

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 008 015**

51 Int. Cl.:

H01M 4/04 (2006.01)
F26B 21/00 (2006.01)
F26B 25/00 (2006.01)
F26B 21/06 (2006.01)
F26B 21/10 (2006.01)
F26B 3/30 (2006.01)
B05D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2021** **PCT/KR2021/017448**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2022** **WO22114797**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2021** **E 21898623 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025** **EP 4106040**

54 Título: **Sistema de secado de electrodo y método de secado de electrodo**

30 Prioridad:

27.11.2020 KR 20200162423
23.11.2021 KR 20210162711

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SON, JIN YOUNG;
JEONG, EUN HOE;
CHOY, SANG HOON;
JEON, SHIN WOOK y
KO, YOUNG KUK

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 008 015 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 de secado de electrodo y método de secado de electrodo

5 [Sector de la técnica]

Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad basada en la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2020-0162423 presentada el 27 de noviembre de 2020 y en la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2021-0162711 presentada el 23 de noviembre de 2021.

10 La presente invención se refiere a un sistema de secado de electrodo y a un método de secado de electrodo y, más particularmente, a un sistema de secado de electrodo y a un método de secado de electrodo para suprimir un secado excesivo en el secado inicial de una lámina de electrodo que se alimenta a un horno justo después del tiempo de espera de secado en el caso de que haya un tiempo de espera de secado en el que la lámina de electrodo no se alimenta al horno.

15 [Estado de la técnica]

20 El documento WO2014/103786 A1 divulga un sistema y un método para secar una lámina de electrodo a de acuerdo con la técnica anterior.

25 Recientemente, las baterías secundarias capaces de cargarse y descargarse se han utilizado ampliamente como fuentes de energía de dispositivos móviles inalámbricos. De manera adicional, la batería secundaria ha llamado la atención como fuente de energía de un vehículo eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, etc., que se proponen como una solución para la contaminación del aire de los vehículos de gasolina y los vehículos diésel existentes que utilizan combustibles fósiles. Por lo tanto, los tipos de aplicaciones que utilizan la batería secundaria están actualmente muy diversificadas debido a las ventajas de la batería secundaria, y se espera que la batería secundaria se aplique a muchos campos y productos en el futuro.

30 Estas baterías secundarias pueden clasificarse en baterías de iones de litio, baterías de polímero de iones de litio, baterías de polímero de litio, etc., dependiendo de la composición del electrodo y del electrolito, y, entre ellas, aumenta el uso de baterías de polímero de iones de litio, menos propensas a las fugas de electrolito y fáciles de fabricar. En general, las baterías secundarias se clasifican en baterías cilíndricas y baterías prismáticas, en las que un conjunto de electrodos está incrustado en una petaca metálica cilíndrica o rectangular, en función de la forma de la caja de batería, y pilas de tipo bolsa, en las que el conjunto de electrodos está incrustado en una caja de tipo bolsa de una lámina de aluminio laminada. El conjunto de electrodos integrado en la caja de batería está compuesto por un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y es un elemento generador de energía capaz de cargarse y descargarse. El conjunto de electrodos se clasifica en un arrollamiento de tipo *jelly-roll* con un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, que tienen forma de lámina alargada y están recubiertos con materiales activos, y de tipo pila, en el que una pluralidad de electrodos positivos y electrodos negativos de un tamaño predeterminado se apilan secuencialmente mientras un separador se interpone entre ellos.

45 El electrodo positivo y el electrodo negativo se forman aplicando una pasta de electrodo positivo que contiene un material activo de electrodo positivo y una pasta de electrodo negativo que contiene un material activo de electrodo negativo a un colector de corriente de electrodo positivo y a un colector de corriente de electrodo negativo, para formar así una capa de material activo de electrodo positivo y una capa de material activo de electrodo negativo, respectivamente, seguido de su secado y enrollado.

50 En este punto, las condiciones de secado del electrodo influyen en la calidad y las propiedades físicas del electrodo. Particularmente, la fuerza adhesiva y el nivel acoplado de la superficie del electrodo pueden modificarse significativamente en función del control de la desviación de la sequedad para la dirección de la anchura del electrodo y el instante en el que se completa el secado durante el secado.

55 Además, la lámina de electrodo, sobre la que se ha recubierto una pasta de electrodo, pasa por un proceso de secado mientras se mueve a través de una sección de secado como proceso consecutivo, pero puede haber un intervalo de tiempo entre un proceso de recubrimiento con pasta de electrodo y un proceso de secado, y la cantidad excedente de calor se acumula en el interior del horno durante el tiempo de espera de secado en el que la lámina de electrodo no se alimenta a la sección de secado. En el caso de que una lámina de electrodo se alimente al horno en un estado en el que se haya acumulado dicha cantidad excedente de calor, puede generarse una grieta o una arruga en el electrodo durante la sección de secado inicial debido a la excesiva cantidad de calor acumulada en el horno.

65 Particularmente, una grieta en el electrodo debido a un secado excesivo en la sección de secado inicial permite que se genere polvo de electrodo, y el polvo de electrodo se dispersa a lo largo de la convección de aire caliente en el horno, contaminando así el electrodo circundante y deteriorando su calidad. Por ende, es muy importante evitar el secado excesivo en la sección de secado inicial del electrodo.

Por lo tanto, se necesita una tecnología de secado de electrodo que evite el secado excesivo durante la sección de secado inicial.

5 [Objeto de la invención]

[Problema técnico]

Se cree que la presente invención resuelve al menos algunos de los problemas anteriores. Por ejemplo, un aspecto de la presente invención proporciona un sistema de secado de electrodo y un método de secado de electrodo para evitar una grieta de un electrodo suprimiendo el secado excesivo que puede producirse durante el secado inicial debido a la cantidad excedente de calor acumulada en un horno para una lámina de electrodo que se alimenta al horno justo después del tiempo de espera de secado en un proceso de secado de electrodo que incluye un tiempo de espera de secado.

[Solución técnica]

La invención está definida por las reivindicaciones.

Un sistema para el secado de un electrodo para resolver los problemas anteriores de acuerdo con la presente invención incluye: un horno que aplica aire caliente y calor radiante a una lámina de electrodo; y un controlador que recibe información sobre el tiempo de espera de secado en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo al horno, y determina y controla una cantidad de calor alimentada al horno en función de una duración del tiempo de espera de secado, en donde el controlador controla para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante un tiempo de secado inicial justo después de la alimentación de la lámina de electrodo tras el tiempo de espera de secado.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el controlador controla para alimentar la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el tiempo de secado inicial (T) se divide secuencialmente en el tiempo en n ($n \geq 2$) tramos de tiempo y , cuando cada cantidad de calor, que se alimenta al horno en $T_1, T_2, T_3 \dots T_n$, se define como $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, el controlador controla la cantidad de calor alimentada al horno para que cumpla la siguiente relación:

$$Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$$

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el controlador controla para reducir una relación (Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el horno incluye al menos una tobera de aire caliente, que aplica calor por convección alimentando aire caliente a la lámina de electrodo, y al menos un calentador, que aplica calor radiante a la lámina de electrodo.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el controlador controla la cantidad de calor alimentada al horno de manera que aumente o disminuya al menos una de las condiciones, incluida una temperatura del aire caliente pulverizado desde la tobera de aire caliente, una velocidad del aire caliente y una salida del calentador.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el controlador controla uniformemente la cantidad de calor alimentada al horno para todo el horno.

El sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención incluye, además, un sensor de lámina de electrodo que detecta que la lámina de electrodo no se alimenta al horno y transmite información sobre el tiempo de espera de secado al controlador.

El sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención incluye, además, una unidad de medición que recopila información sobre una cantidad de secado de la lámina de electrodo y transmite la información recopilada al controlador. En el presente documento, el controlador determina un nivel de secado de la lámina de electrodo en función de la información sobre la cantidad de secado recibida desde la unidad de medición y modifica en tiempo real la cantidad de calor alimentada al horno.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, la unidad de medición recopila información sobre al menos uno de un contenido sólido y una temperatura superficial de la lámina de electrodo

antes y después de pasar por el horno.

En el sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, la unidad de medición incluye al menos uno de un medidor de banda y un instrumento de medición de temperatura.

Un método de secado de una lámina de electrodo de acuerdo con la presente invención incluye: (a) un proceso de recopilación de información sobre el tiempo de espera de secado, que es un intervalo de tiempo en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo a un horno para el secado de la lámina de electrodo; (b) un proceso de determinación de una condición sobre una cantidad de calor que se ha de alimentar al horno cuando la lámina de electrodo se alimenta al horno después del tiempo de espera de secado; y (c) un proceso de alimentación de la lámina de electrodo al horno después del tiempo de espera de secado y de secado de la lámina de electrodo con la condición sobre la cantidad de calor determinada durante el proceso (b). En el presente documento, el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante el tiempo de secado inicial.

En el método de secado de una lámina de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.

En el método de secado de una lámina de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, durante el proceso (b), el tiempo de secado inicial (T) se divide secuencialmente en el tiempo en n ($n \geq 2$) tramos de tiempo y, cuando cada cantidad de calor, que se alimenta al horno en $T_1, T_2, T_3 \dots T_n$, se define como $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, la cantidad de calor alimentada al horno se determina para que cumpla la siguiente relación:

$$Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$$

En el método de secado de una lámina de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, durante el proceso (b), la condición de la cantidad de calor se determina de modo que una relación (Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) se reduzca a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.

[Efectos ventajosos]

De acuerdo con la presente invención, en el caso de que haya un tiempo de espera de secado en el que la lámina de electrodo no se alimenta al horno, dado que se controla que la cantidad reducida de calor se alimente a la lámina de electrodo que se alimenta un horno justo después del tiempo de espera de secado, el secado excesivo se suprime durante el tiempo de secado inicial y, en consecuencia, se evita la formación de una grieta en la lámina de electrodo, suprimiendo así la contaminación del interior del horno.

Cuando se aplican el sistema de secado de electrodo y el método de secado de electrodo de la presente invención, es posible reducir los costes de fabricación del electrodo reduciendo el consumo de la cantidad de calor en el estado de espera de secado del electrodo.

[Breve descripción de los dibujos]

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un horno de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un sistema de secado de electrodo en otra realización de la presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un orden de un método automático de control de secado de electrodo de acuerdo con la presente con la presente invención.

La FIG. 5 es una fotografía obtenida al fotografiar una lámina de electrodo secada de acuerdo con una realización de la presente invención utilizando una cámara termográfica.

La FIG. 6 es una fotografía obtenida al fotografiar una lámina de electrodo secada de acuerdo con un ejemplo comparativo utilizando una cámara termográfica.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra el resultado de la medición de un contenido sólido en función del tiempo de la lámina de electrodo secada de acuerdo con los ejemplos y ejemplos comparativos.

[Descripción detallada de las realizaciones preferidas]

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos. Los términos y palabras usados en la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitados a términos ordinarios o de diccionario y el inventor puede definir adecuadamente el concepto de los términos para describir su invención de la mejor manera. Los términos y palabras deben interpretarse como significado

y concepto de manera coherente con la idea técnica de la presente invención.

En esta solicitud, debe entenderse que términos como "incluyen" o "tienen" pretenden indicar que existe 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, distintos. Asimismo, cuando una porción tal como una capa, una película, un área, una placa, etc. se designa como que se encuentra "sobre" otra porción, esto incluye no solo el caso en el que la porción está "directamente sobre" la otra porción, sino también el caso en el que se interpone otra porción adicional entre las mismas. Por otro lado, cuando una porción tal como una capa, una película, un área, una placa, etc. se designa como que se encuentra "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 adicional entre las mismas. De manera adicional, disponerse "sobre" en la presente solicitud puede incluir el caso de disponerse en la parte inferior así como en la parte superior.

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

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un sistema de secado de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 1, un sistema 100 para secar un electrodo de acuerdo con la presente invención incluye: un horno 110 que puede dividirse en una pluralidad de tramos de secado 111, 112 y 113 a lo largo de un eje x, que es la dirección de transferencia del electrodo, y que aplica aire caliente y calor radiante a una lámina de electrodo 10; y un controlador 130 que recibe información sobre el tiempo de espera de secado en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo al horno 110, y determina y controla una cantidad de calor alimentada al horno 110 en función de una duración del tiempo de espera de secado.

En la presente invención, el tiempo de espera de secado se refiere a un intervalo de tiempo en el que una lámina de electrodo no se alimenta a un horno debido a diversas razones sobre el proceso. En concreto, el tiempo de espera de secado puede oscilar entre 30 segundos y 30 minutos, entre 30 segundos y 20 minutos, o entre 1 minuto y 15 minutos.

La cantidad de calor se acumula en el horno mientras la alimentación de la lámina de electrodo al horno está detenida y, cuando la lámina de electrodo se alimenta al horno en un estado en el que la cantidad excedente de calor se ha acumulado, se produce un secado excesivo del electrodo debido la cantidad excedente de calor acumulada, provocando así una grieta en el electrodo. Por lo tanto, cuando hay un tiempo de espera de secado, es necesario controlar para reducir temporalmente la cantidad de calor alimentada a un horno.

Como tal, el sistema de secado de electrodo de la presente invención se utiliza para suprimir la generación de una grieta en un electrodo debido a la cantidad excedente de calor acumulada, y el controlador 130 de la presente invención controla para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante un tiempo de secado inicial justo después de la alimentación de la lámina de electrodo tras el tiempo de espera de secado. En el presente documento, la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) se refiere a la cantidad de calor que se alimenta generalmente a un horno en caso de que no haya tiempo de espera de secado.

Además, en la presente invención, el tiempo de secado inicial puede referirse a un intervalo de tiempo predeterminado justo después de alimentar una lámina de electrodo a un horno, y puede significar específicamente un intervalo de tiempo hasta que transcurran 60 minutos después de haber alimentado la lámina de electrodo al horno, un intervalo de tiempo hasta que transcurran 30 minutos después de haber alimentado la lámina de electrodo al horno, un intervalo de tiempo hasta que transcurran 20 minutos después de haber alimentado la lámina de electrodo al horno, un intervalo de tiempo hasta que transcurran 10 minutos después de haber alimentado la lámina de electrodo al horno, o un intervalo de tiempo hasta que transcurran 5 minutos después de haber alimentado la lámina de electrodo al horno. La duración del tiempo de secado inicial en el que se alimenta una cantidad de calor inferior a la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) puede modificarse en función de la duración del tiempo de espera de secado y, cuando el tiempo de espera de secado es relativamente largo, la cantidad excedente de calor acumulada en el horno sería excesiva y, en consecuencia, el tiempo de secado inicial puede alargarse. Por otro lado, cuando el tiempo de espera de secado es relativamente corto, la cantidad excedente de calor acumulada en el horno es relativamente pequeña y, en consecuencia, el tiempo de secado inicial puede acortarse.

Además, en la presente invención, el eje x se refiere a una dirección en la que se transfiere un electrodo, mientras que el eje y se refiere a una dirección que es perpendicular a la dirección de transferencia del electrodo sobre la superficie del electrodo, tal como la dirección de la anchura del electrodo. El eje z corresponde a una dirección en la que se pulveriza aire caliente o se irradia calor radiante en un horno, tal como una dirección perpendicular a la superficie del electrodo.

En un ejemplo específico, el tiempo de secado inicial (T) se divide secuencialmente en el tiempo en n tramos de tiempo (n es igual o mayor que 2) y, cuando cada cantidad de calor, que se alimenta al horno en $T_1, T_2, T_3 \dots T_n$, se define como $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, el controlador controla la cantidad de calor alimentada al horno para que cumpla la siguiente

relación:

$$Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$$

- 5 En concreto, el controlador de la presente invención controla para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante un tiempo de secado inicial, aumentar gradualmente la cantidad de calor alimentada y alimentar la cantidad de calor de alimentación general al horno una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.
- 10 En el sistema de secado de la presente invención, cuando no hay un tiempo de espera de secado, se alimenta al horno la cantidad de calor generalmente ajustada (Q_t), pero, cuando hay un tiempo de espera de secado, el controlador del sistema de secado de la presente invención controla para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante un tiempo de secado inicial.
- 15 Específicamente, por ejemplo, el tiempo de secado inicial (T) puede dividirse en 4 tramos de tiempo, y cada tramo de tiempo se distingue secuencialmente en el tiempo como T_1 , T_2 , T_3 y T_4 . Además, suponiendo que la cantidad de calor de alimentación correspondiente a los tramos de tiempo T_1 , T_2 , T_3 y T_4 son Q_1 , Q_2 , Q_3 y Q_4 , la cantidad de calor de alimentación correspondiente al tramo de tiempo inicial T_1 se ajusta para que tenga un valor menor que la cantidad de calor de alimentación general del horno Q_t , y el controlador controla las condiciones de accionamiento tales como la temperatura del aire caliente, la velocidad del aire caliente y la salida del calentador, de modo que la cantidad de calor reducida Q_1 pueda alimentarse al horno en el tramo de tiempo inicial T_1 .
- 20

Además, en T_2 , que es el tramo de tiempo que sigue al tramo de tiempo inicial T_1 , se ajusta la cantidad de calor de Q_2 que debe alimentarse al horno. Q_2 se ajusta para que sea mayor que Q_1 y se ajusta para que sea menor que Q_t , que es la cantidad de calor de alimentación general ($Q_t > \dots > Q_2 > Q_1$). Las cantidades de calor de alimentación Q_3 y Q_4 correspondientes a T_3 y T_4 , que son los tramos de tiempo que siguen a T_2 , se ajustan como en el Q_2 ($Q_t > Q_4 > Q_3 > Q_2 > Q_1$). De igual manera, en caso de que haya un tiempo de espera de secado, es posible suprimir el secado excesivo alimentando una cantidad de calor reducida durante el tiempo de secado inicial y aumentando gradualmente la alimentación de la cantidad de calor a lo largo del tiempo.

- 25
- 30 En una realización de la presente invención, el controlador controla para reducir una relación (Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.
- 35 Por ejemplo, en el caso de que el tiempo de espera de secado sea de 4 min y en el caso de que el tiempo de espera de secado sea de 2 min, la cantidad de calor Q_1 , que se alimenta durante el tramo de tiempo inicial T_1 , no se ajusta igual. El valor de ajuste de Q_1 se modifica en función de la duración del tiempo de espera de secado.

- 40 En el ejemplo descrito anteriormente, si Q_1/Q_t es del 75 % cuando el tiempo de espera de secado es de 4 min, Q_1/Q_t puede ser del 85 % cuando el tiempo de espera de secado es de 2 min. Dado que la cantidad excedente de calor acumulada en el horno aumenta a medida que aumenta el tiempo de espera de secado, Q_1/Q_t se ajusta para que sea menor para su atenuación. El valor Q_1/Q_t puede modificarse en función de la duración del tiempo de espera de secado y puede oscilar específicamente entre el 50 y el 90 %, entre el 55 y el 85 %, entre el 60 y el 75 % o entre el 60 y el 70 %.
- 45

- El controlador controla uniformemente la cantidad de calor alimentada a todo el horno al controlar la cantidad de calor reducida que se va a alimentar al horno durante el tiempo de secado inicial. En el caso de que haya un tiempo de espera de secado en el que la lámina de electrodo no se alimenta al horno, la cantidad excedente de calor se acumula a lo largo de todo el tramo del horno. Por ende, para reducir la cantidad excedente de calor, es deseable realizar uniformemente el control anteriormente mencionado para todo el horno.
- 50

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá en detalle la configuración del sistema de secado de electrodo de acuerdo con la presente invención.

- 55 Haciendo referencia a la FIG. 1, un sistema de secado de electrodo 100 de acuerdo con la presente invención incluye un horno 110. El horno 110, que tiene forma de cámara, puede proporcionar un espacio en el que la lámina de electrodo 10 que se va a secar puede moverse dentro del horno 110, y evitar que se escape el calor para el secado.

- Además, la lámina de electrodo 10 puede tener una estructura en la que una capa de material activo de electrodo 12 se forma cuando una pasta para la formación de electrodo que incluye un material activo de electrodo se recubre sobre la lámina de colector de corriente 11. La pasta de electrodo puede aplicarse al menos a una superficie del colector de corriente.
- 60

- En este caso, el colector de corriente puede ser un colector de corriente de electrodo positivo o un colector de corriente de electrodo negativo, y el material activo de electrodo puede ser un material activo de electrodo positivo o un material activo de electrodo negativo. De manera adicional, además del material activo de electrodo, la pasta de electrodo
- 65

puede incluir un material conductor y un aglutinante.

En la presente invención, el colector de electrodo positivo tiene generalmente un espesor de 3 a 500 micrómetros. El colector de corriente de electrodo positivo no está particularmente limitado siempre que tenga una alta conductividad sin causar un cambio químico en la batería. Ejemplos del colector de corriente de electrodo positivo incluyen acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, aluminio o carbono sinterizado o acero inoxidable cuya superficie ha sido tratada con carbono, níquel, titanio, plata o similares. El colector de corriente puede tener finas irregularidades sobre su superficie para aumentar la adherencia del material activo de electrodo positivo, y son posibles diversas formas, tal como una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, una espuma y una tela no tejida.

La lámina para el colector de electrodo negativo tiene generalmente un espesor de 3 a 500 micrómetros. El colector de corriente de electrodo negativo no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad eléctrica sin causar cambios químicos en la batería, y ejemplos de ello incluyen cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono sinterizado, cobre o acero inoxidable cuya superficie haya sido tratada con carbono, níquel, titanio, plata o similares, aleación de aluminio-cadmio, o similares. De manera adicional, al igual que el colector de corriente de electrodo positivo, se pueden formar finos desniveles en la superficie para mejorar la fuerza de adhesión del material activo de electrodo negativo, y se puede utilizar en diversas formas, tal como una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, una espuma y una tela no tejida.

En la presente invención, el material activo de electrodo positivo es un material capaz de provocar una reacción electroquímica y un óxido de metal de transición de litio, y contiene dos o más metales de transición. Ejemplos de ello son: compuestos estratificados como el óxido de litio y cobalto (LiCoO_2) y el óxido de litio y níquel (LiNiO_2) sustituidos con uno o más metales de transición; óxido de manganeso de litio sustituido con uno o más metales de transición; óxido de litio y níquel representado por la fórmula $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (en donde $\text{M} = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{B}, \text{Cr}, \text{Zn}$ o Ga y contiene al menos uno de los elementos anteriores, $0,01 \leq x \leq 0,7$); óxido compuesto de litio, níquel, cobalto y manganeso representado por la fórmula $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_b\text{Mn}_c\text{Co}_{1-(b+c+d)}\text{M}_d\text{O}_{(2-e)}\text{A}_e$, tal como $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$, $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_{0,4}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{O}_2$, etc. (en donde $-0,5 \leq z \leq 0,5$, $0,1 \leq b \leq 0,8$, $0,1 \leq c \leq 0,8$, $0 \leq d \leq 0,2$, $0 \leq e \leq 0,2$, $b+c+d < 1$, $\text{M} = \text{Al}, \text{Mg}, \text{Cr}, \text{Ti}, \text{Si}$ o Y , y $\text{A} = \text{F}, \text{P}$ o Cl); fosfato metálico de litio a base de olivino representado por la fórmula $\text{Li}_{1+x}\text{M}_{1-y}\text{M}'_y\text{PO}_{4-z}\text{X}_z$ (en donde $\text{M} =$ metal de transición, preferiblemente $\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Co}$ o Ni , $\text{M}' = \text{Al}, \text{Mg}$ o Ti , $\text{X} = \text{F}, \text{S}$ o N , y $-0,5 \leq x \leq 0,5$, $0 \leq y \leq 0,5$, $0 \leq z \leq 0,1$).

Entre los ejemplos del material activo de electrodo negativo se incluyen el carbono, como el carbono no grafitizado y el carbono grafitado; óxido compuesto metálico tal como $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ ($\text{Me}: \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Ge}; \text{Me}': \text{Al}, \text{B}, \text{P}, \text{Si}$, los grupos 1, 2 y 3 de la tabla periódica, halógeno; $0 \leq x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$); aleación de litio; aleación de silicio; aleación de estaño; óxidos metálicos tales como SnO , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 , Sb_2O_5 , GeO , GeO_2 , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 y Bi_2O_5 ; polímeros conductores tales como poliacetileno; y materiales a base de Li-Co-Ni .

El material conductor suele añadirse en una cantidad del 1 al 30 % en peso con respecto al peso total de la mezcla que incluye el material activo de electrodo positivo. Dicho material conductor no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad eléctrica sin provocar un cambio químico en la batería, y ejemplos de ello incluyen grafito, tal como grafito natural y grafito artificial; negro de humo, tal como negro de carbón, negro de acetileno, negro Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara y negro verano; fibras conductoras, tales como fibra de carbono y fibra metálica; polvos metálicos, tales como polvos de fluoruro de carbono, de aluminio y de níquel; whisky conductor tal como óxido de zinc y titanato de potasio; óxidos de metal conductor, tales como óxido de titanio; y materiales conductores, tales como derivados de polifenileno y similares.

El aglutinante se añade en una cantidad del 1 al 30 % en peso, con respecto al peso total de la mezcla que contiene el material activo de electrodo positivo, como componente que ayuda a la unión entre el material activo y el material conductor y a la unión con el colector de corriente. Ejemplos de tales aglutinantes incluyen fluoruro de polivinilideno, alcohol polivinílico, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno-butileno, caucho fluorado, diversos copolímeros y similares.

Paralelamente, una pasta de electrodo de este tipo puede prepararse disolviendo un material activo de electrodo, un material conductor y un aglutinante en un disolvente. El tipo de disolvente no está particularmente limitado siempre que sea capaz de dispersar un material activo de electrodo, y puede utilizarse un disolvente acuoso o un disolvente no acuoso. Por ejemplo, el disolvente puede ser un disolvente generalmente utilizado en la técnica, tal como dimetilsulfóxido (DMSO), alcohol isopropílico, N-metilpirrolidona (NMP), acetona o agua, y puede utilizarse uno de ellos solo o una mezcla de dos o más. La cantidad de disolvente utilizada puede ser tal que la pasta pueda ajustarse para que tenga una viscosidad adecuada en función del espesor del revestimiento, el rendimiento de producción y la trabajabilidad de la pasta, y no está particularmente limitada.

Haciendo referencia a la FIG. 1, el horno 110 puede estar dividido en una pluralidad de zonas de secado 111, 112 y 113, y cada zona de secado incluye una tobera de aire caliente 114, que aplica calor por convección alimentando aire caliente a una lámina de electrodo 10, y un calentador 115, que aplica calor radiante a la lámina de electrodo 10.

Haciendo referencia a la FIG. 1, las toberas de aire caliente 114 y los calentadores 115 pueden estar dispuestos a intervalos regulares a lo largo de la dirección de transferencia (dirección MD, dirección x) de la lámina de electrodo 10, y se aplica aire caliente o calor radiante en una dirección perpendicular a la lámina de electrodo 10. En la FIG. 1, se ilustra que la tobera de aire caliente 114 y el calentador de infrarrojos 115 están situados en la parte superior de la lámina de electrodo 10, es decir, la superficie inferior del techo del horno 110, pero cuando la capa de material activo de electrodo se forma en ambas superficies del colector de corriente, la tobera de aire caliente 114 y el calentador 115 pueden situarse en la parte superior y en la parte inferior de la lámina de electrodo 10, respectivamente. Además, La FIG. 1 ilustra un caso en el que tanto la tobera de aire caliente como el calentador se incluyen como medios de secado, pero solo uno de la tobera de aire caliente y el calentador pueden incluirse como medios de secado.

Por otro lado, la tobera de aire caliente 114 incluye una unidad de cuerpo principal y una unidad de inyección. La unidad de cuerpo principal constituye el cuerpo de la tobera de aire caliente y fija la tobera de aire caliente 114 al techo del horno. De manera adicional, la unidad de cuerpo principal está vacía por dentro y transmite aire caliente transmitido desde una fuente de alimentación de aire caliente (no mostrada) a la unidad de inyección. Por otro lado, la unidad de inyección está situada en la superficie inferior de la unidad de cuerpo principal. La unidad de inyección se comunica con la unidad de cuerpo principal, y en la superficie inferior de la unidad de inyección está formada una porción de orificio de inyección a través de la cual se inyecta aire caliente. La porción de orificio de inyección puede tener una estructura en la que una pluralidad de poros están dispuestos a intervalos regulares.

Además, el calentador 115 puede ser un calentador de infrarrojos en un ejemplo específico de la presente invención, y el calentador de infrarrojos puede incluir una lámpara de infrarrojos, que irradia rayos infrarrojos al electrodo, y una base que soporta la lámpara de infrarrojos. La forma de la lámpara de infrarrojos no está particularmente limitada y, por ejemplo, la lámpara en forma de varilla puede estar dispuesta en paralelo a lo largo de la dirección de transferencia del electrodo mientras se extiende en la dirección de anchura del electrodo.

Las toberas de aire caliente 114 y los calentadores 115 pueden estar dispuestos alternativamente en una dirección en la que se mueve la lámina de electrodo 10 a fin de alimentar uniformemente aire caliente y rayos infrarrojos a la superficie de la lámina de electrodo 10. Sin embargo, no hay ninguna limitación particular en cuanto al tipo de disposición, y el esquema de disposición de las toberas de aire caliente 114 y los calentadores de infrarrojos 115 puede cambiarse apropiadamente por un experto en la materia en función de las condiciones de secado.

El sistema de secado de la presente invención puede controlar la cantidad de calor alimentada al horno de manera que aumente o disminuya al menos una de las condiciones, incluida una temperatura del aire caliente pulverizado desde la tobera de aire caliente, una velocidad del aire caliente y una salida del calentador.

Además, en el horno 110 puede incluirse al menos un rodillo de transferencia 116 para transferir un electrodo. Una pluralidad de rodillos de transferencia 116 pueden estar dispuestos a intervalos regulares a lo largo de la dirección de transferencia de la lámina de electrodo 10, y los rodillos de transferencia 116 soportan la lámina de electrodo 10 durante el proceso de secado y transfieren la lámina de electrodo 10 al exterior del horno 110. Además, la cantidad de secado de la lámina de electrodo también puede controlarse ajustando la velocidad de rotación del rodillo de transferencia.

El sistema de secado de electrodo 100 de acuerdo con la presente invención puede incluir, además, un sensor de lámina de electrodo 120 que detecta que la lámina de electrodo 10 no se alimenta al horno 110 y transmite información sobre el tiempo de espera de secado al controlador 130. El sensor de la lámina de electrodo 120 puede instalarse en una región cercana a la entrada del horno por la que se alimenta la lámina de electrodo. El tipo de sensor 120 no está limitado siempre que pueda detectar si se alimenta una lámina de electrodo. Por ende, el sensor puede utilizar un esquema de detección del peso o un esquema de cámara de imágenes.

El controlador 130 de la presente invención está conectado a un primer controlador de accionamiento 117, a un segundo controlador de accionamiento 118 y a un tercer controlador de accionamiento 119 que están instalados en una primera zona de secado 111, una segunda zona de secado 112 y una tercera zona de secado 113, respectivamente, y, en consecuencia, el controlador 130 puede ordenar la reducción de la cantidad de calor alimentada a las mismas. Si el sensor 120 detecta que no se alimenta una lámina de electrodo al horno, el sensor 120 transmite información sobre el tiempo de espera de secado al controlador 130. El controlador 130 recibe información sobre el tiempo de espera de secado y determina la condición sobre la cantidad de calor que se ha de alimentar al horno 110 y transmite la condición determinada sobre la cantidad de calor a los controladores de accionamiento 117, 118 y 119 en caso de que la lámina de electrodo 10 se alimenta al horno 110. Como tal, los controladores de secado 117, 118 y 119 del horno controlan la tobera de aire caliente 114 y el calentador 115 para reducir la cantidad de calor alimentada.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un horno de acuerdo con una realización de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 2, el sistema de secado de electrodo 100 de acuerdo con la presente invención puede incluir, además, un bastidor de pantalla 150 para controlar la cantidad de calor radiante emitida desde el calentador 115. El bastidor de pantalla 150 está dispuesto entre el calentador 115 y la capa de material activo de electrodo 12, y puede ajustar el área de la superficie del electrodo 10 que está expuesta al calor radiante. La transferencia del calor radiante emitido por el calentador 115 puede ser bloqueada o reducida por el bastidor de

pantalla 150. El sistema de secado de electrodo de acuerdo con la presente invención puede controlar la cantidad de calor alimentada al electrodo 10 ajustando el área expuesta al calor radiante en el electrodo 10 a través del bastidor de pantalla 150 según sea necesario.

Como se ha descrito anteriormente, el horno 110 del sistema de secado de electrodo 100 de acuerdo con la presente invención puede dividirse en una pluralidad de zonas de secado 111, 112 y 113. En este caso, al menos un bastidor de pantalla 150 está dispuesto entre la capa de material activo de electrodo 12 y el calentador 115 incluido en cada sección de secado. En concreto, puede disponerse un bastidor de pantalla 150 en cada uno de todos los calentadores 115 incluidos en el horno 110.

En este punto, el tamaño y el número de bastidores de pantalla 150 pueden ajustarse de forma variable en función del proceso de secado. En el presente documento, la longitud en la dirección de transferencia del electrodo (dirección del eje x) del bastidor de la pantalla 150 puede ajustarse para que sea igual o mayor que la longitud en la dirección de transferencia del electrodo (dirección del eje x) del calentador 115, a fin de bloquear eficazmente los rayos infrarrojos y evitar una desviación de la sequedad para la dirección de transferencia del electrodo. Además, una pluralidad de bastidores de pantalla que tienen una pequeña longitud en la dirección de anchura se disponen preferiblemente de manera que el electrodo 10 pueda ajustar minuciosamente el área expuesta al calor radiante del calentador 115.

En la presente invención, el bastidor de pantalla 150 puede ser un elemento en forma de placa hecho de un material que no transmita los rayos infrarrojos. Específicamente, el bastidor de pantalla 150 puede estar hecho de cualquier material que no se dañe en un entorno de alta temperatura en el horno y no transmita calor radiante. Además, el bastidor de pantalla 150 puede estar hecho de un material que no transmita calor radiante y, alternativamente, un material metálico o polimérico (que pueda o no transmitir rayos infrarrojos) puede recubrirse con un material que no transmita calor radiante para formar el cuerpo del bastidor de pantalla 150. Ejemplos de materiales que no transmiten calor radiante incluyen un material aislante vítreo, un material inorgánico tal como un óxido metálico, un material a base de carbono, etc., pero la presente invención no se limita a estos ejemplos.

La forma del bastidor de pantalla 150 puede modificarse de diversas maneras en función de las condiciones de secado. El bastidor de pantalla 150 puede no formar orificios en la superficie para bloquear el calor radiante. Como alternativa, el bastidor de pantalla 150 puede formar orificios en una dirección en la que se irradia calor radiante para bloquear solo parcialmente el calor radiante.

La FIG. 5 es una fotografía obtenida al fotografiar una lámina de electrodo secada de acuerdo con una realización de la presente invención utilizando una cámara termográfica, y la FIG. 6 es una fotografía obtenida al fotografiar una lámina de electrodo secada de acuerdo con un sistema convencional de secado de electrodo utilizando una cámara termográfica. Con referencia a estos dibujos, en la lámina del electrodo, que se ha fabricado alimentando la cantidad de calor reducida con respecto a la cantidad de calor de alimentación general en el tramo de secado inicial de acuerdo con el ejemplo de la presente invención, la temperatura de la superficie del electrodo era más baja, en comparación con la FIG. 6, en el tramo inicial (véase el interior del recuadro formado por una línea de puntos). Por lo tanto, es de esperar que el sistema de secado de electrodo de la presente invención pueda reducir la generación de grietas al uniformizar la cantidad de secado del electrodo fabricado inicialmente.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un sistema de secado de electrodo en otra realización de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 3, un sistema de secado de electrodo 200 de la presente invención incluye: un horno 210 que proporciona un espacio en el que se mueve y seca una lámina de electrodo 10, e incluye un medio de secado para aplicar aire caliente y/o calor radiante a la lámina de electrodo 10; un controlador 230 que recibe información sobre el tiempo de espera de secado en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo al horno, y determina y controla una cantidad de calor alimentada al horno en función de una duración del tiempo de espera de secado; un sensor de lámina de electrodo 220 que detecta que la lámina de electrodo 10 no se alimenta al horno 210 y transmite información sobre el tiempo de espera de secado al controlador 230; una unidad de medición 240 que recopila información sobre una cantidad de secado de la lámina de electrodo 10 que ha pasado por el horno 210 y transmite la información recopilada al controlador 230. En el presente documento, el controlador 230 determina el nivel de secado de la lámina de electrodo 10 basándose en la información sobre la cantidad de secado recibida desde la unidad de medición 240 (240a y 240b), y controla la intensidad de secado del horno 210 en función del nivel de secado determinado.

De acuerdo con el sistema de secado de electrodo, en caso de que se alimente una lámina de electrodo a un horno después de haber pasado un tiempo de espera de secado, se alimenta una cantidad de calor reducida durante el tiempo de secado inicial para evitar así el secado excesivo inicial, y la cantidad de secado del electrodo se ajusta en función del nivel de secado del electrodo en el proceso de secado una vez transcurrido el tiempo de secado inicial, permitiendo así que el nivel de secado del electrodo sea uniforme. En concreto, las unidades de medición 240 (240a y 240b) pueden recopilar la información sobre la cantidad de secado de la lámina de electrodo en tiempo real, y el controlador 230 puede determinar el nivel de secado de la lámina de electrodo basándose en la información recopilada sobre la cantidad de secado para, de este modo, ajustar periódicamente la cantidad de secado de la lámina de electrodo en función del nivel de secado de la lámina de electrodo, y, en consecuencia, el nivel de secado del electrodo puede controlarse para que sea uniforme.

La información sobre la cantidad de secado incluye información sobre al menos uno de un contenido sólido y una temperatura superficial de la lámina de electrodo. El sistema de secado de electrodo de la presente invención determina el nivel de secado de la lámina de electrodo mediante información sobre el contenido sólido y/o la temperatura, que se recopila a través de la unidad de medición. La unidad de medición puede incluir al menos un medidor de banda para medir la cantidad de carga de la lámina de electrodo y un instrumento de medición de la temperatura para recopilar información sobre el contenido sólido y la temperatura de la superficie de la lámina de electrodo.

Haciendo referencia a la FIG. 3, las unidades de medición 240a y 240b incluyen un medidor de banda que mide la cantidad de carga de la lámina de electrodo, y las unidades de medición 240a y 240b pueden instalarse en la entrada y en la salida del horno 210, respectivamente, y medir la cantidad de carga antes de secar la lámina de electrodo y la cantidad de carga después de secar la lámina de electrodo. La unidad de medición puede incluir, además, una unidad de cálculo para deducir el contenido sólido, y la unidad de cálculo puede deducir el contenido sólido de la capa de material activo de electrodo 12 a partir de la cantidad de carga medida utilizando una fórmula de cálculo introducida previamente. Para obtener el contenido sólido a partir de la cantidad de carga se puede utilizar una fórmula conocida en la técnica.

Cuando el nivel de secado de la lámina de electrodo es excesivo (secado en exceso), el contenido sólido supera el valor de referencia y, cuando el nivel de secado de la lámina de electrodo no es suficiente, el contenido sólido es inferior al valor de referencia. Por ende, el contenido sólido puede convertirse en un indicador para reconocer el nivel de secado de la lámina de electrodo.

El controlador 230 puede determinar el nivel de secado del electrodo basándose en la información sobre la cantidad de secado recibida desde las unidades de medición 240a y 240b, y controlar la intensidad de secado del horno 210 en función del nivel de secado determinado, para ajustar así la cantidad de secado de la lámina de electrodo en tiempo real.

Para que el controlador 230 pueda ajustar la cantidad de secado de la lámina de electrodo en tiempo real, las unidades de medición 240a y 240b están configuradas para recopilar periódicamente la información sobre la cantidad de secado de la lámina de electrodo a intervalos de tiempo regulares, y el controlador 230 determina el nivel de secado de la lámina de electrodo siempre que recibe información sobre la cantidad de secado desde las unidades de medición 240a y 240b y controla periódicamente la intensidad de secado del horno.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá en detalle el proceso de control de la cantidad de secado por parte del controlador 230. El controlador 230 puede recibir información sobre la cantidad de carga antes/después de secar la lámina de electrodo, y/o la cantidad de secado, tal como la temperatura de la superficie del electrodo, desde las unidades de medición 240a y 240b, y recibe la entrada del valor de referencia para determinar si el nivel de secado de la lámina de electrodo es excesivo o insuficiente. Además, el controlador 230 determina si el nivel de secado de la lámina de electrodo es excesivo, insuficiente o adecuado comparando la información sobre la cantidad de secado con el valor de referencia, y determina el método para controlar la intensidad de secado reconociendo cuantitativamente el grado de secado excesivo o insuficiente comparando la información sobre la cantidad de secado con el valor de referencia. Cuando se determina el nivel de secado y la cantidad de secado de la lámina de electrodo, el controlador 230 puede controlar al menos uno de la velocidad de movimiento del rodillo de transferencia, el calentador y la tobera de aire caliente, para ajustar así la cantidad de secado de la lámina de electrodo.

El control de la intensidad de secado por parte del controlador se realiza periódicamente a intervalos de tiempo regulares. En un ejemplo específico, el controlador puede controlar repetidamente la intensidad de secado del horno en el período de 5 a 20 minutos y, preferiblemente, en el período de 6 a 15 minutos, pero la presente invención no se limita a estos ejemplos.

Además, la unidad de medición está configurada para recopilar periódicamente la información sobre la cantidad de secado de la lámina de electrodo a intervalos de tiempo regulares en función del control de la intensidad de secado por parte del controlador. En un ejemplo específico, la unidad de medición recopila información sobre la cantidad de secado durante de 1 a 5 minutos justo antes del momento en que se espera el control de la intensidad de secado por parte del controlador. En concreto, la unidad de medición no recopila enseguida información sobre la cantidad de secado de la lámina de electrodo después de controlar la intensidad de secado del horno, sino que recopila información sobre la cantidad de secado de la lámina de electrodo una vez transcurrido un tiempo predeterminado desde la realización del control de la intensidad de secado por parte del controlador. Esto se debe a que se requiere un tiempo predeterminado hasta que se muestre el efecto del ajuste de la cantidad de secado conforme a la modificación de la intensidad de secado del horno.

La unidad de medición establece el valor promedio o el valor mediano de la información sobre la cantidad de secado recopilada durante el tiempo predeterminado, como valor representativo de la información sobre la cantidad de secado, y transmite el valor al controlador.

Además, la unidad de medición puede incluir un instrumento de medición de la temperatura capaz de medir la temperatura de la superficie de la lámina de electrodo. Es posible controlar con mayor precisión la cantidad de calor alimentada al horno midiendo la temperatura en el horno.

5 De manera adicional, la presente invención proporciona un método de secado de electrodo.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de un método de secado de electrodo de acuerdo con la presente invención.

10 Haciendo referencia a la FIG. 4, un método de secado de una lámina de electrodo de acuerdo con la presente invención incluye: (a) un proceso de recopilación de información sobre el tiempo de espera de secado, que es un intervalo de tiempo en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo a un horno para el secado de la lámina de electrodo; (b) un proceso de determinación de una condición sobre una cantidad de calor que se ha de alimentar al
15 de alimentación de la lámina de electrodo al horno después del tiempo de espera de secado y de secado de la lámina de electrodo con la condición sobre la cantidad de calor determinada durante el proceso (b). En el presente documento, el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno durante el tiempo de secado inicial.

20 El proceso (b) es un proceso de establecimiento de la condición sobre la cantidad de calor del tiempo de secado inicial en función de la duración del tiempo de espera de secado cuando hay un tiempo de espera de secado. Al ajustar la condición de la cantidad de calor, el tiempo de secado inicial T se divide secuencialmente en el tiempo en n tramos de tiempo ($n \geq 2$, n es un número entero), la cantidad de calor (Q_1) menor que la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) se alimenta en el tramo de tiempo inicial (T_1), y las cantidades de calor ($Q_2 \dots Q_n$), que se alimentan en los tramos
25 de tiempo ($T_2 \dots T_n$) siguientes, pueden ajustarse para que cumplan la siguiente relación.

$$Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$$

30 En concreto, el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.

Además, la condición sobre la cantidad de calor se ajusta de modo que una relación (Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) se reduzca a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.

35 Específicamente, el proceso (b) incluye un proceso de establecimiento diferencial de la condición sobre la cantidad de calor del tiempo de secado inicial en función de la duración del tiempo de espera de secado, tal y como se muestra en la Tabla 1 a configuración. La siguiente tabla 1 muestra las condiciones sobre la cantidad de calor alimentada a un horno en función del tiempo de espera de secado (1 min, 1 min y 30 s, 2 min y 30 s). En la Tabla 1, la longitud de la
40 lámina de electrodo es la duración de movimiento de la lámina de electrodo que se alimenta al horno con tiempo de espera de secado, y puede entenderse como el tiempo que ha transcurrido después de que la lámina de electrodo se haya alimentado al horno, y la longitud pequeña de la lámina de electrodo indica el período inicial del tiempo de secado, y la longitud grande de la lámina de electrodo indica el período posterior del tiempo de secado. Además, los valores numéricos indicados en la fila del tiempo de espera de secado de la Tabla 1 significan el porcentaje ($Q_n/Q_t \times 100$) de la cantidad de calor alimentada con la longitud de lámina de electrodo correspondiente suponiendo que la cantidad de
45 calor de alimentación general Q_t es 100.

[Tabla 1]

Longitud de lámina de electrodo	Tiempo de espera de secado		
	1 min	1 min y 30 s	2 min y 30 s
1	85 %	80 %	75 %
100	90 %	87 %	84 %
200	95 %	94 %	93 %
300	100 %	100 %	100 %
400	100 %	100 %	100 %
500 a 1000	100 %	100 %	100 %

50 Haciendo referencia a la Tabla 1, en caso de que el tiempo de espera de secado sea de 1 min, la cantidad de calor que se ha de alimentar al horno durante el tiempo de secado inicial (la longitud de la lámina de electrodo está comprendida entre 1 y 100) se ajusta en el 85 % de la cantidad de calor de alimentación general, la cantidad de calor que se ha de alimentar al horno durante el tramo de tiempo de secado siguiente (la longitud de la lámina de electrodo está comprendida entre 100 y 200) se ajusta en el 90 % de la cantidad de calor de alimentación general, la cantidad
55 de calor que se ha de alimentar al horno durante el tramo de tiempo de secado siguiente (la longitud de la lámina de electrodo está comprendida entre 200 y 300) se ajusta en el 95 % de la cantidad de calor de alimentación general, y la cantidad de calor que se ha de alimentar al horno durante el tramo de tiempo de secado siguiente (la longitud de la

lámina de electrodo es igual o superior a 300) se ajusta en la cantidad de calor de alimentación general. De igual manera, de acuerdo con el método de fabricación de un electrodo de la presente invención, cuando se alimenta una lámina de electrodo al horno con tiempo de espera de secado, la cantidad de calor inferior a la cantidad de calor de alimentación general se alimenta durante el tiempo de secado inicial, y la cantidad de calor se aumenta gradualmente con el tiempo tras el inicio de la alimentación de la lámina de electrodo al horno, y la cantidad de calor de alimentación general se alimenta al horno una vez transcurrido el tiempo inicial.

En este punto, la cantidad de calor que se ajusta por cada tramo de tiempo y el aumento de la cantidad de calor no están limitados y pueden ser seleccionados apropiadamente por un experto en la materia teniendo en cuenta diversas variables que influyen en el proceso, como la característica material de la pasta de electrodo, el contenido sólido de la pasta de electrodo, la estación, etc.

Además, haciendo referencia a la Tabla 1, en caso de que el tiempo de espera de secado sea de 2 min y 30 segundos, se establece proporcionar una cantidad de calor aún más reducida que en el caso de que el tiempo de espera de secado sea de 1 min durante el tramo de tiempo de secado inicial (longitud de la lámina de electrodo: de 1 a 100).

La FIG. 7 muestra el contenido sólido en función del tiempo de una lámina de electrodo fabricada aplicando un sistema y método de secado de acuerdo con la presente invención. Los ejemplos 1 y 2 de la FIG. 7 son gráficos que muestran el resultado de la medición del contenido sólido en función del tiempo de la lámina de electrodo que se ha secado ajustando la condición de la cantidad de calor en función del tiempo de espera como se muestra en la Tabla 1 en caso de que el tiempo de espera de secado sea de 2 min y 30 s y de 1 min, respectivamente. Haciendo referencia a la FIG. 7, en el método de secado de electrodo de acuerdo con la presente invención, la cantidad de calor reducida se alimenta durante el tiempo de secado inicial y, en consecuencia, el secado en exceso no se produce durante el periodo inicial. Como tal, el contenido sólido se mantiene en un nivel bajo incluso después de que pase algún tiempo, y la desviación es pequeña.

Además, el ejemplo comparativo 1 de la FIG. 7 muestra el contenido sólido de la lámina de electrodo que se ha secado aplicando la condición sobre la cantidad de calor que se ha ajustado en el ejemplo 2 en caso de que el tiempo de espera de secado sea de 4 min y 30 s, y el ejemplo comparativo 2 de la FIG. 7 muestra el contenido sólido de la lámina de electrodo que se ha secado mediante la cantidad de calor de alimentación general incluso en el tramo de tiempo de secado inicial a diferencia de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 7, el contenido sólido inicial de los ejemplos comparativos 1 y 2 era mucho mayor que el de los ejemplos 1 y 2, y se generó una grieta en la lámina de electrodo de los ejemplos comparativos 1 y 2. Incluso en el caso del ejemplo comparativo 1, se alimentó la cantidad de calor reducida durante el tramo de tiempo de secado inicial, y el tiempo de espera de secado era largo, pero la condición sobre la cantidad de calor se ajustó para que fuera igual que en el caso en que el tiempo de espera de secado era de 1 min y, en consecuencia, el efecto de atenuación de la cantidad excedente de calor no fue suficiente, por lo que no se suprimió suficientemente el secado en exceso. Por ende, en la presente invención, es importante establecer una condición adecuada sobre la cantidad de calor en función de la duración del tiempo de espera de secado.

La descripción anterior es meramente ilustrativa de la idea técnica de la presente invención, y los expertos en la materia a la que pertenece la presente invención pueden realizar diversas modificaciones y variaciones sin apartarse de las características esenciales de la presente invención. Por lo tanto, los dibujos divulgados en la presente invención no pretenden limitar la idea técnica de la presente invención, sino describir la presente invención, y el alcance de la idea técnica de la presente invención no está limitado por estos dibujos. El alcance de protección de la presente invención se define por las reivindicaciones.

[Descripción de los números de referencia]

- 100, 200: sistema de secado de electrodo
- 10: lámina de electrodo
- 11: colector de corriente
- 12: capa de material activo de electrodo
- 110, 210: horno
- 111, 211: primera zona de secado
- 112, 212: segunda zona de secado
- 113, 213: tercera zona de secado
- 114, 214: tobera de aire caliente
- 115, 215: calefactor de infrarrojos
- 116, 216: rodillo de transferencia
- 117, 217: primer controlador de accionamiento
- 118, 218: segundo controlador de accionamiento
- 119, 219: tercer controlador de accionamiento
- 120, 220: sensor de lámina de electrodo
- 130, 230: controlador
- 240a, 240b: unidad de medición

150: bastidor de pantalla

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100, 200) para secar un electrodo, comprendiendo el sistema (100, 200):

un horno (110, 210) que aplica aire caliente y calor radiante a una lámina de electrodo (10); y
un controlador (130, 230) que recibe información sobre el tiempo de espera de secado en el que se detiene una
alimentación de la lámina de electrodo (10) al horno (110, 210), y determina y controla una cantidad de calor
alimentada al horno (110, 210) en función de una duración del tiempo de espera de secado,
en donde el controlador (130, 230) controla para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una
cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno (110, 210) durante un tiempo de secado inicial justo
después de la alimentación de la lámina de electrodo (10) tras el tiempo de espera de secado.

2. El sistema (100, 200) de la reivindicación 1, en donde el controlador (130, 230) controla para alimentar la cantidad
de calor de alimentación general (Q_t) al horno (110, 210) una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.

3. El sistema (100, 200) de la reivindicación 1, en donde el tiempo de secado inicial (T) se divide secuencialmente en
el tiempo en n tramos de tiempo y , cuando cada cantidad de calor, que se alimenta al horno (110, 210) en T_1, T_2, T_3
... T_n , se define como $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, el controlador (130, 230) controla la cantidad de calor alimentada al horno (110,
210) para que se cumpla la siguiente relación:

$Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$, y en donde n es igual o mayor que 2.

4. El sistema (100, 200) de la reivindicación 3, en donde el controlador (130, 230) controla para reducir una relación
(Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación
general (Q_t) a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.

5. El sistema (100, 200) de la reivindicación 1, en donde el horno (110, 210) incluye al menos una tobera de aire
caliente (114, 214), que aplica calor por convección alimentando aire caliente a la lámina de electrodo (10), y al menos
un calentador, que aplica calor radiante a la lámina de electrodo (10).

6. El sistema (100, 200) de la reivindicación 5, en donde el controlador (130, 230) controla la cantidad de calor
alimentada al horno (110, 210) de manera que aumente o disminuya al menos una de las condiciones, incluida una
temperatura del aire caliente pulverizado desde la tobera de aire caliente (114, 214), una velocidad del aire caliente y
una salida del calentador.

7. El sistema (100, 200) de la reivindicación 1, en donde el controlador (130, 230) controla uniformemente la cantidad
de calor alimentada al horno (110, 210) para todo el horno (110, 210).

8. El sistema (100, 200) de la reivindicación 1, que comprende además un sensor de lámina de electrodo (120, 220)
que detecta que la lámina de electrodo (10) no se alimenta al horno (110, 210) y transmite información sobre el tiempo
de espera de secado al controlador (130, 230).

9. El sistema (200) de la reivindicación 1, que comprende, además, una unidad de medición (240a, 240b) que recopila
información sobre una cantidad de secado de la lámina de electrodo (10) y transmite la información recopilada al
controlador (230),

en donde el controlador (230) determina un nivel de secado de la lámina de electrodo (10) en función de la información
sobre la cantidad de secado recibida desde la unidad de medición (240a), 240b) y modifica en tiempo real la cantidad
de calor alimentada al horno (210).

10. El sistema (200) de la reivindicación 9, en donde la unidad de medición (240a, 240b) recopila información sobre al
menos uno de un contenido sólido y una temperatura superficial de la lámina de electrodo (10) antes y después de
pasar por el horno (210).

11. El sistema (200) de la reivindicación 10, en donde la unidad de medición (240a, 240b) incluye al menos uno de un
medidor de banda y un instrumento de medición de temperatura.

12. Un método de secado de una lámina de electrodo (10), comprendiendo el método:

(a) un proceso de recopilación de información sobre el tiempo de espera de secado, que es un intervalo de tiempo
en el que se detiene una alimentación de la lámina de electrodo (10) a un horno (110, 210) para el secado de la
lámina de electrodo (10);

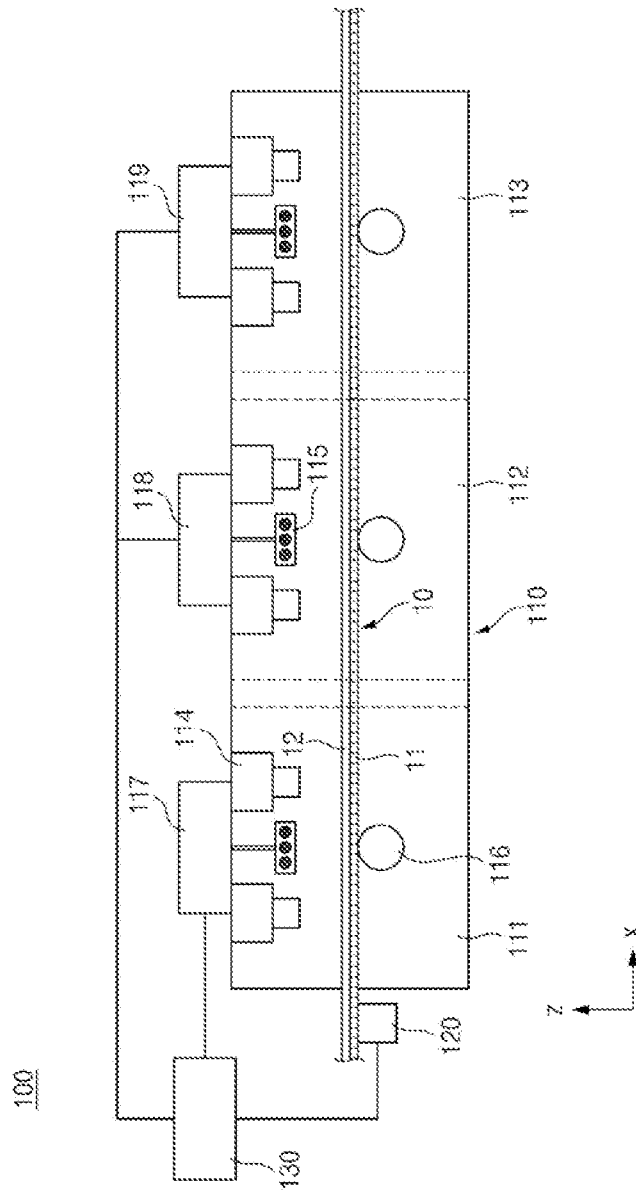
(b) un proceso de determinación de una condición sobre una cantidad de calor que se ha de alimentar al horno
(110, 210) cuando la lámina de electrodo (10) se alimenta al horno (110, 210) después del tiempo de espera de
secado; y

(c) un proceso de alimentación de la lámina de electrodo (10) al horno (110, 210) después del tiempo de espera
de secado y de secado de la lámina de electrodo (10) con la condición sobre la cantidad de calor determinada
durante el proceso (b),

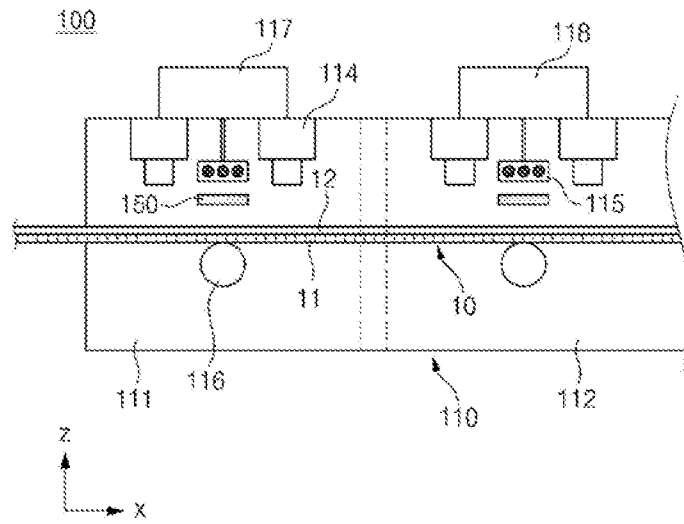
en donde el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar una cantidad de calor reducida con respecto a una cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno (110, 210) durante el tiempo de secado inicial.

- 5
13. El método de la reivindicación 12, en donde el proceso (b) incluye determinar la condición sobre la cantidad de calor para alimentar la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) al horno (110, 210) una vez transcurrido el tiempo de secado inicial.
- 10
14. El método de la reivindicación 13, en donde, durante el proceso (b), el tiempo de secado inicial (T) se divide secuencialmente en el tiempo en n tramos de tiempo y, cuando cada cantidad de calor, que se alimenta al horno (110, 210) en $T_1, T_2, T_3 \dots T_n$, se define como $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, la cantidad de calor alimentada al horno (110, 210) se determina para que cumpla la siguiente relación:
 $Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n \leq Q_t$, y en donde n es igual o mayor que 2.
- 15
15. El método de la reivindicación 14, en donde, durante el proceso (b), la condición de la cantidad de calor se determina de modo que una relación (Q_1/Q_t) entre la cantidad de calor (Q_1) alimentada al tramo de tiempo inicial (T_1) y la cantidad de calor de alimentación general (Q_t) se reduzca a medida que aumenta el tiempo de espera de secado.

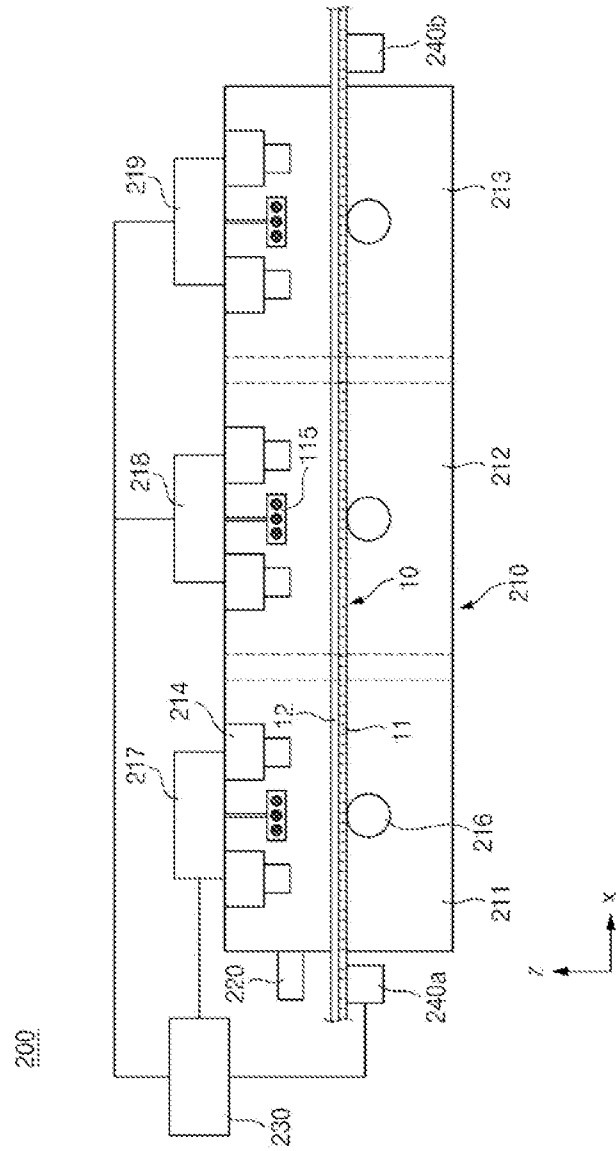
FIG. 11



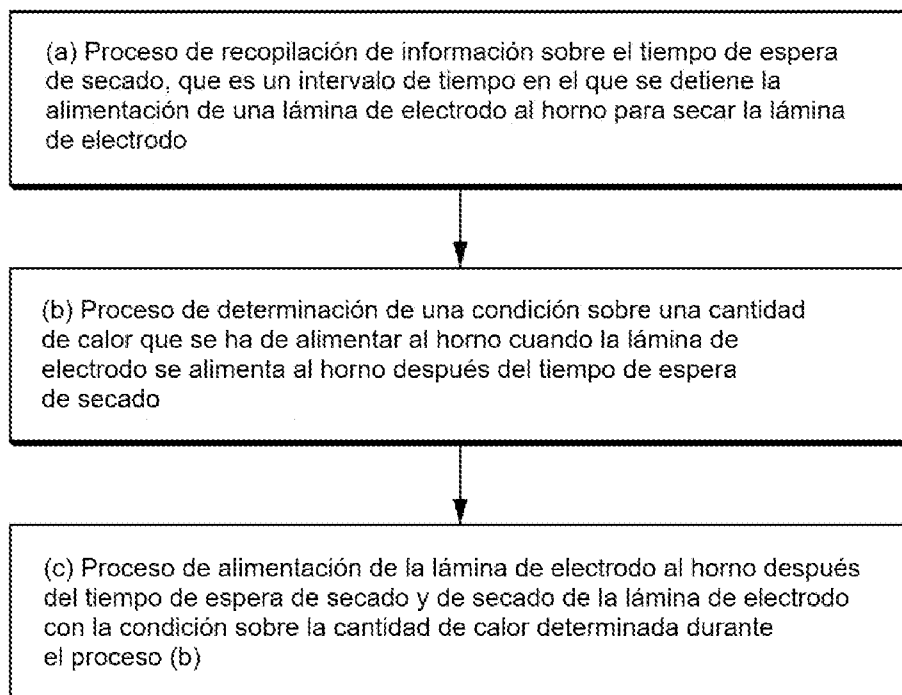
【FIG. 2】



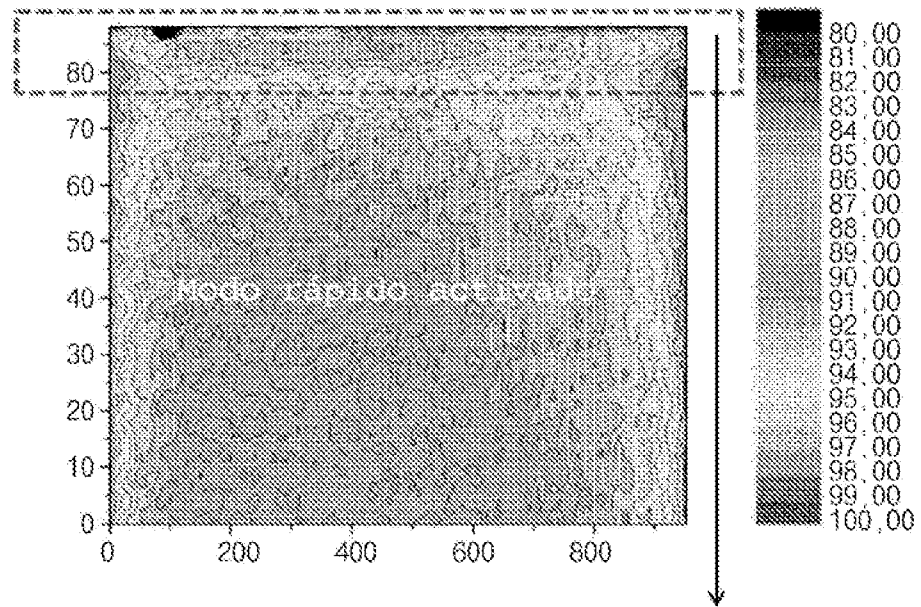
【FIG. 3】



【FIG. 4】



【FIG. 5】



【FIG. 6】

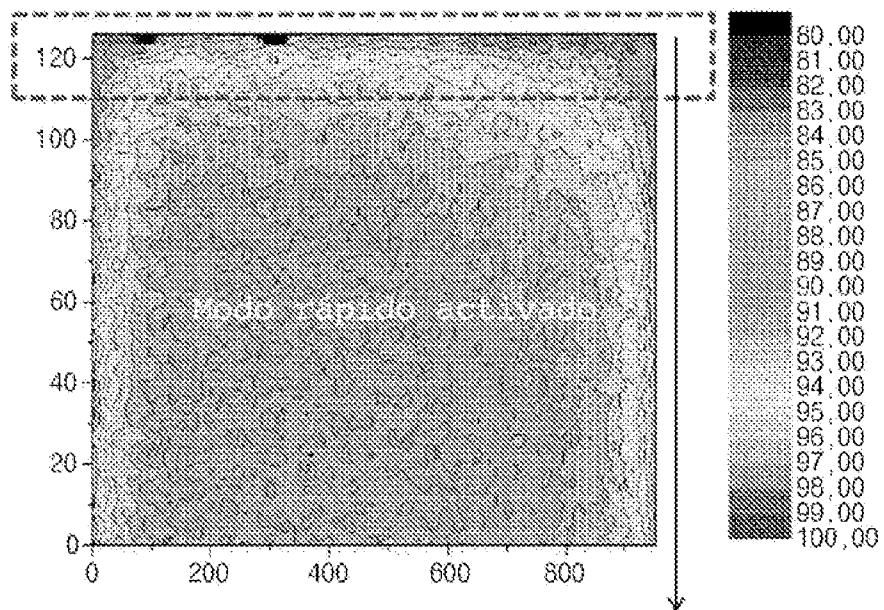


FIG. 7

