

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 517**

51 Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

G01R 31/392 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2020** **PCT/KR2020/016034**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.06.2021** **WO21112442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2020** **E 20895092 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025** **EP 3982462**

54 Título: **Sistema de gestión de baterías, paquete de baterías y método de gestión de baterías**

30 Prioridad:

04.12.2019 KR 20190160103

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

02.06.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CHOI, YOUNG-EUN;
YOON, HYO-JUNG;
KIM, HYUN-MIN y
LEE, EUN-JU

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 023 517 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de gestión de baterías, paquete de baterías y método de gestión de baterías

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a una tecnología que determina si el grado de degradación de una pluralidad de celdas de batería apiladas en un grupo de celdas de un paquete de baterías no es uniforme.

10 **Estado de la técnica**

Recientemente, se ha producido un rápido aumento en la demanda de productos electrónicos portátiles tales como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles y, dado el amplio desarrollo de los vehículos eléctricos, los acumuladores para el almacenamiento de energía, los robots y los satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que se puedan recargar repetidamente.

Actualmente, las baterías disponibles en el mercado incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-zinc, baterías de litio y similares y, entre ellas, las baterías de litio presentan un nivel bajo o inexistente de efecto de memoria y, por lo tanto, resultan más llamativas que las baterías de níquel por las ventajas de que se pueden recargar cuando sea conveniente, su tasa de autodescarga es muy baja y su densidad de energía es alta.

Un material activo de electrodo de una celda de batería tal como $\text{Li}(\text{NiMnCo})\text{O}_2$ aumenta de volumen durante la carga y disminuye de volumen durante la descarga. Por consiguiente, la celda de batería tiene cambios de espesor durante la carga y descarga de la celda de batería. En particular, es conocido que el volumen del material activo de electrodo cambia significativamente debido a las transiciones de fase que se producen cuando el estado de carga (SOC) de la celda de batería aumenta o disminuye basándose en un valor predeterminado.

Además, a medida que la celda de batería se degrada, hay un mayor cambio de espesor incluso con el mismo SOC debido al gas generado en el interior. En esta circunstancia, se ha intentado calcular el grado de degradación de la celda de batería desde un valor de detección (por ejemplo, presión, desplazamiento) que indica un cambio en el grosor de la celda de batería.

En un grupo de celdas que incluye una pluralidad de celdas de batería apiladas, es importante controlar no sólo el grado de degradación de cada celda de batería, sino también si el grado de degradación de la pluralidad de celdas de batería es uniforme en todos ellos. Sin embargo, es necesaria una pluralidad de sensores para detectar individualmente los cambios de grosor de cada celda de batería.

Los documentos WO 2017/087807 A1 y US 2019/348721 A1 describen antecedentes de la técnica adicionales.

Objeto de la invención**Problema técnico**

La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación pretende proporcionar un sistema de gestión de baterías, un método de gestión de baterías, y un paquete de baterías para determinar si una pluralidad de celdas de batería apiladas en un orden secuencial tiene un grado de degradación no uniforme mediante la detección del desplazamiento de un grupo de celdas que incluye las celdas de batería en un intervalo de tiempo predeterminado.

Estos/as y otros/as objetivos y ventajas de la presente divulgación se entenderán mediante la siguiente descripción y serán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. De forma adicional, se entenderá fácilmente que los objetivos y ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios expuestos en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de los mismos.

Solución técnica

Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación es para un grupo de celdas que incluye una pluralidad de celdas de batería conectadas en paralelo. El sistema de gestión de baterías incluye un sensor de desplazamiento configurado para detectar un desplazamiento del grupo de celdas en una dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería, y una unidad de control acoplada operablemente al sensor de desplazamiento. La unidad de control está configurada para detectar el desplazamiento del grupo de celdas en un intervalo de tiempo predeterminado para un primer período de diagnóstico desde un primer punto de tiempo hasta un segundo punto de tiempo durante la carga del grupo de celdas. El primer punto de tiempo es un punto temporal en el que un estado de carga del grupo de celdas alcanza un primer valor de referencia. El segundo punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza un segundo valor de referencia. La unidad de control está

configurada para determinar una primera curva de desplazamiento a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el primer período de diagnóstico. La primera curva de desplazamiento indica una relación entre el desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el primer periodo de diagnóstico. La unidad de control está configurada para determinar si la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme basándose en la primera curva de desplazamiento.

El sensor de desplazamiento puede incluir una galga extensométrica o un sensor láser.

La unidad de control está configurada para determinar una primera curva de desplazamiento diferencial a partir de la primera curva de desplazamiento. La primera curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el primer período de diagnóstico.

La unidad de control está configurada para determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la primera curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral.

La unidad de control está configurada para determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme cuando una distancia entre un primer pico y un último pico de la primera curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que una distancia umbral.

La unidad de control puede estar configurada para detectar el desplazamiento del grupo de celdas en el intervalo de tiempo predeterminado para un segundo período de diagnóstico desde un tercer punto de tiempo hasta un cuarto punto de tiempo durante la descarga del grupo de celdas. El tercer punto de tiempo puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza el segundo valor de referencia. El cuarto punto de tiempo puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza el primer valor de referencia.

La unidad de control puede estar configurada para determinar una segunda curva de desplazamiento a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el segundo período de diagnóstico. La segunda curva de desplazamiento indica una relación entre el desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el segundo periodo de diagnóstico. La unidad de control puede estar configurada para determinar si la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme basándose en la segunda curva de desplazamiento.

La unidad de control puede estar configurada para determinar una segunda curva de desplazamiento diferencial a partir de la segunda curva de desplazamiento. La segunda curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el segundo período de diagnóstico.

La unidad de control puede estar configurada para determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la segunda curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral.

La unidad de control puede estar configurada para determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme cuando una distancia entre un primer pico y un último pico de la segunda curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que una distancia umbral.

La unidad de control puede estar configurada para detener la carga y descarga del grupo de celdas en respuesta a que se determine que la pluralidad de celdas de batería está degradada de manera no uniforme.

Un bloque de batería de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación incluye el sistema de gestión de baterías.

Un método de gestión de baterías de acuerdo con otro aspecto más de la presente divulgación es para un grupo de celdas que incluye una pluralidad de celdas de batería conectadas en paralelo. El método de gestión de baterías incluye detectar un desplazamiento del grupo de celdas en una dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería en un intervalo de tiempo predeterminado para un período de diagnóstico desde un primer punto de tiempo hasta un segundo punto de tiempo durante la carga del grupo de celdas, en donde el primer punto de tiempo es un punto de tiempo en el que un estado de carga del grupo de celdas alcanza un primer valor de referencia, y el segundo punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza un segundo valor de referencia, determinar una curva de desplazamiento a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el periodo de diagnóstico, en donde la curva de desplazamiento indica una relación entre el desplazamiento y el estado de carga para el periodo de diagnóstico, y determinar si la pluralidad de celdas de batería se degrada de manera no uniforme basándose en la curva de desplazamiento.

El método de gestión de baterías incluye además determinar una curva de desplazamiento diferencial a partir de la curva de desplazamiento. La curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el período de diagnóstico.

El método de gestión de baterías incluye determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral.

- 5 El método de gestión de baterías incluye determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a una distancia entre un primer pico y un último pico de la curva de desplazamiento diferencial que es igual o mayor que una distancia umbral.

Efectos ventajosos

- 10 De acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible determinar si una pluralidad de celdas de batería apiladas en un orden secuencial tiene un grado de degradación no uniforme basado en un historial de desplazamiento detectado durante la carga de un grupo de celdas que incluye las celdas de batería.
- 15 De forma adicional, de acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible determinar si la pluralidad de celdas de batería tiene un grado de degradación no uniforme basándose en un historial de desplazamiento detectado durante la descarga del grupo de celdas.
- 20 Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los efectos mencionados anteriormente y los expertos en la técnica entenderán claramente estos y otros efectos a partir de las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de las figuras

- 25 Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la descripción detallada de la presente divulgación que se describe a continuación, sirven para proporcionar una mayor comprensión de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por tanto, no se debe interpretar que la presente divulgación está limitada a los dibujos.

- 30 La Figura 1 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, la configuración de una batería de acuerdo con la presente divulgación.
- La Figura 2 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, una relación de conexión entre un grupo de celdas y un estuche de la Figura 1.
- La Figura 3 es un gráfico que muestra, a modo de ejemplo, una relación entre el estado de carga y el desplazamiento diferencial de un grupo de celdas.
- 35 La Figura 4 es un gráfico que muestra, a modo de ejemplo, una relación entre el estado de carga y el desplazamiento diferencial de un grupo de celdas.
- La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación.
- La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación.
- 40 La Figura 7 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una tercera realización de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

- 45 En lo sucesivo, se describirán las realizaciones preferidas de la presente divulgación en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, se debería entender que no se debe interpretar que los términos o las palabras que se usan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas están limitados a significados generales y del diccionario, sino que deben interpretarse en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación considerando que el inventor puede definir los términos apropiadamente para una mejor explicación.
- 50

- Por lo tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones que se muestran en los dibujos son únicamente una realización más preferente de la presente divulgación, pero no pretenden describir exhaustivamente los aspectos técnicos de la presente divulgación, por lo que debe entenderse que, en el momento en que se presentó la solicitud, podrían haberse hecho en la misma diversas modificaciones y otras realizaciones equivalentes.
- 55

- Los términos que incluyen un número ordinal, tales como "primero/a", "segundo/a" y similares, se usan para distinguir un elemento de otro entre diversos elementos, pero sin pretender limitar los elementos mediante dichos términos.
- 60

- A menos que el contexto indique claramente lo contrario, se entenderá que el término "comprende", cuando se usa en esta memoria descriptiva, especifica la presencia de elementos mencionados, pero no excluye la presencia o adición de uno o más otros elementos. Adicionalmente, la expresión "unidad de control", como se usa en el presente documento, se refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y puede implementarse mediante hardware o software de forma individual o en combinación.
- 65

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

5 La Figura 1 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, una configuración de una batería 10 de acuerdo con la presente divulgación, y la Figura 2 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, una relación de conexión entre un grupo de celdas 20 y una caja de paquete 30 de la Figura 1.

10 Con referencia a las Figuras 1 y 2, la batería 10 incluye un grupo de celdas 20, una caja de paquete 30 y un sistema de gestión de baterías 100.

El grupo de celdas 20 incluye una pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ (N es un número entero de 2 o mayor) apiladas en un orden secuencial. La pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ puede estar conectada en paralelo. En lo sucesivo, el símbolo B se da a la descripción que es común en la pluralidad de elementos de batería $B_1 \sim B_N$.

La celda de batería B tiene un terminal de electrodo positivo 21 y un terminal de electrodo negativo 22. La celda de batería B puede incluir cualquier tipo de batería recargable, por ejemplo, una batería de iones de litio, y no se limita a un tipo en particular.

20 En la Figura 2, el eje X indica la dirección longitudinal de la celda de batería B, el eje Y indica la dirección a lo ancho de la celda de batería, y el eje Z indica la dirección a lo grueso de la celda de batería B. El eje X, el eje Y y el eje Z pueden ser 3 ejes que se cruzan en el sistema de coordenadas tridimensional. En lo sucesivo, suponer que la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ está apilada una al lado de la otra a lo largo del eje Z.

25 La caja de paquete 30 incluye un par de placas de extremo 31, 32. El grupo de celdas 20 puede recibirse en un espacio en el que el par de placas de extremo 31, 32 están separadas entre sí a lo largo del eje Z. La superficie inferior del grupo de celdas 20 puede soportarse en la placa de extremo 32.

30 La caja de paquete 30 puede incluir además un par de elementos de acoplamiento 41, 42. Uno de los dos extremos de cada uno de los pares de elementos de acoplamiento 41, 42 puede acoplarse y fijarse a la placa de extremo 31, y el otro extremo puede estar acoplado y fijado a la placa de extremo 32. Por consiguiente, es posible impedir que el par de placas de extremo 31, 32 se desplace en el eje X, el eje Y y el eje Z. Los dos extremos de cada uno del par de elementos de acoplamiento 41, 42 pueden acoplarse a través del par de placas de extremo 31, 32.

35 El sistema de gestión de baterías 100 incluye una unidad de detección 110, un conmutador 120 y una unidad de control 130.

40 La unidad de detección 110 incluye un sensor de tensión 111, un sensor de corriente 112 y un sensor de desplazamiento 113. La unidad de detección 110 puede incluir, además, un sensor de temperatura 114.

45 El sensor de tensión 111 está conectado a un terminal de electrodo positivo y a un terminal de electrodo negativo del grupo de celdas 20. El sensor de tensión 111 se proporciona para medir una tensión a través del terminal del electrodo positivo y el terminal del electrodo negativo del grupo de celdas 20 (a continuación en el presente documento se denomina "tensión de paquete").

50 El sensor de corriente 112 está instalado en una línea de alimentación PL del paquete de baterías 10. El sensor de corriente 112 se proporciona para medir una corriente de carga/descarga (a continuación en el presente documento "corriente de paquete") que fluye a través de la línea de alimentación PL.

55 El sensor de desplazamiento 113 se proporciona para detectar el desplazamiento del grupo de celdas 20 en la dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ dentro del grupo de celdas 20. El desplazamiento puede consistir en (i) un aumento de la altura de la pila del grupo de celdas 20 en comparación con una altura inicial predeterminada o (ii) un aumento de la presión ejercida en la dirección del eje Z por el grupo de celdas 20 en comparación con una presión inicial predeterminada. La altura de la pila es la suma de los espesores de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$, y puede ser una distancia en línea recta sobre el eje Z entre un punto específico de la superficie superior y un punto específico de la superficie inferior del grupo de celdas 20. La superficie superior y la superficie inferior del grupo de celdas 20 pueden ser las superficies exteriores de cada una de las dos celdas de batería B_1, B_N situadas en dos extremos del eje Z entre la pluralidad de elementos de batería $B_1 \sim B_N$.

60 El sensor de desplazamiento 113 se coloca en un lugar en el que el sensor de desplazamiento 113 puede detectar el desplazamiento del grupo de celdas 20. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 2, el sensor de desplazamiento 113 puede estar situado en una zona predeterminada entre la placa del extremo 31 de la caja de paquete 30 y la superficie superior del grupo de celdas 20.

65 El sensor de desplazamiento 113 detecta el desplazamiento del grupo de celdas 20 en la dirección de la pila a partir

de un cambio en la distancia entre la caja de paquete 30 y el grupo de celdas 20 causado por la expansión o contracción de la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N durante la carga/descarga del grupo de celdas 20. El sensor de desplazamiento 113 puede ser un sensor de tipo de contacto, tal como, por ejemplo, una galga extensométrica. Como alternativa, el sensor de desplazamiento 113 puede ser un sensor de tipo sin contacto tal como, por ejemplo, un sensor láser.

El sensor de temperatura 114 sirve para medir la temperatura (a continuación en el presente documento denominada "temperatura del paquete") del grupo de celdas 20.

El conmutador 120 se instala en la línea de alimentación PL y sirve para abrir/cerrar el paso de la corriente de carga/descarga. El conmutador 120 se controla para que se encienda/apague en respuesta a una señal de conmutación de la unidad de control 130. Por ejemplo, el conmutador 120 se enciende cuando la tensión de la señal de conmutación es de nivel alto (por ejemplo, 5 V), y se apaga cuando la tensión de la señal de conmutación es baja (por ejemplo, 0 V). El conmutador 120 puede incluir un dispositivo de conmutación conocido tal como un transistor semiconductor de óxido metálico de efecto de campo (MOSFET).

La unidad de control 130 está acoplada de forma operativa a la unidad de detección 110 y al conmutador 120. Acoplada operativamente se refiere a la conexión para permitir la transmisión y/o recepción de señales. La unidad de control 130 puede implementarse físicamente utilizando al menos uno de circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), microprocesadores y unidades eléctricas para realizar otras funciones.

La unidad de control 130 puede incluir una memoria en su interior. La memoria puede almacenar programas y datos necesarios para realizar un método como se describe a continuación. La memoria puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento, tal como una memoria flash, un disco duro, un disco de estado sólido (SSD), una unidad de disco de silicio (SDD), una tarjeta multimedia de tipo micro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM) y una memoria de solo lectura programable (PROM).

La unidad de control 130 recoge periódicamente los datos del paquete 10 que indican la información medida por el sensor de tensión 111, el sensor de corriente 112, el sensor de desplazamiento 113 y/o el sensor de temperatura 114 en un intervalo de tiempo predeterminado. La unidad de control 130 puede actualizar el estado de carga del grupo de celdas 20 en el intervalo de tiempo predeterminado basándose en la tensión del paquete, la corriente del paquete y/o la temperatura del paquete durante la carga o descarga del grupo de celdas 20. El estado de carga es un parámetro que indica la capacidad actual hasta la capacidad máxima en 0-1 o 0-100 %. Técnicas tan conocidas como la hora amperio, modelo de circuito equivalente y/o un filtro de Kalman pueden usarse para determinar el estado de carga, y su descripción detallada se omite en el presente documento.

La unidad de control 130 determina si la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N se degrada de forma no uniforme utilizando un historial en el que el desplazamiento detectado por el sensor de desplazamiento 113 cambia con el tiempo (en lo sucesivo denominado "historial de desplazamiento") durante la carga y/o descarga del grupo de celdas 20.

La Figura 3 es un gráfico que muestra, a modo de ejemplo, una relación entre el estado de carga y el desplazamiento del grupo de celdas 20, y la Figura 4 es un gráfico que muestra, a modo de ejemplo, una relación entre el estado de carga y el desplazamiento diferencial del grupo de celdas 20.

En la Figura 3, una curva de desplazamiento 301 muestra la relación entre el estado de carga SOC y el desplazamiento D del grupo de celdas 20 que incluye la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N degradadas uniformemente. Por ejemplo, la curva de desplazamiento 301 puede obtenerse registrando el estado de carga SOC y el desplazamiento D en un intervalo de tiempo predeterminado mientras se carga el grupo de celdas 20 que incluye la pluralidad de celdas prístinas con la corriente constante desde el momento en que el estado de carga SOC es el 0 % hasta que el estado de carga SOC es el 100 %.

Una curva de desplazamiento 302 muestra la relación entre el estado de carga SOC y el desplazamiento D del grupo de celdas 20 que incluye la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N degradadas de forma no uniforme. La degradación no uniforme de la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N representa que una diferencia entre el grado máximo de degradación y el grado mínimo de degradación de la pluralidad de celdas de batería B₁~B_N excede un nivel predeterminado permisible. Por ejemplo, la curva de desplazamiento 302 puede obtenerse cartografiando y registrando el estado de carga SOC y el desplazamiento D en un intervalo de tiempo predeterminado en el grupo de celdas 20 degradado forzosamente por cargas/descargas repetidas durante 400 ciclos desde el momento en que el estado de carga SOC es el 0 % hasta que el estado de carga SOC es el 100 %.

En la Figura 4, a partir de la curva de desplazamiento 301 de la Figura 3 se obtiene una curva de desplazamiento diferencial 401, y muestra la relación entre el estado de carga SOC y el desplazamiento diferencial dD/dSOC del grupo

de celdas 20 en el intervalo comprendido entre un primer valor de referencia A y un segundo valor de referencia B. $dD/dSOC$ (valor diferencial del desplazamiento D) es una relación entre un cambio dD en D y un cambio $dSOC$ en SOC en un intervalo de tiempo predeterminado. El primer valor de referencia A y el segundo valor de referencia B pueden preestablecerse a partir de un resultado de pruebas para determinar la relación entre el grado de degradación de la celda de batería y el estado de carga en el que se produce la transición de fase.

Una curva de desplazamiento diferencial 402 se obtiene a partir de la curva de desplazamiento 302 de la Figura 3, y muestra la relación entre el estado de carga SOC y el desplazamiento diferencial $dD/dSOC$ del grupo de celdas 20 en el intervalo desde el primer valor de referencia A hasta el segundo valor de referencia B.

Cuando la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ se degrada uniformemente, la transición de fase de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ se produce simultáneamente en el mismo punto de tiempo o dentro de un intervalo de tiempo muy corto.

Por el contrario, cuando la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ se degrada de forma no uniforme, la transición de fase de al menos dos de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ se produce en un gran intervalo de tiempo. Por consiguiente, el número de regiones de baches en la curva de desplazamiento 302 es mayor que el número de regiones de baches en la curva de desplazamiento 301.

Cada bache se presenta como un pico de la curva de desplazamiento diferencial. Por consiguiente, la curva de desplazamiento diferencial 402 tiene un mayor número de picos que la curva de desplazamiento diferencial 401.

En primer lugar, la curva de desplazamiento diferencial 401 tiene un único pico P_{11} . Esto indica que la transición de fase en toda la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ uniformemente degradadas en el grupo de celdas 20 se produjo en el mismo punto de tiempo o dentro de un intervalo de tiempo muy corto.

Posteriormente, la curva de desplazamiento diferencial 402 tiene cuatro picos P_{21} , P_{22} , P_{23} , P_{24} . Esto indica que la transición de fase de al menos cuatro celdas de batería de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ degradadas de forma no uniforme en el grupo de celdas 20 se produjo en diferentes puntos de tiempo.

Durante la carga, ya que un aumento del estado de carga se presenta como un aumento del desplazamiento, cada pico de la curva de desplazamiento diferencial 401 y de la curva de desplazamiento diferencial 402 es el punto máximo. Por el contrario, durante la descarga, ya que una reducción del estado de carga se presenta como una reducción del desplazamiento, cada pico es el punto mínimo.

A través de esto, es posible determinar si el grado de degradación de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ del grupo de celdas 20 es uniforme a partir del número de picos de la curva de desplazamiento diferencial y/o de la distancia entre picos.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación. El método de la Figura 5 puede realizarse durante la carga o descarga del grupo de celdas 20. Para ayudar a la comprensión, la descripción se hace con referencia a la curva de desplazamiento 302 de la Figura 3 y a la curva de desplazamiento diferencial 402 de la Figura 4.

Haciendo referencia a las Figuras 1 a 5, en la etapa S510, la unidad de control 130 detecta el desplazamiento del grupo de celdas 20 en la dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ en un intervalo de tiempo predeterminado (por ejemplo, 0,01 s) durante un periodo de diagnóstico.

Cuando el método de la Figura 5 se realiza durante la carga del grupo de celdas 20, la hora de inicio del periodo de diagnóstico puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ alcanzó el primer valor de referencia A, y la hora de finalización del periodo de diagnóstico puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ alcanzó el segundo valor de referencia B (por ejemplo, 97 %) que es mayor que el primer valor de referencia A.

Cuando el método de la Figura 5 se realiza durante la descarga del grupo de celdas 20, la hora de inicio del periodo de diagnóstico puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ alcanzó el segundo valor de referencia B, y la hora de finalización del periodo de diagnóstico puede ser un punto de tiempo en el que el estado de carga de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ alcanzó el primer valor de referencia A.

En la etapa S520, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento 302 basándose en un historial del desplazamiento detectado en el intervalo de tiempo predeterminado a lo largo del periodo de diagnóstico.

En la etapa S530, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento diferencial 402 a partir de la curva de desplazamiento 302.

En la etapa S540, la unidad de control 130 determina si el número total de picos P_{21} , P_{22} , P_{23} , P_{24} de la curva de desplazamiento diferencial 402 es igual o mayor que un número umbral (por ejemplo, 4). El número de umbral puede estar preestablecido en 2 o más, considerando el número total N de la celda de batería B incluida en el grupo de celdas 20. Un valor de la etapa S540 que sea "Sí" indica que la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ está degradada de forma no uniforme. Cuando el valor de la etapa S540 es "Sí", el método pasa a la etapa S550.

En la etapa S550, la unidad de control 130 detiene la carga/descarga del grupo de celdas 20. Por ejemplo, la unidad de control 130 puede apagar el conmutador 120.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación. El método de la Figura 6 puede realizarse durante la carga o descarga del grupo de celdas 20. Para ayudar a la comprensión, la descripción se hace con referencia a la curva de desplazamiento 302 de la Figura 3 y a la curva de desplazamiento diferencial 402 de la Figura 4.

Haciendo referencia a las Figuras 1, 4 y 6, en la etapa S610, la unidad de control 130 detecta el desplazamiento del grupo de celdas 20 en la dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ en un intervalo de tiempo predeterminado para el periodo de diagnóstico. La descripción de la etapa S510 se aplica igualmente a la etapa S610.

En la etapa S620, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento 302 basándose en un historial del desplazamiento detectado en el intervalo de tiempo predeterminado a lo largo del periodo de diagnóstico.

En la etapa S630, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento diferencial 402 a partir de la curva de desplazamiento 302.

En la etapa S640, la unidad de control 130 determina si el número total de picos P_{21} , P_{22} , P_{23} , P_{24} de la curva de desplazamiento diferencial 402 es igual o mayor que 2. Cuando un valor en la etapa S640 es "Sí", el método pasa a la etapa S642.

En la etapa S642, la unidad de control 130 determina si la distancia pico máxima de la curva de desplazamiento diferencial 402 es igual o mayor que una distancia umbral (por ejemplo, 4 %). La distancia de pico máxima es una distancia ΔSOC_1 entre el primer pico P_{21} y el último pico P_{24} que aparece en un orden secuencial en la curva de desplazamiento diferencial 402. En la memoria descriptiva, la distancia entre dos picos puede ser un valor absoluto de diferencia entre el SOC de un pico y el SOC del otro pico. Cuando un valor en la etapa S642 es "Sí", el método pasa a la etapa S650.

En la etapa S650, la unidad de control 130 detiene la carga/descarga del grupo de celdas 20. Por ejemplo, la unidad de control 130 puede apagar el conmutador 120.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente un método de gestión de baterías de acuerdo con una tercera realización de la presente divulgación. El método de la Figura 7 puede realizarse durante la carga o descarga del grupo de celdas 20. Para ayudar a la comprensión, la descripción se hace con referencia a la curva de desplazamiento 302 de la Figura 3 y a la curva de desplazamiento diferencial 402 de la Figura 4.

Haciendo referencia a las Figuras 1, 4 y 7, en la etapa S710, la unidad de control 130 detecta el desplazamiento del grupo de celdas 20 en la dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ en un intervalo de tiempo predeterminado para el periodo de diagnóstico. La descripción de la etapa S510 se aplica igualmente a la etapa S710.

En la etapa S720, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento 302 basándose en un historial del desplazamiento detectado en el intervalo de tiempo predeterminado a lo largo del periodo de diagnóstico.

En la etapa S730, la unidad de control 130 determina la curva de desplazamiento diferencial 402 a partir de la curva de desplazamiento 302.

En la etapa S740, la unidad de control 130 determina si el número total de picos de interés de la curva de desplazamiento diferencial 402 es igual o mayor que el número umbral. El pico de interés es un pico que tiene el desplazamiento diferencial $dD/dSOC$ que es igual o mayor que un valor umbral D_{TH} . El valor umbral D_{TH} puede preestablecerse determinando experimentalmente una diferencia de desplazamiento causada por la transición de fase de la celda de batería B.

En la curva de desplazamiento diferencial 402, el pico P_{22} , el pico P_{23} y el pico P_{24} son picos de interés. El pico P_{21} puede aparecer en la curva de desplazamiento diferencial 402 debido a otras causas distintas de la transición de fase. El número de umbral puede estar preestablecido en 2 o más teniendo en cuenta el número total de elementos de batería incluidos en el grupo de elementos 20. Cuando un valor en la etapa S740 es "Sí", el método pasa a la etapa S742.

5 En la etapa S742, la unidad de control 130 determina si un pico de distancia de interés de la curva de desplazamiento diferencial 402 es igual o mayor que la distancia umbral (por ejemplo, 4 %). La distancia del pico de interés es una distancia ΔSOC_2 entre el primer pico de interés P_{22} y el último pico de interés P_{24} . Cuando un valor en la etapa S742 es "Sí", el método pasa a la etapa S750.

En la etapa S750, la unidad de control 130 detiene la carga/descarga del grupo de celdas 20. Por ejemplo, la unidad de control 130 puede apagar el conmutador 120.

10 A diferencia de la primera y segunda realizaciones, la tercera realización determina si la pluralidad de celdas de batería $B_1 \sim B_N$ está degradada de forma no uniforme basándose en los picos de interés, no todos los picos, mejorando de este modo la precisión de la determinación con respecto a la primera y segunda realizaciones.

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

20 Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a estos y es obvio para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y diversos cambios de estos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

25 Adicionalmente, los expertos en la materia pueden realizar otras tantas sustituciones, modificaciones y cambios en la presente divulgación descrita en lo que antecede sin apartarse de los aspectos técnicos de la presente divulgación, la presente divulgación no está limitada por las realizaciones descritas anteriormente y los dibujos adjuntos, y todas o algunas de las realizaciones se pueden combinar selectivamente para permitir diversas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de baterías (100) para un grupo de celdas (20) que incluye una pluralidad de celdas de batería (B_1, ..., B_N) conectadas en paralelo, comprendiendo el sistema de gestión de baterías:

un sensor de desplazamiento (113) configurado para detectar un desplazamiento del grupo de celdas en una dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería; y
una unidad de control (130) acoplada de forma operativa al sensor de desplazamiento, en donde la unidad de control está configurada para:

detectar el desplazamiento del grupo de celdas en un intervalo de tiempo predeterminado para un primer período de diagnóstico desde un primer punto de tiempo hasta un segundo punto de tiempo durante la carga del grupo de celdas, en donde el primer punto de tiempo es un punto de tiempo en el que un estado de carga del grupo de celdas alcanza un primer valor de referencia, y el segundo punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza un segundo valor de referencia,

determinar una primera curva de desplazamiento a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el primer periodo de diagnóstico, en donde la primera curva de desplazamiento indica una relación entre el desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el primer periodo de diagnóstico,

caracterizado por que la unidad de control está además configurada para:

determinar si la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme basándose en la primera curva de desplazamiento mediante:

determinar una primera curva de desplazamiento diferencial a partir de la primera curva de desplazamiento, en donde la primera curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el primer período de diagnóstico, y

determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la primera curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral, o en respuesta a que la distancia entre un primer pico y un último pico de la primera curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que una distancia umbral.

2. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor de desplazamiento incluye una galga extensométrica o un sensor láser.

3. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de control está configurada para:

detectar el desplazamiento del grupo de celdas en el intervalo de tiempo predeterminado para un segundo período de diagnóstico desde un tercer punto de tiempo hasta un cuarto punto de tiempo durante la descarga del grupo de celdas, en donde el tercer punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza el segundo valor de referencia, y el cuarto punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza el primer valor de referencia,

determinar una segunda curva de desplazamiento a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el segundo periodo de diagnóstico, en donde la segunda curva de desplazamiento indica una relación entre el desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el segundo periodo de diagnóstico, y

determinar si la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme basándose en la segunda curva de desplazamiento.

4. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de control está configurada para:

determinar una segunda curva de desplazamiento diferencial a partir de la segunda curva de desplazamiento, en donde la segunda curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el segundo período de diagnóstico, y

determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la segunda curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral.

5. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de control está configurada para:

determinar una segunda curva de desplazamiento diferencial a partir de la segunda curva de desplazamiento, en donde la segunda curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento y el estado de carga para el segundo período de diagnóstico, y

determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a una distancia entre un primer pico y un último pico de la segunda curva de desplazamiento diferencial que es igual o mayor que una distancia umbral.

6. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de control está configurada para detener la carga y descarga del grupo de celdas en respuesta a que se determine que la pluralidad de celdas de

batería está degradada de manera no uniforme.

7. Un paquete de baterías que comprende el sistema de gestión de baterías de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

5 8. Un método de gestión de baterías para un grupo de celdas que incluye una pluralidad de celdas de batería conectadas en paralelo, comprendiendo el método de gestión de baterías:

10 detectar un desplazamiento (S510, S610, S710) del grupo de celdas en una dirección de apilamiento de la pluralidad de celdas de batería en un intervalo de tiempo predeterminado para un período de diagnóstico desde un primer punto de tiempo hasta un segundo punto de tiempo durante la carga del grupo de celdas, en donde el primer punto de tiempo es un punto de tiempo en el que un estado de carga del grupo de celdas alcanza un primer valor de referencia, y el segundo punto de tiempo es un punto de tiempo en el que el estado de carga alcanza un segundo valor de referencia;

15 determinar una curva de desplazamiento (S520, S620, S720) a partir de un historial del desplazamiento del grupo de celdas durante el periodo de diagnóstico, en donde la curva de desplazamiento muestra una relación entre el desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el periodo de diagnóstico;
caracterizado por que el método comprende además:

20 determinar una curva de desplazamiento diferencial (S530, S630, S730) a partir de la curva de desplazamiento, en donde la curva de desplazamiento diferencial indica una relación entre un valor diferencial del desplazamiento del grupo de celdas y el estado de carga para el período de diagnóstico,
determinar si la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme basándose en la curva de desplazamiento mediante:

25 determinar que la pluralidad de celdas de batería está degradada de forma no uniforme en respuesta a que el número total de picos de la curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que un número umbral (S540), o en respuesta a que la distancia entre un primer pico y un último pico de la curva de desplazamiento diferencial es igual o mayor que una distancia umbral (S642, S742).

FIG. 1

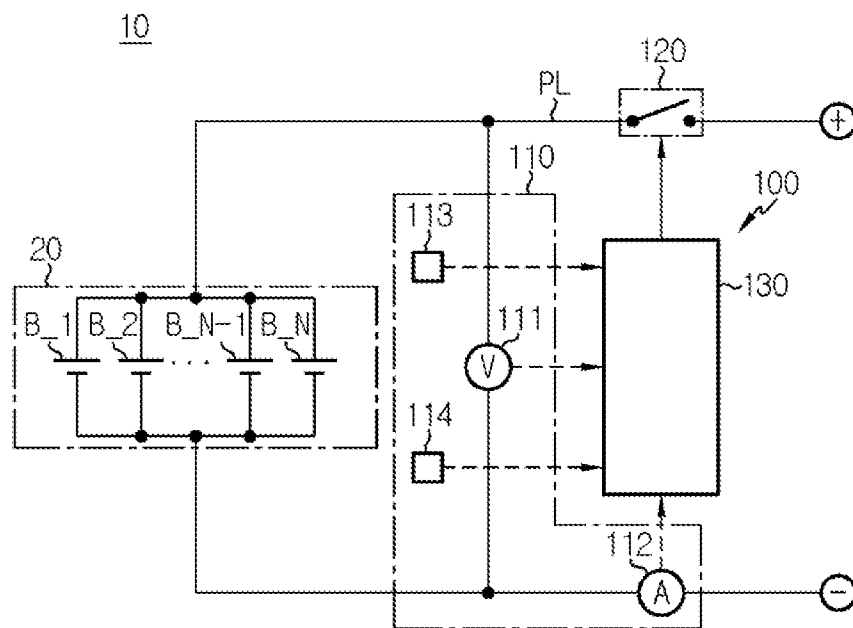


FIG. 2

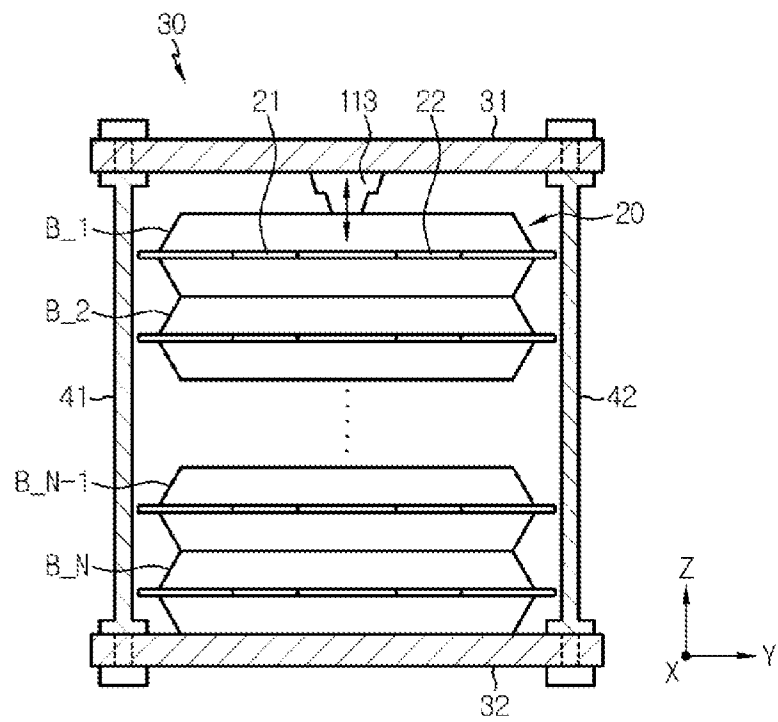


FIG. 3

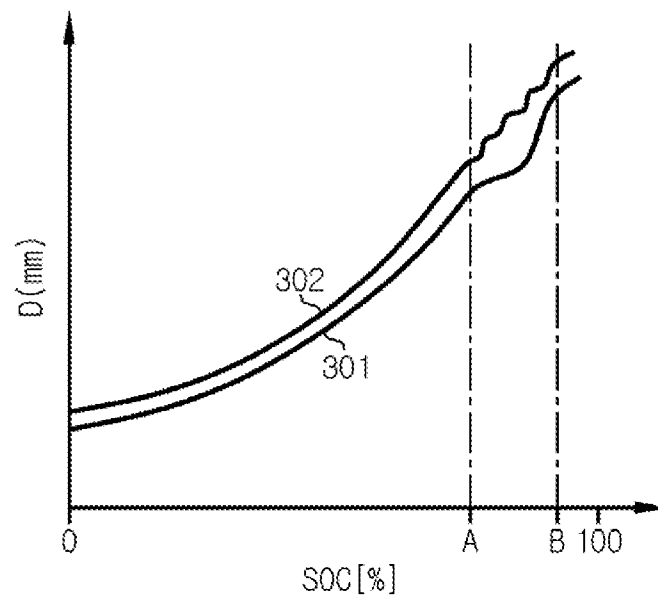


FIG. 4

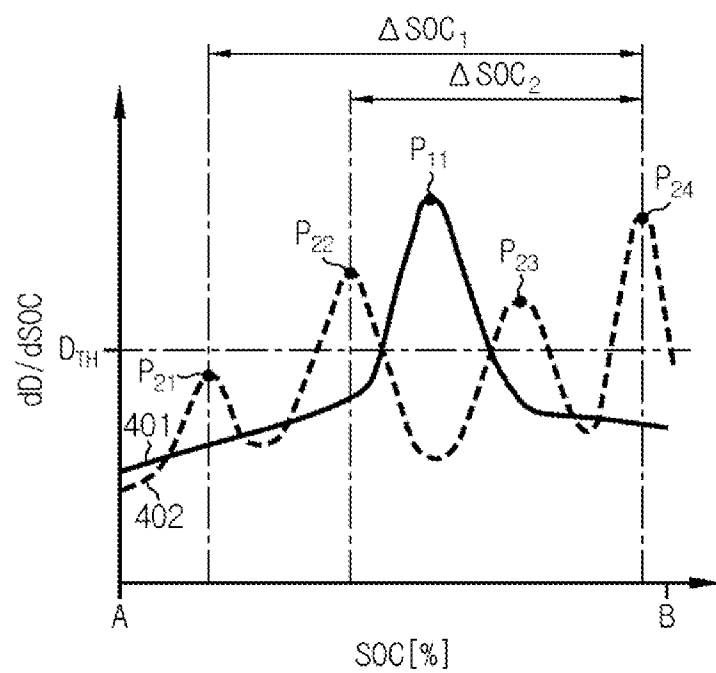


FIG. 5

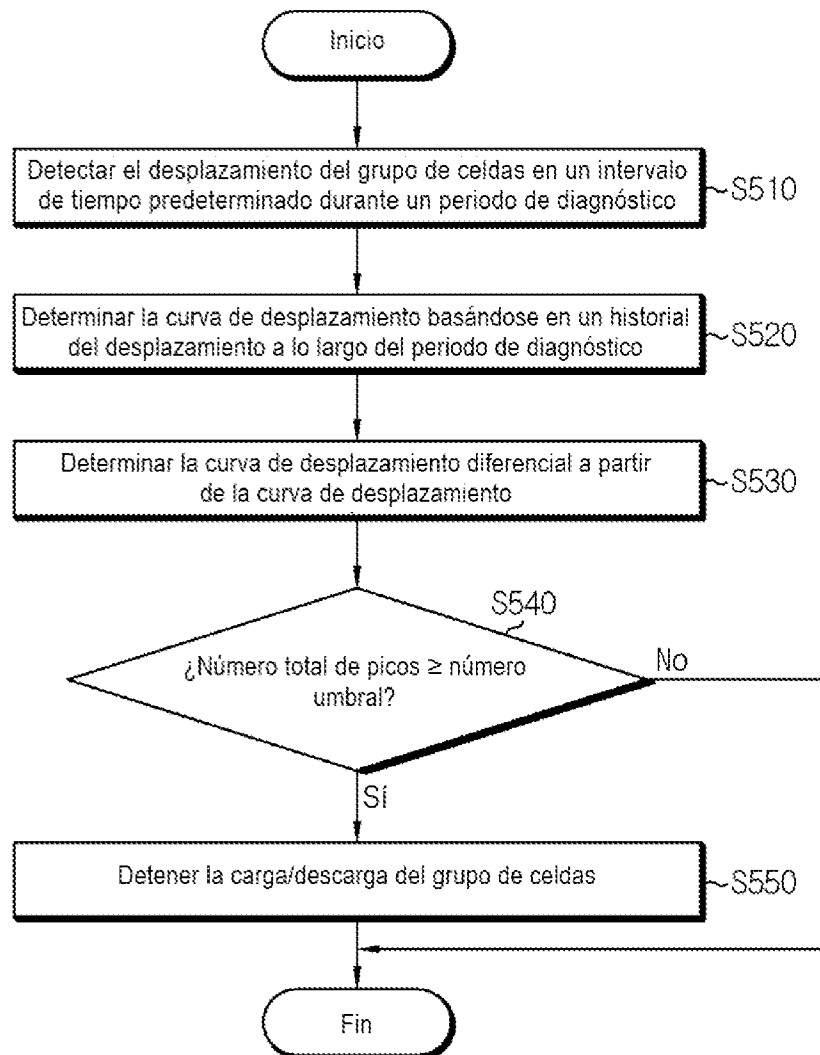


FIG. 6

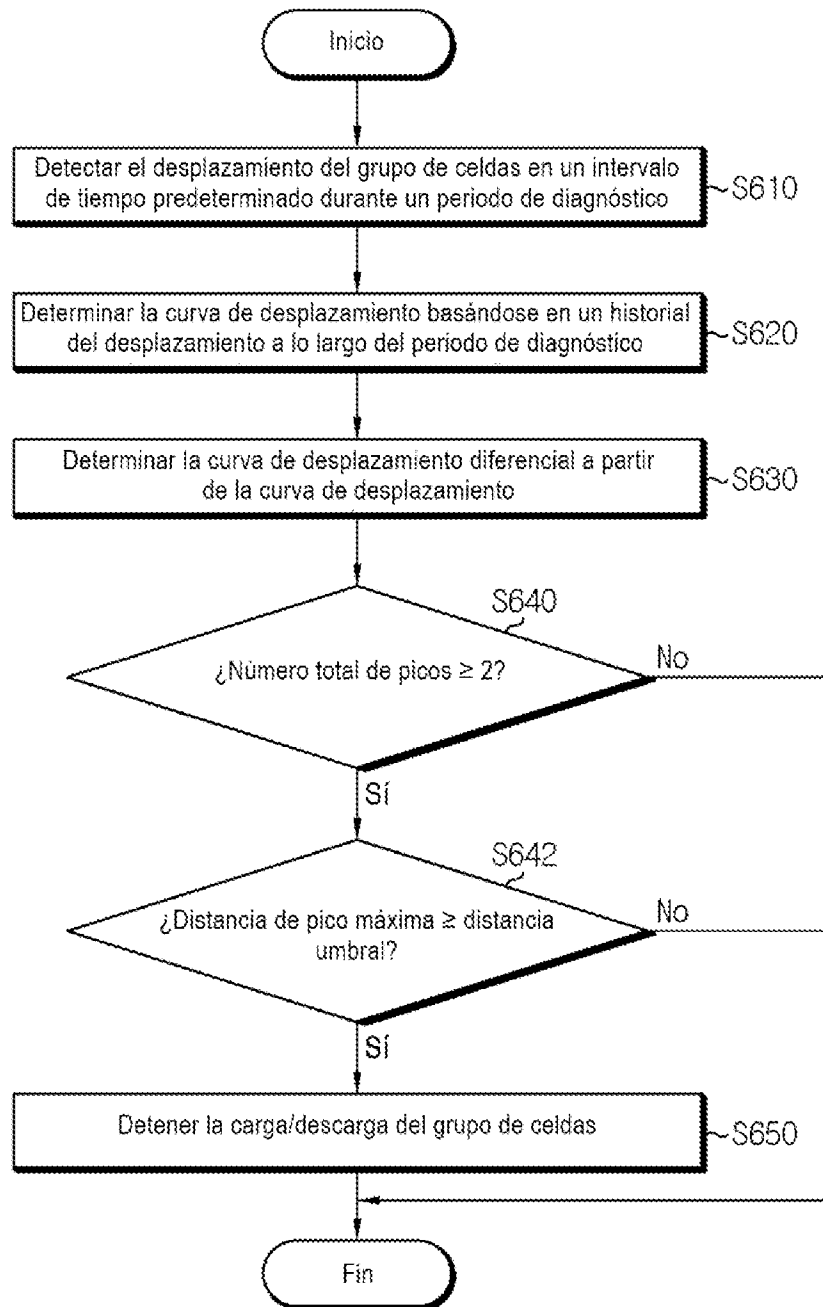


FIG. 7

