

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 097**

51 Int. Cl.:

G01N 3/10 (2006.01)
G01N 3/24 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/04 (2006.01)
H01M 4/66 (2006.01)
G01N 3/08 (2006.01)
G01N 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2021** **PCT/KR2021/001161**
87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2021** **WO21261700**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2021** **E 21829429 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2024** **EP 4040136**

54 Título: **Sistema y método para prueba de fatiga de hoja delgada de metal**

30 Prioridad:

23.06.2020 KR 20200076311

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.11.2024

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

KIM, KI TAE;
YU, HYUNG KYUN;
PAENG, KI HOON;
KIM, NA YOON y
MOON, JAE WON

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 987 097 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

Sistema y método para prueba de fatiga de hoja delgada de metal

5 Campo técnico

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad basado en la solicitud de patente coreana No. 10-2020-0076311, presentada el 23 de junio de 2020.

10 La presente invención se refiere a un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal y a un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal.

Antecedentes de la invención

15 A medida que aumenta el desarrollo tecnológico y la demanda de dispositivos móviles, la demanda de baterías como fuente de energía está aumentando rápidamente, y entre tales baterías secundarias, se han realizado muchos estudios sobre baterías secundarias de litio que tienen una alta densidad de energía y un voltaje de descarga, y se han comercializado y utilizado ampliamente.

20 La batería secundaria se clasifica en una batería cilíndrica y una batería prismática en la que un conjunto de electrodos está incorporado en un metal cilíndrico o prismático de acuerdo con la forma de la carcasa de la batería, y una batería en forma de bolsa en la que un conjunto de electrodos está incorporado en una carcasa en forma de bolsa de una chapa laminada de aluminio.

25 Además, el conjunto de electrodos incorporado en la carcasa de la batería es un elemento generador de energía capaz de cargar/descargar compuesto de una estructura laminada de un electrodo positivo/separador/electrodo negativo. Los ejemplos representativos de los mismos incluyen un conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina en el que los electrodos positivos y los electrodos negativos de tipo chapa larga se enrollan con un separador interpuesto entre ellos, un conjunto de electrodos apilados en el que una pluralidad de electrodos positivos y negativos cortados en una unidad de tamaño predeterminado se apilan de forma secuencial con un separador interpuesto entre ellos, y un conjunto de electrodos apilados/plegables en el que se enrollan bi-células o células completas, en las que los electrodos positivos y negativos de una unidad predeterminada se apilan con un separador interpuesto entre ellos.

35 Entre ellos, el conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina (en lo sucesivo, también denominado "rollo de gelatina") es fácil de fabricar y tiene una alta densidad de energía por peso.

40 En tal rodillo de gelatina, al preparar una batería, se devana un laminado de electrodo positivo/separador/electrodo negativo en forma circular, el extremo más externo se fija mediante una cinta de sellado, que se acomoda después en una carcasa de la batería, es decir, una lata de metal, después de lo cual se prepara la solución de electrolito, y se acopla una tapa superior, donde se ha formado un terminal de electrodo (por ejemplo, terminal de electrodo positivo) en la parte superior abierta de la carcasa de la batería.

45 Sin embargo, en el conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, a medida que se repite la carga/descarga, el litio se inserta y desorbe repetidamente del electrodo negativo, y el volumen del material activo del electrodo se expande o contrae, y el grado de fatiga se acumula en el colector de corriente que soporta el material activo del electrodo. En particular, en la parte exterior del rollo de gelatina, hay un cambio significativo en la circunferencia debido al aumento de volumen acumulado desde el interior del conjunto de electrodos. Como tal, la tensión aplicada a la parte exterior de la hoja delgada de metal aumenta significativamente. Además, se excede el límite de estiramiento de la hoja delgada de metal debido a la acumulación de tensión y el grado de fatiga, la hoja delgada de metal puede desconectarse o llegar a tener una grieta.

50 Por lo tanto, existe la necesidad de una tecnología para determinar la vida útil de una hoja delgada de metal simulando la repetición de carga/descarga de un rollo de gelatina y midiendo la tensión y el grado de fatiga de la lámina de metal de acuerdo con la misma. Algunos ejemplos de la técnica anterior son CN105067506, US2010/242620, KR20180086079, JP2007184160 y US2019/265135. En particular, el documento CN105067506 describe un sistema para probar hojas delgadas de metal utilizando tubos inflables donde se laminan las hojas delgadas de metal.

60 Divulgación

Problema técnico

65 La presente invención se ha ideado para resolver los problemas anteriores, y un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal y un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal para simular la repetición de carga/descarga de un rollo de gelatina, medir el grado de fatiga

acumulado en una hoja delgada de metal a medida que se aplica tensión a la hoja delgada de metal de acuerdo con la repetición de carga/descarga, y predecir el punto de tiempo de desconexión de la hoja delgada de metal a través del grado de fatiga medido.

5 Solución técnica

Un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1.

10 En un ejemplo, el sistema además incluye: una unidad controladora configurada para establecer y cambiar una condición de simulación de la unidad de simulación de carga/descarga; y una unidad de almacenamiento configurada para almacenar un resultado de la medición de la resistencia a la tracción.

15 En este momento, el tubo tiene una trayectoria de flujo, a través de la cual se permite inyectar y descargar gas, formada en su interior en una dirección longitudinal, y un extremo de la trayectoria de flujo está cerrado, y el otro extremo de la trayectoria de flujo está conectado a la unidad de simulación de carga/descarga.

20 En un ejemplo, un ancho (W1) del tubo corresponde a un ancho (W2) de la hoja delgada de metal o es mayor que el ancho (W2) de la hoja delgada de metal. En un ejemplo específico, una longitud (L1) del tubo corresponde a una longitud (L2) de la hoja delgada de metal o es mayor que la longitud (L2) de la hoja delgada de metal.

Además, un método para probar la fatiga de una hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 6.

25 En un ejemplo, el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención incluye una etapa de establecer una condición de simulación en la etapa de simulación de carga/descarga, en donde la inyección y descarga de gas se realiza de acuerdo con la condición de simulación establecida.

30 En un ejemplo específico, la condición de simulación incluye uno o más de una cantidad total de gas inyectado en el tubo, una cantidad de inyección de gas por hora, una cantidad de descarga de gas por hora, tiempo de mantenimiento desde la finalización de la inyección hasta la descarga de gas y una cantidad de repeticiones de inyección y descarga de gas.

35 Además, la etapa de medición incluye un proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal antes de la etapa de bobinado y después de la etapa de simulación de carga/descarga, respectivamente. En un ejemplo específico, el proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal después de la etapa de simulación de carga/descarga incluye extraer una hoja delgada de metal de un rollo devanado y medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal extraída.

40 En otro ejemplo, la etapa de medición además incluye comparar la resistencia a la tracción (TS1) de la hoja delgada de metal medida antes de la etapa de bobinado con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal medida después de la etapa de simulación de carga/descarga, calcular su diferencia (TS 1 - TS2) y almacenar la diferencia en una unidad de almacenamiento.

45 En otro ejemplo adicional, la etapa de medición además incluye un proceso de preparación de cada espécimen para cada una de una región de núcleo y una región más externa de la hoja delgada de metal, medición de la resistencia a la tracción para cada espécimen y comparación de la resistencia a la tracción de la región de núcleo con la resistencia a la tracción de la región más externa.

50 Además, la etapa de bobinado devana la hoja delgada de metal en la región más externa de una estructura de rollo.

En otro ejemplo adicional, el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención además incluye una etapa de detección de si hay una desconexión en la hoja delgada de metal.

55 Efectos ventajosos

60 De acuerdo con el sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal y el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de la presente invención, el grado de fatiga y la vida útil de la hoja delgada de metal se pueden predecir fácilmente inyectando gas en el tubo de una estructura de rollo y descargando el gas para simular la carga/descarga del conjunto de electrodos.

Breve descripción de los dibujos

65 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra cada componente de un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 3 es una vista en sección transversal de un laminado que incluye una hoja delgada de metal y un tubo en un ejemplo de la presente invención.

5 La FIG. 4 muestra una sección transversal de una estructura de rollo cuando se devana un laminado que contiene una hoja delgada de metal y un tubo en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 5 muestra un cambio de estado de una estructura de rollo cuando se inyecta gas en un tubo en un estado en el que un laminado que contiene una hoja delgada de metal y un tubo se ha enrollado en una estructura de rollo.

10 Las FIGS. 6 a 8 son diagramas de flujo que muestran un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

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

En lo sucesivo, la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos.

30 La presente invención se refiere a un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal y a un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal.

Como se describió anteriormente, en el conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, a medida que se repite la carga/descarga, el litio se inserta y desorbe repetidamente del electrodo negativo, y el volumen del material activo del electrodo se expande o contrae, y el grado de fatiga se acumula en el colector de corriente que soporta el material activo del electrodo. En particular, en la parte exterior del rollo de gelatina, hay un cambio significativo en la circunferencia debido al aumento de volumen acumulado desde el interior del conjunto de electrodos. Como tal, la tensión aplicada a la parte exterior de la hoja delgada de metal aumenta significativamente. Además, se excede el límite de estiramiento de la hoja delgada de metal debido a la acumulación de tensión y el grado de fatiga, la hoja delgada de metal puede desconectarse o llegar a tener una grieta.

40 Como tal, los inventores de la presente invención han ideado para resolver los problemas anteriores, y un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal y un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal para simular la repetición de carga/descarga de un rollo de gelatina, medir el grado de fatiga acumulado en una hoja delgada de metal a medida que se aplica tensión a la hoja delgada de metal de acuerdo con la repetición de carga/descarga, y predecir el punto de tiempo de desconexión de la hoja delgada de metal a través del grado de fatiga medido.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra cada componente de un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención.

50 Con referencia a la FIG. 1, un sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal 10 incluye un tubo plano 120 laminado en una hoja delgada de metal 110, una unidad de simulación de carga/descarga 200 y una unidad de medición de resistencia a la tracción 300. En un ejemplo específico, el sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal 10 de acuerdo con la presente invención incluye: un tubo plano 120 laminado en una hoja delgada de metal 110; una unidad de simulación de carga/descarga 200 que incluye un inyector de gas 210 para inyectar gas al tubo 120 y un descargador de gas 220 para descargar gas del tubo; y una unidad de medición de resistencia a la tracción 300 para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal.

60 Además, el sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal 10 de acuerdo con la presente invención incluye una bobinadora (no mostrada) para devanar un laminado, que se genera laminando el tubo 120 en la hoja delgada de metal 110, en una estructura de rollo. Además, cuando se devana el laminado, que se genera al laminar el tubo 120 en la hoja delgada de metal 110, la bobinadora preferentemente devana la hoja delgada de metal 110 para colocarla en la parte más externa. La bobinadora puede ser una bobinadora comúnmente utilizada en la técnica relacionada.

65 En la presente invención, la hoja delgada de metal 110 es una hoja delgada de metal que se convierte en objeto

de medición de fatiga y predicción de vida útil, y puede contener específicamente al menos uno de cobre, oro, níquel, aluminio y una aleación de los mismos. Alternativamente, la hoja delgada de metal 110 puede ser una hoja delgada de cobre o una hoja delgada de aluminio, y más específicamente, puede ser una hoja delgada de cobre. En particular, existe una alta posibilidad de que se genere una grieta en el colector de corriente del electrodo negativo de acuerdo con la repetición de carga/descarga. Por lo tanto, el sistema o método de la presente invención puede convertirse en un sistema y método que son más apropiados para una hoja delgada de cobre que se usa frecuentemente como colector de corriente de electrodo negativo.

El tubo se utiliza para simular el material activo del electrodo laminado en la hoja delgada de metal, e inyectar gas en el tubo y descargar el gas es para simular la expansión y contracción de cada capa de material activo del electrodo. En la presente invención, el tubo 120 significa una tubería donde se forma una vía de flujo en el interior en una dirección longitudinal. En la presente invención, la hoja delgada de metal 110 se forma preferentemente de una forma plana o una forma de chapa que puede laminarse, y cuando se inyecta gas en el tubo 120, el tubo 120 debe inflarse y, por lo tanto, un extremo de la trayectoria de flujo se forma preferentemente de una estructura cerrada. Además, el tubo 120 está hecho de un material que puede dilatarse o inflarse cuando se inyecta gas en el tubo 120. Por ejemplo, el tubo 120 puede estar hecho de una resina sintética tal como una resina de vinilo. Alternativamente, el tubo 120 puede ser un cuerpo elástico variable y puede estar hecho de materiales que contienen un polímero elástico tal como poliuretano o estireno-butadieno-estireno.

En un ejemplo, en el sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención, el ancho (W1) del tubo 120 corresponde a un ancho (W2) de la hoja delgada de metal 110 o es mayor que el ancho (W2) de la hoja delgada de metal 110. Esto es para proporcionar tensión de manera uniforme a la hoja delgada de metal 110 al permitir que el área total del tubo 120 se dilate o infle cuando se inyecta gas en el tubo 120.

En otro ejemplo, cuando el tubo es un cuerpo elástico tal como poliuretano, el ancho W1 del tubo es menor que el ancho W2 de la hoja delgada de metal 110. Por ejemplo, el ancho W1 del tubo 120 puede ser un ancho en el intervalo del 80 al 90 % del ancho W2 de la hoja delgada de metal 110. En un ejemplo específico, cuando se inyecta gas en el tubo 120, si el tubo 120 es un cuerpo elástico, la hoja delgada de metal 110 y el tubo 120 se enrollan consecutivamente en la dirección circunferencial y, por lo tanto, el gas inyectado en el tubo 120 puede moverse a lo largo de la dirección axial de la estructura de rollo de forma que el tubo 120 del cuerpo elástico pueda extenderse en la dirección axial de la estructura de rollo. Es decir, esto también es para proporcionar tensión de manera uniforme a la hoja delgada de metal 110.

Además, la longitud L1 del tubo 120 puede corresponder a la longitud L2 de la hoja delgada de metal 110 o puede ser mayor que la longitud L2 de la hoja delgada de metal 110. Si la longitud L1 del tubo 120 es menor que la longitud L2 de la hoja delgada de metal 110, es posible que no se proporcione tensión a toda la hoja delgada de metal 110. Por lo tanto, la longitud L1 del tubo 120 corresponde preferentemente o es mayor que la longitud L2 de la hoja delgada de metal 110.

En un ejemplo, la unidad de simulación de carga/descarga 200 de acuerdo con la presente invención incluye un inyector de gas 210 y un descargador de gas como se describió anteriormente. La unidad de simulación de carga/descarga 200 está conectada de manera fluida al tubo 120, y el inyector de gas 210 y el descargador de gas 220 están conectados preferentemente de manera divergente. En un ejemplo, el inyector de gas 210 puede ser una bomba de inyección de gas y puede establecer si inyectar gas mediante la válvula de gas, etc., y un medidor de flujo, etc., para ajustar la cantidad de inyección, la velocidad de inyección, etc., puede conectarse al inyector de gas 210.

Además, el descargador de gas 220 puede ser generalmente una bomba de vacío para descargar o inyectar gas y puede establecer si el gas se va a descargar o establecer la cantidad de descarga de gas mediante la válvula de gas, etc.

En un ejemplo, la unidad de medición de la resistencia a la tracción 300 es para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110. En el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal que se describirá más adelante, se mide la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110 que ha pasado por la etapa de simulación de carga/descarga de simulación de expansión y contracción de volumen de acuerdo con la carga/descarga del conjunto de electrodos. Mientras tanto, se establecen las condiciones de simulación de carga/descarga, etc., y se mide la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal de acuerdo con las condiciones de simulación establecidas. Más adelante se describirá un método específico para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110.

Para este fin, el sistema de prueba de fatiga de hoja delgada de metal 10 de acuerdo con la presente invención además incluye una unidad controladora 400 para establecer y cambiar las condiciones de simulación de la unidad de simulación de carga/descarga 200. La unidad controladora 400 puede desempeñar el papel de introducir condiciones de simulación de la unidad de simulación de carga/descarga 200 y recibir la entrada del resultado de la prueba.

Específicamente, la unidad controladora 400 puede incluir una herramienta de entrada (no se muestra) para ingresar información de la hoja delgada de metal 110, que se convierte en el objeto de la prueba de fatiga, y la unidad controladora 400 puede recibir la entrada de información de la hoja delgada de metal 110 que se convierte en el objeto de la prueba de fatiga a través de esta. Por ejemplo, la información en la hoja delgada de metal 110 puede incluir un tipo de hoja delgada de metal 110, una resistencia a la tracción, la cantidad de veces que se devana y la dureza. En particular, la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110 es la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110 antes del movimiento, y se puede utilizar como criterio para determinar el aumento del grado de fatiga de la hoja delgada de metal 110 después del movimiento de la hoja delgada de metal 110, en comparación con la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal 110 medida después de la simulación de carga/descarga de la hoja delgada de metal 110 que se describirá más adelante.

Además, la unidad controladora 400 puede establecer condiciones de simulación de la unidad de simulación de carga/descarga 200. En un ejemplo específico, la condición de la unidad de simulación de carga/descarga 200 puede incluir uno o más de una cantidad total de gas inyectado en el tubo, una cantidad de inyección de gas por hora, una cantidad de descarga de gas por hora, tiempo de mantenimiento desde la finalización de la inyección hasta la descarga de gas y una cantidad de repeticiones de inyección y descarga de gas. La unidad controladora 400 puede controlar la unidad de simulación de carga/descarga 200 para que funcione de acuerdo con las condiciones de simulación de carga/descarga establecidas.

Además, la unidad controladora 400 puede incluir una herramienta de recepción (no se muestra) configurada para recibir la entrada del resultado de la prueba de fatiga. Cuando se completa la prueba de fatiga, la unidad controladora 400 puede recibir la entrada del resultado de la medición de la resistencia a la tracción y transmitir la información a la unidad de almacenamiento 500.

La unidad de almacenamiento 500 recibe un resultado de prueba, específicamente un resultado de la medición de la resistencia a la tracción, de la unidad controladora 400 y almacena el resultado. La unidad de almacenamiento 500 puede almacenar el resultado de la medición de la resistencia a la tracción y crear una base de datos con la información del resultado. Específicamente, los tipos de hoja delgada de metal se pueden clasificar de acuerdo con el material, el espesor y la dureza de la hoja delgada de metal 110, y el resultado de medir la resistencia a la tracción para las condiciones de simulación de cada unidad de simulación de carga/descarga 200 se puede mostrar a través de una tabla o un gráfico. Tales datos de medición se pueden utilizar como base para predecir el grado de fatiga y la vida útil de la hoja delgada de metal 110 cuando se combinan varias condiciones de simulación.

En la presente, el usuario puede operar directamente la unidad controladora 400 y la unidad de almacenamiento 500, pero la unidad controladora 400 y la unidad de almacenamiento 500 también pueden ser operadas por un sistema automatizado. Por ejemplo, cuando se introduce una condición de simulación de carga/descarga en la unidad controladora 400, la unidad de simulación de carga/descarga 200 funciona en condiciones predeterminadas, y cuando se completa la operación de la unidad de simulación de carga/descarga 200, la hoja delgada de metal 110 se transfiere a la unidad de medición de resistencia a la tracción 300 para medir así la resistencia a la tracción. El resultado puede ser recibido por la unidad controladora 400 nuevamente y almacenado en la unidad de almacenamiento 500. Cuando se completa este proceso, la unidad controladora 400 puede cambiar automáticamente la condición de movimiento para repetir el mismo proceso.

Mientras tanto, cuando la inyección y descarga de gas se realizan repetidamente en la hoja delgada de metal 110 de acuerdo con la unidad de simulación de carga/descarga, si se aplica tensión a la hoja delgada de metal 110, la hoja delgada de metal 110 puede desconectarse. Tal fenómeno de desconexión se puede verificar a través de una grieta generada en la hoja delgada de metal 110, etc. La presente invención puede proporcionar una unidad de detección de desconexión 600 para detectar si la hoja delgada de metal 110 se ha desconectado, para reconocer así en qué condiciones se ha producido la desconexión de la hoja delgada de metal.

En la unidad de detección de desconexión, la detección de desconexión se puede realizar utilizando un método conocido. Por ejemplo, la detección de desconexión se puede realizar usando una cámara, ondas ultrasónicas o un esquema de detección de corrientes parásitas.

Una cámara de formación de imágenes puede capturar una grieta generada en la hoja delgada de metal 110 que ha pasado a través de la unidad de simulación de carga/descarga 200. En el caso del método de detección de ondas ultrasónicas, las ondas ultrasónicas oscilan hacia la hoja delgada de metal 110 y se detectan las ondas devueltas por el fenómeno de eco, para detectar así si se ha producido una desconexión a través del procesamiento de señales. El esquema de detección de corriente de Foucault es un esquema de detección de desconexión a través de la corriente de Foucault generada en la hoja delgada de metal al permitir que la bobina, donde fluye la corriente alterna, se acerque a la hoja delgada de metal. Este método de detección es conocido por los expertos en la técnica, y aquí se omitirá una descripción detallada del mismo.

Además, la presente invención proporciona un método para probar la fatiga de una hoja delgada de metal usando el sistema de prueba de fatiga de lámina de metal mencionado anteriormente.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal en un ejemplo de la presente invención. La FIG. 3 es una vista en sección transversal de un laminado que incluye una hoja delgada de metal y un tubo en un ejemplo de la presente invención. La FIG. 4 muestra una sección transversal de una estructura de rollo cuando se devana un laminado que contiene una hoja delgada de metal y un tubo en un ejemplo de la presente invención. La FIG. 5 muestra un cambio de estado de una estructura de rollo cuando se inyecta gas en un tubo en un estado en el que un laminado que contiene una hoja delgada de metal y un tubo se ha enrollado en una estructura de rollo.

Con referencia a la FIG. 2, un método para probar la fatiga de una hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención incluye: una etapa de bobinado (S10) de devanado de un laminado, que se genera laminando el tubo en una hoja delgada de metal, en una estructura de rollo; una etapa de simulación de carga/descarga (S20) de simulación de una expansión y contracción de volumen de acuerdo con una carga/descarga de un conjunto de electrodos repitiendo un proceso de inyección de gas en el tubo y descargando el gas inyectado una o dos o más veces; y una etapa de medición (S30) para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal.

Como se ilustra en las FIGS. 3 y 4, la etapa de bobinado (S10) de devanar el laminado en forma de un rollo incluye el proceso de formar un laminado al laminar el tubo 120 en una superficie de la hoja delgada de metal 110 y devanando el laminado. En este momento, el laminado se devana de modo que la hoja delgada de metal 110 se coloca en la parte más externa de una estructura de rollo. El tubo 120 corresponde a la simulación de una capa de material activo de electrodo, específicamente una capa de material activo de electrodo negativo. Mientras tanto, el espesor del tubo 120 puede ser mayor que el de la hoja delgada de metal 110.

El tubo 120 tiene una estructura que tiene una vía de flujo formada en una dirección longitudinal hacia el interior como se describió anteriormente. Además, la hoja delgada de metal 110 está formada por una forma plana o una forma de chapa que puede laminarse. Además, si se inyecta gas en el tubo 120, el tubo 120 debe inflarse y, por lo tanto, un extremo de la vía de flujo tiene una estructura cerrada. Además, el laminado puede devanarse de modo que un extremo del tubo 120, donde se ha cerrado la trayectoria de flujo, pueda ubicarse en la región central, y el otro extremo del tubo 120, donde se ha abierto la trayectoria de flujo, pueda ubicarse en la región de capa de devanando más externa.

Como se ilustra en las FIG. 5, la etapa de simulación de carga/descarga (S20) incluye un proceso de inyección de gas en el tubo 120 y descarga del gas en una estructura de rollo en la que se enrollan la hoja delgada de metal 110 y el tubo 120. Específicamente, la etapa de simulación de carga/descarga (S20) incluye simular la expansión de volumen y la contracción del tubo 120 de acuerdo con la carga/descarga del conjunto de electrodos repitiendo el proceso de inyección de gas en el tubo 120 y descargando el gas inyectado una o más veces. En la presente, cuando se inyecta gas en el tubo 120, el proceso de expansión del tubo 120 corresponde a la simulación del proceso de expansión del material activo del electrodo negativo en el conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, y la etapa de simulación de carga/descarga de la presente invención corresponde a la simulación del proceso de carga/descarga del conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina.

Además, en la estructura de rollo en la que se enrollan la hoja delgada de metal 110 y el tubo 120, cuando se inyecta gas en el tubo 120, el volumen del tubo 120 aumenta y el volumen del tubo acumulado desde el interior de la estructura de rollo aumenta, lo que provoca un cambio en la circunferencia. Además, se aplica tensión a la hoja delgada de metal 110 debido al aumento de volumen del tubo 120. Más específicamente, la tensión se aplica en la dirección circunferencial, y la tensión y el estiramiento más grandes pueden ocurrir en la hoja delgada de metal 110 ubicada en la región más externa de la estructura del rodillo.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal en otro ejemplo de la presente invención.

Con referencia a la FIG. 6, la etapa de simulación de carga/descarga (S20) además incluye una etapa (S15) para establecer la condición de simulación de carga/descarga e incluye un proceso para realizar la inyección y descarga de gas de acuerdo con condiciones de simulación predeterminadas. En un ejemplo específico, la condición de simulación puede incluir uno o más de una cantidad total de gas inyectado en el tubo, una cantidad de inyección de gas por hora, una cantidad de descarga de gas por hora, tiempo de mantenimiento desde la finalización de la inyección hasta la descarga de gas y una cantidad de repeticiones de inyección y descarga de gas.

En un ejemplo, en la etapa de simulación de carga/descarga (S20), la etapa de simulación de carga/descarga puede establecerse como el número de repeticiones de inyección y descarga de gas. Específicamente, cuando el proceso de inyectar gas al tubo y descargar el gas inyectado se realiza repetidamente, la expansión y contracción del tubo también se produce repetidamente. Como tal, la tasa de alargamiento de la hoja delgada de metal disminuye. En este caso, el estado de la hoja delgada de metal se puede evaluar acumulando el grado de fatiga a la hoja delgada de metal de una estructura de rollo. Alternativamente, el punto de tiempo de rotura de la hoja delgada de metal puede evaluarse al determinar las propiedades físicas de la hoja delgada de metal donde se ha acumulado la fatiga.

Es decir, en la etapa de simulación de carga/descarga (S20), es posible reconocer en qué condiciones aumenta fácilmente el grado de fatiga de la hoja delgada de metal o se produce la rotura de la hoja delgada de metal en el momento de la simulación de la carga/descarga de la hoja delgada de metal mediante el establecimiento de condiciones de simulación, a partir de las cuales es posible predecir el grado de fatiga y la vida útil de acuerdo con el movimiento.

Además, el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención incluye una etapa de medición (S30) para medir la resistencia a la tracción de una hoja delgada de metal.

En un ejemplo, la etapa de medición (S30) puede incluir un proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal antes de la etapa de bobinado y después de la etapa de simulación de carga/descarga, respectivamente. Aquí, el proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal después de la etapa de simulación de carga/descarga incluye extraer una hoja delgada de metal de un rollo devanado y medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal extraída.

La resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal se puede medir de acuerdo con un método normal conocido. Por ejemplo, la fuerza de tracción se aplica a ambos lados de una parte que se va a medir en la hoja delgada de metal, y se puede medir la fuerza aplicada a la hoja delgada de metal cuando se produce una rotura. En este momento, el valor obtenido dividiendo la carga de tracción máxima medida en este momento por el área de la sección transversal de la hoja delgada de metal se puede definir como resistencia a la tracción. Por ejemplo, la resistencia a la tracción se puede medir mediante el uso de un aparato de medición de resistencia a la tracción tal como un dispositivo de recocido de tensión (TA) o una máquina de prueba universal (UTM). Como tal, el método de medición de la resistencia a la tracción es conocido por un experto en la técnica y, por lo tanto, se omitirá aquí una descripción detallada del mismo.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal en otro ejemplo adicional de la presente invención.

En un ejemplo específico, el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención además incluye comparar la resistencia a la tracción (TS 1) de la hoja delgada de metal medida antes de la etapa de bobinado con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal medida después de la etapa de simulación de carga/descarga, calcular su diferencia (TS1 - TS2) y almacenar la diferencia en una unidad de almacenamiento (S40 y S50). Más específicamente, los criterios para determinar el aumento del grado de fatiga de la hoja delgada de metal después de la simulación de carga/descarga de la hoja delgada de metal se pueden obtener comparando la resistencia a la tracción (TS 1) de la hoja delgada de metal medida antes de la etapa de bobinado con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal medida después de la etapa de simulación de carga/descarga. A saber, la vida útil de la hoja delgada de metal y el grado de fatiga de acuerdo con la condición de simulación de carga/descarga se pueden reconocer fácilmente comparando la resistencia a la tracción (TS1) de la hoja delgada de metal medida antes de la etapa de bobinado (S10) con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal medida después de la etapa de simulación de carga/descarga.

En un ejemplo adicional, la etapa de medición (S30) además incluye un proceso de preparación de cada espécimen para cada una de una región de núcleo y una región más externa de la hoja delgada de metal, medición de la resistencia a la tracción para cada espécimen y comparación de la resistencia a la tracción de la región de núcleo con la resistencia a la tracción de la región más externa. En un ejemplo específico, después de la etapa de simulación de carga/descarga, en la estructura de rollo en la que se enrollan el tubo y la lámina de metal, la región de núcleo puede ser una porción donde hay el cambio mínimo en la circunferencia, y la región más externa puede ser una porción donde hay el cambio máximo en la circunferencia. Es decir, la vida útil de la hoja delgada de metal y el grado de fatiga de acuerdo con la condición de simulación de carga/descarga se pueden reconocer fácilmente comparando las resistencias a la tracción de las regiones respectivas. Además, cuando se prepara un conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, se puede establecer el número de veces de devanando del electrodo, o se puede verificar el nivel de estiramiento de la región más externa en comparación con la región del núcleo.

En otro ejemplo, la etapa de medición (S30) incluye el proceso de preparación de la hoja delgada de metal de la capa k-ésima y la capa (k+1)-ésima de la capa de bobinado como muestra en la estructura de rollo de la hoja delgada de metal, donde la capa de bobinado se devana n veces, midiendo la resistencia a la tracción de la muestra de hoja delgada de metal, respectivamente, y comparando la resistencia a la tracción de cada capa. Aquí, n es un número entero de 2 o más, y k es 1 o más y es n-1 o menos. Además, como se describió anteriormente, al comparar las resistencias a la tracción de las capas de bobinado respectivas, se puede establecer el número de veces de bobinados del electrodo, etc. en el momento de preparar un conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, o se puede verificar el nivel de estiramiento, etc. de cada capa de bobinado. Es decir, la vida útil de la hoja delgada de metal y el grado de fatiga de acuerdo con la condición de simulación de carga/descarga se pueden reconocer fácilmente.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal en otro ejemplo adicional de la presente invención.

Además, el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal puede incluir además una etapa (S25) de detección de si la hoja delgada de metal se ha desconectado.

De acuerdo con el método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de la presente invención, es posible reconocer en qué condiciones se desconecta la hoja delgada de metal detectando si se produce un fenómeno de desconexión, como una grieta, en la hoja delgada de metal por separado de la medición de la resistencia a la tracción. La detección de desconexión se puede realizar utilizando una cámara, ondas ultrasónicas o un esquema de detección de corrientes parásitas, como se describió anteriormente.

La etapa (S25) de detectar si se ha producido la desconexión se puede realizar durante la etapa de simulación de carga/descarga. Es decir, es posible reconocer en qué punto del tiempo se produce la desconexión en una condición de movimiento específica por el rendimiento en tiempo real durante la simulación de carga/descarga de la hoja delgada de metal.

Además, la etapa (S25) de detectar si se ha producido la desconexión se puede realizar durante la etapa de simulación de carga/descarga. En este caso, si se ha producido la desconexión se realiza preferiblemente antes de medir la resistencia a la tracción.

En lo sucesivo, se describirán en detalle diversas formas del método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención.

(Primera realización)

En un ejemplo, un método para probar la fatiga de una hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención incluye: una etapa de bobinado (S 10) de devanado de un laminado, que se genera laminando el tubo en una hoja delgada de metal, en una estructura de rollo; una etapa de simulación de carga/descarga (S20) de simulación de una expansión y contracción de volumen de acuerdo con una carga/descarga de un conjunto de electrodos repitiendo un proceso de inyección de gas en el tubo y descargando el gas inyectado una o dos o más veces; y una etapa de medición (S30) para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal.

Mientras tanto, la etapa de medición además incluye comparar la resistencia a la tracción (TS1) de la hoja delgada de metal medida antes de la etapa de bobinado con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal medida después de la etapa de simulación de carga/descarga, calcular su diferencia (TS1 - TS2) y almacenar la diferencia en una unidad de almacenamiento (S40 y S50). Más específicamente, la resistencia a la tracción (TS1) de la hoja delgada de metal se mide antes de la etapa de bobinado, y se realiza la etapa de simulación de carga/descarga, y la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal se mide después de la etapa de simulación de carga/descarga. Además, se pueden comparar los valores respectivos de resistencia a la tracción y se puede calcular la diferencia (TS1 - TS2), y el resultado se puede almacenar en la unidad de almacenamiento.

En un ejemplo, la etapa de medición (S30) incluye medir la resistencia a la tracción preparando la muestra respectiva de la región más externa y la región central de la hoja delgada de metal. Además, se incluye un proceso de comparación de la resistencia a la tracción de cada región. Como se describió anteriormente, después de la etapa de simulación de carga/descarga, en la estructura de rollo en la que se enrollan el tubo y la lámina de metal, la región de núcleo puede ser una porción donde hay el cambio mínimo en la circunferencia, y la región más externa puede ser una porción donde hay el cambio máximo en la circunferencia. Es decir, la vida útil de la hoja delgada de metal y el grado de fatiga de acuerdo con la condición de simulación de carga/descarga se pueden reconocer fácilmente comparando las resistencias a la tracción de las regiones respectivas. Además, cuando se prepara un conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, se puede establecer el número de veces de devanado del electrodo, o se puede verificar el nivel de estiramiento de la región más externa en comparación con la región del núcleo.

Dado que cada paso se ha descrito anteriormente, la descripción detallada de cada etapa se omitirá aquí.

(Segunda realización)

En otro ejemplo, la etapa de medición (S30) del método de prueba de fatiga de hoja delgada de metal de acuerdo con la presente invención incluye medir la resistencia a la tracción preparando cada muestra de la región de núcleo, la región media y la región más externa de la hoja delgada de metal. Además, se incluye un proceso de comparación de la resistencia a la tracción de cada región. En la presente, una región media significa una región media entre la región central y la región más externa en la hoja delgada de metal.

Es decir, al comparar las resistencias a la tracción de las regiones respectivas, se puede establecer el número de veces de devanados del electrodo, etc., en el momento de preparar un conjunto de electrodos de tipo rollo de gelatina, o se puede verificar el nivel de estiramiento, etc. de la región más externa en comparación con la región central.

Dado que cada paso se ha descrito anteriormente, la descripción detallada de cada etapa se omitirá aquí.

Por lo tanto, el alcance técnico de la presente invención no debe limitarse al contenido descrito en la descripción detallada de la memoria descriptiva, sino que debe definirse por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para probar la fatiga de una hoja delgada de metal (110) que comprende:

un tubo plano (120) laminado en una hoja delgada de metal (110) para simular un material activo de electrodo laminado en la lámina de metal (110), en donde el tubo (120) está hecho de un material que permite el hinchamiento o inflamamiento cuando se inyecta gas en el tubo (120);
una unidad de simulación de carga/descarga (200) que incluye un inyector de gas (210) para inyectar gas al tubo (120) y un descargador de gas (220) para descargar gas del tubo (120) para simular la expansión y contracción de una capa de material activo del electrodo;
una unidad de medición de resistencia a la tracción (300) configurada para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal (110); y
una bobinadora configurada para devanar un laminado, que se genera laminando el tubo (120) en la hoja delgada de metal (110), en una estructura de rollo.

2. El sistema de la reivindicación 1, que además comprende:

una unidad controladora (400) configurada para establecer y cambiar una condición de simulación de la unidad de simulación de carga/descarga (200); y
una unidad de almacenamiento (500) configurada para almacenar un resultado de la medición de la resistencia a la tracción.

3. El sistema de la reivindicación 1, en donde el tubo(120) tiene una trayectoria de flujo, a través de la cual se permite inyectar y descargar gas, formada en su interior en una dirección longitudinal, y en donde un extremo de la trayectoria de flujo está cerrado, y el otro extremo de la trayectoria de flujo está conectado a la unidad de simulación de carga/descarga (200).

4. El sistema de la reivindicación 1, en donde un ancho (W1) del tubo (120) corresponde a un ancho (W2) de la hoja delgada de metal (110) o es mayor que el ancho (W2) de la hoja delgada de metal (110).

5. El sistema de la reivindicación 1, en donde una longitud (L1) del tubo corresponde a una longitud (L2) de la hoja delgada de metal (110) o es mayor que la longitud (L2) de la hoja delgada de metal (110).

6. Un método para probar la fatiga de una hoja delgada de metal (110) que comprende:

una etapa de bobinado de devanado de un laminado, que se genera laminando un tubo plano (120) en una hoja delgada de metal (110), en forma de rollo, en donde el tubo plano (120) se lamina en una hoja delgada de metal (110) para simular un material activo de electrodo laminado en la hoja delgada de metal (110), en donde el tubo (120) está hecho de un material que permite el dilatado o inflado cuando se inyecta gas en el tubo (120);
una etapa de simulación de carga/descarga para simular una expansión y contracción de volumen de acuerdo con una carga/descarga de un conjunto de electrodos repitiendo un proceso de inyección de gas en el tubo (120) y descargando el gas inyectado una o dos o más veces, para simular la expansión y contracción de una capa de material activo de electrodo; y
una etapa de medición para medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal (110).

7. El método de la reivindicación 6, que comprende además una etapa de establecer una condición de simulación en la etapa de simulación de carga/descarga, en donde la inyección y descarga de gas se realiza de acuerdo con la condición de simulación establecida.

8. El método de la reivindicación 7, en donde la condición de simulación incluye uno o más de una cantidad total de gas inyectado en el tubo (120), una cantidad de inyección de gas por hora, una cantidad de descarga de gas por hora, tiempo de mantenimiento desde la finalización de la inyección hasta la descarga de gas y una cantidad de repeticiones de inyección y descarga de gas.

9. El método de la reivindicación 6, la etapa de medición incluye un proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal (110) antes de la etapa de bobinado y después de la etapa de simulación de carga/descarga, respectivamente.

10. El método de la reivindicación 9, en donde el proceso de medición de la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal (110) después de la etapa de simulación de carga/descarga incluye extraer una hoja delgada de metal (110) de un rollo devanado y medir la resistencia a la tracción de la hoja delgada de metal (110) extraída.

11. El método de la reivindicación 9, en donde la etapa de medición además incluye comparar la resistencia a la tracción (TS1) de la hoja delgada de metal (110) medida antes de la etapa de bobinado con la resistencia a la tracción (TS2) de la hoja delgada de metal (110) medida después de la etapa de simulación de carga/descarga,

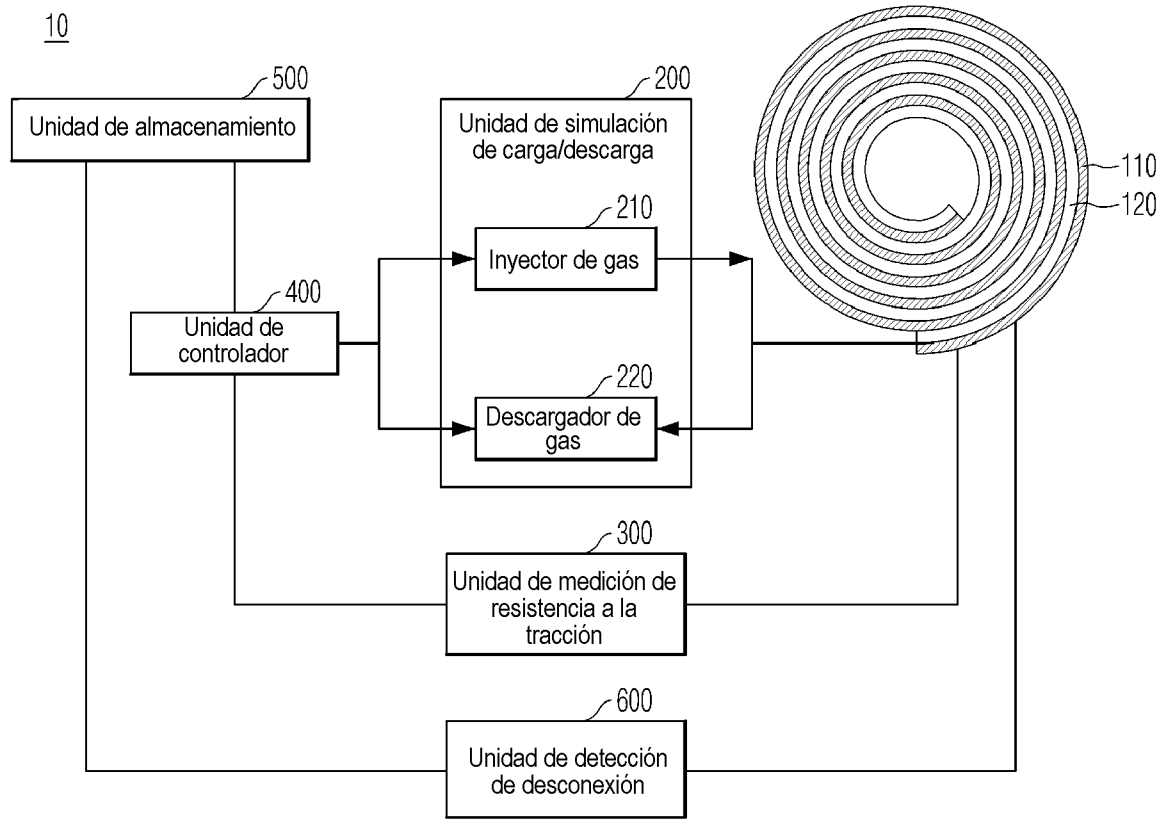
calcular su diferencia ($TS1 - TS2$) y almacenar la diferencia en una unidad de almacenamiento (500).

5 12. El método de la reivindicación 9, en donde la etapa de medición además incluye un proceso de preparación de cada espécimen para cada una de una región de núcleo y una región más externa de la hoja delgada de metal (110), medición de la resistencia a la tracción para cada espécimen y comparación de la resistencia a la tracción de la región de núcleo con la resistencia a la tracción de la región más externa.

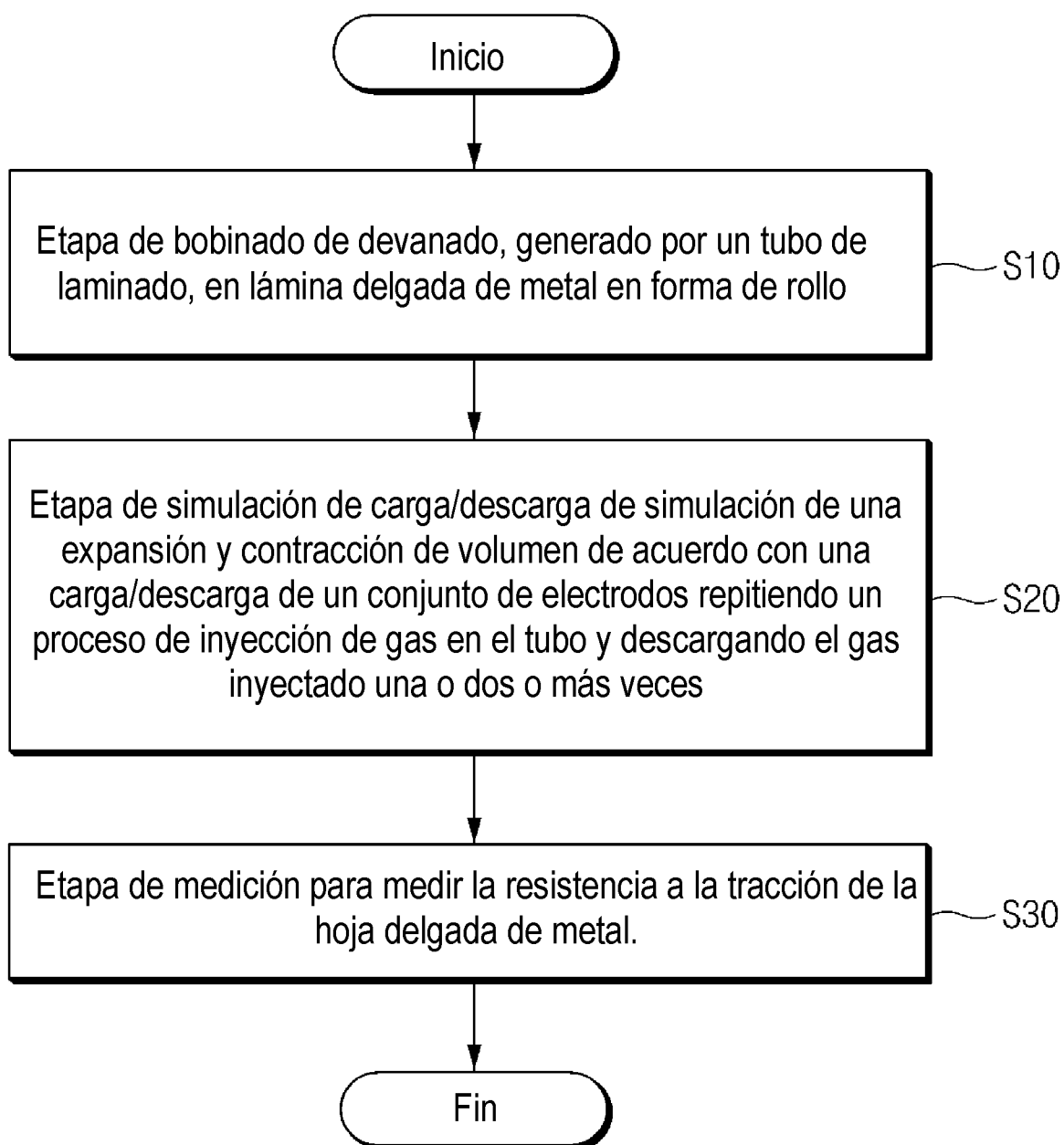
10 13. El método de la reivindicación 6, en donde la etapa de bobinado devana la hoja delgada de metal (110) en la región más externa de una estructura de rollo.

14. El método de la reivindicación 6, que comprende además una etapa de detección de si hay una desconexión en la hoja delgada de metal (110).

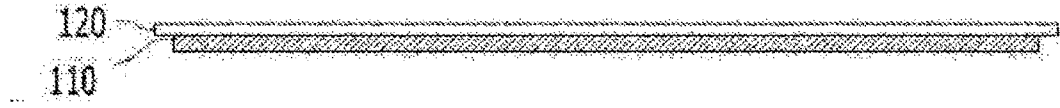
【FIG. 1】



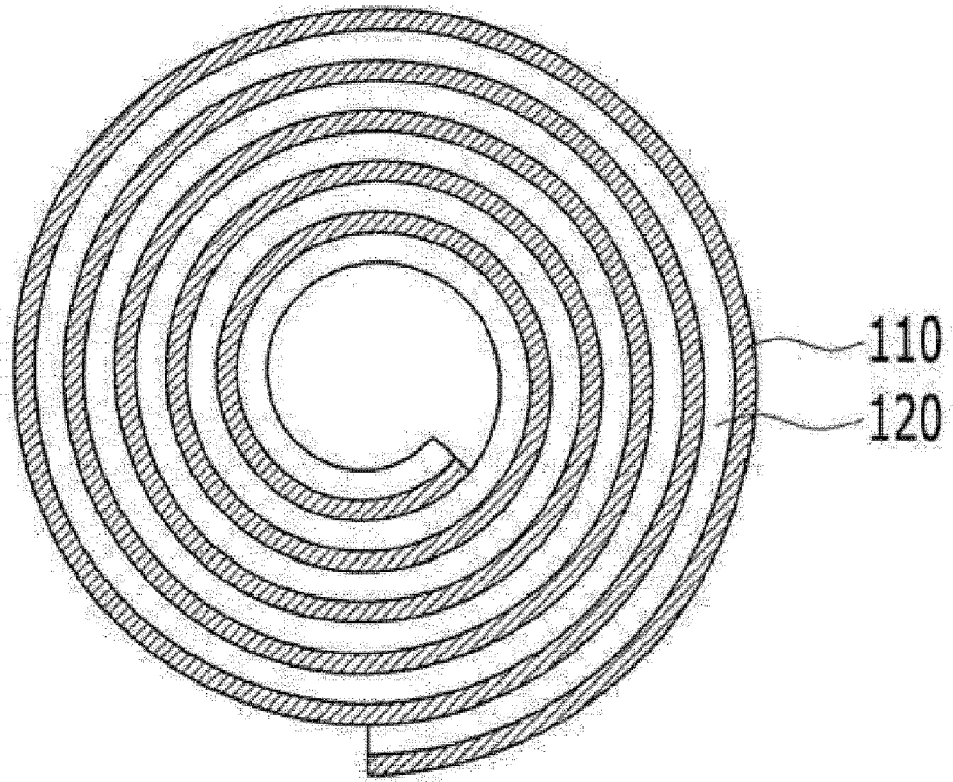
【FIG. 2】



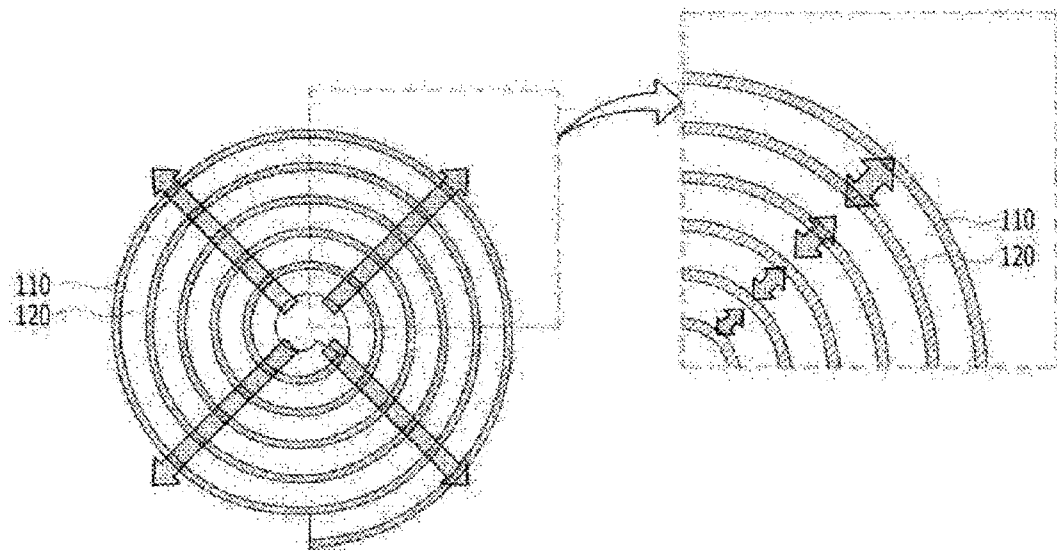
【FIG. 3】



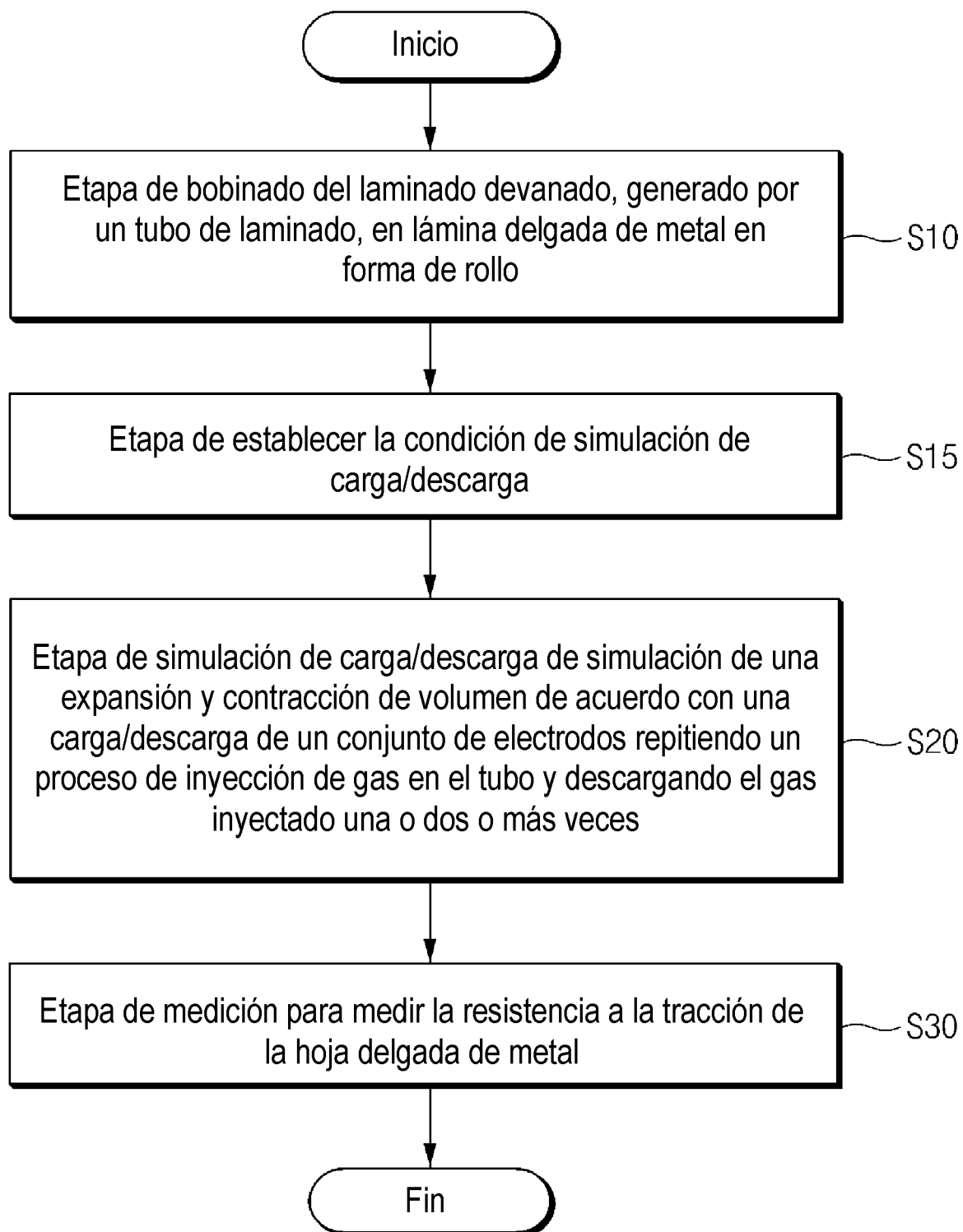
【FIG. 4】



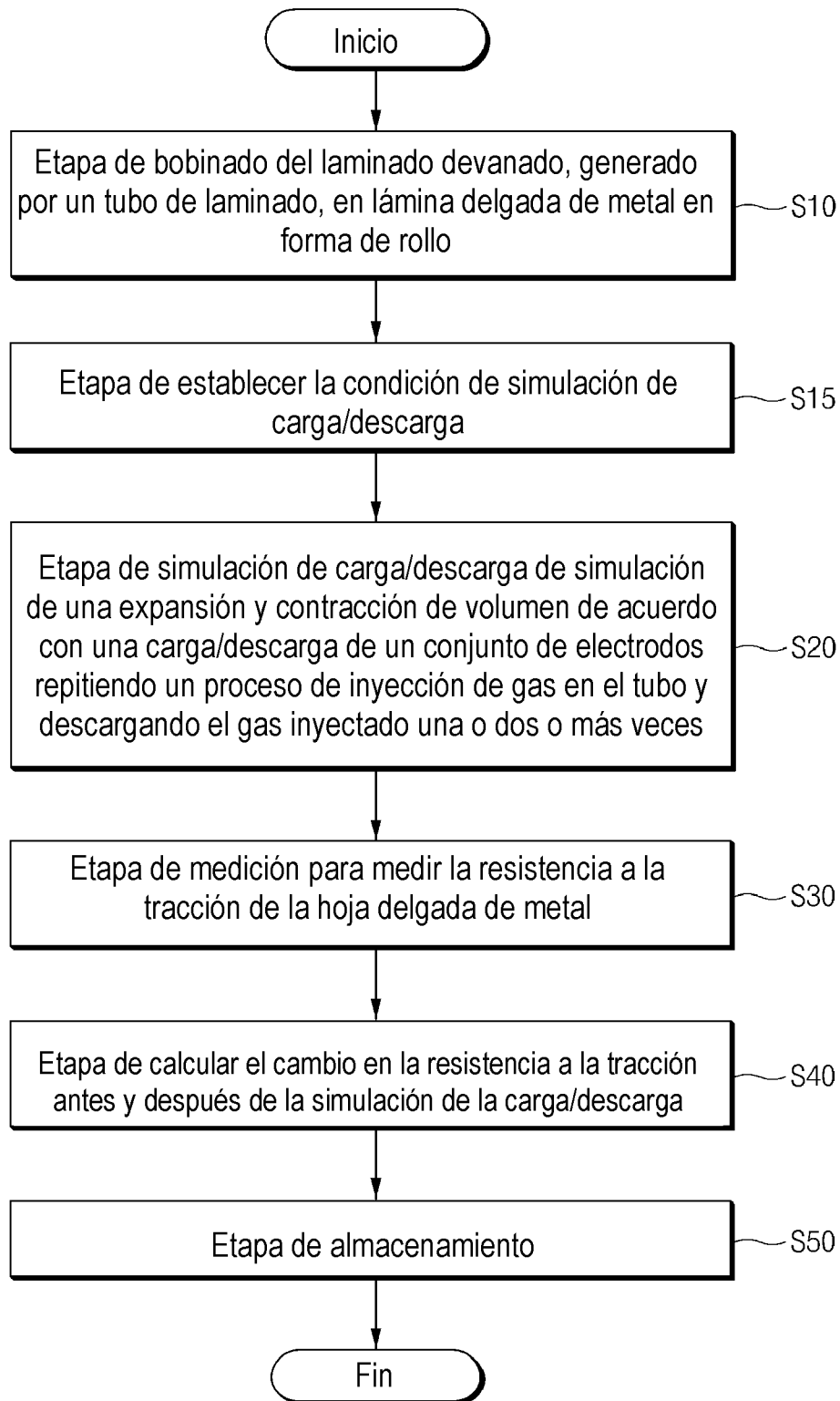
【FIG. 5】



【FIG. 6】



【FIG. 7】



【FIG. 8】

