

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 734**

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: **27.02.2020** **PCT/KR2020/002843**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2020** **WO20189915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2020** **E 20774048 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2024** **EP 3839537**

54 Título: **Aparato de gestión de batería**

30 Prioridad:

18.03.2019 KR 20190030711

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2024

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
CHA, A-MING

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 976 734 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 gestión de batería

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere a un aparato de gestión de batería y, más particularmente, a un aparato de gestión de batería para cambiar una condición de control de acuerdo con un patrón de degradación en una situación de carga de una celda de batería.

10

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

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

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

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.

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 - *state of health*) 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.

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).

Sin embargo, el Documento de Patente 1 apenas describe una configuración que determina el grado de degradación de cuánto se ha degradado una batería *ex post facto* al medir la pérdida de la capacidad de carga completa de la batería, y no describe una configuración que cambia una condición de control de la batería de acuerdo con información específica relacionada con la degradación de la batería, como una tasa de degradación actual de la batería y el grado de degradación de la batería.

Por consiguiente, el Documento de Patente 1 tiene el problema de que no se proporciona en absoluto ninguna información específica para determinar un estado de la batería en un instante de tiempo futuro, tal como una tasa de deterioro prevista o una vida útil prevista de la batería. Además, el Documento de Patente 1 solo describe una configuración para medir una capacidad de carga completa de una batería, y no se describe en absoluto una configuración para cambiar una condición de control de acuerdo con un estado de la batería.

El Documento de Patente 2 describe un ejemplo de un dispositivo de control de carga para una batería secundaria que controla una carga de la batería secundaria que incluye electrodos positivos y negativos. El dispositivo incluye: un conjunto de detección y evaluación del grado de degradación que detecta y evalúa un grado de degradación de la batería secundaria; y un conjunto de control de carga. El conjunto de control de carga controla un estado de aplicación de voltaje al electrodo en el momento de la carga de la batería secundaria en función de un resultado de evaluación del grado de degradación de la segunda batería en el conjunto de detección y evaluación del grado de degradación.

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

(Documento de patente 2) US 2013/314050 A1

60 DESCRIPCIÓNProblema técnico

La presente descripción está diseñada para resolver los problemas de la técnica relacionada y, por lo tanto, la presente descripción está dirigida a proporcionar un aparato de gestión de batería, que puede proporcionar información más específica sobre la degradación de una celda de batería y cambiar una condición de control para la celda de batería

de acuerdo con el grado de degradación de la celda de batería.

- 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 se pueden realizar mediante los medios mostrados en las reivindicaciones adjuntas y sus combinaciones.

Solución técnica

- En un aspecto de la presente descripción, se proporciona un aparato de estimación de estado de batería según la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención están definidas por las reivindicaciones dependientes 2 a 10. El aparato de estimación de estado de batería, que comprende: un conjunto de medición de voltaje configurado 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 medido alcance un voltaje de carga de referencia; y un conjunto de control configurado para recibir el OCV medido por el conjunto 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 el OCV recibido; 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.
- El conjunto de control puede configurarse para cambiar la condición de control preestablecida solo cuando al menos uno de un primer grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje y un segundo grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como degradación acelerada o degradación lineal.
- La condición de control preestablecida puede configurarse para incluir al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga establecido para la celda de batería.
- Cuando el primer grado de aceleración de la degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de voltaje es degradación acelerada o degradación lineal, el conjunto de control puede configurarse para establecer un OCV de la celda de batería previamente medido en un ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado como OCV de referencia, calcular un valor de comparación de voltaje comparando el OCV de referencia establecido con el OCV recibido del conjunto de medición de voltaje, y cambiar al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga basándose en un valor de conversión de voltaje obtenido al convertir el valor de comparación de tensión calculado según un criterio de conversión de tensión preestablecido.
- El criterio de conversión de voltaje preestablecido puede configurarse para incluir un primer criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga.
- El conjunto de control puede configurarse para obtener un primer valor de conversión de voltaje al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje, cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de voltaje obtenido, obtener un segundo valor de conversión de voltaje al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje, y cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de voltaje obtenido.
- El conjunto de control puede configurarse para cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido solo cuando el primer grado de aceleración de degradación determinado es degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga.
- Después de cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido, el conjunto de control puede configurarse para restaurar el criterio de conversión de voltaje preestablecido en un criterio de conversión de voltaje antes del cambio solo cuando el primer grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal o degradación desacelerada.
- Solo cuando el segundo grado de aceleración de la degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de la resistencia es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, el conjunto de control puede configurarse para establecer una tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la celda de la batería medida previamente en un ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado como tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia, calcular un valor de comparación de resistencia comparando la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia establecida con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica

calculada, y cambiar al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga basado en un valor de conversión de resistencia obtenido al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con un criterio de conversión de resistencia preestablecido.

5 El criterio de conversión de resistencia preestablecido puede configurarse para incluir un primer criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga.

10 El conjunto de control puede configurarse para obtener un primer valor de conversión de resistencia al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia, cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de resistencia obtenido, obtener un segundo valor de conversión de resistencia al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia, y cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de resistencia obtenido.

15 El conjunto de control puede configurarse para cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación determinado es una degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga.

20 Después de cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido, el conjunto de control puede configurarse para restaurar el criterio de conversión de resistencia preestablecido en un criterio de conversión de resistencia antes del cambio solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal o degradación desacelerada.

25 Un paquete de batería según otro aspecto de la presente descripción se define en la reivindicación 11.

Un vehículo eléctrico según incluso otro aspecto de la presente descripción se define en la reivindicación 12.

30 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 se puede estimar con mayor precisión, y el estado de degradación futuro de la celda de batería también se puede predecir 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 se puede determinar más específicamente.

40 Además, según un aspecto de la presente descripción, dado que el grado de aceleración de la degradación de la celda de la 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.

45 Además, según un aspecto de la presente descripción, dado que la información sobre el grado de aceleración de la degradación basado en el OCV de la celda de batería y la información sobre el grado de aceleración de la degradación basado en la resistencia interna se proporcionan individualmente, la información del estado de la celda de la batería se proporciona más específicamente.

50 Los efectos de la presente descripción no se limitan a lo anterior, y los expertos en la técnica entenderán claramente otros efectos no mencionados en esta invención según las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 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.

60 La Figura 1 es un diagrama que muestra esquemáticamente un paquete de baterías que incluye un aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente el aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de una primera celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

65 La Figura 4 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de una segunda celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 9 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 10 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la segunda celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

La Figura 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 gestión de 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 relevantes conocidos hace que el tema clave de la presente descripción sea ambiguo, la descripción detallada se omite en esta invención.

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

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 "conjunto de control" descrito en la memoria descriptiva se refiere a un conjunto 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 porción 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 que se interpone entre ellas.

En adelante, se describirán en detalle realizaciones preferidas de la invención de la presente descripción haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es un diagrama que muestra esquemáticamente un paquete de baterías que incluye un aparato de gestión de batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Figura 1, un aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede estar conectado eléctricamente a un módulo de batería 10 incluyendo una pluralidad de celdas de batería 11 para gestionar cada celda de batería 11. Es decir, el aparato de gestión de batería 100 puede estimar un estado de la pluralidad de celdas de batería 11 incluidas en el módulo de batería 10 y ajustar una condición de control para cada celda de batería 11 en función del estado estimado. Además, el aparato de gestión de batería 100 puede incluirse en un paquete de baterías 1000 junto con el módulo de batería 10. La Figura 1 muestra un ejemplo donde un módulo de batería 10 y un aparato de gestión de batería 100 están incluidos en el paquete de baterías 1000, pero el número de módulos de batería 10 y aparatos de gestión de batería 100 incluidos en el paquete de baterías 1000 no se limita al de la Figura 1. De manera similar, el número de celdas de batería 11 incluidas en el módulo de batería 10 no se limita

al de la Figura 1.

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

Con referencia a la Figura 2, el aparato de gestión de batería 100 puede incluir un conjunto de medición de voltaje 101 y un conjunto de control 103.

El conjunto de medición de voltaje 101 puede configurarse para medir un voltaje de la celda de batería 11 incluida en el módulo de batería 10. Es decir, el conjunto 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, el conjunto 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 Figura 1, el aparato de gestión de 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, el conjunto 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, el conjunto 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.

El conjunto de medición de voltaje 101 puede medir un voltaje de circuito abierto (OCV) de la celda de batería 11. Es decir, el conjunto de medición de voltaje 101 puede medir tanto el voltaje como el OCV de la celda de batería 11. En particular, el conjunto de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de cada celda de batería 11 siempre que el voltaje medido alcance 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 el conjunto 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 el conjunto de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la celda de batería 11, y puede proporcionar un instante de tiempo donde el conjunto 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. El conjunto 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 Figura 1, se supone que el voltaje de carga de referencia se establece como 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, el conjunto de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la primera celda de batería C1. De manera similar, si los voltajes de la segunda celda de batería C2, la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4 alcanzan V1 [V], el conjunto de medición de voltaje 101 puede medir el OCV de la celda de batería 11 cuyo voltaje alcanza V1 [V].

El conjunto de control 103 puede recibir el OCV medido por el conjunto de medición de voltaje 101. El conjunto de control 103 está configurado para intercambiar señales eléctricas con el conjunto de medición de voltaje 101 dentro del aparato de gestión de batería 100, y puede recibir el OCV medido desde el conjunto de medición de voltaje 101.

El conjunto 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, el conjunto de control 103 calcula una tasa de fluctuación de voltaje o una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en función del OCV recibido, o tanto la tasa de fluctuación de voltaje como la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica.

Por ejemplo, en la realización mostrada en la Figura 1, el conjunto de control 103 puede recibir el OCV de la primera celda de batería C1 de el conjunto 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, el conjunto 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 el conjunto 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, el conjunto 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 almacenarse por adelantado.

El conjunto 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, el conjunto 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 donde se almacena una tasa de fluctuación de voltaje previamente calculada por el conjunto de control 103. En este caso, el conjunto 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 donde 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 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 constante de voltaje que excluye el patrón de disminución de voltaje.

Además, si se calcula la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica, el conjunto 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 almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105 por adelantado.

El conjunto 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, el conjunto 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 donde se almacena una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada en el pasado por el conjunto de control 103. En este caso, el conjunto 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 donde 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.

El conjunto de control 103 está configurado 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, el conjunto 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, el conjunto 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 la degradación puede ser información que indica si la degradación de la celda de batería 11 se está volviendo más rápida o más lenta.

Por ejemplo, el conjunto 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, el conjunto 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 conjunto de control 103 puede estar configurado para cambiar la condición de control preestablecida en función del grado de aceleración de degradación determinado. En este caso, la condición de control preestablecida puede establecerse de antemano para cada celda de batería 11. Por ejemplo, la condición de control preestablecida puede establecerse de antemano cuando la celda de batería 11 se envía o se opera por primera vez. Es decir, la condición de control preestablecida puede establecerse 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.

Si el grado de aceleración de degradación se determina de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje

de la celda de batería 11, el conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida en función del grado de aceleración de degradación determinado.

Además, si el grado de aceleración de degradación se determina de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11, el conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida en función del grado de aceleración de degradación determinado.

Es decir, el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina en función de cualquiera de los patrones de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia, y si el grado de aceleración de degradación determinado es una aceleración de degradación específica, el conjunto de control 11 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 1, el conjunto de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C1, y cambiar la condición de control preestablecida para la primera celda de batería C1. Además, el conjunto de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1, y cambiar la condición de control preestablecida para la primera celda de batería C1. De manera similar, para la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4, el conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida para cada una de la tercera celda de batería C3 y la cuarta celda de batería C4 en base al grado de aceleración de degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de voltaje y/o el patrón de aumento y disminución de resistencia.

El aparato de gestión de 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. En consecuencia, el aparato de gestión de 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 instante de tiempo futuro, ayudando así a predecir la vida útil de la celda de batería 11 o determinar un estado futuro.

Además, el aparato de gestión 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.

También, dado que el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción mide con precisión el estado actual de la celda de batería 11, es posible tomar medidas para cambiar la condición de control de la celda de batería 11 de modo que la vida de la celda de batería 11 dure más.

En particular, el conjunto de control 103 puede determinar independientemente el grado de aceleración de degradación para cada celda de batería 11 y cambiar la condición de control preestablecida para cada celda de batería 11. Por ejemplo, el conjunto 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, el conjunto 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.

También, el conjunto 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.

El conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida 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 de acuerdo con el primer grado de aceleración de degradación determinado y el segundo grado de aceleración de degradación determinado.

Es decir que, dado que el aparato para estimar el 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, y también predecir la vida útil de cada celda de batería 11.

Específicamente, el aparato de gestión de 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 primer grado de aceleración de degradación sobre qué tan rápido se degrada cada celda de batería 11. Por consiguiente, el aparato de gestión de 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 asume 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 vuelven iguales 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 que 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 gestión de 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, el aparato de gestión de batería 100 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 mediante el uso del grado de aceleración de degradación determinado de la celda de batería 11. Por lo tanto, el aparato de gestión de batería puede controlar la carga de la celda de batería 11 de modo que la celda de batería 11 no se sobrecargue, optimizando la condición de control establecida para la celda de batería 11.

Aquí, el conjunto 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 y un dispositivo de procesamiento de datos, y similares, conocidos en la técnica para ejecutar varias lógicas de control realizadas en el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción. Además, cuando la lógica de control se implementa en software, el conjunto 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, el conjunto de control 103 es un procesador proporcionado en el aparato para estimar el 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, el conjunto 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 Figura 2, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede incluir además un conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105, se pueden almacenar datos de tasa de fluctuación de voltaje y datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculados por el conjunto de control 103 en el pasado. El conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105. Además, el conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105.

Es decir, el conjunto de almacenamiento 105 puede almacenar datos o programas requeridos para cada componente del aparato de gestión de 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 el conjunto de control 103. El conjunto de almacenamiento 105 no está particularmente limitada en 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. El conjunto de almacenamiento 105 puede almacenar códigos de programa donde se definen procedimientos ejecutables por el conjunto de control 103.

El conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de voltaje y determinar el segundo grado de aceleración de degradación según el patrón de aumento y disminución de resistencia. Aquí, el segundo grado de aceleración de la degradación es un grado de aceleración de la degradación separado del primer grado de aceleración de la degradación, y el conjunto de control 103 puede no considerar el segundo grado de aceleración de la degradación en el procedimiento de cálculo del primer grado de aceleración de la degradación. Por el contrario, el conjunto de control 103 puede no considerar el primer grado de aceleración de degradación en el procedimiento de cálculo del segundo grado de aceleración de degradación.

Por ejemplo, en la realización mostrada en la Figura 1, el conjunto 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, el conjunto 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.

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, el conjunto 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 conjunto 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 donde la degradación de la celda de batería 11 se acelera gradualmente, y la degradación lineal se refiere a un estado donde 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 donde la degradación de la celda de batería 11 se realiza gradualmente de forma lenta.

El conjunto de control 103 puede estar configurado para cambiar la condición de control preestablecida solo cuando al menos uno del primer grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje y el segundo grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como degradación acelerada o degradación lineal. Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede configurarse para no cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11, cuando tanto el primer grado de aceleración de degradación como el segundo grado de aceleración de degradación se determinan como degradación desacelerada.

Es decir, aunque el primer grado de aceleración de degradación y el segundo grado de aceleración de degradación son independientes entre sí, se utilizan de forma idéntica como un índice que se determina por el conjunto de control 103 para cambiar la condición de control preestablecida. Por lo tanto, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 solo cuando cualquiera del primer grado de aceleración de degradación y el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación acelerada o degradación lineal.

El aparato de gestión de 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 donde OCV y resistencia no se afectan entre sí. Por consiguiente, el aparato de gestión de batería 100 tiene la ventaja de establecer una condición de control óptima para la celda de batería 11 en función de la información de estado de la celda de batería 11 cambiando la condición de control de la celda de batería 11 en función del grado de aceleración de degradación determinado.

En lo anterior, se ha descrito brevemente el procedimiento para que el conjunto de control 103 determine el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función de cada uno del patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia y cambie la condición de control preestablecida para la

celda de batería 11 en función del grado de aceleración de degradación determinado cuando la celda de batería 11 se encuentra en una situación de carga. En lo sucesivo, el procedimiento para que el conjunto de control 103 determine el grado de aceleración de degradación y cambie la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 en función del grado de aceleración de degradación determinado se describirá en detalle.

En primer lugar, se describirá el procedimiento de determinar el primer grado de aceleración de degradación basándose en el patrón de aumento y disminución de voltaje y cambiando la condición de control preestablecida.

El conjunto 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 el conjunto de medición de voltaje 101, y puede ser un valor previamente almacenado en el conjunto de almacenamiento 105. Es decir, el voltaje de referencia puede almacenarse previamente en el conjunto de almacenamiento 105, y el conjunto de control 103 puede calcular la tasa de fluctuación de voltaje mediante la comparación del voltaje de referencia almacenado previamente en el conjunto de almacenamiento 105 con el OCV recibido de el conjunto 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 instante de tiempo de ciclo predeterminado. La tasa de fluctuación de voltaje se puede obtener comparando el voltaje de referencia prealmacenado con el OCV recibido del conjunto de medición de voltaje 101 por el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede recibir el OCV medido en un ciclo después del instante de tiempo de ciclo predeterminado del conjunto 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 asume que el voltaje de referencia prealmacenado para la primera celda de batería C1 es A1 [V]. Además, se asume que el OCV de la primera celda de batería C1 medido en un primer instante de tiempo por el conjunto de medición de voltaje 101 es B1 [V]. El conjunto 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 [V] y B1 [V]. 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 [V]". 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) x 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, el conjunto 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 el conjunto de control 103 siempre que el OCV sea medido por el conjunto de medición de voltaje 101. Es decir, desde el ciclo predeterminado hasta el instante de tiempo actual, el conjunto 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 el conjunto de control 103 puede calcular una tasa de fluctuación de voltaje según el OCV medido por el conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 1, los datos de tasa de fluctuación de voltaje previamente almacenados 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 instante de tiempo hasta un 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 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 tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 se calcula en el N-ésimo instante de tiempo mediante el conjunto de control 103, la tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería C1 en el N-ésimo instante de tiempo se puede incluir en los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en el conjunto de almacenamiento 105. En este caso, los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en el conjunto de almacenamiento 105 pueden incluir de la primera a la N-ésima tasas de fluctuación de voltaje.

El aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar un patrón de aumento y disminución de voltaje presente de la celda de batería 11 en función de los datos de tasa de fluctuación de voltaje prealmacenados en el conjunto de almacenamiento 105 desde el instante de tiempo pasado hasta el instante

de tiempo presente. Es decir que, dado que el aparato para estimar el estado de la 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 previamente almacenados donde las tasas de fluctuación de voltaje calculadas se almacenan de manera acumulativa, 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 donde 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 primer 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 gestión 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.

El conjunto 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 previamente almacenados. 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, el conjunto 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 Figuras 3 y 4.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de la primera celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción. La Figura 4 es un diagrama que muestra una tasa de fluctuación de voltaje de la segunda celda de batería, calculada por el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción. Con referencia a las FIG. 3 y 4, el conjunto de almacenamiento 105 puede almacenar datos de tasa de fluctuación de voltaje previamente almacenados para la primera celda de batería C1 y datos de tasa de fluctuación de voltaje previamente almacenados para la segunda celda de batería C2 en cada ciclo.

En lo sucesivo, como se muestra en la Figura 3, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la primera celda de batería C1 se describirá como una región I_n. De manera similar, como se muestra en la Figura 4, una región que incluye un número preestablecido de ciclos para la segunda celda de batería C2 se describirá como una región J_n. 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 asume que un número preestablecido de ciclos que se incluirán en una región es 50. En la Figura 3, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es de 300 ciclos, el conjunto 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 almacenados previamente en el conjunto de almacenamiento 105 para la primera celda de batería C1. Es decir, el conjunto 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 Figura 4, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 es de 150 ciclos, el conjunto 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 almacenados previamente en el conjunto de almacenamiento 105 para la segunda celda de batería C2. El conjunto 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 asumirá 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 donde el conjunto de control 103 calcula una tasa de cambio de voltaje haciendo referencia a la Figura 5.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción. Es decir, la Figura 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 Figura 5, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede dividir una única región en una pluralidad de subregiones en función de un ciclo donde 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 Figura 5, el conjunto 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 del ciclo 80, 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, el conjunto 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 Figura 5, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede dividir una región en subregiones y calcular una tasa de cambio de voltaje para cada subregión.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción. La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a las Figura 6 y 7, el conjunto 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, el conjunto 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 Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Figura 8, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar un instante de tiempo de ciclo donde 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 instante de tiempo de ciclo determinado.

Como se describió anteriormente, el aparato de gestión de 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 gestión de 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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje para el caso donde la tasa de cambio calculada es una tasa de cambio positiva como un patrón de aumento de voltaje. Además, el conjunto 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 Figuras 3 y 5, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, el conjunto 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, el conjunto 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 positiva. Además, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 Figuras 4 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J1, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 gestión de 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 teniendo en cuenta no solo el estado actual de la celda de batería 11 sino también el estado anterior. Además, dado que el aparato de gestión 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, existe 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 donde 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.

El conjunto 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 Figura 3 como en el ejemplo anterior, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, el conjunto 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. El conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 solo como degradación desacelerada.

Por ejemplo, con referencia a la Figura 4 como en el ejemplo anterior, si el ciclo actual de la primera celda de batería C2 pertenece a la región J2, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C2 como el patrón de aumento de voltaje. El conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 gestión de 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 gestión de batería 100 puede no calcular por separado una tasa de cambio de voltaje. Es decir, el aparato de gestión de 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.

El conjunto 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.

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

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.

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 Figuras 5, 6 y 7, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de las regiones I22, I42, I44 y I62, el conjunto 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. El conjunto 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.

De manera similar, en la realización mostrada en las Figura 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, el conjunto 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 Figuras 4 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J12, J2 a J6, el conjunto 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.

Aquí, el conjunto de control 103 puede dividir la región J1 en la región J11 y la región J12 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, el conjunto 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.

Por ejemplo, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a la región J11, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación desacelerada.

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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 como degradación lineal.

Es decir que el aparato para estimar el 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, y determinar el grado de aceleración de degradación

subdividiéndolo en cualquiera de una degradación acelerada y una degradación lineal, sin determinar de manera indiscriminada el grado de aceleración de 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.

5 El conjunto de control 103 se puede configurar 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, el conjunto 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.

10 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 donde el OCV de la celda de batería 11 aumenta a un valor de referencia o superior, donde 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 donde 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, el conjunto 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.

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

25 En consecuencia, dado que el aparato para estimar el estado de la batería 100 según una realización de la presente descripción primero divide el estado de la celda de la batería 11 en un estado normal o un estado anormal y, a continuación, determina el patrón de aumento y disminución del voltaje y el grado de aceleración de la degradación solo cuando el estado de la celda de la batería 11 es un estado normal, es posible acortar el tiempo requerido para determinar el grado de aceleración de la degradación de la celda de la batería 11 y para mejorar la precisión de la determinación del estado de la celda de la batería 11.

30 Como se describió anteriormente, el conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11, y cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 en función del primer grado de aceleración de degradación determinado.

35 Preferentemente, la condición de control preestablecida puede incluir al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga ($V_{\text{máx}}$) establecido para la celda de batería 11. La condición de control preestablecida se establece de antemano para la celda de batería 11 cuando la celda de batería 11 se envía o se opera por primera vez, y puede ser cambiada más tarde por el conjunto de control 103 de acuerdo con el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11. Además, las condiciones de control preestablecidas pueden almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105.

40 Por ejemplo, en la realización de la Figura 1, la condición de control preestablecida se puede establecer 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.

45 Además, el conjunto de control 103 puede establecer el OCV de la celda de batería 11 medido de antemano en el ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado como un OCV de referencia solo cuando el primer grado de aceleración de degradación determinado es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal. Es decir, si el primer grado de aceleración de degradación determinado es degradación desacelerada, el conjunto de control 103 puede no establecer el OCV de referencia.

50 En primer lugar, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11, y determinar el primer grado de aceleración de degradación de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Además, si el primer grado de aceleración de degradación es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, el conjunto de control 103 puede seleccionar un ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado.

55 En este caso, el ciclo de inicio puede ser un punto de partida de un patrón de aumento y disminución de voltaje que continúa desde e idéntico al patrón actual de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 determinado por el conjunto de control 103. Es decir, el conjunto de control 103 puede seleccionar una mejor región determinada como un patrón de aumento y disminución de voltaje idéntico al patrón de aumento y disminución de voltaje de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11, entre regiones consecutivas antes de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11. Además, el conjunto de control 103 puede seleccionar un ciclo de inicio de la mejor región seleccionada.

Por ejemplo, si el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 después de un ciclo 0 se determina como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal y el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 se determina completamente como un patrón de aumento de voltaje, el ciclo de inicio del patrón de aumento de voltaje puede ser un ciclo 0.

Como otro ejemplo, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en un ciclo de 0 a 100 ciclos se determina como un patrón de disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en un ciclo de 101 al ciclo actual se determina como un patrón de aumento de voltaje, el ciclo de inicio del patrón de aumento de voltaje puede ser de 101 ciclos. Después de seleccionar el ciclo de inicio, el conjunto de control 103 puede establecer el OCV de la celda de batería 11 medido en el ciclo de inicio seleccionado como un OCV de referencia.

Por ejemplo, en la realización mostrada en las Figuras 4 y 8, se asume que el ciclo actual de la primera celda de batería C2 pertenece a la región J6, el patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J11 es un patrón de disminución de voltaje, y los patrones de aumento y disminución de voltaje de las regiones J12 a J6 son todos un patrón de aumento de voltaje. El conjunto de control 103 puede seleccionar una mejor región donde el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de aumento y disminución de voltaje idéntico al patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J6, entre las regiones consecutivas antes de la región J6 a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C2. En este caso, entre las regiones antes de la región J6, las regiones consecutivas a la región J6 entre las regiones antes de la región J6 son las regiones J1 a J5. Además, los patrones de aumento y disminución de voltaje de las regiones J12 a J5 son patrones de aumento de voltaje idénticos al patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J6, entre las regiones J1 a J5. Por lo tanto, el conjunto de control 103 puede seleccionar la región J12 como la mejor región. Además, el conjunto de control 103 puede establecer el OCV de la primera celda de batería C2 medido en el ciclo de inicio de la región J12 como un OCV de referencia.

Además, el conjunto de control 103 puede calcular un valor de comparación de voltaje comparando el OCV de referencia establecido con el OCV recibido del conjunto de medición de voltaje 101. Por ejemplo, si el OCV de referencia es 4,2 V y el OCV recibido del conjunto de medición de voltaje 101 es 4,21 V, el conjunto de control 103 puede calcular 0,01 V como el valor de comparación de voltaje.

Por ejemplo, como en el ejemplo anterior, en la realización mostrada en las Figuras 4 y 8, se asume que el ciclo actual de la primera celda de batería C2 pertenece a la región J6, el patrón de aumento y disminución de voltaje de la región J11 es un patrón de disminución de voltaje, y los patrones de aumento y disminución de voltaje de las regiones J12 a J6 son todos patrones de aumento de voltaje. El conjunto de control 103 puede comparar el OCV de la primera celda de batería C2 medido en el ciclo de inicio de la región J12, a saber, el OCV de referencia, con el OCV medido en el ciclo actual de la primera celda de batería C2. El conjunto de control 103 puede calcular la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV de la primera celda de batería C2 medido en el ciclo actual como el valor de comparación de voltaje.

Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar al menos una de la tasa C y el voltaje de terminación de carga en función de un valor de conversión de voltaje obtenido al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con un criterio de conversión de voltaje preestablecido. Aquí, el criterio de conversión de voltaje preestablecido se puede almacenar en el conjunto de almacenamiento 105. Es decir, el conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 convirtiendo el valor de comparación de voltaje calculado en un valor de conversión correspondiente a la tasa C o el voltaje de terminación de carga y cambiando la tasa C o el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el valor de conversión.

Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede calcular un valor de comparación de voltaje que es la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV actual de la celda de batería 11, calcular un valor de conversión obtenido al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el criterio de conversión preestablecido, y reducir la tasa C de la celda de batería 11 de acuerdo con el valor de conversión calculado. Por ejemplo, siempre que el OCV actual de la celda de batería 11 disminuya en 1 mV con respecto al OCV de referencia, el conjunto de control 103 puede reducir la tasa C de la celda de batería 11 en un 1 % con respecto a una tasa C establecida inicialmente. Aquí, la tasa C establecida inicialmente puede establecerse para cada celda de batería 11 y almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105 por adelantado.

Como otro ejemplo, el conjunto de control 103 puede calcular una diferencia de voltaje entre el OCV de referencia y el OCV actual de la celda de batería 11, y elevar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en función de la diferencia de voltaje calculada. Por ejemplo, cada vez que el OCV actual de la celda de batería 11 aumenta en 1 mV desde el OCV de referencia, el conjunto de control 103 puede aumentar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en 1 mV desde un voltaje de terminación de carga establecido inicialmente. Aquí, el voltaje de terminación de carga establecido inicialmente puede establecerse para cada celda de batería 11 y almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105 por adelantado.

Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar la

condición de control preestablecida para la celda de batería 11 según el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11. Por ejemplo, las celdas de batería 11 producidas a través de la misma instalación de producción pueden tener estados o especificaciones algo diferentes, tales como diferentes capacidades disponibles debido a diversas razones.

Por ejemplo, en un dispositivo equipado con una pluralidad de celdas de batería 11, tal como un vehículo eléctrico, si las condiciones de control de las celdas de batería 11 se cambian colectivamente de acuerdo con el ciclo o el período de uso de las celdas de batería 11, las condiciones de control óptimas pueden no establecerse para cada celda de batería 11.

Por lo tanto, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede mantener la condición de control de cada una de las celdas de batería 11 óptimamente cambiando la condición de control preestablecida para cada una de las celdas de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de voltaje de cada una de las celdas de batería 11. Además, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de mantener la vida útil de las celdas de batería 11 más larga y evitar problemas fatales tales como sobredescarga.

Preferentemente, el criterio de conversión de voltaje preestablecido puede incluir un primer criterio de conversión de voltaje que convierte el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de voltaje que convierte el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga. Además, el primer criterio de conversión de voltaje y el segundo criterio de conversión de voltaje pueden almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105.

Por ejemplo, el primer criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje en un valor correspondiente a la tasa C, y puede convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 % que es un valor correspondiente a la tasa C. Es decir, si el valor de comparación de voltaje obtenido al comparar el OCV de referencia de la celda de batería 11 con el OCV en el ciclo actual es de 1 mV, el conjunto de control 103 puede calcular el 1 % como un valor correspondiente a la tasa C de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje.

Como otro ejemplo, el segundo criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga, y puede convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 mV que es un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga. Es decir, si el valor de comparación de voltaje obtenido al comparar el OCV de referencia de la celda de batería 11 con el OCV en el ciclo actual es 1 mV, el conjunto de control 103 puede calcular 1 mV como un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje.

Específicamente, el conjunto de control 103 puede obtener el primer valor de conversión de voltaje obtenido convirtiendo el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje. Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de voltaje obtenido.

Por ejemplo, como en el ejemplo anterior, si el 1 % se calcula como un valor correspondiente a la tasa C de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje, el conjunto de control 103 puede reducir la tasa C de la celda de batería 11 en un 1 % que es el valor de conversión calculado.

Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de voltaje obtenido al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje. Por ejemplo, si se calcula 1 mV como un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje, el conjunto de control 103 puede aumentar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en 1 mV que es el valor de conversión.

El aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga, que son las condiciones de control preestablecidas para la celda de batería 11, en función del valor de comparación de voltaje obtenido comparando el OCV de referencia de la celda de batería 11 con el OCV actual. Es decir, dado que el OCV de referencia de la celda de batería 11 se establece en función de la tasa de fluctuación de voltaje pasada de la celda de batería 11, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 en el presente en función de las tasas de fluctuación de voltaje presentes y pasadas de la celda de batería 11. Por lo tanto, dado que se establece la condición de control más óptima para el estado actual de la celda de batería 11, la celda de batería 11 se puede degradar lentamente, y la celda de batería 11 se puede usar más tiempo.

El conjunto de control 103 puede estar configurado para cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido solo cuando el primer grado de aceleración de degradación determinado es una degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga. Es decir, cuando el primer grado de aceleración de

degradación es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, el conjunto de control 103 puede cambiar al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga, que son las condiciones de control preestablecidas para la celda de batería 11. Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido solo cuando el primer grado de aceleración de degradación se determina como degradación acelerada.

Por ejemplo, se asume que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es una degradación acelerada y el primer criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 %, que es el primer valor de conversión de voltaje correspondiente a la tasa C. El conjunto de control 103 puede cambiar la tasa C de la celda de batería 11 de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje. Además, dado que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada, el conjunto de control 103 puede cambiar el primer criterio de conversión de voltaje. Es decir, el primer criterio de conversión de voltaje puede cambiarse de un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en el primer valor de conversión de voltaje del 1 % a un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 0,9 mV en el primer valor de conversión de voltaje del 1 %.

Por ejemplo, se asume que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en el primer instante de tiempo es la degradación acelerada, la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV es de 1 mV, y la tasa C inicial de la celda de batería 11 es del 100 %. Además, como en el ejemplo anterior, se asume que el primer criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 %, que es el primer valor de conversión de voltaje correspondiente a la tasa C. El conjunto de control 103 puede reducir la tasa C establecida en la celda de la batería 11 en un 1 % del 100 % al 99 % de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje. Además, el conjunto de control 103 puede cambiar el primer criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje de 0,9mV en 1 %, que es el primer valor de conversión de voltaje correspondiente a la tasa C. Después de eso, si el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en el segundo instante de tiempo sucesivo al primer instante de tiempo se determina juzgado como degradación acelerada y la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV de la celda de batería 11 es 0,9 mV, el conjunto de control 103 puede reducir aún más la tasa C establecida en la celda de batería 11 en 1 % del 99 % al 98 % de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje cambiado.

Como otro ejemplo, se asume que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada y el segundo criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 mV, que es el segundo valor de conversión de voltaje correspondiente al voltaje de terminación de carga. El conjunto de control 103 puede cambiar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje. Además, dado que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada, el conjunto de control 103 puede cambiar el segundo criterio de conversión de voltaje. Es decir, el segundo criterio de conversión de voltaje se puede cambiar de un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en el segundo valor de conversión de voltaje de 1 mV a un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 0,9 mV en el segundo valor de conversión de voltaje de 1 mV.

Por ejemplo, se asume que el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en el primer instante de tiempo es degradación acelerada, la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV es 1 mV, y el voltaje de terminación de carga inicial de la celda de batería 11 está preestablecido como 4,2 V. Además, como en el ejemplo anterior, se asume que el segundo criterio de conversión de voltaje es un criterio para convertir el valor de comparación de voltaje de 1 mV en 1 mV, que es el segundo valor de conversión de voltaje correspondiente al voltaje de terminación de carga. El conjunto de control 103 puede aumentar el voltaje de terminación de carga establecido en la celda de la batería 11 en 1 mV de 4,2 V a 4,199 V de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje. Además, el conjunto de control 103 puede cambiar el segundo criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje de 0,9 mV en el segundo valor de conversión de voltaje de 1 mV correspondiente al voltaje de terminación de carga. Después de eso, si el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en el segundo instante de tiempo sucesivo al primer instante de tiempo todavía se determina como degradación acelerada y la diferencia entre el OCV de referencia y el OCV de la celda de batería 11 es de 0,9 mV, el conjunto de control 103 puede aumentar aún más el voltaje de terminación de carga establecido en la celda de batería 11 en 1 mV de 4,199 V a 4,198 V de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje cambiado.

Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción no cambia el criterio de conversión de voltaje preestablecido cuando el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación lineal. Sin embargo, si el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación acelerada, el aparato de gestión de batería 100 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 y el criterio de conversión de voltaje preestablecido. Es decir, si el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación acelerada, dado que la celda de batería 11 se degrada rápidamente, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede reducir la tasa de cambio de voltaje de la celda de batería 11 y evitar el deterioro rápido de la celda de batería 11 ajustando el criterio de conversión de voltaje preestablecido siempre que se cambie la condición de control preestablecida.

El conjunto de control 103 puede estar configurado para restaurar el criterio de conversión de voltaje preestablecido en el criterio de conversión de voltaje antes del cambio, solo cuando el primer grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal después de que se cambia el criterio de conversión de voltaje preestablecido.

Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación acelerada en el primer instante de tiempo, cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje y cambiar el primer criterio de conversión de voltaje. Después de eso, en un instante de tiempo después del primer instante de tiempo, si el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, el conjunto de control 103 puede cambiar el primer criterio de conversión de voltaje cambiado al criterio de conversión de voltaje establecido inicialmente en el primer instante de tiempo. Es decir, después de cambiar el primer criterio de conversión de voltaje preestablecido de la celda de batería 11, si el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, dado que la celda de batería 11 no se degrada rápidamente, el primer criterio de conversión de voltaje cambiado se puede inicializar en el primer criterio de conversión de voltaje original. De manera similar, después de cambiar el segundo criterio de conversión de voltaje, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, el conjunto de control 103 puede inicializar el segundo criterio de conversión de voltaje cambiado en el segundo criterio de conversión de voltaje establecido inicialmente.

Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido para la celda de batería 11 apropiadamente, si el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación acelerada y la celda de batería 11 se degrada rápidamente. Por lo tanto, dado que la condición de control de la celda de batería 11 se puede configurar de la manera más óptima para el estado actual de la celda de batería 11 y se reduce el riesgo de sobredescarga o caída repentina de la celda de batería 11, la celda de batería 11 puede ser más segura y utilizable durante mucho tiempo.

En lo anterior, se ha descrito que el conjunto de control 103 determina el primer grado de aceleración de degradación de la celda 11 de batería basándose en el patrón de aumento y disminución de voltaje y cambia la condición de control preestablecida para la celda 11 de batería de acuerdo con la primera aceleración de degradación determinada. grados, cuando la celda de batería 11 está en situación de carga. En lo sucesivo, se describirá en detalle el procedimiento de determinación del segundo grado de aceleración de la degradación en función del patrón de aumento y disminución de la resistencia y el cambio de la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 según el segundo grado de aceleración de la degradación determinado.

Aquí, el segundo grado de aceleración de la degradación es el grado de aceleración de la degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de la resistencia de la celda de batería 11, y puede determinarse como cualquiera de degradación acelerada, degradación lineal y degradación desacelerada por la conjunto de control 103, similar al primer grado de aceleración de la degradación descrito anteriormente.

En primer lugar, el conjunto 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 el conjunto de medición de voltaje 101. Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede calcular la resistencia actual de la celda de batería 11 de acuerdo con la fórmula de cálculo de $(|CCV_{EOC} - OCV_{EOC}|) \div i_{t1}$. En este caso, el CCV_{EOC} puede referirse a un voltaje de carga o descarga de la celda de batería 11 medida después de un instante de tiempo t_1 desde el instante de tiempo donde se mide el OCV_{EOC} de la celda de batería 11, el OCV_{EOC} puede referirse al OCV de la celda de batería 11 medida 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 t_1 .

Además, el conjunto 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 el conjunto de control 103, y puede ser un valor previamente almacenado en el conjunto de almacenamiento 105. Por ejemplo, la resistencia de referencia prealmacenada puede ser una resistencia de la celda de batería 11 medida en un ciclo predeterminado. El conjunto 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 mostrada en la Figura 1, se asume que la resistencia de referencia almacenada previamente es $A2 [Q]$. Además, se asume que la resistencia actual de la primera celda de batería C1 calculada por el conjunto de control 103 es $B2 [Q]$ en función del OCV de la primera celda de batería C1 medida por el conjunto de medición de voltaje 101 en el primer instante de tiempo. El conjunto 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 $B2 [Q]$ a $A2 [Q]$. 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 el conjunto de almacenamiento 105. Es decir, la resistencia de referencia prealmacenada corresponde al voltaje de referencia prealmacenada, y puede ser una resistencia calculada en función del 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 el conjunto de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en el conjunto 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 el conjunto de control 103 siempre que el OCV sea medido por el conjunto de medición de voltaje 101. Es decir, a partir del ciclo predeterminado antes del ciclo actual, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede calcular la resistencia presente en función del OCV medida por el conjunto de medición de voltaje 101, y calcular la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 de acuerdo con la resistencia presente calculada y la resistencia de referencia prealmacenada en el conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 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 instante de tiempo. Si la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 se calcula en el N-ésimo instante de tiempo mediante el conjunto de control 103, la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 calculada en el N-ésimo instante de tiempo puede incluir los datos de la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica prealmacenados en el conjunto de almacenamiento 105. En este caso, los datos de tasa de fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenados en el conjunto de almacenamiento 105 pueden incluir de la primera a la N-ésima tasas de fluctuación de resistencia eléctrica.

El aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar el patrón actual 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 el conjunto de almacenamiento 105 desde el instante de tiempo pasado hasta el instante de tiempo actual. Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede determinar el patrón actual 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 donde las tasas de fluctuación de resistencia eléctrica calculadas en el pasado se almacenan acumulativamente.

Además, dado que el aparato de gestión de batería 100 determina el segundo grado de aceleración de degradación actual de la celda de batería 11 en función del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado y el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado, el segundo grado de aceleración de degradación o el grado de degradación de la celda de batería 11 pueden determinarse con mayor precisión, en comparación con el caso donde el grado de degradación de la celda de batería 11 se determina solo por la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en un instante 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 gestión 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.

El conjunto 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 previamente almacenados. Aquí, la tasa de cambio de la resistencia puede incluir una tasa de cambio promedio o una tasa de cambio instantánea de las tasas de fluctuación de la resistencia eléctrica. Además, la pluralidad de tasas de fluctuación de la resistencia eléctrica incluidas dentro de un número predeterminado de ciclos del presente ciclo puede incluir una pluralidad de tasas de fluctuación de resistencia eléctrica incluidas dentro de un número preestablecido de ciclos del presente ciclo.

Por ejemplo, el conjunto 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 presente ciclo. El cálculo de la tasa de

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

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

Con referencia a las Figuras 9 y 10, el conjunto 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 Figura 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 Figura 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 Figura 9 puede corresponder a la región In mostrada en la Figura 3, y la región Jn mostrada en la Figura 10 puede corresponder a la región Jn mostrada en la Figura 4.

Por ejemplo, se asume que el número de ciclos preestablecidos para ser incluidos en una región es 50. En la Figura 9, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es de 300 ciclos, el conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105 para la primera celda de batería C1. Es decir, el conjunto 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 Figura 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 es de 150 ciclos, el conjunto 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 el conjunto de almacenamiento 105 para la segunda celda de batería C2. El conjunto 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 Figuras 5, 6, 7 y 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, el conjunto de control 103 puede no calcular la tasa de cambio de resistencia determinando que el ciclo actual pertenece a una sola región. Además, el conjunto de control 103 puede determinar un ciclo donde 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, el conjunto de control 103 puede dividir una única región en una pluralidad de subregiones de acuerdo con 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 Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción.

Por ejemplo, en el ejemplo de la Figura 11, el conjunto 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, el conjunto 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 Figura 11, el conjunto de control 103 puede dividir la región I1 en las regiones I11 y I12 y calcular una tasa de cambio de resistencia para cada una de la región I11 y la región I12. Como tal, el conjunto 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 gestión de 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 gestión de 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 Figuras 9 y 11, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I1, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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. El conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 calculado como la tasa de cambio positivo.

Como otro ejemplo, con referencia a la Figura 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J6, el conjunto 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. En este momento, el conjunto 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, el conjunto 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 gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción determina el patrón de aumento y disminución de resistencia actual de la celda de batería 11 según la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada del ciclo actual y la tasa previa 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 puede estimarse considerando no solo el estado actual de la celda de batería 11 sino también el estado previo de la misma.

Además, dado que el aparato de gestión 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 basándose en 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 Figura 10, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J6, el conjunto 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, el conjunto 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 donde 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 carga, el aparato de gestión 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. El conjunto 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, el conjunto 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 estar preestablecida de tal manera que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica aumente en un 10 % cada 100 ciclos.

Por ejemplo, en la realización 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, el conjunto 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 realización 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, el conjunto 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, el conjunto 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 que el aparato para estimar el estado de la 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 una degradación acelerada y una 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.

El conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de la resistencia solo cuando la celda de batería 11 se degrada normalmente, excepto en el caso donde la celda de batería 11 se degrada 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 gestión de 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.

El conjunto de control 103 puede estar configurado para determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal de acuerdo con la tasa calculada de cambio de resistencia solo cuando el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de aumento de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como el patrón de aumento de resistencia.

Específicamente, en una situación de descarga, el OCV puede afectar un factor de cambio de resistencia. Por ejemplo, en el caso del patrón de disminución de voltaje, o en el caso del patrón de aumento de voltaje y el patrón de disminución de resistencia, se puede considerar que OCV afecta a un factor de cambio de resistencia. Por lo tanto, el conjunto de control 103 puede configurarse para determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia y la tasa de cambio de resistencia solo cuando OCV no afecta el factor de cambio de resistencia.

Por ejemplo, en las realizaciones de la Figura 3, como en el ejemplo anterior, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la primera celda de batería C1. Además, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la primera celda de batería C1. En este momento, el conjunto de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda C1 de batería basándose en la tasa calculada de cambio de resistencia de cada región donde el patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como un patrón de aumento de voltaje y el aumento de resistencia, y el patrón de disminución se determina como un patrón de aumento de resistencia.

Es decir, el conjunto de control 103 puede seleccionar una región donde el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 puede determinarse solo por el patrón de aumento y disminución de resistencia teniendo en cuenta el patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 solo para la región seleccionada de acuerdo con la tasa de cambio de resistencia. En el ejemplo anterior, el conjunto de control 103 puede seleccionar una región donde el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda C1 de batería puede determinarse solo por el patrón de aumento y disminución de resistencia, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 para cada región como cualquiera de la degradación acelerada y la degradación lineal según la tasa de cambio de resistencia de cada una de las regiones seleccionadas.

Como otro ejemplo, con referencia a la Figura 4, como en el ejemplo anterior, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la segunda celda de batería C2. Además, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de resistencia de la segunda celda C2 de batería. En este momento, en el conjunto de control 103 puede determinarse el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 en función de la tasa calculada de cambio de resistencia de cada región, donde el

patrón de aumento y disminución de voltaje se determina como el patrón de aumento de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como el patrón de aumento de resistencia.

5 Es decir, el conjunto de control 103 puede seleccionar las regiones donde el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 se puede determinar solo utilizando el patrón de aumento y disminución de resistencia, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C2 para cada región como cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal en función de la tasa de cambio de resistencia de cada una de las regiones seleccionadas.

10 Es decir, en un estado de descarga de la celda de batería 11, a diferencia de la situación de carga, el estado de la celda de batería 11 puede diagnosticarse con precisión cuando se tiene en cuenta un factor de cambio de la resistencia causada por OCV. Por lo tanto, dado que el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción determina el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en consideración del factor de cambio de la resistencia en la situación de
15 descarga, el estado para el segundo grado de aceleración de degradación, el grado de degradación o similares de la celda de batería 11 en la situación de descarga puede determinarse con mayor precisión.

Como se describió anteriormente, entre los segundos grados de aceleración de degradación de la celda de batería 11, la degradación acelerada y la degradación lineal pueden distinguirse de acuerdo con la rapidez con la que se degrada
20 la celda de batería 11. El conjunto de control 103 puede configurarse para determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como la degradación acelerada, si el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de aumento de voltaje, el patrón de aumento y disminución de resistencia es el patrón de aumento de resistencia, y la tasa calculada de cambio de resistencia es igual o superior a una tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Además, el conjunto de control 103 puede estar configurado para determinar el segundo
25 grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como la degradación lineal, si el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de aumento de voltaje, el patrón de aumento y disminución de resistencia es el patrón de aumento de resistencia, y la tasa calculada de cambio de resistencia es menor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Por el contrario, si el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de disminución de voltaje, o si el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de aumento de voltaje y el
30 patrón de aumento y disminución de resistencia es el patrón de disminución de resistencia, el conjunto de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 en función del patrón de aumento y disminución de voltaje sin considerar el patrón de aumento y disminución de resistencia.

Aquí, la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia es una tasa de cambio de referencia para
35 determinar el grado de aceleración de degradación como cualquiera de una degradación acelerada y una degradación lineal, cuando el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 se determina como el patrón de aumento de resistencia. Por ejemplo, la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia puede estar preestablecida de tal manera que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica aumente en un 10 % cada 100 ciclos. Además, la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia puede almacenarse en el conjunto de
40 almacenamiento 105 por adelantado.

Por ejemplo, en la realización de las figuras 3 y 7, si el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a cualquiera de las regiones I2 a I6, el conjunto de control 103 puede comparar la tasa de cambio de resistencia de la
45 región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Es decir, dado que las regiones I2 a I6 son regiones donde el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de aumento de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia es el patrón de aumento de resistencia, el conjunto de control 103 puede comparar la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Por ejemplo, suponiendo que la tasa de cambio de resistencia de las regiones I2 a I6 es menor que la tasa
50 de referencia preestablecida de cambio de resistencia, el conjunto de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la primera celda de batería C1 como la degradación lineal.

De manera similar, en la realización de las Figuras 4, 5 y 8, si el ciclo actual de la segunda celda de batería C2 pertenece a cualquiera de las regiones J1 a J31, el conjunto de control 103 puede comparar la tasa de cambio de
55 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. Es decir, dado que las regiones J1 a J31 son regiones donde el patrón de aumento y disminución de voltaje es el patrón de aumento de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia es el patrón de aumento de resistencia, el conjunto de control 103 puede comparar la tasa de cambio de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1 con la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia. Por ejemplo, suponiendo que la tasa de cambio de resistencia de las
60 regiones J1 a J31 es mayor que la tasa de referencia preestablecida de cambio de resistencia, el conjunto de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la segunda celda de batería C1 como la degradación acelerada.

65 Por ejemplo, en la realización de las Figuras 3 a 8, la región I1 y las regiones J32 a J6 son regiones donde el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 es el patrón de disminución de voltaje. Por consiguiente,

el conjunto de control 103 puede determinar el primer grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de voltaje para la región 11 y las regiones J32 a J6, sin determinar el segundo grado de aceleración de degradación en función del patrón de aumento y disminución de resistencia.

Es decir, el aparato de gestión 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 segundo grado de aceleración de degradación subdividiéndolo en cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, sin determinar indiscriminadamente el segundo 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 condición de control preestablecida puede incluir al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga ($V_{m\acute{a}x}$) establecido para la celda de batería 11. La condición de control preestablecida se establece de antemano para la celda de batería 11 cuando la celda de batería 11 se envía o se opera por primera vez, y puede ser cambiada más tarde por el conjunto de control 103 de acuerdo con el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11. Además, las condiciones de control preestablecidas pueden almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105. Por ejemplo, en la realización de la Figura 1, las condiciones de control preestablecidas se pueden establecer 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.

Además, el conjunto de control 103 puede determinar la tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la celda 11 de batería medida en el ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado como tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de referencia solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación se determina en base al patrón de aumento y disminución de la resistencia es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal. Es decir, el conjunto de control 103 puede no establecer la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia si el segundo grado de aceleración de degradación determinado es degradación desacelerada.

En primer lugar, el conjunto de control 103 puede determinar el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11, y determinar el segundo grado de aceleración de degradación de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje determinado. Además, si el segundo grado de aceleración de degradación es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, el conjunto de control 103 puede seleccionar un ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado. Aquí, el ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de resistencia corresponde al ciclo de inicio del patrón de aumento y disminución de voltaje descrito anteriormente, y puede ser un punto de inicio de un patrón de aumento y disminución de resistencia que continúa desde el patrón de aumento y disminución de resistencia actual de la celda de batería 11 determinado por el conjunto de control 103 e idéntico a este. Es decir, el conjunto de control 103 puede seleccionar una mejor región determinada como un patrón de aumento y disminución de resistencia idéntico al patrón de aumento y disminución de resistencia de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11, entre regiones consecutivas antes de la región a la que pertenece el ciclo actual de la celda de batería 11. Además, el conjunto de control 103 puede seleccionar un ciclo de inicio de la mejor región seleccionada.

Por ejemplo, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 después de un ciclo 0 es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal y el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 se determina completamente como un patrón de aumento de resistencia, el ciclo de inicio del patrón de aumento de resistencia puede ser un ciclo 0. Como otro ejemplo, si el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 en un ciclo de 0 a 100 ciclos es un patrón de disminución de resistencia y el patrón de aumento y disminución de resistencia de la celda de batería 11 en un ciclo de 101 al presente ciclo se determina como un patrón de aumento de resistencia, el ciclo de inicio del patrón de aumento de resistencia puede ser de 101 ciclos. Después de seleccionar el ciclo de inicio, el conjunto de control 103 puede establecer la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 medida en el ciclo de inicio seleccionado como la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en las Figuras 9 y 11, se asume que el ciclo actual de la primera celda de batería C1 pertenece a la región I6 y los patrones de aumento y disminución de la resistencia de las regiones I12 a I6 son todos patrones de aumento de la resistencia. El conjunto de control 103 puede seleccionar una mejor región donde el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como un patrón de aumento y disminución de resistencia idéntico al patrón de aumento y disminución de resistencia de la región I6, entre las regiones consecutivas antes de la región I6 a la que pertenece el ciclo actual de la primera celda de batería C1. En este caso, entre las regiones anteriores a la región I6, las regiones consecutivas a la región I6 son las regiones I11 a I5. Además, los patrones de aumento y disminución de resistencia de las regiones I12 a I5 son patrones de aumento de voltaje idénticos al patrón de aumento y disminución de resistencia de la región I6, entre las regiones I11 a I5. Por lo tanto, el conjunto de control 103 puede seleccionar la región I12 como la mejor región. Además, el conjunto de control 103 puede establecer la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 medida en el ciclo de inicio de la región I12 como la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia.

Además, el conjunto de control 103 puede calcular un valor de comparación de resistencia obtenido comparando la

tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia establecida con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica en el ciclo actual de la celda de batería 11. Por ejemplo, si la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia establecida es del 100 % y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual de la celda de batería 11 es del 110 %, la unidad de control 103 puede calcular el 10 % como valor de comparación de resistencia.

Por ejemplo, como en el primer ejemplo, en la realización mostrada en las Figuras 9 y 11, el conjunto de control 103 puede comparar la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la primera celda de batería C1 medida en el ciclo de inicio de la región I12, es decir, la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia, con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica medida en el ciclo actual de la primera celda de batería C1. El conjunto de control 103 puede calcular una diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica medida en el ciclo actual de la primera celda de batería C1 como un valor de comparación de resistencia. En el ejemplo de las Figuras 9 y 11, si la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia es del 98 % y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica medida en el ciclo actual de la primera celda de batería C1 es del 118 %, el conjunto de control 103 puede calcular el 20 % como el valor de comparación de resistencia.

Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga en función del valor de conversión de resistencia obtenido al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con un criterio de conversión de resistencia preestablecido. Aquí, el criterio de conversión de resistencia preestablecido puede almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105. Es decir, el conjunto de control 103 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 convirtiendo el valor de comparación de resistencia calculado en un valor de conversión correspondiente a la tasa C o el voltaje de terminación de carga y cambiando la tasa C o el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el valor de conversión.

Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede calcular un valor de comparación de resistencia que es una diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual, calcular un valor de conversión de resistencia obtenido al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el criterio de conversión preestablecido, y reducir la tasa C de la celda de batería 11 de acuerdo con el valor de conversión calculado. Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede reducir la tasa C de la celda de batería 11 en un 1 % con respecto a la tasa C establecida inicialmente siempre que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual de la celda de batería 11 aumente en un 5 % con respecto a la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia. Aquí, la tasa C establecida inicialmente puede establecerse para cada celda de batería 11 y almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105 por adelantado.

Como otro ejemplo, el conjunto de control 103 también puede calcular una diferencia en resistencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual, y elevar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en función de la diferencia de resistencia calculada. Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede aumentar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en 10 mV desde el voltaje de terminación de carga establecido inicialmente siempre que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual de la celda de batería 11 aumente en un 5 % desde la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia. Aquí, el voltaje de terminación de carga establecido inicialmente puede establecerse para cada celda de batería 11 y almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105 por adelantado.

El aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de mantener la condición de control en una condición óptima cambiando la condición de control preestablecida para cada celda de batería 11 según el patrón de aumento y disminución de voltaje y el patrón de aumento y disminución de resistencia de cada celda de batería 11. Además, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción tiene la ventaja de extender la vida útil de la celda de batería 11 y prevenir problemas fatales tales como sobredescarga y caída repentina.

Preferentemente, el criterio de conversión de resistencia preestablecido puede incluir un primer criterio de conversión de resistencia que convierte el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de resistencia que convierte el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga. Además, el primer criterio de conversión de resistencia y el segundo criterio de conversión de resistencia pueden almacenarse en el conjunto de almacenamiento 105.

Por ejemplo, el primer criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia en un valor correspondiente a la tasa C, y puede convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en un valor del 1 % correspondiente a la tasa C. Es decir, si el valor de comparación de resistencia obtenido al comparar la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica del ciclo actual es del 5 %, el conjunto de control 103 puede calcular el 1 % como un valor correspondiente a la tasa C de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia.

Como otro ejemplo, el segundo criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga, y puede convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en un valor de 10 mV correspondiente al voltaje de terminación de carga. Es decir, si el valor de comparación de resistencia obtenido al comparar la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de

referencia de la celda de batería 11 con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica del ciclo actual es del 5 %, el conjunto de control 103 puede calcular 10 mV como un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia.

5 Específicamente, el conjunto de control 103 puede obtener el primer valor de conversión de resistencia convirtiendo el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia. Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de resistencia obtenido.

10 Por ejemplo, si el 1 % se calcula como un valor correspondiente a la tasa C de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia en el ejemplo anterior, el conjunto de control 103 puede reducir la tasa C de la celda de batería 11 en un 1 %, que es el valor de conversión calculado.

Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de resistencia obtenido al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia.

Por ejemplo, si se calculan 10 mV como un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia, el conjunto de control 103 puede aumentar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 en 10 mV, que es el valor de conversión calculado.

El aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar al menos una de la tasa C y el voltaje de terminación de carga, que son las condiciones de control preestablecidas para la celda de batería 11, basándose en el valor de comparación de resistencia obtenido comparando la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica actual. Es decir, dado que la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 se establece en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica pasada de la celda de batería 11, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 en el presente en función de la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica presente y pasada de la celda de batería 11. Por lo tanto, dado que se establece la condición de control más óptima para el estado actual de la celda de batería 11, la celda de batería 11 se degrada lentamente y, por lo tanto, la celda de batería 11 puede usarse durante más tiempo.

El conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación determinado es degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga.

Es decir, el conjunto de control 103 puede cambiar al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga, que son las condiciones de control preestablecidas para la celda de batería 11, cuando el segundo grado de aceleración de degradación es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal. Además, el conjunto de control 103 puede configurarse para cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación acelerada.

Por ejemplo, se asume que el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada y el primer criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia 5 % en 1 % que es el primer valor de conversión de resistencia correspondiente a la tasa C. El conjunto de control 103 puede cambiar la tasa C de la celda de batería 11 de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia. Además, dado que el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada, el conjunto de control 103 puede cambiar el primer criterio de conversión de resistencia. Es decir, el primer criterio de conversión de resistencia puede cambiarse de un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en el primer valor de conversión de resistencia del 1 %, a un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 4,5 % en el primer valor de conversión de resistencia del 1 %.

Por ejemplo, se asume que el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en el primer instante de tiempo es un patrón de aumento de voltaje, el segundo grado de aceleración de degradación es la degradación acelerada, la diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica es del 5 %, y la tasa C inicial de la celda de batería 11 es del 100 %. Además, como en el ejemplo anterior, se asume que el primer criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en el primer valor de conversión de resistencia del 1 % correspondiente a la tasa C. El conjunto de control 103 puede reducir la tasa C establecida en la celda de la batería 11 en un 1 % del 100 % al 99 % de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia. Además, el conjunto de control 103 puede cambiar el primer criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia de 4,5 % en el primer valor de conversión de resistencia de 1 % correspondiente a la tasa C. Después de eso, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en el segundo instante de tiempo posterior al primer instante de tiempo es el patrón de aumento de voltaje, el segundo grado de aceleración de degradación aún se determina

como degradación acelerada, y la diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia de la celda de batería 11 y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica es 4,5 %, el conjunto de control 103 puede reducir aún más la tasa C establecida en la celda de batería 11 en 1 % de 99 % a 98 % de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia cambiado.

Como otro ejemplo, se asume que el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 es un patrón de aumento de voltaje, el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación acelerada, y el segundo criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en el segundo valor de conversión de resistencia de 10 mV correspondiente al voltaje de terminación de carga. El conjunto de control 103 puede cambiar el voltaje de terminación de carga de la celda de batería 11 de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia. Además, dado que el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación acelerada, el conjunto de control 103 puede cambiar el segundo criterio de conversión de resistencia. Es decir, el segundo criterio de conversión de resistencia puede cambiarse de un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en el segundo valor de conversión de resistencia de 10 mV a un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 4,5 % en el segundo valor de conversión de resistencia de 10 mV.

Por ejemplo, se asume que el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en el primer instante de tiempo es un patrón de aumento de voltaje, el segundo grado de aceleración de degradación es la degradación acelerada, la diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica es del 5 %, y el voltaje de terminación de carga inicial de la celda de batería 11 está preestablecida como 4,2 V. Además, como en el ejemplo anterior, se asume que el segundo criterio de conversión de resistencia es un criterio para convertir el valor de comparación de resistencia del 5 % en 10 mV, que es el segundo valor de conversión de resistencia correspondiente al voltaje de terminación de carga. El conjunto de control 103 puede reducir el voltaje de terminación de carga establecido en la celda de la batería 11 en 10 mV de 4,2 V a 4,19 V de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia. Además, el conjunto de control 103 puede cambiar el segundo criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia del 4,5 % en el segundo valor de conversión de resistencia de 10 mV correspondiente al voltaje de terminación de carga. Después de eso, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 en el segundo instante de tiempo posterior al primer instante de tiempo es el patrón de aumento de voltaje, el segundo grado de aceleración de degradación aún se determina como degradación acelerada, y la diferencia entre la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia y la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de la celda de batería 11 es 4,5 %, el conjunto de control 103 puede reducir aún más el voltaje de terminación de carga establecido en la celda de batería 11 en 10 mV de 4,19 V a 4,18 V de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia cambiado.

Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción no cambia el criterio de conversión de resistencia preestablecido cuando el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación lineal. Sin embargo, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación acelerada, el aparato de gestión de batería 100 puede cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 y cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido. Es decir, si el patrón de aumento y disminución de voltaje de la celda de batería 11 es el patrón de aumento de voltaje y el segundo grado de aceleración de degradación es degradación acelerada, dado que la celda de batería 11 se degrada rápidamente, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción ajusta el criterio de conversión de resistencia preestablecido siempre que se cambie la condición de control preestablecida, reduciendo por ello la tasa de cambio de resistencia de la celda de batería 11 y evitando la degradación rápida de la celda de batería 11.

El conjunto de control 103 puede estar configurado para restaurar el criterio de conversión de resistencia preestablecido en el criterio de conversión de resistencia antes del cambio, solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal o degradación desacelerada después de que se cambia el criterio de conversión de resistencia preestablecido.

Por ejemplo, el conjunto de control 103 puede determinar el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como degradación acelerada en el primer instante de tiempo, cambiar la condición de control preestablecida para la celda de batería 11 de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia y cambiar el primer criterio de conversión de resistencia. Después de eso, en un momento después del primer momento, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, la unidad de control 103 puede restaurar el primer criterio de conversión de resistencia modificado en la primera conversión de resistencia establecido inicialmente en el primer momento.

Es decir, después de cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido de la celda de batería 11, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, el criterio de conversión de resistencia cambiado puede inicializarse al criterio de conversión de resistencia original. De manera similar, después de cambiar el segundo criterio de conversión de resistencia, si el segundo grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 se determina como degradación lineal o degradación desacelerada, el conjunto de control 103 puede inicializar el segundo criterio de

conversión de resistencia cambiado al segundo criterio de conversión de resistencia establecido inicialmente.

Es decir, si el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 es degradación acelerada y, por lo tanto, la celda de batería 11 se degrada rápidamente, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción puede cambiar adecuadamente el criterio de conversión de resistencia preestablecido para la celda de batería 11 según el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11.

Por lo tanto, dado que la condición de control de la celda de batería 11 se puede configurar de la manera más óptima para el estado actual de la celda de batería 11 y se reduce el riesgo de sobredescarga o caída repentina de la celda de batería 11, la celda de batería 11 puede ser más segura y utilizable durante mucho tiempo.

La Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

Con referencia a la Figura 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 el conjunto de control 103. En primer lugar, si la tasa de fluctuación de voltaje de la celda de batería 11 que calcula por el conjunto de control 103 es igual o inferior al límite de voltaje inferior preestablecido o igual o superior al límite de voltaje superior preestablecido, se puede determinar como degradación anormal.

Si se determina que la celda de la batería 11 está anormalmente degradada, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede estar configurado 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 intervalo normal, y para determinar el primer grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 de acuerdo con 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto 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 Figura 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 gestión de batería según una realización de la presente descripción en una estructura de árbol.

Con referencia a la Figura 13, el conjunto 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 la resistencia eléctrica de la celda de batería 11 calculada por el conjunto de control 103 es igual o menor que el límite de resistencia inferior preestablecido, el conjunto de control 103 puede determinar el estado de degradación de la celda de batería 11 como degradación anormal. El conjunto 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 el conjunto 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 el conjunto de control 103 es mayor que el límite de resistencia inferior preestablecido, el conjunto 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, el conjunto 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, el conjunto de control 103 puede determinar el grado de aceleración de degradación de la celda de batería 11 como cualquiera de una degradación acelerada y una 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, el conjunto 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 gestión de 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. Es decir, el aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción 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 tal 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 gestión de batería 100 según una realización de la presente descripción, respectivamente.

Por lo tanto, el aparato de gestión 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.

Un paquete de baterías 1000 según la presente descripción puede incluir el aparato de gestión de batería 100 según la presente descripción descrita anteriormente. 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 gestión de batería 100.

Además, como otra realización de la presente descripción, el aparato de gestión de batería 100 puede montarse en diversos dispositivos que utilizan energía eléctrica, tal como un vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de energía (ESS - *energy storage system*) y similares. En particular, el aparato de gestión de batería 100 según la presente descripción puede incluirse en un vehículo eléctrico. Es decir, el vehículo eléctrico según la presente descripción puede incluir el aparato de gestión de batería 100 según la presente descripción. En este caso, el aparato de gestión de 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 gestión de 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 gestión de 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 gestión de batería 100 según la presente descripción. Sin embargo, la presente descripción no se limita especialmente a otros componentes del vehículo que no sean el aparato de gestión de batería 100.

Las realizaciones de la presente descripción descritas anteriormente no se implementan necesariamente mediante un aparato y un procedimiento, sino que también se pueden implementar a través de un programa para realizar funciones correspondientes a la configuración de las realizaciones de la presente descripción o un medio de grabación donde se graba el programa. Dicho programa o medio de grabación puede ser implementarse fácilmente por los expertos en la materia a partir de la descripción anterior de las realizaciones.

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)

[0289]

5

- 10: módulo de batería
- 11: celda de batería
- 100: aparato de gestión de batería
- 1000: batería

10

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para estimar el estado de una batería (100), que comprende:

un conjunto de medición de voltaje (101) configurado 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 un conjunto de control (103);

caracterizado porque el conjunto de control está configurado para recibir el OCV medido por el conjunto de medición de voltaje (101), calcular al menos uno de una tasa de fluctuación de voltaje y una tasa de fluctuación de resistencia eléctrica basándose en un resultado obtenido procesando el OCV recibido, determinar un patrón de aumento y disminución de voltaje basado en 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 basado en la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada y la fluctuación de resistencia eléctrica prealmacenada, datos de velocidad cuando se calcula la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica, determinar un grado de aceleración de degradación de la celda de batería de acuerdo con al menos uno del patrón de aumento y disminución de voltaje determinado y el patrón de aumento y disminución de resistencia determinado, y cambiar una condición de control preestablecida basándose en el grado de aceleración de degradación determinado.

2. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

donde el conjunto de control (103) está configurado para cambiar la condición de control preestablecida solo cuando al menos uno de un primer grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de voltaje y un segundo grado de aceleración de degradación determinado de acuerdo con el patrón de aumento y disminución de resistencia se determina como degradación acelerada o degradación lineal.

3. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

donde la condición de control preestablecida está configurada para incluir al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga establecido para la celda de batería (11), y cuando un primer grado de aceleración de degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de voltaje es degradación acelerada o degradación lineal, el conjunto de control (103) está configurado para establecer un OCV de la celda de batería (11) previamente medido en un ciclo de inicio del determinado patrón de aumento y disminución de voltaje como OCV de referencia, calcular un valor de comparación de voltaje comparando el OCV de referencia establecido con el OCV recibido del conjunto de medición de voltaje (101), y cambiar al menos uno de los voltajes de tasa C y de terminación de carga basados en un valor de conversión de voltaje obtenido al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con un criterio de conversión de voltaje preestablecido.

4. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 3,

donde el criterio de conversión de voltaje preestablecido está configurado para incluir un primer criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de voltaje para convertir el valor de comparación de voltaje calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga, y el conjunto de control (103) está configurado para obtener un primer valor de conversión de voltaje al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de voltaje, cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de voltaje obtenido, obtener un segundo valor de conversión de voltaje al convertir el valor de comparación de voltaje calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de voltaje, y cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de voltaje obtenido.

5. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 3,

donde el conjunto de control (103) está configurado para cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido solo cuando el primer grado de aceleración de degradación determinado es degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga.

6. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 5,

donde después de cambiar el criterio de conversión de voltaje preestablecido, el conjunto de control (103) está configurado para restaurar el criterio de conversión de voltaje preestablecido en un criterio de conversión de voltaje antes del cambio solo cuando el primer grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal o degradación desacelerada.

7. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 1,

donde la condición de control preestablecida está configurada para incluir al menos uno de una tasa C y un voltaje de terminación de carga establecido para la celda de batería (11), y

solo cuando un segundo grado de aceleración de la degradación determinado según el patrón de aumento y disminución de la resistencia es cualquiera de degradación acelerada y degradación lineal, el conjunto de control (103) está configurado para establecer una tasa de fluctuación de la resistencia eléctrica de la celda de batería (11) medida previamente en un ciclo inicial del patrón de aumento y disminución de resistencia determinado como tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia, calcular un valor de comparación de resistencia comparando la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica de referencia establecida con la tasa de fluctuación de resistencia eléctrica calculada, y cambiar al menos una de la tasa C y el voltaje de terminación de carga basado en un valor de conversión de resistencia obtenido al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con un criterio de conversión de resistencia preestablecido.

8. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 7,

donde el criterio de conversión de resistencia preestablecido está configurado para incluir un primer criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente a la tasa C y un segundo criterio de conversión de resistencia para convertir el valor de comparación de resistencia calculado en un valor correspondiente al voltaje de terminación de carga, y

el conjunto de control (103) está configurado para obtener un primer valor de conversión de resistencia al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el primer criterio de conversión de resistencia, cambiar la tasa C de acuerdo con el primer valor de conversión de resistencia obtenido, obtener un segundo valor de conversión de resistencia al convertir el valor de comparación de resistencia calculado de acuerdo con el segundo criterio de conversión de resistencia, y cambiar el voltaje de terminación de carga de acuerdo con el segundo valor de conversión de resistencia obtenido.

9. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 7,

donde el conjunto de control (103) está configurado para cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación determinado es degradación acelerada y se cambia al menos uno de la tasa C y el voltaje de terminación de carga.

10. El aparato para estimar el estado de la batería (100) según la reivindicación 9,

donde después de cambiar el criterio de conversión de resistencia preestablecido, el conjunto de control (103) está configurado para restaurar el criterio de conversión de resistencia preestablecido en un criterio de conversión de resistencia antes del cambio solo cuando el segundo grado de aceleración de degradación se determina como degradación lineal o degradación desacelerada.

11. Un paquete de baterías (1000) que comprende el aparato de gestión de batería (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

12. Un vehículo eléctrico, que comprende el aparato de gestión de batería (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

FIG. 1

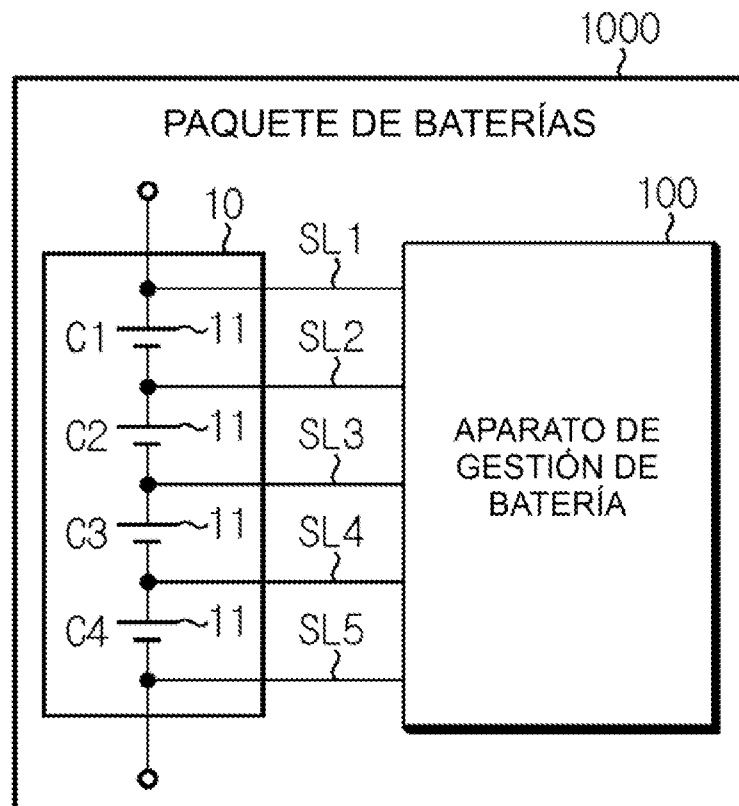


FIG. 2

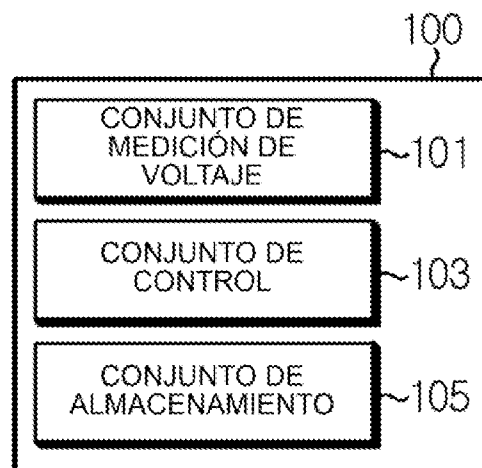


FIG. 3

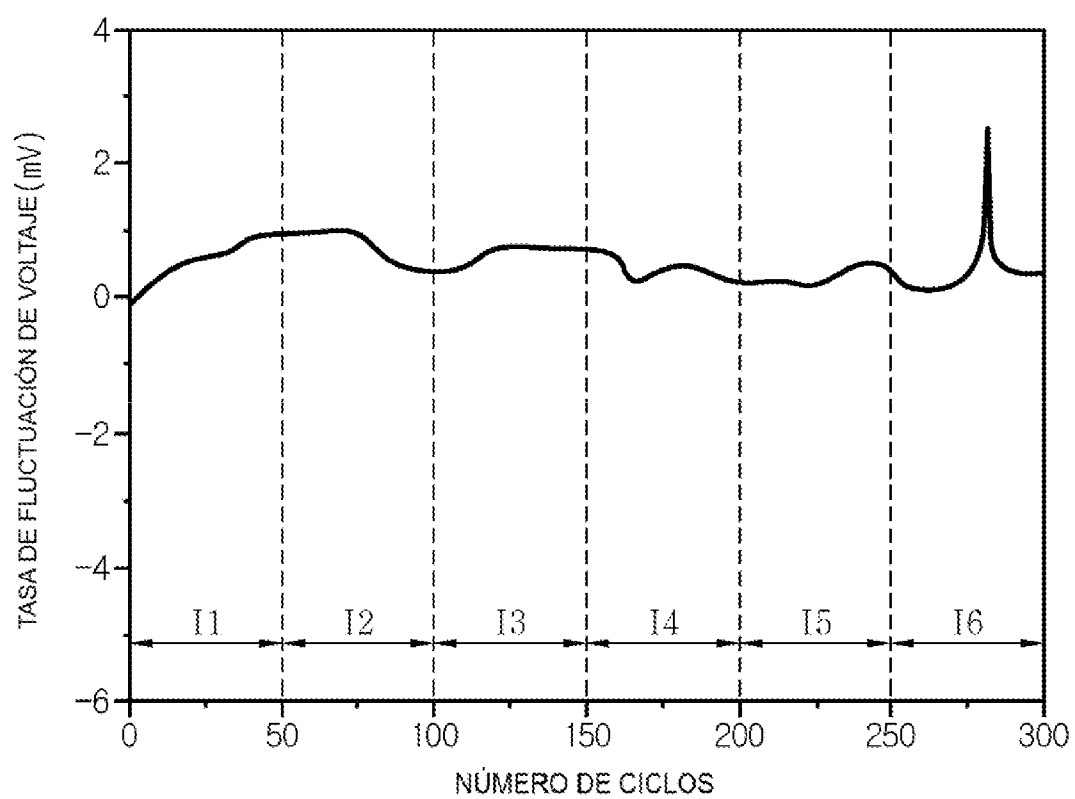


FIG. 4

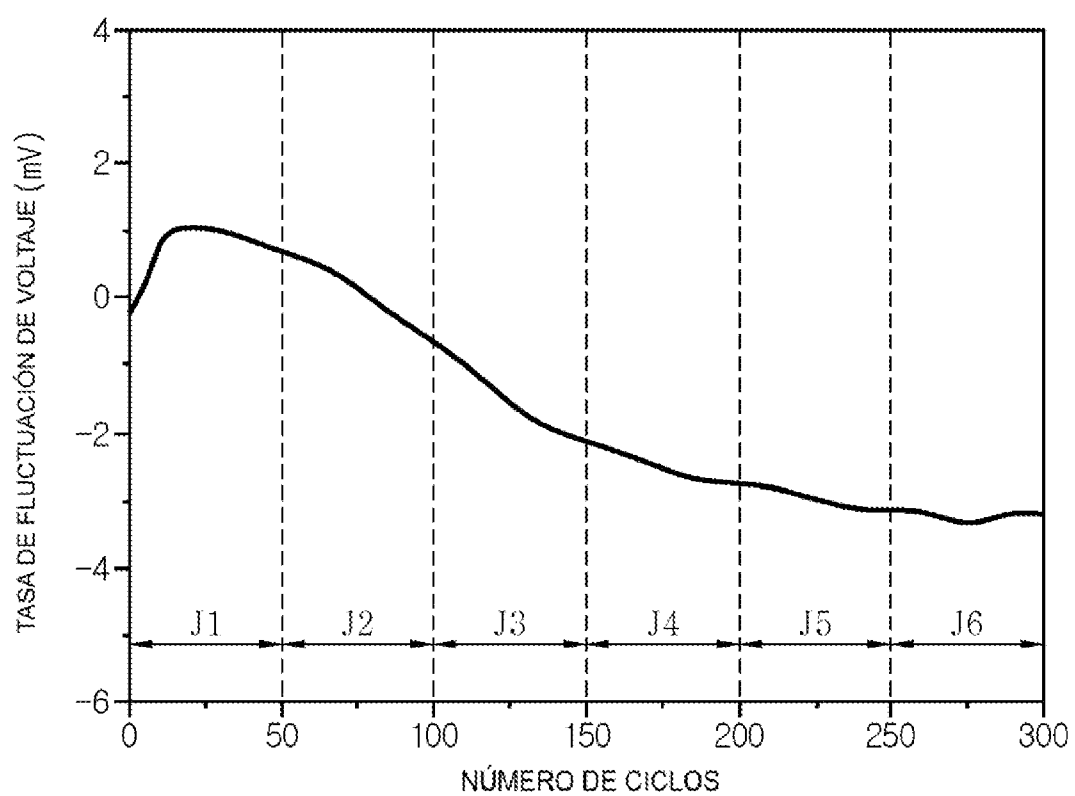


FIG. 5

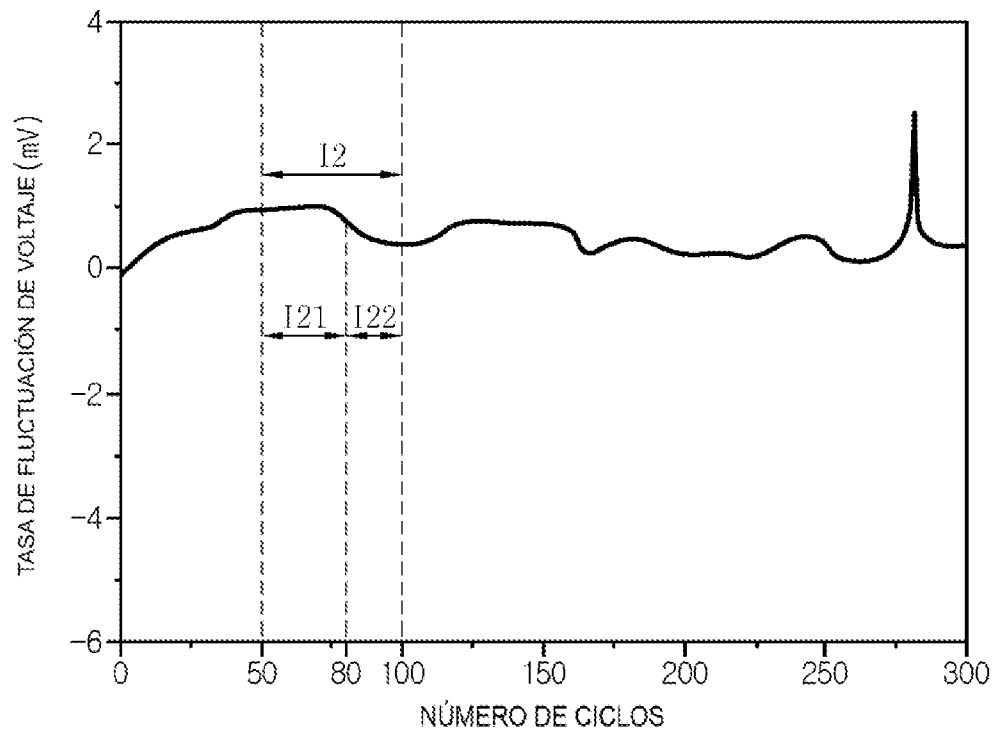


FIG. 6

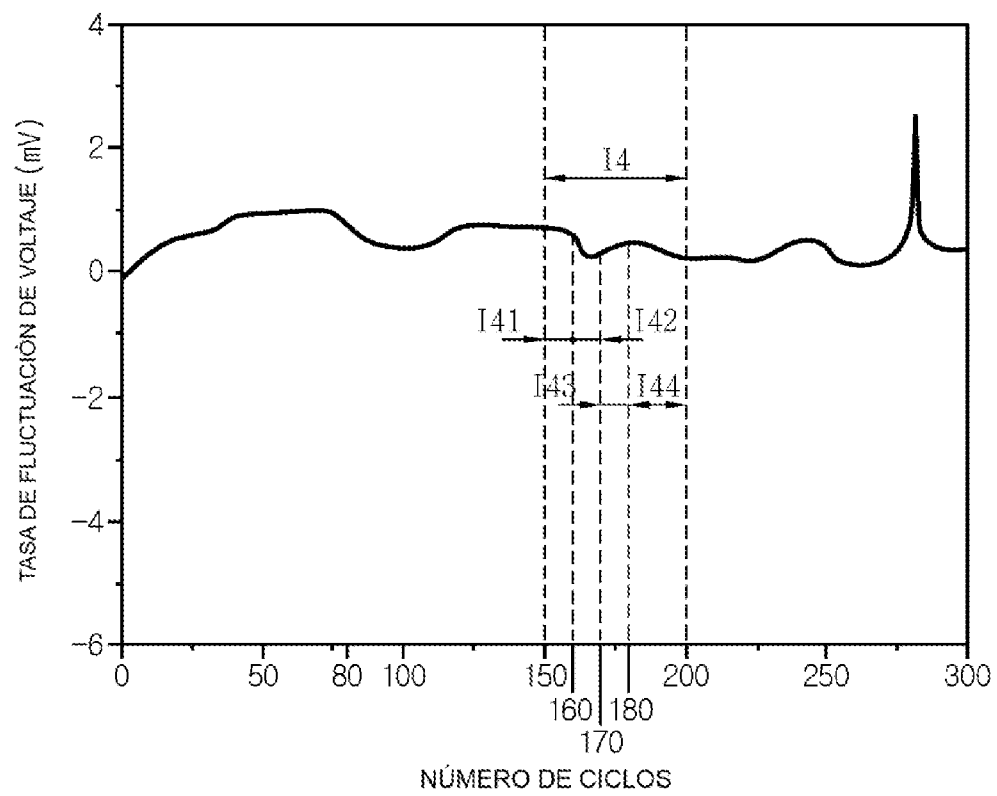


FIG. 7

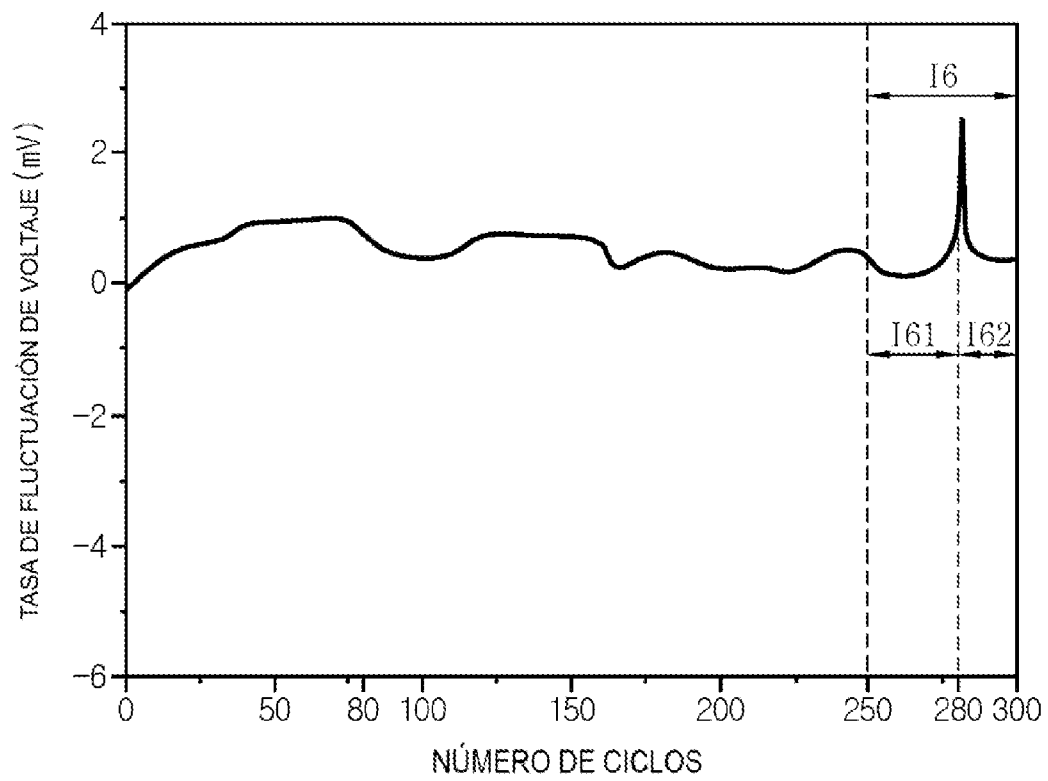


FIG. 8

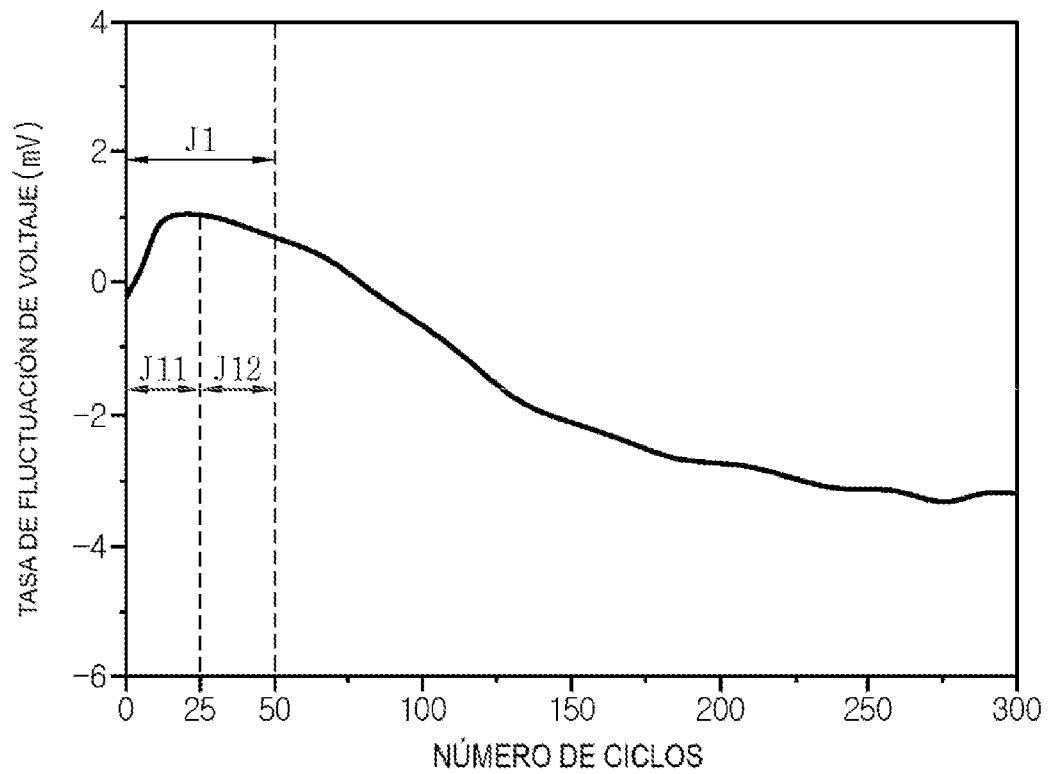


FIG. 9

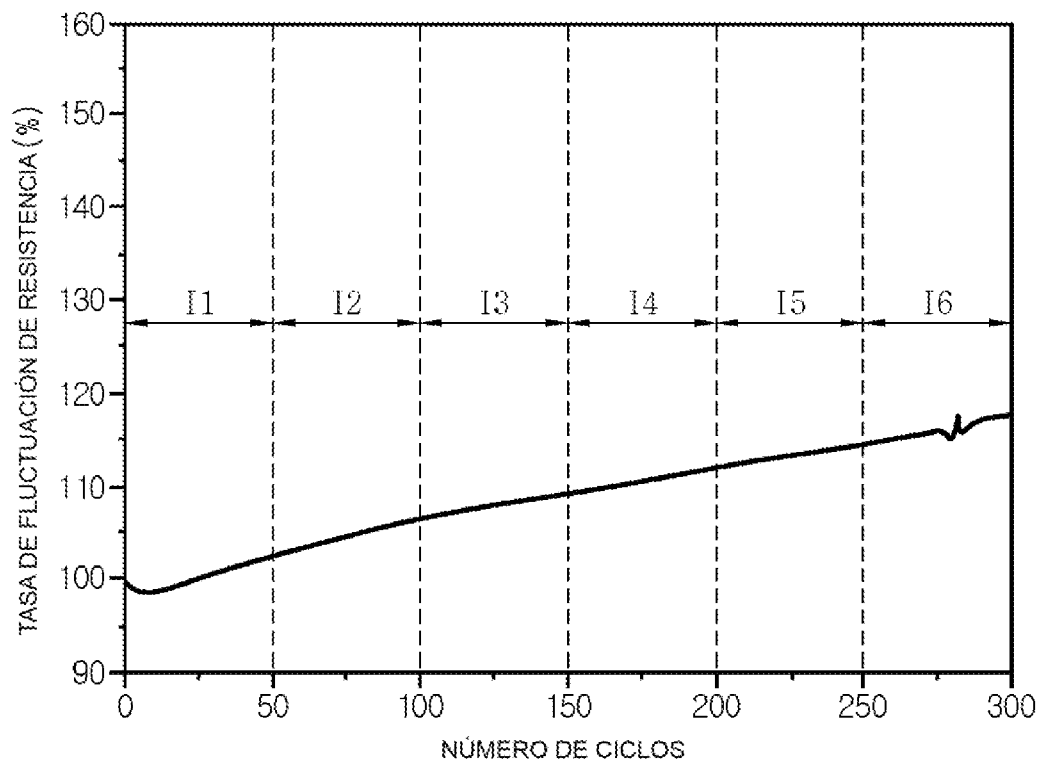


FIG. 10

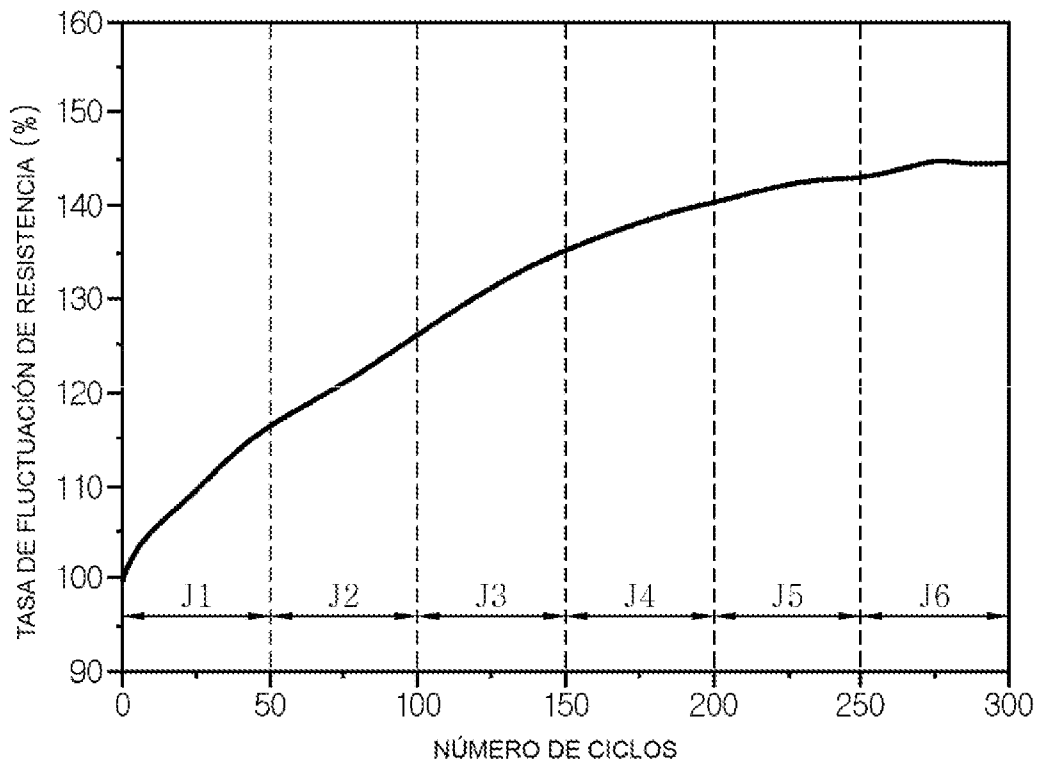


FIG. 11

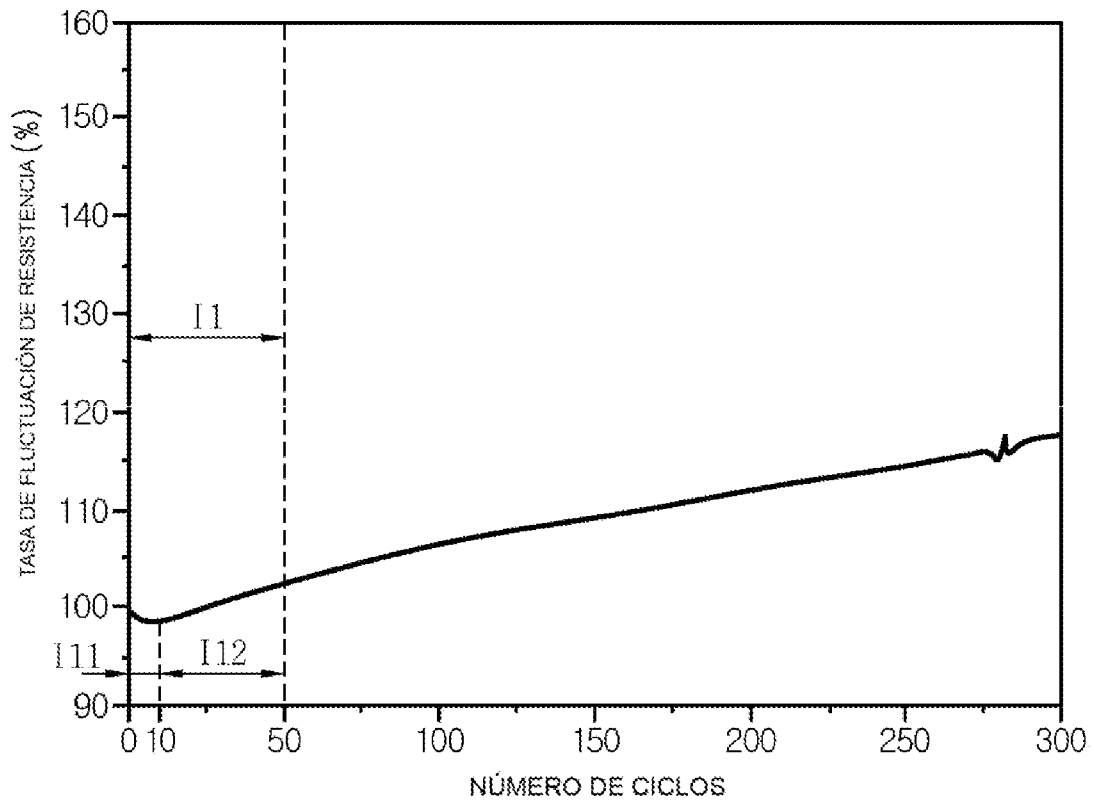


FIG. 12

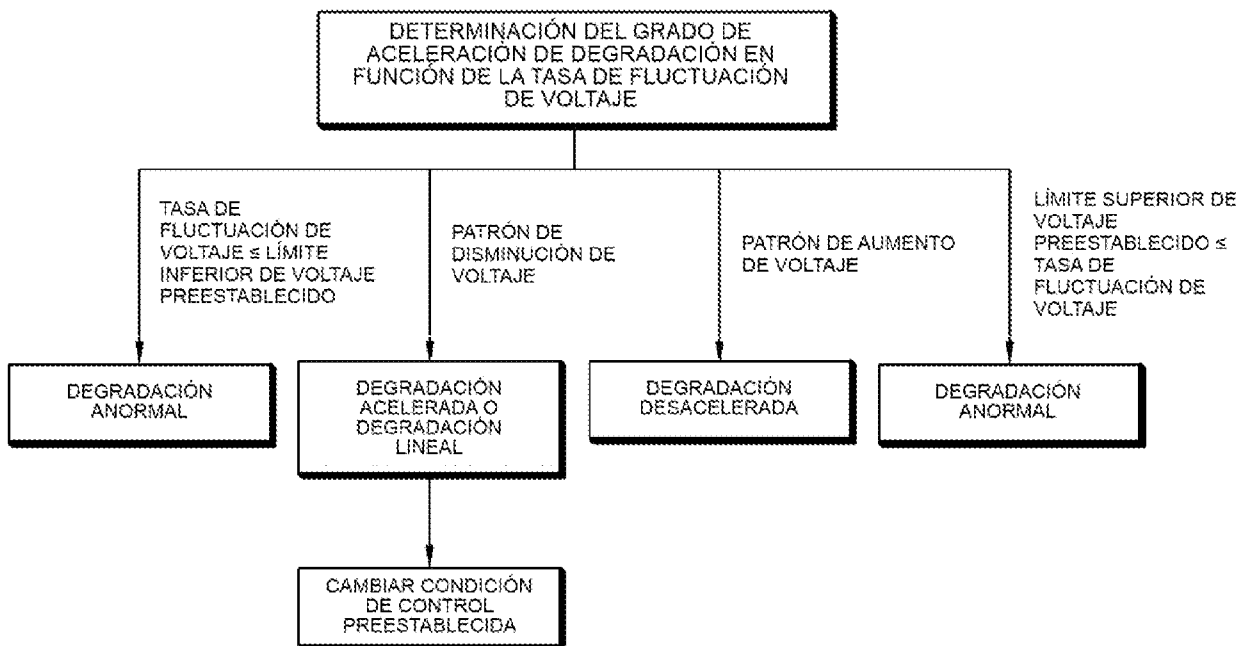


FIG. 13

