

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 781**

51 Int. Cl.:

H01M 10/48

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2018** **PCT/EP2018/057871**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18178131**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2018** **E 18726326 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.05.2021** **EP 3602675**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para operar un sistema acumulador de energía eléctrico, así como sistema acumulador de energía eléctrico y su utilización**

30 Prioridad:

28.03.2017 DE 102017205175

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

25.11.2021

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

GLEITER, ANDREAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 880 781 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

Procedimiento y dispositivo para operar un sistema acumulador de energía eléctrico, así como sistema acumulador de energía eléctrico y su utilización

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento y a un dispositivo para operar un sistema acumulador de energía eléctrico, así como a un sistema acumulador de energía eléctrico y a su utilización, según el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

Estado del arte

Debido a la creciente electrificación, en particular de la cadena de accionamiento de vehículos, como sistema acumulador de energía eléctrico cada vez más se utilizan baterías, que pueden componerse de varias celdas de batería. Para garantizar la seguridad y la capacidad de funcionamiento duradera del sistema acumulador de energía eléctrico, en la mayoría de los casos es necesario tener conocimiento de una temperatura del sistema acumulador de energía eléctrico. Con esa finalidad, mayormente se determinan uno o varios valores de temperatura para el sistema acumulador de energía eléctrico. Para reducir la complejidad, mayormente se supone que las temperaturas dentro del sistema acumulador de energía eléctrico son homogéneas dentro de ciertos límites. Además, para la seguridad del sistema acumulador de energía eléctrico en la mayoría de los casos se requiere que no sea superado un valor límite de corriente determinado, ya que éste puede dañar el sistema acumulador de energía eléctrico. En particular esto es relevante cuando dentro del sistema acumulador de energía no se encuentra presente ningún sistema de refrigeración activo, sino que se refrigera de forma pasiva. Puesto que el suministro de calor aumenta de forma cuadrática con la intensidad de la corriente, la corriente en la mayoría de los casos se limita en gran medida de forma innecesaria.

En el documento DE 10 2013 000 220 B3 se describe un procedimiento para determinar una temperatura en un cuerpo eléctrico, en particular en un acumulador. Con esa finalidad, dentro del procedimiento se utilizan una potencia eléctrica en los bornes, una potencia eléctrica de pérdida y una capacidad térmica del cuerpo eléctrico. Los documentos EP1688722, DE102015001069 y DE4403468 describen diferentes procedimientos para determinar la temperatura en una batería eléctrica.

Descripción de la invención

Ventajas de la invención

Se describen un procedimiento y un dispositivo para operar un sistema acumulador de energía eléctrico, así como un sistema acumulador de energía eléctrico y su utilización con las características distintivas de las reivindicaciones independientes, donde el sistema acumulador de energía eléctrico comprende al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica.

Dentro del procedimiento, un primer valor de temperatura se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico. Esto puede tener lugar por ejemplo mediante un sensor de temperatura. Además, un valor de corriente eléctrico se determina en función del primer valor de temperatura determinado, de un segundo valor de temperatura, de un valor de resistencia eléctrico, de un valor de capacidad térmica y de un intervalo de tiempo definido. De este modo, el segundo valor de temperatura, el valor de resistencia eléctrico, el valor de capacidad térmica y el intervalo de tiempo definido pueden determinarse por ejemplo desde una memoria de datos que contiene esos valores, por ejemplo en forma predefinida. De manera alternativa, el valor de resistencia eléctrico puede determinarse a partir de un modelo matemático, donde ese valor puede actualizarse de forma continua para reflejar posibles variaciones de la resistencia eléctrica. Además, el sistema acumulador de energía eléctrico se opera de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supera el valor de corriente determinado, al menos durante un intervalo de tiempo parcial del intervalo de tiempo definido. Con ello, de manera ventajosa, está garantizado que el sistema acumulador de energía eléctrico no esté expuesto a corrientes eléctricas que afectan negativamente la capacidad de funcionamiento, lo cual a su vez también aumenta la vida útil del sistema acumulador de energía eléctrico. Por ejemplo, puede determinarse un valor de corriente para un intervalo de tiempo definido de una hora, donde entonces una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico es limitada por ejemplo por 10 minutos a como máximo su valor de corriente determinado. Con ello, por ejemplo, se impide un aumento de temperatura excesivo, donde al mismo tiempo, sin embargo, puede cumplirse con exigencias a corto plazo en cuanto a la potencia o a la corriente. Igualmente es posible que la corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supere el valor de corriente determinado durante todo el intervalo de tiempo. De este modo se alcanza un funcionamiento muy seguro del sistema acumulador de energía eléctrico. Otros ejemplos de la combinación de intervalo de tiempo definido e intervalo de tiempo parcial son por ejemplo 10 min / 1 min, 1 min / 10 s, 1 min / 1 min o 10 s / 10 s.

En las reivindicaciones dependientes se indican otras formas de ejecución ventajosas de la presente invención.

De manera conveniente, el segundo valor de temperatura, desde una memoria de datos, se determina como valor límite de temperatura predefinido para al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica y/o para el sistema acumulador de energía eléctrico. Con ello se asegura que mediante el valor de corriente determinado en función del valor límite de temperatura predefinido, no tenga lugar un calentamiento de esa clase del sistema acumulador de energía eléctrico, de manera que se supere el valor límite de temperatura predefinido, lo cual, de manera ventajosa, garantiza la seguridad y la capacidad de funcionamiento del sistema acumulador de energía eléctrico.

De manera conveniente, se determina el valor de resistencia eléctrico y/o el valor de capacidad térmico para al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica y/o para el sistema acumulador de energía eléctrico, por ejemplo desde una memoria de datos en la que están almacenados uno o varios valores correspondientes. De este modo, de manera ventajosa, puede determinarse si el valor de corriente determinado se calcula al nivel de una o de varias unidades de acumulación de energía eléctricas, o para todo el sistema acumulador de energía eléctrica. Por ejemplo, en el caso de un circuito paralelo de unidades de acumulación de energía eléctricas puede ser ventajoso reunir las mismas para la determinación del valor de corriente, formando una unidad de acumulación de energía sustituta y, para esa unidad de acumulación de energía sustituta, utilizar valores de sustitución para la resistencia y la capacidad térmica en la determinación del valor de corriente eléctrico.

De manera conveniente, antes de la determinación del valor de corriente eléctrico se determina primero un valor característico de transferencia de calor, que caracteriza una transferencia de calor dentro del sistema acumulador de energía eléctrico, por ejemplo desde una memoria de datos, en la que están almacenados uno o varios valores correspondientes. Por ejemplo, puede tratarse de una resistencia de transferencia de calor en la superficie de una unidad de acumulación de energía eléctrica, o también de una resistencia de transferencia de calor media para la unidad de acumulación de energía sustituta antes mencionada. A continuación, la determinación del valor de corriente eléctrico tiene lugar en función del primer valor de temperatura, del segundo valor de temperatura, del valor de resistencia eléctrico, del valor de capacidad térmica del intervalo de tiempo definido, y del valor característico de transferencia de calor determinado de ese modo. De este modo, se considera la transferencia de calor dentro del sistema acumulador de energía eléctrica, así como hacia el ambiente, lo cual aumenta la precisión del valor de corriente determinado y, con ello, mejora el funcionamiento del sistema acumulador de energía eléctrico.

De manera conveniente, antes de la determinación del valor de corriente eléctrico se determina primero una cantidad de carga eléctrica disponible del sistema acumulador de energía eléctrico. Por ejemplo, esto puede tener lugar mediante una determinación del estado de carga real de una unidad de acumulación de energía eléctrica y mediante una formación de diferencia subsiguiente con un estado de carga mínimo posible, donde la diferencia a continuación se multiplica por un valor de capacidad, por ejemplo la capacidad nominal de una unidad de acumulación de energía eléctrica. Utilizando el valor de corriente que debe determinarse, el intervalo de tiempo definido puede indicarse en función de la cantidad de carga disponible. A continuación, la determinación del valor de corriente eléctrico tiene lugar en función del primer valor de temperatura, del segundo valor de temperatura, del valor de resistencia eléctrico, del valor de capacidad térmica y de la cantidad de carga disponible. De este modo, se determina un valor de corriente con el cual el sistema acumulador de energía eléctrico puede funcionar hasta una cierta profundidad de descarga, por ejemplo hasta una descarga completa. Esto garantiza el funcionamiento seguro del sistema acumulador de energía eléctrico, también sin un recalcular continuamente un valor de corriente que no puede ser superado.

De manera conveniente, el primer valor de temperatura se determina a partir de la primera variable de temperatura detectada mediante un sensor de temperatura, donde el sensor de temperatura se encuentra dentro, o en contacto directo con el sistema acumulador de energía eléctrico. Por ejemplo, el sensor de temperatura puede estar colocado directamente sobre la superficie de una unidad de acumulación de energía eléctrica, para detectar su temperatura. Otra posibilidad consiste en una colocación en un conector de celdas, entre dos unidades de acumulación de energía eléctrica. Con ello, en la determinación se considera una variable importante que se relaciona directamente con la corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico, lo cual aumenta la precisión y la fiabilidad del procedimiento.

De manera conveniente, el sistema acumulador de energía eléctrico, antes de la determinación del primer valor de temperatura para un periodo predefinido, se activa de modo que en el sistema acumulador de energía eléctrico no circula ninguna corriente eléctrica adicional, exceptuando una corriente base eléctrica predefinida. La corriente base eléctrica, por ejemplo, es necesaria para el suministro de un aparato de control eléctrico, en particular de un aparato de control de gestión de batería, así como de sensores correspondientes, por ejemplo para la detección de tensión y/o de corriente. La corriente base eléctrica predefinida comprende por ejemplo valores, conforme a la magnitud, en un rango de 0 a 10 A, en particular de 0 a 5 A, así como de 0 a 2,5 A. Un aumento, así como una variación de la temperatura, con ello, se impiden de manera ventajosa, exceptuando influencias mínimas, debido a lo cual el sistema acumulador de energía eléctrico, así como una unidad de acumulación de energía eléctrica, se encuentran en un estado casi estacionario con respecto a las variaciones de temperatura, lo cual aumenta la precisión de la

determinación de temperatura y, con ello, de la determinación del valor de corriente, procurando de este modo un funcionamiento más fiable y más seguro del sistema acumulador de energía eléctrica.

De manera conveniente, un ratio de variación de temperatura en el tiempo se determina a partir de la primera variable de temperatura determinada, por ejemplo mediante la utilización de dos o varios valores de temperatura que fueron detectados en distintos instantes. Además, en el caso de una ubicación por debajo de un valor umbral del ratio de variación de temperatura predefinido, el primer valor de temperatura se determina mediante el ratio de variación de temperatura en el tiempo determinado. De este modo, de manera ventajosa, puede establecerse si ya se ha alcanzado el estado casi estacionario con respecto a variaciones de temperatura y, con ello, si es posible una determinación fiable del primer valor de temperatura. Con ello se incrementa la fiabilidad del procedimiento.

Además se describe un dispositivo con al menos un medio para operar un sistema acumulador de energía eléctrica, en donde al menos un medio está configurado para realizar las etapas del procedimiento antes descritas. Con ello pueden alcanzarse las ventajas antes mencionadas. Al menos un medio puede comprender por ejemplo un aparato de control de gestión de batería y un sistema electrónico de potencia correspondiente, por ejemplo un convertidor, así como sensores de corriente y sensores de temperatura. Un medio de esa clase puede ser también una unidad de control electrónica. Por una unidad de control electrónica en particular puede entenderse un aparato de control electrónico, que por ejemplo comprende un microcontrolador y/o un módulo de hardware específico de la aplicación, por ejemplo un ASIC, pero también puede abarcar un ordenador personal o un controlador lógico programable.

Se describe además un sistema acumulador de energía eléctrica que comprende al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica y el dispositivo antes descrito con medios para operar el sistema acumulador de energía eléctrica. Con ello pueden alcanzarse las ventajas antes mencionadas para el sistema acumulador de energía eléctrica. Por una unidad de acumulación de energía eléctrica puede entenderse en particular una celda de batería electroquímica y/o un módulo de batería con al menos una celda de batería electroquímica y/o un paquete de batería con al menos un módulo de batería. Por ejemplo, la unidad de acumulación de energía eléctrica puede ser una celda de batería a base de litio o un módulo de batería a base de litio. En particular, la unidad de acumulación de energía eléctrica puede ser una celda de batería a base de iones de litio o un módulo de batería a base de iones de litio, o un paquete de batería a base de iones de litio. Además, la celda de batería puede ser del tipo acumulador de polímeros de litio, acumulador de hidruro de metal- níquel, acumulador de ácido - plomo, acumulador de aire-litio o acumulador de azufre-litio, por ejemplo, de forma muy general, un acumulador de cualquier composición electroquímica. Como unidad de acumulación de energía eléctrica es posible también un condensador.

Además, se describe la utilización del sistema acumulador de energía eléctrica antes descrito en vehículos accionados de forma eléctrica, incluyendo vehículos híbridos, en instalaciones de acumulación de energía eléctricas estacionarias, en herramientas manuales que funcionan de forma eléctrica, en dispositivos portátiles para telecomunicaciones o procesamiento de datos, así como en aparatos de uso doméstico. Con ello pueden alcanzarse las ventajas ya mencionadas anteriormente en las áreas de aplicación indicadas. Por ejemplo, de este modo, una herramienta manual, en particular un taladro o un martillo perforador, puede ser protegida de un calentamiento excesivo, sin que se necesiten cálculos matemáticos complejos que deban repetirse de forma continua. Lo mismo aplica por ejemplo para una mezcladora como aparato de uso doméstico.

Breve descripción de los dibujos

En las figuras se representan formas de ejecución ventajosas de la invención y se explican en detalle en la siguiente descripción.

Muestran:

Figura 1 un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una primera forma de ejecución;

Figura 2 un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una segunda forma de ejecución;

Figura 3 un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una tercera forma de ejecución;

Figura 4 un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una cuarta forma de ejecución; y

Figura 5 un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una quinta forma de ejecución.

Formas de ejecución de la invención

Los símbolos de referencia idénticos identifican en todas las figuras los mismos componentes del dispositivo o las mismas etapas del procedimiento.

La figura 1 muestra un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una primera forma de ejecución. En una primera etapa S11, un primer valor de temperatura se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrica. La detección puede tener lugar por ejemplo mediante un sensor de temperatura. A continuación, en una segunda etapa S12, un valor de corriente eléctrica se determina en función del primer valor de temperatura determinado, de un segundo valor de temperatura, de un valor de resistencia eléctrica, de un valor de capacidad térmica y de un intervalo de tiempo definido. De manera ventajosa, esto tiene lugar utilizando la ecuación

$$[c_{cell}m_{cell}]\Delta T = I_{th}^2 R_{cell} \Delta t, \quad (1)$$

que se aplica para una unidad de acumulación de energía eléctrica. En este caso, c_{cell} indica un valor de capacidad térmica de la unidad de acumulación de energía eléctrica, m_{cell} el valor de la masa de la unidad de acumulación de energía eléctrica, Δt un intervalo de tiempo definido entre un primer y un segundo instante, ΔT un valor de diferencia de temperatura, de manera ventajosa entre un valor límite de temperatura predefinido para una unidad de acumulación de energía eléctrica y un primer valor de temperatura de la unidad de acumulación de energía eléctrica en el primer instante, I_{th} un valor de corriente eléctrica que circula desde o hacia la unidad de acumulación de energía eléctrica, y R_{cell} un valor de resistencia eléctrica de la unidad de acumulación de energía eléctrica. La ecuación (1) modificada según I_{th} , por ejemplo en el caso de la implementación en un aparato de control, posibilita la determinación del valor de corriente eléctrica I_{th} , donde el resto de las variables, por ejemplo Δt , están predeterminadas por un usuario o dentro de un programa de control, o pueden leerse desde una memoria de datos que se encuentra presente por ejemplo en una unidad de control electrónica. De manera alternativa, las mismas pueden determinarse directamente antes de su utilización en la ecuación, por ejemplo el valor de resistencia eléctrica R_{cell} . Esto resulta en la ecuación modificada

$$\sqrt{[c_{cell}m_{cell}]\frac{\Delta T}{R_{cell}\Delta t}} = I_{th}. \quad (2)$$

Ese valor de corriente eléctrica I_{th} determinado se utiliza en una tercera etapa S13 para operar el sistema acumulador de energía eléctrico, de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supera el valor de corriente I_{th} determinado, al menos durante un intervalo de tiempo parcial del intervalo de tiempo definido Δt , por ejemplo durante la primera mitad del intervalo de tiempo. Por ejemplo, en una forma de ejecución preferente, para una unidad de acumulación de energía eléctrica pueden determinarse el valor de capacidad térmica c_{cell} , la masa m_{cell} y el valor de resistencia eléctrica R_{cell} desde una memoria de datos, donde los mismos respectivamente preferentemente están almacenados en forma de un campo característico. El valor de diferencia de temperatura ΔT preferentemente se determina a partir de $\Delta T = T_{lim} - T_1$, donde T_{lim} identifica un valor límite de temperatura predefinido para la unidad de acumulación de energía eléctrica, que igualmente puede determinarse desde la memoria de datos. El primer valor de temperatura T_1 preferentemente indica la temperatura de la unidad de acumulación de energía eléctrica al instante de la determinación del valor de corriente I_{th} , donde también es posible un valor leído desde una memoria de datos. El intervalo de tiempo definido Δt preferentemente indica un periodo en el cual la unidad de acumulación de energía eléctrica puede cargarse o descargarse hasta un límite predefinido de tensión o del estado de carga.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una segunda forma de ejecución. En este caso, en una primera etapa S21, como se ha descrito antes en la etapa S11, un primer valor de temperatura se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico. En una segunda etapa S22, se determina un valor característico de transferencia de calor R_{th} desde una memoria de datos, que caracteriza una transferencia de calor dentro del sistema acumulador de energía eléctrico, entre una unidad de acumulación de energía eléctrica y su entorno. En una tercera etapa S23, a continuación, tiene lugar una determinación de un valor de corriente eléctrica I_{th} , en función de un primer valor de temperatura T_1 , de un segundo valor de temperatura T_2 , de un valor de resistencia eléctrica R_{cell} , de un valor de capacidad térmica eléctrica c_{cell} , de un intervalo de tiempo definido Δt y del valor característico de transferencia de calor R_{th} determinado, donde aplica $\Delta T = T_2 - T_1$ y se parte de la siguiente ecuación.

$$\left[c_{cell}m_{cell} + \frac{\Delta t}{R_{th}} \right] \Delta T = I_{th}^2 R_{cell} \Delta t, \quad (3)$$

Después de la modificación de esa ecuación según I_{th} resulta

$$\sqrt{\left[c_{cell}m_{cell} + \frac{\Delta t}{R_{th}}\right] \frac{\Delta T}{R_{cell}\Delta t}} = I_{th} \quad (4)$$

para el valor de corriente I_{th} determinado. En una cuarta etapa S24, el sistema acumulador de energía eléctrico se opera de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supera el valor de corriente I_{th} determinado, durante el intervalo de tiempo definido Δt . Puesto que tanto las corrientes positivas, como negativas, por tanto las corrientes de carga, como de descarga, conducen a un calentamiento de la unidad de acumulación de energía eléctrica, puede preverse que la corriente eléctrica circulante, conforme a la magnitud, no supere el valor de corriente I_{th} determinado. Esto es ventajoso, pero puede decidirse para cada caso de aplicación.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una tercera forma de ejecución. En una primera etapa S31, del modo antes descrito, un primer valor de temperatura se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico. El sistema acumulador de energía comprende de este modo al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica. A continuación, en una segunda etapa S32 se determina una capacidad de carga eléctrica disponible C_{rem} del sistema acumulador de energía eléctrico; en este caso la cantidad de carga eléctrica disponible C_{rem} de la unidad de acumulación de energía eléctrica. Esto tiene lugar mediante una determinación de un valor de estado de carga real de la unidad de acumulación de energía eléctrica y mediante una formación de diferencia subsiguiente con un valor de estado de carga mínimo posible, así como mediante la multiplicación subsiguiente por un valor de capacidad nominal, así como real, de la unidad de acumulación de energía eléctrica, que por ejemplo puede determinarse desde una memoria de datos, por ejemplo mediante un campo característico. En una tercera etapa S33, a continuación, utilizando la cantidad de carga disponible C_{rem} determinada, un primer valor de temperatura T_1 , un segundo valor de temperatura T_2 , que se determina desde una memoria de datos como valor límite de temperatura predefinido T_{lim} para la unidad de acumulación de energía eléctrica, un valor de resistencia eléctrico R_{cell} de la unidad de acumulación de energía eléctrica, un valor de capacidad térmica c_{cell} de la unidad de acumulación de energía eléctrica, se determina un valor de corriente eléctrico I_{th} . En este caso se utilizan las siguientes definiciones: $\Delta t = C_{rem} / I_{th}$, así como $\Delta T = T_{lim} - T_1$. Esto tiene lugar utilizando la siguiente ecuación

$$[c_{cell}m_{cell}]\Delta T = I_{th}^2 R_{cell} \frac{C_{rem}}{I_{th}}, \quad (5)$$

de donde resulta entonces el valor de corriente I_{th} determinado en

$$I_{th} = \frac{c_{cell}m_{cell}\Delta T}{R_{cell}C_{rem}}. \quad (6)$$

De manera alternativa, adicionalmente puede considerarse un valor característico de transferencia de calor R_{th} , que por ejemplo caracteriza la transferencia de calor entre la unidad de acumulación de energía eléctrica y su entorno. Ese valor puede determinarse por ejemplo a partir de un campo característico, en una memoria de datos. Resulta entonces el valor de corriente I_{th} determinado en

$$I_{th} = \frac{1}{2} \left[\frac{c_{cell}m_{cell}\Delta T}{R_{cell}C_{rem}} + \sqrt{\frac{c_{cell}^2 m_{cell}^2 \Delta T^2}{R_{cell}^2 C_{rem}^2} + \frac{4\Delta T}{R_{th}R_{cell}}} \right]. \quad (7)$$

En una cuarta etapa S44, a continuación, el sistema acumulador de energía eléctrico se activa de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico, de manera ventajosa una corriente de carga o de descarga, no supera el valor de corriente determinado, conforme a la magnitud, durante el funcionamiento del sistema acumulador de energía eléctrico.

La figura 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una cuarta forma de ejecución. En una primera etapa S41, un primer valor de temperatura se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico, preferentemente para una unidad de acumulación de energía eléctrica del sistema acumulador de energía eléctrico. En una segunda etapa S42 se determina un valor de corriente eléctrico en función del primer valor de temperatura T_1 determinado, de un valor límite de temperatura

predefinido T_{lim} para la unidad de acumulación de energía eléctrica, de un valor de resistencia eléctrica R_{th} para la unidad de acumulación de energía eléctrica, de un valor de capacidad térmica C_{cell} para la unidad de acumulación de energía eléctrica y de un intervalo de tiempo definido Δt . De este modo, se determinan el valor de resistencia eléctrica R_{th} y el valor de capacidad térmica C_{cell} para la unidad de acumulación de energía eléctrica, a partir de una memoria de datos, por ejemplo de una unidad de control electrónica, desde una memoria de datos, por ejemplo de una unidad de control electrónica. A continuación, el sistema acumulador de energía eléctrico, en una tercera etapa S43, se opera de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supera el valor de corriente determinado, conforme a la magnitud, al menos durante un intervalo de tiempo parcial del intervalo de tiempo Δt definido.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo del procedimiento descrito, según una quinta forma de ejecución. De este modo, en una primera etapa S51, el sistema acumulador de energía eléctrico se activa para un periodo predefinido, de manera que en el sistema acumulador de energía eléctrico no circula ninguna corriente eléctrica, exceptuando una corriente base eléctrica predefinida que, conforme a la magnitud, se encuentra en el rango de 0 a 10 A, preferentemente en el rango entre 0 y 5 A. A continuación, en una segunda etapa S52, un ratio de variación de temperatura en el tiempo se determina a partir de una primera variable de temperatura detectada mediante un sensor de temperatura. El sensor de temperatura se encuentra dentro o en contacto directo con el sistema acumulador de energía eléctrico, así como de una unidad de acumulación de energía eléctrica. En esa tercera etapa S53 se controla si el ratio de variación de temperatura en el tiempo se ubica por debajo de un valor umbral del ratio de variación de temperatura predefinido. Si se alcanza un valor por debajo del valor umbral del ratio de variación de temperatura, tiene lugar una determinación del primer valor de temperatura a partir de la primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico. A continuación, en una cuarta etapa S54, un valor de corriente eléctrica se determina por ejemplo utilizando la ecuación (6) o la ecuación (7). A continuación, en una quinta etapa S55, el sistema acumulador de energía eléctrico es operado de manera que no se supera, conforme a la magnitud, una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico, habitualmente una corriente de carga o de descarga, que circula durante el funcionamiento.

Si en el sistema acumulador de energía eléctrico se encuentran varias unidades de acumulación de energía eléctricas, que están conectadas de forma paralela, suponiendo que todas las celdas del circuito paralelo se comportan más menos del mismo modo, el valor de corriente, que no puede ser superado durante el funcionamiento, puede calcularse mediante una multiplicación simple por el número de las unidades de acumulación de energía eléctricas en un circuito paralelo, a partir del valor de corriente I_{th} antes determinado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar un sistema acumulador de energía eléctrica, que comprende al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica, con las siguientes etapas:

a) determinación de un primer valor de temperatura T_1 a partir de una primera variable de temperatura detectada del sistema acumulador de energía eléctrico;

b) determinación de un valor característico de transferencia de calor R_{th} , que caracteriza una transferencia de calor dentro del sistema acumulador de energía eléctrico; determinación de un valor de corriente eléctrico I_{th} en función del primer valor de temperatura T_1 determinado, de un segundo valor de temperatura T_2 que se determina en base a una memoria de datos como valor límite de temperatura predefinido T_{lim} , y/o se determina para el sistema acumulador de energía eléctrico, de un valor de resistencia eléctrico R_{cell} , de un valor de capacidad térmica c_{cell} y de un intervalo de tiempo definido, y del valor característico de transferencia de calor R_{th} , según la ecuación

$$I_{th} = \frac{1}{2} \left[\frac{c_{cell} m_{cell} \Delta T}{R_{cell} c_{rem}} + \sqrt{\frac{c_{cell}^2 m_{cell}^2 \Delta T^2}{R_{cell}^2 c_{rem}^2} + \frac{4 \Delta T}{R_{th} R_{cell}}} \right] ;$$

c) operación del sistema acumulador de energía de manera que una corriente eléctrica que circula en el sistema acumulador de energía eléctrico no supera el valor de corriente I_{th} determinado al menos durante un intervalo de tiempo parcial del intervalo de tiempo definido.

2. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el valor de resistencia eléctrico R_{cell} y/o el valor de capacidad térmica c_{cell} se determinan para al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica y/o para el sistema acumulador de energía eléctrico.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde además en la etapa b) primero tiene lugar una determinación de una cantidad de carga eléctrica disponible c_{rem} del sistema acumulador de energía eléctrico, donde entonces la determinación del valor de corriente eléctrico I_{th} tiene lugar en función del primer valor de temperatura T_1 , del segundo valor de temperatura T_2 , del valor de resistencia eléctrico R_{cell} , del valor de capacidad térmica c_{cell} y de la cantidad de carga disponible c_{rem} .

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde en la etapa a) el primer valor de temperatura T_1 se determina a partir de la primera variable de temperatura detectada mediante un sensor de temperatura, y donde el sensor de temperatura se encuentra dentro, o en contacto directo con el sistema acumulador de energía eléctrico.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde en la etapa a), antes de la determinación del primer valor de temperatura T_1 , el sistema acumulador de energía eléctrico se activa para un periodo predeterminado, de manera que en el sistema acumulador de energía eléctrico no circula ninguna corriente eléctrica, exceptuando una corriente base eléctrica predefinida.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 ó 6, que comprende además las siguientes etapas:

d) determinación de un ratio de variación de temperatura en el tiempo, a partir de la primera variable de temperatura detectada;

e) determinación del primer valor de temperatura T_1 en el caso de una ubicación por debajo de un valor umbral del ratio de variación de temperatura predefinido, mediante el ratio de variación de temperatura en el tiempo determinado.

7. Dispositivo para operar un sistema acumulador de energía eléctrico que comprende medios, en particular un aparato de control de gestión de batería electrónico, que están configurados para realizar las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Sistema acumulador de energía eléctrico que comprende al menos una unidad de acumulación de energía eléctrica y un dispositivo según la reivindicación 7.

9. Utilización de un sistema acumulador de energía eléctrico según la reivindicación 8 en vehículos accionados de forma eléctrica, incluyendo vehículos híbridos, en instalaciones de acumulación de energía eléctricas estacionarias,

en herramientas manuales que funcionan de forma eléctrica, en dispositivos portátiles para telecomunicaciones o procesamiento de datos, así como en aparatos de uso doméstico.

Fig. 1

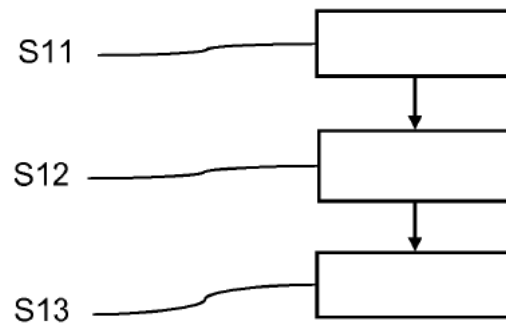


Fig. 2

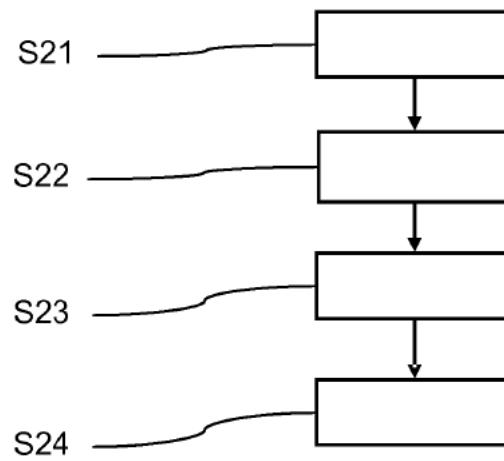


Fig. 3

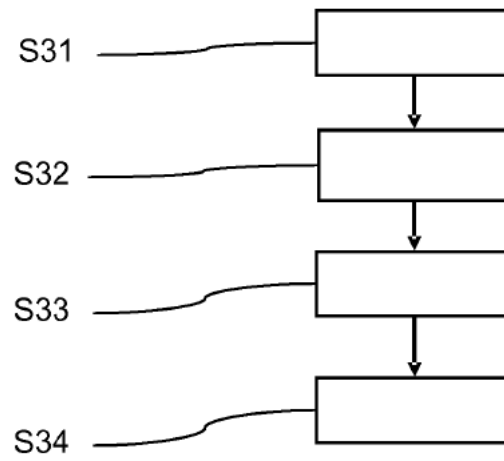


Fig. 4

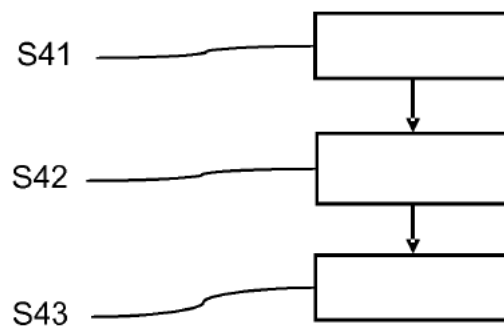


Fig. 5

