

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 620**

51 Int. Cl.:

B25F 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2020** **E 20162445 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025** **EP 3711903**

54 Título: **Dispositivo de almacenamiento de energía con control de predicción**

30 Prioridad:

22.03.2019 DE 102019107426

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

23.04.2025

73 Titular/es:

EINHELL GERMANY AG (100.00%)

Wiesenweg 22

94405 Landau / Isar, DE

72 Inventor/es:

THANNHUBER, MARKUS y

STERNAD, MICHAEL

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 3 014 620 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

Dispositivo de almacenamiento de energía con control de predicción

[0001] La presente invención se refiere a un método para operar un dispositivo de almacenamiento de energía para una herramienta eléctrica midiendo o determinando un vector de estado unidimensional o multidimensional del dispositivo de almacenamiento de energía y midiendo o determinando un valor de consumo con respecto a una potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía. Además, la presente invención se refiere a un sistema de gestión de energía para un dispositivo de almacenamiento de energía de una herramienta eléctrica con un dispositivo de medición para medir un vector de estado unidimensional o multidimensional del dispositivo de almacenamiento de energía y para medir un valor de consumo con respecto a una salida de potencia del dispositivo de almacenamiento de energía. Además, la presente invención se refiere a una herramienta eléctrica con un dispositivo de almacenamiento de energía de este tipo.

[0002] Por herramientas eléctricas se entienden aquí en particular dispositivos portátiles accionados por batería tales como destornilladores inalámbricos, taladros inalámbricos, sierras circulares portátiles y similares. Además, el término herramientas eléctricas también debe incluir equipos de limpieza, electrodomésticos y herramientas de jardinería.

[0003] Los dispositivos de almacenamiento de energía son baterías o acumuladores (en resumen, baterías recargables) con los que las herramientas eléctricas pueden funcionar sin cables. Normalmente, las herramientas eléctricas tienen paquetes de baterías reemplazables. Un paquete de baterías de este tipo normalmente contiene varias células de batería. Tanto un paquete de baterías como una sola célula de batería pueden considerarse dispositivos de almacenamiento de energía.

[0004] Los paquetes de baterías, por ejemplo los basados en iones de litio, normalmente tienen una vida útil limitada, que también depende en gran medida de las necesidades de un usuario en particular. Muchos usuarios desconocen por completo esta dependencia del uso.

[0005] Los factores que influyen en la vida útil de un paquete de baterías incluyen la temperatura de almacenamiento, el nivel de voltaje durante el almacenamiento, la profundidad del ciclo, la velocidad del proceso de carga a una determinada temperatura, el estrés durante la descarga, las cargas de vibración, las cargas debidas a golpes y similares. Debido a la compleja interacción de varios factores que influyen en la vida útil de los paquetes de baterías, es difícil o incluso imposible para los usuarios comprender cómo su propio comportamiento contribuye a reducir o extender la vida útil de los paquetes de baterías.

[0006] Hasta la fecha, los sistemas de gestión de baterías integrados en paquetes de baterías inteligentes a menudo han seguido el enfoque de desconectar abruptamente los consumidores de la batería o del paquete de baterías tan pronto como se excedan los límites críticos de corriente, voltaje o temperatura. Esto significa que es posible que el usuario tenga que detener el mecanizado con la herramienta todavía en la pieza de trabajo. A veces esta puede ser una situación muy incómoda.

[0007] Por ejemplo, del documento US 2003/0096158 A1 se conocen un paquete de baterías y una herramienta eléctrica inalámbrica que utiliza el paquete de baterías como fuente de energía. Cuando el voltaje de la batería está por encima de un primer umbral y por debajo de un segundo umbral, la rotación del motor de la herramienta eléctrica se reduce bruscamente. Esta es una señal para el operador de que es necesario cargar la batería.

[0008] Además, el documento US 7 990 109 B2 describe un sistema de compensación de tensión dependiente de la temperatura o de la polarización. En el caso de la batería de una herramienta eléctrica, se determina el tiempo durante el cual se extrajo corriente de la batería. La tensión de corte se establece en función de la medición de tensión de la batería, de la corriente medida y del tiempo de consumo de corriente. Un módulo de control de descarga limita la potencia de la carga en función del voltaje de corte establecido.

[0009] El documento EP 2 351182 B1 divulga un dispositivo de salida de consumo de energía para emitir el potencial de uso restante de un consumidor eléctrico conectable a un dispositivo de almacenamiento de energía. Con ayuda de un dispositivo de ajuste de potencia, el usuario puede especificar la posibilidad de uso restante de modo que el modo de funcionamiento óptimo del consumidor se establezca en función del consumo de potencia en el modo de funcionamiento actual y de la capacidad restante del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

[0010] Además, el documento DE 10 2013 213 267 A1 muestra un método para la gestión de baterías, en el que una cantidad de corriente que puede proporcionar la batería en un período de predicción se determina a partir de una cantidad disponible de una variable de estado predicha en la predicción. período, en donde la cantidad disponible prevista de la variable de estado se determina por medio de una diferencia entre una cantidad admisible de la variable de estado determinada con respecto a un primer período de referencia y una cantidad retirada de la variable de estado determinada con respecto al primer período de referencia.

[0011] El documento DE 10 2016 104 956 A1 divulga un método para operar un electrodoméstico. Un dispositivo de control detecta el nivel de carga de un dispositivo de almacenamiento de energía. El tiempo de funcionamiento se

determina en función del nivel de carga y del nivel de potencia seleccionado. Si el tiempo de funcionamiento es menor que el tiempo de funcionamiento objetivo, se reduce la potencia. Este documento divulga el preámbulo de la reivindicación 1.

5 **[0012]** En este documento, la palabra "medir" también se utiliza para significar medir o determinar.

[0013] Un objeto de la presente invención es poder operar una herramienta eléctrica con un dispositivo de almacenamiento de energía de manera más confiable.

10 **[0014]** Según la invención, este objeto se consigue mediante un método, un sistema de gestión de energía y una herramienta eléctrica según una de las reivindicaciones independientes. Los desarrollos ventajosos de la invención se desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

15 **[0015]** En consecuencia, se proporciona un método para operar un dispositivo de almacenamiento de energía para una herramienta eléctrica. Como se ha mencionado al principio, por dispositivo de almacenamiento de energía se entiende en particular una batería o un acumulador o paquete de baterías. El término herramienta eléctrica incluye en particular los aparatos eléctricos mencionados anteriormente, especialmente destornilladores inalámbricos, taladros inalámbricos, sierras circulares inalámbricas, pero también herramientas de jardinería inalámbricas como sierras de ramas inalámbricas y similares.

20 **[0016]** El método implica medir un vector de estado unidimensional o multidimensional del dispositivo de almacenamiento de energía. En el caso más simple de un vector de estado unidimensional, se mide un valor de estado simple. Un ejemplo de dicho valor de estado es la corriente que fluye, el voltaje actual o la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía o del paquete de baterías. Sin embargo, también se pueden medir varios valores de estado del dispositivo de almacenamiento de energía (simultáneamente). Por ejemplo, se pueden determinar simultáneamente el voltaje restante y la temperatura de la batería. Esto da como resultado un vector de estado bidimensional a partir de ambos valores, que representa el estado del dispositivo de almacenamiento de energía. Si es necesario, también se miden otros valores de condición, como la presión interna, la resistencia interna o un determinado potencial de electrodo. Todos estos valores de estado dan como resultado un vector de estado multidimensional que refleja con bastante claridad el estado actual del dispositivo de almacenamiento de energía.

25 **[0017]** Además, en el método operativo según la invención, se mide un valor de consumo con respecto a una salida de potencia del dispositivo de almacenamiento de energía. Un valor de consumo de este tipo es, por ejemplo, la potencia suministrada por el dispositivo de almacenamiento de energía o la corriente que circula actualmente. Por lo tanto, no es necesario determinar la potencia real suministrada por el dispositivo de almacenamiento de energía, sino que también se pueden determinar cantidades parciales correspondientes, como corrientes y voltajes. En caso necesario, también se puede medir la corriente que fluye (u otro valor) como valor de estado y a partir de esto se puede determinar el valor de consumo (por ejemplo, la potencia).

35 **[0018]** Además, en el método según la invención, se determina un valor de predicción para la herramienta eléctrica a partir del vector de estado y del valor de consumo por medio de un modelo. Se utiliza un modelo matemático para predecir o estimar un valor para controlar o regular la herramienta eléctrica. Este valor de predicción no se refiere al pasado ni al presente, sino al futuro del funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía o de la herramienta eléctrica. Por ejemplo, basándose en el valor de consumo actual y en un valor de temperatura actual, se predice un valor de temperatura futuro como valor de predicción. Esto significa que, por ejemplo, se puede predecir la temperatura de la batería en los próximos segundos teniendo en cuenta el consumo actual.

40 **[0019]** Finalmente, la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía se controla o regula en función del valor de predicción. Esto significa que la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía se ven influenciados con o sin retroalimentación. Si bien no se produce retroalimentación durante el control, según la teoría de sistemas, el control es un proceso de circuito cerrado en el que la variable controlada se influye continuamente a sí misma en la trayectoria de acción del circuito de control. No sólo se puede controlar o regular el dispositivo de almacenamiento de energía en sí, sino también la herramienta. Esto significa que la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía puede verse influenciada directamente por el propio dispositivo o indirectamente por la herramienta eléctrica. El control o regulación se realiza en función del valor de predicción. Por ejemplo, si se predice que la temperatura de la batería superará un umbral inaceptable en unos pocos segundos debido al consumo de energía actual, el consumo de energía se puede reducir en ese momento, es decir, antes de que realmente se supere el umbral. Por lo tanto, el funcionamiento del acumulador de energía o de la herramienta eléctrica no se ve influido (solamente) por un valor de estado actual, sino por un valor estimado o por una curva de valor estimada en el futuro. De esta manera, por ejemplo, se puede evitar que una sierra circular a batería se pare en medio de un corte cuando el consumo de energía es muy alto y que se vea un borde de corte sucio en el punto de interrupción cuando se continúa cortando con un paquete de batería recién cargado.

50 **[0020]** Se prevé que el valor de predicción contenga un tiempo de funcionamiento restante, con el que se determina un final del tiempo de funcionamiento restante, y el control (aquí así como en lo sucesivo también representativo de reglas) de una reducción de la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía tan pronto como la diferencia de

tiempo desde un tiempo actual hasta el final del período restante cae por debajo de un umbral predeterminado. El tiempo de funcionamiento restante representa un período de tiempo durante el cual el dispositivo de almacenamiento de energía aún puede suministrar energía de acuerdo con el valor de consumo medido o durante el cual la herramienta eléctrica aún puede consumir energía de acuerdo con el valor de consumo medido. Por tanto, se entiende que el término restante significa el término restante. Al utilizar el término restante se puede distinguir si es ininterrumpido o, en su caso, con interrupciones. Si se ha determinado el plazo restante o la duración del plazo restante, este o un valor en el que se basa el plazo restante puede ser superior al umbral especificado. En este momento no hay ninguna reducción en el rendimiento del almacenamiento de energía requerido. En este caso, el término restante se puede utilizar para determinar un final o hora de finalización real. Ya no es necesario volver a determinar el plazo restante, ya que el final del plazo restante calculado originalmente se puede utilizar ahora para controlar o regular. Si la diferencia de tiempo entre el momento actual y el final del tiempo de funcionamiento restante cae por debajo del umbral especificado, también se debe reducir la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía. Esto significa que no es necesario calcular una y otra vez el plazo restante. Más bien, es suficiente que al comienzo de una salida de potencia del dispositivo de almacenamiento de energía se utilice un tiempo de funcionamiento restante y, si es aplicable, un tiempo de finalización correspondiente del tiempo de funcionamiento restante para la regulación o el control.

[0021] En una forma de realización específica, el vector de estado que describe el estado del dispositivo de almacenamiento de energía puede incluir un valor de estado relacionado con un voltaje eléctrico en el dispositivo de almacenamiento de energía o una corriente eléctrica que entra o sale del dispositivo de almacenamiento de energía. Específicamente, el voltaje eléctrico puede ser el voltaje total en un paquete de baterías. Alternativamente, el voltaje eléctrico también puede ser un voltaje individual de una célula de batería. Si es necesario, el vector de estado puede contener una gran cantidad de voltajes individuales, cada uno de los cuales se refiere a una sola célula de un paquete de baterías. Estos valores de voltaje se pueden utilizar para garantizar que la química de la célula no se dañe durante el funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía. En particular, una célula no debe funcionar por debajo de un voltaje especificado para evitar daños irreversibles, especialmente en lo que respecta a la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

[0022] Además, el vector de estado puede incluir un valor de estado relacionado con una temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía. Nuevamente, la temperatura puede referirse a un paquete de baterías completo o a una célula individual en un paquete de baterías. El cumplimiento de un límite superior de temperatura es esencial para la vida útil de un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, una batería de iones de litio. Por encima de un límite de temperatura especificado, el envejecimiento suele producirse mucho más rápidamente. A temperaturas muy altas puede producirse una destrucción espontánea. En determinadas circunstancias, el dispositivo de almacenamiento de energía podría incluso incendiarse o explotar. Si el valor de temperatura actual es bajo, por ejemplo, el sistema de control solo puede intervenir para reducir el funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía más tarde que en el caso en que el dispositivo de almacenamiento de energía ya tenga una temperatura inicial más alta. Si el dispositivo de almacenamiento de energía está a temperaturas muy bajas, no se puede realizar ninguna acción en los próximos segundos de funcionamiento, mientras que si la temperatura actual ya es alta, se puede realizar una acción inmediata.

[0023] Además, se puede prever que el vector de estado contenga un valor de estado que se relacione con una presión interna del dispositivo de almacenamiento de energía. La presión interna del dispositivo de almacenamiento de energía también es un parámetro importante para evaluar el estado general (estado de salud) del dispositivo de almacenamiento de energía. Si la presión interna del dispositivo de almacenamiento de energía es muy alta, existe el riesgo de que la estructura del dispositivo de almacenamiento de energía cambie y se produzca un cortocircuito. Por otra parte, si la presión es demasiado alta, también pueden escaparse productos químicos del dispositivo de almacenamiento de energía, lo que genera los correspondientes peligros potenciales.

[0024] Según una forma de realización adicional, el vector de estado puede incluir un valor de estado relacionado con una resistencia eléctrica interna o un espectro de impedancia del dispositivo de almacenamiento de energía. Normalmente, la resistencia interna aumenta con la edad del dispositivo de almacenamiento de energía. Sin embargo, la resistencia interna es en gran medida responsable del aporte calorífico durante el flujo de corriente. Por lo tanto, la resistencia interna es un parámetro importante si, por ejemplo, se quiere predecir la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía. Si el consumo de energía del dispositivo de almacenamiento de energía no es constante y presenta picos de potencia pronunciados, la corriente de descarga tiene componentes alternos correspondientes. Por lo tanto, el espectro de impedancia del dispositivo de almacenamiento de energía también es importante si se desea predecir su temperatura con cierta precisión. El espectro de impedancia puede referirse a dos o más valores de frecuencia discretos.

[0025] Como alternativa o adicionalmente, se puede prever que el vector de estado contenga un valor de estado que se relacione con uno o más potenciales de electrodo, en particular con un potencial de referencia Li/Li^+ . Al relacionar los potenciales de los electrodos con el potencial de referencia Li/Li^+ , se puede evaluar particularmente bien el estado del dispositivo de almacenamiento de energía, especialmente la batería de iones de litio. En particular, el potencial de referencia Li/Li^+ se puede utilizar para determinar tanto el estado del ánodo como del cátodo con mayor precisión, en comparación con el caso en el que solo se determina el voltaje total entre el ánodo y el cátodo.

[0026] En una forma de realización preferida del método según la invención, el valor de consumo es un valor de corriente o un valor de potencia. Normalmente, la intensidad actual de un dispositivo de almacenamiento de energía se mide mediante el sistema de gestión de la batería. Esto se puede utilizar directamente para determinar el valor de predicción, en particular la temperatura futura o el voltaje total futuro. En muchos casos, el voltaje del dispositivo de almacenamiento de energía también se mide utilizando sensores apropiados en el sistema de gestión de la batería. A partir de ambos valores se puede determinar un valor de rendimiento correspondiente, que a su vez se puede utilizar para obtener el valor de predicción. Por regla general, el valor de potencia es más significativo para evaluar la potencia de salida que una estimación correspondiente utilizando el valor actual.

[0027] Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, al menos algunos de los pasos del procedimiento descritos anteriormente se pueden llevar a cabo repetidamente. Si es necesario, los pasos del proceso se pueden repetir en ciertos intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, 1 ms). En determinadas circunstancias la repetición también podrá realizarse de forma continua. Esto significa que, por ejemplo, al controlar o regular el sistema de almacenamiento de energía, el valor de predicción se vuelve a adquirir constantemente. Dependiendo del esfuerzo computacional, el valor de predicción se actualiza a intervalos correspondientemente cortos. Todo el procedimiento puede repetirse varias veces. Esto garantiza un funcionamiento fiable incluso cuando cambian los modos de funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía o de la herramienta eléctrica.

[0028] El valor de predicción puede ser parte de una curva de predicción que se determina y en dependencia de la cual tiene lugar el control o la regulación, y la curva de predicción puede ser una curva temporal de una corriente eléctrica o un voltaje eléctrico, un estado de carga, una temperatura, un potencial de electrodo, una resistencia interna o una presión interna del dispositivo de almacenamiento de energía. La curva de predicción se utiliza, por ejemplo, para determinar el tiempo de funcionamiento restante del dispositivo de almacenamiento de energía o de la herramienta eléctrica comparándolo con un valor umbral.

[0029] En una forma de realización especial del procedimiento, se puede prever que el valor de predicción se determine de tal manera que no se supere una tensión mínima predeterminada del dispositivo de almacenamiento de energía y/o una temperatura máxima o una presión interna del mismo. No se excede el dispositivo de almacenamiento de energía. Esto significa que al determinar el valor de predicción no solo se monitorea una magnitud física, sino varias. Es perfectamente concebible que, por ejemplo, el tiempo de funcionamiento restante como valor predictivo para el cumplimiento de la tensión mínima tenga un valor diferente que para el cumplimiento de la temperatura o la presión interna. Si se combinan los resultados correspondientes, se puede determinar el término restante de tal manera que se pueda cumplir cada una de las condiciones. Lo mismo se aplica, por supuesto, a los valores de predicción distintos del término restante. En principio, un valor de predicción también puede estar relacionado con un voltaje total de un paquete de baterías, un voltaje de célula de una célula individual del dispositivo de almacenamiento de energía, una temperatura, una presión interna, una resistencia interna, parámetros definidos de un espectro de impedancia, una potencial de electrodo específico, en particular frente a un potencial de referencia Li/Li+ o similar. La palabra "preocupación" en este documento significa que el valor respectivo puede ser directamente la magnitud física correspondiente o al menos la describe indirectamente.

[0030] En una forma de realización especial, al reducir la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía, el voltaje de salida o la corriente de salida del dispositivo de almacenamiento de energía se pueden reducir mediante un sistema de gestión de energía del propio dispositivo de almacenamiento de energía. Este sistema de gestión de energía (también llamado sistema de gestión de batería) controla o regula el almacenamiento de energía de forma independiente. Según una alternativa, la herramienta eléctrica puede estar provista de un sistema de gestión de energía correspondiente, con el que se controla o regula indirectamente el dispositivo de almacenamiento de energía. Si el dispositivo de almacenamiento de energía tiene su propio sistema de gestión de energía, cualquier herramienta eléctrica puede beneficiarse de él, incluso si no tiene su propio sistema de gestión de energía. Como alternativa, la gestión energética de la unidad de almacenamiento de energía puede utilizar un controlador de potencia o un actuador de conmutación (por ejemplo, FET) de la herramienta eléctrica para controlar la potencia.

[0031] En una forma de realización específica, el tiempo de finalización específico del tiempo de funcionamiento restante se puede transmitir a la herramienta eléctrica, y la reducción de la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía se logra de manera controlada por la herramienta eléctrica al reducir un consumo de energía de la herramienta eléctrica. En este caso, el valor de predicción se transmite a la herramienta eléctrica, que utiliza el valor de predicción para controlar la herramienta eléctrica, incluido el dispositivo de almacenamiento de energía, de la manera deseada. Esto significa que no sólo el tiempo de funcionamiento restante sino también otros valores de predicción se pueden transmitir desde el dispositivo de almacenamiento de energía a la herramienta eléctrica para su control. En caso necesario, solo se miden los datos brutos del dispositivo de almacenamiento de energía y se transmiten a la herramienta eléctrica con poco o ningún preprocesamiento. Allí se puede determinar el valor de predicción para el control de la herramienta eléctrica a partir de los datos brutos, que pueden haber sido apenas preprocesados.

[0032] El objetivo mencionado anteriormente también se logra según la invención mediante un sistema de gestión de energía para un dispositivo de almacenamiento de energía de una herramienta eléctrica, con

- un dispositivo de medición para medir o determinar un vector de estado unidimensional o multidimensional del acumulador de energía y para medir o determinar un valor de consumo con respecto a una potencia de salida del acumulador de energía,
 - un dispositivo de cálculo para determinar un valor de predicción para la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía a partir del vector de estado y del valor de consumo. por medio de un modelo y
 - un dispositivo de control para controlar o regular la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía en función del valor de predicción, en donde
 - el valor de predicción incluye un tiempo de funcionamiento restante con el que se determina un final del tiempo de funcionamiento restante, y
 - el dispositivo de control está diseñado para reducir la potencia de salida del acumulador de energía (1) durante el control (S5) tan pronto como una diferencia de tiempo desde el tiempo actual hasta el final del tiempo de funcionamiento restante cae por debajo de un valor umbral predeterminado.

[0033] Por lo tanto, el dispositivo de medición normalmente tiene al menos un sensor, pero normalmente al menos dos sensores. Por un lado, se debe medir o determinar al menos un valor de estado del dispositivo de almacenamiento de energía para el vector de estado y, por otro lado, se debe medir al menos el valor de consumo indicado. Para ambas mediciones se deben proporcionar sensores adecuados para medir los valores físicos correspondientes. Preferentemente se prevén más de dos sensores, que puedan registrar más valores de estado actuales (vector de estado multidimensional) y, si es necesario, también varios valores de consumo.

[0034] El dispositivo de cálculo puede incluir uno o más procesadores para determinar el valor de predicción como un valor de salida basado en el vector de estado y el valor de consumo como valores de entrada. En este dispositivo de cálculo se implementa el modelo mencionado anteriormente, con el que se puede realizar la función deseada de determinar el valor de predicción a partir de los valores de entrada. El dispositivo de cálculo también puede contener inteligencia artificial y, en particular, una red neuronal o similar, que también puede haber sido entrenada individualmente antes de poner en funcionamiento el dispositivo de almacenamiento de energía.

[0035] Las ventajas y posibles variaciones descritas anteriormente en relación con el método según la invención también se pueden implementar como características funcionales con medios apropiados en el sistema de gestión de energía según la invención.

[0036] En particular, también se puede proporcionar un dispositivo de almacenamiento de energía con un sistema de gestión de energía del tipo recién mencionado. En particular, este dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un paquete de baterías inteligente. En este caso, no solo se incluyen, por ejemplo, células de almacenamiento o de energía (preferentemente de iones de litio) dentro de una carcasa, sino también el sistema de gestión de energía.

[0037] Además, según la invención, también se puede proporcionar una herramienta eléctrica con un dispositivo de almacenamiento de energía del tipo mencionado anteriormente. En particular, el dispositivo de almacenamiento de energía se puede fijar de forma desmontable a la herramienta eléctrica como un paquete de baterías. Esto permite utilizar el dispositivo de almacenamiento de energía según la invención junto con diferentes herramientas eléctricas.

[0038] La presente invención se explicará ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización de un procedimiento de acuerdo con la invención; y
 Figura 2 muestra un boceto esquemático de un dispositivo de almacenamiento de energía según la invención.

[0039] Las formas de realización descritas con más detalle a continuación representan formas de realización preferidas de la presente invención.

[0040] Una herramienta eléctrica tal como una sierra circular operada a batería debería poder operarse de manera más confiable y más conveniente. Para este fin se proporciona una forma de realización de un método para operar un dispositivo de almacenamiento de energía de la herramienta eléctrica según la Figura 1. En un paso S1, se mide o registra un primer valor de estado del dispositivo de almacenamiento de energía. En un segundo paso opcional S2, se mide o registra un segundo valor de estado del dispositivo de almacenamiento de energía. Si es necesario, se miden otros valores de estado del sistema de almacenamiento de energía. Cada valor de estado se mide o registra normalmente con su propio sensor (en este documento, "medir" también significa "registrar", donde un valor de estado solo puede registrarse en términos de datos). Un único valor de estado da como resultado un vector de estado unidimensional. Un vector de estado multidimensional resulta de varios valores de estado. Normalmente, los valores de estado se refieren a una corriente de carga o descarga, un voltaje o una temperatura. Estos tamaños pueden referirse a una sola célula o a un paquete de varias células. Esto permite medir la corriente, el voltaje o la temperatura de una sola célula. Como alternativa o adicionalmente, también se pueden medir la corriente, el voltaje o la temperatura de un paquete de células (también llamado paquete de baterías). Por tanto, se entiende como dispositivo de almacenamiento de energía tanto la célula individual como el paquete de células.

[0041] Como alternativa o adicionalmente, también se pueden medir otras cantidades físicas del dispositivo de almacenamiento de energía para el vector de estado. Se trata, por ejemplo, de la presión interna, de la resistencia eléctrica interna, del espectro de impedancia, de uno o varios potenciales de electrodo o similares. Si es necesario, la temperatura de un componente electrónico (por ejemplo, un semiconductor de potencia) también se puede registrar como valor de estado. Todos los valores de estado medidos del vector de estado se pueden utilizar como variables de entrada para el proceso posterior.

[0042] Además de medir o determinar el vector de estado unidimensional o multidimensional según los pasos S1 y S2, en el paso S3 se mide o determina un valor de consumo con respecto a una salida de potencia del dispositivo de almacenamiento de energía. Este valor de consumo puede ser, por ejemplo, la intensidad de la corriente y, si es necesario, también la tensión eléctrica del acumulador de energía. La potencia de salida se puede estimar a partir de la corriente. La potencia de salida se puede calcular multiplicando la corriente y el voltaje.

[0043] En un paso posterior S4, se determina un valor de predicción para la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía. Este valor de predicción se determina a partir de los valores medidos, registrados o determinados en los pasos S1 a S3. En particular, el valor de predicción se determina a partir del vector de estado y el valor de consumo utilizando un modelo. Esto significa que al predecir el funcionamiento de la herramienta eléctrica o del dispositivo de almacenamiento de energía se tienen en cuenta el estado actual del dispositivo de almacenamiento de energía, así como el consumo de energía actual. En base a estas variables, se puede predecir el estado del dispositivo de almacenamiento de energía o una o más variables físicas del dispositivo de almacenamiento de energía.

[0044] El valor de predicción puede ser, por ejemplo, el tiempo de funcionamiento restante, que se calcula, entre otras cosas, a partir de la potencia de salida actual. Si, por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento de energía todavía tiene una cierta carga, la potencia de salida actual se puede utilizar para calcular cuánto tiempo puede continuar esta potencia de salida hasta que se exceda un cierto valor límite (por ejemplo, el voltaje de descarga final o una temperatura máxima) cae por debajo de él. A partir de este período de tiempo se puede calcular un punto en el tiempo basado en el punto en el tiempo actual. Si el período de tiempo calculado, es decir, el tiempo de funcionamiento restante, es inferior a 5 s, por ejemplo, esto se puede comunicar hápticamente al operador reduciendo la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía durante un breve período de tiempo o durante todo el tiempo de ejecución restante. Esto significa que en un paso S5, la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía se controla o regula en función del valor de predicción determinado en el paso S4.

[0045] En lugar del tiempo de funcionamiento restante, se puede determinar otro valor físico como la temperatura dentro de una célula, un voltaje de célula, un potencial de ánodo, un potencial de cátodo, una presión interna de una célula o similar como un valor de predicción mediante por medio de un modelo. Si se establece un equilibrio de ciertos parámetros del almacenamiento de energía en la potencia de salida actual, un valor de equilibrio correspondiente puede representar el valor de predicción. Por ejemplo, si el almacenamiento de energía alcanza una determinada temperatura de célula a una determinada potencia de salida en equilibrio, el valor de predicción puede ser esta temperatura de célula (máxima). Lo mismo se aplica a la presión interna de la célula.

[0046] Alternativamente, el valor de predicción también puede ser parte de una curva de predicción. La curva de predicción representa una pluralidad de valores de predicción a lo largo del tiempo. En una forma de realización, por ejemplo, la curva de voltaje de la célula puede determinarse como una curva de predicción para la potencia de salida actual. A partir de la curva de voltaje de la célula, por ejemplo, es posible determinar el tiempo de funcionamiento restante con una potencia de salida constante. Si el voltaje de célula previsto cae por debajo del voltaje de final de descarga, por ejemplo, se alcanzaría el final del tiempo de funcionamiento restante. Lo mismo se aplica, por ejemplo, a la presión interna, a la temperatura de la célula, al potencial anódico y al potencial catódico del dispositivo de almacenamiento de energía. El modelo para determinar el valor de predicción o el curso de predicción puede basarse en inteligencia artificial. En particular, por ejemplo, se puede utilizar una red neuronal para determinar el valor de predicción o la curva de predicción a partir de varias variables de entrada, a saber, uno o más valores de estado (vector de estado) y uno o más valores de consumo. La red neuronal se puede entrenar utilizando numerosos conjuntos de datos. El uso de una red neuronal tiene la ventaja de que se puede adaptar con precisión al tipo específico de dispositivo de almacenamiento de energía sin mucho esfuerzo. De este modo, siempre se obtienen valores de predicción óptimos para este tipo de almacenamiento de energía.

[0047] Opcionalmente, se mide no sólo un valor de consumo sino también una serie temporal de valores de consumo (perfil de carga) para la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía. A partir de dicho perfil de carga también se puede determinar una predicción en forma de valor de predicción o de curva de predicción, en particular mediante una red neuronal. De esta manera también se pueden tener en cuenta las fluctuaciones en la potencia de salida para la predicción.

[0048] Controlar o regular la herramienta eléctrica o el dispositivo de almacenamiento de energía en función del valor de predicción o la curva de predicción implica reducir la potencia de salida.

[0049] En caso necesario, la corriente de carga o descarga también se puede interrumpir por completo. En una forma de realización, la potencia de salida también se puede regular dependiendo, por ejemplo, de la velocidad de alimentación de una sierra circular o de un taladro percutor.

[0050] En la Figura 2, se muestra esquemáticamente un dispositivo de almacenamiento de energía 1. El dispositivo de almacenamiento de energía 1 puede ser, por ejemplo, una batería reemplazable de una herramienta eléctrica. El dispositivo de almacenamiento de energía 1 tiene simbólicamente cuatro células de almacenamiento 2. En el presente ejemplo, las células de almacenamiento 2 están conectadas en paralelo en pares para representar cualquier otro circuito, estando los circuitos paralelos conectados en serie. Por ejemplo, es posible realizar mediciones de corriente en todas las ramas para cada célula de almacenamiento 2. El dispositivo de almacenamiento de energía 1 dispone también de un sistema de gestión de energía 3. Éste sirve para controlar o regular el dispositivo de almacenamiento de energía 1. Para ello, el sistema de gestión de energía 3 dispone de numerosas funciones y en particular de las que se han explicado en relación con la Figura 1. Las funciones individuales pueden ser opcionales. En concreto, el sistema de gestión de energía 3 puede controlar o regular la potencia de salida del dispositivo de almacenamiento de energía 1. Por ejemplo, se puede medir una temperatura, una presión y/o una corriente en una o más o cada una de las células de almacenamiento. Además, en cada una de las conexiones en paralelo de las células de almacenamiento se puede medir una tensión parcial respectiva y en la conexión en serie de las conexiones en paralelo se puede medir una tensión total del dispositivo de almacenamiento de energía.

[0051] El sistema de gestión de energía 3 presenta aquí un dispositivo de cálculo 4 y un dispositivo de control 5. Además, el sistema de gestión de energía 3 presenta un dispositivo de medición 6 para medir el al menos un valor de estado y el al menos un valor de consumo. Por ejemplo, el dispositivo de medición 6 comprende un sensor de corriente 7 para medir una corriente que fluye hacia dentro o hacia fuera de las células de almacenamiento 2. Además, el dispositivo de medición 6 también puede presentar, por ejemplo, un sensor de tensión 8 para medir una tensión total de varias células de almacenamiento 2 o una tensión individual de una célula de almacenamiento 2. Además, el dispositivo de medición también puede presentar, por ejemplo, un sensor de temperatura 9 para medir la temperatura en la carcasa del dispositivo de almacenamiento de energía 1, en una célula de almacenamiento 2 o en una célula de almacenamiento 2. En el dispositivo de medición 6 se pueden prever numerosos otros sensores para detectar magnitudes físicas como valores de estado o valores de consumo. Los sensores 7, 8, 9 del dispositivo de medición 6 entregan valores medidos correspondientes al dispositivo de cálculo 4.

[0052] El dispositivo de cálculo 4 tiene un modelo matemático o un algoritmo (por ejemplo basado en una red neuronal) con el que se determina un valor de predicción o una curva de predicción a partir de las variables de entrada (valor(es) de estado y valor(es) de consumo).

[0053] El valor de predicción o el curso de predicción se transmite al dispositivo de control 5. En una forma de realización, el dispositivo de control 5 controla o regula el dispositivo de almacenamiento de energía 1 basándose en el propio valor de predicción. En particular, el dispositivo de control 5 puede reducir la potencia de salida en una salida 10 del dispositivo de control 5 o del dispositivo de almacenamiento de energía 1, interrumpirlo (brevemente), etc.

[0054] En otra forma de realización, el dispositivo de control 5 produce una señal de control o regulación en la salida 10 a partir del valor de predicción del dispositivo de cálculo 4, por ejemplo para controlar o regular la herramienta eléctrica. Por lo tanto, es concebible que la herramienta eléctrica solicite menos potencia del dispositivo de almacenamiento de energía 1 debido a la señal de control. En caso necesario, el valor de predicción del dispositivo de cálculo 4 se transmite sin cambios a la herramienta eléctrica a través del dispositivo de control 5. En este caso, el dispositivo de control no tiene (sólo) una funcionalidad de control, sino (también) una funcionalidad de interfaz para la transmisión de datos.

[0055] Opcionalmente, el dispositivo de control 5 puede tener una entrada 11, que, al igual que la salida 10, también puede estar diseñada para señales de potencia y/o datos. Por ejemplo, el dispositivo de control 5 controla la corriente de carga a través de la entrada 11 para el dispositivo de almacenamiento de energía 1. Este control se realiza preferiblemente en función del valor de predicción del dispositivo de cálculo 4. Si es necesario, la entrada 11 también puede ser se utiliza para recibir una señal de control de la herramienta eléctrica y para controlar el proceso de carga o descarga del dispositivo de almacenamiento de energía 1 en función de esta señal de control. De esta manera, el dispositivo de control 5 puede, por ejemplo, controlar o regular la corriente de descarga en función del tipo de herramienta eléctrica y en función del valor de detección.

[0056] Según la invención, se puede realizar así un control mejorado, en particular en el caso de límite de potencia o en la proximidad del caso de límite de potencia, para reducir la tensión del paquete de baterías suministrado de acuerdo con la situación de límite de potencia. En concreto, se puede proporcionar, por ejemplo, un mecanismo de control calorífico resuelto en el tiempo, con el que se puede tener en cuenta matemáticamente en cualquier momento la situación de carga real dentro de las células. Si, por ejemplo, las células alcanzan su límite de rendimiento, es posible en esas condiciones adaptar la potencia de salida del paquete a la situación de carga dentro de las células reduciendo específicamente el voltaje de salida en los contactos del paquete. Gracias al voltaje reducido del paquete ofrecido, el consumo de energía en las herramientas eléctricas que funcionan con él también suele ser reducido. Por supuesto, esto provoca una pérdida de rendimiento de la herramienta, pero permite continuar con el trabajo. Una herramienta eléctrica controlada de esta manera proporciona al usuario una respuesta háptica (p. ej. reducción de la velocidad) y le permite ajustar la potencia requerida,

p. ej. reduciendo la presión de contacto, mientras continúa el proceso de trabajo sin interrupciones. Esto es especialmente importante cuando, por ejemplo, se deben realizar cortes de separación sin interrupción, ya que el patrón de corte se resiente si se interrumpe el proceso de trabajo.

5 **[0057]** La forma de realización técnica del ajuste de tensión se puede conseguir, por ejemplo, mediante modulación por ancho de pulso. Sin embargo, también se puede utilizar un regulador lineal o similar. Alternativamente, se puede utilizar la unidad de control del motor de la herramienta eléctrica para consumir menos corriente con el fin de reducir el rendimiento. En este caso es necesaria una comunicación adecuada entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el consumidor.

10

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA:

[0058]

- 15 1 Almacenamiento de energía
- 2 Célula de almacenamiento
- 3 Sistema de gestión de energía
- 4 Dispositivo de cálculo
- 5 Dispositivo de control
- 20 6 Dispositivo de medición
- 7 Sensor
- 8 Sensor
- 9 Sensor
- 10 Salida
- 25 11 Entrada
- S1 Primer paso
- S2 Segundo paso
- S3 Tercer paso
- S4 Cuarto paso
- 30 S5 Quinto paso

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un acumulador de energía (1) para una herramienta eléctrica, que comprende:

- 5 - medir o determinar (S1, S2) un vector de estado unidimensional o multidimensional del acumulador de energía (1),
 - medir o determinar (S3) un valor de consumo con respecto a una potencia de salida del acumulador de energía (1),
 10 - determinar (S4) un valor de predicción para la herramienta eléctrica o el acumulador de energía (1) a partir del vector de estado y del valor de consumo mediante un modelo, y
 - controlar o regular (S5) la herramienta eléctrica o el acumulador de energía (1) en función del valor de predicción;
 caracterizado porque
 15 - el valor de predicción incluye un final de un tiempo de funcionamiento restante, y el control (S5) incluye la reducción de la potencia de salida del acumulador de energía (1) tan pronto como una diferencia de tiempo desde un tiempo actual hasta el final del tiempo de funcionamiento restante cae por debajo de un valor umbral preestablecido.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,
 20 **caracterizado porque**
 el vector de estado incluye un valor de estado que se refiere a una tensión eléctrica en el acumulador de energía (1) o a una corriente eléctrica que entra o sale del acumulador de energía (1).

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 25 **caracterizado porque**
 el vector de estado incluye un valor de estado, que se refiere a una temperatura del almacenamiento de energía (1).

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 30 **caracterizado porque** el vector de estado incluye un valor de estado, que se refiere a una presión interna del almacenamiento de energía (1).

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 35 el vector de estado incluye un valor de estado, que se refiere a una resistencia eléctrica interna o a un espectro de impedancia del almacenamiento de energía (1).

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 40 el vector de estado incluye un valor de estado, que se refiere a uno o más potenciales de electrodo, en particular frente a un potencial de referencia Li/Li⁺.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 45 el valor de consumo es un valor de intensidad de corriente o un valor de potencia.

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 al menos algunos de los pasos del procedimiento (S1 a S5) se realizan repetidamente.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 50 el valor de predicción forma parte de un proceso de predicción que se determina y se lleva a cabo en función de un control o regulación (S5), y el proceso de predicción representa un proceso temporal de una tensión eléctrica, un estado de carga, una temperatura, un potencial de electrodo, una resistencia interna o una presión interna del acumulador de energía (1).
 55

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 caracterizado porque
 60 al reducir la potencia de salida del acumulador de energía (1), se reduce la tensión de salida o la intensidad de la corriente de salida del acumulador de energía mediante un sistema de gestión de energía (3) del propio acumulador de energía (1).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,
 caracterizado porque
 65 el final determinado del tiempo de funcionamiento restante se transmite a la herramienta eléctrica y la reducción de la potencia de salida del acumulador de energía (1) se consigue de forma controlada por la herramienta eléctrica mediante la reducción de una potencia de entrada de la herramienta eléctrica.

12. Sistema de gestión de energía (3) para un acumulador de energía (1) de una herramienta eléctrica, que comprende:

- un dispositivo de medición (6) para medir un vector de estado unidimensional o multidimensional del acumulador de energía (1) y para medir un valor de consumo con respecto a una potencia de salida del acumulador de energía (1), un dispositivo de cálculo (4) para determinar un valor de predicción para la herramienta eléctrica o el acumulador de energía (1) a partir del vector de estado y del valor de consumo por medio de un modelo, y
- un dispositivo de control (5) para controlar o regular la herramienta eléctrica o el acumulador de energía (1) en función del valor de predicción,

caracterizado porque

- el valor de predicción incluye un final de un tiempo de funcionamiento restante, y
- el dispositivo de control está formado para reducir la potencia de salida del acumulador de energía (1) en el control (S5) tan pronto como una diferencia de tiempo desde un tiempo actual hasta un final del tiempo de funcionamiento restante cae por debajo de un valor umbral preestablecido.

13. Un dispositivo de almacenamiento de energía (1) con un sistema de gestión de energía (3) según la reivindicación 12.

14. Herramienta eléctrica con almacenamiento de energía (1) según la reivindicación 13.

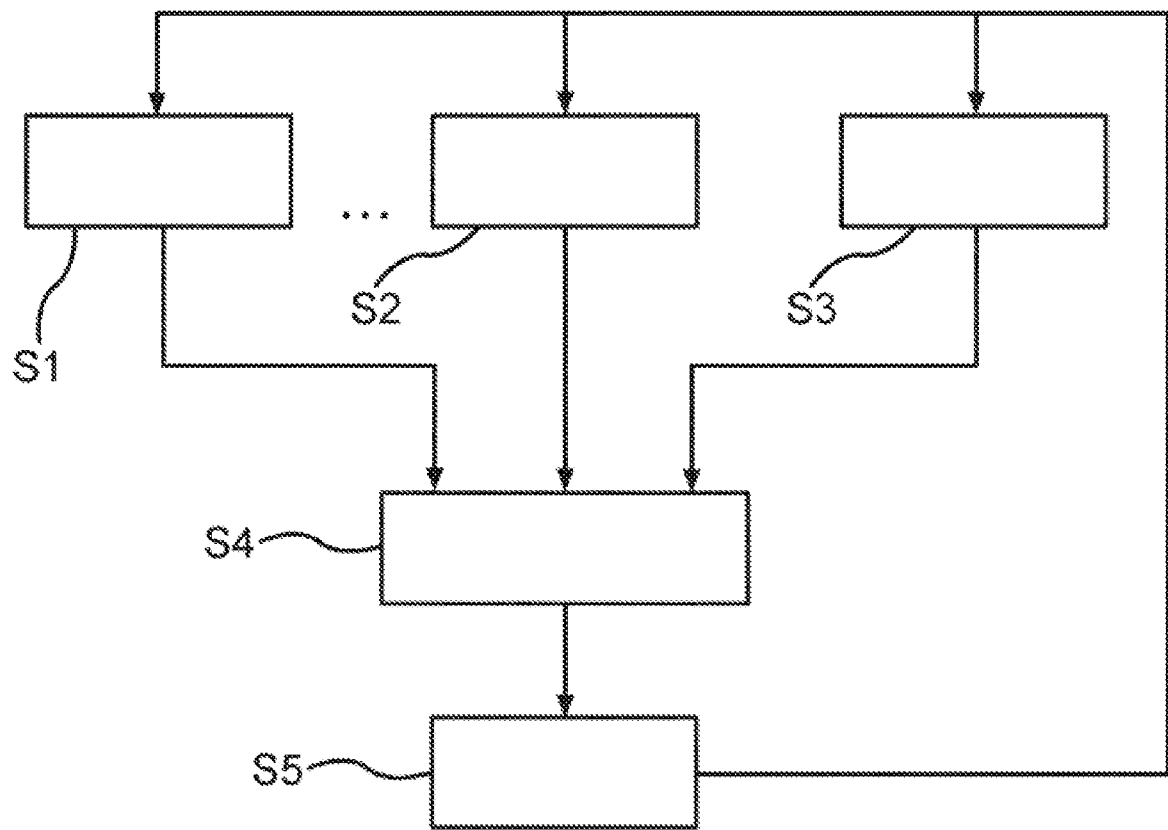


Fig.1

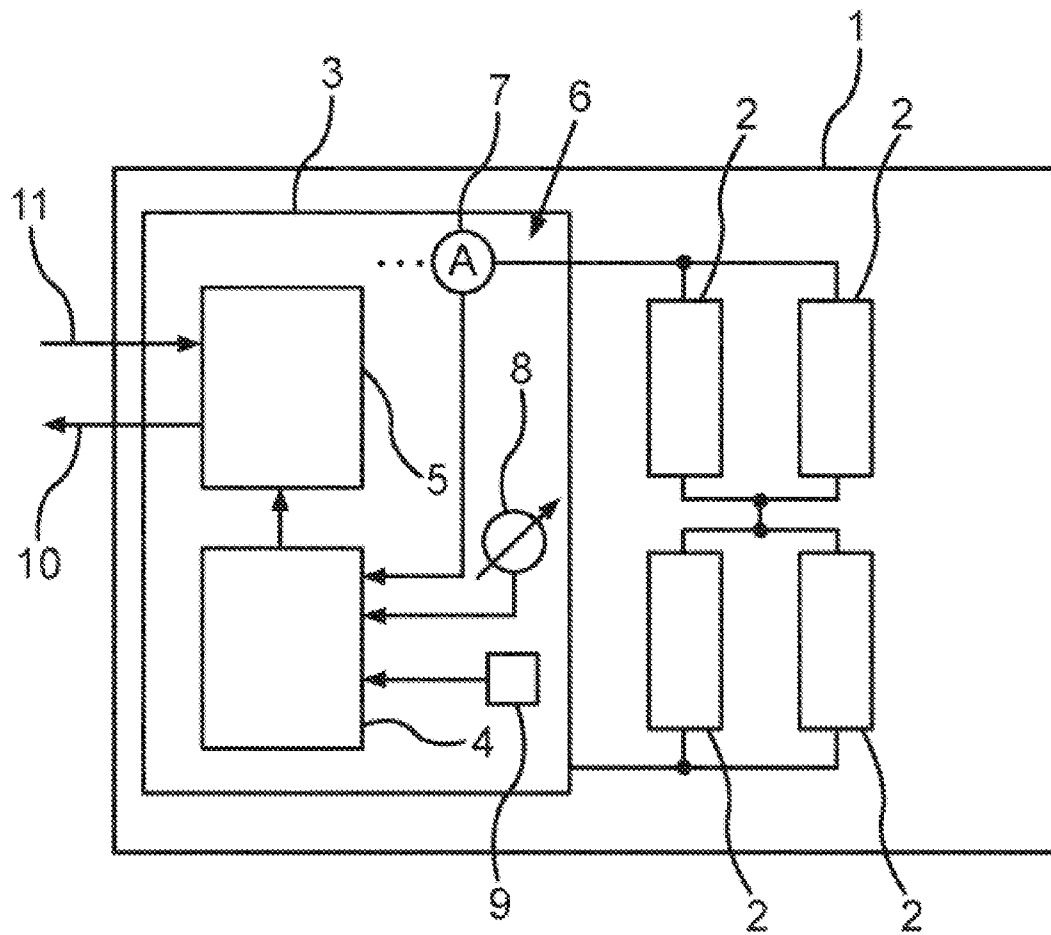


Fig.2