

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 020 739**

51 Int. Cl.:

G01R 31/374 (2009.01)

G01R 31/3835 (2009.01)

G01R 31/389 (2009.01)

G01R 31/392 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2018 PCT/KR2018/010379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019 WO19050279**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2018 E 18854151 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2025 EP 3680675**

54 Título: **Método para diagnosticar el estado de reutilización de la batería**

30 Prioridad:

06.09.2017 KR 20170113720

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2025

73 Titular/es:

**MINTECH CO., LTD. (100.00%)
121 65 Techno 3-ro Yuseong-Gu
Daejeon 34016, KR**

72 Inventor/es:

**MYUNG, HEE KYUNG y
LEE, JUN HEE**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 3 020 739 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 para diagnosticar el estado de reutilización de la batería

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un método para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería, y más particularmente, a un nuevo método de concepto para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería capaz de diagnosticar el estado de reusabilidad de una batería que está relacionada tanto con un estado de salud como con un estado de potencia.

15 Técnica relacionada

20 Una batería con características eléctricas tales como una gran facilidad de aplicación y una alta densidad de energía de acuerdo con la familia de productos también se denomina celda de almacenamiento o batería secundaria, y atrae la atención como una nueva fuente de energía para la eficiencia energética y la energía verde en que no hay subproductos acompañados por el uso de energía, así como también la ventaja principal de reducir el uso de combustibles fósiles.

25 Por lo tanto, una batería se aplica comúnmente a un vehículo eléctrico (EV), un sistema de almacenamiento de energía (ESS) y similares, que son impulsados por una fuente de energía eléctrica, además de dispositivos portátiles, y para una gestión de batería más eficiente, se realiza activamente la investigación y el desarrollo de un sistema de gestión de batería (BMS), un circuito de equilibrio de batería, un circuito de relé y similares.

30 En particular, el BMS puede gestionar un Estado de carga (SOC), un Estado de salud (SOH), una cantidad máxima de potencia de entrada/salida, una tensión de salida y similares de una batería en base a la Información de Estado de una batería. Entre ellas, una tecnología de estimación del tiempo de reemplazo de una batería mediante la estimación de la vida útil de la batería se ha convertido en una tecnología clave para un funcionamiento del sistema más estable.

35 Recientemente, a medida que el uso de varios dispositivos, tales como, un vehículo eléctrico, que usa una batería, aumenta rápidamente el interés y la investigación sobre una tecnología para estimar con precisión un estado de salud (SOH) de una batería mediante el uso de un sistema de gestión de baterías (BMS). Cuando el SOH de la batería se estima incorrectamente, pueden ocurrir apagados inesperados del sistema, o pueden ocurrir accidentes graves tales como incendios o explosiones debido a la sobrecarga o sobredescarga de la batería.

40 Una batería secundaria puede perder una función como batería secundaria para un uso anormal tal como sobredescarga o sobrecarga, pero incluso cuando la batería secundaria se usa normalmente, la capacidad, que es una capacidad de almacenar energía eléctrica, disminuye gradualmente con una frecuencia de carga/descarga. Como resultado, para cumplir con el uso previsto, la batería secundaria se usa hasta que se pierde la función mínima requerida a medida que se pierde la batería secundaria de acuerdo con el uso previsto, y cuando se pierde la función mínima, la batería secundaria se reemplaza con una nueva batería secundaria y se usa. Típicamente, en el caso del vehículo eléctrico, cuando la capacidad de la batería secundaria se reduce al 80 % a 50 % de la capacidad inicial, la batería secundaria se reemplaza.

50 La batería secundaria es generalmente costosa, y la batería secundaria reemplazada de esta manera a menudo tiene la capacidad de almacenar energía eléctrica para su uso en otras aplicaciones incluso si la batería secundaria no cumple con el uso previsto de un vehículo eléctrico. Por lo tanto, en lugar de desechar la batería secundaria reemplazada del vehículo eléctrico, ya que la batería secundaria no es adecuada para su uso en el vehículo eléctrico, el reciclaje/reuso de la batería secundaria para otras aplicaciones que requieren la capacidad de almacenamiento de energía de la batería secundaria reemplazada no solo puede evitar el desperdicio de recursos, sino que también puede reducir los costos de fabricación del vehículo eléctrico y otros dispositivos similares.

55 Sin embargo, la capacidad reutilizable para determinar si la batería puede ser reutilizable o calcular cuánto puede ser la batería reutilizable para la reutilización de la batería no se ha conocido o estudiado en el pasado.

60 Las artes relacionadas incluyen la patente coreana núm. 10-1399362 como un documento de patente y la publicación coreana núm. 10-2010-0063343 como un documento de patente. EP-2,790,262, describe un dispositivo de soporte de transferencia de baterías de almacenamiento que recoge la información de la batería que representa el estado de cada batería usada en una pluralidad de instalaciones, almacena la información de la batería recogida por la unidad de recolección y predice el deterioro de las baterías de almacenamiento que se han transferido entre y usado en una pluralidad de instalaciones. El documento US-2013/09087 describe un método para reutilizar una batería en el que los datos de medición de cada una de una pluralidad de pilas que constituyen un paquete de baterías se transmiten a una estación de datos, que almacena los datos de medición recibidos en una unidad de almacenamiento de información histórica como información histórica, y en el que una decisión sobre la reutilización del paquete de baterías se

determina sobre la base de la información histórica. Nejad y otros, en "On-chip implementation of Extended Kalman Filter for adaptive battery States monitoring", IECON 2016 – 42ª Conferencia anual de la IEEE Industrial Electronics Society, IEEE, (20161023), pp.5513-5518, XP033033729 [A] 1-3, informa sobre el desarrollo e implementación de un sistema de monitoreo de baterías de iones de litio adaptativo basado en un filtro de Kalman extendido dual no lineal que permite la estimación simultánea de estados y parámetros, mediante el uso de dos definiciones para la caracterización del estado de salud (SOH) en línea: una basada en energía y una basada en potencia.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un nuevo método para estimar un Estado de reusabilidad de una batería en consideración con un Estado de energía de la batería, así como también un Estado de carga de la batería para resolver el problema de predecir claramente el Estado de reusabilidad de la batería en un entorno que requiere la reusabilidad de la batería.

En un aspecto, un método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería incluye: medir un cambio en una tensión de circuito abierto, OCV; estimar un Estado de carga, SOC, de acuerdo con el cambio medido en la tensión de circuito abierto, OCV; medir una corriente de salida de la batería; calcular un Estado de potencia, SOP, en consideración de la corriente de salida de la batería medida; y calcular un Estado de reusabilidad, SOR, mediante el uso del SOH y el SOP; caracterizado porque el SOR se representa mediante la siguiente Ecuación: $SOR = a \times SOH + b \times SOP$; en donde: $0 \leq a \leq b$, $0 \leq b \leq 1$, y $a + b = 1$.

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de reusabilidad (SOR) significa una vida reutilizable cuando se diagnostica, califica y reutiliza la batería que se usa y después ya no se usa.

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de reusabilidad (SOR) no se determina simplemente por uno cualquiera del Estado de salud (SOH) o el Estado de potencia (SOP) y se determina al establecer una relación predeterminada entre el Estado de salud (SOH) y el Estado de potencia (SOP).

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de potencia (SOP) se representa mediante la siguiente Ecuación 2.

<Ecuación 2>

$$SOP = \left(\frac{V_0 - I_s \times (R_s' + R_p')}{V_0 - I_s \times (R_{s_0} + R_{p_0})} \right) \times 100$$

Aquí, R_{s0} representa el valor de R_s cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C,

R_{p0} representa el valor de R_p cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C,

R_s' representa el valor de R_s cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % en 25 °C,

R_p' representa el valor de R_p cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % en 25 °C, y

I_s representa un valor de corriente de velocidad C estándar.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama que ilustra las etapas de un método para diagnosticar un estado de reutilización de una batería de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra OCV de acuerdo con la temperatura-SOC.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra un circuito equivalente de batería de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra R_p de acuerdo con la temperatura-SOC.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra R_s de acuerdo con la temperatura- SOH.

Descripción de modalidades ilustrativas

En lo sucesivo, las modalidades preferidas de un método para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Los términos y palabras usados a continuación no deben interpretarse como un significado general o de diccionario, sino que deben interpretarse como significados y conceptos que cumplen con las ideas técnicas de la presente invención en base a un principio de que los inventores pueden definir apropiadamente los conceptos de términos para describir sus propias invenciones en el mejor modo.

Con referencia a la Figura 1, un método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención puede incluir estimar un Estado de carga (SOC) de una batería de acuerdo con un cambio en una tensión de circuito abierto (OCV); estimar un Estado de salud (SOH) de la batería; calcular un Estado de potencia (SOP) de la batería; y calcular un Estado de reusabilidad (SOR) mediante el uso del Estado de salud (SOH) y el Estado de potencia (SOP).

En el método para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el SOC significa un estado de carga y representa una capacidad útil de la batería, es decir, un estado de carga como un porcentaje. Es decir, el SOC representa el 100 % en un estado de carga completo y el SOC representa el 0 % en un estado de carga mínimo.

En el método para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el SOC se estima de acuerdo con el cambio en el OCV.

Como ejemplo de la relación entre el OCV y el SOC, se conoce la siguiente ecuación.

$$SOC = \alpha \times V_{ocv} + \beta$$

Aquí, α y β son valores de acuerdo con las características y la temperatura de una batería, respectivamente, y V_{ocv} representa una tensión de circuito abierto.

La relación entre la temperatura, el OCV y el SOC puede representarse como un valor constante a través de mediciones experimentales o ecuaciones matemáticas. La Figura 2 ilustra el OCV de acuerdo con la temperatura-SOC. En la Figura 2, por ejemplo, puede verse que el OCV se convierte en 370.OV cuando el SOC es del 50 % a 25 °C.

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de salud (SOH) representa un grado de envejecimiento de una batería. El Estado de salud (SOH) define, como nuevo, un Estado en el que la batería no está completamente envejecida, donde el SOH se representa como 100 %. Por el contrario, un Estado en el que la batería no puede usarse debido al envejecimiento se define como Envejecido, y en este caso, el SOH se representa como 0 %. El Estado de salud (SOH) compara la capacidad de la batería en un Estado nuevo con una capacidad de la batería en un Estado envejecido hasta cierto grado, y es un valor que considera solo una capacidad actual de una batería sin otros factores (por ejemplo, una tensión y similares de un dispositivo que usa una batería).

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de salud (SOH) puede representarse mediante la siguiente ecuación.

$$SOH = \left(\frac{R_i, \text{ resistencia actual}}{R_i, \text{ resistencia inicial}} \right)^{-1}$$

Aquí, una resistencia de corriente puede representar un valor de corriente de una resistencia interna, y una resistencia inicial puede representar el valor inicial de la resistencia interna.

Al describir la técnica relacionada, el SOH de la batería se estima mediante el uso de una relación de una integración de corriente y una variación de SOC de la batería. Convencionalmente, se ha usado un método para medir la impedancia interna para diagnosticar el estado de carga (SOC) de la batería. Como un método para diagnosticar un estado de salud de una batería mediante la medición de una impedancia interna, hay un método de medición de CA para medir la impedancia de CA, un método de medición de CC para medir la resistencia de CC, y similares.

En el caso del método de medición de CA que tiene una frecuencia de tensión de CA de 1 kHz a 0.1 kHz, con referencia a la Figura 3, la impedancia interna del método de medición de CA en el circuito equivalente de batería puede representarse como la siguiente ecuación.

$$Z = R_s + \frac{R_p}{(1 + j\omega C_p R_p)}$$

5 En la ecuación anterior, Z representa la impedancia interna de la batería, Cp representa la capacidad de la batería, Rs representa una resistencia interna instantánea que cae instantáneamente cuando se mide el OCV, y Rp es la resistencia interna que cae exponencialmente en paralelo con la capacitancia (Cp). Por la ecuación anterior, pueden obtenerse los valores de Rs, Rp y Cp.

10 La Figura 4 ilustra el Rp de acuerdo con la temperatura-SOC. La relación entre la temperatura, el SOC y el Rp puede representarse como un valor constante a través de mediciones experimentales, ecuaciones matemáticas o similares. En la Figura 4, el Rp puede estimarse a través del SOC de acuerdo con el cambio de temperatura. En la Figura 4, por ejemplo, puede verse que el Rp se convierte en 23.6 mΩ cuando el SOC es del 50 % a 25 °C.

15 La Figura 5 ilustra los Rs de acuerdo con la temperatura-SOC. Dado que la capacidad disponible de la batería puede disminuir o la resistencia puede aumentar de acuerdo con el cambio de temperatura o el período de uso de la batería, el Estado de salud (SOH) puede variar en dependencia de la resistencia interna Rs y la temperatura de la batería. La relación entre el SOH y el Rs puede expresarse a través de las mediciones experimentales, las ecuaciones matemáticas, o similares. Los Rs pueden estimarse a través de la relación entre el SOH y los Rs de acuerdo con el cambio de temperatura como se ilustra en la Figura 5. Por ejemplo, con referencia a la Figura 5, se puede ver que el Rs se convierte en 73.0 mΩ cuando el SOH es 100 % a 25 °C.

20 En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, en el cálculo del Estado de potencia (SOP), el Estado de potencia (SOP) que indica cuánta potencia puede emitir la batería actual se calcula mediante la comparación de la tensión de la batería en el Estado nuevo con la tensión de la batería envejecida hasta un cierto grado en consideración de la resistencia interna de la batería.

25 En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de potencia (SOP) puede representarse mediante la siguiente <Ecuación 2>.

30 <Ecuación 2>

$$SOP = \left(\frac{V_0 - I_s \times (R_s' + R_p')}{V_0 - I_s \times (R_{s_0} + R_{p_0})} \right) \times 100$$

35 Aquí, Rso representa el valor de Rs cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C,

40 Rp0 representa el valor de Rp cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C,

Rs' representa el valor de Rs cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % a 25 °C,

45 Rp' representa el valor de Rp cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % a 25 °C, y

Es representa un valor de corriente de velocidad C estándar.

50 En la Figura 4, pueden obtenerse el Rpo y el Rp', y en la Figura 5, pueden obtenerse el Rso y el Rs'. Por ejemplo, puede verse que, si el SOH es 80 % a 25 °C, en la Figura 4, el Rpo es 23.6 mΩ, en la Figura 5, el Rso es 73.0 mΩ y el Rs' es 102.7 mΩ.

55 En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de reusabilidad (SOR) se diagnostica en consideración tanto al Estado de salud estimado (SOH) como al Estado de potencia calculado (SOP).

Específicamente, en el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de reusabilidad (SOR) se representa mediante la siguiente <Ecuación 1>.

60 <Ecuación 1>

$$SOR = a \times SOH + b \times SOP$$

65 (Donde 0 < a < 1, 0 < b < 1, y a + b = 1 en la Ecuación 1 anterior).

En el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención, el Estado de reusabilidad (SOR) puede representarse mediante las características del Estado de salud (SOH) o el Estado de potencia (SOP) mediante el establecimiento de los valores de a y b en la Ecuación 1 anterior, y puede relacionarse tanto con el Estado de salud (SOH) como con el Estado de potencia (SOP).

5 Por ejemplo, si el valor de a es 1 y el valor de b es 0, el Estado de reusabilidad (SOR) se determina solo por el Estado de salud (SOH), y si el valor de a es 0 y el valor de b es 1, el Estado de reusabilidad (SOR) se determina solo por el Estado de potencia (SOP). Además, cuando el valor de a es 0.3 y el valor de b es 0.7, el Estado de reusabilidad (SOR) se determina tanto por el Estado de salud como por el Estado de potencia, y se determina ponderando adicionalmente el Estado de potencia (SOP).

10 Como resultado, el método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención puede establecer el Estado de reusabilidad de una batería en consideración con el Estado de potencia (SOP) que refleja una salida, así como también el Estado de salud (SOH) al establecer los valores de a y b.

15 En la presente descripción, aunque la presente descripción se ha descrito con referencia a modalidades ilustrativas y los dibujos adjuntos, la presente descripción no se limita a ello, sino que puede ser modificada y alterada de diversas maneras por los expertos en la técnica a la que se refiere la presente descripción sin apartarse del alcance de la presente descripción reivindicada en las reivindicaciones siguientes.

20 El método para diagnosticar un Estado de reusabilidad de una batería de acuerdo con la presente invención define y calcula recientemente el Estado de reusabilidad de la batería en consideración tanto al Estado de salud como al Estado de potencia de la batería, y por lo tanto puede determinar si se reusa la batería para cumplir con una vida útil planificada por el usuario.

REIVINDICACIONES

1. Un método para diagnosticar un estado de reusabilidad de una batería, que comprende:

- 5 medir un cambio en una tensión de circuito abierto, OCV;
- estimar un estado de carga, SOC, de acuerdo con el cambio medido en la tensión de circuito abierto, OCV;
- estimar un estado de salud, SOH, mediante el uso del SOC;
- calcular un estado de potencia, SOP, en consideración de la corriente de salida de la batería medida; y
- 10 calcular un estado de reusabilidad, SOR, mediante el uso del SOH y el SOP;
- caracterizado porque
- el SOR se representa mediante la siguiente ecuación:

$$SOR = a \times SOH + b \times SOP$$

15 en donde: $0 < a < 1$, $0 < b < 1$, y $a + b = 1$, y la SOP se representa mediante la siguiente ecuación:

$$SOP = \left(\frac{V_0 - I_s \times (R_s + R_p)}{V_0 - I_s \times (R_{s0} + R_{p0})} \right) \times 100$$

20 en donde: R_{s0} representa el valor de R_s cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C,
 R_{p0} representa el valor de R_p cuando el SOH es 100 % y el SOC es 50 % a 25 °C
 R_s' representa el valor de R_s cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % a 25 °C,
 R_p' representa el valor de R_p cuando el valor de SOH actual y el SOC son 50 % en un 25 °C, y I_s representa
 un valor de corriente de velocidad C estándar y
 el SOH se representa mediante la siguiente ecuación:

$$SOH = \left(\frac{R_s'}{R_s} \right)^{-1}$$

25 en donde la resistencia de corriente representa un valor de corriente de una resistencia interna, y
 la resistencia inicial representa el valor inicial de la resistencia interna.

FIGURA 1

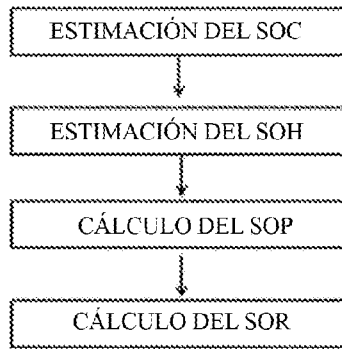


FIGURA 2

SOC	SOH											
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
45°C	345,4	338,2	345,7	357,4	368,3	379,0	374,5	387,6	387,4	399,2	368,1	
25°C	298,2	338,7	388,1	377,7	365,8	375,6	374,4	383,4	387,0	389,0	357,8	
5°C	368,3	339,9	346,7	358,2	367,1	376,0	373,0	382,2	386,8	389,8	357,9	

FIGURA 3

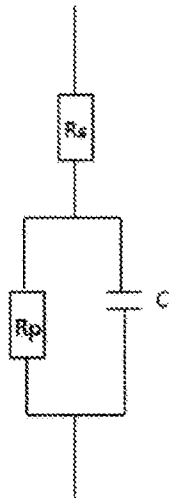


FIGURA 4

R _p												
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
85°C	19,4	20,7	15,5	13,4	9,4	8,3	0,1	8,6	8,7	6,2	5,8	
25°C	100,2	84,6	38,3	28,1	23,8	22,6	22,2	22,2	22,1	21,2	20,3	
5°C	518,8	272,3	204,5	150,5	123,1	122,1	120,0	117,4	114,5	108,5	125,7	

FIGURA 5

R _s												
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
15°C	230,8	298,2	131,9	179,0	183,0	148,3	134,4	117,2	102,1	84,7	72,8	
25°C	223,9	206,8	104,8	177,0	182,2	147,3	132,5	117,0	92,7	87,6	75,0	
5°C	330,2	222,2	125,1	125,2	204,2	201,5	156,4	134,4	119,0	109,0	95,8	