

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 001 184**

51 Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 4/587 (2010.01)

H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2021** **PCT/CN2021/076274**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2022** **WO22170481**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2021** **E 21731876 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 4071885**

54 Título: **Método de carga de baterías, controlador, sistema de gestión de baterías, batería y aparato eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2025

73 Titular/es:

**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY
(HONG KONG) LIMITED (100.00%)
Level 19, China Building 29 Queen's Road Central
Central, Central And Western District, HK**

72 Inventor/es:

LI, HAILI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 001 184 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de carga de baterías, controlador, sistema de gestión de baterías, batería y aparato eléctrico

CAMPO TÉCNICO

- 5 Esta solicitud se refiere al campo de las baterías y, en particular, a un método de carga de baterías, a un controlador, a un sistema de gestión de baterías, a una batería y a un dispositivo eléctrico.

ANTECEDENTES

- 10 La amplia aplicación de baterías de iones de litio en campos tales como vehículos de nueva energía y almacenamiento de energía impone requisitos más elevados en cuanto a la velocidad de carga de las baterías de iones de litio. Una mayor velocidad de carga de las baterías conduce a tasas de carga cada vez más altas de las baterías. Una mayor tasa de carga de una batería conduce a una polarización más severa de la batería y a un mayor empaquetamiento de iones de litio en la superficie de un electrodo negativo. En un proceso de carga, el potencial del electrodo negativo es significativamente menor y más cercano a un potencial de 0 V para el recubrimiento de litio, lo que aumenta en gran medida los riesgos de recubrimiento de litio durante la carga. Después de que se produce el recubrimiento de litio en el electrodo negativo, las dendritas de litio precipitadas pueden reaccionar con una solución electrolítica para generar localmente una gran cantidad de calor o perforar un separador de la batería, provocando con ello un cortocircuito entre un electrodo positivo y el electrodo negativo o incluso provocando un incendio y una explosión de la batería. Esto supone una amenaza importante para la seguridad de las baterías en su uso actual y futuro. Por lo tanto, cómo suprimir el recubrimiento de litio de las baterías durante la carga es un problema técnico urgente que debe resolverse actualmente.

- 20 El documento CN110828924A describe un método y un dispositivo de carga rápida para una batería, un terminal y un medio de almacenamiento. El método comprende los pasos: determinar un valor SOC objetivo de una batería a cargar, en donde el valor SOC objetivo comprende una pluralidad de intervalos SOC preestablecidos; determinar una estrategia de carga objetivo, en donde la estrategia de carga objetivo se establece de manera correspondiente al valor SOC objetivo; determinar un valor de corriente de carga, una duración de carga y una duración de descarga correspondientes a cada intervalo SOC de acuerdo con la estrategia de carga objetivo; cuando la batería a cargar está cargada, llevar a cabo una carga de corriente constante en cada intervalo SOC con un valor de corriente de carga correspondiente en cada duración de carga; y después de que la operación de carga se completa en el intervalo SOC actual, realizar una descarga de corriente constante en la batería a cargar con una magnitud preestablecida de corriente de pulso en la duración de descarga.

- 30 El documento US2019072618A1 describe un modelo computacional que clasifica o caracteriza la batería y las condiciones asociadas mediante la evaluación de las baterías y las condiciones de carga asociadas u otras condiciones de funcionamiento. Un modelo de batería de este tipo puede clasificar las baterías de acuerdo con muchas consideraciones diferentes, tales como si las condiciones son seguras o inseguras o si es probable que las condiciones degraden innecesariamente el rendimiento futuro de la batería. En algunos casos, el modelo de batería se ejecuta mientras la batería está instalada en un dispositivo electrónico tal como un teléfono inteligente o un vehículo. En algunos casos, el modelo de batería se ejecuta y proporciona resultados (p. ej., una clasificación de la batería) en tiempo real mientras la batería está instalada y se carga.

SUMARIO

Esta solicitud describe un método de carga de baterías, un controlador, un sistema de gestión de baterías, una batería y un dispositivo eléctrico para suprimir el recubrimiento de litio de la batería.

- 40 De acuerdo con un primer aspecto de esta solicitud, se proporciona un método de carga de baterías como se expone en la reivindicación 1.

- 45 En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Aspectos adicionales de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

- 50 Al utilizar dos umbrales preestablecidos diferentes, la batería puede descargarse por primera vez cuando la batería alcanza el SOC correspondiente al primer umbral preestablecido. Esto garantiza que el litio precipitado en una fase temprana de carga por razones tales como un diseño de corriente irrazonable o una corriente real que excede la corriente solicitada se intercale nuevamente en un material activo positivo a tiempo en un proceso de descarga y reduce la cantidad acumulada de recubrimiento de litio. Considerando los requisitos de una batería de carga rápida, el diseño de tasa y características tales como el cambio en el potencial de un electrodo negativo de manera integral, el SOC correspondiente al primer umbral

preestablecido de la primera descarga se establece en el rango del 35 % al 45 %, y esto puede lograr mejores efectos para ayudar a intercalar el metal de litio precipitado nuevamente y suprimir el crecimiento continuo de las dendritas de litio. La batería se descarga por segunda vez cuando alcanza el SOC correspondiente al segundo umbral preestablecido. Esto puede suprimir adicionalmente el recubrimiento de litio de la batería en las fases medias y tardías de carga. Además, el umbral preestablecido de la segunda descarga se selecciona en el rango SOC del 70 % al 80 %, logrando con ello mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería.

En algunos aspectos, el umbral preestablecido incluye un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido. El primer umbral preestablecido es menor que el segundo umbral preestablecido. La suspensión, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, de la carga de la batería y la descarga de la batería durante una duración de t incluye: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el primer umbral preestablecido, la carga de la batería y descargar la batería durante una duración de t_1 ; y suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el segundo umbral preestablecido, la carga de la batería y descargar la batería durante una duración de t_2 , en que $t_1 < t_2$.

Se utilizan dos umbrales preestablecidos diferentes. Cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el segundo umbral preestablecido superior, la batería se descarga durante una duración de t_2 que es mayor que la duración de t_1 durante la cual se descarga la batería cuando el parámetro eléctrico alcanza el primer umbral preestablecido inferior. De esta manera, cuando se precipita una cantidad relativamente grande de litio, la batería puede descargarse durante más tiempo, con el fin de lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería y mejorar el rendimiento de seguridad de la batería.

En algunas realizaciones, el método incluye, además: determinar si el parámetro eléctrico de la batería cumple una condición de detención de la carga; detener la carga cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de la carga; determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, en que el rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: el SOC correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %; y descargar la batería durante la duración de t cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido. De esta manera, después de detenerse la carga, se determina nuevamente si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, se selecciona un umbral preestablecido en el rango del 70 % al 80 % del SOC correspondiente al umbral preestablecido y la batería se descarga si el parámetro eléctrico alcanza este umbral preestablecido. La batería se puede descargar cuando es necesario suprimir el recubrimiento de litio de la batería después de que se detiene la carga, logrando con ello mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería.

De acuerdo con un segundo aspecto de esta solicitud, se proporciona un controlador de carga de baterías que incluye uno o más procesadores. Los procesadores funcionan de forma individual o conjunta, y están configurados para realizar los pasos del método de carga de la batería descritos en el primer aspecto anterior.

De acuerdo con un tercer aspecto de esta solicitud, se proporciona un sistema de gestión de baterías, que incluye: al menos un procesador; y una memoria conectada en comunicación con el al menos un procesador. La memoria almacena una instrucción ejecutable por el al menos un procesador. La instrucción es ejecutada por el al menos un procesador de modo que el al menos un procesador implementa pasos del método de carga de baterías descrito en el primer aspecto anterior.

De acuerdo con un cuarto aspecto de esta solicitud, se proporciona una batería, que incluye: el controlador de carga de baterías descrito en el segundo aspecto anterior, o el sistema de gestión de baterías descrito en el tercer aspecto anterior.

De acuerdo con un quinto aspecto de esta solicitud, se proporciona un dispositivo eléctrico, que incluye la batería descrita en el cuarto aspecto anterior. La batería está configurada para proporcionar energía eléctrica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos descritos en este documento pretenden permitir una comprensión adicional de esta solicitud y constituyen una parte de esta solicitud. Las realizaciones ejemplares de esta solicitud y su descripción pretenden interpretar esta solicitud, pero no constituyen limitación indebida alguna a la misma. En los dibujos:

- La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
- la FIG. 2 es un diagrama esquemático de una curva de carga de tensión de una batería que utiliza fosfato de hierro y litio como material de electrodo positivo en un proceso de carga;
- la FIG. 3 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
- la FIG. 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
- la FIG. 5 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de carga de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
- la FIG. 6 es un diagrama estructural esquemático de un controlador de carga de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;

la FIG. 7 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de gestión de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
la Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de una batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud;
la FIG. 9 es un diagrama estructural esquemático de una batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud; y
la FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo eléctrico de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

Para hacer más claros los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de las realizaciones de esta solicitud, a continuación se proporciona una descripción clara y completa de las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud con referencia a los dibujos en las realizaciones de esta solicitud. Aparentemente, las realizaciones descritas son simplemente una parte, pero no todas, las realizaciones de esta solicitud. Todas las demás realizaciones obtenidas por un experto ordinario en la técnica basándose en las realizaciones de esta solicitud sin esfuerzos creativos caen dentro del alcance de protección de esta solicitud.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en este documento tienen los mismos significados que normalmente entiende una persona experta en el campo técnico de esta solicitud. Los términos utilizados en la memoria descriptiva de esta solicitud pretenden simplemente describir realizaciones específicas, pero no pretenden limitar esta solicitud. Los términos "incluir" y "contener" y cualquier variación de los mismos utilizados en la memoria descriptiva, las reivindicaciones y la breve descripción de los dibujos de esta solicitud pretenden ser una inclusión no exclusiva. Los términos tales como "primero" y "segundo" utilizados en la memoria descriptiva, las reivindicaciones y la breve descripción de los dibujos de esta solicitud pretenden distinguir diferentes objetos, pero no pretenden describir una secuencia u orden de prioridad específicos. En el contexto de esta solicitud, a menos que se especifique lo contrario, "una pluralidad de" significa dos o más.

La referencia a "realización" en esta solicitud significa que un rasgo, estructura o característica específico descrito con referencia a la realización puede incluirse en al menos una realización de esta solicitud. La referencia a este término en diferentes lugares de la memoria descriptiva no representa necesariamente la misma realización, ni representa una realización independiente o alternativa en una relación mutuamente excluyente con otras realizaciones. Un experto en la técnica entiende explícita e implícitamente que las realizaciones descritas en esta solicitud pueden combinarse con otras realizaciones.

Como se mencionó anteriormente, es necesario enfatizar que el término "incluir/comprender" utilizado en esta memoria descriptiva pretende indicar explícitamente la existencia del rasgo, número entero, paso o componente mencionado, pero no excluye la existencia o adición de uno o más rasgos, números enteros, pasos o componentes adicionales, o un grupo de rasgos, números enteros, pasos o componentes. A menos que se especifique expresamente lo contrario en el contexto, un sustantivo en forma singular precedido por "un", "una" o "el", "la" como se usa en esta solicitud también incluye su forma plural.

Los términos "un" y "una" en esta memoria descriptiva pueden significar uno, pero también pueden tener el mismo significado que "al menos uno/una" o "uno/una o más". El término "aproximadamente" que califica un valor numérico significa generalmente el valor numérico más o menos el 10 % del mismo, o más específicamente, más o menos el 5 % del mismo. A menos que se indique expresamente solo una solución alternativa, el término "o" utilizado en las reivindicaciones significa "y/o".

El término "y/o" en esta solicitud indica simplemente una relación para describir los objetos relacionados y representa tres relaciones posibles. Por ejemplo, "A y/o B" pueden representar las tres circunstancias siguientes: A solo, A y B, y B solo. Además, el carácter "/" en el presente documento indica generalmente una relación "o" entre el objeto que precede al carácter y el objeto que sigue al carácter.

Las baterías mencionadas en este campo pueden clasificarse en una batería primaria y una batería recargable, dependiendo de su capacidad de recarga. La batería primaria (batería primaria) se conoce informalmente como una batería "desechable" o una batería galvánica, porque la batería no es recargable y debe desecharse después de consumir energía eléctrica. Una batería recargable también se denomina una batería secundaria (batería secundaria), celda secundaria o batería de almacenamiento. Un material para y un proceso de fabricación de una batería recargable son diferentes a los de una batería primaria. Una ventaja de la batería recargable es que la batería se puede utilizar durante una pluralidad de ciclos después de haber sido cargada. La capacidad de carga de corriente de salida de la batería recargable es mayor que la de la mayoría de las baterías primarias. Actualmente, los tipos comunes de baterías recargables incluyen: batería de plomo-ácido, batería de níquel-hidruro metálico y batería de iones de litio. La batería de iones de litio exhibe ventajas tales como un peso ligero, una alta capacidad (la capacidad es de 1,5 a 2 veces la de una batería de níquel-hidruro metálico del mismo peso), no tiene efecto memoria y exhibe una tasa de auto-descarga muy baja. Por lo tanto, a pesar de su relativo alto coste, la batería de iones de litio se utiliza ampliamente. La batería de iones de litio también se utiliza en vehículos eléctricos puros e híbridos. La batería de iones de litio para uso en vehículos de este tipo presenta una capacidad

relativamente baja, pero una corriente de salida y una corriente de carga relativamente altas y una vida útil relativamente larga, pero implica un coste relativamente alto.

La batería descrita en las realizaciones de esta solicitud significa una batería recargable. Más adelante se describe la concepción de esta aplicación utilizando una batería de iones de litio como ejemplo. Es comprensible que esta aplicación sea aplicable a cualquier otro tipo adecuado de baterías recargables. La batería mencionada en las realizaciones de esta solicitud significa un módulo físico independiente que incluye una o más celdas de batería (brevemente conocidas como celdas) para proporcionar mayor tensión y mayor capacidad. Por ejemplo, la batería mencionada en esta solicitud puede incluir un módulo de batería, un paquete de baterías o similar. Una celda de batería incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, una solución electrolítica y un separador, y es una unidad estructural básica de un módulo de batería y un paquete de baterías. Materiales de electrodos positivos comúnmente utilizados de la batería de iones de litio incluyen cobaltato de litio, manganato de litio, niquelato de litio, fosfato de hierro y litio, un material ternario (tal como manganato de cobalto y níquel de litio) y similares. Materiales de electrodos negativos comúnmente utilizados incluyen un material de carbono (tal como grafito), un material a base de silicio y similares. Materiales separadores comúnmente utilizados incluyen un material de poliolefina (poliolefina), típicamente polietileno (polietileno, PE) o polipropileno (polipropileno, PP). Dependiendo de la forma del empaquetamiento, las celdas de baterías se clasifican generalmente en tres tipos: celda de batería cilíndrica, celda de batería prismática y celda de batería tipo bolsa.

Una pluralidad de celdas de batería pueden conectarse entre sí en serie y/o en paralelo a través de terminales de electrodos, de modo de poder aplicarse en diversos escenarios. En algunos escenarios de aplicaciones de alta potencia tales como los vehículos eléctricos, el uso de una batería cubre tres niveles: una celda de batería, un módulo de batería y un paquete de baterías. El módulo de batería se forma conectando eléctricamente una cantidad específica de celdas de batería entre sí y colocando las celdas de batería en un bastidor, para protegerlas del impacto externo, el calor, la vibración y similares. El paquete de baterías es el estado final de un sistema de baterías montado en un vehículo eléctrico. Actualmente, la mayoría de los paquetes de baterías se fabrican ensamblando diversos sistemas de control y protección tal como un sistema de gestión de baterías (sistema de gestión de baterías, BMS) y una parte de gestión térmica en uno o más módulos de batería. Con el avance de las tecnologías, el nivel del módulo de batería se puede omitir. Es decir, un paquete de baterías se forma directamente a partir de celdas de batería. Esta mejora reduce significativamente la cantidad de piezas, al tiempo que mejora la densidad de energía gravimétrica y la densidad de energía volumétrica del sistema de baterías. La referencia a una batería en esta solicitud incluye un módulo de batería o un paquete de baterías.

La amplia aplicación de baterías de iones de litio en campos tales como vehículos de nueva energía y almacenamiento de energía impone requisitos más elevados en cuanto a la velocidad de carga de las baterías de iones de litio. Para una batería de iones de litio que utiliza grafito como material del electrodo negativo principal, el aumento en la velocidad de carga de la batería significa una mayor tasa de carga. Esto provocará un gran empaquetamiento de iones de litio en la superficie del grafito, agravará la polarización de la batería y aumentará los riesgos de formación del recubrimiento de litio durante la carga. Las dendritas de litio precipitadas sobre la superficie de un electrodo negativo pueden perforar un separador de la batería, conducir a un cortocircuito entre un electrodo positivo y el electrodo negativo o incluso provocar un incendio y explosión de la batería, reduciendo con ello el rendimiento de seguridad de la batería. Por lo tanto, cómo suprimir el recubrimiento de litio de las baterías durante la carga es un problema técnico urgente que debe resolverse actualmente.

Actualmente, la polarización de la batería se suprime y la probabilidad de formación de depósitos de litio durante la carga se reduce principalmente mediante la mejora de un sistema químico de la batería o la reducción de la tasa de carga o similar. Los medios para mejorar el sistema químico de la batería aumentan el costo de producción, y los medios para reducir la tasa de carga se hacen a costa de una mayor duración de la carga, lo que afecta gravemente a la experiencia del usuario. Se ha encontrado que la acumulación de polarización de la batería se puede reducir introduciendo una descarga en un proceso de carga. La descarga ayuda a intercalar nuevamente el metal de litio precipitado y suprime la acumulación continua del metal de litio precipitado. Este método es rentable y altamente eficiente para suprimir el recubrimiento de litio, sin necesidad de reducir en gran medida la tasa de carga. Este método puede mejorar el rendimiento de seguridad de un dispositivo eléctrico sobre la base de garantizar un alto rendimiento del dispositivo eléctrico.

Teóricamente, considerando una regla de acuerdo con la cual el potencial del electrodo negativo disminuye con el aumento del estado de carga (estado de carga, SOC) de la batería, se pueden lograr los mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería si la batería se descarga cuando el estado de carga de la batería es del 100 % o cuando el SOC correspondiente a una tensión de la batería (o una tensión máxima del paquete de baterías) es del 100 %.

Sin embargo, después de realizar mucha investigación y experimentos, se descubre que el método anterior en realidad no puede lograr los mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería. Específicamente, cuando la batería se carga rápidamente, un límite superior del SOC de la carga rápida es generalmente del 80 %. Una tasa de la celda de la batería es baja cuando el SOC es superior al 80 %. Por lo tanto, en realidad el SOC más peligroso para el recubrimiento de litio durante la carga rápida de la batería es del 80 % o menos. Teniendo en cuenta la regla de que el potencial del electrodo negativo de la batería que utiliza grafito como electrodo negativo disminuye con el aumento del SOC, y considerando una característica de que la capacidad de carga rápida de una batería de litio es alta cuando el SOC es bajo, un rango de SOC peligroso para el recubrimiento de litio durante la carga rápida es del 70 % al 80 % y, en segundo lugar, es menor que el 70 %.

Para garantizar que el litio metálico precipitado se intercale nuevamente en el electrodo positivo a tiempo por medio de la descarga, es necesario establecer adecuadamente el momento de introducción de la descarga en el proceso de carga. Si la descarga se introduce antes o después de completar la carga, la duración de la carga se prolongará sin potenciar significativamente la seguridad de la carga. Es un problema técnico muy difícil para los investigadores y los expertos en la técnica lograr los mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería sobre la base de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Para resolver o al menos resolver parcialmente el problema anterior y otros problemas latentes de la batería en la técnica anterior, esta solicitud describe un método de carga de baterías, un controlador, un sistema de gestión de baterías, una batería y un dispositivo eléctrico, cuyo diseño se expondrá en detalle más adelante. Es comprensible que el método de carga de baterías, el controlador, el sistema de gestión de baterías y la batería descritos en las realizaciones de esta solicitud sean aplicables a diversos dispositivos que utilizan una batería, por ejemplo, un teléfono móvil, un dispositivo portátil, una computadora portátil, un carro eléctrico, un vehículo eléctrico, un barco, una nave espacial, un juguete eléctrico, una herramienta eléctrica. Por ejemplo, la nave espacial incluye una aeronave, un cohete, un transbordador espacial, una nave espacial, y similares. El juguete eléctrico incluye un juguete eléctrico fijo o móvil, tal como una consola de juegos, un juguete de coche eléctrico, un juguete de barco eléctrico, un juguete de aeronave eléctrica, y similares. La herramienta eléctrica incluye una herramienta eléctrica para cortar metal, una herramienta de rectificado eléctrica, una herramienta de montaje eléctrica, una herramienta eléctrica para ferrocarriles, tales como un taladro eléctrico, una amoladora eléctrica, una llave eléctrica, un destornillador eléctrico, un martillo eléctrico, un taladro de impacto eléctrico, un vibrador de hormigón y una cepilladora eléctrica. El dispositivo eléctrico también incluye los diversos dispositivos mencionados anteriormente.

El método de carga de baterías, el controlador, el sistema de gestión de baterías, la batería y el dispositivo eléctrico descritos en las realizaciones de esta solicitud no solo son aplicables a los dispositivos descritos anteriormente, sino también es aplicable a todos los dispositivos que utilizan una batería. Sin embargo, por motivos de brevedad, las siguientes realizaciones se describen utilizando un vehículo eléctrico como ejemplo.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. El método de carga de baterías 100 es aplicable a una batería y, además, es aplicable a un BMS de la batería. A continuación se describe la concepción de esta aplicación utilizando un ejemplo en el que el método se aplica a un BMS de una batería. El método de carga de baterías incluye los siguientes pasos:

S101: obtener un parámetro eléctrico de una batería;
S102: determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza un umbral preestablecido, en que un rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC de la batería correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %;
S103: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga de la batería y la descarga de la batería durante una duración de t ; y S104: continuar la carga de la batería cuando se completa la descarga.

En las realizaciones de esta solicitud, el parámetro eléctrico de la batería incluye diversos parámetros utilizados para representar el estado eléctrico de la batería, tales como SOC, la tensión y el carácter del paso de carga. Puede existir una correspondencia entre los parámetros eléctricos. Por ejemplo, una tensión de la batería en un primer SOC es una primera tensión, y una tensión en un segundo SOC es una segunda tensión. Por lo tanto, el SOC correspondiente a la primera tensión es el primer SOC, y el SOC correspondiente a la segunda tensión es el segundo SOC. Los caracteres del paso de carga se identifican principalmente en función de un nodo que necesita cambiar una tasa de carga, en donde al nodo se asigna en función de las características de una celda de la batería. Por ejemplo, si la batería se carga desde 0 % SOC hasta 10 % SOC a una tasa C1, entonces 0-10 % SOC es un primer paso en los caracteres del paso de carga, y un rango de SOC correspondiente al primer paso de carga es 0-10 %. En las realizaciones de esta solicitud, solo se puede seleccionar un parámetro eléctrico como un parámetro eléctrico que necesita obtenerse en el paso S101 en todo el proceso de carga, y la determinación en el paso S102 se realiza en función del parámetro eléctrico. Alternativamente, en diferentes fases del proceso de carga, se pueden seleccionar diferentes parámetros eléctricos como los parámetros eléctricos que deben obtenerse en el paso S101, y la determinación en el paso S102 se realiza en función de los parámetros eléctricos. Esto se describirá en detalle más adelante.

La tensión puede obtenerse directamente mediante un sensor de la tensión o un chip de muestreo de la tensión. Una vez obtenida la tensión de la batería, se pueden obtener otros valores de parámetros eléctricos correspondientes a la tensión en función de la correspondencia entre la tensión y otros parámetros eléctricos. Por ejemplo, en el BMS se puede preestablecer una tabla de correspondencias entre los parámetros eléctricos. Una vez que el sensor de la tensión o el chip de muestreo de la tensión detectan la tensión, el SOC o el carácter del paso de carga correspondiente a la tensión se puede obtener consultando la tabla. Es comprensible que, a diferentes temperaturas de la batería, el mismo SOC corresponda a diferentes tensiones. Por lo tanto, es necesario agregar una condición de temperatura de la batería en la tabla de correspondencia y establecer una tabla de correspondencias entre el SOC, la temperatura y la tensión.

Como se mencionó anteriormente, el momento de introducir la descarga en el proceso de carga es crítico y se debe establecer un momento de descarga apropiado. En las realizaciones de esta solicitud, se establece un umbral preestablecido del parámetro eléctrico de la batería, y el momento de introducir la descarga llega cuando el parámetro eléctrico alcanza el umbral preestablecido. Un rango de valores del umbral preestablecido necesita cumplir la siguiente

condición: el SOC de la batería correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %. Como se mencionó anteriormente, el rango de SOC peligroso para el recubrimiento de litio durante la carga rápida es del 70 % al 80 %. Cuando la batería está en el SOC peligroso para el recubrimiento de litio durante la carga rápida, la descarga introducida a tiempo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería sobre la base de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Si el SOC se selecciona como un parámetro eléctrico que necesita obtenerse y determinarse, el rango de valores del umbral preestablecido del SOC es del 70 % al 80 %. Si la tensión se selecciona como un parámetro eléctrico que necesita obtenerse y determinarse, el rango de valores del umbral preestablecido de la tensión es: el SOC de la batería correspondiente a la tensión es del 70 % al 80 %, es decir, el rango de valores en el que cae la tensión correspondiente cuando el SOC de la batería está en el rango del 70 % al 80 %. Si el carácter del paso de carga se selecciona como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse y determinarse, el rango de valores del umbral preestablecido del carácter del paso de carga es: el SOC de la batería correspondiente al carácter del paso de carga es del 70 % al 80 %, es decir, el rango de valores en el que cae el carácter del paso de carga correspondiente cuando el SOC de la batería está en el rango del 70 % al 80 %. La interpretación anterior puede servir como referencia para el rango de valores del umbral preestablecido que se mencionará más adelante.

Es comprensible que el paso S101 se realice después del inicio de la carga de la batería. El parámetro eléctrico de la batería se puede obtener de manera ininterrumpida y en tiempo real, o el parámetro eléctrico se puede obtener a intervalos de tiempo preestablecidos, o se puede establecer un tiempo de inicio de la obtención del parámetro eléctrico de la batería en función de un umbral preestablecido. Por ejemplo, si el parámetro eléctrico es SOC y el umbral preestablecido es 80 %, se puede establecer un tiempo de inicio preestablecido T. T es un momento estimado calculado, en el que el SOC alcanza el 80 % en este proceso de carga. Por lo tanto, la obtención del parámetro eléctrico de la batería puede iniciarse en el tiempo T. De esta manera, en comparación con el método de obtención en el que la obtención del SOC se inicia en un momento anterior al tiempo T, pero con el SOC sin alcanzar el 80 % en el momento, el método anterior puede ahorrar recursos del sistema. El tiempo T es meramente un momento de carga estimado. Por lo tanto, en un proceso de carga real, es posible que el momento de carga real en el que el SOC alcanza el 80 % sea anterior a T o posterior a T. En un caso en el que el momento de carga real en el que el SOC alcanza el 80 % sea posterior a T, también es apropiado establecer un tiempo de inicio de obtención del parámetro eléctrico en T. Esto es equivalente a obtener el parámetro eléctrico con algún tiempo de anticipación. En el caso de que el tiempo de carga real en el que el SOC alcanza el 80 % sea anterior a T, el tiempo de inicio de la obtención del parámetro eléctrico de la batería se puede adelantar correspondientemente. Por lo tanto, en otras realizaciones, la obtención del parámetro eléctrico de la batería puede iniciarse en el momento (T-T₁), en que T₁ puede ser una diferencia flotante máxima frente al momento de carga real en el que el SOC alcanza el 80 %, según se determina en base a un cálculo o estadísticas empíricas.

Cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, el BMS puede suspender la carga de la batería y descargar la batería. En las realizaciones de esta solicitud, se puede utilizar un circuito eléctrico que existe en el dispositivo eléctrico o la batería para la descarga. De esta manera, la descarga se puede realizar utilizando el circuito eléctrico inherente del dispositivo eléctrico sin necesidad de cambiar una estructura eléctrica del dispositivo eléctrico o un dispositivo de carga, reduciendo con ello la dificultad y el costo de las aplicaciones de ingeniería. En el caso de un vehículo eléctrico, la descarga se puede implementar sin necesidad de cambiar una estructura eléctrica de un vehículo integrado o una pila de carga. Un circuito de descarga se puede implementar, por ejemplo, descargando un paquete de baterías hacia un sistema de gestión térmica, descargando un paquete de baterías hacia un sistema de equilibrio, o descargando un paquete de baterías hacia la State Grid Corporation of China a través de un cargador integrado (carga a bordo, OBC). En modos de descarga de este tipo, la descarga puede ser controlada por el BMS. Alternativamente, el circuito de descarga puede implementarse descargando el paquete de baterías hacia un sistema eléctrico (tal como un sistema de aire acondicionado) del vehículo integrado. Este modo de descarga necesita ser controlado por el BMS en coordinación con el vehículo integrado. Por ejemplo, el BMS envía un paquete de descarga al vehículo integrado, y el vehículo integrado responde e inicia un sistema de descarga correspondiente para descargar.

Para un circuito idéntico, una dirección de una corriente que fluye durante la carga es opuesta a una dirección de la corriente que fluye durante la descarga. En las realizaciones de esta solicitud, la carga significa carga de pulso positivo, y la descarga puede implementarse agregando un pulso negativo de baja corriente de corta duración. La corriente de descarga es generalmente inferior a 10 A. Una duración de la descarga se establece en un tiempo fijo t. Un rango de valores de t puede ser $t \geq 3$ s. Como se requiere para la intercalación de nuevo de litio metálico, la duración de la descarga es mayor que o igual a 3 s. Esto puede garantizar de manera efectiva que el litio metálico precipitado se intercale de nuevo a tiempo al electrodo positivo, evitando con ello el crecimiento continuo de dendritas de litio y los problemas de seguridad que surgen de ello. Cuando la batería se descarga durante un período de t, lo que indica la finalización de la descarga, el BMS puede continuar cargando la batería hasta que se complete la carga.

En la solución técnica proporcionada en las realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga. A través del proceso de descarga, el metal de litio se intercala nuevamente en el electrodo positivo. De esta manera, se suprime el aumento continuo de la cantidad de recubrimiento de litio y el crecimiento continuo de las dendritas de litio, y se mejora el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral

preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería.

Como se mencionó anteriormente, teniendo en cuenta la regla de que el potencial del electrodo negativo de la batería que utiliza grafito como electrodo negativo disminuye con el aumento del SOC, y considerando la característica de que la capacidad de carga rápida de la batería de litio es alta cuando el SOC es bajo, el momento de descarga se selecciona dentro de un rango de SOC de 70 % a 80 %, que es un rango de SOC peligroso para el recubrimiento de litio durante la carga rápida. En algunas realizaciones de esta solicitud, un material de electrodo negativo de la batería incluye grafito y el parámetro eléctrico es SOC.

Como se mencionó anteriormente, materiales de electrodos positivos comúnmente utilizados de la batería de iones de litio incluyen cobaltato de litio, manganato de litio, niquelato de litio, fosfato de hierro y litio, un material ternario (tal como manganato de cobalto y níquel de litio) y similares. Con diferentes materiales de electrodos positivos, una tendencia de cambio de una "curva de carga SOC-tiempo" (en adelante, curva SOC) en un proceso de carga de la batería es básicamente idéntica. Es decir, el SOC aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Sin embargo, una "curva de carga de tiempo-tensión" (en adelante, curva de tensión) difiere dependiendo del material del electrodo positivo. La FIG. 2 es un diagrama esquemático de una curva de carga de tensión de una batería que utiliza fosfato de hierro y litio como material de electrodo positivo en un proceso de carga. Como se muestra en la FIG. 2, en una curva de carga de tensión de la batería que utiliza fosfato de hierro y litio como el material de electrodo positivo (en adelante denominada batería de fosfato de hierro y litio), la tensión aumenta rápidamente en una fase inicial de carga (en adelante denominada fase de salto de tensión); la tensión aumenta de manera constante en una fase intermedia de carga (en adelante denominada fase estable de tensión); y la tensión comienza a aumentar rápidamente nuevamente en una fase final de carga (en adelante denominada fase de salto de tensión). En una curva de carga de tensión de una batería que utiliza cobaltato de litio, manganato de litio, niquelato de litio o un material ternario como material del electrodo positivo, una tendencia ascendente se iguala relativamente durante todo el proceso de carga y la tensión aumenta gradualmente con el aumento del tiempo.

En el proceso de carga de la batería de fosfato de hierro y litio, la curva de carga de tensión incluye una fase de salto y una fase constante. Por lo tanto, si se selecciona la tensión como el parámetro eléctrico que debe obtenerse, debido a que la capacidad de rango de la tensión es relativamente pequeña en la fase constante de tensión, no se puede determinar con precisión si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido en la fase constante de tensión. En base en esto, en algunas realizaciones, para la batería de fosfato de hierro y litio, el SOC puede seleccionarse como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse. Cuando se determina que el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la batería se descarga. Al seleccionar el SOC como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse, las realizaciones de esta solicitud pueden superar la desventaja exhibida cuando la tensión se selecciona como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse, determinar con precisión si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, suprimir adicionalmente el recubrimiento de litio de la batería y mejorar el rendimiento de seguridad de la batería.

En otras realizaciones, para la batería de fosfato de hierro y litio, en diferentes fases de la curva de carga de tensión en el proceso de carga, se seleccionan diferentes parámetros eléctricos para determinar si se alcanza el umbral preestablecido. Por ejemplo, en la fase de salto de tensión en el proceso de carga de la batería, se selecciona la tensión como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse; y en la fase de tensión constante, el SOC se selecciona como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse. Por ejemplo, cuando el SOC de la batería correspondiente a la duración de la carga está dentro de un rango de 0 % a 20 %, esta duración es la fase de salto de tensión y la tensión se selecciona como el parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería correspondiente a la duración de la carga está dentro de un rango de 20 % a 80 %, esta duración es la fase de estado de tensión y el SOC se selecciona como el parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería correspondiente a la duración de la carga es mayor que el 80 %, esta duración es la fase de salto de tensión y la tensión se selecciona como el parámetro eléctrico. De esta manera, en la fase de salto de tensión en el proceso de carga de la batería, se utiliza la tensión como el parámetro eléctrico; y en la fase de estabilidad de la tensión, el parámetro eléctrico no es la tensión que carece de una capacidad de rango relativamente grande, sino el SOC. Esto puede superar la desventaja de la incapacidad de determinar con precisión, basándose en la tensión en la fase estable de tensión, si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido. De esta manera, se puede determinar con precisión si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, se puede suprimir adicionalmente el recubrimiento de litio de la batería y se mejora el rendimiento de seguridad de la batería.

Un experto en la técnica entiende que la solución técnica anterior no solo es aplicable a baterías de fosfato de hierro y litio, sino también a otras baterías siempre que la curva de carga de tensión incluya una fase de salto de tensión y una fase constante de tensión en el proceso de carga de las baterías. Es decir, en el proceso de carga de las baterías, el parámetro eléctrico en la fase de salto de tensión es la tensión, y el parámetro eléctrico en la fase de estabilidad de tensión es el SOC.

Para las baterías que utilizan cobaltato de litio, manganato de litio, niquelato de litio o un material ternario como material de electrodo positivo, debido a que la tendencia ascendente en la curva SOC y la curva de tensión de las baterías están relativamente igualadas en el proceso de carga de las baterías, el SOC puede seleccionarse como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse, o la tensión puede seleccionarse como el parámetro eléctrico que necesita obtenerse, o pueden seleccionarse diferentes parámetros eléctricos en diferentes fases. Esto no está limitado en esta solicitud.

Es comprensible que haya uno o más umbrales preestablecidos. Cuando hay un umbral preestablecido, la batería se descargará una vez cuando el parámetro eléctrico alcance el umbral preestablecido en el proceso de carga de la batería.

Cuando hay una pluralidad de umbrales preestablecidos, la batería se descargará una vez cuando el parámetro eléctrico alcance cada uno de los umbrales preestablecidos en el proceso de carga de la batería. Es decir, los pasos S101 a S104 pueden repetirse una pluralidad de veces para implementar descargas una pluralidad de veces y lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería.

- 5 En algunas realizaciones, se pueden establecer dos umbrales preestablecidos: un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido. Un rango de valores del primer umbral preestablecido necesita cumplir la siguiente condición: un SOC correspondiente al primer umbral preestablecido es del 35 % al 45 %. Un rango de valores del segundo umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC correspondiente al segundo umbral preestablecido es del 70 % al 80 %. Con dos umbrales preestablecidos diferentes en uso, la batería puede descargarse por primera vez cuando la
10 batería alcanza el SOC correspondiente al primer umbral preestablecido, de modo que el recubrimiento de litio de la batería se suprime en la fase inicial de la carga. Además, se selecciona un umbral preestablecido de la primera descarga dentro de un rango de SOC del 35 % al 45 %, logrando con ello mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería. La batería se descarga por segunda vez cuando alcanza el SOC correspondiente al segundo umbral preestablecido. Esto puede suprimir adicionalmente el recubrimiento de litio de la batería en la fase tardía de carga.
15 Además, el umbral preestablecido de la segunda descarga se selecciona en el rango SOC del 70 % al 80 %, logrando con ello mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Como se requiere en la carga rápida, cuando el SOC es inferior al 40 %, la tasa de la batería es relativamente alta, un potencial de polarización del electrodo negativo disminuye drásticamente y el riesgo de recubrimiento de litio es relativamente alto. Por lo tanto, se selecciona un rango de SOC del 35 % al 45 % como el rango de valores del primer umbral preestablecido, garantizando con ello que el metal de litio precipitado se intercale nuevamente en el electrodo
20 positivo a tiempo a través del proceso de descarga y evitando la acumulación de litio metálico. Los principios y efectos beneficiosos de establecer el rango de SOC del 70 % al 80 % correspondiente al segundo umbral preestablecido se han descrito en detalle anteriormente y se omiten aquí.

- 25 En algunas realizaciones opcionales, el SOC correspondiente al primer umbral preestablecido es opcionalmente del 40 %. Como se requiere en la carga rápida, cuando el SOC es inferior al 40 %, la tasa de la batería es relativamente alta, un potencial de polarización del electrodo negativo disminuye drásticamente y el riesgo de recubrimiento de litio es relativamente alto. El SOC correspondiente al primer umbral preestablecido se establece en 40%, garantizando con ello que el metal de litio precipitado se intercale nuevamente en el electrodo positivo a tiempo a través del proceso de descarga y evita la acumulación de litio metálico.

- 30 De acuerdo con algunas realizaciones opcionales, se pueden establecer diferentes duraciones de descarga dependiendo del umbral preestablecido alcanzado. Cuando se alcanza un umbral preestablecido relativamente bajo, el recubrimiento de litio no es demasiado pesado y la duración de la descarga se puede establecer en un tiempo relativamente corto. Cuando se alcanza un umbral preestablecido relativamente alto, el recubrimiento de litio es relativamente pesado y la
35 duración de descarga se puede establecer en un tiempo mayor que la duración de descarga que se establece cuando se alcanza el umbral preestablecido relativamente bajo. Por ejemplo, el umbral preestablecido incluye un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido. El primer umbral preestablecido es menor que el segundo umbral preestablecido. Cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el primer umbral preestablecido, la carga de la batería se suspende y la batería se descarga durante una duración de t_1 . Cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el segundo umbral preestablecido, la carga de la batería se suspende y la batería se descarga durante una duración de t_2 ,
40 en que $t_1 < t_2$. Se utilizan dos umbrales preestablecidos diferentes. Cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el segundo umbral preestablecido superior, la batería se descarga durante una duración de t_2 que es mayor que la duración de t_1 durante la cual se descarga la batería cuando el parámetro eléctrico alcanza el primer umbral preestablecido inferior. De esta manera, cuando se precipita una cantidad relativamente grande de litio, la batería puede descargarse durante más tiempo, con el fin de lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería y mejorar el rendimiento de
45 seguridad de la batería.

El paso S104 se realiza durante o después de la finalización de la descarga. Para determinar si la descarga se ha completado, se puede establecer un bit bandera de descarga para identificar la finalización de la descarga. La FIG. 3 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 3, en algunas realizaciones, el método incluye los siguientes pasos:

- 50 S301: obtener un parámetro eléctrico de una batería;
S302: determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza un umbral preestablecido, en que un rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC de la batería correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %;
S303: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga de la
55 batería y la descarga de la batería durante una duración de t ;
S304: generar un primer bit bandera después de la expiración de la duración de descarga de t ;
S305: determinar si existe el primer bit bandera; si existe el primer bit bandera, el proceso pasa al paso S306; o, si no existe el primer bit bandera, el proceso pasa al paso S307;
S306: continuar con la carga de la batería y borrar el primer bit bandera; y
60 S307: continuar descargando la batería y realizar el paso S305.

El primer bit bandera utilizado para indicar la finalización de la descarga de la batería durante una duración t se genera después de que la batería se descarga durante una duración t . Cuando se determina que existe el primer bit bandera, se determina que la descarga se ha completado y la carga de la batería puede continuar, con el primer bit bandera borrado. Este método es relativamente simple y facilita la implementación específica de la lógica de control de software. En otras realizaciones, el primer bit bandera puede estar pre-configurado como un parámetro que indica si la batería se ha descargado durante una duración t . Después de que la batería se descarga durante una duración t , el valor del primer bit bandera se establece en 1. Cuando se determina que el valor de una primera bandera es 1, se determina que la descarga está completa. Este método es también relativamente simple y facilita la implementación específica de la lógica de control de software.

El proceso de implementación específico de los pasos S301 a S303 es básicamente el mismo que el de los pasos S101 a S103 descritos en la realización anterior. Para el proceso de implementación se puede hacer referencia a la descripción dada anteriormente. Es comprensible que, cuando hay una pluralidad de umbrales preestablecidos, como se mencionó anteriormente, los pasos S401 a S407 puedan repetirse varias veces para implementar descargas repetidas.

Después de que se detiene la carga, la batería puede sobrecargarse y puede producirse un recubrimiento de litio por varias razones, tales como problemas de control de un BMS y una pila de carga en condiciones de trabajo reales; o las condiciones de trabajo reales de la carga son anormales. El recubrimiento de litio provocado por sobrecorriente puede ocurrir en algunas circunstancias, por ejemplo, una corriente de entrada de la pila de carga es excesiva o una temperatura de muestreo anormal conduce a una corriente solicitada anormal. Por lo tanto, en este caso, es necesario descargar la batería durante un período de tiempo más. De esta manera, el metal de litio precipitado por diversas razones se intercala nuevamente en el electrodo positivo a tiempo bajo la acción de una corriente de pulso negativo, y se evita el crecimiento continuo del metal de litio y los riesgos de seguridad resultantes. La FIG. 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método de carga de batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 4, en algunas realizaciones, el método 400 incluye los siguientes pasos:

- S401: obtener un parámetro eléctrico de una batería;
- S402: determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza un umbral preestablecido, en que un rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC de la batería correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %;
- S403: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga de la batería y la descarga de la batería durante una duración de t ;
- S404: continuar cargando la batería cuando se haya completado la descarga;
- S405: determinar si el parámetro eléctrico de la batería cumple una condición de parada de carga;
- S406: detener la carga cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de parada de carga;
- S407: determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza un umbral preestablecido, en que un rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC de la batería correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %; y
- S408: descargar la batería durante el tiempo t cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido.

En este momento, el BMS sale del control de carga y completa la carga.

La detención de la carga puede ocurrir en diversas circunstancias. En un proceso de carga convencional, generalmente se establece una condición de detención de carga. Por ejemplo, la condición de detención de carga es que el SOC alcance el 100 %. La carga se detiene cuando el SOC alcanza el 100 %. Alternativamente, la condición de detención de carga puede ser que el SOC alcance otro valor preestablecido, tal como 80 % o 60 %, o que una tensión máxima de un paquete de baterías alcance un límite superior preestablecido. Si un dispositivo eléctrico se desconecta de una fuente de alimentación de carga durante un proceso de carga, la carga se detendrá. Por ejemplo, un cable de carga conectado a un teléfono móvil se desenchufa o un enchufe de carga conectado a la fuente de alimentación se desenchufa durante la carga del teléfono móvil. Otro ejemplo, la pistola de carga de un vehículo eléctrico se desconecta durante la carga. Ejemplos de este tipo son las circunstancias de la detención de carga. En tales circunstancias, la condición de detención de carga puede ser: el dispositivo eléctrico que utiliza la batería está desconectado de la fuente de alimentación de carga.

Cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de carga, la carga se detiene y se determina si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido. Si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, se controla la descarga de la batería durante una duración t . El proceso de implementación específico del paso S401 es básicamente el mismo que el del paso S101 en la realización anterior, el proceso de implementación específico de los pasos S402 y S407 es básicamente el mismo que el del paso S102 en la realización anterior, el proceso de implementación específico de los pasos S403 y S408 es básicamente el mismo que el del paso S103 en la realización anterior, y el proceso de implementación específico del paso S404 es básicamente el mismo que el del paso S104 en la realización anterior. Una diferencia es que, debido a que el paso S408 se realiza después de que se detiene la carga, la "suspensión de la carga de la batería" en el paso S103 no es necesario realizarla en el paso S408. Para el proceso de implementación restante se puede hacer referencia a la descripción dada anteriormente.

En algunas realizaciones, cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de carga, se puede generar un segundo bit bandera. El segundo bit bandera es un parámetro que indica el cumplimiento de la condición de

detención de carga. En el paso S401, se puede determinar si el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de carga determinando si existe el segundo bit bandera. Este método es relativamente simple y facilita la implementación específica de la lógica de control de software. En otras realizaciones, el segundo bit bandera se puede configurar como un parámetro que indica el cumplimiento de la condición de detención de carga. Cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de carga, el segundo bit bandera se establece en 1. En el paso S401, se puede determinar si el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de carga determinando si el segundo bit bandera es 1. Este método es también relativamente simple y facilita la implementación específica de la lógica de control de software.

De esta manera, después de detenerse la carga, se determina nuevamente si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, se selecciona un umbral preestablecido en el rango del 70 % al 80 % del SOC correspondiente al umbral preestablecido y la batería se descarga si el parámetro eléctrico alcanza este umbral preestablecido. La batería se puede descargar cuando es necesario suprimir el recubrimiento de litio de la batería después de que se detiene la carga, logrando con ello mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería.

Lo siguiente describe un proceso de aplicación específico de una realización de esta solicitud utilizando la carga de un vehículo eléctrico como ejemplo:

1. Después de detectar que se inserta una pistola de carga o se pasa una tarjeta, una pila de carga intercambia paquetes con un BMS y realiza una detección del estado de precarga para determinar si el estado de carga se ha satisfecho.
2. La pila de carga determina que el estado de carga se ha satisfecho y envía información del modo de carga al BMS en forma de un paquete actual. El modo de carga incluye un modo de carga lenta y un modo de carga rápida.
3. De acuerdo con el modo de carga, el BMS solicita, de la pila de carga, una salida de corriente correspondiente al modo de carga.

3.1 En un modo de carga lenta: el BMS solicita una corriente de acuerdo con un paquete de corriente, obtiene información de SOC a través de un módulo SOC del BMS y envía la información de SOC a un módulo de carga en el BMS. El módulo de carga determina si el SOC alcanza el SOC especificado en la Tabla 1. Si el SOC alcanza el SOC especificado, el BMS solicita a la pila de carga que reduzca la corriente a cero y controla un circuito de descarga preestablecido para realizar una descarga de pulso negativo durante una duración correspondiente al SOC alcanzado y que se detalla en la Tabla 1. Una vez completada la descarga, el módulo de carga continúa solicitando corriente de la pila de carga. Si el SOC alcanza un siguiente umbral preestablecido, la descarga continúa hasta que se cumpla la condición de detención de carga, tras lo cual se completa la carga.

Tabla 1 Umbral preestablecido de SOC introducido por un pulso negativo durante la carga lenta y duración

SOC	40 %	60 %	80 %	100 %
Duración	10 s	11 s	12 s	13 s

3.2 En un modo de carga rápida (carga de corriente constante por pasos): el BMS busca en una tabla de corriente permitida bajo diferentes SOC/tasas de carga/SOHs (estado de salud, SOH) (en adelante denominada tabla de corriente permitida) para obtener una corriente solicitada, envía la corriente solicitada a la pila de carga y registra los caracteres de paso de carga correspondientes de la batería a diferentes tensiones. Cuando se alcanza el carácter de paso de carga correspondiente en la Tabla 2, el BMS solicita a la pila de carga que reduzca la corriente a cero y controla el circuito de descarga preestablecido para realizar una descarga de pulso negativo. Una vez completada la descarga, el módulo de carga continúa solicitando corriente de la pila de carga de acuerdo con la tabla de corriente permitida. Una vez que se cumple la condición de detención de carga y se logra un estado estable, el BMS solicita a la pila de carga que reduzca la corriente a cero y, al mismo tiempo, determina si el SOC alcanza el SOC especificado en la Tabla 3. Si el SOC alcanza el SOC especificado, el BMS solicita a la pila de carga que reduzca la corriente a cero y controla el circuito de descarga preestablecido para realizar una descarga de pulso negativo durante una duración correspondiente al SOC alcanzado y que se detalla en la Tabla 2. Una vez completada la descarga, el BMS sale del control de carga y completa la carga.

Tabla 2 Umbral preestablecido del carácter de paso de carga introducido por un pulso negativo durante la carga rápida, y duración

SOC	Paso 1	Paso 2	Paso 3
Duración	10 s	11 s	12 s

Tabla 3 Umbral preestablecido de SOC introducido por un pulso negativo en el corte de carga durante la carga rápida, y duración

SOC	40 %	60 %	80 %	100 %
Duración	10 s	11 s	12 s	13 s

Lo siguiente describe ejemplos de experimentos.

Ejemplo de Experimento 1

Se utiliza una batería de iones de litio de 100 Ah. En una política de carga por pasos original de la batería, se introduce una corriente negativa de -3 A en cada uno de los puntos de conmutación de corriente y se mantiene durante una duración de 3 s. La corriente negativa se introduce un total de 6 veces y se mantiene durante una duración total de 18 s. La Tabla 4 muestra el impacto en la duración de la carga y el ciclo de vida de la batería antes y después de introducir la corriente negativa.

Tabla 4 Impacto en la duración de la carga y el ciclo de vida de la batería antes y después de introducir la corriente negativa en el Ejemplo de Experimento 1

Grupo	Duración de carga (s)	Cantidad de ciclos correspondientes a una atenuación del 20 % de SOH
Grupo normal	2100	300
Carga de HC	2118	1200

Como se puede ver en la Tabla 4, aunque la duración de la carga es ligeramente prolongada, la prolongación es corta y no ejercerá un impacto importante en la experiencia del usuario. Sin embargo, la decoloración de la batería de iones de litio se reduce significativamente.

Ejemplo de Experimento 2

Se utiliza una batería de iones de litio de 100 Ah. Se introduce una corriente negativa de -3 A al 80 % del SOC y después de detener la carga, y en cada caso, se mantiene durante una duración de 3 s. La Tabla 5 muestra el impacto en la duración de la carga y el ciclo de vida de la batería antes y después de introducir la corriente negativa.

Tabla 5 Impacto en la duración de la carga y el ciclo de vida de la batería antes y después de introducir la corriente negativa en el Ejemplo de Experimento 2

Grupo	Duración de carga (s)	Cantidad de ciclos correspondientes a una atenuación del 20 % de SOH
Grupo normal	2100	300
Carga de HC	2106	1190

Como se puede ver en la Tabla 5, aunque la duración de la carga es ligeramente prolongada, la prolongación es menor que 10 s y el impacto ejercido en la experiencia del usuario es relativamente pequeño. Sin embargo, la decoloración de la batería de iones de litio se reduce significativamente.

El método de carga de la batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud se ha descrito anteriormente con referencia a la FIG. 1 a la FIG. 4. Lo siguiente describe un circuito de carga de batería de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 5. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La FIG. 5 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de carga de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 5, el circuito de carga de batería 500 incluye un circuito de detección 501, un circuito de control 502 y un circuito de carga y descarga 503. Los circuitos se describen más adelante.

El circuito de detección 501 está configurado para obtener un parámetro eléctrico de una batería. El circuito de control 502 está configurado para determinar, en base al parámetro eléctrico de la batería obtenido por el circuito de detección 501, si el parámetro eléctrico de la batería alcanza un umbral preestablecido, en que un rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un estado de carga (SOC) correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %; control, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, el circuito de carga y descarga 503 para suspender la carga de la batería y controlar el circuito de carga y descarga 503 para descargar la batería durante una duración de t; y control, cuando se completa la descarga, el circuito de carga y descarga 503 para continuar cargando la batería.

En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

En algunas realizaciones, un material de electrodo positivo de la batería es fosfato de hierro y litio, y el parámetro eléctrico es SOC.

5 En algunas realizaciones, el material de electrodo positivo de la batería es fosfato de hierro y litio. En una fase de salto de tensión en un proceso de carga de la batería, el parámetro eléctrico es la tensión. En una fase de tensión constante en el proceso de carga de la batería, el parámetro eléctrico es SOC.

10 En algunas realizaciones, el umbral preestablecido incluye un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido. Un rango de valores del primer umbral preestablecido necesita cumplir la siguiente condición: un SOC correspondiente al primer umbral preestablecido es del 35 % al 45 %. Un rango de valores del segundo umbral preestablecido cumple la siguiente condición: un SOC correspondiente al segundo umbral preestablecido es del 70 % al 80 %.

15 En algunas realizaciones, el umbral preestablecido incluye un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido. El primer umbral preestablecido es menor que el segundo umbral preestablecido. El circuito de control 502 está configurado además para: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga de la batería y descargar la batería durante una duración de t_1 , incluyendo: suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el primer umbral preestablecido, la carga de la batería y descargar la batería durante una duración de t_1 ; y suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el segundo umbral preestablecido, la carga de la batería y descargar la batería durante una duración de t_2 , en que $t_1 < t_2$.

20 En algunas realizaciones, el circuito de control 502 está configurado además para: determinar si el parámetro eléctrico de la batería cumple una condición de detención de la carga; detener la carga cuando el parámetro eléctrico de la batería cumple la condición de detención de la carga; determinar si el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido, en que el rango de valores del umbral preestablecido cumple la siguiente condición: el SOC correspondiente al umbral preestablecido es del 70 % al 80 %; y descargar la batería durante la duración de t cuando el parámetro eléctrico de la batería alcanza el umbral preestablecido.

25 Lo siguiente describe un controlador de carga de baterías de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 6. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La FIG. 6 es un diagrama estructural esquemático de un controlador de carga de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 6, el controlador de carga de baterías 600 incluye uno o más procesadores 601, que funcionan individual o conjuntamente. Los procesadores 601 están configurados para realizar pasos del método de carga de batería descrito en las realizaciones anteriores.

30 En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

40 Lo siguiente describe un sistema de gestión de baterías de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 7. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La FIG. 7 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de gestión de baterías de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 7, el sistema de gestión de baterías 700 incluye: al menos un procesador 701; y una memoria 702 conectada en comunicación con el al menos un procesador 701. La memoria 702 almacena una instrucción ejecutable por el al menos un procesador 701. La instrucción es ejecutada por el al menos un procesador 701 de manera que el al menos un procesador 701 implementa pasos del método de carga de baterías de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

50 En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, lo que ayuda a intercalar el litio precipitado nuevamente en el electrodo positivo, evitando la acumulación de la cantidad de metal de litio precipitado y el crecimiento continuo de dendritas de litio, y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

55 Lo siguiente describe una batería de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 8 y la FIG. 9. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de una batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 8, la batería 800 incluye un controlador de carga de baterías 600 de acuerdo con las realizaciones anteriores.

La Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de una batería de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 9, la batería 900 incluye un sistema de gestión de baterías 700 de acuerdo con las realizaciones anteriores.

En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Lo siguiente describe un dispositivo eléctrico de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 10. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo eléctrico de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 10, el dispositivo eléctrico 1000 incluye una batería 800 o una batería 900 de acuerdo con las realizaciones anteriores.

En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario.

Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Lo siguiente describe un dispositivo eléctrico de acuerdo con realizaciones de esta solicitud con referencia a la FIG. 10. Para el contenido que no se describe en detalle se podrá hacer referencia a las realizaciones anteriores. La FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo eléctrico de acuerdo con algunas realizaciones de esta solicitud. Como se muestra en la FIG. 10, el dispositivo eléctrico 1000 incluye una batería 800 o una batería 900 de acuerdo con las realizaciones anteriores.

En la solución técnica proporcionada en algunas realizaciones de esta solicitud, se establece el umbral preestablecido del parámetro eléctrico. Cuando el SOC de la batería alcanza el umbral preestablecido, la carga se suspende y se realiza la descarga, suprimiendo con ello el recubrimiento de litio de la batería y mejorando el rendimiento de seguridad de la batería. Esto se consigue sin necesidad de reducir la tasa de carga y evita el deterioro del rendimiento del dispositivo eléctrico y la experiencia del usuario. Además, el rango de valores del umbral preestablecido cumple la condición de que el estado de carga de la batería (SOC) correspondiente al umbral preestablecido sea del 70 % al 80 %. El umbral preestablecido seleccionado dentro de un rango de este tipo puede lograr mejores efectos de supresión del recubrimiento de litio de la batería con el fin de minimizar el impacto en la duración de la carga.

Finalmente, debe señalarse que las realizaciones anteriores están destinadas meramente a describir las soluciones técnicas de esta solicitud en lugar de limitar esta solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Un método de carga de baterías de fosfato de litio, que comprende:

obtener, después del inicio de la carga de una batería, (S101, S301, S401) un parámetro eléctrico de una batería (800, 900) basándose en determinar, después del inicio de la carga de una batería, si un estado de carga de la batería, SOC, está en una fase de salto de tensión o una fase de tensión constante, en donde el SOC de la batería está en la fase de salto de tensión cuando el SOC correspondiente a una duración de carga está dentro de un rango de 0 % a 20 % o cuando el SOC correspondiente a una duración de carga es mayor que 80 %, y en el que el SOC de la batería está en la fase de tensión constante cuando el SOC correspondiente a una duración de carga está dentro de un rango de 20 % a 80 %; en respuesta a determinar que el estado de carga de la batería está en una fase de salto: seleccionando la tensión como parámetro eléctrico, en respuesta a la determinación de que el estado de carga de la batería está en una fase estable de tensión: seleccionar SOC como el parámetro eléctrico y obtener (S101, S301, S401) el SOC de la batería (800, 900) en función de una tensión de la batería (800, 900) y una temperatura de la batería (800, 900) consultando una tabla preestablecida de correspondencias entre el SOC de la batería (800, 900), la tensión de la batería (800, 900) y una temperatura de la batería (800, 900);

determinar (S102, S302, S402) si el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza un umbral preestablecido;

suspender (S103, S303, S403), cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el umbral preestablecido, la carga de la batería (800, 900) y la descarga de la batería (800, 900) durante una duración de t, en donde $t \geq 3$ segundos; y

continuar cargando (S104, S306, S404) la batería cuando se complete la descarga;

en el que el umbral preestablecido puede comprender uno o más umbrales preestablecidos, y al menos uno de los uno o más umbrales preestablecidos se selecciona dentro de un rango de valores del parámetro eléctrico correspondiente a un SOC entre 70 % y 80 %.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un material de electrodo negativo de la batería (800, 900) comprende grafito.

3. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el umbral preestablecido comprende un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido; un rango de valores del primer umbral preestablecido se selecciona dentro de un rango de valores del parámetro eléctrico correspondiente a un SOC entre 35 % y 45 %; y un rango de valores del segundo umbral preestablecido se selecciona dentro de un rango de valores del parámetro eléctrico correspondiente a un SOC entre 70 % y 80 %.

4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el umbral preestablecido comprende un primer umbral preestablecido y un segundo umbral preestablecido, y el primer umbral preestablecido es menor que el segundo umbral preestablecido;

la suspensión, cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el umbral preestablecido, la carga de la batería (800, 900) y la descarga de la batería (800, 900) durante una duración de t comprenden:

suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el primer umbral preestablecido, la carga de la batería (800, 900) y la descarga de la batería (800, 900) durante una duración de t_1 ; y

suspender, cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el segundo umbral preestablecido, la carga de la batería (800, 900) y la descarga de la batería (800, 900) durante una duración de t_2 , en donde $t_1 < t_2$

5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procedimiento comprende, además:

determinar (S405) si el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) cumple una condición de detención de carga; detener (S406) la carga cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) cumple la condición de detención de carga;

determinar (S407) si el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el umbral preestablecido, en donde el rango de valores del umbral preestablecido se selecciona dentro de un rango de valores del parámetro eléctrico correspondiente al SOC entre 70 % y 80 %; y

descargar (S408) la batería (800, 900) durante la duración de t, en donde $t \geq 3$ segundos cuando el parámetro eléctrico de la batería (800, 900) alcanza el umbral preestablecido.

6. Un controlador de carga de baterías (600), que comprende uno o más procesadores (601), en donde los procesadores (601) funcionan individual o conjuntamente, y los procesadores (601) están configurados para realizar pasos del método de carga de batería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Un sistema de gestión de baterías (700), que comprende:

al menos un procesador (701); y

una memoria (702) conectada en comunicación con el al menos un procesador (701), en donde la memoria (702) almacena una instrucción ejecutable por el al menos un procesador (701), y la instrucción es ejecutada por el al menos un procesador (701) de manera que el al menos un procesador (701) está configurado para:

llevar a cabo el método de carga de baterías de cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

8. Una batería (800, 900), que comprende: el controlador de carga de baterías (600) de acuerdo con la reivindicación 6 o el sistema de gestión de baterías (700) de acuerdo con la reivindicación 7.

5 9. Un dispositivo eléctrico (1000), que comprende la batería (800, 900) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la batería (800, 900) está configurada para proporcionar energía eléctrica.

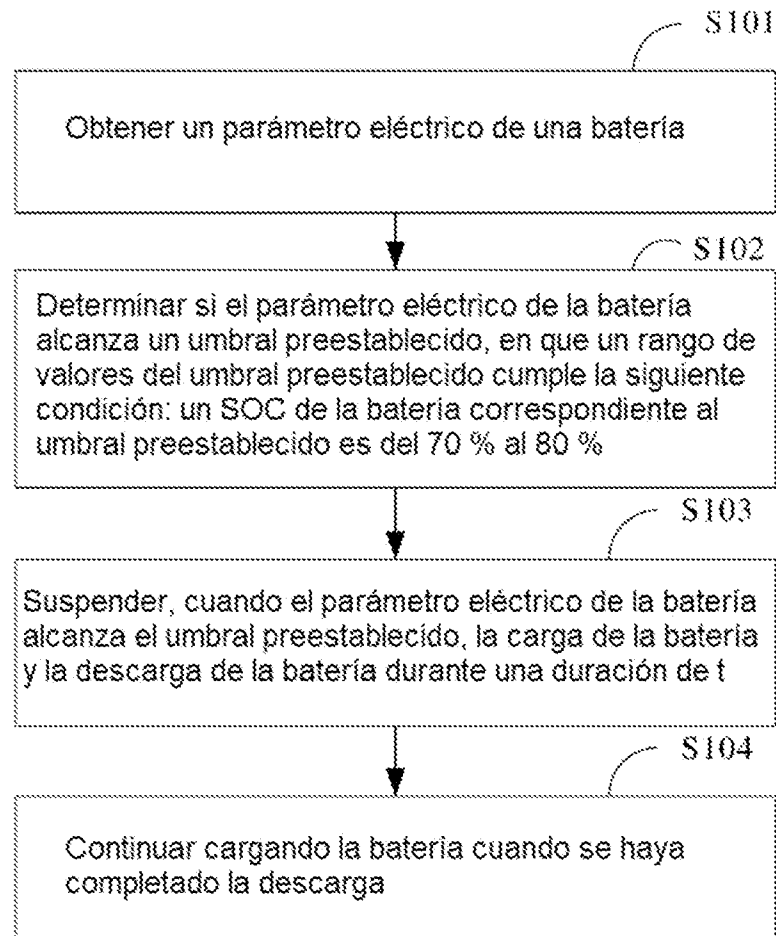


FIG. 1

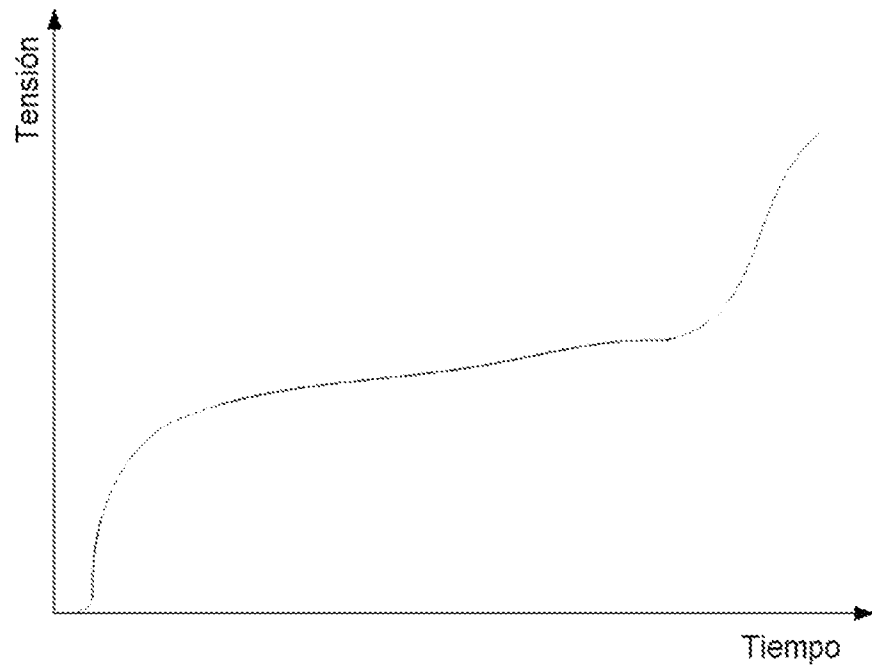


FIG. 2

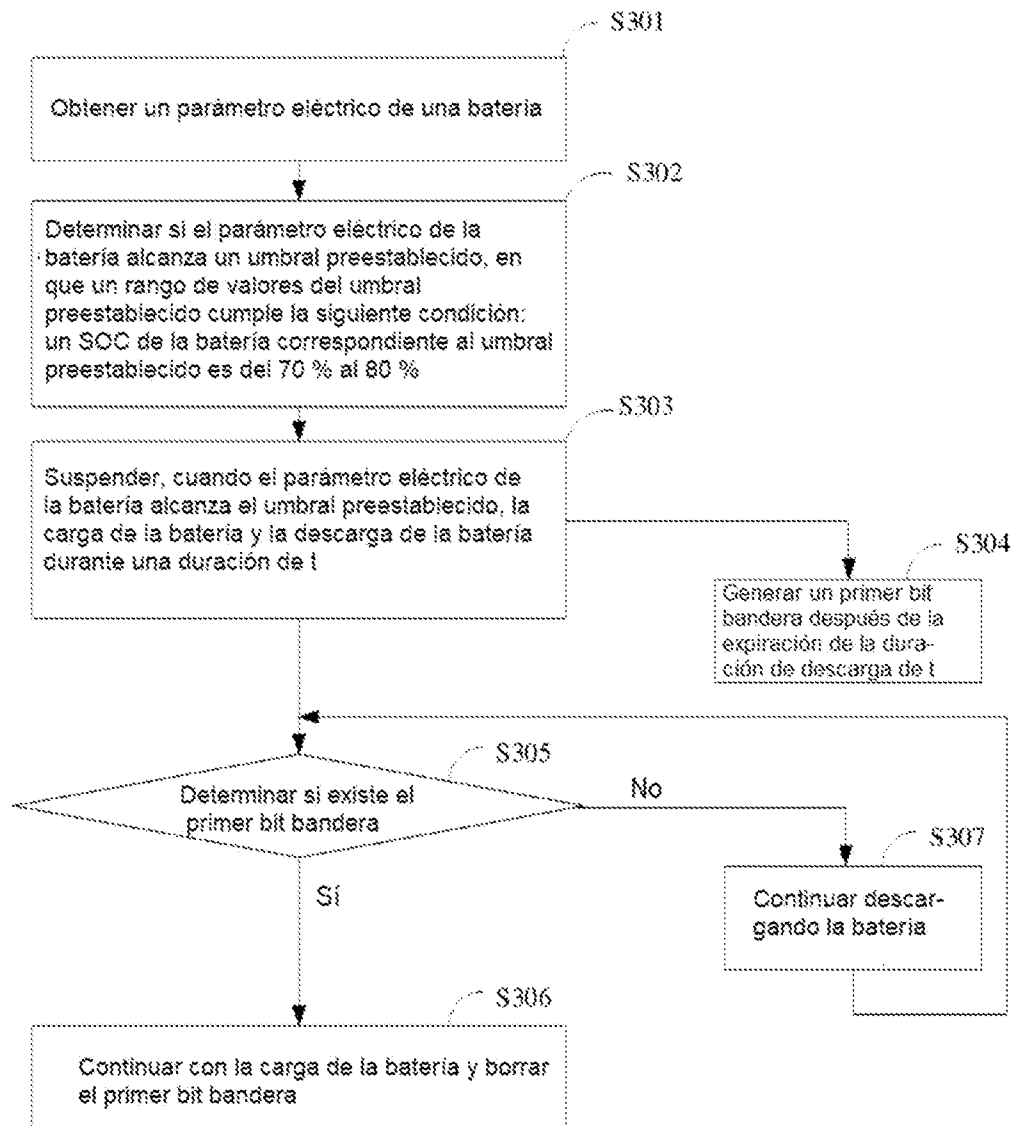


FIG. 3

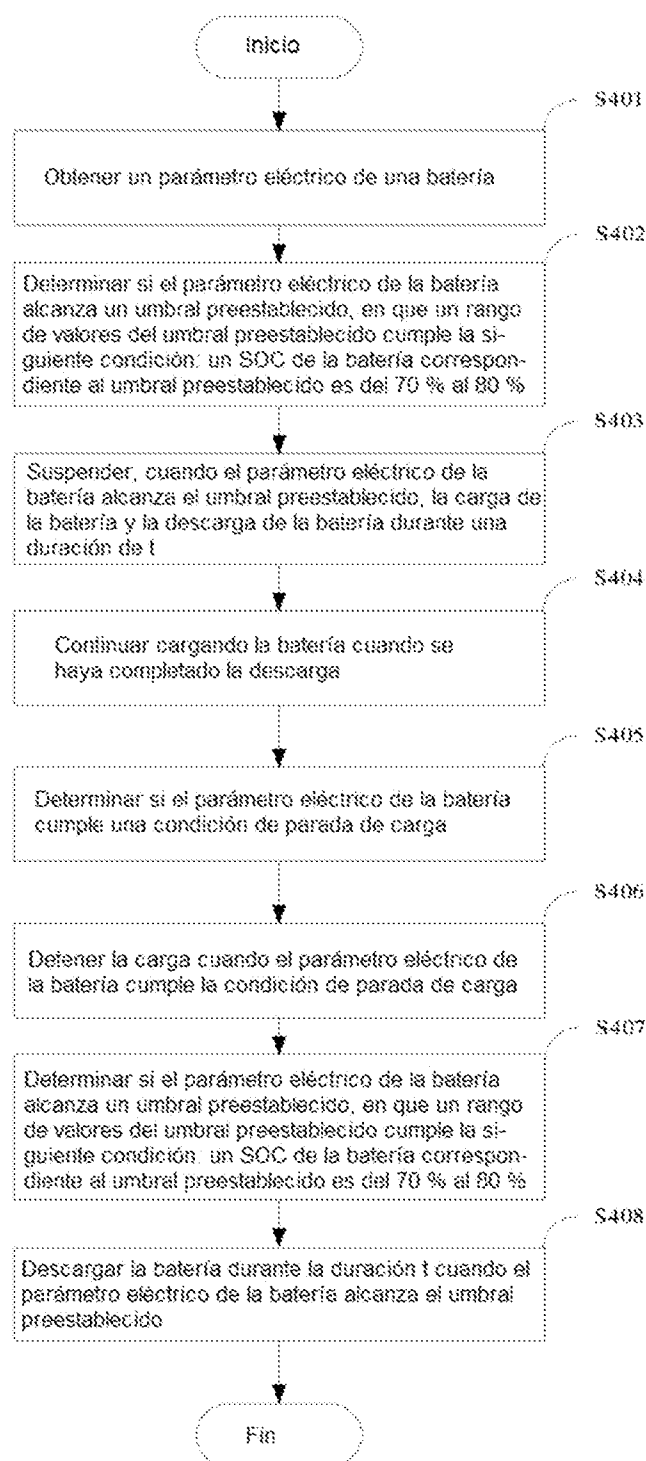


FIG. 4

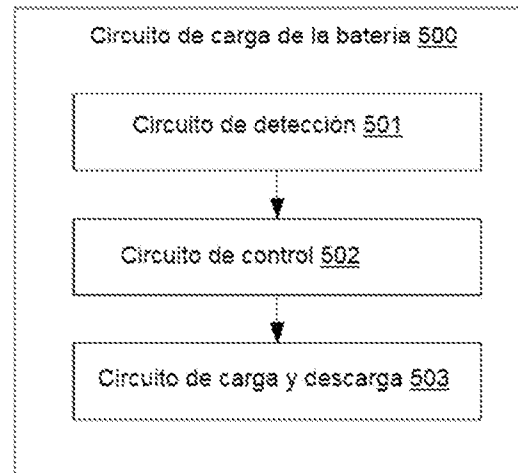


FIG. 5

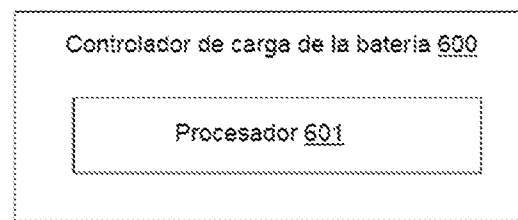


FIG. 6

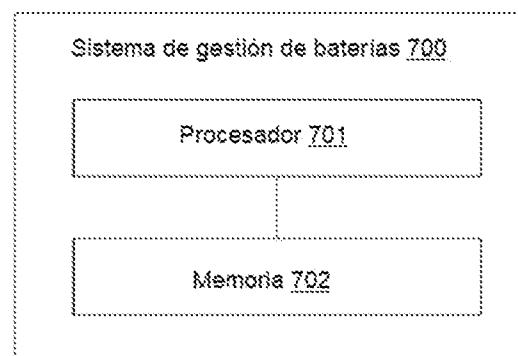


FIG. 7

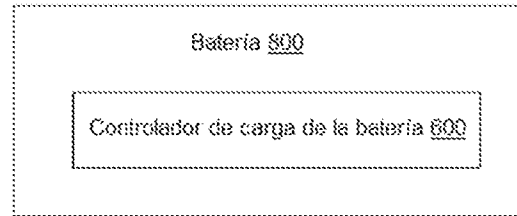


FIG. 8

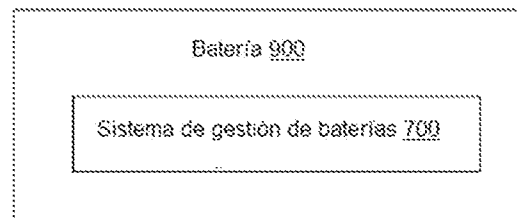


FIG. 9

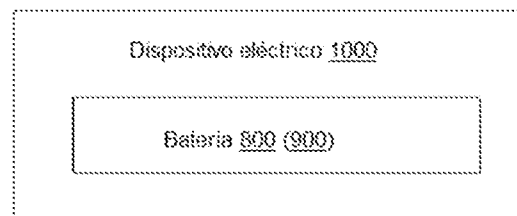


FIG. 10