

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 985**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/389** (2009.01)

**G01R 31/52** (2010.01)

**G01R 31/66** (2010.01)

**H01M 10/42** (2006.01)

**H01M 10/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2022 PCT/KR2022/011408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2023 WO23014056**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2022 E 22853433 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025 EP 4220812**

54 Título: **Aparato y procedimiento para inspeccionar la desconexión de la lengüeta de electrodo de una celda de batería**

30 Prioridad:

**06.08.2021 KR 20210104021**

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

**14.05.2025**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PARK, SANG DAE;  
KIM, JU YOUNG;  
LEE, JU MI y  
CHO, IN HWAN**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 3 017 985 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**

Aparato y procedimiento para inspeccionar la desconexión de la lengüeta de electrodo de una celda de batería

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un aparato y procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería para inspeccionar de forma no destructiva la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería.

10 Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad a partir de la solicitud de patente coreana núm. 10-2021-0104021, presentada el 6 de agosto de 2021.

15 **Estado de la técnica**

Recientemente, las baterías secundarias capaces de cargarse y descargarse se han utilizado ampliamente como fuentes de energía de dispositivos móviles inalámbricos. Además, las baterías secundarias han atraído la atención como fuentes de energía de vehículos eléctricos, vehículos eléctricos híbridos y similares, propuestos como soluciones para resolver la contaminación atmosférica de los vehículos de gasolina, vehículos diésel y similares existentes que utilizan combustibles fósiles. En consecuencia, los tipos de aplicaciones que utilizan baterías secundarias se han diversificado debido a las ventajas de las baterías secundarias y, en el futuro, se espera que las baterías secundarias se apliquen a aún más campos y productos.

25 Dichas baterías secundarias se pueden clasificar en baterías de iones de litio, baterías de polímero de iones de litio, baterías de polímero de litio y similares según un electrodo y una composición de un electrolito, y entre ellas, está aumenta la utilización de las baterías de polímero de iones de litio en las que la posibilidad de filtración de electrolito sea pequeña y que se fabriquen fácilmente. En general, las baterías secundarias se clasifican según la forma de la carcasa de batería, incluidas las baterías cilíndricas y las baterías prismáticas en las que los ensamblajes de electrodos se instalan en latas metálicas cilíndricas o prismáticas y las baterías de tipo bolsa en las que los ensamblajes de electrodos se instalan en carcasas de tipo bolsa formadas por hojas laminadas de aluminio. Un ensamblaje de electrodos instalado en una carcasa de batería se forma como una estructura que incluye un electrodo positivo, un electrodo negativo y una membrana de separación interpuesta entremedio, es un elemento de generación de potencia capaz de cargar y descargar, y se clasifica en un tipo rollo de gelatina en el que una membrana de separación se interpone entre un electrodo positivo y un electrodo negativo que tienen formas de lámina larga recubiertas con materiales activos y enrolladas y un tipo pila en el que una pluralidad de electrodos positivos y negativos con tamaños predeterminados se apilan secuencialmente en un estado en el que las membranas de separación se interponen entremedio.

40 La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra las ubicaciones en las que se desconectan las lengüetas 13 de electrodo de una celda 10 de batería de tipo bolsa.

Como se ilustra en la figura, un ensamblaje 12 de electrodos está instalado en una carcasa 11 de batería de la celda 10 de batería de tipo bolsa, y las lengüetas 13 de electrodo se retiran del ensamblaje de electrodos 12 y se sueldan a un cable 14 de electrodo. Dado que las porciones de soldadura de las lengüetas de electrodo y las lengüetas y las porciones de soldadura de las lengüetas de electrodo y el cable de electrodo reciben fuerzas en varias direcciones durante un proceso de fabricación de la celda de batería, la desconexión 15 puede producirse en una o varias porciones de soldadura entre las porciones de soldadura. Cuando se produce una desconexión, puede provocar un defecto tal como una baja tensión.

50 Para detectar la desconexión de la lengüeta de electrodo, convencionalmente, como en el documento de patente 1, se ha utilizado un procedimiento para presionar una celda de batería y medir un cambio de impedancia según la presión o inspeccionar físicamente una ubicación de soldadura mediante la captura de una imagen por tomografía computarizada (TC).

55 En la tecnología del documento de patente 1, dado que se requiere un dispositivo de presión separado que presiona la celda de batería para medir el cambio de impedancia, ha sido difícil aplicar el procedimiento a la inspección a nivel de producción en serie.

60 Además, en el caso de la captura de la imagen CT, dado que toma aproximadamente 1 minuto y 30 segundos inspeccionar cada celda de batería, la inspección a nivel de producción en serie es imposible.

En consecuencia, se requiere el desarrollo de una tecnología de inspección de la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería en la que no se presione la celda de batería y no se necesite mucho tiempo para inspeccionarla y que se pueda realizar rápidamente a un nivel de producción en serie.

65 **Técnica relacionada**

Documento de patente, publicación de patente coreana núm. 10-2020-0035594

**Objeto de la invención**  
**Problema técnico**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería capaz de inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo en un corto período de tiempo.

**Solución técnica**

Un aparato para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería según la presente invención incluye: una parte de medición que mide valores de impedancia y ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda de batería objetivo de inspección; una parte de cálculo que calcula los valores de impedancia de la parte real de la resistencia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y una parte de determinación que determina si una lengüeta de electrodo de la celda de batería está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.

A modo de ejemplo, cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas, la parte de determinación puede determinar que la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada.

A modo de ejemplo, la parte de medición puede ser un medidor de espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS).

Como ejemplo específico, cuando una parte del intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia se superpone a una línea de cambio de los valores de la parte real de la resistencia de una celda de batería defectuosa o a un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería defectuosas en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia, la parte de determinación puede comprobar si la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas que incluye o excluye la línea o intervalo de cambio superpuesto con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección.

Para mencionar otro ejemplo, la parte de determinación puede determinar si la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al determinar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas basándose en los datos de frecuencia del intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas y los datos de los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia y comparar los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección.

Además, el aparato para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería puede incluir además una parte de almacenamiento en la que se almacena información sobre por lo menos uno del intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería, el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia y una correlación entre las frecuencias y los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia.

Un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería según otro aspecto de la presente invención incluye: medir valores de impedancia y ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda de batería objetivo de inspección; calcular los valores de impedancia de la parte real de la resistencia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y determinar si una lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.

El intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas puede ser un intervalo que incluye frecuencias en las que una parte imaginaria de la resistencia de un valor de impedancia medido de cada una de la pluralidad de celdas de batería buenas cambia de un valor positivo (+) a un valor negativo (-).

5 A modo de ejemplo, el procedimiento puede incluir la derivación de una línea de valores de la parte real de la resistencia de la impedancia del producto bueno de la batería buena individual al conectar los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de cada una de las celdas de batería buenas, y establecer una zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas, cuyas líneas de valores de la parte real de la resistencia de la impedancia del producto bueno son adyacentes, en el  
10 intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas.

Específicamente, la determinación puede incluir determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia de la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas y determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto bueno cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son menores o iguales a un intervalo  
15 de los valores de la parte real de la resistencia de la zona de valores de la parte real de la resistencia.

De forma alternativa, la determinación puede incluir la determinación de si la celda de batería objetivo de inspección es buena o mala al comparar los valores de la parte real de la resistencia en la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en tres puntos de una frecuencia mínima, una frecuencia media y una frecuencia máxima en el intervalo de frecuencias de resonancia.  
25

Como ejemplo específico, el procedimiento puede incluir derivar una línea de valores de la parte real de la resistencia de producto defectuoso de una celda de batería individual o una zona de valores de la parte real de la resistencia defectuosa en la que las líneas de valores de la parte real de la resistencia de una pluralidad de celdas de batería defectuosas son adyacentes al conectar los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia de cada una de la pluralidad de celdas de batería defectuosas en las que las lengüetas de electrodo están desconectadas; y establecer, cuando la línea de valores de la parte real de la resistencia de producto defectuoso o la zona de valores de la parte real de la resistencia de producto defectuoso se superpone a la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas, un intervalo que incluye o excluye la zona superpuesta como un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas para determinar si la celda de batería es buena o mala.  
30  
35

Para mencionar otro ejemplo, el procedimiento puede incluir derivar una correlación entre frecuencias y los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia a partir de los datos de frecuencia y los datos de los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería buenas, y establecer un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia basado en la correlación derivada con un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas.  
40  
45

A modo de ejemplo, la determinación puede incluir determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto bueno cuando los valores de la parte real de la resistencia de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que el valor de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas basado en correlación, y determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso cuando los valores de la parte real de la resistencia de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son menores que el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas basado en la correlación.  
50  
55

Para mencionar otro ejemplo, la determinación puede incluir la determinación de si la celda de batería es buena o mala al comparar los valores de la parte real de la resistencia de los productos buenos expresados según la correlación en tres puntos de una frecuencia mínima, una frecuencia media y una frecuencia máxima del intervalo de frecuencias de resonancia con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en las tres frecuencias.  
60

La determinación puede incluir la determinación de que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas basado en la correlación de un intervalo predeterminado o más.  
65

**Efectos ventajosos**

5 Según la presente invención, dado que la desconexión de una lengüeta de electrodo se puede inspeccionar rápidamente, se puede realizar una inspección a nivel de producción en serie. Además, gracias a la inspección de desconexión de la presente invención, se puede impedir el envío de una celda de batería defectuosa.

10 Además, según la presente invención, no solo se puede realizar la inspección rápida en una etapa de fabricación de una celda de batería, sino que también se puede inspeccionar rápidamente un defecto (desconexión de la lengüeta de electrodo) de la celda de batería en una etapa de reciclaje o etapa de reutilización en la que una celda de batería terminada se vuelve a utilizar después de un determinado período de uso. En consecuencia, cuando se recicla la celda de batería, se puede determinar si la batería debe utilizarse sencillamente inspeccionando rápidamente la celda para detectar defectos.

15 **Descripción de las figuras**

La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra las ubicaciones en las que se desconectan las lengüetas de electrodo de una celda de batería de tipo bolsa.

La FIG. 2 es un gráfico que muestra un ejemplo de un gráfico de Nyquist de una celda de batería.

La FIG. 3 es un gráfico que muestra un valor de impedancia en un plano complejo.

20 La FIG. 4 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato para la inspección de la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de establecimiento de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de celdas de batería buenas aplicado a un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería de la presente invención.

25 La FIG. 6 es un gráfico para describir un proceso de obtención de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia y para determinar si una celda de batería es buena o mala según un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una realización de la presente invención.

30 La FIG. 7 es un gráfico para describir un proceso de obtención de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia y para determinar si una celda de batería es buena según un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de otra realización de la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

35 De aquí en adelante, la presente invención se describirá en detalle. En primer lugar, los términos y palabras utilizados en esta memoria descriptiva y reivindicaciones no deben interpretarse como limitados a los significados o significados habitualmente utilizados en diccionarios y deben interpretarse con los significados y conceptos que sean coherentes con el alcance tecnológico de la invención basado en el principio de que los autores de la invención han definido apropiadamente conceptos de los términos para describir la invención de la mejor manera.

40 En esta solicitud, debe entenderse que términos tales como "incluir" o "tener" pretenden indicar que hay una característica, número, etapa, operación, componente, parte o una combinación de los mismos descrito en la memoria descriptiva, y no excluyen de antemano la posibilidad de la presencia o incorporación de una o más características o números, etapas, operaciones, componentes, partes o combinaciones de los mismos. Además, cuando se hace referencia a una porción, tal como una capa, una película, un área, una placa, etc., como que está "encima" de otra porción, esto incluye no solo el caso en que la porción esté "directamente encima" de la otra porción, sino también el caso en que se interpone entremedio otra porción adicional. Por otro lado, cuando se hace referencia a una porción tal como una capa, una película, un área, una placa, etc., como que está "debajo" de otra porción, esto incluye no solo el caso en que la porción esté "directamente debajo" de la otra porción, sino también el caso en el que se interpone entremedio otra porción adicional. Además, estar dispuesto "encima" en la presente solicitud puede incluir el caso en que esté dispuesto en la parte inferior, así como en la parte superior.

Mientras tanto, en la presente memoria descriptiva, "una dirección longitudinal" es una dirección en la que sobresale un cable de electrodo de una celda de batería.

55 Cuando se desconecta una lengüeta de electrodo de una celda de batería como en la FIG. 1, se estima que puede haber un cambio en el valor de impedancia de la celda de batería. En base a esto, en el documento de patente 1 se adopta un procedimiento para detectar si se produce desconexión al presionar la celda de batería y medir un cambio de impedancia.

60 Sin embargo, como se describe anteriormente, la presente invención tiene como objetivo detectar si la desconexión se produce en base a la impedancia sin aplicar presión. Incluso cuando se produce un cambio de impedancia debido a la desconexión, dado que la impedancia es un valor que varía según una frecuencia, se debe especificar una frecuencia en la que se produce o no la desconexión en base a la impedancia.

65 Una frecuencia de resonancia es una frecuencia en la que un componente de reactancia de la impedancia es cero. Es decir, la frecuencia de resonancia es una frecuencia en la que un componente imaginario de la impedancia es

5 cero. Las frecuencias de resonancia de las celdas de batería no son 100 % iguales, sino que varían según la forma, la composición química y el tipo de celda de batería. Es decir, la frecuencia de resonancia de la celda de batería es un parámetro que indica una característica o propiedad física de la celda de batería. En consecuencia, el autor de la invención predijo que se puede observar un cambio en una propiedad física de una celda de batería al medir la impedancia a una frecuencia de resonancia. La desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería también puede ser un ejemplo del cambio en la propiedad física. El punto de partida de la presente invención es que, cuando se obtiene un valor de impedancia en una frecuencia de resonancia de una celda de batería buena en la que una lengüeta de electrodo no está desconectada, se puede inspeccionar de forma rápida y sencilla si una lengüeta de electrodo está desconectada al comparar el valor de impedancia con el de una celda de batería objetivo de inspección.

15 La FIG. 2 es un gráfico que muestra un ejemplo de un gráfico de Nyquist de una celda de batería. Cuando se aplican pequeñas señales de CA con diferentes frecuencias a una celda de batería específica utilizando un dispositivo de medición de impedancia, por ejemplo, un medidor de espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS), se puede obtener el gráfico de Nyquist como en la FIG. 2. Sin embargo, aunque los puntos reales medidos por el medidor EIS están limitados al número de frecuencias, el gráfico como en la FIG. 2 se puede obtener mediante un ajuste de curvas apropiado. En este caso, una frecuencia de resonancia es una frecuencia de un punto en el que una parte imaginaria de la resistencia de una impedancia es cero. Es decir, cuando se mide la impedancia de la celda de batería usando el medidor EIS, se detecta una frecuencia en la que la resistencia de la parte imaginaria de un valor de impedancia cambia de un valor positivo (+) a un valor negativo (-) (o viceversa) es la frecuencia de resonancia. Es decir, en la FIG. 2, una resistencia  $R_s$  es la impedancia en la frecuencia de resonancia, es decir, un valor de la parte real de la resistencia.

25 La FIG. 3 es un gráfico que muestra un valor de impedancia ilustrado en un plano complejo. Como en la FIG. 3, una resistencia de la parte real  $R_s$  de una impedancia se expresa como  $|Z|\cos\theta$ . La presente invención se basa en la obtención de un intervalo de frecuencias de resonancia (intervalo de frecuencias de resonancia) de celdas de batería buenas y en la extracción de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia. En un estado en el que se proporcionan dichos datos de valores de resistencia de productos buenos, cuando se obtienen los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia de una celda 10 de batería objetivo de inspección y se comparan con los valores de la parte real de la resistencia de los productos buenos en el mismo intervalo de frecuencias (intervalo de frecuencias de resonancia), se puede comprobar fácilmente un producto defectuoso, es decir, una celda de batería en la que se ha producido una desconexión en una lengüeta de electrodo.

35 De aquí en adelante, la presente invención se describirá en detalle.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería de la presente invención.

40 Un aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo para una celda 10 de batería según la presente invención incluye una parte 110 de medición que mide los valores de impedancia y los ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda 10 de batería objetivo de inspección; una parte 120 de cálculo que calcula los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia según la frecuencia de la celda 10 de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y una parte de determinación que determina si una lengüeta de electrodo de la celda 10 de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda 10 de batería objetivo de inspección con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda 10 de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.

55 El aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo de la presente invención incluye la parte 110 de medición. La parte 110 de medición puede ser un medidor EIS. Según el medidor EIS, se pueden obtener parámetros de impedancia para diversas frecuencias como se describe anteriormente. Por ejemplo, se puede obtener una impedancia  $Z$ , una reactancia  $X$ , un ángulo de impedancia  $\theta$ , una tensión, una temperatura y similares. Además, también se puede comprobar una frecuencia de resonancia, que es la frecuencia de un punto en el que cambia el signo de una reactancia, que es una parte imaginaria de la resistencia. La parte 110 de medición puede medir los valores de impedancia y los ángulos de impedancia según la frecuencia de la celda 10 de batería objetivo de inspección.

60 Además, el aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo de la presente invención incluye la parte 120 de cálculo que calcula los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia según la frecuencia de la celda 10 de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia. Cuando son conocidos una impedancia  $Z$  y un ángulo de impedancia  $\theta$ , los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  se pueden obtener mediante la ecuación anterior  $R_s=|Z|\cos\theta$ . Es decir, la pluralidad de valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  se pueden obtener según un cambio en la frecuencia.

La presente invención incluye la parte de determinación que compara los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda 10 de batería objetivo de inspección con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de las celdas de batería buenas en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia. El intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda 10 de batería objetivo de inspección se ha obtenido con antelación utilizando el medidor EIS. A continuación, se describirá el establecimiento del intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno en relación con un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería de la presente invención.

Para comprobar si la lengüeta de electrodo está desconectada, se selecciona un valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  de los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda 10 de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas. Dado que la celda 10 de batería de objetivo de inspección es del mismo tipo que la de los productos buenos, es muy probable que la frecuencia de resonancia de la celda 10 de batería de objetivo de inspección esté dentro del intervalo de frecuencias de resonancia de los productos buenos. Sin embargo, según el estado interno de la celda de batería, la frecuencia de resonancia de la celda 10 de batería objetivo de inspección puede no estar en el intervalo de frecuencias de resonancia. Sin embargo, en la presente invención, dado que los datos de los valores de la parte real de la resistencia de los productos buenos verificados a través de una pluralidad de celdas de batería buenas se comparan con los de la celda 10 de batería objetivo de inspección, la frecuencia de resonancia de la celda 10 de batería objetivo de inspección no necesariamente necesita estar en el intervalo de frecuencias de resonancia de los productos buenos. Es decir, entre las frecuencias en las que se mide la celda 10 de batería de objetivo de inspección, el intervalo de frecuencias en el que se mide la celda 10 de batería de objetivo de inspección es aceptable cuando el intervalo de frecuencias es el mismo que el intervalo de frecuencias de resonancia de los productos buenos, y si la lengüeta de electrodo de la celda 10 de batería de objetivo de inspección está desconectada se puede determinar rápidamente cuando el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda 10 de batería de objetivo de inspección en el intervalo de frecuencias se compara con el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno. En este caso, dado que los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias específico de la celda 10 de batería objetivo de inspección medidos por el medidor EIS solo se comparan con el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno preestablecido, no es necesario presionar las celdas de batería. En consecuencia, si la celda de batería está desconectada se puede inspeccionar sencillamente a través de un algoritmo o programa informático que realiza la medición utilizando la parte 110 de medición, calcula los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  utilizando la parte 120 de cálculo y realiza la comparación utilizando la parte 130 de determinación. En este aspecto, dado que el aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo de la presente invención puede realizar rápidamente una inspección a un nivel aplicable a la producción en serie, el aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo es muy ventajoso para la automatización de fábrica.

Como ejemplo específico, existe el caso en el que una parte del intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia se superpone a una línea de cambio de un valor de la parte real de la resistencia de una celda de batería defectuosa en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia o un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de una celda de batería defectuosa. Es decir, el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno no se diferencia necesariamente por completo del valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  del producto defectuoso. La superposición del intervalo de valores de la parte real de la resistencia entre los productos buenos y los productos defectuosos se vuelve fuerte en un intervalo de bajas frecuencias, como se describirá a continuación. Sin embargo, la superposición es mucho menor en el intervalo de frecuencias de resonancia, como se describirá a continuación, y esta es también un motivo para comparar la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de frecuencias de resonancia.

La parte 130 de determinación puede comprobar si la lengüeta de electrodo de la celda 10 de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia que incluye la línea de cambio superpuesta o excluye el intervalo superpuesto de las celdas de batería buenas con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda 10 de batería objetivo de inspección. Por ejemplo, en el caso de una celda de batería en un campo en el que los estándares de calidad son estrictos y se requiere un nivel de seguridad muy alto, se inspecciona si se produce una desconexión al comparar solo el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno, que excluye un intervalo que se superpone a una línea de cambio de un valor de la parte real de la resistencia o un intervalo de valores de resistencia de un producto defectuoso, de los productos buenos con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda 10 de batería objetivo de inspección. En este caso, aunque las celdas de batería con buena calidad también pueden considerarse productos defectuosos y descartarse, las celdas de batería con valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  superpuestos también se consideran productos defectuosos cuando se prioriza la seguridad.

Por otro lado, en el caso de una celda de batería en un campo en el que no se requiere que los estándares de calidad y seguridad sean relativamente altos, se comprueba si se produce desconexión considerando todos los

5 productos que tienen valores de la parte real de la resistencia del producto bueno  $R_s$  en el intervalo de superposición como incluidos en un intervalo de producto bueno desde un punto de vista de la productividad del producto. En este caso, si bien existe la posibilidad de que una celda de batería defectuosa en la que se produce una desconexión se determine que es un producto bueno, se ponderan y se comparan la productividad y la seguridad, y se acepta la posibilidad.

10 Por otro lado, la parte 130 de determinación puede comprobar si la lengüeta de electrodo de la celda 10 de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas derivados sobre la base de una correlación entre los datos de frecuencia del intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas y los datos de los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda 10 de batería objetivo de inspección. Por ejemplo, se puede obtener una pluralidad de datos de valores de la parte real de la resistencia para una pluralidad de frecuencias para cada batería buena. En este caso, cuando los datos de frecuencia y los datos de los valores de resistencia se trazan en un plano de coordenadas, se mostrarán varios puntos de datos dispersos. Por ejemplo, se puede obtener una correlación entre los datos de frecuencia y los datos de los valores de la parte real de la resistencia utilizando un análisis de regresión lineal. Cuando se obtiene dicha correlación, se puede derivar una función o correlación en el intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería. Luego, dado que el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno según la correlación única se compara con el de la celda de batería objetivo de inspección, se puede inspeccionar con mayor rapidez y exactitud si se produce una desconexión. Se proporcionará una descripción más detallada en relación con un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de la presente invención.

25 El aparato 100 de inspección de la desconexión de la lengüeta de electrodo de la presente invención también puede incluir una parte 140 de almacenamiento que almacena información sobre por lo menos uno entre el intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería, el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia y la correlación entre la frecuencia y los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de frecuencias de resonancia. Como se ilustra en la FIG. 4, la parte 140 de almacenamiento puede proporcionarse como un tipo de servidor o base de datos (DB) separada de la parte 130 de determinación (véase la FIG. 4A). De forma alternativa, una parte 131 de almacenamiento puede incluirse en una parte 130 de determinación como un tipo de memoria (véase la FIG. 4B).

35 Como se muestra en la FIG. 4, es posible comprobar rápidamente si se produce una desconexión al medir los valores de impedancia y los ángulos de impedancia según la frecuencia de la celda 10 de batería objetivo de inspección con la parte 110 de medición, calcular el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  según la frecuencia a partir de los valores que utilizan la parte 120 de cálculo y comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda 10 de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias con la parte 130 de determinación. Cada una de la parte 120 de cálculo y la parte 130 de determinación puede ser un dispositivo informático realizado mediante el control de hardware que incluye un dispositivo informático, tal como una unidad central de procesamiento (CPU) o una unidad de microcontrolador (MCU), y un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro, utilizando un software predeterminado, y la parte 120 de cálculo y la parte 130 de determinación están establecidas para comunicarse entre sí. Además, según la realización, la parte 120 de cálculo y la parte 130 de determinación pueden implementarse como un procesador.

De aquí en adelante, se describirá un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería según la presente invención.

50 El procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de la presente invención incluye: medir valores de impedancia y ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda de batería objetivo de inspección; calcular los valores de impedancia de la parte real de la resistencia  $R_s$  según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y determinar si una lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.

60 En primer lugar, como en la FIG. 2, cuando la celda de batería objetivo de inspección se conecta a la parte 110 de medición, tal como el medidor EIS, se miden los valores de impedancia y los ángulos de impedancia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección. Como se describe anteriormente, dado que el medidor EIS puede medir diversos parámetros relacionados con la impedancia, el medidor EIS puede medir los valores de impedancia y los ángulos de impedancia.

A continuación, se calculan los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia. Por ejemplo, la parte 120 de cálculo en la que está instalado un programa informático predeterminado puede calcular de forma mecánica y automática los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a través de la ecuación predeterminada que se muestra en la FIG. 3.

Finalmente, se determina si la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.

En esta determinación, los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección se comparan con los de la celda de batería objetivo de inspección. En consecuencia, se requiere información sobre el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas e información sobre el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno en el intervalo de frecuencias de resonancia. Además, el procedimiento para determinar si se produce desconexión puede ser ligeramente diferente según el tipo de intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno obtenido.

La información debe obtenerse con antelación antes de inspeccionar la celda de batería objetivo de inspección. De aquí en adelante, se describirá la obtención de la información y un procedimiento para inspeccionar la desconexión o un procedimiento de determinación relacionado con la obtención de dicha información.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de establecimiento de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de celdas de batería buenas aplicado a un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería de la presente invención.

En primer lugar, se miden los valores de impedancia y los ángulos de impedancia de una pluralidad de celdas de batería buenas en las que no hay desconexión en las lengüetas de electrodo de las celdas de batería mientras se cambia una frecuencia. Como se describe anteriormente, este proceso puede realizarse utilizando el medidor EIS. De este modo se pueden obtener los parámetros de impedancia descritos anteriormente.

Después, se extrae una frecuencia de resonancia de cada celda de batería para derivar un intervalo de frecuencias de resonancia para la pluralidad de celdas de batería buenas. En este caso, el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas es un intervalo que incluye frecuencias en las que una parte imaginaria de la resistencia del valor de impedancia medido de cada una de la pluralidad de celdas de batería buenas cambia de un valor positivo (+) a un valor negativo (-). Dado que las frecuencias de resonancia son ligeramente diferentes incluso cuando las celdas de batería son del mismo tipo, cuando se obtiene la frecuencia de resonancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería, se obtiene todo el intervalo de frecuencias de resonancia. Se determina que este es un intervalo de frecuencias de resonancia para una celda de batería buena correspondiente.

A continuación, los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la pluralidad de celdas de batería buenas se calculan a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia a través de la ecuación de la FIG. 3.

Además, a partir del intervalo de frecuencias de resonancia y de los valores  $R_s$  calculados, se establece un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia.

Existen dos realizaciones relacionadas con el establecimiento del intervalo de valores de la parte real de la resistencia que se describirán a continuación. Un procedimiento para inspeccionar la desconexión puede variar en cada realización.

### Forma de implementación de la invención

#### Primera realización

La FIG. 6 es un gráfico para describir un proceso de obtención de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia y para determinar si una celda de batería es buena o mala según un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una realización de la presente invención.

Igual que en la FIG. 6, los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  según la frecuencia  $f$  en el intervalo de frecuencias de resonancia de cada celda de batería buena se pueden conectar para derivar una línea de valores de

la parte real de la resistencia de impedancia de producto bueno de cada celda de batería. En la presente realización, se obtienen los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  según la frecuencia  $f$  de diez celdas de batería buenas, y los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  se conectan como líneas.

5 En este caso, una zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en la que las líneas de valores de la parte real de la resistencia de impedancia de producto bueno son adyacentes puede ser un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas. En la FIG. 6 se ilustra una zona de producto bueno sobre la frecuencia  $f$ . Sin embargo, como se describirá a continuación, a bajas frecuencias, dado que existen muchas zonas que se superponen a una zona de valores de la parte real de la resistencia de un producto defectuoso, el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia está limitado solo al intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno para la inspección de desconexión.

15 En este caso, entre los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda de batería objetivo de inspección, los valores de la parte real de la resistencia en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia se comparan con los valores de la parte real de la resistencia de la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia de la FIG. 6. Cuando el primero es más grande que el segundo, se puede determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso, y cuando el primero se encuentra dentro del intervalo del segundo o menos, se puede determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto bueno.

25 De forma alternativa, en esta determinación, si una celda de batería es buena o mala se puede determinar al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas y los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de una celda de batería específica en tres puntos de una frecuencia mínima, una frecuencia media y una frecuencia máxima en el intervalo de frecuencias de resonancia. Es decir, dado que las frecuencias de resonancia de diez celdas de batería buenas abarcan un intervalo (intervalo de frecuencias de resonancia), la comparación entre el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  en un punto de este intervalo puede reducir la fiabilidad. En consecuencia, si la celda de batería es buena o mala se determina al comparar los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de las celdas de batería buenas en tres puntos de una frecuencia mínima  $z$ , una frecuencia media  $y$ , y una frecuencia máxima  $x$  en el intervalo de frecuencias de resonancia de la FIG. 6 con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda de batería objetivo de inspección en tres puntos de frecuencias iguales a las frecuencias.

35 Si bien es ideal que el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno y el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso no se superpongan, en la práctica puede haber un intervalo superpuesto como en la FIG. 6. Por ejemplo, en una pluralidad de (cinco) celdas de batería defectuosas, cada una de las cuales tiene una desconexión en una lengüeta de electrodo, se puede obtener una línea de valores de la parte real de la resistencia de producto defectuoso de una celda de batería individual o una zona de valores de la parte real de la resistencia de producto defectuoso en la que las líneas de valores de la parte real de la resistencia de la pluralidad de celdas de batería defectuosas son adyacentes al conectar los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia  $f$  de las celdas de batería. Como se muestra en la FIG. 6, la zona de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso se superpone mucho a la zona del producto bueno en frecuencias bajas. Sin embargo, como se ilustra en la figura, en el intervalo de frecuencias de resonancia, los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en la zona de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso se distinguen relativamente claramente de los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la zona del producto bueno, y solo algunos de los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  en la zona de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso se superponen con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la zona del producto bueno. En este caso, como se describe anteriormente, se puede determinar un intervalo en el que se determina un producto bueno sobre la base de los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$ , al ponderar y comparar los puntos de vista de los estándares de calidad, seguridad y productividad. Como en una vista ampliada de la FIG. 6, cuando la calidad y la seguridad son importantes, se excluye la porción B en la que la línea de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso o la zona de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso se superpone a la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas, y si la celda de batería objetivo de inspección es buena se determina al comparar el valor (zona) C de la parte real de la resistencia debajo de la porción B con el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda de batería objetivo de inspección. Cuando los estándares de calidad no son estrictos y se considera la productividad, si la celda de batería objetivo de inspección es buena se determina al comparar todo el intervalo de valores de la parte real de la resistencia del producto bueno, incluida la porción B y el valor (zona) C de la parte real de la resistencia con el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda de batería objetivo de inspección.

60 Segunda realización

La FIG. 7 es un gráfico para describir un proceso de obtención de un intervalo de valores de la parte real de la resistencia y para determinar si una celda de batería es buena o mala según un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de otra realización de la presente invención.

La presente realización, como la FIG. 6, se caracteriza por que un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de baterías buenas se simplifica a través de una técnica estadística tal como un análisis de regresión para simplificar la inspección de desconexión en lugar de combinar las líneas de valores de la parte real de la resistencia en las frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas individuales.

5 Es decir, los datos de frecuencia y los datos de los valores de la parte real de la resistencia de una pluralidad de (por ejemplo, 10, 100 o 1000) celdas de batería buenas en un intervalo de frecuencias de resonancia se dibujan en un plano de coordenadas con el valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  y la frecuencia como en la FIG. 6. En este caso, a medida que aumenta el número de celdas de batería, también puede aumentar la dispersión de los puntos de datos mostrados como coordenadas. A partir de los datos, se puede derivar una ecuación relacional que refleje apropiadamente los datos, con una frecuencia  $f$  como variable independiente y un valor de la parte real de la resistencia  $R_s$  como variable dependiente. Es decir, se puede derivar una correlación entre los datos mediante un análisis de regresión. La ecuación relacional puede ser una de diversas funciones, tal como una función lineal, una función cuadrática, otra función polinómica, una función exponencial y una función logarítmica.

15 Como se describe anteriormente, se deriva la correlación entre las frecuencias en el intervalo de frecuencias de resonancia y los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$ , y un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia basado en la correlación derivada se define como un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas.

En referencia a la FIG. 7, se ilustra una correlación entre los datos de frecuencia y los datos de los valores de la parte real de la resistencia de diez celdas de batería buenas.

25 En consecuencia, en una celda de batería objetivo de inspección, cuando los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas sobre la base de la correlación, la celda de batería objetivo de inspección puede determinarse como un producto defectuoso, y cuando los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son menores que el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas sobre la base de la correlación, la celda de batería objetivo de inspección puede determinarse como un producto bueno.

35 Específicamente, si la celda de batería objetivo de inspección es buena o mala se puede determinar al comparar los valores de la parte real de la resistencia del producto bueno  $r$ ,  $q$  y  $p$  expresados como la correlación en tres puntos de una frecuencia mínima  $z$ , una frecuencia media  $y$ , y una frecuencia máxima  $x$  en el intervalo de frecuencias de resonancia con los valores de la parte real de la resistencia  $R_s$  de la celda de batería específica en los tres puntos de las frecuencias.

40 De forma alternativa, en la determinación, cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería específica en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia sobre la base de la correlación por un intervalo predeterminado o más, la celda de batería objetivo de inspección puede determinarse como un producto defectuoso. Dado que el análisis de regresión modela una pluralidad de datos, inevitablemente se producen errores (residuos y errores estándar estimados) entre los datos medidos reales y los datos según la ecuación de correlación. En consecuencia, cuando los valores de la parte real de la resistencia de la relación funcional única ilustrada en la FIG. 7 se comparan con los de la celda de batería objetivo de inspección y los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección son mayores que los valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia por un determinado intervalo (por ejemplo, un intervalo de error generado estadísticamente) sobre la base de la correlación, se puede determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso. Esto es parecido a excluir los valores de la parte real de la resistencia de la zona del producto bueno que se superponen a los de la zona del producto defectuoso en la realización de la FIG. 6 del intervalo de valores de la parte real de la resistencia para determinar si se produce desconexión. En consecuencia, se puede inspeccionar más estrictamente si la lengüeta de electrodo de la celda de batería está desconectada.

60 Como se describe anteriormente, en la presente invención, se puede inspeccionar rápidamente si la lengüeta de electrodo de la celda de batería está desconectada incluso sin presionar la celda de batería. Es decir, si la lengüeta de electrodo de la celda de batería está desconectada se puede inspeccionar de forma rápida y sencilla al compararla con los valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas utilizando un medidor de impedancia convencional, tal como el medidor EIS, y una técnica estadística predeterminada.

65 Además, según la presente invención, no solo se puede realizar una inspección rápida en una etapa de fabricación de una celda de batería, sino que también se puede inspeccionar rápidamente un defecto (desconexión de la

lengüeta de electrodo) de la celda de batería en una etapa de reciclaje o etapa de reutilización en la que una celda de batería terminada se vuelve a utilizar después de un determinado período de uso. En consecuencia, cuando se recicla la celda de batería, se puede determinar si la batería debe utilizarse sencillamente inspeccionando el defecto de la celda de batería.

5 La descripción anterior es solo un ejemplo que describe la presente invención, y los expertos en la materia podrán realizar diversos cambios, modificaciones y sustituciones sin apartarse de la presente invención. Por lo tanto, las realizaciones divulgadas en la presente invención se consideran solo en sentido descriptivo y no con fines limitativos, y el alcance de la invención no está limitado por las realizaciones. Debe interpretarse que el alcance de la  
10 invención está definido por las reivindicaciones adjuntas y abarca todas las modificaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Mientras tanto, en la presente memoria descriptiva, aunque se han utilizado términos tales como hacia arriba, hacia abajo, izquierda, derecha, hacia delante y hacia atrás, que indican direcciones, los términos son solo en aras de facilitar la descripción, y está claro que las direcciones cambian según la posición de un objeto objetivo o un observador.

**Números de referencia**

- 20 10: CELDA DE BATERÍA
- 11: CARCASA DE BATERÍA
- 12: ENSAMBLAJE DE ELECTRODOS
- 13: LENGÜETA DE ELECTRODO
- 14: CABLE DE ELECTRODO
- 25 15: DESCONEXIÓN
- 100: DISPOSITIVO DE INSPECCIÓN DE LA DESCONEXIÓN DE UNA LENGÜETA DE ELECTRODO DE UNA CELDA DE BATERÍA
- 110: PARTE DE MEDICIÓN
- 120: PARTE DE CÁLCULO
- 30 130: PARTE DE DETERMINACIÓN
- 131, 140: PARTE DE ALMACENAMIENTO

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato (100) para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería **caracterizado por que** el aparato comprende:
- una parte (110) de medición que mide valores de impedancia y ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda (10) de batería objetivo de inspección;
- 10 una parte (120) de cálculo que calcula los valores de impedancia de la parte real de la resistencia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y
- 15 una parte (130) de determinación que determina si una lengüeta de electrodo de la celda de batería está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de la parte real de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que, cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas, la parte de determinación determina que la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada.
- 25 3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la parte de medición incluye un medidor de espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS).
- 30 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que, cuando una parte del intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia se superpone a una línea de cambio de los valores de la parte real de la resistencia de una celda de batería defectuosa o a un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería defectuosas en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia, la parte de determinación inspecciona si la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas que incluye o excluye la línea o intervalo de cambio superpuesto con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección.
- 35 5. El aparato de la reivindicación 1, en el que la parte de determinación inspecciona si la lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al determinar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas basándose en los datos de frecuencia del intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas y los datos de los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia y comparar los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas con los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección.
- 40 6. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además una parte de almacenamiento en la que se almacena información sobre por lo menos uno del intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería, el intervalo de valores de resistencia de la parte real de las celdas de batería buenas en el intervalo de frecuencias de resonancia y una correlación entre las frecuencias y los valores de resistencia de la parte real en el intervalo de frecuencias de resonancia.
- 50 7. Un procedimiento para inspeccionar la desconexión de una lengüeta de electrodo de una celda de batería **caracterizado por que** el procedimiento comprende:
- 55 medir valores de impedancia y ángulos de impedancia según la frecuencia de una celda de batería objetivo de inspección;
- calcular los valores de impedancia de la parte real de la resistencia según la frecuencia de la celda de batería objetivo de inspección a partir de los valores de impedancia y los ángulos de impedancia; y
- 60 determinar si una lengüeta de electrodo de la celda de batería objetivo de inspección está desconectada al comparar los valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en un intervalo de frecuencias de resonancia de celdas de batería buenas que son del mismo tipo que la celda de batería objetivo de inspección con los valores de la parte real de la resistencia de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia.
- 65

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas es un intervalo de frecuencias en el que un valor de la parte imaginaria de la resistencia de un valor de impedancia medido para cada una de la pluralidad de celdas de batería buenas cambia de un valor positivo a un valor negativo.

5  
9. El procedimiento de la reivindicación 8, que comprende:  
derivar una línea de valores de impedancia de la parte real de la resistencia del producto bueno de la batería buena individual al conectar los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de cada una de las celdas de batería buenas; y  
10 establecer una zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas, cuyas líneas de valores de la parte real de la resistencia de la impedancia del producto bueno son adyacentes, en el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas.

15  
10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la determinación incluye:  
determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que los valores de la parte real de la resistencia de la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas; y  
20 determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto bueno cuando los valores de impedancia de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son menores o iguales a un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de la zona de valores de la parte real de la resistencia.

25  
11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la determinación incluye determinar si la celda de batería objetivo de inspección es buena o mala al comparar cada uno de los valores de la parte real de la resistencia en la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas con cada uno de los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en tres puntos de una frecuencia mínima, una frecuencia media y una frecuencia máxima en el intervalo de frecuencias de resonancia.

30  
12. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende:  
35 derivar una línea de valores de la parte real de la resistencia de un producto defectuoso de una celda de batería individual o una zona de valores de la parte real de la resistencia defectuosa en la que las líneas de valores de la parte real de la resistencia de una pluralidad de celdas de batería defectuosas son adyacentes al conectar los valores de la parte real de la resistencia según la frecuencia de cada una de la pluralidad de celdas de batería defectuosas en las que las lengüetas de electrodo están desconectadas; y  
40 establecer, cuando la línea de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso o la zona de valores de la parte real de la resistencia del producto defectuoso se superpone a la zona de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas, un intervalo que incluye o excluye la zona o línea superpuesta a un intervalo de valores de la parte real de la resistencia de las celdas de batería buenas para determinar si la celda de batería es buena o mala.

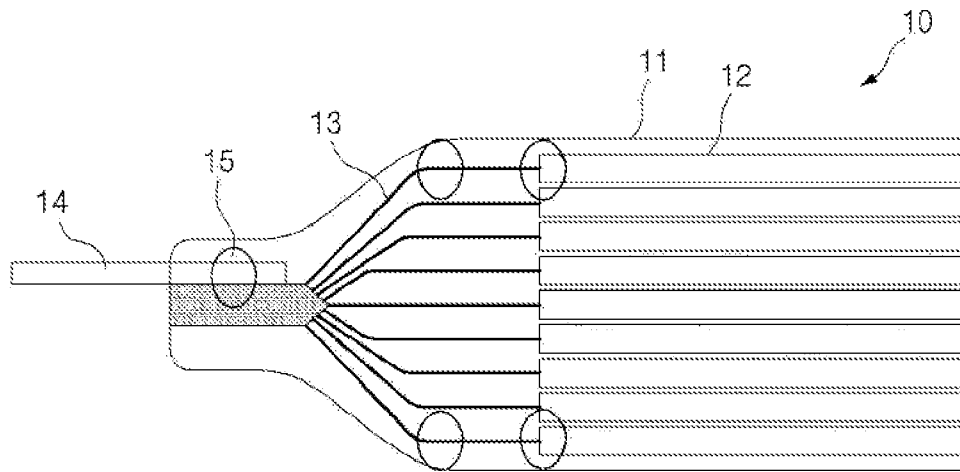
45  
13. El procedimiento de la reivindicación 8, que incluye:  
50 derivar una correlación entre las frecuencias y los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia a partir de los datos de frecuencia y los datos de los valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de la pluralidad de celdas de batería buenas; y  
establecer un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia basado en la correlación derivada en un intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas.

55  
14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la determinación incluye:  
determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto defectuoso cuando los valores de la parte real de la resistencia de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son mayores que el valor de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas basado en la correlación; y  
60 determinar que la celda de batería objetivo de inspección es un producto bueno cuando los valores de la parte real de la resistencia de la impedancia de la celda de batería objetivo de inspección en el mismo intervalo de frecuencias que el intervalo de frecuencias de resonancia son menores que el intervalo de valores de la parte real de la resistencia en el intervalo de frecuencias de resonancia de las celdas de batería buenas basado en la correlación.

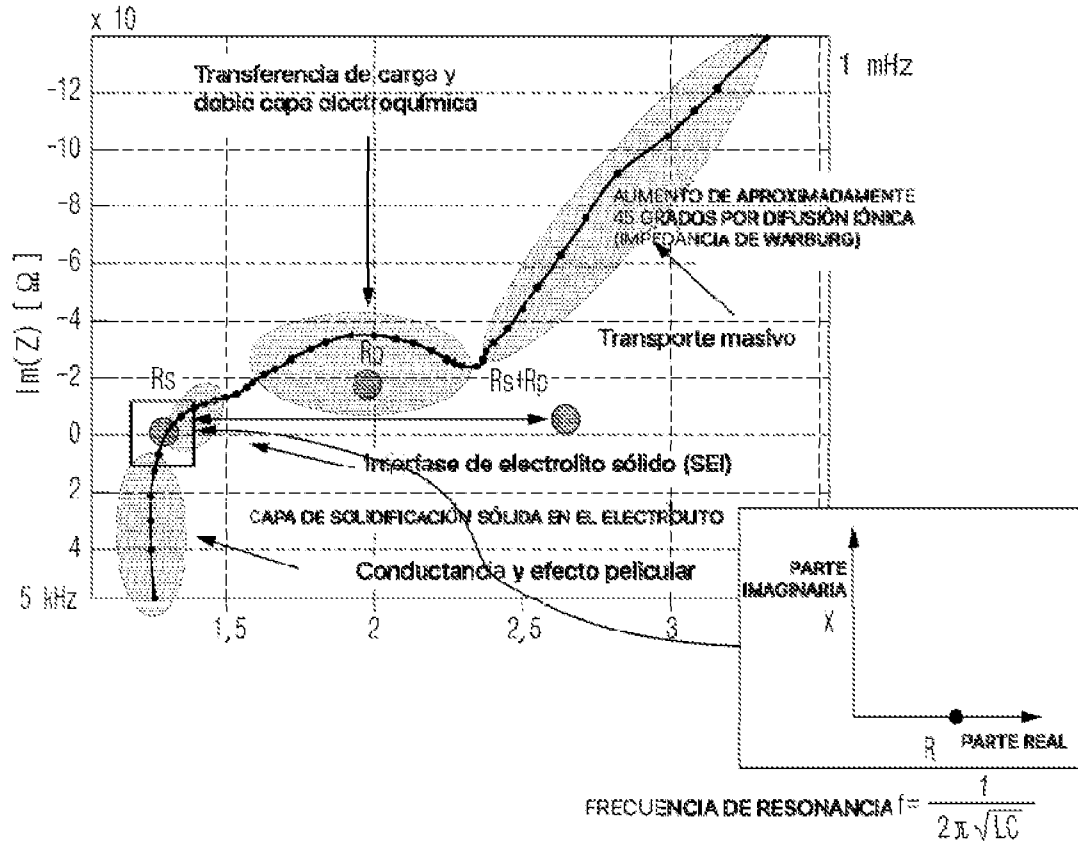
65

15. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la determinación incluye determinar si la celda de batería es buena o mala al comparar cada uno de los valores de la parte real de la resistencia de los productos buenos expresados según la correlación en tres puntos de una frecuencia mínima, una frecuencia media y una frecuencia máxima del intervalo de frecuencias de resonancia con cada uno de los valores de la parte real de la resistencia de la celda de batería objetivo de inspección en las tres frecuencias.
- 5

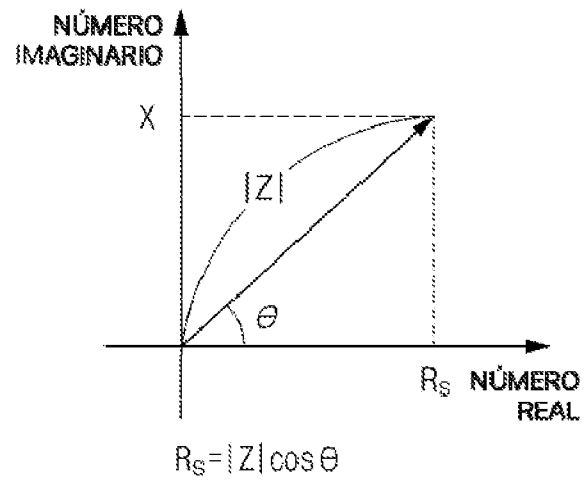
[FIG. 1]



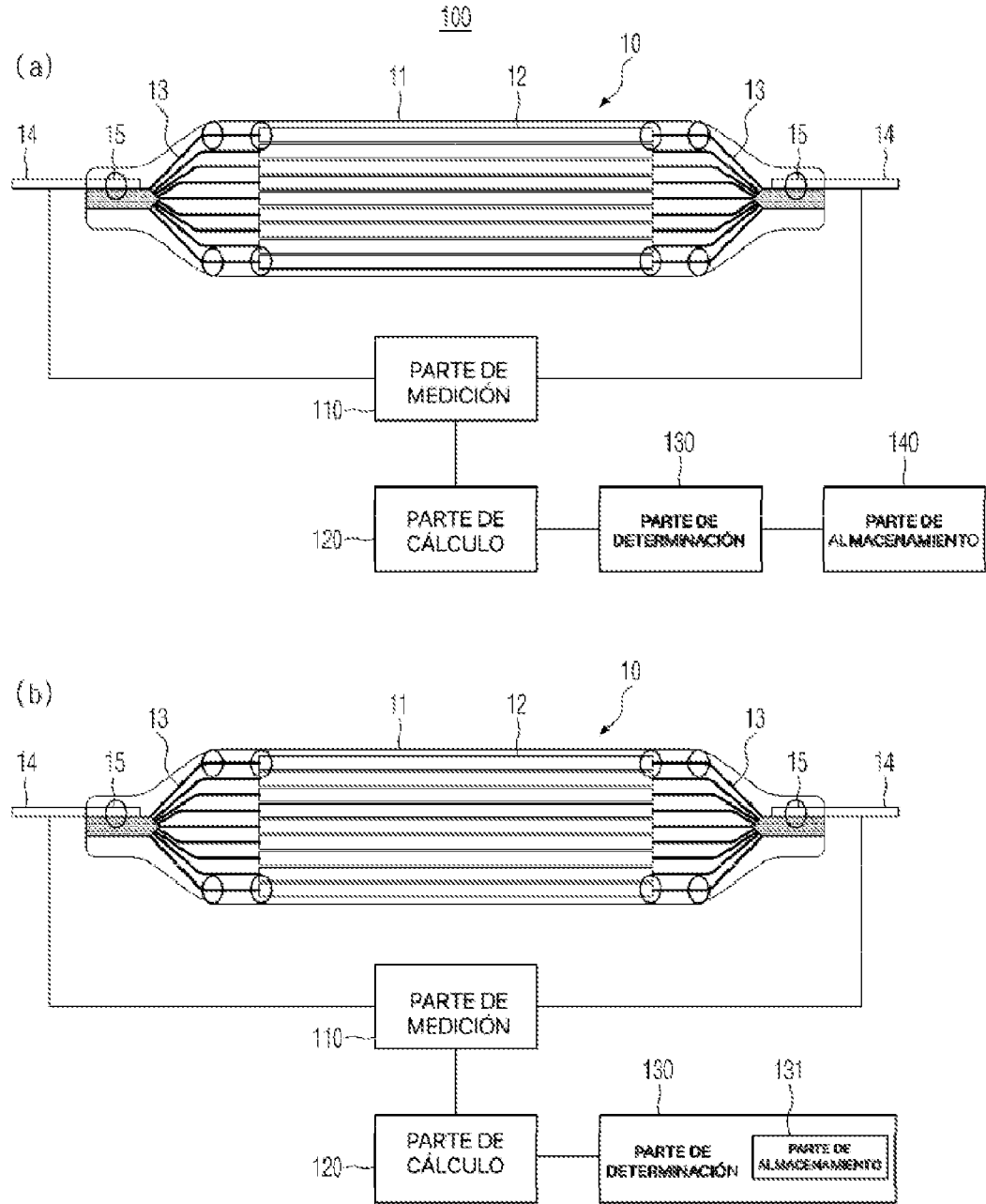
[FIG. 2]



[FIG. 3]



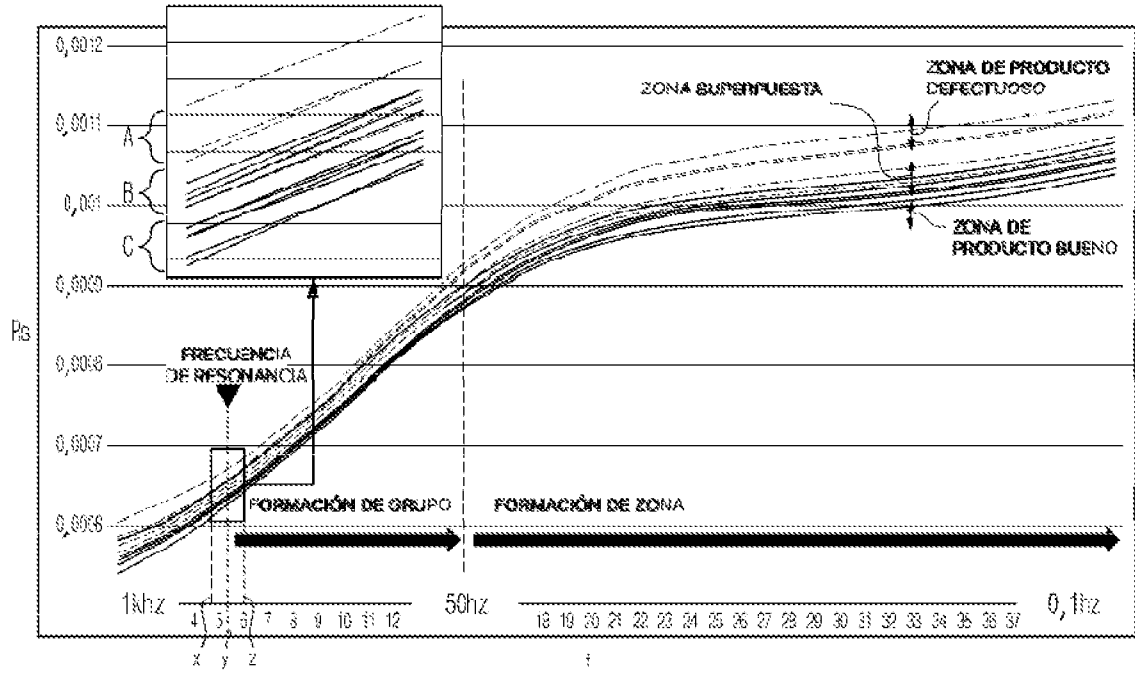
[FIG. 4]



[FIG. 5]



[FIG. 6]



[FIG. 7]

