

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 188**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 4/58 (2010.01)

G01R 31/36 (2010.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2017 PCT/KR2017/014096**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018 WO18124514**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2017 E 17887097 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023 EP 3483976**

54 Título: **Aparato de gestión de batería y método para proteger una celda de fosfato de litio y hierro de la sobretensión usando el mismo**

30 Prioridad:

02.01.2017 KR 20170000360

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

25.03.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHA, SUN-YOUNG y
JOE, WON-TAE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 963 188 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 y método para proteger una celda de fosfato de litio y hierro de la sobretensión usando el mismo

5 **Sector de la técnica**

La presente solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente coreana n.º 10-2017-0000360 presentada en la República de Corea el 2 de enero de 2017.

10 La presente divulgación se refiere a un aparato de gestión de batería, y más particularmente, a un aparato de gestión de batería y método de protección de las celdas de fosfato de litio y hierro incluidas en una batería de la sobretensión.

15 **Estado de la técnica**

Las baterías se pueden cargar y descargar repetidamente, y así se usan como una fuente de alimentación en diversos campos. Por ejemplo, las baterías de ion litio se usan en dispositivos portátiles, tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, cámaras digitales, cámaras de vídeo, tabletas y herramientas eléctricas, así como en diversos tipos de dispositivos que funcionan con electricidad, que incluyen bicicletas eléctricas, motocicletas eléctricas, vehículos eléctricos, vehículos eléctricos híbridos, barcos eléctricos y aviones eléctricos.

20 Para usar establemente diversos tipos de dispositivos o sistemas que se suministran con energía de baterías, es esencial información precisa asociada al estado de carga (SOC) de la batería. Particularmente, el SOC es un parámetro que indica cuánto será establemente utilizable la batería, y se notifica a los usuarios en forma de valores numéricos, tales como 0~1 o 0 %~100 % basándose en la capacidad de diseño. Por ejemplo, los dispositivos con batería, tales como ordenadores portátiles, teléfonos móviles y vehículos, estiman el SOC y proporcionan a los usuarios información asociada al tiempo disponible convertida a partir del SOC estimado.

25 El SOC de la batería se expresa, en general, como un porcentaje de la capacidad restante de corriente con respecto a la capacidad de diseño en la fábrica, y en este caso, un método de integración de corriente (recuento de amperios) se usa ampliamente para determinar el SOC.

30 Mientras tanto, una batería puede incluir una pluralidad de celdas unitarias conectadas en serie, y en la práctica, características de carga/descarga de cada celda unitaria pueden no ser perfectamente las mismas debido a una diferencia en el proceso de fabricación, y las diferencias en SOC y el grado de degradación entre las celdas unitarias pueden aumentar debido al aumento de los ciclos de carga/descarga y entorno operativo, por ejemplo, temperatura. Esta diferencia entre las celdas unitarias conduce a sobrecarga o sobredescarga de una cierta celda incluida en la batería, dando con el tiempo como resultado una degradación del rendimiento global de la batería.

35 Como técnica relacionada para resolver el problema anteriormente descrito, se desvela la literatura de patentes 1 (publicación de patente coreana n.º 10-2015-0089627). La literatura de patentes 1 desvela la realización del equilibrado de celdas por descarga de una celda de tensión más alta entre múltiples celdas. Sin embargo, el equilibrado de celdas desvelado por la literatura de patentes 1 tiene una limitación en que la tecnología es inadecuada para las celdas de fosfato de litio y hierro (denominadas en lo sucesivo 'celdas LFP'). Una celda de LFP es una celda de batería que usa fosfato de litio y hierro (Li_xFePO_4) como material activo del electrodo positivo. La 'celda de LFP' tiene la ventaja de una larga vida.

40 Como se puede apreciar de la FIG. 1, en el caso de una celda de LFP, los cambios en la tensión de circuito abierto (OCV) son notablemente más pequeños durante un intervalo de uso óptimo (por ejemplo, SOC 30 %~95 %) que en otros tipos de celdas. Específicamente, la FIG. 1 ilustra esquemáticamente curvas de OCV-SOC de cada una de una celda de ion litio y una celda de LFP mostradas en experimentos previos realizados, mientras se mantiene una temperatura predefinida. La línea marcada con \blacklozenge en la FIG. 1 muestra la curva de OCV-SOC de la celda de ion litio usando LiCoO_2 para el electrodo positivo y la línea marcada con \bullet muestra la curva de OCV-SOC de la celda de LFP usando LiFePO_4 para el electrodo positivo, y la celda de LFP tiene poco cambio en OCV dentro del intervalo de SOC, excepto el fin carga y el fin descarga. Es decir, la OCV de la celda LFP se mantiene casi constante durante la mayor parte de los intervalos de SOC y aumenta rápidamente cuando SOC alcanza un punto muy próximo al 100 %, lo que dificulta encontrar un signo de sobretensión de la celda de LFP antes de llegar al punto correspondiente.

45 50 55 60 65 Además, debido a una limitación de hardware de un circuito para el equilibrado de celdas, la magnitud máxima permisible de una corriente de equilibrado durante la descarga de una cierta celda es muy pequeña, y en algunos casos, necesita algunas horas para reducir el SOC en un 1 %. Por consiguiente, se usa un circuito de equilibrado de celdas, pero, sin embargo, en realidad, es imposible descargar rápidamente una celda de LFP que tenga un aumento rápido en OCV cercano al límite superior de la tensión de carga, causando con el tiempo un daño irreversible de la celda de LFP.

Además, el documento de patente US 2011/0313613 se refiere a cargar y descargar un dispositivo de almacenamiento eléctrico con una unidad que comprende una pluralidad de elementos de almacenamiento eléctrico.

Divulgación

5

Problema técnico

La presente divulgación se diseña bajo los antecedentes de la técnica relacionada como se ha descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación se refiere a proporcionar un aparato y método de protección de una celda de fosfato de hierro y litio (LFP) de la sobretensión en la que un proceso de descarga empieza cuando se encuentra un signo de riesgo de sobretensión en un valor de tensión de al menos una de múltiples celdas de LFP conectadas en serie dentro de una batería de LFP durante un proceso de carga, en vista de las características del rápido aumento de tensión cerca del SOC al 100 % como se puede apreciar a través de la curva de carga de la celda de LFP.

15

Además, la presente divulgación se refiere además a proporcionar un aparato y método de determinación de un valor de tensión umbral para determinar si una celda de LFP tiene un riesgo de sobretensión, teniendo en cuenta el tiempo de retraso de un sistema de potencia.

20

Además, la presente divulgación se refiere además a proporcionar un aparato y método para determinar si parar o no un proceso de descarga basado en la capacidad de descarga parcial calculada mediante el recuento de amperios desde el fin del proceso de carga.

Objeto de la invención

25

Para lograr el objeto, un aparato de gestión de batería según un aspecto de la presente divulgación incluye una unidad de medición de tensión conectada eléctricamente a múltiples celdas de LFP en una batería de fosfato de hierro y litio (LFP), las celdas de LFP conectadas en serie, para medir individualmente la tensión de cada celda de LFP y generar un valor de tensión indicativo de la tensión medida, y una unidad de control configurada para generar una primera señal que solicita el comienzo de un proceso de carga de la batería de LFP, y cuando al menos uno de los valores de tensión de las múltiples celdas de LFP generadas de la unidad de medición de tensión alcanza un valor de tensión umbral mientras que el proceso de carga se realiza por la primera señal, generar una segunda señal que solicita la parada del proceso de carga y generar una tercera señal que solicita el inicio de un proceso de descarga. En este caso, el proceso de carga se diseña para aumentar la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de carga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de carga objetivo final. Además, el proceso de descarga se diseña para reducir la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de descarga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de descarga objetivo final.

30

35

40

Además, la tensión de carga objetivo inicial del proceso de carga es mayor que la tensión de descarga objetivo inicial del proceso de descarga.

45

Además, la unidad de control se puede configurar para determinar el valor de tensión umbral restando un valor de margen de tensión correspondiente a un tiempo de retraso de un límite prefijado superior del valor de tensión de carga de la celda de LFP.

50

Además, la unidad de control se puede configurar para determinar el tiempo de retraso basándose en al menos uno de un primer tiempo transcurrido y un segundo tiempo transcurrido. En este caso, el primer tiempo transcurrido puede ser un periodo de un tiempo de salida de la primera señal a un tiempo inicial del proceso de carga por la primera señal, y el segundo tiempo transcurrido puede ser un periodo de un tiempo de salida de la tercera señal a un tiempo inicial del proceso de descarga por la tercera señal.

55

60

Además, el aparato de gestión de batería puede incluir además una unidad de medición de corriente configurada para medir una corriente de la batería de LFP, y generar un valor de corriente indicativo de la corriente medida. En este caso, la unidad de control se puede configurar para calcular la capacidad de descarga parcial de la batería de LFP integrando el valor de corriente generado de la unidad de medición de corriente con el tiempo desde que empieza el momento del proceso de descarga. Posteriormente, la unidad de control se puede configurar para generar una cuarta señal que solicita la parada del proceso de descarga cuando la capacidad de descarga parcial alcanza una relación de referencia de descarga con respecto a la capacidad restante de la batería de LFP en el momento en el que se detiene el proceso de carga. Preferentemente, la relación de referencia de descarga puede ser del 3 %.

65

Además, la unidad de control se puede configurar para generar una quinta señal que solicita el aumento de tensión suministrado a la batería de LFP cada vez que la corriente de la batería de LFP alcanza un primer valor de corriente umbral durante el proceso de carga.

Además, la unidad de control se puede configurar para generar una sexta señal que solicita la disminución de la

tensión suministrada a la batería de LFP cada vez que la corriente de la batería de LFP alcanza un segundo valor de corriente umbral durante el proceso de descarga.

5 Además, el proceso de descarga puede empezar después de que se reduzca la tensión suministrada a la batería de LFP según una tasa de cambio predefinida desde un valor de tensión en el momento en el que se detiene el proceso de carga por la segunda señal hasta el valor de tensión de descarga objetivo inicial.

10 Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un paquete de baterías que incluye el aparato de gestión de batería.

15 Un método según todavía otro aspecto de la presente divulgación es para proteger una celda de LFP incluida en una batería de LFP de la sobretensión usando el aparato de gestión de batería. El método incluye generar una primera señal que solicita el inicio de un proceso de carga de la batería de LFP, generar una segunda señal que solicita la parada del proceso de carga cuando al menos uno de los valores de tensión de múltiples celdas de LFP alcanza un valor de tensión umbral, mientras que el proceso de carga se realiza por la primera señal, y generar una tercera señal que solicita el inicio de un proceso de descarga después de que se detiene el proceso de carga por la segunda señal. En este caso, el proceso de carga se diseña para aumentar la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de carga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de carga objetivo final, y el proceso de descarga se diseña para reducir la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de descarga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de descarga objetivo final.

Efectos ventajosos

25 Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, cuando se encuentra un signo de riesgo de sobretensión en un valor de tensión de al menos una de múltiples celdas de LFP conectadas en serie dentro de una batería de LFP, la celda de LFP se puede proteger de la sobretensión empezando un proceso de descarga.

30 Además, un valor de tensión umbral para determinar si la celda de LFP tiene un riesgo de sobretensión se puede determinar, teniendo en cuenta el tiempo de retraso de un sistema de potencia. Por consiguiente, a medida que el valor de tensión umbral se ajusta adaptativamente al tiempo de retraso, la sobretensión de la celda de LFP se puede prevenir más eficazmente que el caso del valor de tensión umbral fijo.

35 Además, la determinación en cuanto a si detener un proceso de descarga se puede hacer basándose en la capacidad de descarga parcial calculada mediante el recuento de amperios desde el momento en el que se terminó el proceso de carga debido al signo de riesgo de sobretensión encontrado en al menos una celda de LFP. Por consiguiente, se puede prevenir la sobredescarga de la batería de LFP.

Descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos ilustran una realización de la presente divulgación y junto con la siguiente descripción detallada, sirven para proporcionar un entendimiento adicional de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por lo tanto, la presente divulgación no debe interpretarse como limitada a las afirmaciones en los dibujos.

45 La FIG. 1 es un gráfico esquemático que muestra una curva de tensión de circuito abierto (OCV)-estado de carga (SOC) para identificar las características de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP).

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema de potencia según una realización de la presente divulgación.

50 La FIG. 3 es un gráfico de referencia para describir una correlación entre muchos modos operativos de un aparato de gestión de batería según una realización de la presente divulgación.

Las FIG. 4 y 5 son diagramas de flujo que muestran las etapas de un método para proteger una celda de LFP de la sobretensión según una realización de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

55 En lo sucesivo, las realizaciones de la presente divulgación se describirán con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, se debe entender que los términos o palabras usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas no se deben interpretar como limitados a significados generales y de diccionario, sino interpretar basándose en los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación basándose en el principio de que el inventor está autorizado para definir apropiadamente términos para la mejor explicación.

65 En las realizaciones descritas a continuación, una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) puede referirse a una celda de LFP que incluye un conjunto de electrodo positivo/separador/electrodo negativo y un electrolito en un paquete, así como un conjunto que incluye celdas de LFP conectadas en serie o en paralelo. La batería de LFP se puede incluir en un paquete de baterías, junto con un aparato de gestión de batería 100 descrito a continuación.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema de alimentación según una realización de la presente divulgación.

5 Con referencia a la FIG. 2, el sistema de alimentación según una realización de la presente divulgación incluye un aparato de gestión de batería 100 y un dispositivo de carga 200.

10 El aparato de gestión de batería 100 incluye una unidad de medición de tensión 110, una unidad de medición de corriente 120 y una unidad de control 140, y opcionalmente, puede incluir además una unidad de medición de temperatura 130.

15 El aparato 100 está configurado para realizar el control para proteger una batería de LFP B, así como cada celda de LFP incluida en su interior, de la sobretensión ajustando un proceso relacionado con la carga y descarga de la batería de LFP B cuando se cumple una condición prefijada.

20 La batería de LFP B está conectada eléctricamente al dispositivo de carga 200 mediante un terminal de alto potencial (PACK+) y un terminal de bajo potencial (PACK-). El dispositivo de carga 200 se refiere a un dispositivo que funciona con potencia generada de la batería de LFP B o funciona para cargar la batería de LFP B a la tensión requerida. Por comodidad de descripción, se supone en lo sucesivo que la batería de LFP B incluye cuatro celdas de LFP celda₁~celda₄ conectadas en serie como se muestra en la FIG. 2. Las celdas de LFP incluidas en la batería de LFP B se pueden fabricar con la misma propiedad eléctrica y química y especificación física. Por ejemplo, cada celda de LFP se puede diseñar con el límite superior de valor de tensión de carga de 3,7 V.

25 El dispositivo de carga 200 incluye un sistema de control 210, una unidad de conversión de potencia 220 y una carga 230. Opcionalmente, el dispositivo de carga 200 puede incluir además un cargador 240. El cargador 240 puede suministrar una corriente de carga para cargar la batería de LFP B a la batería de LFP B a través de la unidad de conversión de potencia 220. El cargador 240 puede producir una corriente de carga en sí, y puede producir una corriente de carga recibiendo potencia de una fuente de alimentación comercial.

30 En un ejemplo preferido, la carga 230 puede ser un motor incluido en un vehículo eléctrico o un vehículo eléctrico híbrido, y la unidad de conversión de potencia 220 puede ser un inversor capaz de conversión de potencia bidireccional.

35 El sistema de control 210 es un sistema informático que controla la operación global del dispositivo de carga 200. Particularmente, el sistema de control 210 puede controlar la carga y descarga de la batería de LFP B usando el parámetro de salida de la batería de LFP B proporcionado por la unidad de control 140. Por ejemplo, el dispositivo de carga 200 puede suministrar tensión constante que tiene un nivel predefinido de la batería de LFP B basándose en el parámetro de salida de la batería de LFP B proporcionado por la unidad de control 140. Por la tensión constante suministrada por el dispositivo de carga 200, cada celda de LFP incluida en la batería de LFP B se puede cargar o descargar.

40 La unidad de conversión de potencia 220 transmite la salida de descarga de la batería de LFP B a la carga 230. En este caso, la unidad de conversión de potencia 220 puede ajustar el grado de conversión de potencia de manera que la batería de LFP B se pueda descargar en el intervalo del parámetro de salida bajo el control del sistema de control 210.

45 Por el contrario, la unidad de conversión de potencia 220 puede transmitir la salida de carga suministrada del cargador 240 a la batería de LFP B. En este caso, la unidad de conversión de potencia 220 puede ajustar el grado de conversión de potencia de manera que la batería de LFP B se pueda cargar en el intervalo del parámetro de salida bajo el control del sistema de control 210.

50 El aparato 100 según la presente divulgación puede incluir además una unidad de memoria 150. La unidad de memoria 150 no se limita a un tipo particular de medio de almacenamiento cuando puede registrar y borrar información. Por ejemplo, la unidad de memoria 150 puede incluir RAM, ROM, registro, disco duro, un soporte de grabación óptico o un medio de grabación magnético.

55 La unidad de memoria 150 puede conectarse eléctricamente a la unidad de control 140 mediante, por ejemplo, un bus de datos, para permitir a la unidad de control 140 que acceda a ella.

60 Además, la unidad de memoria 150 guarda y/o actualiza y/o transmite programas que incluyen diversos tipos de lógica de control ejecutada por la unidad de control 140, y/o datos creados cuando se ejecuta la lógica de control.

65 La unidad de memoria 150 se puede dividir lógicamente en dos o más, y se puede incluir en la unidad de control 140 sin limitaciones.

La unidad de medición de tensión 110 se acopla eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir

señales eléctricas. La unidad de medición de tensión 110 mide la tensión aplicada entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de la batería de LFP B en un intervalo de tiempo bajo el control de la unidad de control 140 y genera un valor de tensión indicativo de la tensión medida a la unidad de control 140. Además, la unidad de medición de tensión 110 puede medir la tensión aplicada en dos extremos de cada celda de LFP, incluida en la batería de LFP B, y genera un valor de tensión indicativo de la tensión medida de cada celda de LFP a la unidad de control 140. Para este fin, la unidad de medición de tensión 110 puede conectarse eléctricamente al electrodo positivo y el electrodo negativo de cada celda de LFP mediante múltiples líneas de detección.

La unidad de control 140 guarda el valor de tensión de la batería de LFP B y el valor de tensión de cada celda de LFP generada de la unidad de medición de tensión 110 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de tensión 110 puede incluir un sensor de tensión usado comúnmente en la técnica.

La unidad de medición de corriente 120 se acopla eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir señales eléctricas. La unidad de medición de corriente 120 mide la corriente que circula a través de la batería de LFP B en un intervalo de tiempo bajo el control de la unidad de control 140 y genera un valor de corriente indicativo de la corriente medida a la unidad de control 140. La unidad de control 140 guarda el valor de corriente generado de la unidad de medición de corriente 120 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de corriente 120 puede incluir un sensor de Hall o una resistencia sensora usada comúnmente en la técnica. La unidad de control 140 puede determinar si la batería de LFP B está siendo cargada o descargada o la batería de LFP B no está en uso basándose en el símbolo del valor de corriente generado de la unidad de medición de corriente 120.

La unidad de medición de temperatura 130 se acopla eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir señales eléctricas. La unidad de medición de temperatura 130 mide la temperatura de la batería de LFP B en un intervalo de tiempo y genera un valor de temperatura indicativo de la temperatura medida a la unidad de control 140. La unidad de control 140 almacena el valor de temperatura generado de la unidad de medición de temperatura 130 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de temperatura 130 puede incluir un termopar comúnmente usado en la técnica.

El aparato 100 según la presente divulgación puede incluir además una interfaz de comunicación 160. La interfaz de comunicación 160 es un componente necesario para la unidad de control 140 para establecer comunicación con el sistema de control 210 incluido en el dispositivo de carga 200.

La interfaz de comunicación 160 incluye cualquier interfaz de comunicación conocida que soporte la comunicación entre dos sistemas diferentes. La interfaz de comunicación puede soportar comunicación cableada o inalámbrica. Preferentemente, la interfaz de comunicación puede soportar comunicación de red de área del controlador (CAN) o comunicación en cadena margarita.

La unidad de control 140 puede determinar el SOC de la batería de LFP B usando selectivamente al menos uno del valor de tensión de la batería de LFP B generado por la unidad de medición de tensión 110 y el valor de corriente de la batería de LFP B generado por la unidad de medición de corriente 120 y el valor de temperatura de la batería de LFP B generado por la unidad de medición de temperatura 130. Por supuesto, la unidad de control 140 puede determinar individualmente el SOC de las celdas de LFP basándose en el valor de corriente de la batería de LFP B generado por la unidad de medición de corriente 120 y el valor de tensión de cada celda de LFP generado por la unidad de medición de tensión 110.

Por ejemplo, el SOC de la batería de LFP B puede ser un valor determinado usando el método de recuento de amperios. En otras palabras, la unidad de control 140 puede no solo monitorizar continuamente el SOC de la batería de LFP B, sino también actualizar el SOC determinado usando el SOC determinado en el tiempo de corriente, basándose en los resultados de integración del valor de corriente medido periódicamente a través de la unidad de medición de corriente 120 con el tiempo. En el caso de uso del método de recuento de amperios, el valor de temperatura de la batería de LFP B se puede usar para corregir la cantidad integrada de corriente.

La unidad de control 140 monitoriza el valor de tensión generado secuencialmente por la unidad de medición de tensión 110 y el valor de corriente generado secuencialmente por la unidad de medición de corriente 120. En este caso, el tiempo de medición de tensión por unidad de medición de tensión 110 y el tiempo de medición de corriente por unidad de medición de corriente 120 pueden sincronizarse entre sí. Opcionalmente, el tiempo de medición de temperatura por la unidad de medición de temperatura 130 también puede ser sincronizado con el tiempo de medición de tensión por la unidad de medición de tensión 110 o el tiempo de medición de corriente por la unidad de medición de corriente 120. Además, la unidad de control 140 puede almacenar, en la unidad de memoria 150, un número predefinido de valores de tensión y un número predefinido de valores de corriente generados respectivamente de la unidad de medición de tensión 110 y la unidad de medición de corriente 120 durante un periodo predefinido en el pasado a partir del momento actual.

La FIG. 3 es un gráfico de referencia en la descripción de una correlación entre muchos modos operativos del aparato de gestión de batería 100 según una realización de la presente divulgación.

Como se puede apreciar mediante la FIG. 3, el aparato de gestión de batería 100 puede funcionar al menos en modo de carga suave y modo de descarga suave. Opcionalmente, la unidad de control 140 puede funcionar en un primer modo de transición durante al menos parte de todo el periodo desde el momento final del modo de carga suave hasta un momento antes del inicio del modo de descarga suave. Además, la unidad de control 140 puede funcionar en un segundo modo de transición durante al menos parte del periodo desde el momento final del modo de descarga suave hasta un momento antes del inicio del modo de carga suave, que es diferente del primer modo de transición.

En primer lugar, se describirá el modo de carga suave.

<Modo de carga suave>

Cuando la unidad de control 140 entra en un modo de carga suave, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el inicio de un proceso de carga prefijado. La señal que solicita el inicio del proceso de carga se puede transmitir al dispositivo de carga 200. El proceso de carga puede ser un proceso designado para aumentar la tensión suministrada del dispositivo de carga 200 a la batería de LFP B escalonadamente desde un valor de tensión de carga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de carga objetivo final. El valor de tensión de carga objetivo final puede ser prefijado en vista del número de celdas de LFP celda₁~celda₄ conectadas en serie incluidas en la batería de LFP B y un límite superior de valor de tensión de carga de cada celda de LFP. Por ejemplo, cuando el límite superior de valor de tensión de carga de cada celda de LFP es 3,7 V y cuatro celdas de LFP están conectadas en serie, el valor de tensión de carga objetivo final puede ser 14,8 V.

Por ejemplo, se supone que el valor de tensión de carga objetivo inicial es 14,2 V y el valor de tensión de carga objetivo final es 14,8 V como se muestra en la FIG. 3. En este caso, a partir del inicio del proceso de carga y hasta que se cumpla una condición predefinida de aumento de tensión, la tensión constante con el valor de tensión de carga objetivo inicial de 14,2 V se puede suministrar a la batería de LFP B. Cuando la condición de aumento de tensión se satisface durante el suministro de tensión constante de 14,2 V a la batería de LFP B, se puede suministrar tensión constante superior a 14,2 V a la batería de LFP B. Aquí, tensión constante superior a 14,2 V puede ser un valor de tensión de carga objetivo final de 14,8 V o tener un nivel entre 14,2 V y 14,8 V. Por ejemplo, en el proceso de carga, cada vez que se satisface la condición de aumento de tensión, la tensión suministrada a la batería de LFP B se puede aumentar por un valor prefijado (por ejemplo, 0,2 V) usando el valor de tensión de carga objetivo final como límite superior.

La condición de aumento de tensión es el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 que alcanza un primer valor de tensión umbral prefijado. Cuando se asume que el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 es un número positivo mientras que la corriente de carga de la batería de LFP B está circulando, el primer valor de corriente umbral también puede ser prefijado para que sea un número positivo. Por ejemplo, cuando el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 se reduce gradualmente y alcanza 1,5 A fijos como el primer valor de corriente umbral, mientras que la tensión constante del primer nivel se suministra a la batería de LFP B según el proceso de carga, la tensión constante de segundo nivel superior al primer nivel se puede suministrar a la batería de LFP B según el proceso de carga. Si el primer nivel es el valor de tensión de carga objetivo final, el proceso de carga se puede terminar automáticamente.

El valor de corriente (por ejemplo, 1,3 A) de corriente de carga que es igual a o más pequeño que el primer valor de corriente umbral 1,5 A mientras se suministra tensión constante de nivel especificado a la batería de LFP B representa que la tensión de la batería de LFP B se carga en un nivel similar a la tensión constante correspondiente de nivel especificado. Por consiguiente, la unidad de control 140 puede determinar si la condición de aumento de tensión se satisface para suministrar tensión constante del siguiente nivel que pertenece al proceso de carga a la batería de LFP B o terminar el proceso de carga. En este caso, el primer valor de corriente umbral puede ser predeterminado para ser un valor óptimo en vista de un error de medición de la unidad de medición de corriente 120.

Durante el proceso de carga, es decir, desde el momento inicial del proceso de carga hasta el momento final, la unidad de control 140 puede monitorizar individualmente valores de tensión de las celdas de LFP celda₁~celda₄ incluidas en la batería de LFP B, y puede determinar periódicamente si al menos uno de los valores de tensión que se monitorizan alcanza un valor de tensión umbral. Cuando al menos uno de los valores de tensión que se monitoriza alcanza el valor de tensión umbral durante el proceso de carga, la unidad de control 140 puede generar una señal que solicita la parada del proceso de carga. Junto con esto o por separado, la unidad de control 140 puede almacenar datos que representan el SOC de la batería de LFP B en el momento en el que se genera la señal que solicita la parada del proceso de carga, es decir, la corriente o la última capacidad restante determinada en la unidad de memoria 150.

Aquí, el valor de tensión umbral es un valor que es inferior al límite superior prefijado del valor de tensión de carga de la celda de LFP, y se puede determinar en vista de un tiempo de retraso. En este caso, el tiempo de retraso puede ser el tiempo total transcurrido desde el momento en el que una señal especificada se transmite desde el sistema de alimentación hasta el momento en el que se ejecuta una función designada por la señal especificada

correspondiente. La unidad de control 140 puede determinar el valor de tensión umbral restando un valor de margen de tensión correspondiente al tiempo de retraso desde el límite superior del valor de tensión de carga. El valor de margen de tensión puede ser un parámetro que es proporcional al tiempo de retraso, y en este caso, a medida que aumenta el tiempo de retraso, se reduce el valor de tensión umbral, y, por el contrario, a medida que se reduce el tiempo de retraso, aumenta el valor de tensión umbral.

Cuando el proceso de carga se detiene en realidad por la señal que solicita la parada del proceso de carga, la unidad de control 140 puede cancelar el modo de carga suave.

Después de que se cancele el modo de carga suave, la unidad de control 140 puede entrar en el modo de descarga suave inmediatamente, o puede entrar en el modo de descarga suave mediante el primer modo de transición. En lo sucesivo, el modo de descarga suave se describirá primero y luego seguirá una descripción del primer modo de transición.

<Modo de descarga suave>

Cuando la unidad de control 140 entra en el modo de descarga suave, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el inicio de un proceso de descarga prefijado. La señal que solicita el inicio del proceso de descarga se puede transmitir al dispositivo de carga 200. El proceso de descarga puede ser un proceso diseñado para reducir la tensión suministrada desde el dispositivo de carga 200 hasta la batería de LFP B escalonadamente desde un valor de tensión de descarga objetivo inicial prefijado.

Por ejemplo, se supone que el valor de tensión de descarga objetivo inicial es 13,3 V y un valor de tensión de descarga objetivo final es 13,0 V como se muestra en la FIG. 3. En este caso, a partir del inicio del proceso de descarga hasta que se satisface una condición de disminución de tensión predefinida, la tensión constante con el valor de tensión de descarga objetivo inicial de 13,3 V se puede suministrar a la batería de LFP B. Cuando la condición de disminución de tensión se satisface durante el suministro de tensión constante de 13,3 V a la batería de LFP B, se puede suministrar tensión constante inferior a 13,3 V a la batería de LFP B. Aquí, la tensión constante inferior a 13,3 V puede ser el valor de tensión de descarga objetivo final de 13,0 V, o tener un nivel (por ejemplo, 13,2 V, 13,1 V) entre 13,3 V y 13,0 V. Por ejemplo, en el proceso de descarga, la tensión suministrada a la batería de LFP B puede ser reducida por un valor prefijado (por ejemplo, 0,1 V) cada vez que se satisface la condición de disminución de tensión.

Según circunstancias, un valor de tensión inferior límite suministrado a la batería de LFP B, es decir, la tensión de descarga objetivo final puede no estar prefijada en el proceso de descarga.

La condición de caída de tensión es tal que el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 alcanza un segundo valor de corriente umbral prefijado. Cuando se asume que el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 es un número negativo, mientras que la corriente de descarga de la batería de LFP B está circulando, el segundo valor de corriente umbral también puede prefijarse para ser un número negativo. Por ejemplo, cuando el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120 aumenta gradualmente y alcanza -1,5 A fijados para ser el segundo valor de corriente umbral, mientras que la tensión constante del tercer nivel se suministra a la batería de LFP B según el proceso de descarga, la tensión constante del cuarto nivel inferior al tercer nivel se puede suministrar a la batería de LFP B según el proceso de descarga. Cuando el tercer nivel es el valor de tensión de descarga objetivo final, el proceso de descarga puede terminar automáticamente.

El valor de corriente (por ejemplo, -1,4 A) de la corriente de descarga que es igual o superior al segundo valor de corriente umbral -1,5 A mientras que la tensión constante del nivel especificado se suministra a la batería de LFP B representa que la tensión de la batería de LFP B se descarga en un nivel similar a la tensión constante correspondiente del nivel especificado. Por consiguiente, la unidad de control 140 puede determinar si la condición de caída de tensión se satisface para suministrar tensión constante de siguiente nivel que pertenece al proceso de descarga de la batería de LFP B o terminar el proceso de descarga. En este caso, se puede predeterminar que el segundo valor de corriente umbral es un valor óptimo en vista de un error de medición de la unidad de medición de corriente 120 de la misma forma que el primer valor de corriente umbral.

Durante el proceso de descarga, es decir, desde el momento inicial del proceso de descarga hasta el momento final, la unidad de control 140 puede monitorizar el valor de corriente de la unidad de medición de corriente 120, y calcular la capacidad de descarga parcial que es un valor resultante de la integración de valores de corriente que se monitorizan con el tiempo. La capacidad de descarga parcial puede ser, por ejemplo, un parámetro de 'amperios hora (Ah)' en unidad. Cuando la capacidad de descarga parcial alcanza una relación de referencia de descarga con respecto a la capacidad restante de la batería de LFP B en el momento en el que se detiene el proceso de carga, la unidad de control 140 puede generar una señal que solicita la parada del proceso de descarga. Por ejemplo, cuando se supone que la capacidad restante de la batería de LFP B en el momento en el que se detiene el proceso de carga se corresponde a SOC al 90 %, si la capacidad de descarga parcial es igual o superior a la capacidad correspondiente a SOC al 2,7 % que es 3 % de SOC al 90 %, la unidad de control 140 puede generar una señal que solicita la parada del proceso de descarga.

Aquí, la relación de referencia de descarga es un parámetro para prevenir la sobretensión de la celda de LFP y prevenir que la batería de LFP B se sobredescargue más de lo necesario, y se pueden determinar en vista de la curva de carga de la celda de LFP. Por ejemplo, cuando SOC al comienzo de un cambio rápido en OCV (por ejemplo, una relación de cambio de tensión es igual a o superior a un valor especificado) en la curva de carga de la celda de LFP es del 97 %, se puede determinar que la relación de referencia de descarga es igual al 3 % que es una diferencia con 100 % que es SOC correspondiente a carga completa.

Cuando el proceso de descarga se detiene en realidad por la señal que solicita la parada del proceso de descarga, la unidad de control 140 puede cancelar el modo de descarga suave.

Antes de la descripción del modo de transición, la determinación del tiempo de retraso previamente descrito se describirá con detalle. Según una realización, la unidad de control 140 puede determinar un primer momento transcurrido desde el momento de salida de la señal que solicita el inicio del proceso de carga hasta el momento inicial del proceso de carga como el tiempo de retraso. Según otra realización, la unidad de control 140 puede determinar un segundo momento transcurrido desde el momento de salida de la señal que solicita el inicio del proceso de descarga hasta el momento inicial del proceso de descarga como el tiempo de retraso. Según todavía otra realización, la unidad de control 140 puede determinar un promedio desde el primer momento transcurrido y el segundo tiempo transcurrido como el tiempo de retraso basado en el primer tiempo transcurrido y el segundo tiempo transcurrido. Por supuesto, no se excluye que el tiempo de retraso pueda tener un valor fijo prefijado mediante experimentación previa.

<Modo de transición>

En la presente divulgación, el modo de transición se puede clasificar en un primer modo de transición y un segundo modo de transición.

Al menos desde el momento en el tiempo en el que se detiene el proceso de carga por una señal que solicita la parada del proceso de carga o a partir de aquí hasta que el proceso de descarga empieza, la unidad de control 140 funciona en el primer modo de transición. El primer modo de transición es un modo para disminuir establemente la tensión suministrada a la batería de LFP B desde el valor de tensión en el momento en el tiempo en el que se detiene el proceso de carga hasta el valor de tensión de descarga objetivo inicial. Por consiguiente, un valor máximo al que puede caer la tensión durante el primer modo de transición puede ser igual a un valor obtenido restando el valor de tensión de descarga objetivo inicial del valor de tensión de carga objetivo final. Por ejemplo, en el caso de la FIG. 3, el valor máximo al que el valor de tensión puede caer durante el primer modo de transición es 1,5 V.

Para este fin, una primera tasa de cambio predefinida asociada al primer modo de transición puede ser prefijado y almacenado en la unidad de memoria 150. En la presente divulgación, la primera tasa de cambio es un parámetro que define una tasa de disminución de tensión suministrada a la batería de LFP B. Es decir, en el primer modo de transición, la tensión suministrada a la batería de LFP B se reduce continuamente a lo largo de la primera tasa de cambio.

Por ejemplo, como en la FIG. 3, cuando el valor de tensión de tensión constante suministrada a la batería de LFP B y la primera tasa de cambio en el momento en el que se detiene el proceso de carga son 14,8 V y -0,1 V/12 s, respectivamente, la unidad de control 140 funcionará en el primer modo de transición durante 180 segundos en total. Aquí, 180 segundos es un valor que puede ser conocido de '(13,3 V - 14,8 V) ÷ la primera tasa de cambio'.

Mientras tanto, cuando se requiere el reinicio del proceso de carga después de que se detenga el proceso de descarga, la unidad de control 140 puede funcionar en el modo de segunda transición en el que la tensión suministrada a la batería de LFP B aumenta hasta el valor de tensión de carga objetivo inicial según una segunda tasa de cambio (por ejemplo, +0,1 V/5 s) que tiene el símbolo opuesto a la primera tasa de cambio como se muestra en la FIG. 3.

Las FIG. 4 y 5 son diagramas de flujo que muestran las etapas de un método para proteger una celda de LFP de la sobretensión según una realización de la presente divulgación. En relación con las FIG. 4 y 5, por comodidad de descripción, se supone que el proceso de carga incluye al menos intervalos de tensión constante de valor de tensión de carga objetivo inicial y valor de tensión de carga objetivo final, y el proceso de descarga incluye al menos intervalos de tensión constante de valor de tensión de descarga objetivo inicial y valor de tensión de descarga objetivo final. Por supuesto, al menos uno del proceso de carga y el proceso de descarga puede incluir al menos dos intervalos de tensión constante, y según realizaciones, puede incluir al menos tres intervalos de tensión constante.

En primer lugar, con referencia a la FIG. 4, en S410, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el inicio del proceso de carga de la batería de LFP B. La señal generada mediante S410 se transmite al dispositivo de carga 200 mediante la unidad de interfaz 160, que induce que el dispositivo de carga 200 empiece el proceso de carga. El proceso de carga se diseña para aumentar la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de carga objetivo inicial prefijado a un valor de tensión de carga objetivo final.

- 5 En S420, la unidad de control 140 determina si el proceso de carga ha empezado por la señal generada mediante S410. Por ejemplo, cuando un valor de tensión indicativo de tensión aplicada a dos extremos de la batería de LFP B generado de la unidad de medición de tensión 110 es igual al valor de tensión de carga objetivo inicial, la unidad de control 140 puede determinar que el proceso de carga ha empezado. En la presente divulgación, un valor que es igual a otro valor puede representar no solo que los dos valores son perfectamente el mismo, sino también que una diferencia entre los dos valores está en un intervalo permitido predefinido. Si el resultado de determinación de S420 es "Sí", la unidad de control 140 se mueve a S431.
- 10 En S431, la unidad de control 140 entra en el modo de carga suave y determina si un valor de tensión de al menos una de las celdas de LFP celda₁~celda₄ alcanzó el valor de tensión umbral mientras que la tensión constante del valor de tensión de carga objetivo inicial se suministra a la batería de LFP B.
- 15 Cuando el resultado de determinación de S431 es "NO", la unidad de control 140 se mueve a S432. Cuando el resultado de determinación de S431 es "Sí", la unidad de control 140 se mueve a S510.
- 20 En S432, la unidad de control 140 determina si el valor de corriente de la batería de LFP B alcanzó el primer valor de corriente umbral. Cuando el resultado de determinación de S432 es "Sí", la unidad de control 140 se mueve a S433.
- 25 En S433, la unidad de control 140 determina si el valor de tensión de la batería de LFP B supera el valor de tensión de carga objetivo final. Esto es para prevenir la sobrecarga completa de la batería de LFP B durante el proceso de carga.
- 30 Cuando el resultado de determinación de S433 es "NO", la unidad de control 140 se mueve a S434. Cuando el resultado de determinación de S433 es "Sí", la unidad de control 140 puede terminar el proceso o empezar el segundo modo de transición.
- 35 En S434, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el aumento de tensión suministrada a la batería de LFP B. Es decir, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el aumento de tensión suministrada a la batería de LFP B a la siguiente tensión constante. Después de realizar S434, la unidad de control 140 puede volver a S431.
- 40 Posteriormente, con referencia a la FIG. 5, en S510, la unidad de control 140 genera una señal que solicita la parada del proceso de carga de la batería de LFP B. La señal generada mediante S510 se transmite al dispositivo de carga 200 mediante la unidad de interfaz 160, que induce que el dispositivo de carga 200 detenga el proceso de carga.
- 45 En S520, cuando el proceso de carga termina por la señal generada mediante S410, la unidad de control 140 genera una señal que solicita el inicio del proceso de descarga. Por supuesto, la unidad de control 140 puede funcionar en el primer modo de transición entre S510 y S520.
- 50 En S530, la unidad de control 140 determina si el proceso de descarga ha empezado por la señal generada mediante S520. Por ejemplo, cuando un valor de tensión indicativo de la tensión aplicada a dos extremos de la batería de LFP B generada de la unidad de medición de tensión 110 es igual al valor de tensión de descarga objetivo inicial, la unidad de control 140 puede determinar que el proceso de descarga ha empezado. Cuando el resultado de determinación de S530 es "Sí", la unidad de control 140 se mueve a S541.
- 55 En S541, la unidad de control 140 calcula la capacidad de descarga parcial desde el momento de entrada al modo de descarga suave.
- 60 En S542, la unidad de control 140 determina si la capacidad de descarga parcial cumple una condición predefinida para detener el proceso de descarga. Aquí, la condición de parada del proceso de descarga es que la capacidad de descarga parcial alcance una relación de referencia de descarga (por ejemplo, 3 %) con respecto a la capacidad restante de la batería de LFP en el momento de parada del proceso de carga.
- 65 Cuando el resultado de determinación de S542 es "NO", la unidad de control 140 se mueve a S543. Cuando el resultado de determinación de S542 es "Sí", la unidad de control 140 puede terminar el proceso o empezar el segundo modo de transición.
- En S543, la unidad de control 140 determina si el valor de corriente de la batería de LFP B alcanzó el segundo valor de corriente umbral.
- Cuando el resultado de determinación de S543 es "Sí", la unidad de control 140 se mueve a S544. Cuando el resultado de determinación de S543 es "NO", la unidad de control 140 puede volver a S541.
- En S544, la unidad de control 140 determina si el valor de tensión de la batería de LFP B es inferior al valor de tensión de descarga objetivo final. Esto es para prevenir que la batería de LFP B se sobredescargue

innecesariamente en el proceso para proteger al menos una celda de LFP de la sobretensión.

5 Cuando el resultado de determinación de S544 es "NO", la unidad de control 140 se mueve a S545. Cuando el resultado de determinación de S544 es "SÍ", la unidad de control 140 puede terminar el proceso o empezar el segundo modo de transición.

10 En S545, la unidad de control 140 genera una señal que solicita la disminución de la tensión suministrada a la batería de LFP B. Es decir, la unidad de control 140 genera una señal que solicita la disminución de la tensión suministrada a la batería de LFP B a la siguiente tensión constante. Después de realizar S545, la unidad de control 140 puede volver a S541.

15 En la descripción de las diversas realizaciones de la presente divulgación, se puede entender que los componentes designados '~ unidad' son elementos que se clasifican funcionalmente en vez de físicamente. Por consiguiente, cada componente puede ser combinado selectivamente con otro componente, o se puede dividir en subcomponentes de ejecución eficiente de la(s) lógica(s) de control. Sin embargo, es obvio para los expertos en la técnica que aún cuando los componentes se combinen o dividan, si se reconocen funciones que son las mismas, los componentes combinados o divididos se deben interpretar como que están en el alcance de la presente divulgación.

20 Aunque la presente divulgación se ha descrito anteriormente en este documento con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a éstos y se debe entender que diversas modificaciones y cambios se pueden hacer por los expertos en la técnica dentro de los aspectos técnicos de la invención, como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de gestión de batería (100) que comprende:

5 una unidad de medición de tensión (110) conectada eléctricamente a múltiples celdas de LFP en una batería de fosfato de hierro y litio, LFP, las celdas de LFP conectadas en serie, para medir individualmente la tensión de cada celda de LFP y generar un valor de tensión indicativo de la tensión medida; y una unidad de control (140) configurada para:

10 generar una primera señal que solicita empezar un proceso de carga de la batería de LFP, aumentando una tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de carga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de carga objetivo final, determinar un tiempo de retraso igual a un tiempo transcurrido desde un tiempo de salida de la primera señal hasta un tiempo de inicio del tiempo del proceso de carga,

15 determinar un valor de tensión umbral restando un valor de margen de tensión de un límite prefijado superior de valor de tensión de carga, en donde el valor de margen de tensión es proporcional al tiempo de retraso, generar una segunda señal que solicita detener el proceso de carga cuando al menos uno de los valores de tensión de las múltiples celdas de LFP alcanza el valor de tensión umbral mientras que el proceso de carga se realiza por la primera señal, y

20 generar una tercera señal que solicita empezar un proceso de descarga, reducir la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de descarga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de descarga objetivo final, después de que se detiene el proceso de carga por la segunda señal.

25 2. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 1, en donde la tensión de carga objetivo inicial del proceso de carga es mayor que la tensión de descarga objetivo inicial del proceso de descarga.

3. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 1, que comprende además:

30 una unidad de medición de corriente (120) configurada para medir una corriente de la batería de LFP, y generar un valor de corriente indicativo de la corriente medida.

4. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 3, en donde la unidad de control está configurada para:

35 calcular la capacidad de descarga parcial de la batería de LFP integrando el valor de corriente generado de la unidad de medición de corriente con el tiempo desde que empieza el momento del proceso de descarga, y generar una cuarta señal que solicita la parada del proceso de descarga cuando la capacidad de descarga parcial alcance una relación de referencia de descarga con respecto a la capacidad restante de la batería de LFP en el momento en el que se detiene el proceso de carga.

40

5. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 4, en donde la relación de referencia de descarga es del 3 %.

45 6. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 3, en donde la unidad de control (140) está configurada para generar una quinta señal que solicita el aumento de tensión suministrada a la batería de LFP cada vez que la corriente de la batería de LFP alcanza un primer valor de corriente umbral durante el proceso de carga.

50 7. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 3, en donde la unidad de control (140) está configurada para generar una sexta señal que solicita la disminución de tensión suministrada a la batería de LFP cada vez que la corriente de la batería de LFP alcanza un segundo valor de corriente umbral durante el proceso de descarga.

55 8. El aparato de gestión de batería (100) según la reivindicación 1, en donde el proceso de descarga empieza después de que la tensión suministrada a la batería de LFP se reduzca según una tasa de cambio predefinida desde un valor de tensión en el momento en el que se detiene el proceso de carga por la segunda señal al valor de tensión de descarga objetivo inicial.

9. Un paquete de baterías que comprende el aparato de gestión de batería según una de las reivindicaciones 1 a 8.

60 10. Un método de protección de una celda de fosfato de hierro y litio, LFP, de la sobretensión en la que la celda de LFP incluida en una batería de LFP se protege de la sobretensión usando un aparato de gestión de batería, comprendiendo el método:

65 generar una primera señal que solicita empezar un proceso de carga de la batería de LFP, aumentando escalonadamente una tensión suministrada a la batería de LFP desde un valor de tensión de carga objetivo

- inicial prefijado hasta un valor de tensión de carga objetivo final;
determinar un tiempo de retraso igual a un tiempo transcurrido desde un tiempo de salida de la primera señal hasta un tiempo inicial del proceso de carga por la primera señal;
determinar un valor de tensión umbral restando un valor de margen de tensión de un valor de margen de tensión de un límite superior prefijado del valor de tensión de carga, en donde el valor del margen de tensión es proporcional al tiempo de retraso;
- 5 generar una segunda señal que solicita detener el proceso de carga cuando al menos uno de los valores de tensión de múltiples celdas de LFP alcanza el valor de tensión umbral mientras que el proceso de carga se realiza por la primera señal; y
- 10 generar una tercera señal que solicita empezar un proceso de descarga, reducir la tensión suministrada a la batería de LFP escalonadamente desde un valor de tensión de descarga objetivo inicial prefijado hasta un valor de tensión de descarga objetivo final, después del cual se detiene el proceso de carga por la segunda señal.

FIG. 1

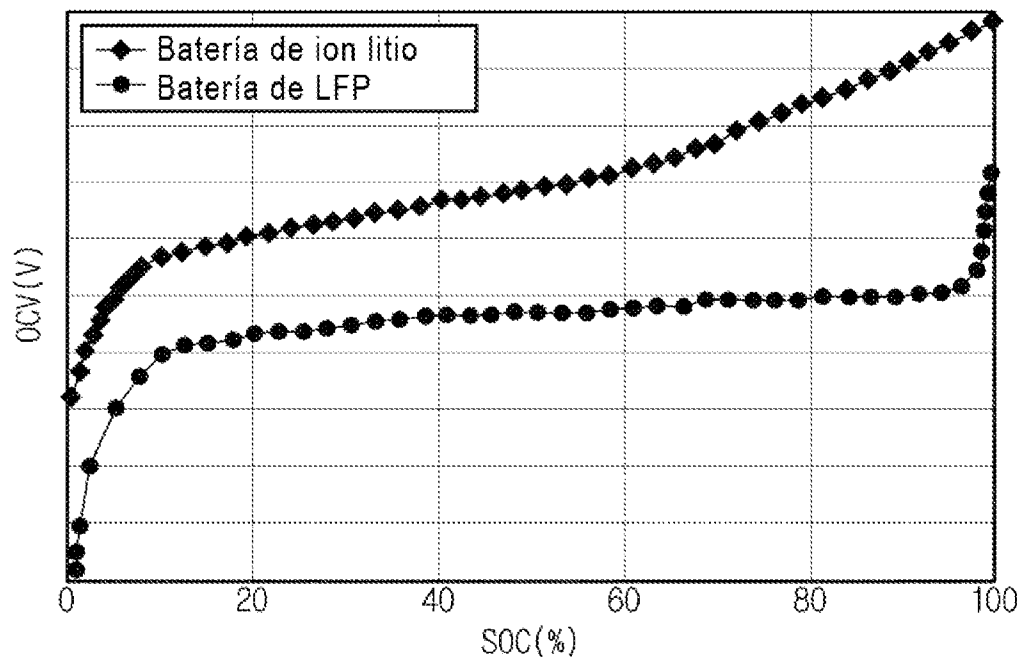


FIG. 2

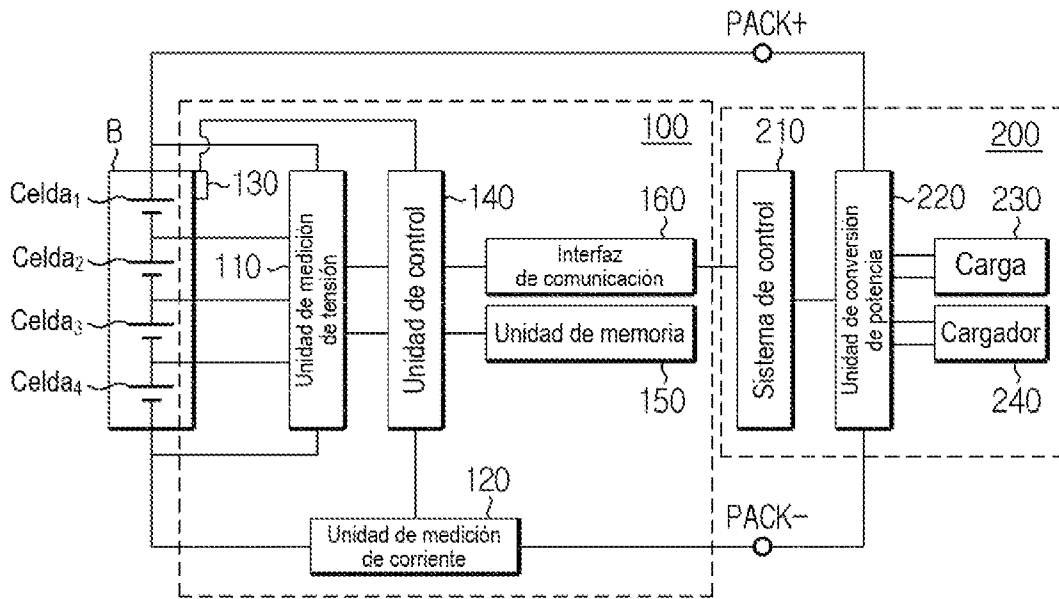


FIG. 3

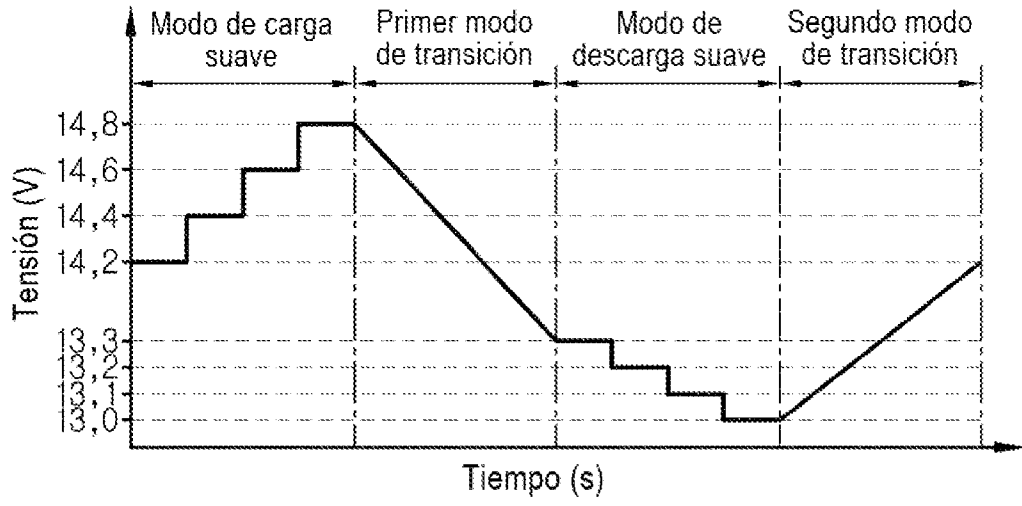


FIG. 4

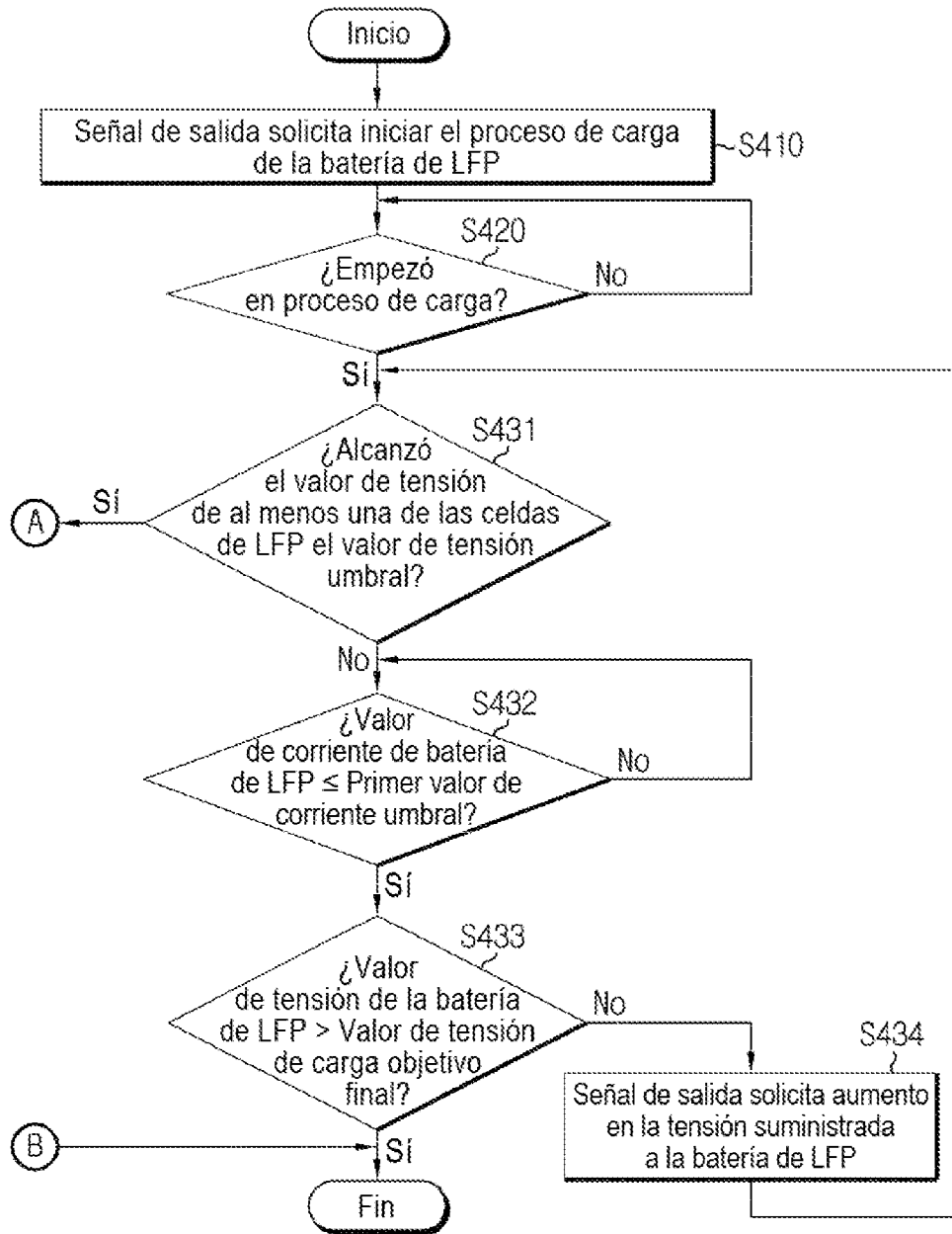


FIG. 5

