

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 601**

51 Int. Cl.:

**H01M 10/42** (2006.01)  
**G01R 31/36** (2010.01)  
**H01M 10/48** (2006.01)  
**H01M 10/44** (2006.01)  
**H01M 10/0525** (2010.01)  
**G01R 31/388** (2009.01)  
**G01R 31/385** (2009.01)  
**H01M 10/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2018 PCT/KR2018/000135**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18128395**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2018 E 18736019 (3)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3415938**

54 Título: **Método y aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria**

30 Prioridad:

**05.01.2017 KR 20170002032**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.03.2025**

73 Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)  
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu  
Seoul 07335, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, SUNG-TAE;  
BAE, JOON-SUNG y  
SUNG, NAK-GI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 3 009 601 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 y aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria

### 5 Sector de la técnica

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente coreana n.º 10-2017-0002032, presentada el 5 de enero de 2017 en la República de Corea.

10 La presente divulgación se refiere a una técnica para inspeccionar un fallo de una batería secundaria y, más particularmente, a una técnica para detectar eficazmente un defecto de baja tensión que pueda producirse en una batería secundaria.

### 15 Estado de la técnica

15 En general, una batería secundaria se refiere a una batería capaz de cargarse y descargarse, a diferencia de una batería primaria, que no se puede cargar, y la batería secundaria se utiliza ampliamente en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles y videocámaras. En particular, una batería secundaria de litio tiene mayor capacidad que una pila de níquel-cadmio o una pila de níquel-hidrógeno, y posee una elevada densidad energética por unidad de peso, por lo que su utilización está aumentando rápidamente.

20 La batería secundaria de litio utiliza principalmente un óxido de litio y un material carbonoso como material activo del electrodo positivo y material activo del electrodo negativo, respectivamente. La batería secundaria de litio incluye un conjunto de electrodos que tiene una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos respectivamente recubiertas con el material activo del electrodo positivo y el material activo del electrodo negativo con un separador interpuesto entre medias, y un exterior en el que se aloja el conjunto de electrodos y se sella junto con una solución electrolítica.

25 Entretanto, la batería secundaria de litio puede clasificarse como batería secundaria de tipo lata, en la que el conjunto de electrodos está incluido en una lata metálica, y como batería secundaria de tipo bolsa, en la que el conjunto de electrodos está incluido en una bolsa fabricada con láminas de aluminio, en función de la forma de la carcasa de batería.

30 La batería secundaria se fabrica generalmente por inyección de un electrolito líquido, en concreto, una solución electrolítica, en un estado en el que el conjunto de electrodos se aloja en la carcasa de batería y, a continuación, se sella la carcasa de batería.

35 El documento US 2014/310951 A1 divulga un método para combinar la prelitiación de ánodos, ciclos de formación de tensión limitada y la aceleración del envejecimiento mediante el almacenamiento en caliente para maximizar la capacidad específica, la densidad de capacidad volumétrica y la retención de capacidad de una pila electroquímica de iones de litio.

40 Pueden producirse varios tipos de defectos en la batería secundaria de litio debido a diversas causas mientras la batería secundaria de litio está siendo fabricada o en uso. En particular, algunas baterías secundarias que se han fabricado muestran un comportamiento de caída de tensión por encima de una velocidad de autodescarga, lo que se denomina defecto de baja tensión.

45 El defecto de baja tensión de una batería secundaria de este tipo suele estar causado por una sustancia metálica extraña situada en ella. En particular, cuando hay una materia extraña metálica, tal como hierro o cobre, en una placa de electrodos positivos de la batería secundaria, la materia extraña metálica puede crecer hasta formar dendritas en un electrodo negativo. De forma adicional, la dendrita puede provocar un cortocircuito interno de la batería secundaria, que puede causar un fallo o daño de la batería secundaria, o en casos graves, una ignición.

50 Hasta ahora, se han propuesto algunas técnicas para inspeccionar los defectos de baja tensión de las baterías secundarias. Sin embargo, existe un límite para detectar eficaz y rápidamente los defectos de baja tensión de las baterías secundarias.

### 55 Objeto de la invención

### 60 Problema técnico

La presente divulgación está diseñada para resolver los problemas de la técnica relacionada, y por lo tanto la presente divulgación se refiere a proporcionar un método y un aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria con rendimiento mejorado.

65 Estos y otros objetos y ventajas de la presente divulgación pueden entenderse a partir de la siguiente descripción

detallada, y se harán más totalmente evidentes a partir de las realizaciones ilustrativas de la presente divulgación. Asimismo, se comprenderá fácilmente que los objetos y las ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios mostrados en las reivindicaciones adjuntas.

**5 Solución técnica**

En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria, que comprende: una etapa de ensamblaje para ensamblar una batería secundaria alojando un conjunto de electrodos, en el que una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos están apiladas con un separador que está interpuesto entre medias, y una solución electrolítica en una carcasa de batería; una etapa de envejecimiento primario para envejecer la batería secundaria ensamblada a una temperatura entre 20 °C y 40 °C; una etapa de formación primaria para cargar la batería secundaria envejecida a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C; una etapa de carga a alta velocidad para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 2 C o superior, después de la etapa de formación primaria; y una etapa de detección para detectar un defecto de la batería secundaria, después de la etapa de carga a alta velocidad.

Aquí, la etapa de carga a alta velocidad puede realizarse durante 10 segundos a 20 segundos.

De forma adicional, la etapa de carga a alta velocidad puede realizarse a una temperatura entre 20 °C y 40 °C.

De forma adicional, en la etapa de carga a alta velocidad, la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 3 C o superior.

De forma adicional, el método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación puede comprender, además, después de la etapa de formación primaria y antes de la etapa de carga a alta velocidad, una etapa de envejecimiento secundario para envejecer la batería secundaria a una condición de temperatura entre 60 °C y 70 °C durante 12 horas a 72 horas; y una etapa de formación secundaria para cargar la batería secundaria de envejecimiento secundario a una velocidad C entre 0,1 C y 2 C.

De forma adicional, la etapa de carga a alta velocidad puede realizarse en los 20 minutos a 120 minutos posteriores a la etapa de formación secundaria.

De forma adicional, en la etapa de detección, después de la etapa de carga a alta velocidad, puede compararse una diferencia de OCV entre dos puntos temporales diferentes con un valor de referencia para determinar si se produce un defecto en la batería secundaria.

En otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona también un aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria, que comprende: una unidad de ensamblaje configurada para ensamblar una batería secundaria alojando un conjunto de electrodos, en el que una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos están apiladas con un separador que está interpuesto entre medias, y una solución electrolítica en una carcasa de batería; una unidad de envejecimiento primario configurada para envejecer la batería secundaria, ensamblada por la unidad de ensamblaje, a una temperatura entre 20 °C y 40 °C; una unidad de formación primaria configurada para cargar la batería secundaria, envejecida por la unidad de envejecimiento primario, a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C; una unidad de carga a alta velocidad configurada para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 2 C o superior, después de que la unidad de formación primaria haya cargado la batería secundaria; y una unidad de detección configurada para detectar un defecto de la batería secundaria, después de que la unidad de carga a alta velocidad haya cargado la batería secundaria.

**50 Efectos ventajosos**

De acuerdo con la presente divulgación, es posible detectar con mayor rapidez y precisión un defecto de baja tensión de una batería secundaria.

En particular, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, cuando se incluye una materia extraña metálica en un electrodo positivo, es posible acelerar el crecimiento dendrítico de la materia extraña metálica para aumentar la velocidad de caída de tensión en comparación con una célula normal, perfeccionando de este modo la capacidad de detección de baja tensión.

Además, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, es posible detectar un defecto de baja tensión en poco tiempo.

Por lo tanto, según las realizaciones anteriores de la presente divulgación, es posible detectar una batería secundaria, que pueda contener un objeto extraño metálico y provocar un defecto de baja tensión, en una fase temprana para impedir que se distribuya o utilice cualquier batería secundaria defectuosa. De este modo, es posible impedir que se dañe la batería secundaria, que falle o que se incendie debido a una materia extraña metálica mientras la batería secundaria está en uso.

**Descripción de las figuras**

5 Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la divulgación anterior, sirven para proporcionar una mejor comprensión de las características técnicas de la presente divulgación, y por lo tanto, la presente divulgación no debe considerarse limitada al dibujo.

10 La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según una realización de la presente divulgación.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva despiezada que muestra esquemáticamente una batería secundaria ensamblada en la etapa de ensamblaje según una realización de la presente divulgación.

15 La FIG. 3 es una vista en perspectiva ensamblada de la FIG. 2. La FIG. 4 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según otra realización de la presente divulgación.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una configuración funcional de un aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según una realización de la presente divulgación.

20 La FIG. 6 es un gráfico que muestra un resultado de medición de una caída de tensión (dOCV) mediante un método de inspección de defectos de baja tensión de acuerdo con varios ejemplos de la presente divulgación y un ejemplo comparativo.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra parcialmente una región de la FIG. 6, que se amplía en la dirección del eje y.

**Descripción detallada de la invención**

25 En lo sucesivo en el presente documento, las realizaciones preferentes de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

30 La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según una realización de la presente divulgación.

Con referencia a la FIG. 1, el método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación puede incluir una etapa de ensamblaje (S100), una etapa de envejecimiento primario (S210), una etapa de formación primaria (S220), una etapa de carga a alta velocidad (S300) y una etapa de detección (S400).

35 En la etapa de ensamblaje (S100), se ensambla una batería secundaria utilizando un conjunto de electrodos, una solución electrolítica y una carcasa de batería.

40 La FIG. 2 es una vista en perspectiva despiezada que muestra esquemáticamente una batería secundaria ensamblada en la etapa de ensamblaje según una realización de la presente divulgación, y la FIG. 3 es una vista en perspectiva ensamblada de la FIG. 2.

Con referencia a las FIG. 2 y 3, la batería secundaria ensamblada en la etapa S100 puede configurarse de modo que el conjunto de electrodos y la solución electrolítica se alojen en la carcasa de batería.

45 Aquí, el conjunto de electrodos 111 puede estar configurado de modo que al menos una placa de electrodos positivos y al menos una placa de electrodos negativos estén apiladas con un separador interpuesto entre medias. De forma adicional, las placas de electrodos del conjunto de electrodos se forman recubriendo un colector de corriente con lechada de material activo, y la lechada puede formarse generalmente agitando material activo granular, un conductor auxiliar, un aglutinante y un plastificante en un estado en el que se añade a la misma un disolvente. De forma adicional, cada placa de electrodo puede tener una porción no recubierta con la lechada, y una lengüeta de electrodo 113 correspondiente a cada placa de electrodos puede estar unida a la porción no recubierta. De forma adicional, un extremo del cable de electrodo 114 puede estar unido y acoplado a la lengüeta de electrodo 113, y el otro extremo del cable de electrodo 114 puede estar expuesto fuera de la carcasa de batería para servir como terminal de electrodo que puede conectarse a un dispositivo externo tal como otra batería secundaria, una barra colectora, una carga y un dispositivo de carga.

60 Por solución electrolítica se entiende un electrolito líquido, que permite que los iones se muevan entre la placa del electrodo positivo y la placa del electrodo negativo. De forma adicional, la batería secundaria puede cargarse y descargarse mediante el intercambio de iones entre la placa de electrodos positivos y la placa de electrodos negativos. En baterías secundarias de litio, se suelen utilizar soluciones electrolíticas no acuosas.

65 La solución electrolítica utilizable en la batería secundaria es una sal de estructura A+B, donde A+ incluye un ion seleccionado del grupo que consiste en cationes de metales alcalinos tales como Li+, Na+, K+, o sus combinaciones, y B- es un anión tal como PF6-, BF4-, Cl-, Br-, I-, ClO4-, AsF6-, CH3CO2-, CF3SO3-, N (CF3SO2)2-, C (CF3SO2)3-, y sus combinaciones. La sal puede disolverse o disociarse un disolvente orgánico seleccionado del grupo que consiste en carbonato de propileno (PC), carbonato de etileno (CE), carbonato de dietilo (DEC), dimetilcarbonato (DMC),

carbonato dipropílico (DPC), dimetilsulfóxido, acetonitrilo, dimetoxietano, dietoxietano, tetrahidrofurano, N-metil-2-pirrolidona (NMP), etilmetilcarbonato (EMC), gamma-butirolactona ( $\gamma$ -butirolactona), y sus mezclas, sin limitarse a ello.

5 La carcasa de batería 112 tiene un espacio interior en el que pueden alojarse el conjunto de electrodos y la solución electrolítica.

10 La carcasa de batería puede ser de tipo bolsa, en la que una capa de metal, como el aluminio, se interpone entre las capas de polímero, y de tipo lata, de forma cilíndrica o en forma de pilar angular hecho de metal. En particular, la batería secundaria a inspeccionar puede ser una batería de tipo bolsa, como se muestra en las FIG. 2 y 3. Sin embargo, la presente divulgación no se refiere necesariamente a la batería secundaria de tipo bolsa.

15 Viendo la configuración de las FIG. 2 y 3, la carcasa tipo bolsa tiene un espacio interior cóncavo, y el conjunto de electrodos y la solución electrolítica pueden alojarse en el espacio interior. De forma adicional, como se muestra en las figuras, la carcasa tipo bolsa se compone de una bolsa superior y otra inferior, y las periferias exteriores de las mismas se fusionan entre sí para formar una porción de sellado, de modo que el espacio interior quede sellado.

La configuración de las FIG. 2 y 3 es solo un ejemplo de la batería secundaria, y la batería secundaria fabricada en la etapa S100 de la presente divulgación puede configurarse también de otras formas diversas.

20 En la etapa de envejecimiento primario S210, la batería secundaria ensamblada en la etapa S100 se envejece durante un tiempo predeterminado. En la etapa de envejecimiento, la batería secundaria fabricada puede almacenarse a una temperatura predeterminada.

25 En particular, en la etapa de envejecimiento primario (S210), la batería secundaria puede almacenarse a una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. Por ejemplo, en la etapa de envejecimiento primario (S210), la batería secundaria puede almacenarse en una cámara donde la condición de temperatura se mantiene constante. Es más, en la etapa de envejecimiento primario (S210), la batería secundaria puede almacenarse a una condición de temperatura entre 20 °C y 30 °C.

30 De forma adicional, la etapa de envejecimiento primario (S210) puede realizarse durante un tiempo predeterminado. En particular, la etapa de envejecimiento primario puede realizarse durante 24 horas a 72 horas. Por ejemplo, la etapa de envejecimiento primario puede realizarse durante 30 horas a una temperatura de 20 °C.

35 Como se muestra en las figuras, la etapa de envejecimiento primario (S210) puede realizarse inmediatamente después de ensamblar la batería secundaria. Es decir, la etapa de envejecimiento primario puede realizarse inmediatamente en un estado en el que el conjunto de electrodos y la solución electrolítica están alojados en la carcasa de batería y esta está sellada, sin que se realice ningún otro proceso.

40 La etapa de envejecimiento primario (S210) puede permitir que la solución electrolítica inyectada en la batería secundaria en la etapa de ensamblaje (S100) se mezcle bien, y puede permitir también que la solución electrolítica se extienda bien dentro de la batería. En particular, se recomienda que el separador esté bien impregnado de la solución electrolítica en su conjunto para facilitar el intercambio de iones entre la placa de electrodos positivos y la placa de electrodos negativos. En la etapa de envejecimiento primario (S210), el separador puede impregnarse fácilmente con la impregnación de la solución electrolítica de manera uniforme en su conjunto.

45 En la etapa de formación primaria S220, la batería secundaria envejecida principalmente en la etapa S210 se carga hasta un estado de carga, SOC, predeterminado.

50 Aquí, en la etapa de formación primaria (S220), la batería secundaria puede cargarse hasta un SOC del 30 % al 40 %. En la etapa S220, si el SOC es demasiado bajo, no se genera suficientemente una capa intermedia de electrolito sólido (SEI), por lo que puede producirse una reacción secundaria para la formación adicional para la estabilización de la capa incluso después de la carga primaria, lo que puede causar la degradación de la capacidad de la célula. Entretanto, en la etapa S220, si la batería secundaria se carga a un SOC excesivamente alto, la reacción de formación de la capa SEI puede realizarse más de lo necesario para aumentar la capacidad irreversible, disminuyendo de este modo la capacidad de la célula. De este modo, se recomienda que la etapa de formación primaria se realice en el intervalo de SOC anterior. Como alternativa, en la etapa de formación primaria (S220), la batería secundaria puede cargarse durante 90 minutos a 180 minutos.

60 Preferentemente, en la etapa de formación primaria (S220), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C. En particular, en la etapa S220, la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C entre 0,1 C y 0,2 C. Por ejemplo, en la etapa de formación primaria, la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 0,1 C.

65 En esta configuración de la presente divulgación, puede formarse una capa SEI densa y estable. En particular, si la velocidad C es demasiado alta, puede formarse una polarización de modo que se suministre parcialmente una carga fuerte y se genere gas en exceso debido a una reacción excesiva, lo que puede dificultar la formación de una capa

SEI uniforme. De este modo, el rendimiento del ciclo de la batería secundaria puede degradarse. Es más, incluso después de la carga primaria, puede producirse continuamente una reacción secundaria para formar la capa, que puede afectar negativamente al rendimiento de la célula. Entretanto, si la velocidad C es demasiado baja, la productividad puede deteriorarse.

5 La etapa de formación primaria (S220) puede realizarse en una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. Además, la etapa de formación primaria (S220) puede realizarse en una condición de temperatura entre 20 °C y 30 °C.

10 En esta configuración de la presente divulgación, la capa SEI puede formarse de manera estable para mejorar el rendimiento de la batería. En particular, si la etapa de formación primaria se realiza a una temperatura demasiado elevada, es posible que la capa SEI no se forme de forma estable debido a una generación excesiva de gas, y que se produzca una reacción secundaria no deseable, tal como la descomposición de la solución electrolítica y del aditivo. De este modo, en este caso, el rendimiento de la batería secundaria puede deteriorarse.

15 Por ejemplo, en la etapa de formación primaria, la batería secundaria puede cargarse hasta un SOC del 30 % a una velocidad C de 0,2 C a una temperatura de 25 °C.

20 De forma adicional, en la etapa de formación primaria (S220), la batería secundaria puede cargarse con una tensión de carga de 3,4 V a 3,7 V. Sin embargo, la tensión de carga puede variar en función del tipo y las características de la batería secundaria.

La etapa de formación primaria puede estabilizar la estructura de la batería secundaria y activar la batería secundaria para que pase a un estado realmente utilizable.

25 En la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria que experimenta la etapa S220 se carga a una velocidad C elevada. En particular, en la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 2 C o superior. Además, en la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 3 C o superior.

30 En esta configuración de la presente divulgación, la carga a alta velocidad puede acelerar el crecimiento de dendritas de una materia extraña metálica. Es decir, en el caso de una batería secundaria que es muy probable que provoque un defecto de baja tensión, ya que se incluye una materia extraña metálica en la batería secundaria, si la batería secundaria se carga a la velocidad C alta, como se ha indicado anteriormente, la materia extraña metálica puede crecer hasta formar una dendrita más rápidamente en la placa de electrodos negativos. De forma adicional, la velocidad de caída de tensión de la batería secundaria puede aumentar en consecuencia, mejorando de este modo la capacidad de detección de defectos de baja tensión.

40 Preferentemente, la etapa de carga a alta velocidad (S300) puede realizarse durante un tiempo de 10 segundos a 20 segundos. Si la etapa de carga a alta velocidad (S300) se realiza durante un tiempo más corto, el crecimiento de dendritas puede no realizarse suficientemente a partir de la materia extraña metálica. Entretanto, si la etapa de carga a alta velocidad se realiza durante más tiempo, la tensión de la batería puede alcanzar el límite superior debido a la sobretensión, y el tiempo de carga a alta velocidad puede ser diferente para varias baterías debido al estado de contacto de la pinza de carga/descarga y el cable o a la diferencia de resistencia interna de las baterías.

45 También preferentemente, la etapa de carga a alta velocidad (S300) puede realizarse a una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. Por ejemplo, la etapa de carga a alta velocidad (S300) puede realizarse de modo que la batería secundaria se cargue a alta velocidad en un estado de exposición a temperatura ambiente. En esta configuración de la presente divulgación, las materias extrañas metálicas pueden extraerse fácilmente de la placa de electrodos negativos, sin deformar ni dañar la placa de electrodos, el separador o la solución electrolítica de la batería secundaria.

50 En particular, en la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 5 C o superior. Además, en la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C igual o superior a 10 C, 15 C o superior, o 20 C o superior. En esta configuración, el crecimiento de dendritas de la materia extraña metálica es más acelerado, permitiendo de este modo una detección más rápida y precisa de un defecto de baja tensión. Si se aplica la carga a alta velocidad anterior, sería más ventajosa para detectar un defecto de la batería secundaria. Además, durante la carga a alta velocidad, una baja tensión puede seleccionarse más ventajosamente por medios de dispersión dOCV. En particular, puede producirse un defecto de baja tensión al incluirse una materia extraña en el electrodo y, si se aplica la carga de alta velocidad, es posible averiguar con mayor eficacia la presencia de la materia extraña. De forma adicional, ya que la velocidad C es más alta, la densidad de corriente del electrodo negativo puede aumentarse para facilitar la extracción (reacción de reducción) de los iones metálicos. Asimismo, a medida que aumenta el nivel, el crecimiento acicular puede acelerarse.

60 Sin embargo, en la etapa de carga a alta velocidad (S300), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C de 20 C o inferior. Si la batería secundaria se carga a una velocidad C superior a 20 C, los iones Li pueden extraerse del electrodo negativo, lo que puede deteriorar el rendimiento de la batería. Asimismo, la etapa S300 puede realizarse a una velocidad C de 10 C o inferior.

En la etapa de detección (S400), puede detectarse un defecto de la batería secundaria después de la etapa de carga a alta velocidad (S300).

5 En particular, en la etapa de detección (S400), un defecto de la batería secundaria puede detectarse utilizando tensiones de circuito abierto (OCV) medidas en una pluralidad de puntos temporales diferentes después de la etapa de carga a alta velocidad (S300). Por ejemplo, en la etapa de detección (S400), la batería secundaria cargada a alta velocidad en la etapa S300 se almacena a temperatura ambiente, la OCV se mide al menos en dos puntos temporales, y un valor de diferencia entre las OCV se compara con un valor de referencia almacenado previamente en una unidad de memoria, comprobando de este modo que la batería secundaria tiene un defecto.

Más específicamente, en la etapa de detección (S400), si la diferencia de OCV es de 8 mV y el valor de referencia en el momento correspondiente es de 6 mV, ya que la diferencia de OCV es mayor que el valor de referencia, se puede determinar que la batería secundaria tiene un defecto de baja tensión.

15 Como otro ejemplo, en la etapa de detección (S400), la tensión (OCV) de la batería secundaria puede medirse de forma periódica o no periódica en varios puntos temporales. De forma adicional, en la etapa de detección (S400), un defecto de baja tensión de la batería secundaria puede determinarse midiendo una pendiente de la tensión medida de la batería secundaria por unidad de tiempo y comparando la pendiente de la tensión medida con una pendiente de referencia.

20 Entretanto, en la etapa de detección (S400), la OCV de la batería secundaria medida en un tiempo predeterminado puede usarse para determinar si la batería secundaria tiene un defecto de baja tensión. Para medir la OCV, pueden emplearse diversas técnicas de medición de OCV conocidas en la técnica en el momento de la presentación de esta solicitud.

25 Como otro ejemplo, en la etapa de detección (S400), puede detectarse un defecto de la batería secundaria midiendo directamente una corriente de fuga de la batería secundaria. Es decir, en la etapa de detección (S400), después de que la batería secundaria se cargue a una velocidad alta, mientras la batería secundaria se almacena a temperatura ambiente, se puede aplicar un potencial al electrodo de la batería secundaria para medir la corriente que circula por él. En este caso, en la etapa de detección (S400), una batería que tiene una gran corriente de fuga en comparación con una batería normal puede seleccionarse como que tiene un defecto.

30 La FIG. 4 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según otra realización de la presente divulgación.

35 Con referencia a la FIG. 4, el método puede incluir una etapa de ensamblaje (S100), una etapa de envejecimiento primario (S210), una etapa de formación primaria (S220), una etapa de envejecimiento secundario (S230), una etapa de formación secundaria (S240), una etapa de carga a alta velocidad (S300) y una etapa de detección (S400). Si se compara la configuración de la FIG. 4 con la configuración de la FIG. 1, las etapas S100, S210, S220, S300 y S400 son comunes, y las etapas S230 y S240 se agregan además entre las etapas S220 y S300. De este modo, no se explican en detalle las etapas comunes, y solo se explicarán en detalle las etapas que tienen características distintivas.

40 En la etapa de envejecimiento secundario (S230), la batería secundaria que experimenta la formación primaria en la etapa S220 se envejece a una temperatura predeterminada durante un tiempo predeterminado.

En la etapa de envejecimiento secundario (S230), la batería secundaria puede almacenarse en una condición de temperatura entre 60 °C y 70 °C.

45 De forma adicional, en la etapa de envejecimiento secundario (S230), la batería secundaria puede almacenarse durante 12 horas a 72 horas a una condición de temperatura predeterminada.

Según el envejecimiento secundario, una porción del conjunto de electrodos que tiene una humectación insuficiente de la solución electrolítica puede humectarse adicionalmente, la capa SEI puede estabilizarse, y una materia extraña metálica aún no disuelta puede oxidarse.

50 En la etapa de formación secundaria (S240), se carga la batería secundaria envejecida secundariamente en la etapa S230.

60 Aquí, en la etapa de formación secundaria (S240), la batería secundaria puede cargarse a una velocidad C entre 0,1 C y 2 C.

De forma adicional, la etapa de formación secundaria (S240) puede realizarse hasta que la batería secundaria esté totalmente cargada, en concreto, hasta que el SOC de la batería secundaria sea del 100 %.

65 De forma adicional, en la etapa de formación secundaria (S240), la batería secundaria puede cargarse en una

condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C.

De forma adicional, en la etapa de formación secundaria (S240), la batería secundaria puede descargarse aún más. Por ejemplo, en la etapa de formación secundaria (S240), después de que la batería secundaria esté totalmente cargada para que el SOC sea del 100 %, la batería secundaria puede volver a descargarse totalmente para que el SOC pase a ser del 0 %. De forma adicional, en la etapa de formación secundaria (S240), la batería secundaria puede cargarse y/o descargarse dos veces y/o más.

Según la formación secundaria, es fácil medir el rendimiento de la batería secundaria, las materias extrañas metálicas pueden oxidarse adicionalmente, reducirse y aumentarse, y la capa SEI puede estabilizarse.

En esta configuración, la etapa de carga a alta velocidad (S300) puede realizarse después de la etapa de formación secundaria (S240).

En particular, en este caso, la etapa de carga a alta velocidad (S300) se realiza preferentemente durante los 20 minutos a 120 minutos siguientes a la etapa de formación secundaria (S240). En particular, se recomienda que la etapa S300 se realice en los 60 minutos siguientes a la etapa S240.

El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación puede incluir, además, una etapa de desgasificación.

En la etapa de desgasificación, se elimina el gas generado en el interior de la batería secundaria. En particular, durante la etapa de envejecimiento o la etapa de formación, puede generarse gas en el interior de la batería secundaria. En la etapa de desgasificación, el gas generado en el interior de la batería secundaria y presente en la misma se extrae desde el interior de la batería secundaria hacia el exterior. En particular, la etapa de desgasificación puede realizarse después de la etapa de envejecimiento secundario (S230) y antes de la etapa de formación secundaria (S240).

La etapa de desgasificación puede emplear diversas técnicas de desgasificación conocidas en la técnica en el momento de la presentación de esta solicitud. Por ejemplo, en una batería secundaria de tipo bolsa que tiene un lado alargado, la etapa de desgasificación puede realizarse cortando la porción alargada y sellando a continuación la porción cortada. Sin embargo, la técnica de desgasificación es bien conocida por los expertos en la materia, por lo que no se describirá en detalle.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una configuración funcional de un aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según una realización de la presente divulgación. El aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria puede realizar el método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria, explicado anteriormente.

Con referencia a la FIG. 5, el aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación puede incluir una unidad de ensamblaje 110, una unidad de envejecimiento primario 120, una unidad de formación primaria 130, una unidad de carga a alta velocidad 140 y una unidad de detección 150.

La unidad de ensamblaje puede ensamblar una batería secundaria. Aquí, la batería secundaria puede incluir un conjunto de electrodos y una solución electrolítica. De forma adicional, como se muestra en las FIG. 2 y 3, el conjunto de electrodos puede alojarse en una carcasa de batería junto con la solución electrolítica. De forma adicional, la carcasa de batería puede estar sellada en un estado en el que el conjunto de electrodos y la solución electrolítica están alojados en ella. Aquí, el conjunto de electrodos puede configurarse apilando una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos con un separador interpuesto entre medias. Tal y como se ha descrito anteriormente, la unidad de ensamblaje puede estar configurada para realizar la etapa de ensamblaje (S100) de la realización anterior representada en las FIG. 1 a 4.

Para esto, la unidad de ensamblaje puede incluir una pieza de apilamiento del conjunto de electrodos para apilar la placa de electrodos positivos, la placa de electrodos negativos y el separador, una parte de inyección de la solución electrolítica para inyectar la solución electrolítica en la carcasa de batería, una pieza de fusión térmica para fusionar térmicamente la carcasa de batería que se va a sellar, y similares. Para ensamblar una batería secundaria pueden emplearse diversas técnicas de ensamblaje de baterías conocidas en el momento de la presentación de la presente solicitud, que no se describirán aquí en detalle.

La unidad de envejecimiento primario puede envejecer la batería secundaria ensamblada por la unidad de ensamblaje. En particular, la unidad de envejecimiento primario puede estar configurada para realizar la etapa de envejecimiento primario (S210) de la realización anterior representada en las FIG. 1 y 4. Por ejemplo, la unidad de envejecimiento primario puede estar configurada para almacenar la batería secundaria durante 24 horas a 72 horas en una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. Para ello, la unidad primaria de envejecimiento puede incluir una cámara que tiene un espacio hueco en su interior y es capaz de mantener una temperatura interna dentro de un intervalo predeterminado.

- La unidad de formación primaria puede cargar la batería secundaria envejecida principalmente por la unidad de envejecimiento primario. En particular, la unidad de formación primaria puede estar configurada para realizar la etapa de formación primaria (S220) de la realización anterior representada en las FIG. 1 y 4. Por ejemplo, la unidad de formación primaria puede estar configurada para cargar la batería secundaria a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C.
- 5 De forma adicional, la unidad de formación primaria también puede estar configurada para cargar la batería secundaria hasta que el SOC sea de entre el 30 % y el 40 %. Como alternativa, la unidad de formación primaria puede estar configurada para cargar la batería secundaria durante 90 minutos a 180 minutos. De forma adicional, la unidad de formación primaria también puede estar configurada para cargar la batería secundaria a una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. Para ello, la unidad de formación primaria puede incluir un generador de energía para generar
- 10 energía que se suministrará a la batería secundaria, un terminal de conexión configurado para entrar en contacto con el cable del electrodo de la batería secundaria para transmitir la energía suministrada desde el generador de energía a la batería secundaria, y similares.
- La unidad de carga a alta velocidad puede cargar la batería secundaria formada por la unidad de formación primaria a una velocidad C de 2 C o superior. Además, la unidad de carga a alta velocidad puede cargar la batería secundaria a una velocidad C de 3 C o superior. En particular, la unidad de formación primaria puede estar configurada para realizar la etapa de carga a alta velocidad (S300) en la primera realización representada en las FIG. 1 y 4.
- 15 La unidad de carga a alta velocidad puede estar configurada para cargar la batería secundaria durante 10 segundos a 20 segundos.
- De forma adicional, la unidad de carga a alta velocidad puede estar configurada para cargar la batería secundaria a una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C.
- 25 De forma adicional, la unidad de carga a alta velocidad puede estar configurada para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 5 C o superior. Además, la unidad de carga a alta velocidad puede estar configurada para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 10 C o superior, o a una velocidad C de 15 C o superior.
- Dado que la unidad de carga a alta velocidad carga la batería secundaria, la unidad de carga a alta velocidad puede
- 30 incluir un generador de energía para generar energía que se suministrará a la batería secundaria, un terminal de conexión formado para entrar en contacto con el cable del electrodo de la batería secundaria para transmitir la energía suministrada desde el generador de energía a la batería secundaria, y similares, de manera similar a la unidad de formación primaria.
- 35 La unidad de detección puede detectar un defecto de la batería secundaria cargada por la unidad de carga a alta velocidad. En particular, la unidad de detección puede estar configurada para realizar la etapa de detección (S400) de la realización anterior representada en las FIG. 1 y 4.
- En particular, la unidad de detección puede determinar si la batería secundaria tiene un defecto comparando una
- 40 diferencia de dos o más valores de OCV medidos en diferentes puntos temporales con un valor de referencia, para la batería secundaria cargada a alta velocidad por la unidad de carga a alta velocidad.
- De forma adicional, el aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación puede incluir, además, una unidad de envejecimiento secundario 160 y una unidad de formación
- 45 secundaria 170.
- La unidad de envejecimiento secundario puede envejecer la batería secundaria formada por la unidad de formación primaria. En particular, la unidad de envejecimiento secundario puede estar configurada para realizar la etapa de envejecimiento secundario (S230) de la realización anterior representada en la FIG. 4. Por ejemplo, la unidad de envejecimiento secundario puede estar configurada para almacenar la batería secundaria durante 12 horas a 72 horas en una condición de temperatura entre 60 °C y 70 °C. Para esta configuración, la unidad de envejecimiento secundario puede incluir una cámara que tiene un espacio hueco en su interior y es capaz de mantener una temperatura interna dentro de un intervalo predeterminado.
- 50 La unidad de formación secundaria puede formar la batería secundaria envejecida secundariamente por la unidad de envejecimiento secundario. En particular, la unidad de formación secundaria puede estar configurada para realizar la etapa de formación secundaria (S240) de la realización anterior representada en la FIG. 4. Por ejemplo, la unidad de formación secundaria puede estar configurada para cargar la batería secundaria de envejecimiento secundario en el SOC de 0 % a 100 % a una velocidad C entre 0,1 C y 2 C. De forma adicional, la unidad de formación secundaria puede estar configurada para cargar la batería secundaria de envejecimiento secundario a una condición de temperatura entre 20 °C y 40 °C. De forma adicional, la unidad de formación secundaria también puede estar configurada para descargar la batería secundaria. Además, la unidad de formación secundaria también puede estar configurada para cargar y/o descargar la batería secundaria dos veces y/o más. Para esta configuración, la unidad de formación secundaria puede incluir un generador de energía para generar una energía que se suministrará a la batería
- 60 secundaria, un terminal de conexión configurado para entrar en contacto con el cable del electrodo de la batería secundaria para transmitir la energía suministrada desde el generador de energía a la batería secundaria, y similares.
- 65

De forma adicional, la unidad de formación secundaria puede incluir, además, una carga o similar para recibir y consumir la energía suministrada por la batería secundaria.

5 Entretanto, al menos algunos de los componentes empleados en el aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria según la presente divulgación pueden ser de uso común. Por ejemplo, la unidad de envejecimiento primario y la unidad de envejecimiento secundario pueden implementarse como un único componente común. Es decir, una unidad de envejecimiento puede estar configurada para funcionar como unidad de envejecimiento primario y como unidad de envejecimiento secundario. De forma adicional, al menos dos de la unidad de formación primaria, la unidad de carga a alta velocidad y la unidad de formación secundaria pueden implementarse  
10 como un componente común. Por ejemplo, una unidad de carga puede estar configurada para funcionar como toda la unidad de formación primaria, la unidad de carga a alta velocidad y la unidad de formación secundaria.

Según esta configuración de la presente divulgación, el aparato para detectar un defecto de baja tensión puede tener una estructura simplificada y un volumen reducido. Es más, en este caso, el proceso de inspección puede facilitarse y  
15 el tiempo de inspección puede acortarse.

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se explicará en detalle con referencia a las realizaciones. Las realizaciones de la presente invención, sin embargo, pueden adoptar otras formas, y el alcance de la invención no debe considerarse limitado a los ejemplos siguientes. Las realizaciones de la presente invención se proporcionan para explicar más totalmente la presente invención a quienes tengan conocimientos ordinarios en la técnica a la que pertenece la presente invención.  
20

Se fabricó una pluralidad de baterías secundarias del mismo modo que se explica a continuación. En primer lugar, se fabricó una placa de electrodos positivos utilizando un colector de corriente de aluminio y  $\text{LiNiMnCoO}_2$  como material de electrodo positivo, y se fabricó una placa de electrodos negativos utilizando un colector de corriente de cobre y grafito como material de electrodo negativo. De forma adicional, una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos se apilaron con un separador interpuesto entre medias, y a continuación se alojaron en una bolsa exterior junto con una solución electrolítica. En este momento, se utilizaron  $\text{LiPF}_6$  1.0M y EC/EMC como solución electrolítica. Se fabricó una pluralidad de baterías secundarias configuradas como las anteriores. Todo este tiempo,  
25 para algunas baterías secundarias, entre la placa del electrodo positivo y el separador se insertó una única pieza anular de SUS304 con un tamaño medio de partícula de 100  $\mu\text{m}$  como materia extraña metálica.  
30

Las baterías secundarias preparadas como se ha indicado anteriormente se sometieron respectivamente a envejecimiento primario para su almacenamiento a 25 °C durante 72 horas, su formación primaria para cargarse a 0,1 C durante 180 minutos, su envejecimiento secundario para almacenarse a 60 °C durante 72 horas, su desgasificación para eliminar el gas del interior de cada batería secundaria y su formación secundaria para una carga completa (4,2 V) y una descarga completa (3,0 V) a 0,7 C.  
35

A continuación, la pluralidad de baterías secundarias se dividió en cuatro grupos. Cada grupo incluía una pluralidad de baterías que tiene una materia extraña metálica y una pluralidad de baterías que no tiene materia extraña metálica, y las baterías secundarias de cada grupo se cargaron durante 10 segundos a la siguiente velocidad C.  
40

Grupo de ejemplo 1: 3 C  
Grupo de ejemplo 2: 4 C  
45 Grupo de ejemplo 3: 10 C  
Grupo de ejemplo comparativo 1: 0 C

Después de eso, una tensión de cada batería secundaria se controló durante 50 días. Los resultados de la medición de una caída de tensión (dOCV) durante 50 días se muestran en la FIG. 6. Es decir, la FIG. 6 es un gráfico que muestra un resultado de medición de una caída de tensión (dOCV) mediante un método de inspección de defectos de baja tensión según varios ejemplos de la presente divulgación y un ejemplo comparativo, y la FIG. 7 es un gráfico que muestra una región parcial de la FIG. 6, que se amplía en la dirección del eje y.  
50

En las FIG. 6 y 7, los resultados de la medición de la caída de tensión de la batería con una materia extraña metálica se muestran con puntos circulares, y los resultados de la medición de la caída de tensión de la batería sin una materia extraña metálica se muestran con puntos triangulares. De forma adicional, en las FIG. 6 y 7, una línea de puntos A es un valor de referencia para la caída de tensión (dOCV) y puede considerarse como un valor de referencia para determinar si se produce un defecto de baja tensión.  
55

De este modo, en la FIG. 6, en caso de una batería a la que se le ha medido un dOCV superior a la línea de puntos A, puede considerarse que tiene un defecto evidente de baja tensión. En las figuras, dicha batería se distingue como "Mala NG".  
60

Entretanto, aunque una batería incluya un metal de materia extraña, la caída de tensión puede no distinguirse utilizando el valor de referencia, ya que un defecto de baja tensión no se produce de forma evidente. Es decir, en la FIG. 6, en algunas baterías que tiene una materia extraña metálica, la dOCV puede mostrarse por debajo de la línea  
65

de puntos A. Dichas baterías pueden considerarse baterías en las que no se produce una tensión baja de forma evidente, y se marcan de forma distintiva como "Mala OK" en las figuras.

5 De forma adicional, en caso de batería sin materias extrañas metálicas, ya que no se produce una baja tensión, la dOCV es inferior a la línea de puntos A. Una batería de este tipo se distingue como "Buena OK".

10 En la FIG. 6, se puede comprobar que todas las baterías marcadas como "Buena NG" tienen un cuerpo extraño metálico introducido en su interior durante el proceso de fabricación. En otras palabras, puede entenderse que las baterías que tienen una materia extraña metálica puesta entre la placa del electrodo positivo y el separador durante el proceso de fabricación muestran un defecto de baja tensión, ya que la materia extraña metálica crece durante los procesos de envejecimiento, carga y descarga, por lo que la velocidad de caída de tensión es alta.

15 En particular, se puede comprobar que, en los Grupos de ejemplo 1 a 3, la proporción de baterías secundarias medidas que tiene un valor de dOCV superior a la línea de puntos A es mayor, en comparación con las baterías secundarias del Grupo de ejemplo comparativo 1. De este modo, puede entenderse que un defecto de baja tensión puede ser causado con mayor seguridad por la materia extraña metálica cuando la carga de alta velocidad se realiza después de la formación como en la presente divulgación. Por lo tanto, de acuerdo con la presente divulgación, la posibilidad de un defecto de baja tensión, causado por incluir una materia extraña metálica en el electrodo, puede determinarse con mayor rapidez y precisión.

20 Es más, se observa que, en el Grupo de ejemplo 3, la proporción de baterías secundarias a las que se les ha medido una dOCV superior a la línea de puntos A es mucho mayor, en comparación con las baterías secundarias del Grupo de ejemplo comparativo 1, así como con las baterías secundarias de los Grupos de ejemplo 1 y 2. Es decir, en cada grupo de ejemplo y grupo de ejemplo comparativo, la proporción de baterías secundarias que tienen un valor de dOCV superior al valor de referencia A entre todas las baterías que tienen una materia extraña metálica es mayor en los Grupos de ejemplo 1 a 3, en comparación con el Grupo de ejemplo comparativo 1, y entre los Grupos de ejemplo 1 a 3, mayor en el Ejemplo 2 en comparación con el Ejemplo 1 y mayor en el Ejemplo 3 en comparación con el Ejemplo 2.

30 De este modo, según los resultados de medición de la presente divulgación, puede entenderse que, a medida que la velocidad C de la etapa de carga a alta velocidad aumenta gradualmente hasta 3 C, 4 C y 10 C, se mejora el rendimiento para distinguir un defecto de baja tensión.

35 Además, en el método de detección de un defecto de baja tensión según la presente divulgación, también puede ser posible distinguir eficazmente un defecto de baja tensión basándose en si una materia extraña metálica está incluida en una batería secundaria, aunque esta tenga una dOCV inferior al valor de referencia.

40 Es decir, con referencia al gráfico de la FIG. 7, que amplía parcialmente la FIG. 6, como las baterías secundarias que tienen una dOCV inferior al valor de referencia A, se encuentran baterías secundarias (Mala OK) a las que se ha introducido una materia extraña metálica durante el proceso de fabricación junto con baterías secundarias (Buena OK) a las que no se ha introducido una materia extraña metálica durante el proceso de fabricación. De forma adicional, en las baterías secundarias con materia extraña metálica y en las baterías secundarias sin materia extraña metálica, la parte en la que se solapa una dOCV aparece sombreada.

45 En el gráfico de la FIG. 7, al ver los resultados de medición del Grupo de ejemplo comparativo 1, las regiones de dOCV de las baterías secundarias sin materia extraña metálica y de las baterías secundarias con materia extraña metálica están en su mayoría superpuestas, por lo que es difícil distinguir si se pone una materia extraña metálica, solo a partir del resultado de la medición de dOCV.

50 Sin embargo, al ver los resultados de medición del Grupo de ejemplo 1, se puede observar que la región de solapamiento de dOCV de la batería secundaria con materia extraña metálica y las baterías secundarias sin materia extraña metálica disminuye, en comparación con el Grupo de ejemplo comparativo 1. Al ver los resultados de las mediciones, es posible determinar si se pone o no una materia extraña metálica, para las baterías secundarias cuya dOCV no se solape.

55 Además, al ver los resultados de medición del Grupo de ejemplo 2 en el que la velocidad C de la etapa de carga de alta velocidad se incrementa en comparación con el Grupo de ejemplo 1, puede verse que la región de solapamiento de dOCV se reduce considerablemente, en comparación con el Grupo de ejemplo 1, así como con el Grupo de ejemplo comparativo 1. De este modo, puede entenderse que las baterías con materias extrañas y las baterías sin materias extrañas pueden distinguirse más fácilmente, en comparación con el Grupo de ejemplo comparativo 1 y el Grupo de ejemplo 1.

60 Es más, al ver los resultados de medición del Ejemplo 3 en el que se aumenta aún más la velocidad C de la etapa de carga a alta velocidad, puede decirse que la región de solapamiento de dOCV se reduce aún más. De este modo, en este caso, puede entenderse que, si se pone una materia extraña, puede distinguirse con mayor fiabilidad.

65

**Signos de referencia**

- 110: unidad de ensamblaje
- 120: unidad de envejecimiento primario
- 5 130: unidad de formación primaria
- 140: unidad de carga a alta velocidad
- 150: unidad de detección
- 160: unidad de envejecimiento secundario
- 170: unidad de formación secundaria

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria, que comprende:
  - 5 una etapa de ensamblaje para ensamblar una batería secundaria alojando un conjunto de electrodos, en el que una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos están apiladas con un separador que está interpuesto entre medias, y una solución electrolítica en una carcasa de batería;
  - una etapa de envejecimiento primario para envejecer la batería secundaria ensamblada a una temperatura entre 20 °C y 40 °C;
  - 10 una etapa de formación primaria para cargar la batería secundaria envejecida a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C;
  - una etapa de carga a alta velocidad para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 2 C o superior, después de la etapa de formación primaria; y
  - 15 una etapa de detección para detectar un defecto de baja tensión de la batería secundaria, después de la etapa de carga a alta velocidad.
  
2. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de carga a alta velocidad se realiza durante 10 segundos a 20 segundos.
  
- 20 3. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de carga a alta velocidad se realiza a una temperatura entre 20 °C y 40 °C.
  
4. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, en la etapa de carga a alta velocidad, la batería secundaria se carga a una velocidad C de 3 C o superior.
  
- 25 5. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 1, después de la etapa de formación primaria y antes de la etapa de carga a alta velocidad, que comprende, además:
  - 30 una etapa de envejecimiento secundario para envejecer la batería secundaria a una condición de temperatura entre 60 °C y 70 °C durante 12 horas a 72 horas; y
  - una etapa de formación secundaria para cargar la batería secundaria de envejecimiento secundario a una velocidad C entre 0,1 C y 2 C.
  
- 35 6. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la etapa de carga a alta velocidad se realiza en los 20 minutos a 120 minutos posteriores a la etapa de formación secundaria.
  
7. El método para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, en la etapa de detección, después de la etapa de carga a alta velocidad, se compara una diferencia de OCV entre dos puntos temporales diferentes con un valor de referencia para determinar si se produce un defecto en la batería secundaria.
  
- 40 8. Un aparato para detectar un defecto de baja tensión de una batería secundaria, que comprende:
  - 45 una unidad de ensamblaje configurada para ensamblar una batería secundaria alojando un conjunto de electrodos, en el que una placa de electrodos positivos y una placa de electrodos negativos están apiladas con un separador que está interpuesto entre medias, y una solución electrolítica en una carcasa de batería;
  - una unidad de envejecimiento primario configurada para envejecer la batería secundaria, ensamblada por la unidad de ensamblaje, a una temperatura entre 20 °C y 40 °C;
  - 50 una unidad de formación primaria configurada para cargar la batería secundaria, envejecida por la unidad de envejecimiento primario, a una velocidad C entre 0,1 C y 0,5 C;
  - una unidad de carga a alta velocidad configurada para cargar la batería secundaria a una velocidad C de 2 C o superior, después de que la unidad de formación primaria haya cargado la batería secundaria; y
  - 55 una unidad de detección configurada para detectar un defecto de baja tensión de la batería secundaria, después de que la unidad de carga a alta velocidad haya cargado la batería secundaria.

FIG. 1

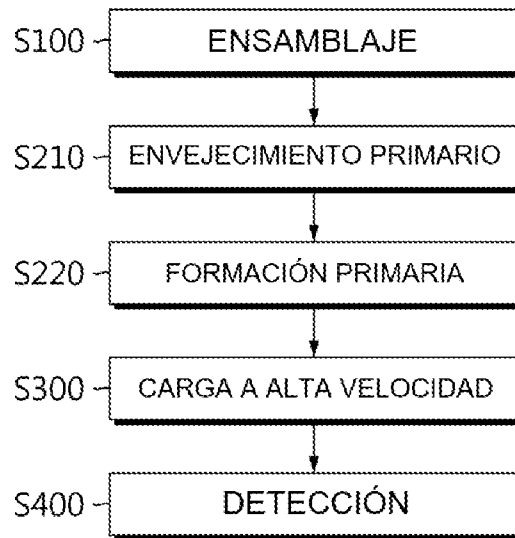


FIG. 2

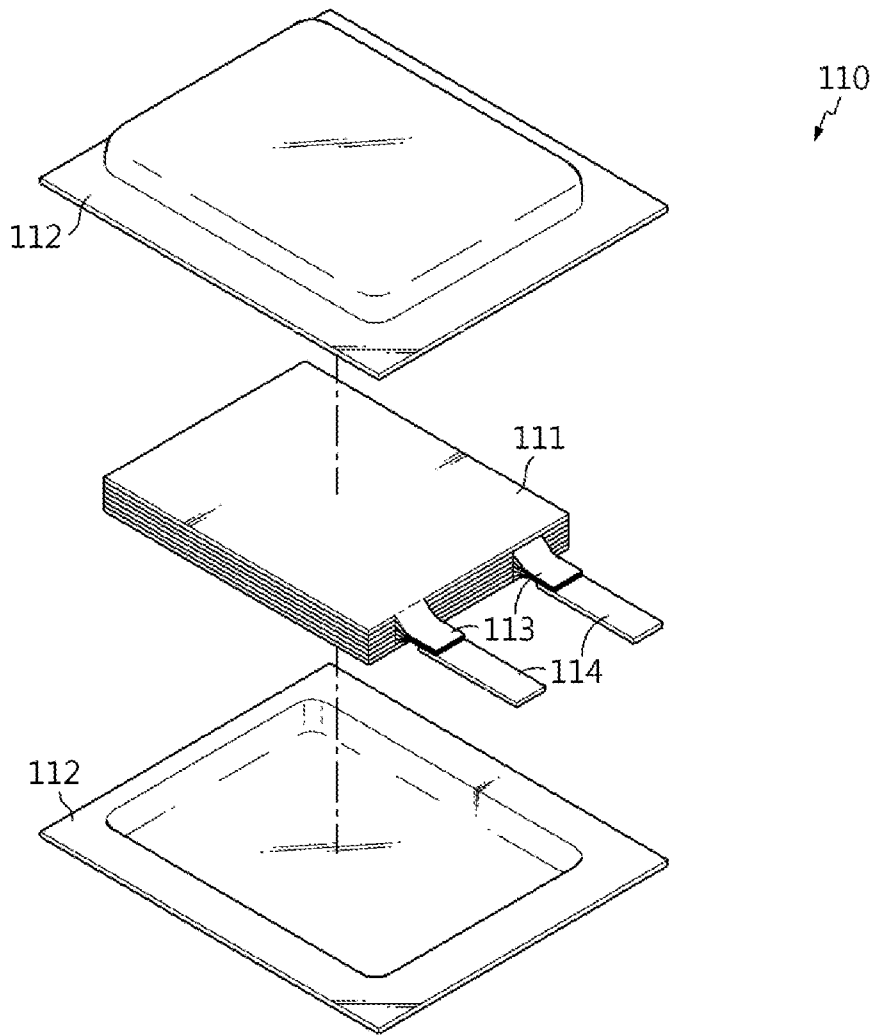


FIG. 3

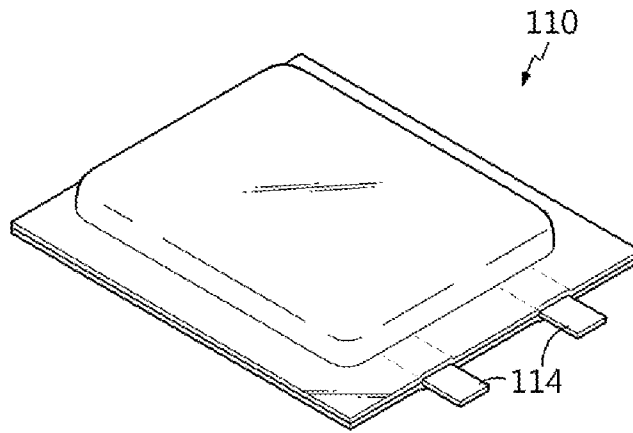


FIG. 4

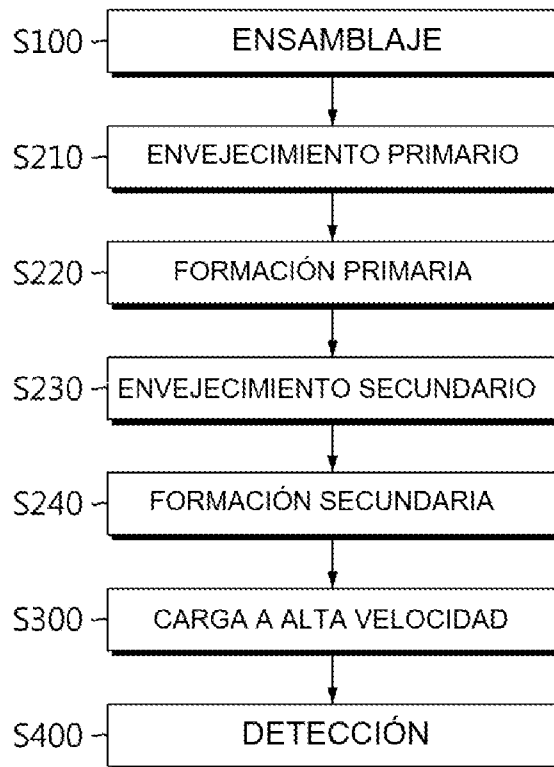


FIG. 5

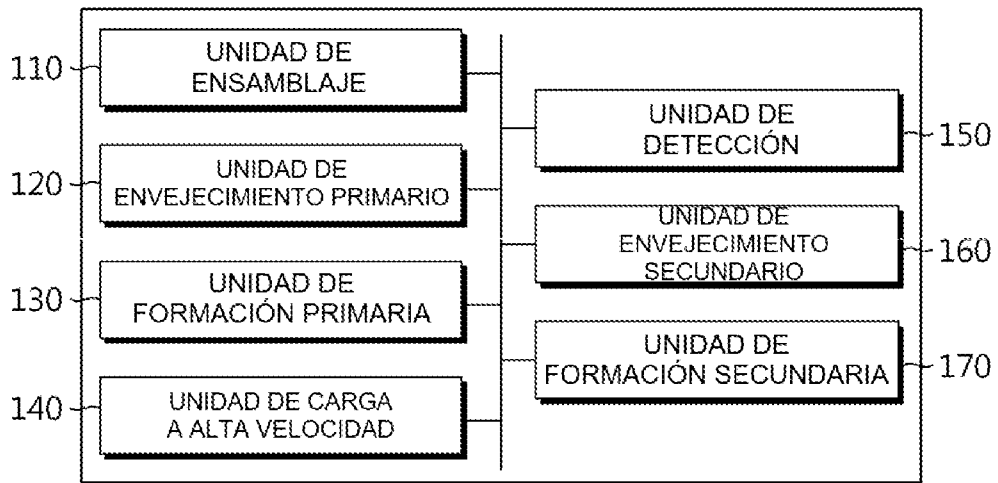


FIG. 6

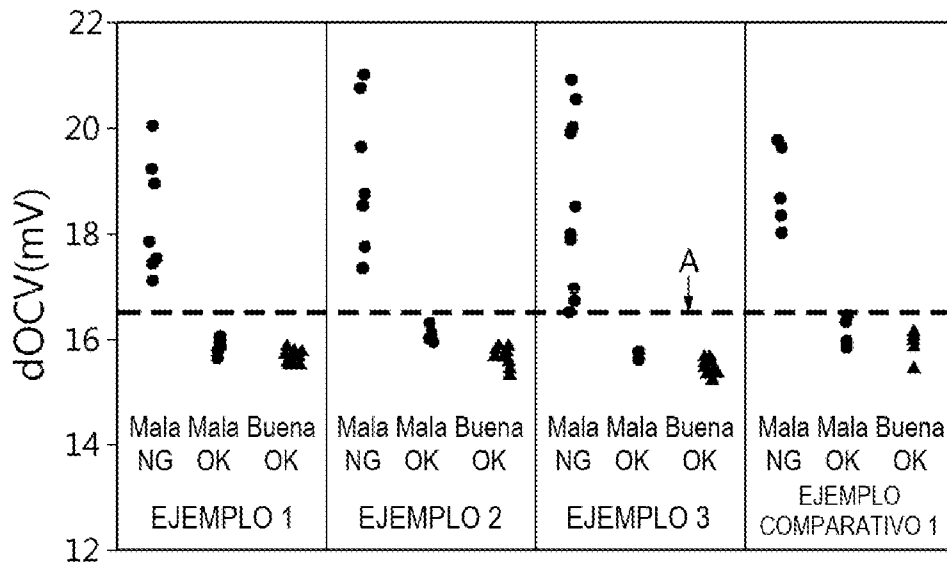


FIG. 7

