que una tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia.

Además, la unidad de control 103 puede configurarse para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación lineal si el patrón de aumento y disminución de la resistencia es un patrón de aumento de la resistencia y la tasa calculada de cambio de resistencia es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia.

Aquí, la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia es una tasa de cambio de referencia para determinar el grado de aceleración de degradación como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal cuando el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 se determina como un patrón de aumento de resistencia. Por ejemplo, la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia puede preestablecerse de tal manera que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica aumente en un 10% cada 100 ciclos.

Por ejemplo, en la modalidad de las Figuras 9 y 11, se supone que el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de las regiones I12 a I6, y la tasa de cambio de resistencia de las regiones I12 a I6 es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Dado que la tasa de cambio de resistencia de las regiones I12 a I6 es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 como degradación lineal.

Como otro ejemplo, en la modalidad de la Figura 10, se supone que la tasa de cambio de resistencia de las regiones J1 a J3 es mayor o igual que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, y la tasa de cambio de resistencia de las regiones J4 a J6 es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J3, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación acelerada. Por el contrario, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J4 a J6, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, y determinar el segundo grado

de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación lineal.

Es decir, el aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción puede comparar la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia con la tasa de cambio de resistencia, y determinar el grado de aceleración de degradación subdividiéndolo en cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal, sin determinar indiscriminadamente el grado de aceleración de degradación para el patrón de aumento de resistencia. Por lo tanto, el estado actual de la celda de batería 11 puede subdividirse y diagnosticarse específicamente.

La unidad de control 103 puede configurarse para determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 solo cuando la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada excede un límite de resistencia inferior preestablecido. Es decir, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia solo cuando la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la celda de batería 11 excede el límite de resistencia inferior preestablecido, y determinar el segundo grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de la resistencia determinado. Por ejemplo, la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la celda de la batería 11 es menor o igual que el límite inferior preestablecido cuando la resistencia interna de la celda de la batería 11 disminuye por debajo de un valor de referencia debido a un cortocircuito eléctrico o similar, donde la celda de la batería 11 se degrada anormalmente. Por lo tanto, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia solo cuando la celda de batería 11 se degenera normalmente, excepto en el caso en el que la celda de batería 11 se degenera anormalmente debido a un factor externo, como un cortocircuito eléctrico.

Si la degradación normal y la degradación anormal de la celda de batería 11 no se clasifican de antemano, el grado de aceleración de degradación puede determinarse según el patrón de aumento y disminución de resistencia en una condición de degeneración anormal, y la condición de control de batería puede ajustarse según el grado de aceleración de degradación determinado, lo que puede deteriorar aún más el estado de la celda de batería 11.

En consecuencia, dado que el aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción determina el patrón de aumento y disminución de la resistencia y el grado de aceleración de la degradación solo cuando la celda de la batería 11 está en un estado normalmente degradado, existe la ventaja de acortar el tiempo requerido para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de la batería 11 y mejorar la precisión de la determinación del estado de la celda de la batería 11.

La Fig. 12 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento para determinar un grado de aceleración de degradación de una celda de batería en función de la tasa de fluctuación de voltaje mediante el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

Con referencia a la Fig. 12, el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 puede determinarse según el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 determinado por la unidad de control 103. En primer lugar, si la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 calculada por la unidad de control 103 es igual o menor que el límite de voltaje inferior preestablecido o igual o mayor que el límite de voltaje superior preestablecido, se puede determinar como degradación anormal. Si se determina que la celda de la batería 11 está anormalmente degradada, la unidad de control 103 puede no determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa de fluctuación de voltaje.

Es decir, la unidad de control 103 puede estar configurada para determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje solo cuando la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 está incluida en el rango normal, y para determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado.

Si la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 es mayor que el límite de voltaje inferior preestablecido y menor que el límite de voltaje superior preestablecido, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en función de la tasa de fluctuación de voltaje calculada y los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados. Además, si el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado es el patrón de disminución de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal, y si el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado es el patrón de aumento de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como la degradación desacelerada.

Es decir, si el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado es el patrón de aumento de voltaje, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 solo como la degradación desacelerada. Por el contrario, si el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado es el patrón de disminución de voltaje, la unidad de control 103 puede comparar la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje para clasificar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 con más detalle en cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal.

La Fig. 13 es un diagrama que muestra esquemáticamente un procedimiento para determinar un grado de aceleración de degradación de una celda de batería en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica mediante el aparato de estimación del estado de la batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

Con referencia a la Fig. 13, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 únicamente según el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado de la celda de batería 11, independientemente del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado de la celda de batería 11. Es decir, al determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en una situación de carga, el patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 pueden no afectarse entre sí. Sin embargo, dado que la OCV afecta el factor de cambio de la resistencia interna de la celda de batería 11, si la celda de batería 11 está en una situación de descarga, el patrón de aumento y disminución de voltaje puede considerarse primero al determinar el segundo grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de resistencia.

Si la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 calculada por la unidad de control 103 es igual o menor que el límite de resistencia inferior preestablecido, la unidad de control 103 puede determinar el estado de degradación de la celda de batería 11 como degradación anormal. La unidad de control 103 puede no determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 si el estado de degradación de la celda de batería 11 es una degradación anormal, y la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 solo cuando el estado de degradación de la celda de batería 11 es una degradación normal.

Si la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 calculada por la unidad de control 103 es mayor que el límite de resistencia inferior preestablecido, la unidad de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11. Aquí, si el patrón de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 se determina como el patrón de disminución de la resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de la degradación de la celda de batería 11 solo como la degradación desacelerada. Por el contrario, si el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 se determina como el patrón de aumento de resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal en función de la tasa de cambio de resistencia.

Es decir, solo cuando el patrón de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11 se determina como el patrón de aumento de la resistencia, la unidad de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación actual de la celda de batería 11 como cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal en función de la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11.

El aparato de estimación del estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar no solo el grado de degradación de la celda de la batería 11, es decir, la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica, sino también el historial del grado de aceleración de la degradación realizado actualmente y el grado de aceleración de la degradación anterior. Por lo tanto, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede determinar con mayor precisión el estado actual de la celda de batería 11 y proporcionar además información específica que permita predecir una situación futura, como la vida útil de la celda de batería 11.

Es decir, el usuario puede comprobar el estado de cada celda de batería 11 más específicamente obteniendo el primer grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 y el segundo grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de resistencia del aparato de estimación de estado de batería 100 según una realización de la presente descripción, respectivamente. Por lo tanto, el aparato de estimación de estado de batería 100 puede proporcionar información específica y diversa sobre el estado de la celda de batería 11 determinando el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 de maneras diversificadas usando diversos indicadores tales como el patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia y proporcionando la información determinada.

El paquete de baterías 1000, según la presente descripción, puede incluir el aparato de estimación del estado de la batería 100 según lo anteriormente descrito en la presente descripción. Además, el paquete de baterías 1000, según la presente descripción, puede incluir además una celda de batería, varios equipos eléctricos (incluidos BMS, relés, fusibles, etc.) y una caja de paquete, además del aparato de estimación del estado de la batería 100.

Además, como otra realización de la presente descripción, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede montarse en varios dispositivos que utilizan energía eléctrica, como un vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de energía (ESS) y similares. En particular, el aparato de estimación del estado de la batería 100, según la presente descripción, puede incluirse en un vehículo eléctrico.

El vehículo eléctrico, según la presente descripción, puede incluir el aparato de estimación del estado de la batería 100 según la presente descripción. En este caso, el aparato de estimación del estado de la batería 100 puede incluirse en el paquete de baterías 1000 y puede implementarse como un dispositivo independiente del paquete de baterías 1000. Por ejemplo, al menos una parte del aparato de estimación del estado de la batería 100 puede implementarse

mediante una UCE de un vehículo.

Además, el vehículo según la presente descripción puede incluir una carrocería de vehículo o equipo electrónico proporcionado típicamente al vehículo, además del aparato de estimación del estado de la batería 100. Por ejemplo, el vehículo según la presente descripción puede incluir un paquete de baterías, un contactor, un inversor, un motor, al menos una UCE y similares, además del aparato de estimación del estado de la batería 100 según la presente descripción.

Sin embargo, la presente descripción no está particularmente limitada a otros componentes del vehículo distintos del aparato de estimación del estado de la batería 100.

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

(Explicación de signos de referencia)

[0193]

- 10: módulo de batería
- 11: celda de batería
- 100: aparato de estimación del estado de la batería
- 1000: paquete de batería

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de estimación del estado de la batería (100), que comprende:

una unidad de medición de voltaje (101) configurada para medir un voltaje de una celda de batería (11) y medir un voltaje de circuito abierto (OCV) de la celda de batería siempre que el voltaje medida alcance un voltaje de carga de referencia; y

una unidad de control (103) configurada para recibir la OCV medida por la unidad de medición de voltaje. El aparato está **caracterizado porque**:

la unidad de control está configurada para calcular al menos uno de una tasa de fluctuación de voltaje y una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en función de un resultado obtenido al procesar la OCV recibida; determinar un patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa de fluctuación de voltaje calculada y los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados cuando se calcula la tasa de fluctuación de voltaje; determinar un patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada y los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados cuando se calcula la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica; y determinar un grado de aceleración de degradación de la celda de batería según al menos uno del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado y el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

2. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1, en el que, cuando se determinan tanto el patrón de aumento y disminución de voltaje como el patrón de aumento y disminución de resistencia, la unidad de control está configurada para determinar un primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería en función del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado y determinar un segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería, que es independiente del primer grado de aceleración de degradación, en función del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado.

3. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

en el que la unidad de control está configurada para calcular la tasa de fluctuación de voltaje comparando el OCV recibido con un voltaje de referencia almacenado previamente, el voltaje de referencia almacenado previamente está configurado para incluir un OCV cuando el voltaje de la celda de batería alcanza el voltaje de carga de referencia en un ciclo predeterminado, y

los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados están configurados para incluir una tasa de fluctuación de voltaje anterior calculada por la unidad de control siempre que la unidad de medición de voltaje mida el OCV.

4. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para calcular una pluralidad de tasas de fluctuación de voltaje incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir de un ciclo actual de la celda de batería entre los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados y una tasa de cambio de voltaje entre las tasas de fluctuación de voltaje calculadas y determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje en función de la tasa calculada de cambio de voltaje.

5. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 4,

en el que, cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de aumento de voltaje, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación desacelerada según la tasa calculada de cambio de voltaje, y

cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de disminución de voltaje, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal.

6. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 5,

en el que, cuando la tasa calculada de cambio de voltaje es igual o superior a una tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación lineal, y

cuando la tasa calculada de cambio de voltaje es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de voltaje, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación acelerada.

7. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje cuando la tasa de fluctuación de voltaje calculada es mayor que un límite de voltaje inferior preestablecido y menor que un límite de voltaje superior preestablecido.

8. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

en el que la unidad de control está configurada para calcular una resistencia interna en función de la OCV recibida y calcular la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica comparando la resistencia interna calculada con una resistencia de referencia almacenada previamente,

la resistencia de referencia prealmacenada está configurada para incluir una resistencia de referencia calculada en función de un OCV cuando el voltaje de la celda de batería alcanza el voltaje de carga de referencia en un ciclo predeterminado, y

los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados están configurados para incluir una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica previa calculada por la unidad de control siempre que la unidad de medición de voltaje mide el OCV.

9. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para calcular una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos a partir de un ciclo actual de la celda de batería entre los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados y una tasa de cambio de resistencia entre las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica calculadas y determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia en función de la tasa calculada de cambio de resistencia.

10. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 9,

en el que, cuando el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como un patrón de aumento de resistencia, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal según la tasa calculada de cambio de resistencia, y

cuando el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como un patrón de disminución de resistencia, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación desacelerada.

11. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 10,

en el que, cuando la tasa calculada de cambio de resistencia es igual o superior a una tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación acelerada, y

cuando la tasa calculada de cambio de resistencia es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, la unidad de control está configurada para determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería como degradación lineal.

12. El aparato de estimación del estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

en el que la unidad de control está configurada para determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia solo cuando la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica calculada es mayor que un límite de resistencia inferior preestablecido.

13. Un paquete de baterías (1000) que comprende el aparato de estimación del estado de la batería (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Un vehículo eléctrico, que comprende el aparato de estimación del estado de la batería (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

FIG. 1

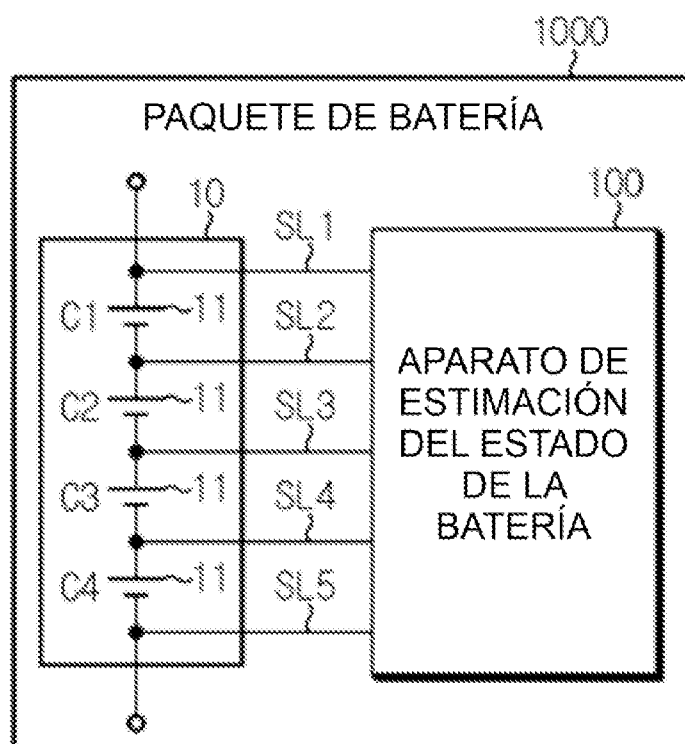


FIG. 2

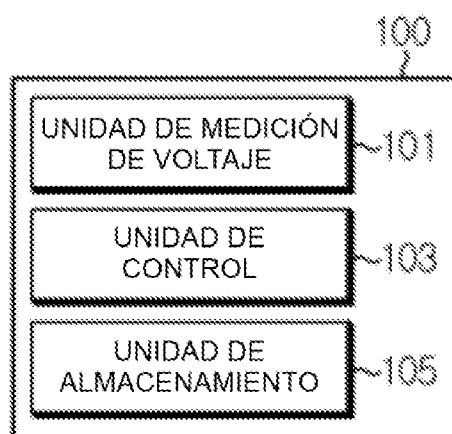


FIG. 3

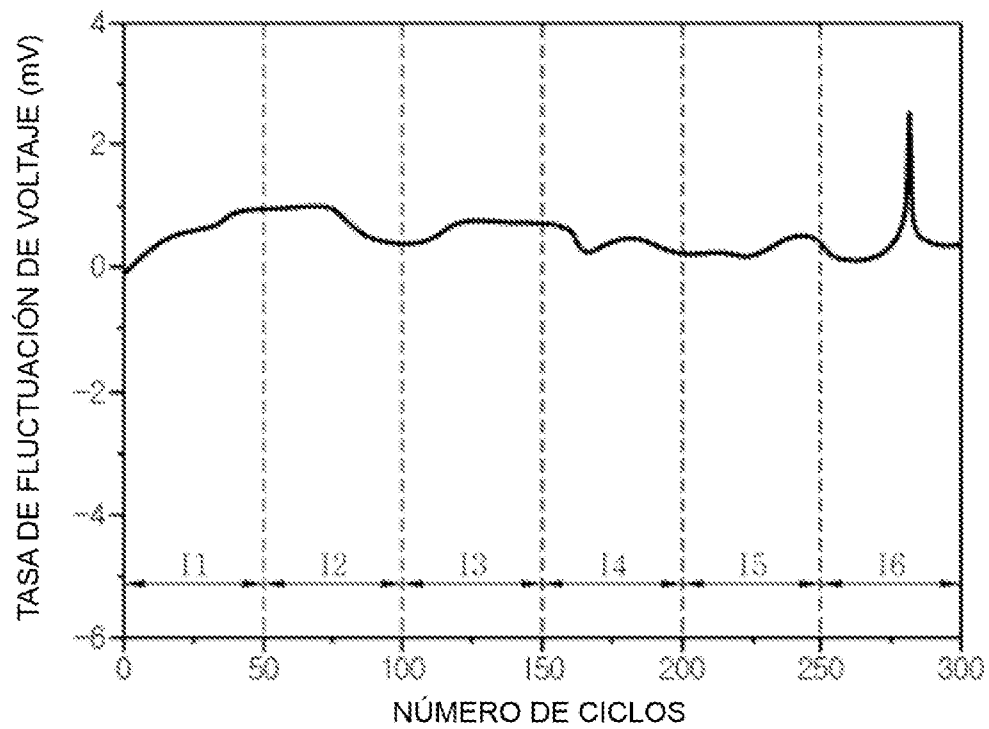


FIG. 4

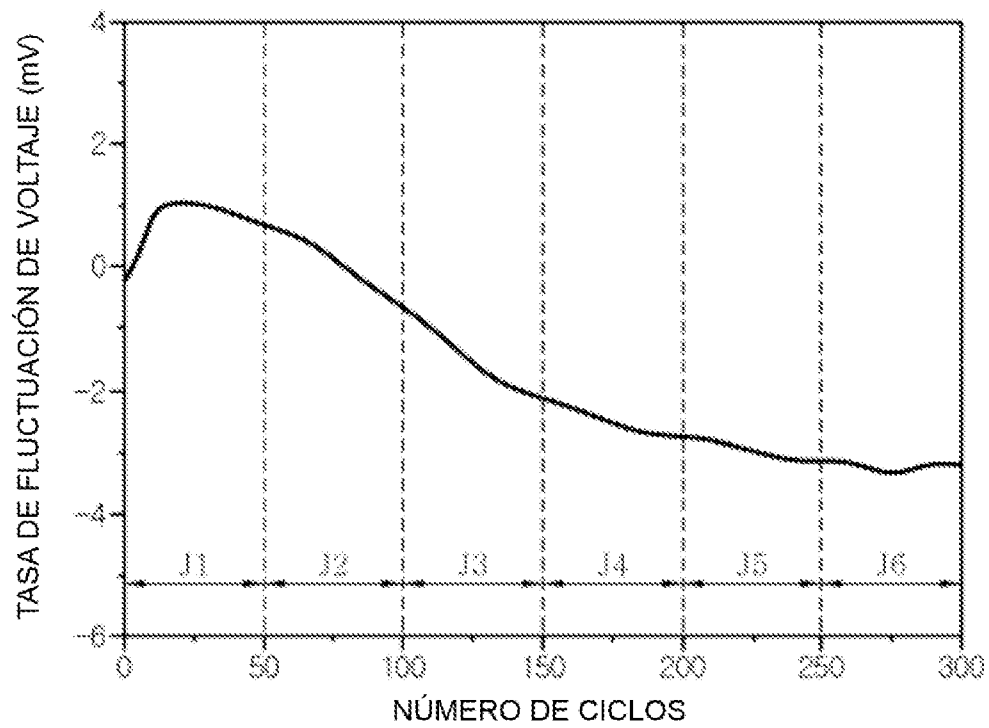


FIG. 5

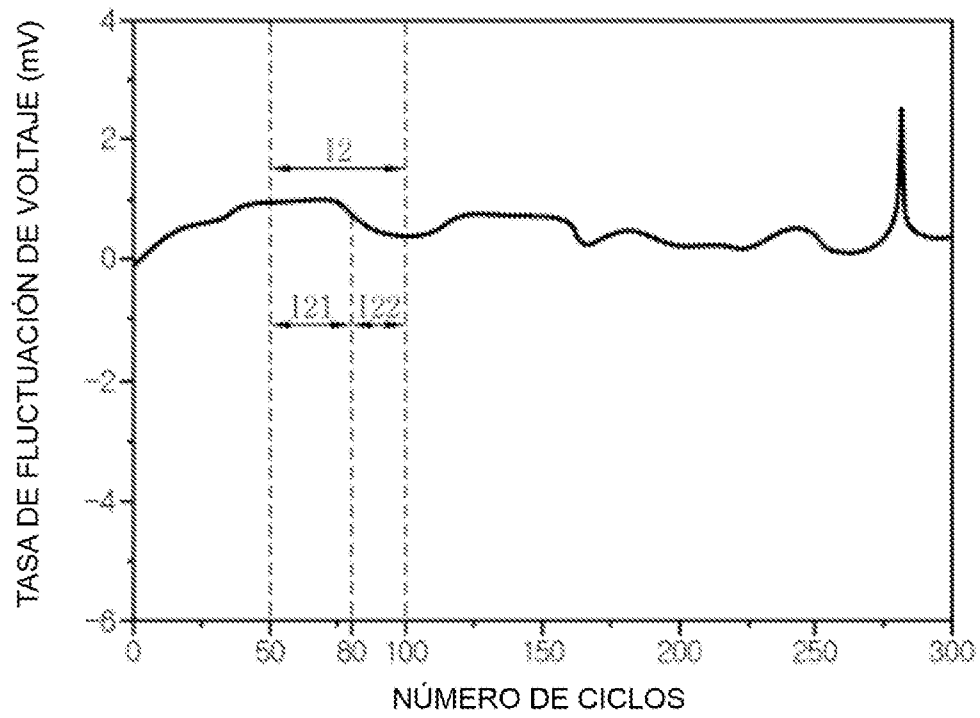


FIG. 6

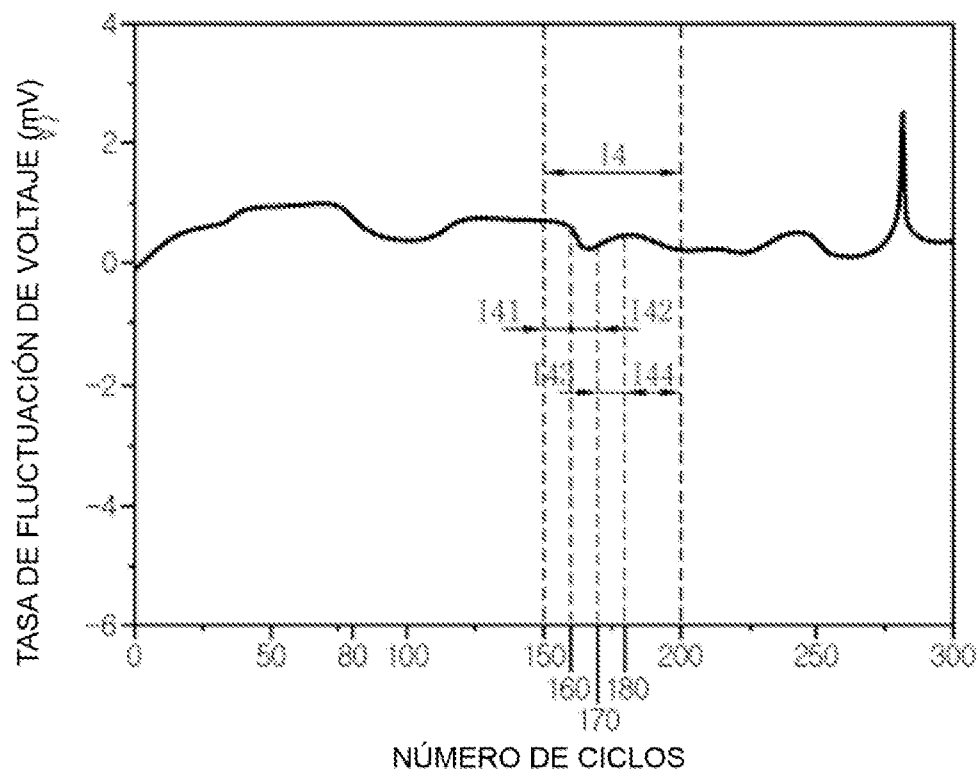


FIG. 7

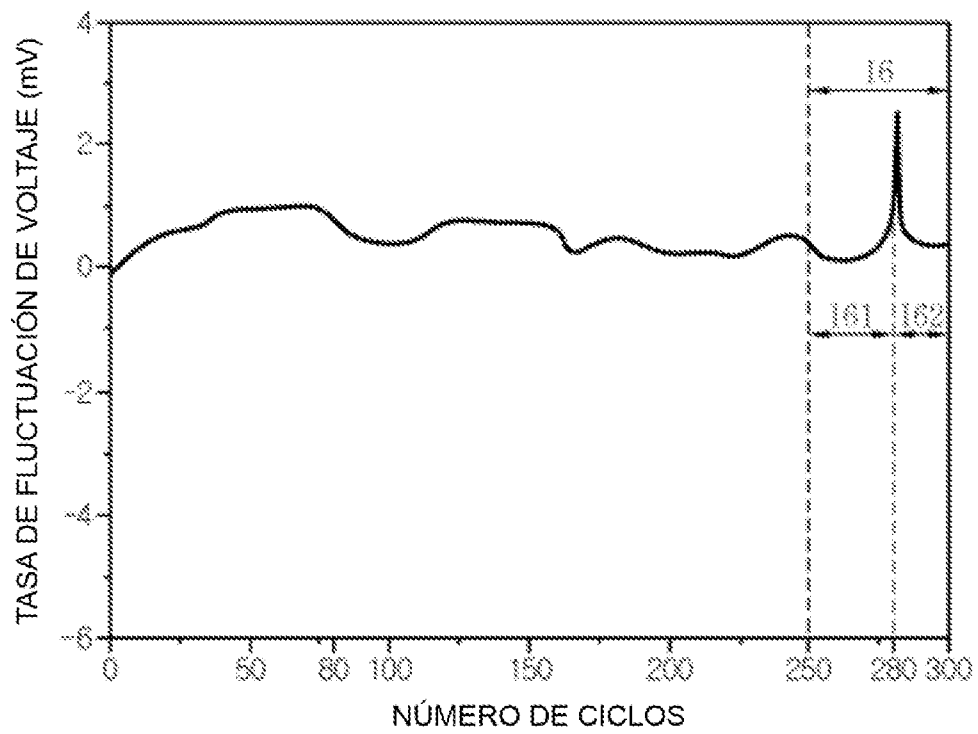


FIG. 8

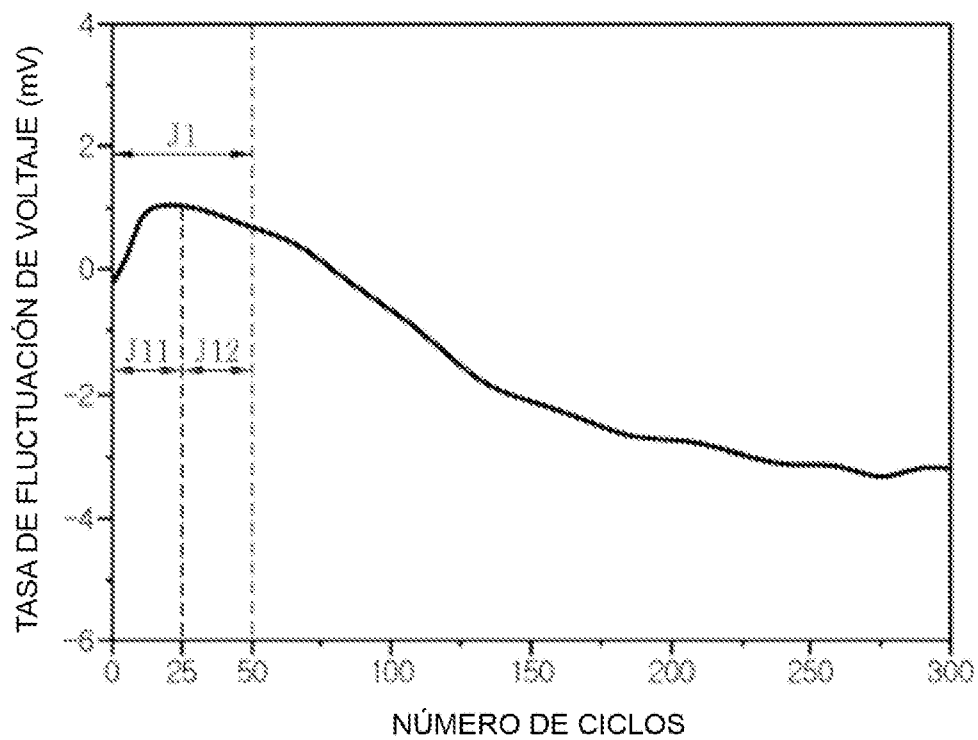


FIG. 9

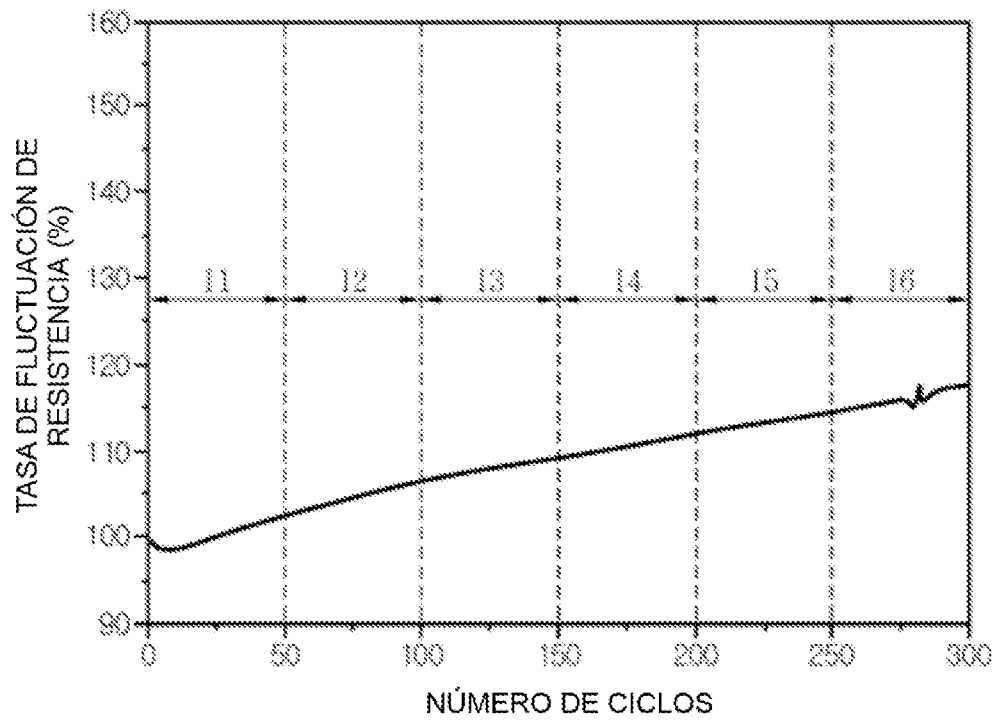


FIG. 10

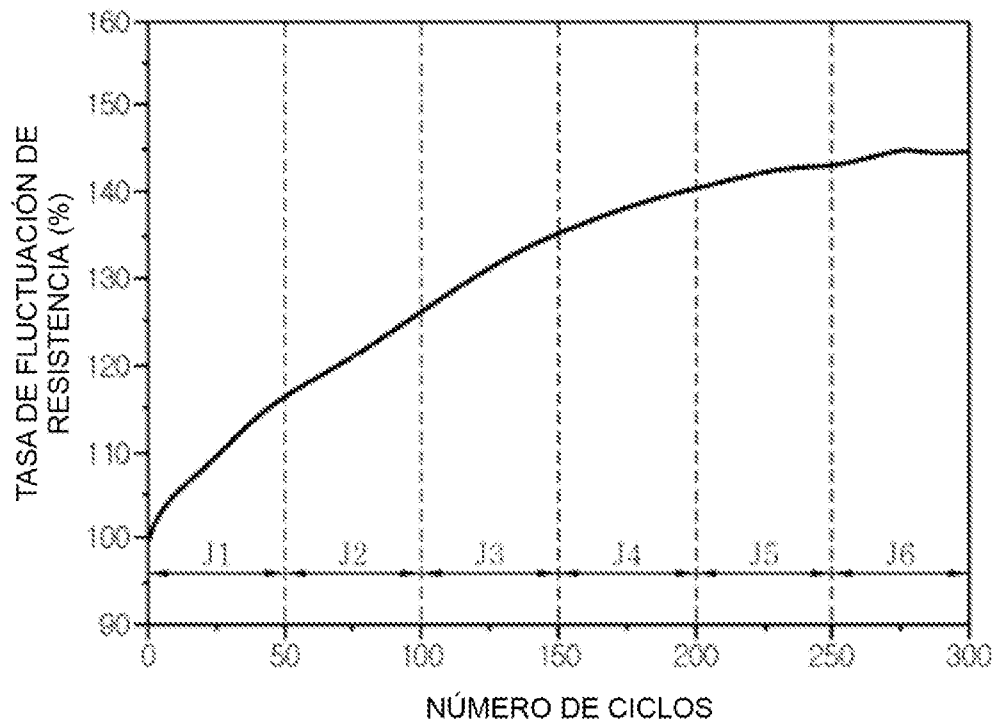


FIG. 11

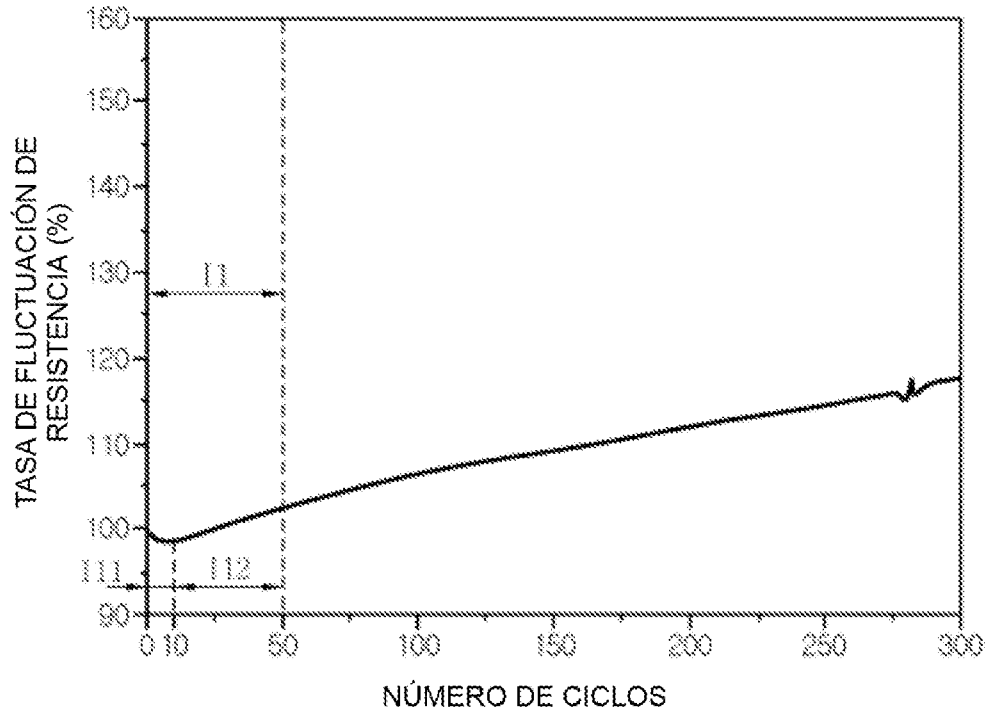


FIG. 12

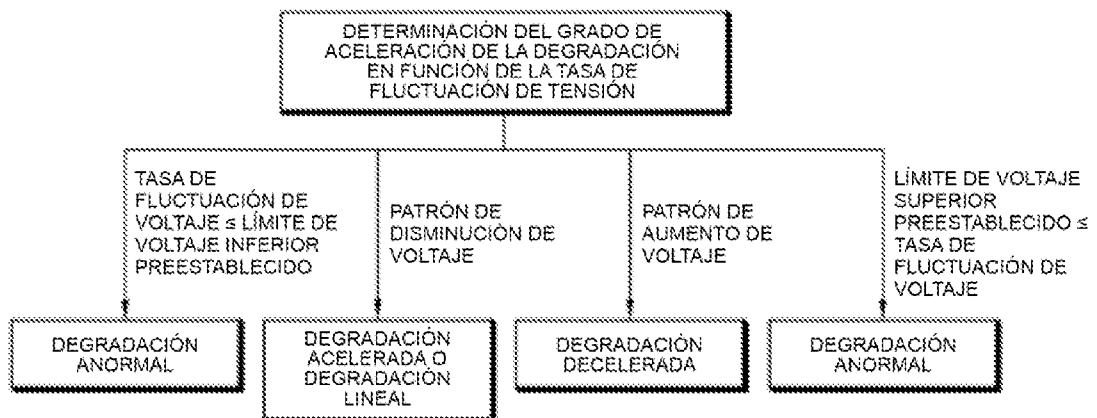


FIG 13

