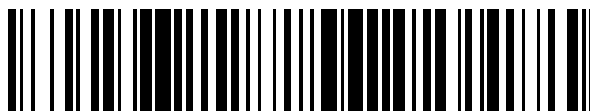


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 825**

51 Int. Cl.:

H05B 6/06 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2013 PCT/JP2013/064424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13172481**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013 E 13727400 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2850914**

54 Título: **Sistema de calentamiento por inducción, método de calentamiento por inducción, aparato de supervisión de salida, método de supervisión de salida y aparato de calentamiento por inducción**

30 Prioridad:

18.05.2012 JP 2012115121

18.05.2012 JP 2012115122

18.05.2012 JP 2012115123

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

26.03.2019

73 Titular/es:

NETUREN CO., LTD. (100.0%)

**17-1, Higashigotanda 2-chome Shinagawa-ku
Tokyo 141-8639, JP**

72 Inventor/es:

**ONO, TETSUYA;
SUGIMOTO, MASATO;
KIYOSAWA, YUTAKA;
AIBA, TOSHIHIRO;
OKA, KAZUTOMI;
KOBAYASHI, KUNIHIRO;
IKUTA, FUMIAKI y
KAWASAKI, KAZUHIRO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 705 825 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 calentamiento por inducción, método de calentamiento por inducción, aparato de supervisión de salida, método de supervisión de salida y aparato de calentamiento por inducción.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de calentamiento por inducción y a un método de calentamiento por inducción para suministrar energía eléctrica con diferentes frecuencias a una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción, un aparato de supervisión de salida y un método de supervisión de salida para supervisar una situación de salida cuando la energía eléctrica es suministrada desde un aparato de suministro de energía a una bobina de calentamiento para realizar un calentamiento por inducción y un aparato de calentamiento por inducción que tiene un transformador de corriente de baja frecuencia y un transformador de corriente de alta frecuencia.

Antecedentes de la técnica

15 En un sistema de acuerdo con un primer estado de la técnica relacionada, para realizar un calentamiento por inducción en una pieza de trabajo de acuerdo con la forma de la pieza de trabajo o una porción de la pieza de trabajo a calentar o de acuerdo con la disposición de una bobina con respecto a la pieza de trabajo, una forma de soporte de la pieza de trabajo, o similares, se disponen diferentes tipos de aparatos de calentamiento por inducción múltiple. Por ejemplo, cuando se realiza el calentamiento por inducción, la profundidad de penetración de un flujo magnético, que se genera desde una bobina de calentamiento, desde la superficie externa de una pieza de trabajo al interior de una pieza de trabajo depende de una frecuencia, se selecciona una frecuencia de acuerdo con el espesor de una capa de tratamiento térmico. Para engrosar la capa de tratamiento térmico, se utiliza una baja frecuencia y para hacer la capa de tratamiento térmico más superficial, se utiliza una alta frecuencia. Para este fin, hay un sistema configurado mediante la disposición de fuentes de energía que tienen diferentes frecuencias de salida y la conexión de las fuentes de energía a los aparatos de calentamiento por inducción a través de conmutadores, respectivamente, para realizar el calentamiento por inducción en las piezas de trabajo a través de las diferentes frecuencias (véase, por ejemplo, el documento JP60-249288A).

Además, recientemente, el calentamiento por inducción se ha realizado utilizando una pluralidad de frecuencias, no una frecuencia. Por ejemplo, el calentamiento por inducción se ha realizado superponiendo una baja frecuencia y una alta frecuencia al mismo tiempo.

30 Sin embargo, si un sistema de suministro de energía para producir energía eléctrica de una pluralidad de frecuencias está dispuesto con respecto a un aparato de calentamiento por inducción, el equipo se vuelve grande de tamaño y el sistema de calentamiento por inducción se vuelve caro. Además, en el sistema divulgado en el documento JP60-249288A es imposible unir bobinas de calentamiento de forma o tamaño diferente en los aparatos de calentamiento por inducción y establecer libremente un gráfico de tiempo de suministro de energía a cada bobina de calentamiento. Además, si se supone que el espesor de la capa de tratamiento térmico se hace diferente para cada pieza de trabajo o que se realizan varios tratamientos térmicos como el temple y el revenido en los aparatos individuales de calentamiento por inducción, ya que las impedancias de carga, incluyendo las piezas de trabajo, son diferentes con respecto al sistema de suministro de energía, es necesario proporcionar un sistema de suministro de energía a gran escala o circuito de adaptación y, por tanto, todo el sistema de calentamiento por inducción se convierte en uno a gran escala.

40 El documento KR2011 0134022A divulga un método de funcionamiento de frecuencia dual simultánea para un proceso de procesamiento térmico de un método de calentamiento por inducción. En un sistema de acuerdo con un segundo estado de la técnica relacionada, se utiliza un aparato de suministro de energía para suministrar energía eléctrica a una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción. Este sistema incluye, por ejemplo, una fuente de energía de alta frecuencia, un transformador de corriente que tiene el lado primario conectado a la fuente de energía de alta frecuencia y una pluralidad de bobinas de calentamiento por inducción conectadas en paralelo al lado secundario del transformador de corriente (véase, por ejemplo, el documento JP2009-158394A). En este sistema, se proporciona un sensor de detección de tensión en el lado secundario del transformador de corriente y se proporciona un sensor de detección de corriente en una posición adyacente a las bobinas de calentamiento por inducción. En base al valor de una tensión que detecta el sensor de detección de tensión y el valor de una corriente que detecta el sensor de detección de corriente, se controla la magnitud de la energía eléctrica que se suministra a las bobinas de calentamiento por inducción.

Sin embargo, cuando el aparato de suministro de energía produce energía eléctrica mediante un método de multiplexación por división en el tiempo o un método de superposición, es imposible supervisar la situación de salida. Además, en un caso donde una pluralidad de aparatos de suministro de energía suministran energía eléctrica de

acuerdo con una condición de suministro solicitada por cada aparato de calentamiento por inducción, no hay ningún método para confirmar si la energía eléctrica se está suministrando de acuerdo con la condición de suministro.

Resumen de la invención

5 Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de calentamiento por inducción capaz de suministrar energía eléctrica desde un sistema de fuente de energía única a una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción y establecer libremente un gráfico de tiempo del suministro de energía para cada aparato de calentamiento por inducción.

10 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un sistema de calentamiento por inducción incluye una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción, cada uno de los aparatos de calentamiento por inducción que incluye un transformador de corriente de alta frecuencia, un transformador de corriente de baja frecuencia y una bobina de calentamiento para la cual un lado secundario del transformador de corriente de alta frecuencia y un lado secundario del transformador de corriente de baja frecuencia están conectados en paralelo, un conmutador de entrada de alta frecuencia conectado a un lado primario del transformador de corriente de alta frecuencia, un conmutador de entrada de baja frecuencia conectado a un lado primario del transformador de corriente de baja frecuencia, una primera fuente de energía configurada para establecer una relación entre un tiempo de salida de alta frecuencia y un tiempo de salida de baja frecuencia con respecto a un período de salida y para producir una energía eléctrica de alta frecuencia y una energía eléctrica de baja frecuencia, una segunda fuente de energía configurada para producir una energía eléctrica de una frecuencia que es diferente a una frecuencia de la salida de energía eléctrica de la primera fuente de energía, un conmutador de salida de la primera fuente de energía dispuesto para poder conectarse a un terminal de salida de baja frecuencia de la primera fuente de energía, un conmutador de salida de la segunda fuente de energía dispuesto para ser conectado a un terminal de salida de la segunda fuente de energía y un controlador de conmutación configurado para controlar el conmutador de entrada de alta frecuencia y el conmutador de entrada de baja frecuencia para cada uno de los aparatos de calentamiento por inducción y para controlar el conmutador de salida de la primera fuente de energía y el conmutador de salida de la segunda fuente de energía para conectar al menos uno de los aparatos de calentamiento por inducción a al menos una de la primera fuente de energía y la segunda fuente de energía. Cada uno de los aparatos de calentamiento por inducción incluye además un controlador de calentamiento configurado para enviar una señal de solicitud de conmutación al controlador de conmutación para encender uno de, el conmutador de salida de la primera fuente de energía y el conmutador de salida de la segunda fuente de energía, para apagar el otro de, el conmutador de salida de la primera fuente de energía y el conmutador de salida de la segunda fuente de energía, y para encender o apagar cada uno de, el conmutador de entrada de alta frecuencia y el conmutador de entrada de baja frecuencia.

35 Al recibir la señal de solicitud de conmutación, el controlador de conmutación controla el conmutador de salida de la primera fuente de energía y el conmutador de salida de la segunda fuente de energía y también el conmutador de entrada de alta frecuencia y el conmutador de entrada de baja frecuencia que están conectados al aparato de calentamiento por inducción desde el que se envía la señal de solicitud de conmutación. El controlador de conmutación envía una señal de finalización de conmutación al aparato de calentamiento por inducción cuando el controlador de conmutación ha completado el control según la señal de solicitud de conmutación. Al recibir la señal de finalización de conmutación, el aparato de calentamiento por inducción controla la salida de la primera fuente de energía y la salida de la segunda fuente de energía.

40 De acuerdo con los aspectos anteriores de la presente invención, el sistema de fuente de energía está configurado para producir una pluralidad de frecuencias. El sistema de fuente de energía puede producir, para los aparatos de calentamiento por inducción, la alta frecuencia y la baja frecuencia de forma simultánea o alterna. Por lo tanto, la relación entre el componente de alta frecuencia y el componente de baja frecuencia de la energía eléctrica suministrada desde el sistema de fuente de energía hasta los aparatos de calentamiento por inducción se puede establecer de manera opcional. Por consiguiente, cuando las frecuencias de salida del sistema de fuente de energía son f_1 , f_2 y f_3 , se puede proporcionar el efecto (de aquí en adelante, el "efecto de frecuencia") equivalente a un caso en el que se realiza un calentamiento por inducción con una frecuencia distinta de f_1 , f_2 y f_3 . Además, debido a que la pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción recibe energía de un solo sistema de fuente de energía, es posible reducir el tamaño del sistema.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de calentamiento por inducción de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista que ilustra de manera esquemática una forma de onda producida desde una primera fuente de energía en la figura 1.

ES 2 705 825 T3

La figura 3 es un diagrama de circuito que ilustra una configuración de circuito entre un sistema de fuente de energía y una bobina de calentamiento en el sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de circuito que ilustra otra configuración de circuito entre el sistema de fuente de energía y la bobina de calentamiento en el sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

- 5 La figura 5 es una vista que ilustra de manera esquemática las formas de onda de la señal producidas y controladas desde la primera fuente de energía mostrada en la figura 3.

La figura 6 es una vista lateral que ilustra de manera esquemática la disposición y configuración de un aparato de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

- 10 La figura 7 es una vista lateral que ilustra de manera esquemática una sección de soporte inferior del aparato de calentamiento por inducción mostrado en la figura 6.

La figura 8A es una vista en planta parcial que ilustra las proximidades de los extremos traseros de un carro y una placa de base en el aparato de calentamiento por inducción mostrado en la figura 6 y la figura 8B es una vista lateral parcial que ilustra el carro.

- 15 La figura 9 es una vista trasera parcial que ilustra las proximidades de los extremos traseros del carro y la placa de base en el aparato de calentamiento por inducción mostrado en la figura 6.

- 20 Las figuras 10A a 10C son vistas laterales parciales que ilustran las proximidades de los extremos delanteros del carro y la placa de base en el aparato de calentamiento por inducción mostrado en la figura 6. Más específicamente, la figura 10A es una vista que ilustra una situación en la que un transformador de corriente de baja frecuencia se coloca en un armazón de montaje, la figura 10B es una vista que ilustra un proceso de traslado del transformador de corriente de baja frecuencia desde el estado de la figura 10A al carro y la figura 10C es una vista que ilustra una situación donde el transformador de corriente de baja frecuencia se monta en una placa de carro y se retira.

Las figuras 11A y 11B son una vista en sección transversal y una vista en planta que ilustran un estado donde una trayectoria de suministro de energía de alta frecuencia y una trayectoria de suministro de energía de baja frecuencia están dispuestas en el armazón de un conducto, respectivamente.

- 25 Las figuras 12A y 12B son una vista en planta y una vista frontal que ilustran la configuración de cada conmutador en el sistema de calentamiento por inducción de la figura 1, respectivamente.

- 30 La figura 13 es una vista que ilustra una secuencia en la que cada aparato de calentamiento por inducción realiza un calentamiento por inducción en una pieza de trabajo mediante el sistema de calentamiento por inducción de la figura 1 y muestra un caso donde un primer aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía de la primera fuente de energía por un método por división en el tiempo y realiza un calentamiento por inducción.

- 35 La figura 14 es una vista que ilustra una secuencia en la que cada aparato de calentamiento por inducción realiza un calentamiento por inducción en una pieza de trabajo mediante el sistema de calentamiento por inducción de la figura 1 y muestra un caso donde el primer aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía de la primera fuente de energía y una segunda fuente de energía por un método de superposición y realiza el calentamiento por inducción.

La figura 15 es un gráfico de tiempo que ilustra cuántos aparatos de calentamiento por inducción a los que un sistema de fuente de energía puede suministrar energía eléctrica. En la figura 15, (a) muestra un caso de uso de dos aparatos de calentamiento por inducción, (b) muestra un caso de uso de tres aparatos de calentamiento por inducción y (c) muestra un caso de uso de cinco aparatos de calentamiento por inducción.

- 40 Las figuras 16A a 16D son vistas que ilustran ejemplos de pantallas de configuración de condición que se utilizan en el caso de usar cada aparato de calentamiento por inducción para establecer una condición de calentamiento en una unidad de control del sistema que incluye un controlador de conmutación. Más específicamente, la figura 16A muestra un ejemplo de ajustes de condición de etapas, la figura 16B muestra una primera tabla de ajuste del método por división en el tiempo, la figura 16C muestra una segunda tabla de ajuste del método por división en el tiempo y la figura 16D es una primera tabla del método de superposición.

- 45

La figura 17 es una vista que ilustra un ejemplo de una pantalla de supervisión de salida.

La figura 18 es una vista para explicar un primer método de supervisión de salida.

La figura 19 es una vista para explicar un segundo método de supervisión de salida. En la figura 19, (a) muestra los cambios de una tensión de CC y una CC con el tiempo y (b) a (e) muestran los cambios de una señal DT, el consumo de energía de baja frecuencia integral, el consumo de energía de alta frecuencia integral y una señal térmica con el tiempo, respectivamente.

5 La figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un aparato de supervisión de salida.

La figura 21 es una vista que muestra un caso donde la energía eléctrica es suministrada por el método de superposición e ilustra la existencia o no existencia de la salida de una primera frecuencia y la existencia o no existencia de la salida de una segunda frecuencia en series temporales.

Descripción de los modos de realización

10 De aquí en adelante, un sistema de calentamiento por inducción de acuerdo con un modo de realización de la presente invención se describirá en detalle haciendo referencia a los dibujos.

Configuración general del sistema de calentamiento por inducción

15 La figura 1 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de calentamiento por inducción de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 1, un sistema 1 de calentamiento por inducción de acuerdo con un modo de realización de la presente invención incluye una pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción, un sistema 20 de fuente de energía que incluye una primera fuente 21 de energía y una segunda fuente 26 de energía y una sección 30 de conmutación que están interpuestas entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción y una conexión de conmutación entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción. La sección 30 de conmutación incluye un conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía que está conectado a la primera fuente 21 de energía, un conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía que está conectado a la segunda fuente 26 de energía y conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia que están conectados a los lados de entrada de los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales. En la figura 1, se muestran tres aparatos 10 de calentamiento por inducción. Sin embargo, puede proporcionarse un aparato de calentamiento por inducción, dos, cuatro o más. De aquí en adelante, con respecto a un caso donde se proporcionan tres aparatos de calentamiento por inducción, se describirá la configuración de cada unidad.

Aparato de calentamiento por inducción

30 En la figura 1, al igual que los aparatos 10 de calentamiento por inducción, se proporcionan los aparatos de calentamiento por inducción primero 10A, segundo 10B y tercero 10C. Cada uno de los aparatos 10 de calentamiento por inducción incluye un transformador 11 de corriente de alta frecuencia, un transformador 12 de corriente de baja frecuencia, una bobina 13 de calentamiento y un controlador 14 de calentador.

35 Cada uno de los transformadores 11 de corriente de alta frecuencia y los transformadores 12 de corriente de baja frecuencia incluyen un devanado primario y un devanado secundario. La relación de giro de cada aparato 10 de calentamiento por inducción depende de si el aparato de calentamiento por inducción es para una alta frecuencia o una baja frecuencia. Cada uno de los transformadores 11 de corriente de alta frecuencia y los transformadores 12 de corriente de baja frecuencia pueden tener un núcleo tal como un núcleo de hierro. Cada transformador 11 de corriente de alta frecuencia puede tener un núcleo de aire, no un núcleo. Si los transformadores 11 de corriente de alta frecuencia tienen núcleos depende de los aparatos 10 de calentamiento por inducción. Dicho de otro modo, en al menos uno de los aparatos 10 de calentamiento por inducción del sistema 1 de calentamiento por inducción, el transformador 11 de corriente de alta frecuencia tiene un núcleo de aire, no un núcleo, y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia tiene un núcleo.

40 En cada uno de los transformadores 11 de corriente de alta frecuencia y los transformadores 12 de corriente de baja frecuencia, el devanado secundario está conectado en paralelo a la bobina 13 de calentamiento. En este caso, las formas y dimensiones de las bobinas 13 de calentamiento se seleccionan de acuerdo con las piezas de trabajo a someter a calentamiento por inducción en los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales. Por lo tanto, las impedancias de las bobinas 13 de calentamiento dependen de las bobinas 13 de calentamiento.

Sistema de fuente de energía

El sistema 20 de fuente de energía incluye la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía.

50 La primera fuente 21 de energía cambia las relaciones de un tiempo de salida de alta frecuencia y un tiempo de salida de baja frecuencia con respecto a un período de salida y produce energía eléctrica de diferentes frecuencias. La primera fuente 21 de energía produce de manera alternativa una alta frecuencia como 200kHz y una baja

5 frecuencia como 10kHz en poco tiempo. La primera fuente 21 de energía ajusta la relación de salida de la alta frecuencia y la baja frecuencia en un tiempo (denominado período de salida) T, entre 0% y 100%. La figura 2 es una vista que ilustra de manera esquemática una forma de onda producida desde la primera fuente 21 de energía. El eje horizontal representa el tiempo y el eje vertical representa la relación de trabajo DT de la baja frecuencia y las intensidades de salida. Como se muestra en la figura 2, en el periodo de salida T como 100mseg, en un tiempo t_B , se produce la baja frecuencia, y en un tiempo t_A , se produce la alta frecuencia. La relación de trabajo de la baja frecuencia se establece en 100% en un caso donde solo se produce una tensión o corriente de baja frecuencia desde la primera fuente 21 de energía en el período de salida y se establece en 0% en un caso donde solo se produce una tensión o corriente de alta frecuencia. El período de salida T es la suma del tiempo t_B y el tiempo t_A , y la relación (t_B/T) del tiempo t_B , cuando solo se produce la baja frecuencia, con respecto al período de salida T se denominará relación de salida, y la relación de salida t_B/T puede establecerse de manera aleatoria dentro de un rango de 0 a 1. La relación de salida es la relación de trabajo de la baja frecuencia. Además, la relación de trabajo de la alta frecuencia es definida como un valor obtenido al restar la relación de trabajo de la baja frecuencia de 1. Por lo tanto, la relación de salida se puede establecer en 0%, de modo que la primera fuente 21 de energía solo produzca la alta frecuencia, o se puede establecer en 100%, de modo que la primera fuente 21 de energía solo produzca la baja frecuencia.

20 La segunda fuente 26 de energía produce energía eléctrica de una frecuencia diferente de las frecuencias de salida de la primera fuente 21 de energía. Por ejemplo, la segunda fuente 26 de energía produce energía eléctrica de una baja frecuencia como 3kHz o 8,5kHz. Por lo tanto, solo la segunda fuente 26 de energía puede suministrar energía eléctrica a cada aparato 10 de calentamiento por inducción o la primera fuente 21 de energía puede producir la alta frecuencia y la segunda fuente de energía puede solo producir la baja frecuencia de modo que se suministre energía eléctrica a la bobina de calentamiento de cada aparato 10 de calentamiento por inducción por la onda de síntesis de la alta frecuencia y la baja frecuencia.

25 En el modo de realización de la presente invención, debido a que la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía suministran energía eléctrica a diferentes frecuencias a cada aparato 10 de calentamiento por inducción, es posible calentar piezas de trabajo a diferentes profundidades de las superficies externas de las piezas de trabajo y a diferentes temperaturas. Una descripción más detallada se hará a continuación.

Sección de conmutación

30 La sección 30 de conmutación incluye una pluralidad de conmutadores para conmutar la conexión del sistema 20 de fuente de energía de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía con los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales. La sección 30 de conmutación incluye el conmutador 31 de salida de la primera fuente de energía conectado al terminal de salida de baja frecuencia de la primera fuente 21 de energía, el conmutador 32 de salida de la segunda fuente de energía conectado al terminal de salida de la segunda fuente 26 de energía, los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia de los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales y un controlador 35 de conmutación que generalmente controla la conmutación de los conmutadores individuales 31 a 34.

40 En cada aparato 10 de calentamiento por inducción, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia está conectado al devanado primario del transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia está conectado al devanado primario del transformador 12 de corriente de baja frecuencia. El controlador 35 de conmutación controla el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia de los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales.

Método de suministro de energía del sistema de fuente de energía a cada aparato de calentamiento por inducción por la sección de conmutación

45 Como es sabido, debido al efecto pelicular, a baja frecuencia, una corriente parásita fluye hasta un área profunda desde la superficie externa de una pieza de trabajo y, a alta frecuencia, una corriente parásita fluye solo cerca de la superficie externa de una pieza de trabajo, es decir, en un área poco profunda. En base a este efecto, en varios tratamientos de calentamiento por inducción, como el temple y el revenido, es posible controlar las profundidades de las capas endurecidas mediante diferencias de frecuencia. En esta especificación, este efecto se denominará efecto de frecuencia. Cuando se realiza un tratamiento de calentamiento por inducción en la realidad, para obtener una capa endurecida de un espesor apropiado, se selecciona una fuente de energía para producir una frecuencia apropiada.

55 El sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 incluye el sistema 20 de fuente de energía que es la combinación de dos tipos de fuentes de energía, es decir, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía. Por lo tanto, es posible usar solo la primera fuente 21 de energía para suministrar energía eléctrica mediante el método por división en el tiempo y también es posible suministrar energía eléctrica a cada bobina 13 de calentamiento mediante el denominado método de superposición de superponer la salida de alta frecuencia de la

5 primera fuente 21 de energía y la salida de baja frecuencia de la segunda fuente 26 de energía. En caso de utilizar el método por división en el tiempo, se controla la relación de salida de la alta frecuencia f_A y la salida de baja frecuencia f_B de la primera fuente 21 de energía. Por lo tanto, se obtiene el efecto del calentamiento por inducción mediante una frecuencia f entre la alta frecuencia f_A y la baja frecuencia f_B ($f_B < f < f_A$) (de aquí en adelante, este efecto se denominará efecto de frecuencia). En caso de utilizar el método de superposición, se controla la relación de energía de las frecuencias, es decir, la salida de alta frecuencia de la primera fuente 21 de energía y la salida de baja frecuencia de la segunda fuente 26 de energía. Por lo tanto, se obtiene el efecto de calentamiento por inducción mediante una frecuencia entre la alta frecuencia y la baja frecuencia. Dicho de otro modo, no solo en el método por división en el tiempo sino también en el método de superposición, el sistema 20 de fuente de energía única tiene una función de fuente de energía de frecuencia múltiple.

15 En la sección 30 de conmutación, un conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y un conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados a una opción de los aparatos 10 de calentamiento por inducción se pueden encender para suministrar energía eléctrica desde el sistema 20 de fuente de energía al aparato 10 de calentamiento por inducción. Por lo tanto, es posible utilizar el sistema 20 de fuente de energía única para suministrar energía eléctrica de acuerdo con una condición de calentamiento a cada aparato 10 de calentamiento por inducción.

20 Debido a que el modo de realización de la presente invención está totalmente equipado con el sistema 20 de fuente de energía para producir una pluralidad de frecuencias como se describió anteriormente, es posible producir simultánea o alternativamente la alta frecuencia y una baja frecuencia desde el sistema 20 de fuente de energía a cada aparato 10 de calentamiento por inducción. Por lo tanto, es posible seleccionar de manera aleatoria la relación del componente de baja frecuencia y del componente de alta frecuencia de la energía eléctrica que se suministrará desde el sistema 20 de fuente de energía a cada aparato 10 de calentamiento por inducción y obtener el efecto de frecuencia mediante calentamiento por inducción.

25 Además, como se muestra en la figura 1, uno o más aparatos 10 de calentamiento por inducción están conectados al sistema 20 de fuente de energía única según una conmutación de la conexión por el controlador 35 de conmutación y, por ejemplo, la selección de frecuencia, el ajuste de la relación de salida y la configuración de varios parámetros como las intensidades de la alta frecuencia y la baja frecuencia se realizan a través del controlador 35 de conmutación. Por lo tanto, en cada aparato 10 de calentamiento por inducción, es posible realizar un calentamiento por inducción de modo que se obtenga un efecto de frecuencia apropiado. Debido a que se utiliza el sistema 20 de fuente de energía única, la tasa de utilización del sistema 20 de fuente de energía aumenta y se obtienen el efecto de ahorro de espacio y el efecto de ahorro de energía de acuerdo con un calentamiento por inducción eficiente mediante una frecuencia óptima.

35 En este caso, cada aparato 10 de calentamiento por inducción tiene un controlador 14 de calentador y el controlador 14 de calentador está conectado al controlador 35 de conmutación. El controlador 35 de conmutación está conectado a un controlador 21x de fuente de energía de la primera fuente 21 de energía, un controlador 26x de fuente de energía de la segunda fuente 26 de energía, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia conectados a los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales. Por lo tanto, todas las señales de la primera fuente 21 de energía, la segunda fuente 26 de energía y los controladores 14 de calentador de los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales entran al controlador 35 de conmutación. Todas las señales de comando a la primera fuente 21 de energía, la segunda fuente 26 de energía, los controladores 14 de calentador de los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales y a los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y a los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia conectados a los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales son producidas por el controlador 35 de conmutación. Por estas razones, el controlador 35 de conmutación puede denominarse unidad de control del sistema.

Configuración del circuito eléctrico en el sistema de calentamiento por inducción.

50 Ahora, se describirá la configuración del circuito entre el sistema 20 de fuente de energía y las bobinas 13 de calentamiento con más detalle, tomando como ejemplo un caso donde en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, el controlador 35 de conmutación enciende el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, apaga el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía, enciende el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectado al primer aparato 10A de calentamiento por inducción y apaga los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia conectados a los otros aparatos 10B y 10C de calentamiento por inducción. Esta configuración de circuito se aplica de manera similar incluso en un caso de encendido de un conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y un conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectado a un aparato 10B o 10C de calentamiento por inducción específico distinto del primer aparato 10A de calentamiento por inducción. Sin embargo, debido a que las distancias de las trayectorias de suministro de energía entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales dependen de los aparatos 10 de calentamiento por inducción, las inductancias de las trayectorias de suministro de energía son diferentes. Con

respecto a este asunto, para simplificar la explicación, no se mencionarán las diferencias entre las constantes de las trayectorias del suministro de energía.

La figura 3 es un diagrama de circuito que ilustra la configuración del circuito entre el sistema 20 de fuente de energía y una bobina 13 de calentamiento en el sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1. La figura 3 muestra un caso donde el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y un conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y un conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados a uno de los aparatos de calentamiento por inducción están en estado ENCENDIDO. La primera fuente 21 de energía que sirve como sistema 20 de fuente de energía tiene un terminal de salida de alta frecuencia y un terminal de salida de baja frecuencia. El lado primario del transformador 11 de corriente de alta frecuencia está conectado al terminal de salida de alta frecuencia. El transformador 12 de corriente de baja frecuencia está conectado al terminal de salida de baja frecuencia. La bobina 13 de calentamiento está conectada en paralelo a cada uno de los lados secundarios del transformador 11 de corriente de alta frecuencia y del transformador 12 de corriente de baja frecuencia.

La primera fuente 21 de energía incluye un convertidor 21a configurado para convertir la energía comercial suministrada desde una fuente 2 de energía comercial en una corriente continua y un inversor 21b configurado para convertir la salida de corriente continua del convertidor 21a en una frecuencia determinada. Tanto el convertidor 21a como el inversor 21b están controlados por una unidad 21c de control del inversor que actúa como el controlador 21x de la fuente de energía, y en concreto, el inversor 21b convierte la corriente continua en una frecuencia designada de acuerdo con una señal de control de la unidad 21c de control del inversor. Con respecto al inversor 21b, un filtro 21d de paso alto y un filtro 21e de paso bajo están conectados en paralelo. El terminal de salida de alta frecuencia se proporciona en el lado de salida del filtro 21d de paso alto y el terminal de salida de baja frecuencia se proporciona en el lado de salida del filtro 21e de paso bajo.

En el transformador 11 de corriente de alta frecuencia, un transformador está configurado por un devanado 11a primario y un devanado 11b secundario. En el caso mostrado en la figura 3, el devanado 11b secundario está conectado en serie a dos bobinas 11d y 11e. Entre la bobina 11d y la bobina 11e está interpuesto un condensador 11c. La capacidad del condensador 11c se establece de modo que el condensador 11c tenga una baja impedancia con respecto a la alta frecuencia y tenga una alta impedancia con respecto a la baja frecuencia. Entonces, es posible aplicar energía eléctrica con un buen balance de la alta frecuencia y la baja frecuencia a la bobina 13 de calentamiento.

En el transformador 12 de corriente de baja frecuencia, un transformador está configurado por un devanado 12a primario y un devanado 12b secundario. En el caso mostrado en la figura 3, una pluralidad de tomas 12c están unidas al devanado 12a primario de modo que es posible ajustar el número de vueltas. Se proporciona un núcleo 12d como un núcleo de hierro para facilitar la inducción mutua del devanado 12a primario y el devanado 12b secundario. Además, a ambos extremos del devanado 12b secundario están conectadas las barras colectoras, respectivamente, y cada una de las barras colectoras está conectada a la bobina 13 de calentamiento. En la figura 3, las barras colectoras se muestran como sus impedancias 12e y 12f. Las impedancias 12e y 12f forman un tipo de filtro, de modo que la alta frecuencia no entra desde el transformador 11 de corriente de alta frecuencia al transformador 12 de corriente de baja frecuencia.

Como se describió anteriormente, cada uno de, el transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia incluye no solo el transformador compuesto por el devanado primario y el devanado secundario, sino también un circuito de adaptación para realizar la adaptación de impedancia entre la bobina 13 de calentamiento y el sistema 20 de fuente de energía. Además, debido a que el transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia están conectados en paralelo a la bobina 13 de calentamiento, incluyen circuitos de filtro, respectivamente, de modo que incluso si la baja frecuencia fluye hacia el lado secundario del transformador 11 de corriente de alta frecuencia, la baja frecuencia no puede entrar al devanado 11b secundario, e incluso si la alta frecuencia fluye hacia el lado secundario del transformador 12 de corriente de baja frecuencia, la alta frecuencia no puede entrar en el devanado 12b secundario. Por lo tanto, cada transformador de corriente también puede denominarse como un circuito regulador que incluye un transformador, un circuito de adaptación y un circuito de filtro.

La figura 4 es un diagrama de circuito que ilustra otra configuración de circuito entre el sistema 20 de fuente de energía y una bobina 13 de calentamiento en el sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1. La figura 4 muestra un caso donde el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y un conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y un conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados a uno de los aparatos de calentamiento por inducción están en estado ENCENDIDO.

El circuito mostrado en la figura 4 es diferente del circuito mostrado en la figura 3 porque la segunda fuente 26 de energía está conectada al transformador 12 de corriente de baja frecuencia a través del conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía. Por ejemplo, como se muestra en la figura 4, la segunda fuente 26 de energía tiene la misma configuración de circuito que la de la primera fuente 21 de energía. Sin embargo, la segunda fuente 26 de energía es diferente de la primera fuente 21 de energía porque, al controlar una unidad 26c de control del

inversor, que actúa como el controlador 26x de la fuente de energía, en un convertidor 26a y un inversor 26b, el control en el inversor 26b siempre produce energía eléctrica de una frecuencia específica.

Disposición del transformador de corriente de alta frecuencia y del transformador de corriente de baja frecuencia

5 En la configuración del sistema mostrada en la figura 1, cada aparato 10 de calentamiento por inducción incluye un transformador 11 de corriente de alta frecuencia y un transformador 12 de corriente de baja frecuencia. Como se describió anteriormente, el transformador 11 de corriente de alta frecuencia no tiene núcleo, mientras que el transformador 12 de corriente de baja frecuencia tiene un núcleo. La razón por la que el transformador 11 de corriente de alta frecuencia no tiene núcleo es porque, a una alta frecuencia, una tensión que se aplica al lado primario de un transformador es mayor que la de una baja frecuencia y, por tanto, es difícil hacer de manera sencilla un transformador con un núcleo capaz de soportar esa alta tensión.

15 En general, un núcleo está compuesto por un núcleo de hierro o similar. Por lo tanto, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia es más pesado que el transformador 11 de corriente de alta frecuencia. Por esta razón, en el caso de disponer el transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia uno encima del otro, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia con el núcleo se dispone en el lado inferior, y en el transformador 12 de corriente de baja frecuencia se dispone el transformador 11 de corriente de alta frecuencia (véase la figura 6). Por lo tanto, es posible reducir las dimensiones del aparato 10 de calentamiento por inducción en una vista en planta, en comparación con un caso donde el transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia están dispuestos horizontalmente, uno al lado del otro. Concretamente, en el caso de usar el sistema 20 de fuente de energía única para suministrar energía eléctrica a la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción como se muestra en la figura 1, es preferible que las distancias entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción sean lo más cortas posible. En este caso, los cableados de conexión, como las barras colectoras entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción son cortos y, por tanto, la influencia de los cableados de conexión en un componente de inductancia puede no ser necesario considerarla. Además, se suprime la caída de tensión entre el sistema 20 de fuente de energía y los aparatos 10 de calentamiento por inducción.

Reemplazo del transformador de corriente de baja frecuencia-1

30 En el sistema 1 de calentamiento por inducción de acuerdo con el modo de realización de la presente invención, las bobinas 13 de calentamiento de acuerdo con las formas y dimensiones de las áreas de tratamiento térmico de las piezas de trabajo están diseñadas y dispuestas en los aparatos 10 de calentamiento por inducción y, de acuerdo con las condiciones de calentamiento de las piezas de trabajo, se selecciona si se combinan las frecuencias, la magnitud de cada frecuencia, etc. Además, para realizar el calentamiento por inducción en piezas de trabajo de diferentes tipos, las bobinas 13 de calentamiento diseñadas de acuerdo con las condiciones de calentamiento para cada pieza de trabajo están unidas a los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales y, de acuerdo con las condiciones de calentamiento establecidas para los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales por el sistema 20 de fuente de energía única, se suministra energía eléctrica desde el sistema 20 de fuente de energía a los aparatos 10 de calentamiento por inducción. Por lo tanto, las bobinas 13 de calentamiento son diferentes para cada aparato 10 de calentamiento por inducción.

40 En un caso donde el transformador 11 de corriente de alta frecuencia tiene el devanado 11a primario y el devanado 11b secundario pero no tiene un núcleo tal como un núcleo de hierro como se describió anteriormente, es difícil que un cambio en la impedancia de la bobina 13 de calentamiento conectada al lado del terminal de salida del transformador 11 de corriente de alta frecuencia se transmita al sistema 20 de fuente de energía. Por lo tanto, en un caso donde la bobina 13 de calentamiento tiene una alta impedancia, un cambio en la impedancia del lado de carga visto desde el sistema 20 de fuente de energía no aumenta.

45 Sin embargo, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia incluye el devanado 12a primario y el devanado 12b secundario, e incluye el núcleo 12d tal como un núcleo de hierro para mejorar el acoplamiento entre el devanado 12a primario y el devanado 12b secundario. Por esta razón, si se reemplaza la bobina 13 de calentamiento conectada al lado del terminal de salida del transformador 12 de corriente de baja frecuencia, es fácil que un cambio en la impedancia de la bobina 13 de calentamiento se transmita al sistema 20 de fuente de energía. Por lo tanto, en un caso donde la bobina 13 de calentamiento tiene alta impedancia, la impedancia del lado de carga visto desde el sistema 20 de fuente de energía se vuelve alta y se hace difícil obtener una adaptación de impedancia.

55 Por esta razón, en el caso de reemplazar la bobina 13 de calentamiento, puede ser necesario reemplazar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia con uno diferente en la relación de giro del devanado 12a primario y el devanado 12b secundario. Con respecto a este punto, se puede considerar que proporciona una cantidad de tomas al devanado 12a primario en el transformador 12 de corriente de baja frecuencia como se muestra en la figura 3, ampliando de este modo el rango ajustable de la relación de giro. Sin embargo, en el caso de que se proporcionen una cantidad de tomas al devanado 12a primario, por ejemplo, en un transformador que tenga tomas desde 4T hasta

8T de acuerdo con el número de vueltas, si el calentamiento por inducción se realiza en una pieza de trabajo capaz de aceptar la adaptación en la toma de 4T, se genera en la toma de 8T una tensión que es dos veces la tensión en la toma de 4T. Debido a que una tensión en el devanado 12a primario se convierte en una tensión extremadamente alta, por ejemplo, el máximo de 4000V, de acuerdo con una condición de adaptación, si esta tensión se aplica a la toma de 4T, en la toma de 8T, se genera una tensión de 8000V. Además, debido a que la salida de la primera fuente 21 de energía es extremadamente grande, como el máximo de 600kW, aumenta la posibilidad de que se produzca una ruptura del aislamiento, como una chispa. Por lo tanto, no es práctico proporcionar muchas tomas para conmutar al devanado primario del transformador 12 de corriente de baja frecuencia.

Reemplazo del transformador de corriente de baja frecuencia-2

En el caso de suministrar de manera alternativa la alta frecuencia y la baja frecuencia desde el sistema 20 de fuente de energía a la bobina 13 de calentamiento mediante el método por división en el tiempo, aceptar una adaptación de impedancia es más difícil en la baja frecuencia que en la alta frecuencia. La figura 5 es una vista que ilustra de manera esquemática las formas de onda de la señal producidas y controladas desde la primera fuente 21 de energía mostrada en la figura 3. El eje horizontal representa el tiempo y el eje vertical representa las intensidades de la señal. En la figura 5, (a) muestra la forma de onda de ENCENDIDO/APAGADO de la salida de la primera fuente 21 de energía, (b) muestra la forma de onda de la relación de trabajo de la baja frecuencia, (c) muestra la forma de onda de una tensión Vcc de CC de la primera fuente 21 de energía y (d) muestra una corriente Icc de CC de la primera fuente 21 de energía.

En el caso de encender la salida de la primera fuente 21 de energía para producir de manera alternativa la baja frecuencia y la alta frecuencia, si un estado de salida de baja frecuencia pasa a un estado de salida de alta frecuencia, la corriente Icc de CC comienza a aumentar. Por el contrario, si el estado de salida de alta frecuencia pasa al estado de salida de baja frecuencia, la corriente Icc de CC comienza a disminuir. Con respecto a la impedancia de la carga vista desde el sistema 20 de fuente de energía, por ejemplo, en un caso donde la impedancia de la alta frecuencia es menor que la impedancia de la baja frecuencia como se muestra en la figura 5, es decir, en un caso donde la diferencia de impedancia entre la alta frecuencia y la baja frecuencia es grande, la corriente Icc de CC aumenta o disminuye como se muestra en la figura 5 siempre que la conmutación se realice entre la alta frecuencia y la baja frecuencia. Por lo tanto, es preferible ajustar las impedancias de la alta frecuencia y la baja frecuencia vistas desde el lado de la fuente de energía en el mismo grado. Para este ajuste, se reemplaza el transformador de corriente de baja frecuencia.

Disposición y configuración de cada parte del aparato de calentamiento por inducción

Por lo tanto, en el modo de realización de la presente invención, es posible proporcionar un mecanismo para reemplazar el transformador de corriente de baja frecuencia (de aquí en adelante, denominado mecanismo de reemplazo), por ejemplo, mediante reacondicionamiento. Como premisa para explicar el mecanismo de reemplazo, se describirán la disposición, configuración y similares del transformador 11 de corriente de alta frecuencia, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia, la bobina 13 de calentamiento y una trayectoria de suministro de energía (de aquí en adelante, denominada una "barra colectora de transmisión de energía", o simplemente una "barra colectora") para conectarlos eléctricamente en el aparato 10 de calentamiento por inducción.

Configuración general del aparato de calentamiento por inducción

La figura 6 es una vista lateral que ilustra de manera esquemática la disposición y configuración del aparato de calentamiento por inducción. En el aparato 10 de calentamiento por inducción, como se muestra en la figura 6, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el transformador 11 de corriente de alta frecuencia están montados y apoyados en un armazón 80 de montaje. El transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el transformador 11 de corriente de alta frecuencia están conectados a conmutadores (no mostrados en la figura 6) a través de las barras colectoras del lado primario 81 y 83, respectivamente, y están conectados en paralelo a la bobina 13 de calentamiento a través de una barra 82 colectora del lado secundario. De aquí en adelante, se hará una descripción en el supuesto de una máquina de temple para calentar y enfriar una pieza de trabajo.

La figura 6 muestra un mecanismo 90 de reemplazo construido como un complemento mediante el ensamblaje de varios miembros de modo que en un caso donde cualquier mecanismo para reemplazar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia no está originalmente provisto en el armazón 80 de montaje, es posible reemplazar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia dispuesto en el armazón 80 de montaje. Para hacer posible retirar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia a la parte trasera (hacia el lado izquierdo del observador en la figura 6), como otro mecanismo de reemplazo, se pueden proporcionar rodillos en las porciones del extremo inferior de ambas superficies laterales del transformador 12 de corriente de baja frecuencia y puede unirse al armazón 80 de montaje un miembro de guía, como un riel para guiar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia hacia la parte trasera. En este caso, se puede montar un mecanismo de reemplazo más simple que el mecanismo 90 de reemplazo que se describirá a continuación haciendo referencia a las figuras 6 a 10C.

Bobina de calentamiento

5 La bobina 13 de calentamiento está conectada a la barra 82 colectora del lado secundario, similar a una placa, conectada al transformador 11 de corriente de alta frecuencia y al transformador 12 de corriente de baja frecuencia, de modo que la bobina 13 de calentamiento está soportada por la barra colectora del lado secundario. En el aparato 10 de calentamiento por inducción, como bobina 13 de calentamiento, se selecciona y se monta una que tiene una forma y dimensiones correspondientes al área de tratamiento térmico de una pieza de trabajo. En el aparato 10 de calentamiento por inducción, se proporciona un inyector 84 de líquido de temple para inyectar líquido de temple después de que se proporciona calentamiento por inducción.

Transformador de corriente

10 El transformador 11 de corriente de alta frecuencia incluye el devanado primario y el devanado secundario como se describió anteriormente. En el devanado primario y el devanado secundario del transformador 11 de corriente de alta frecuencia, se proporcionan trayectorias de líquido, respectivamente, para permitir que pase el líquido de refrigeración de un sistema de líquido de refrigeración (no mostrado).

15 El transformador 12 de corriente de baja frecuencia incluye el devanado primario, el devanado secundario y el núcleo como se describió anteriormente. El núcleo une el devanado primario y el devanado secundario. En el presente modo de realización, se prepara una pluralidad de transformadores 12 de corriente de baja frecuencia diferentes en el número de vueltas del devanado primario y el devanado secundario y, de estos, se selecciona uno correspondiente a la bobina 13 de calentamiento y que cumple una condición de adaptación de impedancia y está dispuesto en el armazón 80 de montaje. Incluso en el devanado primario y el devanado secundario del transformador 12 de corriente de baja frecuencia, se proporcionan trayectorias de líquido, respectivamente, para permitir que pase el líquido de refrigeración del sistema de líquido de refrigeración (no mostrado).

25 En la superficie del extremo trasero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia, se proporciona un conector 86 y la barra 83 colectora del lado primario está conectada al conector 86 de modo que la barra colectora del lado primario es extraíble. En la porción de extremo delantero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia, se proporciona un conector 87 y la barra 82 colectora del lado secundario está conectada al conector 87 de modo que la segunda barra colectora es extraíble. Las trayectorias de líquido del devanado primario y el devanado secundario del transformador 12 de corriente de baja frecuencia están conectadas al sistema de líquido de refrigeración a través de los acopladores, respectivamente, y son separables por los acopladores. Si la conexión se libera de modo que las trayectorias de líquido se separan de los acopladores, las válvulas internas de los acopladores cierran las trayectorias de flujo.

Armazón de montaje

35 El armazón 80 de montaje está formado por un material de ángulo de acero en forma hueca y sólida. El armazón 80 de montaje incluye una sección 88 de soporte superior para soportar el transformador 11 de corriente de alta frecuencia en la parte superior y una sección 89 de soporte inferior provista debajo de la sección 88 de soporte superior para soportar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia. Enfrente de la sección 88 de soporte superior y la sección 89 de soporte inferior está dispuesta la bobina 13 de calentamiento. Las superficies delanteras de la sección 88 de soporte superior y la sección 89 de soporte inferior están cubiertas por miembros 91 de cubierta para separar la sección de soporte superior y la sección de soporte inferior de una posición de calentamiento. Siempre y cuando el armazón 80 de montaje tenga esta configuración, la forma del armazón de montaje no se limita a la forma mostrada en la figura 6.

Mecanismo de reemplazo

Como se describió anteriormente, en un caso donde hay un mecanismo de reemplazo sencillo unido al armazón 80 de montaje, se puede usar este mecanismo de reemplazo. En el caso de que no haya un mecanismo de reemplazo en el armazón 80 de montaje, se prepara el siguiente mecanismo de reemplazo.

45 Como se muestra en la figura 7, en la sección 89 de soporte inferior, se construye mediante ensamblaje un mecanismo 90 de reemplazo para reemplazar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia. Este mecanismo 90 de reemplazo reacondicionado incluye un soporte 92 de dirección delantera-trasera que está fijado al armazón 80 de montaje y se extiende en la dirección delantera-trasera, una placa 93 de base que se apoya en el soporte 92 de dirección delantera-trasera de modo que la placa de base que se puede desplazar en la dirección delantera-trasera, y un carro 94 que se puede mover en la dirección delantera-trasera en la superficie de desplazamiento de la parte superior de la placa 93 de base. Si el armazón 80 de montaje originalmente no tiene un mecanismo de reemplazo, cuando el transformador 12 de corriente de baja frecuencia dispuesto en el armazón 80 de montaje como se muestra en la figura 10A se reemplaza con otro transformador de corriente de baja frecuencia, un trabajador inserta la placa 93 de base entre el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el soporte 92 de dirección delantera-

trasera, para desplazar la placa 93 de base hacia el lado delantero. Posteriormente, la placa 93 de base se mueve sobre un miembro 96 inclinado unido al lado delantero del armazón 80 de montaje por delante, de modo que la placa 93 de base se eleva ligeramente (figura 10B). Como se describirá más adelante, el trabajador levanta el extremo trasero de una placa 94b de carro mediante un medio 97 de desplazamiento vertical para nivelar la placa 94b de carro, soportando de este modo el transformador 12 de corriente de baja frecuencia mediante la placa 94b de carro, con un espacio desde el armazón 80 de montaje (figura 10C) y después desliza el transformador 12 de corriente de baja frecuencia junto con el carro 94 hacia el lado trasero.

El soporte 92 de dirección delantera-trasera puede ser una porción del armazón 80 de montaje o puede ser un miembro como una placa fijada al armazón 80 de montaje. El soporte 92 de dirección delantera-trasera está configurado para soportar de manera estable la placa 93 de base con suficiente resistencia para soportar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia. La placa 93 de base tiene una resistencia capaz de soportar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y tiene una superficie 93a de desplazamiento para el carro 94 en la parte superior como se muestra en las figuras 8A a 9. En los bordes izquierdo y derecho de la superficie superior de la placa 93 de base, los nervios 93c de base están dispuestos para extenderse esencialmente en paralelo entre sí en la dirección delantera-trasera. La provisión de los nervios 93c de base hace posible asegurar la resistencia de la placa 93 de base y hacer más fina la placa 93 de base.

Como se muestra en las figuras 8A a 9, un par de unidades 80a de guía de borde lateral se fijan al armazón 80 de montaje para extenderse en la dirección delantera-trasera a lo largo de los bordes izquierdo y derecho de la placa 93 de base. Si el armazón de montaje originalmente no tiene un mecanismo de reemplazo, el par de unidades 80a de guía de borde lateral soportan el transformador 12 de corriente de baja frecuencia. La placa 93 de base está dispuesta entre el par de unidades 80a de guía de borde lateral y está montada en el soporte 92 de dirección delantera-trasera. Las superficies externas de los nervios 93c de base izquierdo y derecho se pueden deslizar hacia las superficies internas de las unidades 80a de guía de borde lateral, respectivamente. Por lo tanto, los nervios 93c de base pueden ser guiados por las unidades 80a de guía de borde lateral de modo que la placa 93 de base se desplace en la dirección delantera-trasera. Aunque no está específicamente limitado, la placa 93 de base está preferiblemente dispuesta horizontalmente.

En los lados izquierdo y derecho del lado de extremo trasero de la placa 93 de base, se proporcionan medios 95 de desplazamiento delanteros para conectar la placa 93 de base y el armazón 80 de montaje y hacer que la placa 93 de base se pueda desplazar hacia adelante y hacia atrás con respecto al armazón 80 de montaje. Los medios 95 de desplazamiento delanteros incluyen bloques 95a fijos que están fijados al armazón de montaje a la izquierda y derecha del lado de extremo trasero de la placa 93 de base, porciones 93b salientes de la base que están dispuestas para sobresalir a la izquierda y derecha desde el extremo trasero de la placa 93 de base y hacia los lados traseros de los bloques 95a fijos, y porciones 95b de tornillo de empuje que están fijadas a los bloques 95a fijos a través de las porciones 93b salientes de la base. En los medios 95 de desplazamiento delanteros, es posible girar los miembros 95c de atornillado de las porciones 95b de tornillo de empuje para presionar las porciones 93b salientes de la base, avanzando de este modo la placa 93 de base.

En una posición del armazón 80 de montaje correspondiente al lado del extremo delantero de la placa 93 de base, como se muestra en la figura 10, el miembro 96 inclinado está provisto y fijado en el soporte 92 de dirección delantera-trasera. El miembro 96 inclinado tiene un gradiente de modo que su lado delantero es más alto. Como miembro 96 inclinado, se utiliza una placa en forma de cuña que se extiende sobre todo el ancho de la sección 89 de soporte inferior en la dirección izquierda-derecha. Si la placa 93 de base se avanza por los medios 95 de desplazamiento delanteros, el lado del extremo delantero de la placa 93 de base puede moverse sobre el miembro 96 inclinado y es posible elevar el lado del extremo delantero de la placa 93 de base con respecto al soporte 92 de dirección delantera-trasera de acuerdo a lo que avance.

Como se muestra en las figuras 7 a 8B, los medios 97 de desplazamiento vertical están provistos en el lado del extremo trasero de la placa 93 de base y se usan para desplazar verticalmente el lado del extremo trasero de la placa 93 de base con respecto al armazón 80 de montaje. Por ejemplo, los medios 97 de desplazamiento vertical están compuestos por una pluralidad de miembros de tornillo atornillados al lado del extremo trasero de la placa 93 de base. Cada miembro de tornillo se puede atornillar en la placa de base para elevar la placa 93 de base desde el soporte 92 de dirección delantera-trasera del armazón 80 de montaje.

Como se muestra en las figuras 7 a 9, el carro 94 incluye la placa 94b de carro a modo de placa, una pluralidad de rodillos 98 izquierdos y una pluralidad de rodillos 98 derechos que están dispuestos en líneas en la dirección delantera-trasera en los lados de los bordes izquierdo y derecho de la superficie inferior de la placa 94b de carro, respectivamente, y pueden rodar y una manivela 94a que está fijada en el lado del extremo trasero de la placa 94b de carro de modo que la manivela sobresale de la superficie superior de la placa de carro. En la superficie inferior de la placa 94b de carro, se proporciona un par de nervios 94c de carro para extenderse en la dirección delantera-trasera a lo largo de las líneas de los rodillos 98 izquierdo y derecho. Por lo tanto, es posible asegurar la resistencia de la placa 94b de carro y hacer más fina la placa 94b de carro. En cada lado del carro 94, al menos tres o más rodillos 98, preferiblemente, otros rodillos 98 más están dispuestos en paralelo entre sí. Debido a que están

dispuestos muchos rodillos 98, es posible cargar de manera dispersa el peso del transformador 12 de corriente de baja frecuencia en los rodillos 98 individuales. Cada miembro está fijado al carro 94 por pernos o tornillos, no por soldadura. Por lo tanto, es posible evitar deformaciones del carro 94 y hacer funcionar de manera estable el carro 94 en un espacio pequeño.

5 La placa 94b de carro está formada en forma de placa plana y en los lados del extremo delantero y los lados del extremo trasero a la izquierda y derecha de la placa 94b de carro, seguidores 94d de leva están dispuestos para sustentarse en la superficie interna de las costillas 93c de base derecha e izquierda y ruedan sobre ella. Mientras que la pluralidad de rodillos 98 rueda sobre la superficie 93a de desplazamiento de la placa 93 de base, los seguidores 94d de leva se sustentan en las superficies internas de los nervios 93c de base y ruedan sobre ellas. Por lo tanto, el carro 94 se puede mover hacia adelante y hacia atrás a lo largo de los nervios 93c de base en la placa 93 de base.

15 Es preferible que sea posible unir un posicionador 99 para bloquear el borde del extremo delantero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia y un posicionador 99 para bloquear el borde del extremo trasero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia a la superficie superior de la placa 94b de carro, como se muestra en las figuras 8A y 8B. Los posicionadores 99 ubican el transformador 12 de corriente de baja frecuencia en una posición predeterminada en la placa 94b de carro. Los posicionadores 99 se forman en forma de varilla y están fijados para extenderse en la dirección a lo ancho del carro 94. En las superficies laterales de los posicionadores 99, se proporcionan superficies 99a de guía para guiar el borde del extremo delantero o el borde del extremo trasero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia cuando el transformador 12 de corriente de baja frecuencia está colocado en la placa 94b de carro.

25 En cada una de una pluralidad de posiciones de la placa 94b de carro, se proporciona una pluralidad de posiciones de fijación para los posicionadores 99. Por lo tanto, es posible seleccionar posiciones de fijación y fijar los posicionadores 99, por lo que es posible utilizar los posicionadores para una pluralidad de transformadores 12 de corriente de baja frecuencia de longitud diferente en la dirección delantera-trasera. Los posicionadores 99 están fijados a la superficie superior del carro 94 mediante tornillos 99b de fijación de posicionador, respectivamente. El tornillo 99b de fijación de posicionador de cada posicionador 99 puede estar dispuesto de manera excéntrica en un lado con respecto al centro de la dirección a lo ancho del posicionador 99 correspondiente, invertirse en la dirección delantera-trasera y ser fijo, por lo que es posible cambiar la superficie 99a de guía de cada posicionador 99 entre dos posiciones. Por lo tanto, en el carro 94, es posible utilizar los mismos posicionadores 99 para ubicar transformadores 12 de corriente de baja frecuencia de longitud diferente en la dirección delantera-trasera.

30 El carro 94 con el transformador 12 de corriente de baja frecuencia ubicado en el mismo puede avanzar, colocando de ese modo el transformador 12 de corriente de baja frecuencia en la posición de conexión P1 con la bobina 13 de calentamiento y puede retroceder, colocando de ese modo el transformador 12 de corriente de baja frecuencia en una posición de reemplazo P2.

35 Como se muestra en las figuras 10A y 10B, en una posición del armazón 80 de montaje orientado hacia el borde delantero del carro 94, se proporciona un tope 80b de carro para sustentarse en el carro 94. Se puede ajustar cuanto sobresale el tope 80b de carro para ajustar la posición de contacto con el carro 94 y disponer con precisión el transformador 12 de corriente de baja frecuencia en la posición de conexión.

40 El miembro 91 de cubierta provisto en el lado delantero de la sección 89 de soporte inferior tiene un tamaño para cubrir el lado delantero de la sección 89 de soporte inferior y está dispuesto de modo que la superficie del extremo delantero del transformador 12 de corriente de baja frecuencia dispuesto en la posición P1 de conexión puede sustentarse y unirse firmemente al miembro de cubierta. En el centro del miembro 91 de cubierta, se forma una abertura 91a de conexión para permitir que el conector 87 del transformador 12 de corriente de baja frecuencia esté dispuesto en la misma. Alrededor de la abertura 91a de conexión, una empaquetadura 91b continua está dispuesta para rodear la abertura 91a de conexión. Si el transformador 12 de corriente de baja frecuencia está dispuesto en la posición P1 de conexión, la zona periférica del conector 87 del transformador 12 de corriente de baja frecuencia está unida firmemente a la empaquetadura 91b. Debido a la empaquetadura 91b, cuando el líquido de temple se inyecta en la posición de calentamiento, es posible evitar con seguridad que el líquido de temple entre en el miembro de cubierta. El margen de aplastamiento de la empaquetadura 91b se puede ajustar ajustando la posición de contacto del tope 80b de carro.

Ahora, se describirá un caso de reemplazo de un transformador 12A de corriente de baja frecuencia montado en un armazón 80 de montaje que no tiene mecanismo de reemplazo, como se muestra en la figura 6, con otro transformador 12B de corriente de baja frecuencia.

55 En el armazón 80 de montaje que no tiene mecanismo de reemplazo, como se muestra en la figura 6, la barra 83 colectora del lado primario está conectada al conector 86 del lado trasero del transformador 12A de corriente de baja frecuencia y la barra 82 colectora del lado secundario está conectada al conector 87 del lado delantero del transformador 12A de corriente de baja frecuencia y la bobina 13 de calentamiento está conectada a la barra 82

ES 2 705 825 T3

- colectora del lado secundario. El devanado secundario del transformador 11 de corriente de alta frecuencia y el devanado secundario del transformador 12A de corriente de baja frecuencia están conectados en paralelo con respecto a la bobina 13 de calentamiento. La barra 83 colectora del lado primario, la barra 82 colectora del lado secundario y las trayectorias de líquido del devanado primario y del devanado secundario del transformador 12A de corriente de baja frecuencia están conectadas al sistema de líquido de refrigeración por medio de acopladores. En esta situación, el transformador 12A de corriente de baja frecuencia y la barra 83 colectora del lado primario están desconectados y el transformador 12A de corriente de baja frecuencia y la barra 82 colectora del lado secundario están desconectados, y los acopladores de las trayectorias de líquido de refrigeración son retirados.
- De este modo, el transformador 12A de corriente de baja frecuencia está listo para ser reemplazado. Primero, como se muestra en la figura 10A, en los lados de extremo delanteros izquierdo y derecho del soporte 92 de dirección delantera-trasera, cerca del miembro 91 de cubierta, el miembro 96 inclinado está dispuesto para que se eleve desde la parte trasera hacia la delantera. En este caso, como se muestra en la figura 10A, el transformador 12B de corriente de baja frecuencia es soportado por los ángulos del armazón 80 de montaje, específicamente, los ángulos de los soportes 80c portantes de los extremos superiores de las unidades 80a de guía del borde lateral.
- A continuación, la placa 93 de base se inserta entre el transformador 12A de corriente de baja frecuencia y el soporte 92 de dirección delantera-trasera, y el carro 94 se lleva sobre la placa 93 de base de modo que el carro 94 se inserta entre el transformador de 12A corriente de baja frecuencia y la placa 93 de base hasta que el tope 80b de carro se sustenta en el armazón 80 de montaje. En este estado, todavía existe un espacio entre el transformador 12A de corriente de baja frecuencia y el carro 94.
- A continuación, los medios 95 de desplazamiento delanteros se disponen en los lados izquierdo y derecho del lado de extremo trasero de la placa 93 de base y se conectan a la placa 93 de base y al armazón 80 de montaje. Los miembros 95c de atornillado de los medios 95 de desplazamiento delanteros se giran para desplazar la placa 93 de base hacia adelante, de modo que la pequeña fuerza hacia adelante provoca una gran fuerza ascendente por efecto de cuña de acuerdo con la inclinación del miembro 96 inclinado. De este modo, la placa 93 de base se desplaza hacia delante para moverse sobre el miembro 96 inclinado unido al lado delantero del armazón 80 de montaje delante, de modo que la placa 93 de base se eleve ligeramente.
- A continuación, los medios 97 de desplazamiento vertical elevan el extremo trasero de la placa 94b de carro para nivelar la placa 94b de carro, soportando de este modo el transformador 12 de corriente de baja frecuencia por medio de la placa 94b de carro con un espacio del armazón 80 de montaje (figura 10C) y después el transformador 12 de corriente de baja frecuencia se desliza junto con el carro 94 al lado trasero. En este caso, debido a que una placa 93d de extensión está dispuesta para ser conectada de manera uniforme a la superficie superior de la placa 93 de base en el lado trasero de la placa 93 de base, el transformador 12A de corriente de baja frecuencia se mueve junto con el carro 94 a la posición P2 de reemplazo donde el transformador 12A de corriente de baja frecuencia no se superpone verticalmente con el transformador 11 de corriente de alta frecuencia, y se extrae. A continuación, en un estado donde el carro 94 aún se encuentra en la posición de reemplazo P2, el transformador 12A de corriente de baja frecuencia se descarga del carro 94, por ejemplo, mediante una grúa (no mostrada).
- A continuación, otro transformador 12B de corriente de baja frecuencia se monta en la placa 94b de carro, por ejemplo, mediante la grúa (no mostrada) y el carro 94 avanza sobre la placa 93 de base. El extremo delantero de la placa 94b de carro está hecho para soportarse en el tope 80b de carro, de modo que el carro 94 se detenga. De este modo, es posible realizar el posicionamiento en la dirección delantera-trasera de modo que el transformador 12 de corriente de baja frecuencia esté dispuesto en la posición de conexión P1.
- A continuación, con el fin de fijar el carro 94, el carro 94 se fija a la placa 93 de base mediante un miembro 94e de fijación como se muestra en las figuras 8A y 8B.
- En este caso, el conector 86 del lado trasero del transformador 12B de corriente de baja frecuencia y el conector 87 del lado delantero del transformador 12B de corriente de baja frecuencia están dispuestos en posiciones ligeramente más elevadas que la de la barra 83 colectora del lado primario y la barra 82 colectora del lado secundario antes del reemplazo del transformador 12A de corriente de baja frecuencia. Por lo tanto, los orificios de montaje para la barra 83 colectora del lado primario y la barra 82 colectora del lado secundario pueden expandirse para ajustar la posición y la barra colectora del lado primario y la barra colectora del lado secundario están conectadas a los orificios de montaje.
- Como se describió anteriormente, con la placa 93 de base, el miembro 96 inclinado y los medios 95 de desplazamiento delanteros ensamblados juntos, es posible reacondicionar el mecanismo 90 de reemplazo al armazón 80 de montaje mediante la placa 93 de base, el miembro 96 inclinado, los medios 95 de desplazamiento delanteros y el carro 94.

Después del reacondicionamiento, en el caso de reemplazar el transformador 12 de corriente de baja frecuencia, el miembro 94e de fijación se quita de la placa 93 de base, el carro 94 en la placa 93 de base se retira y el transformador de corriente de baja frecuencia se extrae.

5 Por lo tanto, en el caso de usar un aparato 10 de calentamiento por inducción para realizar un proceso de temple en una pieza de trabajo, se selecciona una bobina 13 de calentamiento correspondiente a la pieza de trabajo y un área a temprar, y se selecciona un transformador 12 de corriente de baja frecuencia que cumpla una condición de adaptación de impedancias correspondiente a la bobina 13 de calentamiento seleccionada. Incluso si un transformador 11 de corriente de alta frecuencia está ya dispuesto en la sección 88 de soporte superior del armazón 80 de montaje, es posible disponer el transformador 12 de corriente de baja frecuencia seleccionado en la sección 10 89 de soporte inferior.

Debido a que el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el transformador 11 de corriente de alta frecuencia están dispuestos para superponerse verticalmente entre sí como se muestra en la figura 6, es posible reducir el espacio de disposición. Además, debido a que el transformador 12 de corriente de baja frecuencia tiene un núcleo y tiene un peso mayor que el del transformador 11 de corriente de alta frecuencia, si el transformador 12 de corriente de baja frecuencia está dispuesto debajo del transformador 11 de corriente de alta frecuencia, es posible bajar el centro del aparato 10 de calentamiento por inducción y disponer de manera estable todo el aparato 10 de calentamiento por inducción. 15

En el aparato 10 de calentamiento por inducción, el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el transformador 11 de corriente de alta frecuencia están conectados en paralelo a la bobina 13 de calentamiento y el transformador 12 de corriente de baja frecuencia y el transformador 11 de corriente de alta frecuencia están conectados al sistema 20 de fuente de energía a través de conmutadores, respectivamente. Por lo tanto, si los conmutadores están adecuadamente conmutados, es posible implementar varios efectos de calentamiento e implementar un calentamiento apropiado de acuerdo con el área de tratamiento térmico de una pieza de trabajo. 20

En concreto, es posible seleccionar una cualquiera de la pluralidad de bobinas 13 de calentamiento que tienen diferentes impedancias y montarla en la barra 82 colectora del lado secundario, y es posible seleccionar un transformador de corriente de baja frecuencia que cumpla una condición de adaptación de impedancias correspondiente a una bobina 13 de calentamiento de la pluralidad de transformadores 12 de corriente de baja frecuencia diferentes en la relación de giro del devanado primario y el devanado secundario. El reemplazo del transformador 12 de corriente de baja frecuencia hace posible cumplir una condición de adaptación de impedancias correspondiente a una bobina 13 de calentamiento e implementar de manera eficiente varios efectos de calentamiento de acuerdo con las piezas de trabajo. 25 30

En este caso, el mecanismo 90 de reemplazo no está limitado a cada aparato 10 de calentamiento por inducción del sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 sino que se puede utilizar incluso en el siguiente caso. Por ejemplo, incluso en un aparato 10 de calentamiento por inducción con un transformador de corriente, en un caso donde hay otro miembro dispuesto en el transformador de corriente y, por tanto, separar o unir el transformador de corriente desde arriba sea imposible, si se proporciona el mecanismo 90 de reemplazo como se describe anteriormente, es posible realizar fácilmente la unión y separación del transformador de corriente. Si el transformador de corriente está estropeado, es posible extraer el transformador de corriente del armazón 80 de montaje y arreglar el transformador de corriente. 35 40

En el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, el sistema 20 de fuente de energía única suministra energía eléctrica a la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción. Por lo tanto, desde el sistema 20 de fuente de energía a los aparatos 10 de calentamiento por inducción, específicamente, a los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia unidos a los aparatos 10 de calentamiento por inducción se utilizan las barras colectoras para el suministro de energía. Debido a que no se proporciona un sistema 20 de fuente de energía única para cada aparato 10 de calentamiento por inducción, es imposible reducir las distancias entre los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales y el sistema 20 de fuente de energía única. Por esta razón, se proporcionan las barras colectoras para asegurar las distancias. Por otro lado, en el sistema 1 de calentamiento por inducción de acuerdo con el modo de realización de la presente invención, el sistema 20 de fuente de energía única se usa para suministrar una gran cantidad de energía eléctrica con una alta tensión del orden de varios miles de voltios. Esos puntos deberían considerarse con respecto a un modo de disponer las barras colectoras. De aquí en adelante, se describirán secuencialmente. 45 50

Trayectoria de suministro de energía de alta frecuencia y trayectoria de suministro de energía de baja frecuencia

Una trayectoria de suministro de energía de alta frecuencia y una trayectoria de suministro de energía de baja frecuencia están dispuestas en un conducto de una carcasa que aloja cajas correspondientes, conmutadores, transformadores de corriente y similares. Las figuras 11A y 11B son una vista en sección transversal y una vista en planta que ilustran un estado donde la trayectoria de suministro de energía de alta frecuencia y la trayectoria de suministro de energía de baja frecuencia están dispuestas en el armazón de un conducto, respectivamente. Un 55

armazón 51 de conducto está compuesto por armazones 51a verticales, armazones 51b horizontales y un armazón 51c de profundidad de modo que el armazón del conducto tiene una forma rectangular en una vista en sección transversal y se extiende en una dirección de profundidad. Dentro del armazón, una barra 52a colectora y otra barra 52b colectora están dispuestas con un espacio, por el cual se proporciona una trayectoria 52 de suministro de energía de alta frecuencia y una barra 53a colectora y otra barra 53b colectora están dispuestas con un espacio, por el cual se proporciona una trayectoria 53 de suministro de energía de baja frecuencia.

Como se describió anteriormente, debido a que el sistema 20 de fuente de energía única suministra energía eléctrica a la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción, las distancias desde el sistema 20 de fuente de energía hasta los aparatos 10 de calentamiento por inducción individuales se alargan. Por lo tanto, las impedancias de los pares de barras colectoras aumentan. Entonces, en un circuito configurado mediante la conexión del sistema 20 de fuente de energía, los transformadores de corriente 11 y 12 y las bobinas 13 de calentamiento, es posible no tener en cuenta la influencia de las impedancias de las barras colectoras y la frecuencia de resonancia disminuye. En concreto, si se suministra energía eléctrica de una alta frecuencia de aproximadamente 200kHz, la reactancia aumenta y la caída de tensión en las trayectorias de suministro de energía aumenta.

Por esta razón, en el modo de realización de la presente invención, para hacer las impedancias de las barras colectoras de transmisión de energía lo más pequeñas posible, las anchuras de las barras colectoras se establecen para que sean grandes y el espacio entre las barras 52a y 52b colectoras y el espacio entre las barras 53a y 53b colectoras están establecidos para que sean tan pequeños como sea posible.

Como se muestra en las figuras 11A y 11B, entre el par de armazones 51a verticales izquierdo y derecho, el par de barras 52a y 52b colectoras para la transmisión de energía de alta frecuencia y el par de barras 53a y 53b colectoras para la transmisión de energía de baja frecuencia están dispuestos uno al lado del otro. En este caso, en una vista en planta, el espacio L_A entre las barras 52a y 52b colectoras para la transmisión de energía de alta frecuencia se establece para ser más grande que el espacio L_B entre las barras colectoras para la transmisión de energía de baja frecuencia. Por ejemplo, el espacio L_A se establece en 60mm a 100mm y el espacio L_B se establece en 10mm a 50mm. La razón por la cual el espacio L_A se establece para ser más grande que el espacio L_B es que la tensión de la alta frecuencia es mayor que la tensión de la baja frecuencia. En las porciones superior e inferior de las barras colectoras de transmisión de energía hay enganches 52c, 52d, 53c y 53d para el montaje llamados aletas. Los enganches 52c, 52d, 53c y 53d para el montaje provistos en las porciones superior e inferior de las barras 52a, 52b, 53a y 53b colectoras de transmisión de energía están fijados a los armazones 51a verticales con aisladores interpuestos entre ellos. Cada barra 52a, 52b, 53a o 53b colectora de transmisión de energía tiene los enganches 52c, 52d, 53c o 53d para el montaje provistos de un espacio en la dirección longitudinal, es decir, la dirección de disposición.

Si el espacio L_A entre las barras 52a y 52b colectoras de transmisión de energía y el espacio L_B entre las barras 53a y 53b colectoras de transmisión de energía se establece para que sea grande, se estrecha el espacio entre la barra 52b colectora para la transmisión de energía de alta frecuencia y la barra 53a colectora para la transmisión de energía de baja frecuencia. Además, debido a que se aplica una alta tensión de varios miles de voltios a todas las barras 52a, 52b, 53a y 53b colectoras de transmisión de energía, existe la posibilidad de que se produzca una ruptura del aislamiento. Por esta razón, el par de barras 52a y 52b colectoras para la transmisión de energía de alta frecuencia y el par de barras 53a y 53b colectoras para la transmisión de energía de baja frecuencia están provistos de modo que los enganches 52d y 53c de las barras 52b y 53a colectoras que están uno frente al otro se separan el uno del otro.

Además, todas las barras 52a, 52b, 53a y 53b colectoras de transmisión de energía están fijadas a los armazones 51b horizontales con aisladores 54 interpuestos entre ellas. Los armazones 51b horizontales tienen orificios 55 alargados formados a lo largo de los armazones 51b horizontales, respectivamente, y los orificios 55 alargados hacen posible ajustar los armazones 51b horizontales, los aisladores 54 y los espacios entre las barras 52a, 52b, 53a, y 53b colectoras de transmisión de energía.

Conmutador

En el sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, como conmutadores, se proporcionan el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía, los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia. Estos conmutadores tienen casi la misma configuración. Las figuras 12A y 12B son una vista en planta y una vista frontal que ilustran la configuración de cada conmutador, respectivamente, en el sistema de calentamiento por inducción que se muestra en la figura 1.

En un conmutador 60, una porción 61a de montaje de barra colectora aguas arriba y una porción 61b de montaje de barra colectora aguas abajo de una fase de dos fases, por ejemplo, una fase U y una fase V están provistas una frente a la otra y apoyadas en una placa 63 de base y una porción 62a de montaje de barra colectora aguas arriba y una porción 62b de montaje de barra colectora aguas abajo de la otra fase están provistas una frente a la otra y se

apoyan en una placa 63 de base. Las porciones 61a y 62a de montaje de barra colectora aguas arriba y las porciones 61b y 62b de montaje de barra colectora aguas abajo tienen trayectorias de flujo de refrigeración (no mostradas) formadas en las mismas y conectadas a una entrada 64a de agua de refrigeración y una salida 64b de agua de refrigeración provistas en la superficie inferior de la placa 63 de base.

5 Con el fin de evitar la ruptura del aislamiento entre las porciones 61a y 61b de montaje de barra colectora aguas arriba y aguas abajo y entre las porciones 62a y 62b de montaje de barra colectora aguas arriba y aguas abajo, en la placa 63 de base, entre las porciones 61a y 61b de montaje de barra colectora aguas arriba y aguas abajo y entre las porciones 62a y 62b de montaje de barra colectora aguas arriba y aguas abajo, se forman orificios alargados 63a y 63b, respectivamente, de modo que las líneas de fuga se establecen para que sean largas. Además, para evitar la
10 ruptura del aislamiento entre la porción 61b de montaje de barra colectora aguas abajo de una fase y la porción 62a de montaje de barra colectora aguas arriba de la otra fase, en la placa 63 de base, entre la porción 62a de montaje de barra colectora aguas arriba y la porción 61b de montaje de barra colectora aguas abajo, se forma un orificio 63c alargado para establecer una línea de fuga para que sea larga.

15 Como se describió anteriormente, en cada fase, la porción 61a o 62a y de montaje de barra colectora aguas arriba la porción 61b o 62b de montaje de barra colectora aguas abajo están provistas para colocarse sobre la placa 63 de base con el espacio. Cada uno de los bloques 65 de conexión, por medio de los cuales se realiza la conmutación, se sustenta en las superficies de extremo de dos de las porciones 61a, 61b, 62a y 62b de montaje de barra colectora, de modo que ambas porciones de montaje de barra colectora están conectadas eléctricamente. Para este fin, se proporciona un bloque 65 de conexión para cada fase. Como se muestra en las figuras 12A y 12B, cada bloque 65
20 de conexión incluye una porción 65a de contacto para conectar eléctricamente la porción 61a o 62a de montaje de barra colectora aguas arriba y la porción 61b o 62b de montaje de barra colectora aguas abajo, un soporte 65b para soportar la porción 65a de contacto para que pueda girar sobre un eje vertical y una varilla 65c que se extiende desde el soporte 65b hacia el lado opuesto a la porción 65a de contacto. En la placa 63 de base, en una posición en el lado opuesto de los bloques 65 de conexión con respecto a las porciones 61a y 62a de montaje de barra colectora
25 aguas arriba y las porciones 61b y 62b de montaje de barra colectora aguas abajo, está dispuesto un bloque 66 de soporte para que pueda ser desplazado a la izquierda y a la derecha por un cilindro 67 de aire. Las varillas 65c de los bloques 65 de conexión de las fases individuales pasan a través de un bloque 66 de soporte y los resortes 68 de compresión están montados en las varillas 65c y desvían el bloque 65 de conexión. Como se muestra en las figuras 12A y 12B, cada bloque 65 de conexión gira sobre un eje vertical dentro de un rango predeterminado. Por lo tanto, si el bloque 66 de soporte es desplazado hacia un lado por el cilindro 67 de aire, de acuerdo con el desplazamiento, los bloques 65 de conexión individuales son desplazados hacia un lado y seguramente son presionados contra las superficies de extremo de la porción 61a y 61b de montaje de barra de colectora aguas arriba y aguas abajo y las superficies de extremo de la porción 62a y 62b de montaje de barra colectora aguas arriba y aguas abajo por los resortes 68 de compresión.

35 También están provistos, en la placa 63 de base, las tuberías 69 de refrigeración para introducir el agua de refrigeración en los bloques 65 de conexión y descargar el agua de refrigeración de los bloques 65 de conexión, una válvula 70 de solenoide para controlar la inyección y la descarga de aire con respecto al cilindro 67 de aire y un conmutador 71 de límite para confirmar el final del avance y el final del retroceso del cilindro 67 de aire.

40 En la superficie inferior de la placa 63 de base, una pluralidad de aisladores 72 está unida de modo que el conmutador 60 está aislado eléctricamente. Los bloques 65 de conexión, las porciones 61a y 62a de montaje de barra colectora aguas arriba y las porciones 61b y 62b de montaje de barra colectora aguas abajo se enfrían con agua mediante agua de refrigeración. Para este fin, se unen varios sensores de detección para detectar si el flujo de agua de refrigeración ha excedido un valor definido o para detectar una anomalía en el cilindro de aire o en la tubería necesaria para el cilindro de aire. Si un sensor de detección detecta una anomalía de la presión del aire o
45 una anomalía del flujo de agua de refrigeración, el conmutador 60 envía una señal de anomalía de la presión del aire o una señal de anomalía del flujo de agua de refrigeración al controlador 35 de conmutación. Entonces, el controlador 35 de conmutación manda a cada aparato de calentamiento por inducción y al sistema de fuente de energía que no lleven a cabo el funcionamiento del sistema.

50 Método de calentamiento secuencial de múltiples piezas de trabajo mediante el sistema de calentamiento por inducción

Durante la descripción de un método para calentar secuencialmente piezas de trabajo mediante cada aparato 10 de calentamiento por inducción en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, se describirá en detalle el sistema de calentamiento por inducción.

55 La figura 13 es una vista que ilustra una secuencia en la que cada aparato 10 de calentamiento por inducción realiza el calentamiento por inducción en una pieza de trabajo mediante el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 y muestra concretamente un caso donde el primer aparato 10A de calentamiento por inducción recibe energía eléctrica de la primera fuente 21 de energía por el método por división en el tiempo y realiza un tratamiento térmico.

ES 2 705 825 T3

- En ST1-1, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción envía una señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO al controlador 35 de conmutación.
- 5 En ST1-2, al recibir la señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO, el controlador 35 de conmutación envía una señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO al conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía.
- En ST1-3, al recibir la señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía realiza un control de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO.
- En ST1-4, cuando se completa el control de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía envía una señal de finalización de conmutación al controlador 35 de conmutación.
- 10 En ST1-5, al recibir la señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO, el controlador 35 de conmutación envía una señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO al conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y al conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción.
- 15 En ST1-6, al recibir la señal de solicitud de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción realizan controles de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO.
- En ST1-7, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción envían señales de finalización de conmutación al controlador 35 de conmutación.
- 20 En ST1-8, al recibir las señales de finalización de conmutación de APAGADO a ENCENDIDO del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción, el controlador 35 de conmutación envía una señal de finalización de conmutación al primer aparato 10A de calentamiento por inducción.
- 25 En ST1-9, al recibir la señal de finalización de conmutación en ST1-8, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción envía una señal de inicio de salida a la primera fuente 21 de energía
- Al recibir la señal de inicio de salida en ST1-9, la primera fuente 21 de energía suministra energía eléctrica al primer aparato de calentamiento por inducción en base a la información de control de salida recibida junto con la señal de inicio de salida. En este caso, la información de control de salida es información de control de salida comunicada a la primera fuente 21 de energía y ejemplos de los elementos de la información de control de salida incluyen
- 30 información de identificación sobre si se producen todas las altas frecuencias y bajas frecuencias o solo se produce la alta frecuencia, la relación de salida de la alta frecuencia y la baja frecuencia, cada intensidad de salida, un valor de frecuencia en un caso donde es posible establecer la frecuencia, un tiempo de salida total, etc.
- En ST1-10, cuando la primera fuente 21 de energía finaliza el suministro de energía en base a la información de control de salida, la primera fuente 21 de energía envía una señal de finalización del suministro de energía al primer
- 35 aparato 10A de calentamiento por inducción.
- En ST1-11, al recibir la señal de finalización del suministro de energía, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción envía una señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al controlador 35 de conmutación.
- 40 En ST1-12, al recibir la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, el controlador 35 de conmutación envía una señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía. Además, cuando el controlador 35 de conmutación recibe la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, si hay una señal de solicitud de conmutación que ha entrado desde otro aparato de calentamiento por inducción, por ejemplo, un segundo aparato 10B de calentamiento por inducción, de acuerdo con la solicitud del segundo aparato 10B de calentamiento por inducción, el controlador 35 de conmutación
- 45 conmuta uno o más conmutadores del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia del segundo aparato 10B de calentamiento por inducción. Si no se ha recibido ninguna señal de solicitud de conmutación de otro aparato de calentamiento por inducción, el controlador 35 de conmutación mantiene los conmutadores en sus estados actuales.
- 50 En ST1-13, al recibir la primera fuente de energía la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, el conmutador 31 de salida realiza un control de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO.

ES 2 705 825 T3

En ST1-14, cuando se completa el control de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía envía una señal de finalización de conmutación al controlador 35 de conmutación.

5 En ST1-15, al recibir la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, el controlador 35 de conmutación envía una señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y al conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción.

10 En ST1-16, al recibir la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción realizan controles de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO.

En ST1-17, cuando se completa la conmutación, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción envían señales de finalización de conmutación al controlador 35 de conmutación.

15 En este caso, ST1-2 y ST1-5 pueden realizarse al mismo tiempo o una después de la otra. ST1-12 y ST1-15 pueden realizarse al mismo tiempo o una después de la otra.

20 En la secuencia mostrada en la figura 13, una vez que recibe una solicitud para cambiar al estado ENCENDIDO desde el primer aparato 10A de calentamiento por inducción, el controlador 35 de conmutación se mantiene en estado de espera incluso cuando recibe una señal para solicitar la conmutación al estado ENCENDIDO desde otro aparato de calentamiento por inducción, hasta recibir una señal de finalización de conmutación de conmutación desde el estado ENCENDIDO al estado APAGADO en ST1-17. Posteriormente, al recibir una señal de finalización de conmutación de conmutación desde el estado ENCENDIDO al estado APAGADO en ST1-17, el controlador 35 de conmutación realiza un proceso de acuerdo con la señal de solicitud de conmutación de otro aparato de calentamiento por inducción.

25 Esta secuencia se puede utilizar para que el sistema 20 de fuente de energía única maneje, sin problemas, las solicitudes de conmutación de la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción.

30 En la secuencia descrita haciendo referencia a la figura 13, se ha supuesto un caso de uso de una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción para realizar el calentamiento por inducción. Sin embargo, es posible repetir el tratamiento térmico en un solo aparato de calentamiento por inducción utilizando el sistema que se muestra en la figura 1. En este caso, un conmutador de salida se mantiene en un estado de conexión solo con el aparato 10A de calentamiento por inducción. Por lo tanto, es posible extender la vida útil del conmutador de salida. Además, cada vez que desaparece una señal de solicitud de conmutación de otro aparato de calentamiento por inducción, el conmutador puede apagarse.

La secuencia mostrada en la figura 13 es un ejemplo, y se puede cambiar de la siguiente manera.

35 Si el controlador 35 de conmutación recibe las señales de finalización de conmutación de la conmutación desde el estado APAGADO al estado ENCENDIDO desde el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción, el controlador 35 de conmutación envía la señal de inicio de salida directamente a la primera fuente 21 de energía, en lugar de las ETAPAS ST1-8 y ST1-9 de la figura 13. Al recibir la señal de inicio de salida del controlador 35 de conmutación, la primera fuente 21 de energía suministra energía eléctrica al primer aparato 10A de calentamiento por inducción en base a la información de control de salida recibida junto con la señal de inicio de salida. Los elementos de la información de control de salida son los mismos que los descritos anteriormente.

45 Si la primera fuente 21 de energía finaliza el suministro de energía en base a la información de control de salida, en lugar de las ETAPAS ST1-10 y ST1-11 de la figura 13, la primera fuente 21 de energía realiza el control de conmutación para conmutar el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía desde el estado ENCENDIDO al estado APAGADO en ST1-12, y el controlador 35 de conmutación envía la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y al conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción en ST1-15.

50 En la figura 13, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción toma la iniciativa y controla la primera fuente 21 de energía, el controlador 35 de conmutación, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato de calentamiento por inducción. Sin embargo, el control de secuencia del sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 puede ser un control de secuencia diferente al mostrado en la figura 13. Por

ejemplo, la solicitud de conmutación a ENCENDIDO enviada desde el primer aparato 10A de calentamiento por inducción al controlador 35 de conmutación puede servir como detonante y, junto con la solicitud de conmutación, la información de control de salida puede enviarse al controlador 35 de conmutación y el controlador 35 de conmutación puede controlar la primera fuente 21 de energía, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato de calentamiento por inducción. De este modo, el controlador 35 de conmutación controla no solo la conmutación de cada conmutador sino también la primera fuente 21 de energía. Por esta razón, el controlador 35 de conmutación puede denominarse unidad de control del sistema.

La figura 14 muestra una secuencia en la que cada aparato 10 de calentamiento por inducción realiza el calentamiento por inducción en una pieza de trabajo mediante el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 y muestra concretamente un caso donde el primer aparato 10A de calentamiento por inducción recibe suministro de energía de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía mediante el método de superposición y realiza un tratamiento térmico. La secuencia de la figura 14 es diferente de la secuencia de la figura 13 porque, en lugar del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, se controla el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y en lugar de las ETAPAS ST1-9 y ST1-10, se realiza el siguiente proceso.

Si el primer aparato 10A de calentamiento por inducción recibe la señal de finalización de conmutación en ST1-8, en ST2-9 reemplazando a ST1-9, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción envía señales de inicio de salida a la primera fuente 21 de energía y a la segunda fuente 26 de energía, respectivamente.

Al recibir las señales de inicio de salida por ST2-9, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía suministran energía eléctrica al primer aparato 10A de calentamiento por inducción en base a la información de control de salida recibida junto con las señales de inicio de salida. En este caso, la información de control de salida puede incluir información de identificación que represente que solo se produce la alta frecuencia, una intensidad de salida, un tiempo de salida total, etc., como elementos que se comunican a la primera fuente 21 de energía. Además, la información de control de salida puede incluir una intensidad de salida, un valor de frecuencia en un caso donde es posible la selección de frecuencia, un tiempo de salida total, etc., como elementos que se comunican a la segunda fuente 26 de energía.

Si la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía finalizan el suministro de energía en base a la información de control de salida, en ST2-10 reemplazando a ST1-10, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía envían señales de finalización de suministro de energía al primer aparato 10A de calentamiento por inducción.

Si el primer aparato 10A de calentamiento por inducción recibe las señales de finalización de la fuente de energía de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía, en ST1-11, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción envía la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al controlador 35 de conmutación.

La secuencia mostrada en la figura 14 es un ejemplo, y se puede cambiar de varias maneras, como en el caso de la figura 13. Si el controlador 35 de conmutación recibe las señales de finalización de conmutación de la conmutación desde el estado APAGADO al estado ENCENDIDO, del conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía, y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectado al primer aparato 10A de calentamiento por inducción, en lugar de las etapas ST1-8 y ST2-9 de la figura 14, el controlador 35 de conmutación puede enviar señales de inicio de salida a la primera fuente 21 de energía y a la segunda fuente 26 de energía, respectivamente. Al recibir las señales de inicio de salida, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía pueden suministrar energía eléctrica al primer aparato 10A de calentamiento por inducción en base a la información de control de salida recibida junto con las señales de inicio de salida. Los elementos de la información de control de salida son los mismos que los descritos anteriormente.

Si la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía finalizan el suministro de energía en base a la información de control de salida, en lugar de las ETAPAS ST2-10 y ST1-11 de la figura 14, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía pueden enviar señales de finalización del suministro de energía al controlador 35 de conmutación. Posteriormente, en las ETAPAS ST1-12 y ST1-15, el controlador 35 de conmutación envía la señal de solicitud de conmutación de ENCENDIDO a APAGADO al conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía, y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato 10A de calentamiento por inducción.

En la figura 14, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción toma la iniciativa y controla la primera fuente 21 de energía, la segunda fuente 26 de energía, el controlador 35 de conmutación, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al primer aparato de calentamiento por inducción. Sin embargo, el control de secuencia del sistema de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 puede ser un control de secuencia diferente al mostrado en la figura 14. Por ejemplo, una solicitud de conmutación a ENCENDIDO enviada desde el primer aparato

ES 2 705 825 T3

- 10A de calentamiento por inducción al controlador 35 de conmutación puede servir como un detonante y, junto con la solicitud de conmutación, la información de control de salida puede enviarse al controlador 35 de conmutación y el controlador 35 de conmutación puede realizar el control de secuencia en la primera fuente 21 de energía, la segunda fuente 26 de energía, el conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados a los primeros aparatos de calentamiento por inducción. De este modo, el controlador 35 de conmutación controla no solo la conmutación de cada conmutador, sino también la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía. Por esta razón, el controlador 35 de conmutación puede denominarse unidad de control del sistema.
- Esta secuencia mostrada en la figura 14 se puede usar para que el sistema 20 de fuente de energía única maneje, sin problemas, las solicitudes de conmutación de la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción.
- Al igual que los controles de secuencia mostrados en las figuras 13 y 14, el sistema 20 de fuente de energía única, es decir, un aparato de suministro de energía puede conectarse a uno de la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción, y suministrar energía eléctrica al mismo. La razón es que el controlador 14 de calentador y el controlador 35 de conmutación de cada aparato 10 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 tiene las siguientes funciones.
- Es decir, el controlador 14 de calentador solicita al controlador 35 de conmutación un comando para encender uno de los conmutadores 31 de salida para la primera fuente de energía y el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y para apagar el otro, y un comando para encender o apagar cada uno de, el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia.
- Si el controlador 35 de conmutación recibe una solicitud de comando de un aparato 10 de calentamiento por inducción, de acuerdo con la solicitud de comando, el controlador 35 de conmutación controla la conmutación del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, del conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y del conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y del conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al aparato 10 de calentamiento por inducción que ha generado la solicitud de comando. Si se finaliza el control de conmutación, el controlador 35 de conmutación envía una señal de finalización de conmutación al aparato 10 de calentamiento por inducción correspondiente. Posteriormente, al recibir la señal de finalización de conmutación desde el controlador 35 de conmutación, el aparato 10 de calentamiento por inducción correspondiente controla la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía mediante el controlador 14 de calentador.
- Esto únicamente muestra un proceso de control de secuencia y se puede cambiar de la siguiente manera. Dicho de otro modo, si el controlador 35 de conmutación recibe una solicitud de comando de un aparato 10 de calentamiento por inducción, de acuerdo con la solicitud de comando, el controlador 35 de conmutación controla la conmutación del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía y el conmutador 33 de entrada de alta frecuencia y el conmutador 34 de entrada de baja frecuencia conectados al aparato 10 de calentamiento por inducción del que ha generado la solicitud de comando. Posteriormente, si se completa el control de conmutación, el controlador 35 de conmutación controla la salida de al menos una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía según la información de control de salida recibida junto con la solicitud de comando del correspondiente aparato 10 de calentamiento por inducción.
- De este modo, de acuerdo con el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, es posible realizar varios tratamientos térmicos seleccionando uno de los siguientes cuatro modos.
- En un primer modo, el aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía eléctrica de una frecuencia, es decir, la alta frecuencia de la primera fuente 21 de energía.
- En un segundo modo, el aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía eléctrica de la segunda fuente 26 de energía.
- En un tercer modo, el aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía eléctrica de diferentes frecuencias de la primera fuente 21 de energía por el método por división en el tiempo.
- En un cuarto modo de conmutación, el aparato de calentamiento por inducción recibe suministro de energía eléctrica que tiene una frecuencia de la primera fuente 21 de energía y energía eléctrica de la segunda fuente 26 de energía de una manera superpuesta.
- Por lo tanto, de acuerdo con el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1, es posible realizar un tratamiento térmico que tenga el efecto de frecuencia.

Aunque se ha descrito el método para calentar secuencialmente una pluralidad de piezas de trabajo mediante el sistema 1 de calentamiento por inducción, el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 también puede suministrar energía eléctrica desde el sistema 20 de fuente de energía, al mismo tiempo, a dos o más aparatos 10 de calentamiento por inducción que sean eléctricamente simétricos. En este caso, el controlador 35 de conmutación necesita encender los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia conectados a los aparatos 10 de calentamiento por inducción para recibir suministro de energía simultáneo. Otros pueden cambiarse de manera apropiada en base a las secuencias de las figuras 13 y 14.

Además, el sistema 1 de calentamiento por inducción es muy versátil y se puede utilizar de acuerdo a los tratamientos térmicos en piezas de trabajo. Por ejemplo, el sistema 1 de calentamiento por inducción se puede usar para realizar el temple mediante un aparato 10 de calentamiento por inducción y realizar el revenido mediante otro aparato 10 de calentamiento por inducción.

Suministro desde un sistema de fuente de energía a múltiples aparatos de calentamiento por inducción

La figura 15 es un gráfico de tiempo que ilustra cuántos aparatos de calentamiento por inducción a los que un sistema de fuente de energía puede suministrar energía eléctrica. En la figura 15, (a) muestra un caso de uso de dos aparatos de calentamiento por inducción, (b) muestra un caso de uso de tres aparatos de calentamiento por inducción, y (c) muestra un caso de uso de cinco aparatos de calentamiento por inducción. Un tiempo de ciclo se indica mediante τ . Además, el gráfico de tiempo se basa en la premisa de que un sistema 20 de fuente de energía es utilizado para realizar el mismo tratamiento térmico mediante una pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción. El gráfico de tiempo es aplicable incluso al suministro de energía del método de superposición y del método por división en el tiempo.

En la figura 15, "CONMUTACIÓN" significa un proceso de encendido o apagado del conmutador 31 de salida para la primera fuente de energía, el conmutador 32 de salida para la segunda fuente de energía, los conmutadores 33 de entrada de alta frecuencia y los conmutadores 34 de entrada de baja frecuencia de cada aparato 10 de calentamiento por inducción en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

En la figura 15, "CALENTAMIENTO" significa un proceso de suministro de energía eléctrica desde el sistema de fuente de energía, es decir, desde una o ambas de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía, a uno de los aparatos 10 de calentamiento por inducción y el calentamiento de una pieza de trabajo por la bobina 13 de calentamiento del aparato 10 de calentamiento por inducción en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

En la figura 15, el término "REFRIGERACIÓN" significa un proceso de refrigeración de la pieza de trabajo rociando el líquido de temple o el líquido de refrigeración sobre la pieza de trabajo en el sistema 1 de calentamiento por inducción que se muestra en la figura 1.

En la figura 15, el término "LIBERACIÓN Y RETENCIÓN" significa un proceso para retirar una pieza de trabajo que ha sido sometida a un proceso de calentamiento por inducción, de unos medios de soporte de la pieza de trabajo (no mostrados) y colocar la siguiente pieza de trabajo sobre los medios de soporte de la pieza de trabajo en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.

Cada aparato 10 de calentamiento por inducción repite un proceso de conmutación, un proceso de calentamiento, un proceso de refrigeración y un proceso de unión/separación en este orden. Un tiempo de conmutación, un tiempo de calentamiento, un tiempo de refrigeración y un tiempo de unión/separación se indican con T_a , T_b , T_c y T_d , respectivamente. En el caso de utilizar un número n de aparatos 10 de calentamiento por inducción, el tiempo de calentamiento y el tiempo de refrigeración se indican por T_{bn} y T_{cn} , respectivamente. Además, el tiempo T_a de conmutación y el tiempo T_d de unión/separación se ajustan a valores independientes del número de aparatos de calentamiento por inducción. El tiempo τ de ciclo y los tiempos T_a , T_b , T_c y T_d individuales tienen la siguiente relación:

$$\tau = T_a + T_b + T_c + T_d$$

En el sistema 1 de calentamiento por inducción, en el caso de usar dos aparatos 10 de calentamiento por inducción, como se muestra en (a) de la figura 15, se realiza un proceso de conmutación en el primer aparato 10A de calentamiento por inducción y posteriormente el primer aparato 10A de calentamiento por inducción realiza un proceso de calentamiento. Si el proceso de calentamiento finaliza, comienza otro proceso de conmutación y el primer aparato 10A de calentamiento por inducción inicia inmediatamente un proceso de refrigeración; mientras que el segundo aparato 10B de calentamiento por inducción espera a que finalice el otro proceso de conmutación y realiza un proceso de calentamiento. Si transcurre un tiempo T_{c2} de refrigeración desde el inicio del proceso de refrigeración del primer aparato 10A de calentamiento por inducción, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción realiza un proceso de unión/separación, mientras que el segundo aparato 10B de calentamiento por

- 5 inducción continúa el proceso de calentamiento. Si transcurre un tiempo T_{b2} de calentamiento desde el inicio del proceso de calentamiento del segundo aparato 10B de calentamiento por inducción, se realiza otro proceso de conmutación y el segundo aparato 10B de calentamiento por inducción inicia inmediatamente un proceso de refrigeración; mientras que el primer aparato 10A de calentamiento por inducción espera la finalización del otro proceso de conmutación y realiza otro proceso de calentamiento. Posteriormente, el primer aparato 10A de calentamiento por inducción repite secuencialmente los mismos procesos; mientras que el segundo aparato 10B de calentamiento por inducción, si transcurre un tiempo T_{c2} de refrigeración, realiza un proceso de unión/separación y después se repiten secuencialmente los mismos procesos.
- 10 En este caso, en el caso de que funcionen tres aparatos 10 de calentamiento por inducción en el mismo tiempo τ de ciclo en el sistema 1 de calentamiento por inducción, debido a que es difícil reducir el tiempo T_a de conmutación y el tiempo T_d de unión/separación, como se muestra en (b) de la figura 15, el tiempo T_b de calentamiento y el tiempo T_c de refrigeración se ajustan para ser diferentes de aquellos en el caso de usar dos aparatos 10 de calentamiento por inducción.
- 15 Además, en el caso de que funcionen un número n de aparatos de calentamiento por inducción en el mismo tiempo τ de ciclo en el sistema 1 de calentamiento por inducción (en este caso, n es un número entero de 2 o mayor), como se muestra en (c) de la figura 15, se obtienen cada uno de, el tiempo T_{bn} de calentamiento y el tiempo T_{cn} de refrigeración y se ajusta una condición de calentamiento por inducción de acuerdo con el tiempo T_{bn} de calentamiento obtenido, y una condición de refrigeración de acuerdo con el tiempo T_{cn} de refrigeración.
- 20 Como se describió anteriormente, en el caso de usar un sistema de fuente de energía para que funcionen una pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción en el tiempo τ de ciclo, se puede conectar un período durante el sistema 20 de fuente de energía a cada aparato 10 de calentamiento por inducción para suministrar energía eléctrica al aparato 10 de calentamiento por inducción correspondiente, es decir, se obtiene un tiempo de calentamiento y la relación de trabajo, la selección de frecuencia y la energía eléctrica de cada frecuencia y similares, se ajustan para cumplir ciertas condiciones según el tiempo de calentamiento obtenido para cada aparato
- 25 10 de calentamiento por inducción.
- Ajuste del control del aparato de calentamiento por inducción
- Se describirá un método de ajuste de las condiciones de calentamiento de cada aparato 10 de calentamiento por inducción a la unidad de control del sistema que incluye el controlador 35 de conmutación en el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1.
- 30 Las figuras 16A a 16D son vistas que ilustran ejemplos de pantallas de ajuste de condiciones que se utilizan en el caso de establecer las condiciones de calentamiento de cada aparato de calentamiento por inducción a la unidad de control del sistema que incluye el controlador de conmutación. Más específicamente, la figura 16A muestra un ejemplo de ajustes de condiciones de etapas, la figura 16B muestra una primera tabla de ajuste del método por división en el tiempo, la figura 16C muestra una segunda tabla de ajuste del método por división en el tiempo y la
- 35 figura 16D es una primera tabla de ajuste del método de superposición.
- En la tabla mostrada en la figura 16A, la primera columna representa el orden de las etapas y, en la primera fila, un elemento "ETAPA" representa el número de cada etapa, un elemento "TEMPORIZADOR" representa el tiempo, un elemento "GIRO" representa la velocidad de giro de una pieza, un elemento "HSWTABLA" representa la información de destino de referencia de la tabla del método por división en el tiempo, un elemento "HSW2VR" representa una
- 40 intensidad de salida, un elemento "HSW2DT" representa la relación de salida de la alta frecuencia y la baja frecuencia, un elemento "BADTABLA" representa la información de destino de referencia de la tabla del método de superposición, un elemento "2BNDVR" representa la intensidad de salida de la segunda fuente 26 de energía y un elemento "2BNDFREC" representa información relativa a la frecuencia de la segunda fuente 26 de energía.
- 45 Como se muestra en la figura 16A, para cada etapa, se establece un tiempo para el elemento "TEMPORIZADOR" y se establece la velocidad de giro de una pieza de trabajo para el elemento "GIRO".
- En el caso de utilizar el método por división en el tiempo, la información sobre el destino de una tabla de ajuste a la que se debe hacer referencia en el caso de que se establezca realizando un calentamiento por tabla y, cuando se realiza el calentamiento por etapas, se establecen una intensidad VR de salida y la relación DT de trabajo de la baja frecuencia como se muestra en la figura 16A.
- 50 En el caso de utilizar el método de superposición, se establece la información sobre un destino de la tabla de ajuste a la que se debe hacer referencia en el caso de realizar un calentamiento por tabla y cuando se realiza el calentamiento por etapas, se establecen una intensidad VR de salida y una frecuencia. En este caso, el establecimiento de una frecuencia significa el establecimiento de una frecuencia para que se produzca en el

supuesto de un caso donde es posible establecer una frecuencia para que sea producida por la segunda fuente 26 de energía.

5 En este caso, la etapa de calentamiento significa un método en el que una señal de calor y condiciones de calentamiento que tienen la intensidad VR de salida y la relación DT de trabajo de la baja frecuencia a medida que los elementos se envían desde cada aparato de calentamiento por inducción al sistema 20 de fuente de energía a través del controlador 35 de conmutación para cada etapa, y si cada una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía recibe la señal de calor y las condiciones de calentamiento, la fuente de energía correspondiente realiza el control de salida para calentar una pieza de trabajo.

10 Por otra parte, el calentamiento por tabla significa un método en el que las tablas, como se muestra en las figuras 16B a 16D, se envían desde cada aparato de calentamiento por inducción al sistema 20 de fuente de energía a través del controlador 35 de conmutación por adelantado y cada una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía realizan el control de salida de acuerdo con las tablas para calentar una pieza de trabajo

15 Si se usa el calentamiento por etapas, en cada etapa, se envía una señal desde cada aparato de calentamiento por inducción a cada fuente de energía para controlar el inicio y la finalización del calentamiento. Por lo tanto, debido a la transmisión y recepción de la señal, se produce un error en el tiempo de calentamiento. Por el contrario, si se usa el calentamiento por tabla, no se envían ni se reciben una señal de inicio de calentamiento y una señal de finalización de calentamiento con respecto a cada aparato de calentamiento por inducción para cada operación de calentamiento. Por lo tanto, es posible controlar con precisión el tiempo de calentamiento. En el calentamiento por
20 tabla, incluso en el caso de cambiar la condición de calentamiento en series temporales dentro de una tabla, es posible controlar con precisión el tiempo de calentamiento en cada condición de calentamiento. Dicho de otro modo, si se usa el calentamiento por tabla, debido a que la condición de calentamiento se envía a cada fuente de energía por adelantado, es posible aumentar la precisión del tiempo de calentamiento e incluso si la condición de calentamiento cambia, es posible realizar con precisión la salida en el tiempo de calentamiento de cada condición de
25 calentamiento.

30 En cada etapa de la figura 16A, si el elemento "HSWTABLA" es 0, la primera fuente 21 de energía no realiza el calentamiento por tabla, y si un elemento "2BNDTABLA" es 0, la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía no realizan el calentamiento por tabla. Al mismo tiempo, si el elemento "HSWTABLA" es 1, se refiere a la primera tabla de ajuste del método por división en el tiempo que se muestra en la figura 16B, y si el elemento "HSWTABLA" es 2, se refiere a la segunda tabla de ajuste del método por división en el tiempo que se muestra en la figura 16C, y si el elemento "2BNDTABLA" es 1, se refiere a la primera tabla de ajuste del método de superposición que se muestra en la figura 16D.

35 En las figuras 16B y 16C, los símbolos de referencia "VR", "DT" y "HT" representan la intensidad de salida, la relación de trabajo de la baja frecuencia y el tiempo de calentamiento, respectivamente, y en la figura 16D, los símbolos de referencia "VR", "FREC" y "HT" representan la intensidad de salida, la frecuencia de salida y el tiempo de calentamiento, respectivamente.

De este modo, se establece una condición de calentamiento desde cada aparato 10 de calentamiento por inducción a la unidad de control del sistema que incluye el controlador 35 de conmutación.

Ajuste para la supervisión de salida

40 Se describirá cómo supervisar la salida en un caso de condiciones de ajuste como las de cada tabla mostrada en las figuras 16A a 16D. La figura 17 es una vista que ilustra un ejemplo de una pantalla de supervisión de salida.

45 En las figuras 16A a 16D, el suministro de energía se realiza en la ETAPA 3, ETAPA 5 y ETAPA 7. Por lo tanto, las etapas de supervisión de salida se indican con 3, 5 y 7, que son los números de la ETAPA 3, ETAPA 5 y ETAPA 7. En cada una de la ETAPA 3, ETAPA 5 y ETAPA 7, un elemento "FILA DE SUPERVISIÓN DE TABLA" representa una fila para supervisión en una tabla como referencia. Por ejemplo, en la ETAPA 3, debido a que el elemento "HSWTABLA" es 1 en la tabla de la figura 16A, se refiere a la tabla de la figura 16B, y una fila para supervisión en la tabla de la figura 16B se establece para el elemento "FILA DE SUPERVISIÓN DE TABLA". Un elemento "TIEMPO DE ENMASCARAMIENTO DE LA SUPERVISIÓN" significa un tiempo para el que no se realiza la supervisión después de que se inicie el calentamiento, y si un elemento "SUPERVISIÓN SOLO AL FINAL" es "SÍ", la supervisión
50 se realiza para un valor al final del calentamiento. En la figura 17, se establecen para cada uno de los métodos por división en el tiempo y superposición, la energía eléctrica P1 y P2, la corriente Icc de CC y la tensión Vcc de CC que se introducen desde el convertidor 21a o 26a al inversor 21b o 26b, y las frecuencias F1 y F2. Con respecto a cada parámetro, se establecen un límite superior y un límite inferior y se muestra un valor medido.

Sin embargo, los controladores de fuente de energía 21x y 26x de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía realizan un control de modo que la tensión de CC se vuelve constante o de manera que la CC se vuelve constante. Para este fin, la situación de salida de cada fuente de energía se supervisa como un objeto de control. Dicho de otro modo, cada uno de los controladores de fuente de energía 21x y 26x supervisa la tensión Vcc de CC para controlarla y hacer la tensión de corriente continua constante y supervisa la corriente Icc de CC para controlarla y hacer la corriente continua constante.

5

Por lo tanto, en el método por división en el tiempo, las frecuencias y cualquiera de la tensión Vcc de CC y la corriente Icc de CC, que son objetos de control, se supervisan continuamente y se supervisa el valor de la energía eléctrica durante la finalización del calentamiento. Al mismo tiempo, en el método de superposición, las frecuencias y cualquiera de la tensión Vcc de CC y la corriente Icc de CC, que son objetos de control, se supervisan continuamente y se supervisa el valor de la energía eléctrica durante la finalización del calentamiento. Además, en el caso de que el elemento "SUPERVISIÓN SOLO AL FINAL" sea "SÍ" en la figura 17, se supervisan todos los valores al final de las operaciones de calentamiento.

10

Ahora, se describirá un método de supervisión.

15

En el caso de usar el calentamiento por tabla, hay un método de supervisión como el siguiente.

Como primer proceso, en una pantalla de supervisión se establece cada valor como se muestra en la figura 17.

Como segundo proceso, se establecen una etapa de ajuste de condición de la cual se supervisará el calentamiento por tabla y una fila para supervisión de 15 filas de una tabla que se supervisará. La figura 17 muestra un caso donde es posible establecer tres filas como filas de calentamiento por tabla a ser supervisadas.

20

Como tercer proceso, siempre se lee un dispositivo de datos de medición de funcionamiento de la tabla del inversor, por lo que se supervisa una fila de la tabla correspondiente. En este caso, el dispositivo de datos de medición de funcionamiento de la tabla del inversor es una unidad de medición que se describe a continuación. Con respecto a la energía eléctrica, como se describirá más adelante, la energía eléctrica promedio se supervisa leyendo un valor durante la finalización del calentamiento.

25

Además, incluso en el caso de utilizar el calentamiento por etapas, es decir, incluso si se introducen la intensidad VR de salida, la relación DT de trabajo de la baja frecuencia y la frecuencia de una etapa, cada valor se establece en la pantalla de supervisión, se establece una etapa de ajuste de condición de la etapa en la que se supervisará el calentamiento, y el dispositivo de datos de medición de funcionamiento de la tabla del inversor se lee constantemente, supervisando de este modo la tensión Vcc de CC, la corriente Icc de CC, la energía eléctrica durante la finalización del calentamiento y la frecuencia de la etapa establecida como un objeto supervisado.

30

Equipo para la supervisión de energía eléctrica.

Se describirá cómo supervisar la energía eléctrica en detalle haciendo referencia a los circuitos mostrados en las figuras 3 y 4. Como se muestra en las figuras 3 y 4, el convertidor 21a y el inversor 21b están controlados por las unidades 21c de control del inversor, y el convertidor 26a y el inversor 26b están controlados por la unidad 26c de control del inversor. Por lo tanto, la corriente Icc de CC y la tensión Vcc de CC aplicadas desde el convertidor 21a al inversor 21b o desde el convertidor 26a al inversor 26b se miden mediante un sensor 101 de corriente y un sensor 102 de tensión mostrados en las figuras 3 y 4 y los valores medidos se introducen en una sección 103 de medición. Los valores introducidos en la sección 103 de medición se convierten en valores digitales, que se envían a una unidad 104 de procesamiento. La sección 103 de medición se proporciona para cada una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía, y la unidad 104 de procesamiento se proporcionan en cada aparato 10 de calentamiento por inducción o en una unidad de gestión (no mostrada) para controlar de manera general el sistema 1 de calentamiento por inducción.

35

40

Hay varios métodos para supervisar la energía eléctrica durante el funcionamiento del sistema 1 de calentamiento por inducción. De aquí en adelante, se describirá un caso de suministro de energía eléctrica de acuerdo con una señal de DT mediante el método por división en el tiempo.

45

La figura 18 es una vista para explicar un primer método de supervisión de salida, y el eje vertical representa el tiempo, y el eje horizontal representa la tensión Vcc de CC, la corriente Icc de CC y la relación DT de trabajo de la baja frecuencia. En un primer método de supervisión de salida, cuando la señal de DT está en un estado ENCENDIDO, es decir, cuando se produce la baja frecuencia, el sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión detectan los valores Vcc e Icc instantáneos. Por lo tanto, la energía eléctrica de baja frecuencia y la energía eléctrica de alta frecuencia se obtienen de las siguientes ecuaciones.

50

La energía eléctrica de baja frecuencia P1(kW) es la siguiente:

$$P1 = v_{cc} (V) \times i_{cc} (A) \times DT (\%) \times 10^{-2} \times 10^{-3}$$

La energía eléctrica de alta frecuencia P2(kW) es la siguiente:

$$P2 = v_{cc} (V) \times i_{cc} (A) \times (100 - DT (\%)) \times 10^{-2} \times 10^{-3}$$

5 En el primer método de supervisión de salida, el valor v_{cc} instantáneo es relativamente estable y, por lo tanto, la corriente i_{cc} de CC cambia en la relación DT de trabajo de la baja frecuencia a medida que transcurre el tiempo. La razón es porque en el método por división en el tiempo, la salida se realiza de acuerdo con el método de control de cada fuente de energía, por ejemplo, de modo que la tensión de corriente continua se convierte en constante y, por tanto, la corriente cambia de acuerdo con un cambio en la impedancia de carga. Por esta razón, es imposible la supervisión precisa.

10 En la presente invención, en un segundo método de supervisión, para cada intervalo predeterminado Δt (por ejemplo, 0,5ms), los valores v_{cc} e i_{cc} instantáneos son detectados por el sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión. A continuación, se obtiene el producto de los valores v_{cc} e i_{cc} instantáneos, es decir, los productos de los valores instantáneos de las tensiones de corriente continua y las corrientes continuas en cada tiempo de muestreo, y se integran para cada una de las bajas frecuencias y altas frecuencias para cada período de calentamiento por etapas, mediante lo cual se obtiene energía eléctrica durante la finalización de la etapa.

La figura 19 es una vista para explicar el segundo método de supervisión de salida. En la figura 19, (a) muestra los cambios de la tensión de corriente continua y la corriente continua con el tiempo, y (b) a (e) muestran los cambios de la señal de DT, el consumo de energía integral de baja frecuencia, el consumo de energía integral de alta frecuencia y la señal de calor con el tiempo, respectivamente.

20 Como se muestra en (a) de la figura 19, debido a que la tensión de corriente continua y la corriente continua cambian a medida que transcurre el tiempo, en cada tiempo de muestreo, por ejemplo, a intervalos de 0,5ms, el sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión detectan valores instantáneos. Posteriormente, para cada tiempo de muestreo, el valor $q(J)$ integrado de la energía eléctrica con respecto al tiempo se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$25 \quad q (J) = v_{cc} (V) \times i_{cc} (A) \times [\text{TIEMPO(S) DE MUESTREO}]A$$

A continuación, se obtienen la suma $QB(J)$ de los productos de la energía eléctrica de baja frecuencia y tiempo y la suma $QA(J)$ de los productos de la energía eléctrica de alta frecuencia y tiempo mediante las siguientes ecuaciones, respectivamente.

$$QB (J) = \Sigma q (J) \quad (\text{En este caso, la integración se realiza para un periodo cuando la señal de DT se encuentra a un alto nivel (periodo de salida a baja frecuencia)})$$

$$30 \quad QA (J) = \Sigma q (J) \quad (\text{En este caso, la integración se realiza para un periodo cuando la señal de DT se encuentra a un bajo nivel (periodo de salida a alta frecuencia)})$$

Posteriormente, se obtienen la energía P1 eléctrica promedio de baja frecuencia (kJ/s) y la energía P2 eléctrica promedio de alta frecuencia mediante las siguientes ecuaciones. En este caso, HT(s) representa un tiempo de calentamiento total.

$$P1 (kJ/s = kW) = QL (J) / HT (s) \times 10^{-3}$$

$$35 \quad P2 (kJ/s = kW) = QH (J) / HT (s) \times 10^{-3}$$

40 En el sistema 1 de calentamiento por inducción de acuerdo con el modo de realización de la presente invención, un aparato 110 de supervisión de salida está conectado a la primera fuente 21 de energía y a la segunda fuente 26 de energía de un aparato 120 de suministro de energía que sirve al sistema de fuente de energía mostrado en las figuras 3 y 4, a través de cableados. La figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra de manera esquemática un aparato 110 de supervisión de salida. El aparato 110 de supervisión de salida incluye la sección 103 de medición y la unidad 104 de procesamiento.

La sección 103 de medición mide la corriente I_{cc} de CC y la tensión V_{cc} de CC que salen desde el convertidor 21a al inversor 21b o desde el convertidor 26a al inversor 26b mostrado en las figuras 3 y 4, en cada tiempo de muestreo.

5 La unidad 104 de procesamiento obtiene una cantidad de energía eléctrica para cada frecuencia a partir de los valores de las corrientes y las tensiones medidas en los tiempos de muestreo individuales por la sección 103 de medición y obtiene la energía eléctrica promedio de cada frecuencia en base a la cantidad de energía eléctrica de la frecuencia correspondiente.

10 El aparato 120 de suministro de energía está configurado para ser unido a la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción a través de la sección 30 de conmutación y que se pueda conectar a uno de los aparatos 10 de calentamiento por inducción mediante el control de la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción en la sección 30 de conmutación. En un caso donde el aparato 120 de suministro de energía está configurado de ese modo, la unidad 104 de procesamiento está provista en cada uno de la pluralidad de aparatos 10 de calentamiento por inducción. Por lo tanto, es posible obtener datos de medición de la sección 103 de medición con respecto al aparato 120 de suministro de energía, y cada unidad 104 de procesamiento determina la consistencia de la energía eléctrica promedio de cada frecuencia y un comando de suministro que se haya emitido al aparato 120 de suministro de energía.

20 Como se muestra en la figura 20, la sección 103 de medición incluye una unidad 103a de medición de corriente y tensión y una unidad 103b de medición de frecuencia para corresponder a un método en el que el aparato 120 de suministro de energía suministra energía eléctrica de un modo por división en el tiempo. Dicho de otro modo, la unidad 103a de medición de corriente y tensión mide la corriente continua y la tensión de corriente continua que salen del convertidor 21a al inversor 21b o del convertidor 26a al inversor 26b, desde los valores de detección que son introducidos desde el sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión mostrados en las figuras 3 y 4, en cada tiempo de muestreo. La unidad 103b de medición de frecuencia cuenta el número de veces de conmutación efectuadas por el inversor 21b o 26b por unidad de tiempo, midiendo de este modo la frecuencia de la tensión o corriente de salida.

25 Por lo tanto, la unidad 104 de procesamiento obtiene una cantidad de energía eléctrica de cada frecuencia obtenida por la unidad 103b de medición de frecuencia, a partir de los valores de la corriente y la tensión medidos en cada tiempo de muestreo por la unidad 103a de medición de corriente y tensión y obtiene la energía eléctrica promedio de la frecuencia correspondiente en base a la cantidad de energía eléctrica de la frecuencia correspondiente.

30 Método de supervisión de salida

Se describirá un método para supervisar la salida usando el aparato 110 de supervisión de salida mostrado en la figura 20.

35 Como se muestra en la figura 3, cuando se produce una corriente continua mientras se enciende y apaga en una primera frecuencia (por ejemplo, una baja frecuencia) y una segunda frecuencia (por ejemplo, una alta frecuencia) por el inversor 21b, primero, la unidad 103a de medición de corriente y tensión mide la corriente continua y la tensión de corriente continua en cada uno de los tiempos de muestreo, desde la entrada de datos de detección desde el sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión.

40 A continuación, cuando el inversor 21b enciende y apaga la corriente continua en la primera frecuencia, la unidad 104 de procesamiento recibe las corrientes y las tensiones medidas en los tiempos de muestreo individuales por la unidad 103a de medición de corriente y tensión. La unidad 104 de procesamiento añade los productos de los valores de entrada, es decir, las corrientes y las tensiones de los tiempos de muestreo individuales y divide la suma por el tiempo de calentamiento por inducción que es el tiempo de salida, obteniendo de este modo la energía de salida promedio de la primera frecuencia. Además, cuando el inversor 21b enciende y apaga la corriente continua en la segunda frecuencia, la unidad 104 de procesamiento recibe las corrientes y las tensiones medidas en cada uno de los tiempos de muestreo por la unidad 103a de medición de corriente y tensión. La unidad 104 de procesamiento multiplica los valores de entrada, es decir, la corriente y la tensión de cada tiempo de muestreo, suma los valores de los tiempos de muestreo individuales obtenidos por la multiplicación y divide la suma por el tiempo de calentamiento por inducción que es el tiempo de salida, obteniendo de este modo la energía de salida promedio de la segunda frecuencia.

50 A continuación, la unidad 104 de procesamiento puede mostrar la energía eléctrica suministrada en una unidad de visualización (no mostrada) en base al valor de la energía de salida promedio de la primera frecuencia y el valor de la energía de salida promedio de la segunda frecuencia, haciendo de este modo que un supervisor supervise la energía eléctrica suministrada. Se supervisa si la energía de salida promedio de cada una de la primera frecuencia y la segunda frecuencia está entre el límite superior y el límite inferior establecido por la unidad 104 de procesamiento y, en un caso donde la energía de salida promedio de cada una de la primera frecuencia y la segunda frecuencia

está fuera del rango entre el límite superior y el límite inferior, se produce una señal de parada para detener la salida. De esta manera, en un caso donde se establece un valor de umbral o un rango permitido para cada frecuencia, si la energía de salida promedio de la frecuencia correspondiente excede el valor de umbral o está fuera del rango permitido, es posible detener la salida y retirar cualquier pieza de trabajo que no haya sido sometida al calentamiento por inducción apropiado.

5

Como se describió anteriormente, el aparato 110 de supervisión de salida obtiene la energía eléctrica promedio de cada frecuencia al muestrear la tensión V_{cc} de CC y la corriente I_{cc} de CC a intervalos predeterminados durante todo el tiempo de calentamiento. Por lo tanto, es posible supervisar cambios como el aumento de la salida. Dicho de otro modo, es posible reducir el tiempo de calentamiento e incluso supervisar el estado de transición de aumento de la salida.

10

En el método de supervisión de salida de acuerdo con el modo de realización de la presente invención, el consumo de energía de baja frecuencia integral se divide por el tiempo de calentamiento total, por lo que se obtiene la energía eléctrica promedio de la baja frecuencia y el consumo de energía de alta frecuencia integral se divide por el tiempo de calentamiento total, por lo que se obtiene la energía eléctrica promedio de la alta frecuencia.

15

Por lo tanto, la unidad 104 de procesamiento puede supervisar una anomalía de la señal de DT que designa la conmutación entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia, en base a los cambios en las magnitudes de la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia y la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia.

20

Si ocurre una anomalía en la señal de DT que causa cambios en los tiempos de salida de la primera frecuencia y los tiempos de salida de la segunda frecuencia, el consumo de energía eléctrica integral del período de salida de la primera frecuencia y el consumo de energía eléctrica integral del período de salida de la segunda frecuencia también cambian. Como resultado, también cambia la energía eléctrica promedio de cada frecuencia obtenida al dividir el consumo de energía eléctrica integral de la frecuencia correspondiente por el tiempo de salida total. Por lo tanto, si se supervisa si los valores de la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia y el valor de la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia cambian en series temporales, es posible supervisar una anomalía de la llamada señal de DT que designa la conmutación entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia. De esta manera, si se supervisa la energía eléctrica promedio de cada frecuencia, es posible incluso supervisar la señal de DT.

25

Ahora, se describirá la supervisión de salida en el caso de usar el método de superposición. En el sistema mostrado en la figura 1, el producto de la tensión de CC y la corriente de CC se obtiene para cada una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía, y el valor integrado de los productos se divide por el tiempo de calentamiento total, obteniendo de este modo una energía eléctrica promedio. Es entonces posible supervisar la salida de un modo similar al del caso en que se usa el método por división en el tiempo.

30

Modificación del método de supervisión de salida

35

El método de supervisión de salida mencionado anteriormente es para el caso donde la energía eléctrica es suministrada por el método por división en el tiempo. Sin embargo, este método también se puede aplicar a un caso donde el método de superposición produce de manera alternativa una baja frecuencia y una alta frecuencia. Esto se describirá a continuación en detalle. La figura 21 es una vista que ilustra la existencia o no existencia de la salida de la primera frecuencia y la existencia o no existencia de la salida de la segunda frecuencia en series temporales en un caso donde la energía eléctrica es suministrada por el método de superposición.

40

La configuración del circuito usando el método de superposición mostrado en la figura 4 se basa en la premisa de un caso en que se produce de manera alternativa una salida de señal cuando el inversor 21b enciende y apaga la corriente continua en la primera frecuencia y una salida de señal cuando el inversor 26b enciende y apaga la corriente continua en la segunda frecuencia, como se muestra en la figura 21.

45

Primero, cada sección 103 de medición mostrada en la figura 4 recibe la entrada de señales de detección del sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión y mide la corriente de CC y la tensión de CC en cada uno de los tiempos de muestreo.

50

A continuación, cuando el inversor 21b enciende o apaga la corriente continua en la primera frecuencia, la unidad 104 de procesamiento recibe las corrientes y las tensiones muestreadas por la unidad 103a de medición de corriente y tensión. La unidad 104 de procesamiento integra los productos de los valores de entrada, es decir, los valores de corriente y tensión de los tiempos de muestreo individuales y divide el valor integrado por el tiempo de salida, obteniendo de este modo la energía de salida promedio de la primera frecuencia. Además, cuando el inversor 26b enciende y apaga la corriente continua en la segunda frecuencia, la unidad 104 de procesamiento recibe las corrientes y las tensiones muestreadas por la unidad 103a de medición de corriente y tensión. La unidad 104 de procesamiento integra los productos de los valores de entrada, es decir, los valores de corriente y tensión de los

tiempos de muestreo individuales y divide el valor integrado por el tiempo de salida, obteniendo de este modo la energía de salida promedio de la segunda frecuencia.

5 A continuación, la unidad 104 de procesamiento puede mostrar la energía eléctrica suministrada en una unidad de visualización (no mostrada) en base a las magnitudes de la energía de salida promedio de la primera frecuencia y la energía de salida promedio de la segunda frecuencia, haciendo de este modo que un supervisor supervise la energía eléctrica suministrada.

10 Como se describió anteriormente, en el modo de realización de la presente invención, las secciones 103 de medición miden, en cada tiempo de muestreo, las tensiones de CC y las corrientes de CC que salen de los convertidores 21a y 26a a los inversores 21b y 26b en la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía que forman el sistema 20 de fuente de energía. Por lo tanto, es posible supervisar la energía eléctrica que sale de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía y similares.

Supervisión del suministro de energía a un aparato de calentamiento por inducción

15 Hasta ahora, se ha descrito principalmente el caso donde uno de los aparatos 10 de calentamiento por inducción está conectado al sistema 20 de fuente de energía a través de la sección 30 de conmutación y la energía eléctrica es suministrada desde el sistema 20 de fuente de energía al correspondiente aparato 10 de calentamiento por inducción. Sin embargo, incluso en el caso de que solo haya un aparato 10 de calentamiento por inducción y se suministre energía eléctrica al aparato 10 de calentamiento por inducción, la supervisión de salida se puede realizar de manera similar.

20 Es decir, suponiendo que el sistema 1 de calentamiento por inducción de la figura 1 tenga solo el aparato 10A de calentamiento por inducción, la supervisión de salida se realiza de la siguiente manera. El sistema 1 de calentamiento por inducción tiene al menos una de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía, así como al menos un aparato 120 de suministro de energía. Como se muestra en las figuras 3 y 4, la primera fuente 21 de energía incluye el convertidor 21a configurado para convertir una corriente alterna en una corriente continua y un inversor 21b para convertir la entrada de corriente continua del convertidor 21a por medio de encender y apagar la corriente continua a una frecuencia opcional, y producir la señal convertida. Como se muestra en la figura 4, la segunda fuente 26 de energía incluye el convertidor 26a configurado para convertir una corriente alterna en una corriente continua y un inversor 26b configurado para convertir la entrada de corriente continua del convertidor 26a por medio de encender y apagar la corriente continua a una frecuencia opcional, y producir la señal convertida. El aparato 120 de suministro de energía está conectado para suministrar energía eléctrica a una bobina 13 de calentamiento única como se muestra en las figuras 3 y 4. Si hay una pluralidad de áreas de tratamiento térmico en una pieza de trabajo, se pueden conectar una pluralidad de bobinas en serie o en paralelo. Incluso en este caso, el término "bobina 13 de calentamiento única" se utiliza como el nombre colectivo de la pluralidad de bobinas. Una bobina de calentamiento corresponde a una pieza de trabajo, y la bobina de calentamiento se denomina bobina de calentamiento única.

35 Este sistema 1 de calentamiento por inducción está equipado con aparatos 110 de supervisión de salida, cada uno de los cuales incluye la sección 103 de medición y la unidad 104 de procesamiento mostrada en la figura 20. Las secciones 103 de medición miden las tensiones de CC y las corrientes de CC que salen de los convertidores 21a y 26a a los inversores 21b y 26b, en cada tiempo de muestreo. Cada sección 103 de medición incluye la unidad 103a de medición de corriente y tensión y la unidad 103b de medición de frecuencia como se describió haciendo referencia a la figura 20. Cada unidad 104 de procesamiento obtiene una cantidad de energía eléctrica de una frecuencia correspondiente, a partir de los valores de las corrientes y las tensiones de los tiempos de muestreo individuales medidos por la sección 103 de medición y obtiene la energía eléctrica promedio de la frecuencia correspondiente en base a la cantidad de energía eléctrica de la frecuencia correspondiente.

45 Cuando este sistema 1 de calentamiento por inducción se usa para encender o apagar al menos en corriente continua en al menos una frecuencia, realizando de este modo el calentamiento por inducción, se miden las corrientes y las tensiones que salen desde los convertidores 21a y 26a a los inversores 21b y 26b en la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía en cada tiempo de muestreo, y los productos de las corrientes y las tensiones medidas en los tiempos de muestreo se integran con respecto a cada frecuencia, por lo que se obtiene la energía eléctrica promedio de cada frecuencia. Como resultado, es posible supervisar la situación de salida del aparato 120 de suministro de energía en base a la energía eléctrica promedio de cada frecuencia.

50 En un caso donde el aparato 120 de suministro de energía suministra energía eléctrica por el método por división en el tiempo, la supervisión de la salida se realiza de la siguiente manera. Como el aparato 120 de suministro de energía, la primera fuente 21 de energía es provista como se muestra en la figura 3. En un caso donde el inversor 21b de la primera fuente 21 de energía ajuste la energía de salida de la alta frecuencia y la energía de salida de la baja frecuencia a las relaciones entre el tiempo de salida de alta frecuencia y el tiempo de salida de baja frecuencia con respecto al período de salida, específicamente, en un caso donde el inversor 21b de la primera fuente 21 de energía produce de manera alternativa la baja frecuencia y la alta frecuencia, la unidad 104 de procesamiento

calcula los productos de las corrientes de CC y las tensiones de CC de los tiempos de muestreo individuales medidos en base a los valores de entrada del sensor 101 de corriente y el sensor 102 de tensión por la sección 103 de medición, obteniendo de este modo la energía eléctrica promedio de la alta frecuencia y la energía eléctrica promedio de la baja frecuencia suministrada desde la primera fuente 21 de energía que sirve como un aparato 120 de suministro de energía a la bobina 13 de calentamiento.

Es decir, cuando una corriente continua es encendida o apagada de manera diferente en la alta frecuencia (la primera frecuencia) y en la baja frecuencia (la segunda frecuencia) por la señal de DT, y la alta frecuencia y la baja frecuencia se producen por multiplexación por división en el tiempo para realizar el calentamiento por inducción, se miden la corriente y la tensión de la corriente continua en cada tiempo de muestreo. Los productos de las corrientes y las tensiones de los tiempos de muestreo individuales medidos durante la conmutación en la primera frecuencia se integran, por lo que se obtiene la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia. De manera similar, los productos de las corrientes y las tensiones de los tiempos de muestreo individuales medidos durante la conmutación a la segunda frecuencia se integran, por lo que se obtiene la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia. En base a la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia y la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia, es posible controlar la energía de salida.

En un caso donde el aparato 120 de suministro de energía suministra energía eléctrica mediante el método de superposición, la supervisión de la salida se realiza de la siguiente manera. Como se muestra en la figura 4, el aparato 120 de suministro de energía incluye la primera fuente 21 de energía que sirve como primer aparato de suministro de energía y la segunda fuente 26 de energía que sirve como un segundo aparato de suministro de energía. En este caso, en la primera fuente 21 de energía, el inversor 21b convierte la entrada de corriente continua del convertidor 21a por medio de encender y apagar la corriente continua en la primera frecuencia y produce la señal convertida. Simultáneamente a esto, en la segunda fuente 26 de energía, el inversor 26b convierte la entrada de corriente continua del convertidor 26a por medio de encender y apagar la corriente continua en la segunda frecuencia y produce la señal convertida. La primera frecuencia y la segunda frecuencia de las dos fuentes de energía de la primera fuente 21 de energía y la segunda fuente 26 de energía se superponen y suministran a la bobina 13 de calentamiento.

En este caso, como se muestra en la figura 4, la sección 103 de medición incluye una primera unidad 103c de medición que es provista para la primera fuente 21 de energía y una segunda unidad 103d de medición que es provista para la segunda fuente 26 de energía. La primera unidad 103c de medición mide la corriente de CC y la salida de tensión de CC del convertidor 21a al inversor 21b en la primera fuente 21 de energía, en cada tiempo de muestreo. La segunda unidad 103d de medición mide la corriente de CC y la salida de tensión de CC del convertidor 26a al inversor 26b en la segunda fuente 26 de energía, en cada tiempo de muestreo.

Por consiguiente, la unidad 104 de procesamiento obtiene la cantidad de energía eléctrica de la primera frecuencia a partir de los valores de las corrientes y las tensiones de los tiempos de muestreo individuales medidos por la primera unidad 103c de medición, obtiene la cantidad de energía eléctrica de la segunda frecuencia a partir de los valores de la corriente y la tensión de los tiempos de muestreo individuales medidos por la segunda unidad 103d de medición, y obtiene la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia y la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia en base a la cantidad de energía eléctrica de la primera frecuencia y la cantidad de energía eléctrica de la segunda frecuencia.

Dicho de otro modo, en un caso donde la primera fuente 21 de energía convierte una primera corriente continua por medio de encender y apagar la primera corriente continua en la primera frecuencia y produce la señal convertida, mientras que la segunda fuente 26 de energía convierte una segunda corriente continua por medio de encender y apagar la segunda corriente continua en la segunda frecuencia, y la primera frecuencia y la segunda se superponen para realizar el calentamiento por inducción, la primera unidad 103c de medición mide la corriente y la tensión de la primera corriente continua en cada tiempo de muestreo y la segunda unidad 103d de medición mide la corriente y la tensión de la segunda corriente continua en cada tiempo de muestreo. La unidad 104 de procesamiento integra entonces los productos de las corrientes y tensiones de los tiempos de muestreo individuales relativos a la primera corriente continua y medida durante la conmutación en la primera frecuencia, y divide el valor integrado por el tiempo de calentamiento por inducción, obteniendo de este modo la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia. De manera similar, la unidad 104 de procesamiento integra los productos de las corrientes y tensiones de los tiempos de muestreo individuales relativos a la segunda corriente continua y medidos durante la conmutación en la segunda frecuencia, y divide el valor integrado por el tiempo de calentamiento por inducción, obteniendo de este modo la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia. En base a la energía eléctrica promedio de la primera frecuencia y la energía eléctrica promedio de la segunda frecuencia, la unidad 104 de procesamiento controla la energía de salida.

El caso donde el sistema 1 de calentamiento por inducción incluye una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción como se muestra en la figura 1 ya se ha descrito, y por lo tanto se describe aquí.

Como se describió anteriormente, en el sistema 1 de calentamiento por inducción, la energía eléctrica suministrada es supervisada por el aparato 110 de supervisión de salida. Por lo tanto, es posible supervisar una anomalía de una carga, una anomalía de una barra colectora y similares.

Otra supervisión

5 Debido a que el sistema 1 de calentamiento por inducción mostrado en la figura 1 incluye el aparato 110 de supervisión de salida, es posible supervisar la energía eléctrica suministrada a cada aparato 10 de calentamiento por inducción. El aparato 110 de supervisión de salida también se puede usar para supervisar una frecuencia de salida real y la tensión de corriente Vcc de CC durante el calentamiento por un tiempo muy corto.

10 Por ejemplo, en el aparato 110 de supervisión de salida, la unidad 103a de medición de corriente y tensión puede medir la entrada de tensión Vcc de CC al inversor 21b o 26b en cada tiempo de muestreo, controlando de este modo siempre la tensión Vcc de CC. En este caso, es posible obtener el valor promedio de una pluralidad de elementos de datos cada tiempo de muestreo, por ejemplo, de 4ms a 6ms sin tener en cuenta varios milisegundos inmediatamente después de conmutar a una frecuencia, e integrar los valores promedio de los tiempos de muestreo individuales hasta la finalización de la frecuencia correspondiente, y dividir el valor integrado por el número de tiempos de muestreo, controlando de este modo la tensión de corriente continua promedio.

15 Por ejemplo, en el aparato 110 de supervisión de salida, la unidad 103b de medición de frecuencia puede supervisar el número de veces de conmutación por unidad de tiempo por el inversor 21b o 26b, midiendo de este modo la frecuencia. Por lo tanto, mientras se produce energía eléctrica de cada frecuencia, es posible supervisar la frecuencia de salida.

20 Por ejemplo, incluso en calentamiento durante un tiempo muy corto, es posible medir la tensión Vcc de CC y la frecuencia y, de este modo, supervisarlas.

De esta manera, incluso cuando se está suministrando energía eléctrica, es posible controlar siempre la tensión de CC y la frecuencia como objetos de control, y es posible proporcionar una guía que represente si el calentamiento por inducción se está realizando de manera adecuada.

25 Si bien la presente invención se ha descrito en relación con ciertos modos de realización de la misma, los expertos en la técnica se darán cuenta que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Aplicabilidad industrial

30 Uno o más modos de realización de la invención proporcionan un sistema de calentamiento por inducción y un método de calentamiento por inducción para suministrar energía eléctrica con diferentes frecuencias a una pluralidad de aparatos de calentamiento por inducción, un aparato de supervisión de salida y un método de supervisión de salida para supervisar una situación de salida cuando la energía eléctrica se suministra desde un aparato de suministro de energía a una bobina de calentamiento para realizar el calentamiento por inducción, y un aparato de calentamiento por inducción que tiene un transformador de corriente de baja frecuencia y un transformador de corriente de alta frecuencia.

35 Esta solicitud se basa en la Solicitud de Patente Japonesa números 2012-115121, 2012-115122 y 2012-115123, presentadas el 18 de mayo de 2012.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de calentamiento por inducción que comprende:

5 una pluralidad de aparatos (10) de calentamiento por inducción, comprendiendo cada uno de los aparatos (10) de calentamiento por inducción un transformador (11) de corriente de alta frecuencia, un transformador (12) de corriente de baja frecuencia y una bobina (13) de calentamiento a la cual están conectados en paralelo un lado (11b) secundario del transformador (11) de corriente de alta frecuencia y un lado (12b) secundario del transformador (12) de corriente de baja frecuencia;

un conmutador (33) de entrada de alta frecuencia conectado a un lado (11a) primario del transformador (11) de corriente de alta frecuencia;

10 un conmutador (34) de entrada de baja frecuencia conectado a un lado (12a) primario del transformador (12) de corriente de baja frecuencia;

una primera fuente (21) de energía configurada para ajustar una relación entre un tiempo de salida de alta frecuencia y un tiempo de salida de baja frecuencia con respecto a un período de salida y para producir una energía eléctrica de alta frecuencia y una energía eléctrica de baja frecuencia;

15 una segunda fuente (26) de energía configurada para producir una energía eléctrica de una frecuencia diferente a una frecuencia de la salida de energía eléctrica de la primera fuente (21) de energía;

un conmutador (31) de salida de la primera fuente de energía dispuesto para poder conectarse a un terminal de salida de baja frecuencia de la primera fuente (21) de energía;

20 un conmutador (32) de salida de la segunda fuente de energía dispuesto para poder conectarse a un terminal de salida de la segunda fuente (26) de energía; y

25 un controlador (35) de conmutación configurado para controlar el conmutador (33) de entrada de alta frecuencia y el conmutador (34) de entrada de baja frecuencia para cada uno de los aparatos (10) de calentamiento por inducción y para controlar el conmutador (31) de salida de la primera fuente de energía y el conmutador (32) de salida de la segunda fuente de energía para conectar al menos uno de los aparatos (10) de calentamiento por inducción a, al menos una, de la primera fuente (21) de energía y la segunda fuente (26) de energía,

30 en donde cada uno de los aparatos (10) de calentamiento por inducción comprende además un controlador (14) de calentador configurado para enviar una señal de solicitud de conmutación al controlador (35) de conmutación para encender uno de, el conmutador (31) de salida de la primera fuente de energía y el conmutador (32) de salida de la segunda fuente de energía, para apagar el otro de, el primer (31) de salida de la primera fuente de energía y el conmutador (32) de salida de la segunda fuente de energía, y para encender o apagar cada uno de, el conmutador (33) de entrada de alta frecuencia y el conmutador (34) de entrada de baja frecuencia.

35 2. El sistema (1) de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, al recibir la señal de solicitud de conmutación, el controlador (35) de conmutación controla el conmutador (31) de salida de la primera fuente de energía y el conmutador (32) de salida de la segunda fuente de energía y también el conmutador (33) de entrada de alta frecuencia y el conmutador (34) de entrada de baja frecuencia que están conectados al aparato (10) de calentamiento por inducción desde el cual se envía la señal de solicitud de conmutación,

el controlador (35) de conmutación envía una señal de finalización de conmutación al aparato (10) de calentamiento por inducción cuando el controlador (35) de conmutación ha completado el control según la señal de solicitud de conmutación, y

40 al recibir la señal de finalización de conmutación, el aparato (10) de calentamiento por inducción controla una salida de la primera fuente (21) de energía y una salida de la segunda fuente (26) de energía.

FIG. 1

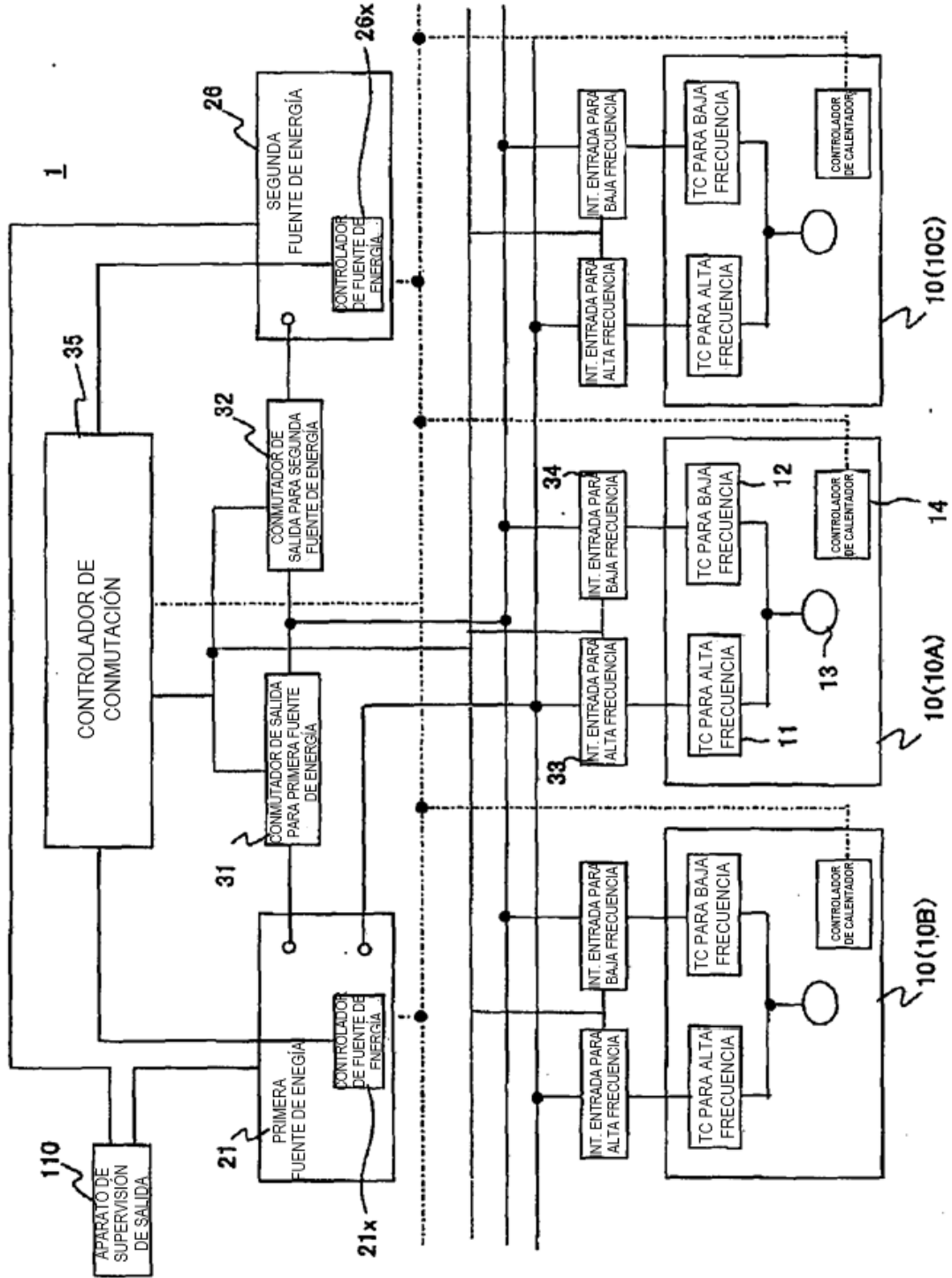


FIG. 2

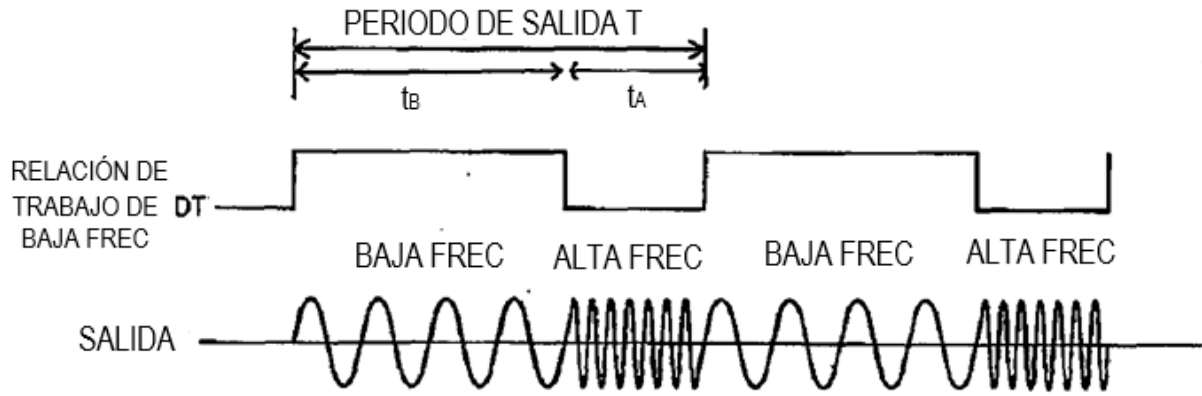
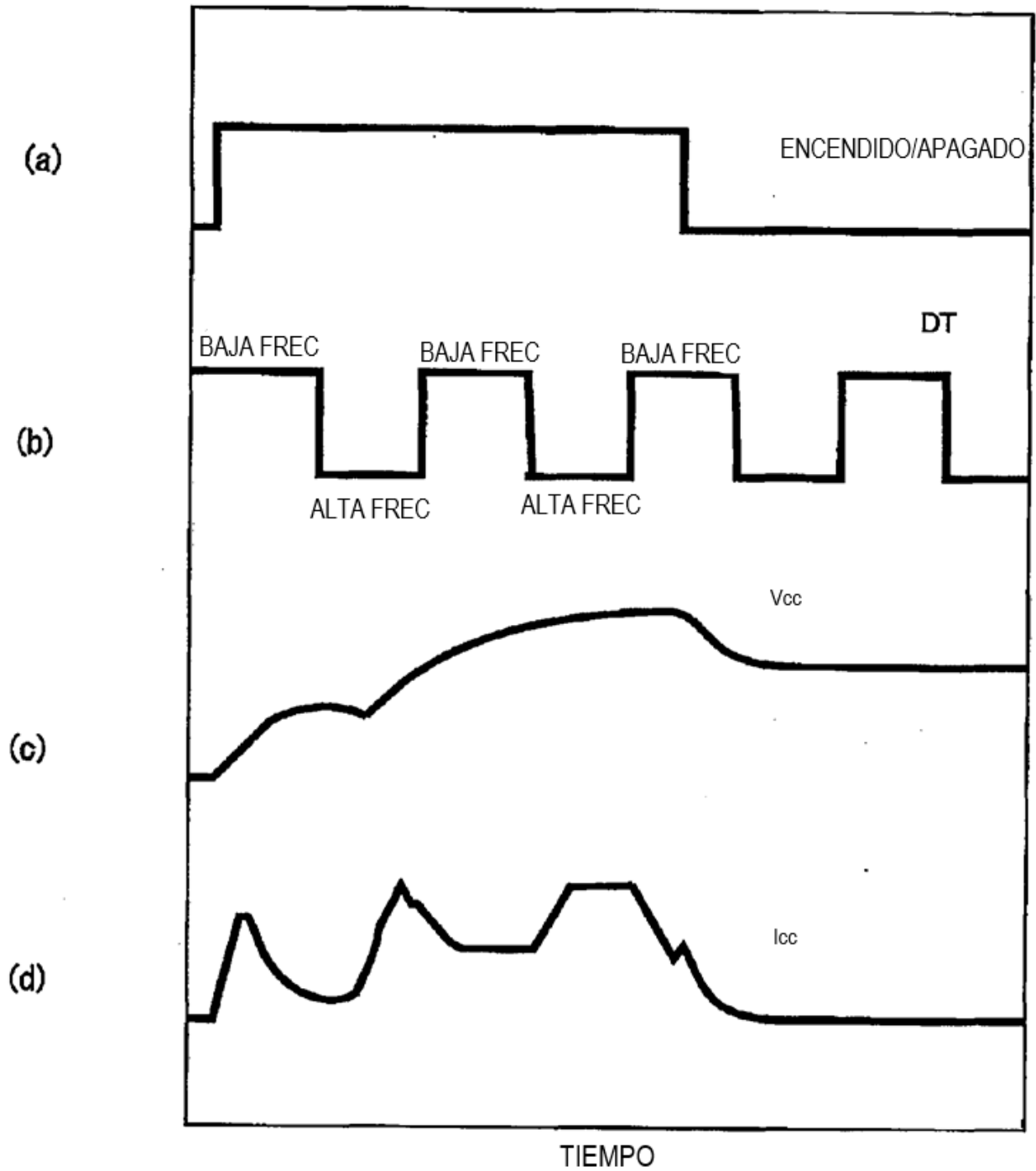


FIG. 5



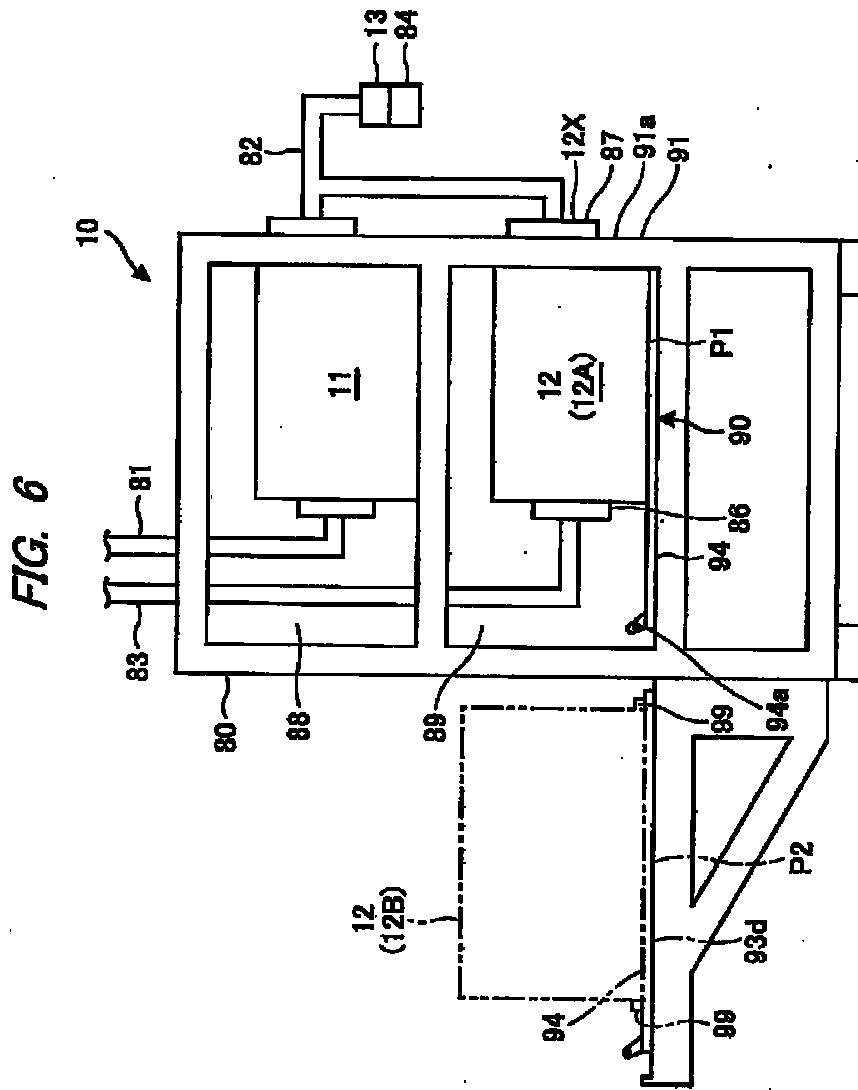


FIG. 8A

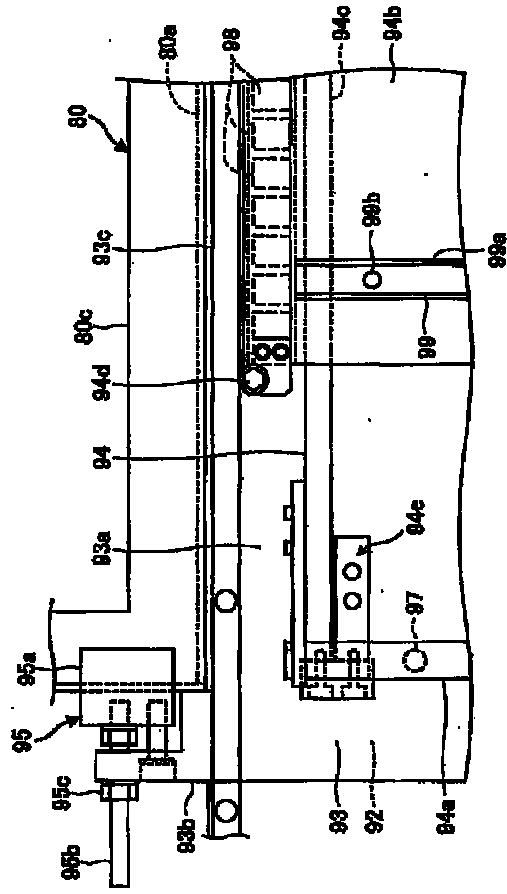


FIG. 8B

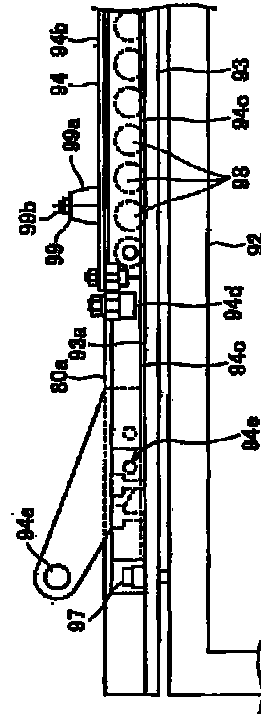


FIG. 9

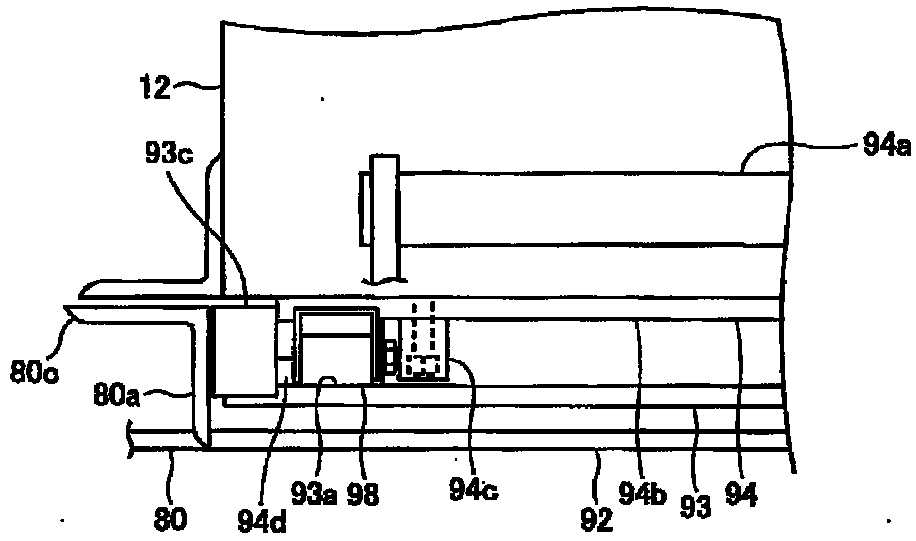


FIG. 10A

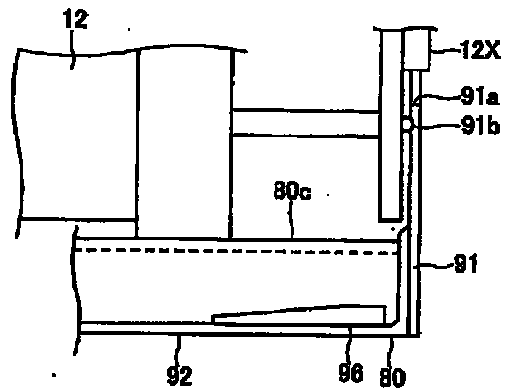


FIG. 10B

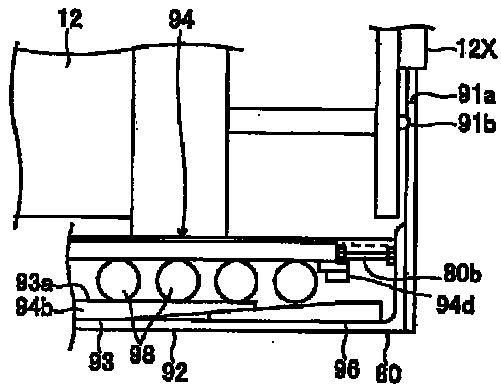


FIG. 10C

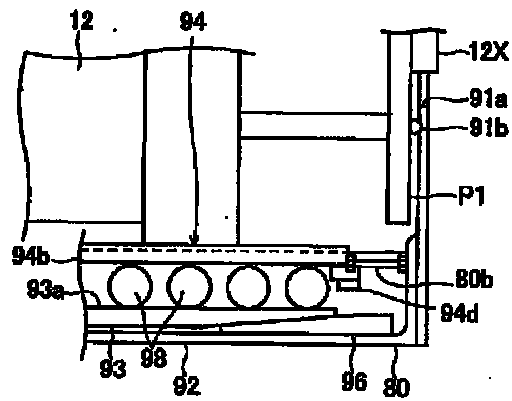


FIG. 11A

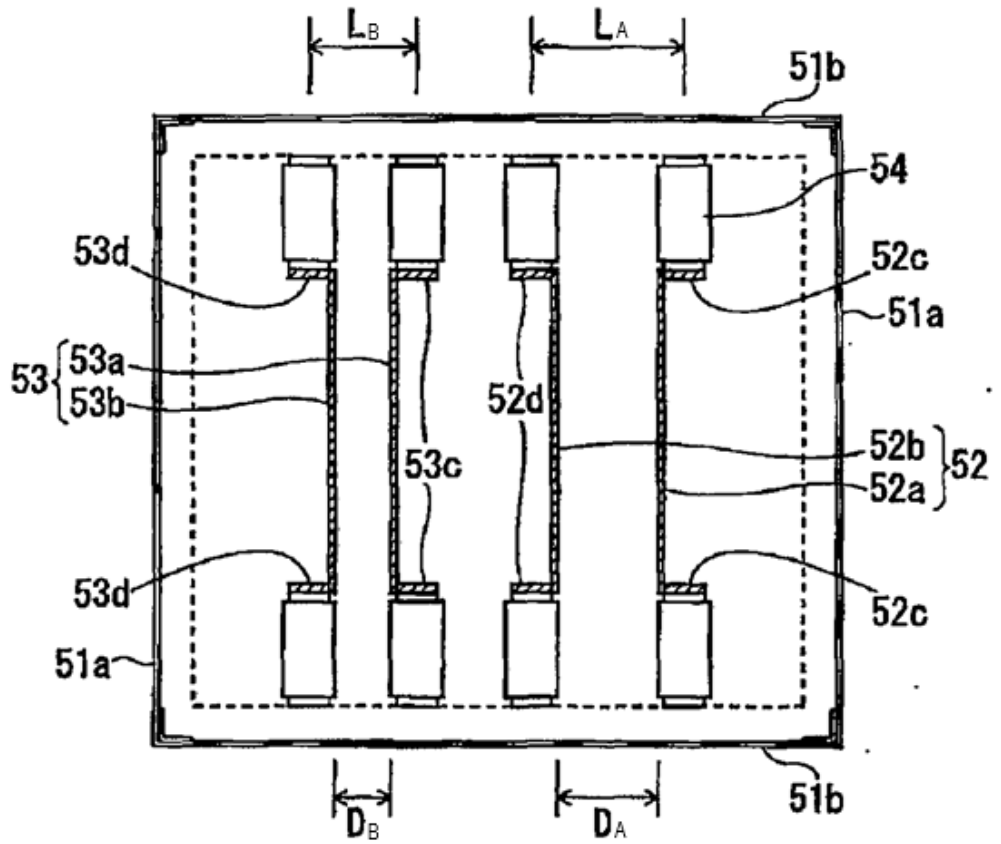


FIG. 11B

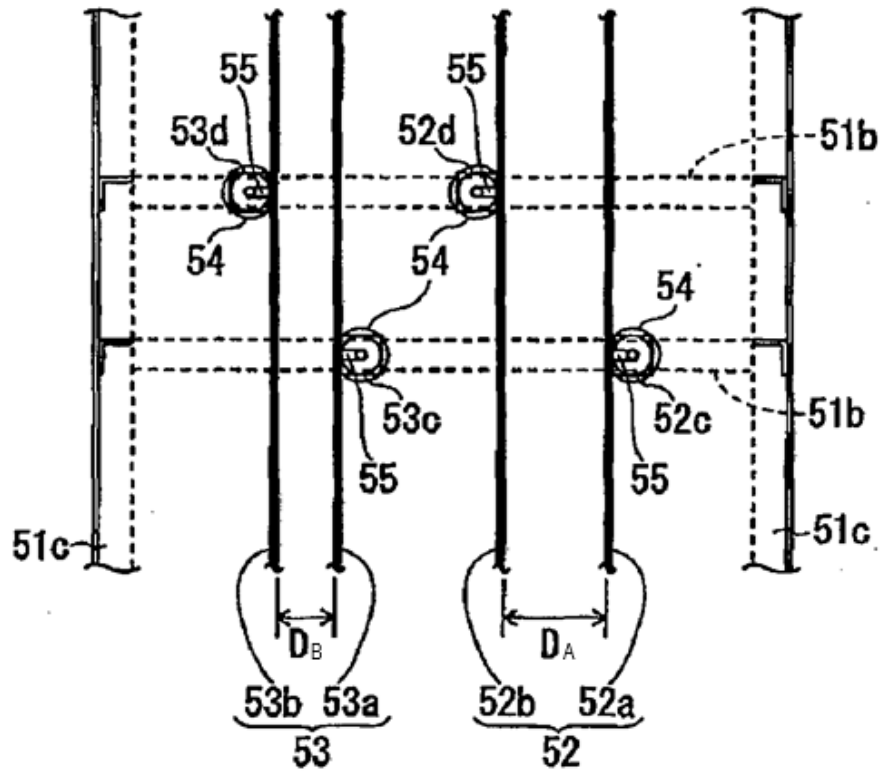


FIG. 12A

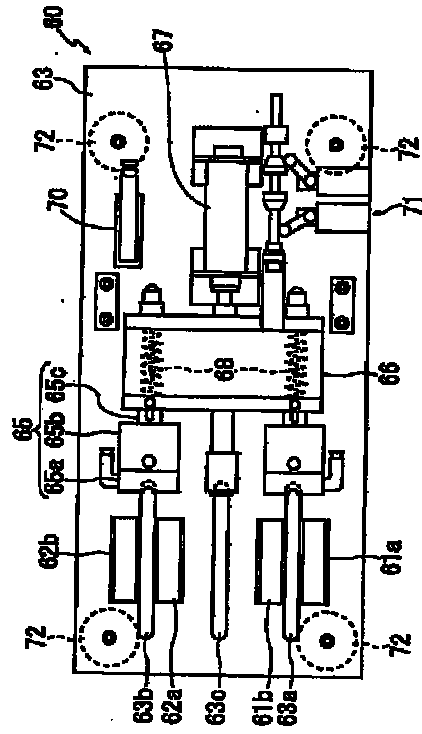


FIG. 12B

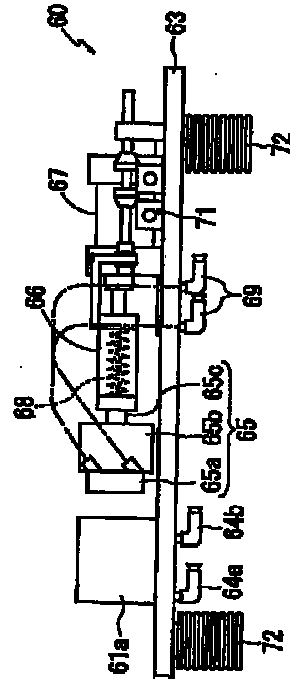


FIG. 13

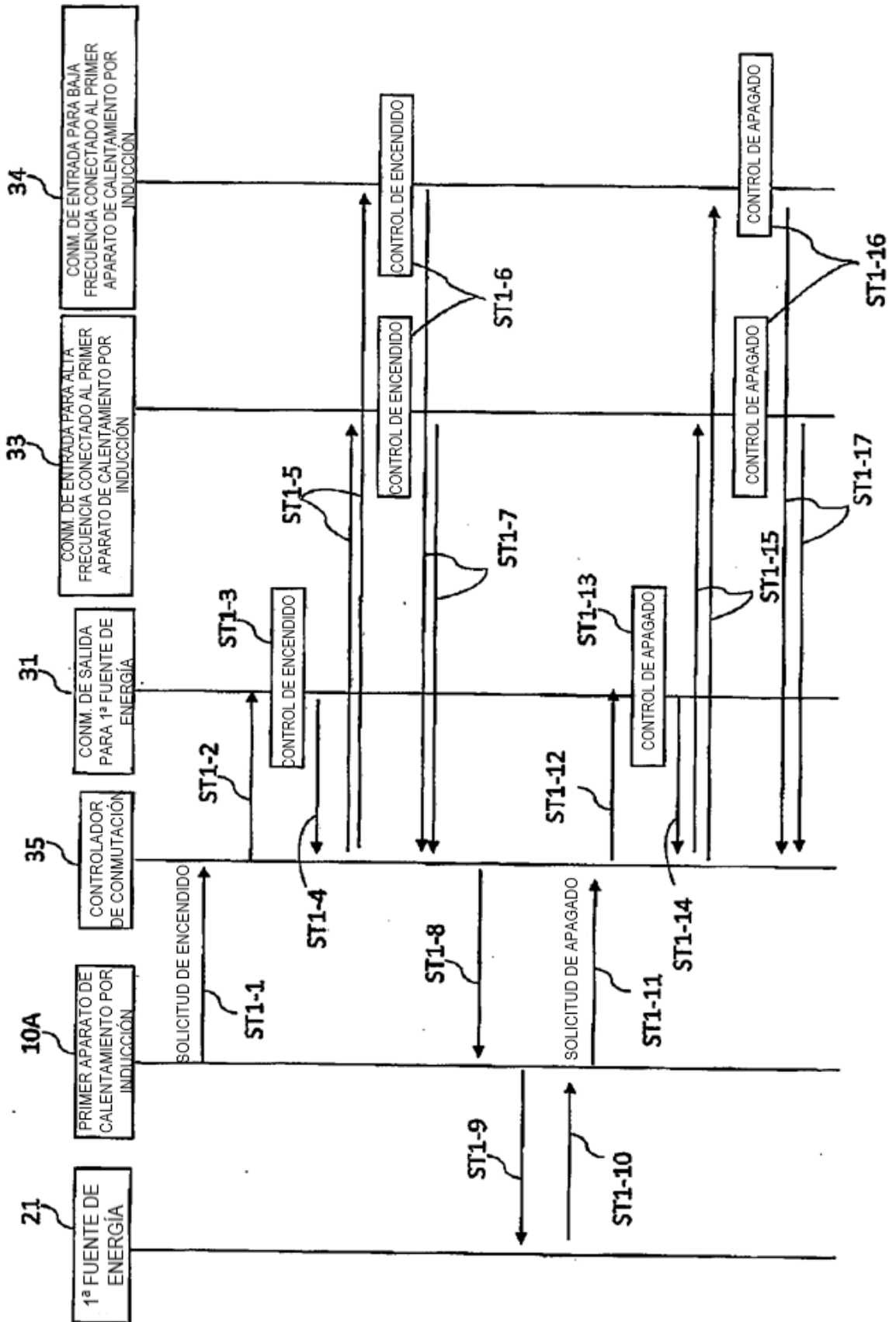


FIG. 14

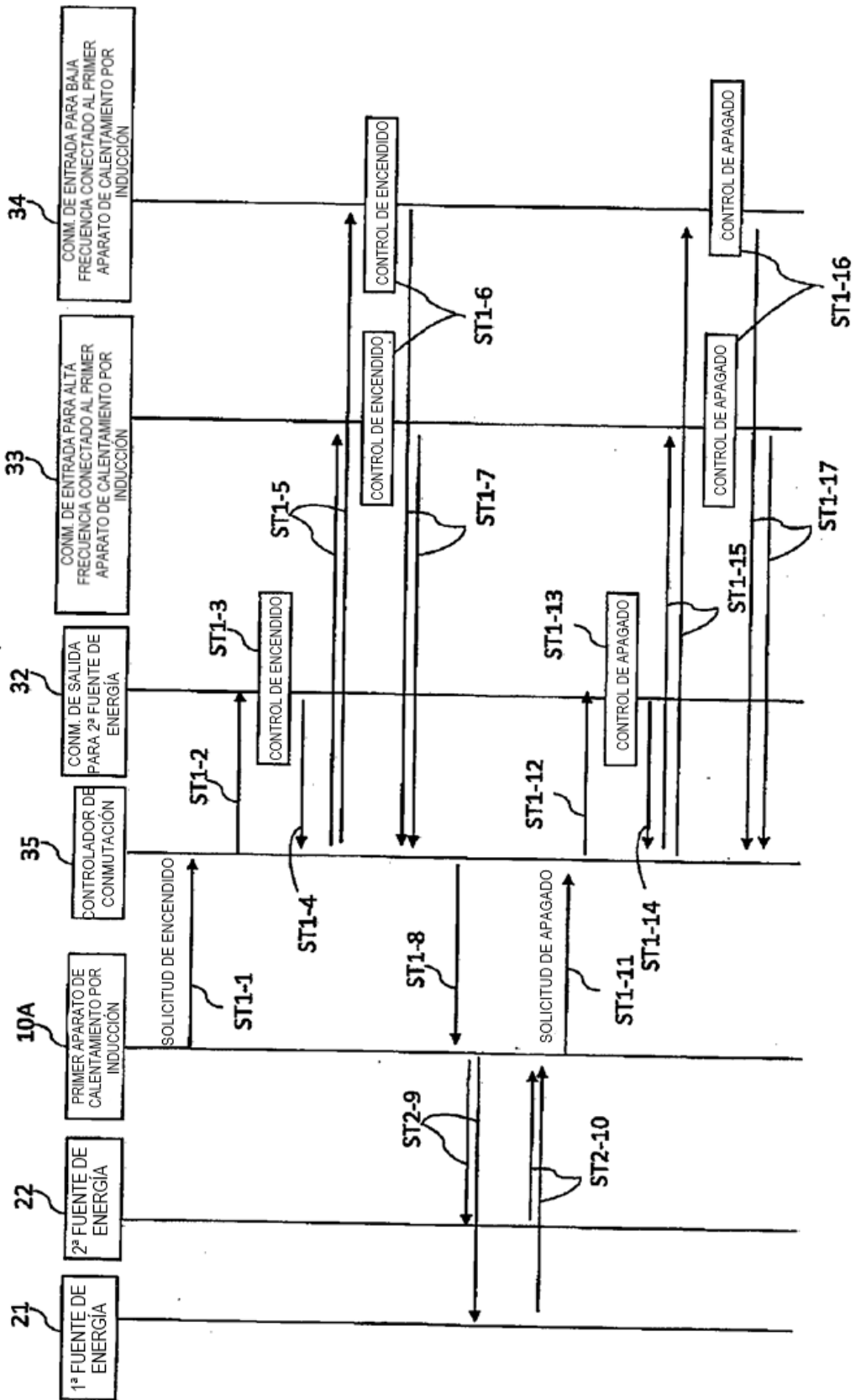


FIG. 15

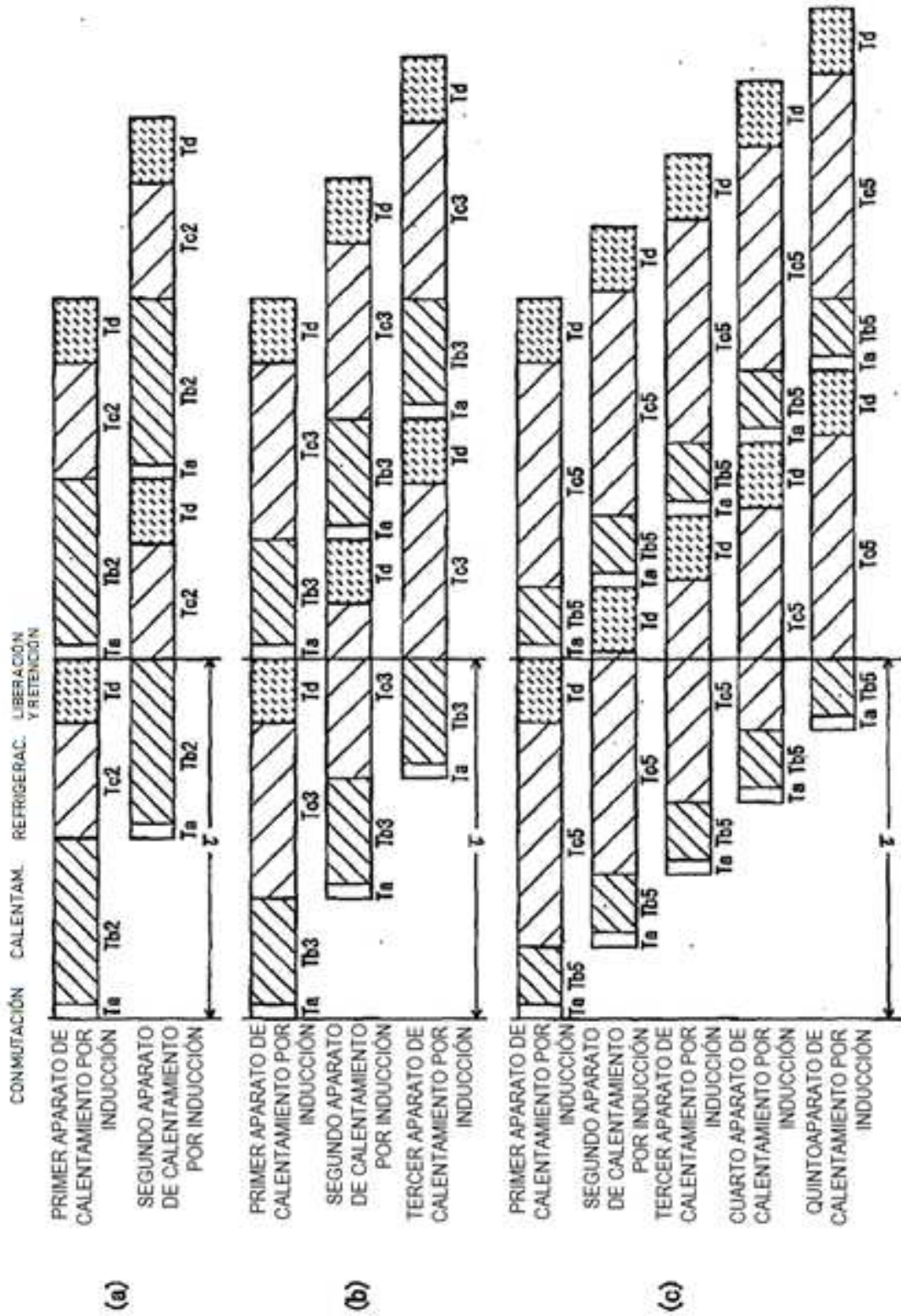


FIG. 16A

ETAPA	TEMPORIZ	GIRA	TABLA HSW	VR HSW2	DT HSW2	TABLA 2BND	VR 2BND	FREC 2BND
1	0	0	0	0	0	0	0	3
2	0	100	0	0	0	0	0	3
3	0	100	1	0	0	0	0	3
4	1	100	0	0	0	0	0	3
5	0	100	2	0	0	0	0	3
6	10	100	0	0	0	0	0	3
7	0	100	0	0	0	1	0	3
8	0	0	0	0	0	0	0	3
.								
.								
25								

FIG. 16B

FILA	VR	DT	HT
1	400	100	3
2	500	0	0.5
3			
.			
.			
15			

FIG. 16C

FILA	VR	DT	HT
1	800	50	1
2			
.			
.			
15			

FIG. 16D

HSW2 (PRIMERA FUENTE DE ENERGÍA)				2BND (SEGUNDA FUENTE DE ENERGÍA)		
FILA	VR	FREC	HT	VR	FREC	HT
1	0	200	0	500	3	20
2	600	200	5	300	3	5
.						
.						
15						

FIG. 17

ETAPA DE SUPERVISIÓN	FILA DE SUPERVISIÓN DE TABLA	TEMPOSI DE CARGAMENTO DE SUPERVISIÓN	SUPERVISIÓN SOLO AL FINAL	MÉTODO DE DIVISIÓN EN EL TIEMPO												MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN																											
				P1(kw)				Vcc1(V)				F1(kHz)				P2(Kw)				Vcc2(V)				F2(kHz)				Icc1(V)				P2(Kw)				Icc2(V)				F2(kHz)			
				LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO	LIMIT SUP	LIMIT INF	MEDIDO	MEDIDO
3	1	1	NO																																								
	2	0	SI																																								
	0	0	NO																																								
5	1	0	NO																																								
	0	0	NO																																								
	0	0	NO																																								
7	1	0	NO																																								
	0	0	NO																																								
	0	0	NO																																								

FIG. 18

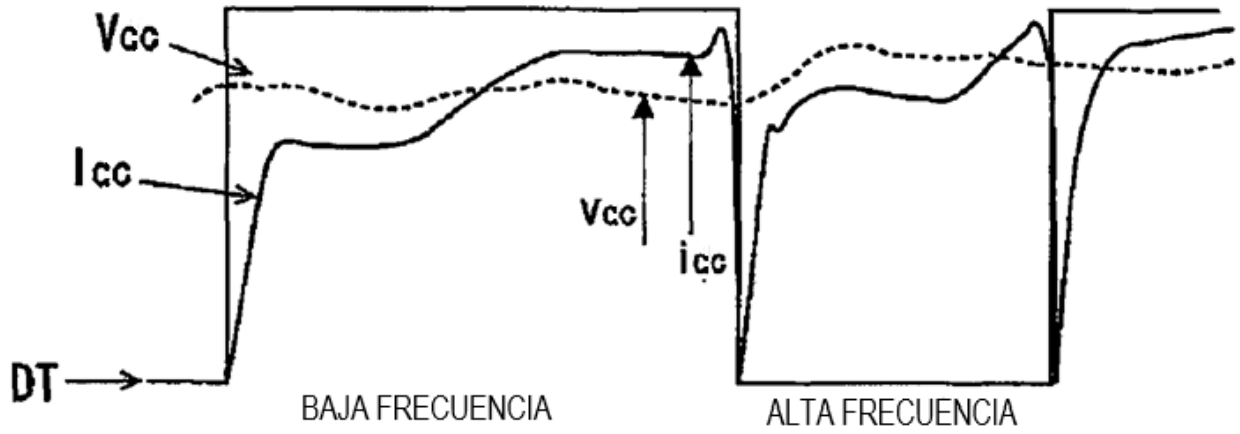


FIG. 19

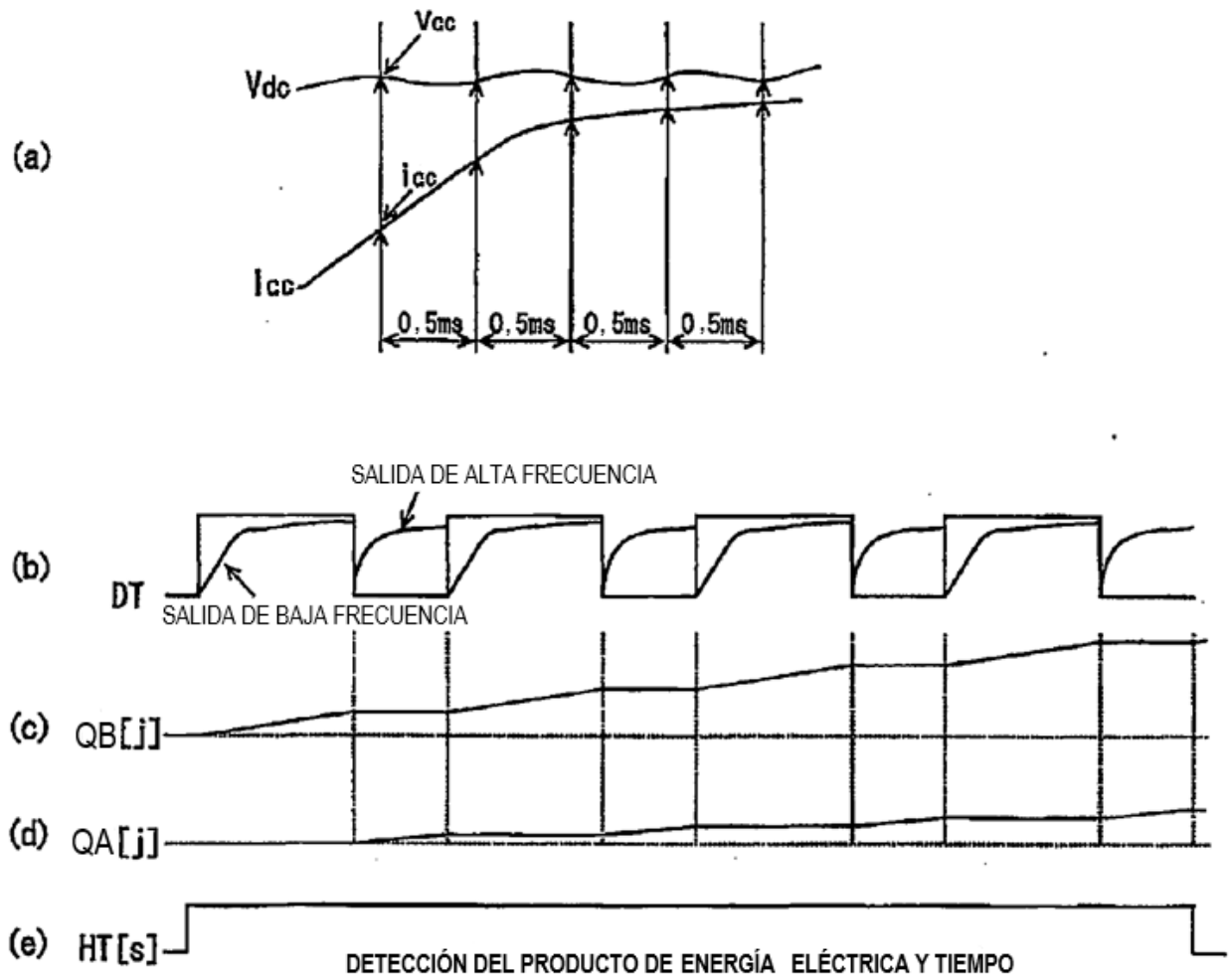


FIG. 20

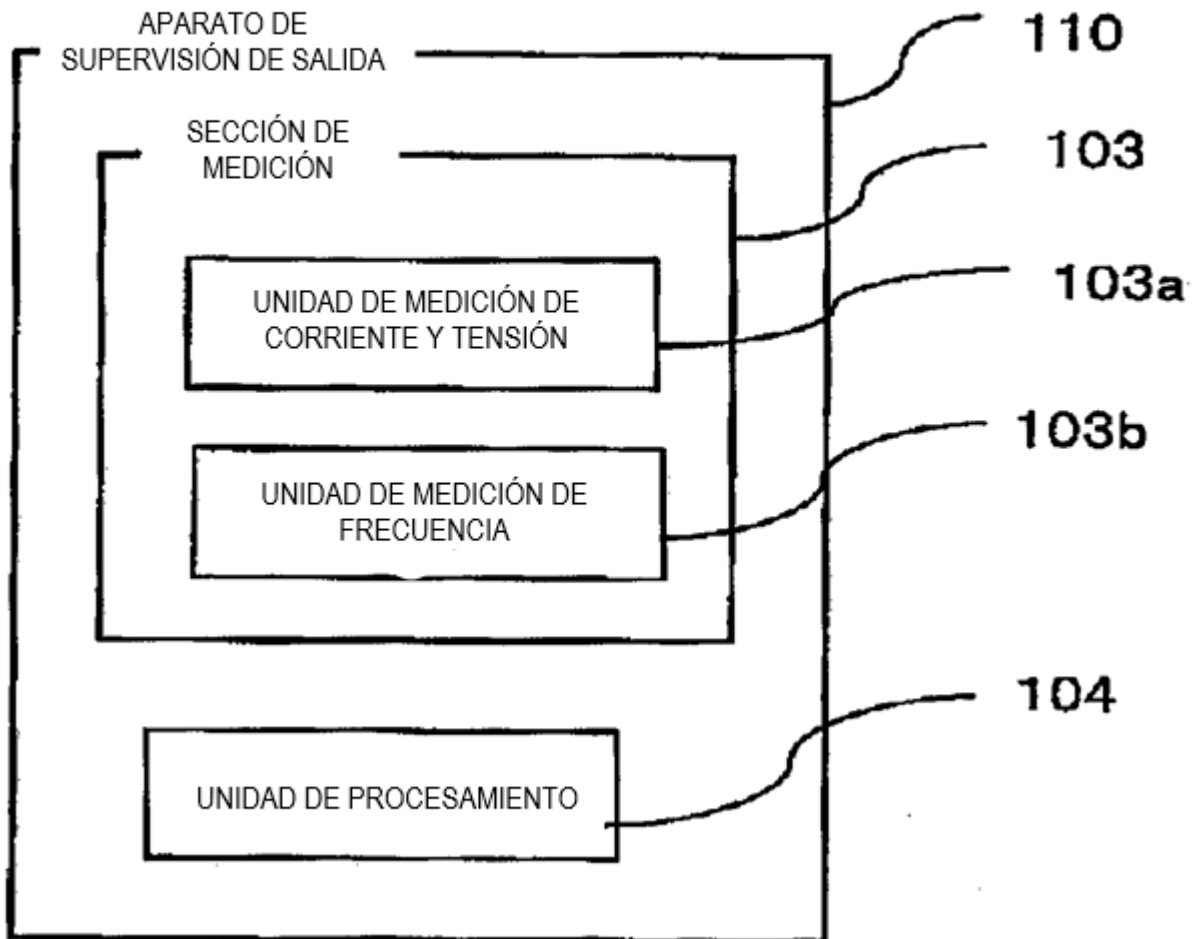


FIG. 21

