

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 095**

51 Int. Cl.:

H05B 6/06 (2006.01)

H05B 6/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2014 PCT/JP2014/080673**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15159451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2014 E 14889551 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 3133899**

54 Título: **Cocina de inducción y método de control de la misma**

30 Prioridad:

16.04.2014 JP 2014084819

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

09.05.2019

73 Titular/es:

**mitsubishi electric home appliance co., ltd. (50.0%)
1728-1, Omaeda, Fukaya-shi
Saitama 369-1295, JP y
mitsubishi electric corporation (50.0%)**

72 Inventor/es:

**TAKESHITA, MIYUKI;
KAMEOKA, KAZUHIRO;
KURIKI, YUUSUKE y
KAZAMA, HIROTOSHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 712 095 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

Cocina de inducción y método de control de la misma

Campo técnico

5 La presente invención versa sobre una cocina de calentamiento por inducción que calienta inductivamente un cuerpo calentado individual por medio de varios serpentines de calentamiento por inducción de la cocina de calentamiento por inducción, y sobre un método de control de la misma.

Técnica anterior

10 Hasta la fecha, se han sugerido muchas cocinas de calentamiento por inducción que calientan inductivamente un cuerpo calentado individual por medio de varios serpentines de calentamiento por inducción de las mismas. Por ejemplo, el Documento de Patente 1 (JP 2010-080 359 A) da a conocer una cocina de calentamiento por inducción que comprende una circuitería de excitación de medio puente que tiene una frecuencia de resonancia elevada, una circuitería de excitación de puente completo que tiene una frecuencia de resonancia comparativamente baja, un relé para conmutar a la circuitería de excitación de medio puente o a la circuitería de excitación de puente completo, que calienta inductivamente una cacerola fabricada de un material de baja permeabilidad magnética, tal como el aluminio, por medio de la circuitería de excitación de medio puente y otra cacerola fabricada de un material de alta permeabilidad magnética, tal como el acero, por medio de la circuitería de excitación de puente completo (aproximadamente 20 kHz).

15 Además, el Documento de Patente 2 (JP 5 169 488 B) sugiere otra cocina de calentamiento por inducción que usa de forma simultánea o alterna varios serpentines de calentamiento para calentar inductivamente una cacerola. La cocina de calentamiento por inducción incluye dos pares de conmutadores semiconductores conectados en serie, un par de circuiterías de resonancia, cada una de las cuales tiene sustancialmente la misma frecuencia de resonancia y está conectada a un nodo central de los conmutadores semiconductores conectados en serie, y un relé entre un nodo conectado de las circuiterías de resonancia y un terminal negativo de una fuente de alimentación.

20 La cocina de calentamiento por inducción del Documento de Patente 2 está adaptada para conmutar el estado ACTIVADO-DESACTIVADO del relé para definir selectivamente un par de circuiterías de excitación de medio puente o una sola circuitería de excitación de puente completo para conmutar la dirección de la corriente a través de varios serpentines de calentamiento, logrando con ello una distribución diferente de calentamiento según una forma y/o una circunstancia calentada de una carga como la cacerola o una condición de calentamiento de la cocina de calentamiento por inducción.

25 El documento EP 2 405 715 A1 también da a conocer una cocina de calentamiento por inducción según la técnica anterior.

30 Compendio de la invención**Problemas que han de ser solucionados por la invención**

35 Sin embargo, las cocinas de calentamiento por inducción de los Documentos de Patente 1 y 2 tienen inconvenientes: requerir una circuitería de conmutación para la conexión selectiva de los serpentines de calentamiento, lo que hace muy complicados la arquitectura del circuito y el método de control, y elevar sustancialmente el coste de fabricación. Además, cuando la cacerola individual está fabricada de un material compuesto que contiene un material magnético, tal como un material de alta permeabilidad magnética a base de acero, y un material no magnético, tal como un material de baja permeabilidad magnética a base de aluminio o a base de cobre, se determina que la cacerola incluye porciones de materiales diferentes sobre cada uno de los serpentines de calentamiento, con independencia de que la cacerola individual sea el cuerpo calentado sobre los serpentines de calentamiento, lo que, a su vez, puede detener el calentamiento inductivo de la cacerola.

40 Además, aunque se determine factible el calentamiento por inducción, los diferentes materiales provocan que las frecuencias de resonancia de los serpentines de calentamiento estén desfasadas, lo que acaba llevando a un calentamiento menos eficaz de la cacerola. Además de un calentamiento menos eficaz de la cacerola, las frecuencias de resonancia aún más desviadas reducen el calentamiento por inducción debido al calor generado por las circuiterías de excitación.

45 Además, cuando se cierra el relé para operar cada una de las circuiterías de excitación para cada uno de los serpentines de calentamiento, se determina que cada porción de la cacerola sobre los serpentines de calentamiento se compone de un material diferente; por lo tanto, las frecuencias de resonancia de los serpentines de calentamiento son diferentes entre sí. Esto hace que uno de los serpentines de calentamiento (circuiterías de excitación) caliente la porción magnética de la cacerola y el otro de los serpentines de calentamiento caliente la porción no magnética de la cacerola, que se encuentra en una situación similar en la que varias cacerolas son calentadas por los múltiples serpentines de calentamiento. Así, diferentes frecuencias de resonancia de las porciones de la cacerola causan diferentes frecuencias de excitación de los serpentines de calentamiento, y la frecuencia diferencial entre las frecuencias de excitación que se encuentran dentro de la frecuencia audible causa ruido de interferencia (zumbido de la cacerola) que tiene la frecuencia diferencial. Para evitar ese ruido de interferencia que resulta incómodo para un

usuario, las frecuencias de excitación deben ser iguales entre los serpentines de calentamiento.

5 Sin embargo, la corriente de alta frecuencia de la frecuencia de excitación configurada para que sea elevada según la alta frecuencia de resonancia del material no magnético puede no ser capaz de calentar inductivamente la porción de la cacerola que tiene la baja frecuencia de resonancia del material magnético de manera eficaz, suministrándole suficiente potencia. Así, cuando se usan las cocinas de calentamiento por inducción de los Documentos de Patente 1 y 2 para calentar inductivamente una cacerola fabricada de material compuesto, la cacerola es calentada de manera desigual debido a las porciones de diferente material constitutivo de la cacerola, aunque el régimen de trabajo del periodo de tiempo de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN esté debidamente regulado para cada uno de los serpentines de calentamiento.

10 Para abordar los inconvenientes, la presente invención proporciona una cocina de calentamiento por inducción que puede calentar de manera eficaz una cacerola fabricada de material compuesto que tiene diferentes frecuencias de resonancia, cuando los múltiples serpentines de calentamiento calientan cooperativamente la cacerola individual sin requerir circuitería adicional o redundante, tal como la circuitería de conmutación

Medios para solucionar los problemas

15 Un aspecto de la invención es proporcionar una cocina de calentamiento por inducción que comprende una placa superior para soportar un cuerpo calentado sobre la misma, un serpentín central enrollado en un plano, un serpentín periférico dispuesto alrededor del serpentín central, una circuitería de excitación que suministra corriente de alta frecuencia al serpentín central y al serpentín periférico, una fuente de alimentación que aplica tensión continua entre los extremos de la circuitería de excitación, medios para detectar la resistencia de carga de porciones del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y el serpentín periférico a través de la placa superior, y un controlador para controlar la circuitería de excitación según la resistencia de carga de las porciones del cuerpo calentado, en uno cualquiera de los modos de excitación seleccionados entre un modo de excitación en paralelo, en el cual la circuitería de excitación es controlada estando conectados tanto el serpentín central como el serpentín periférico en paralelo entre los extremos de la fuente de alimentación; un modo de excitación en serie, en el cual la circuitería de excitación es controlada estando conectados el serpentín central y el serpentín periférico en serie entre los extremos de la fuente de alimentación; y un modo de excitación individual, en el cual la circuitería de excitación es controlada estando conectado uno cualquiera del serpentín central y el serpentín periférico entre los extremos de la fuente de alimentación.

Ventajas de la invención

30 Un aspecto de la presente invención proporciona una cocina de calentamiento por inducción en la cual únicamente el serpentín central es alimentado con la corriente de alta frecuencia cuando se calienta una cacerola pequeña, para suprimir la pérdida indeseable de circuito generada, si no, por la circuitería de excitación del serpentín periférico y evitar el innecesario flujo magnético generado por el serpentín periférico; además, los serpentines central y periférico son alimentados con corriente de alta frecuencia de manera eficaz cuando se calienta una cacerola mayor.

35 Otro aspecto de la presente invención proporciona una cocina de calentamiento por inducción que conmuta la arquitectura del circuito del excitador para calentar la cacerola individual formada de varios materiales que tienen diferente frecuencia de resonancia entre ellos, en cooperación con varios serpentines de calentamiento, evitando con ello el ruido interferente, que es incómodo para el usuario. Además, no se requiere ningún relé para conmutar la arquitectura del circuito del excitador, según se divulga en los Documentos de Patente 1 y 2 anteriormente mencionado, para reducir el tamaño de la arquitectura del circuito y producir el excitador a coste razonable.

Breve descripción de los dibujos

40 La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una cocina de calentamiento por inducción según la presente invención.
 Las FIGURAS 2A y 2B son vistas en planta desde arriba de serpentines de calentamiento que ilustran estructuras ejemplares de los mismos.
 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de circuito del serpentín de calentamiento, un excitador y un controlador.
 45 La FIG. 4A es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento, y la FIG. 4B es una vista en sección transversal de una unidad de calentamiento por inducción CI tomada a lo largo de la línea A-A' de la FIG. 4A.
 La FIG. 5 es un diagrama de circuito de una circuitería de fuente de alimentación, un excitador y un controlador según la presente invención.
 La FIG. 6 es un diagrama de tiempos de las señales de control que excitan los elementos conmutadores semiconductores para la operación de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN en un modo de excitación en paralelo.
 50 La FIG. 7 es un diagrama de circuito del excitador en un modo de excitación en paralelo según la presente invención.
 La FIG. 8 es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines en un modo de excitación en paralelo.

La FIG. 9 es un diagrama de tiempos de las señales de control que excitan los elementos conmutadores semiconductores para la operación de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN en un modo de excitación en serie.

La FIG. 10 es un diagrama de circuito del excitador en un modo de excitación en serie según la presente invención.

5 La FIG. 11 es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines en un modo de excitación en serie.

La FIG. 12 es un diagrama de tiempos de las señales de control que excitan los elementos conmutadores semiconductores para la operación de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN en un modo de excitación individual.

La FIG. 13 es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento que muestra la posición de una cacerola sobre los serpentines de calentamiento en el modo de excitación individual.

10 La FIG. 14 es un diagrama de circuito del excitador en el modo de excitación individual según la presente invención.

La FIG. 15 es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de un serpentín central en el modo de excitación en serie.

15 Las FIGURAS 16A y 16C muestran las direcciones de enrollamiento de los serpentines de calentamiento según la segunda realización, y la FIG. 16B muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines en el modo de excitación en serie.

La FIG. 17 es una vista en planta desde arriba del serpentín de calentamiento según la segunda realización que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines en el modo de excitación en serie.

La FIG. 18 es un diagrama de circuito del excitador en el modo de excitación en serie según la segunda realización.

20 La FIG. 19 es un diagrama de flujo que muestra un método de control de la cocina de calentamiento por inducción según la presente invención.

La FIG. 20A es una vista desde abajo de una cacerola especial fabricada de material compuesto, y la FIG. 20B es una vista en sección transversal de una unidad de calentamiento por inducción CI tomada a lo largo de la línea B-B' de la FIG. 20A.

25 Descripción de realizaciones

Con referencia a los dibujos adjuntos, en lo que sigue se describirán varias realizaciones de una cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. En la descripción, se usa convenientemente un par de términos para indicar las direcciones (por ejemplo, "superior" e "inferior", etc.) simplemente para facilitar interpretaciones claras; no se debería interpretar que esos términos limiten el alcance de la presente invención. Los componentes similares son indicados con números de referencia similares en toda la descripción.

Realización 1

35 Con referencia a las FIGURAS 1 a 15, en lo que sigue se describirán una primera realización de una cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. La FIG. 1 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente una vista general de la cocina 1 de calentamiento por inducción. Según se ilustra en la FIG. 1, la cocina 1 de calentamiento por inducción incluye, en general, un alojamiento 2 fabricado de una placa metálica, una placa superior 3 de vidrio que cubre sustancialmente la superficie superior del alojamiento, un par de unidades 9, 10 de calentamiento dispuestas debajo de la placa superior 3 y más cercanas a los lados derecho e izquierdo del alojamiento, otra unidad 11 de calentamiento situada más allá de las unidades 9, 10 de calentamiento, y un horno 4 de cocción.

40 Las unidades 9, 10 de calentamiento pueden estar estructuradas como unidades de calentamiento de CI (calentamiento por inducción), cada una de las cuales tiene un serpentín 100 de calentamiento por inducción debajo de la placa superior 3. Se puede proporcionar otra unidad 11 de calentamiento como una unidad de calentamiento radiante que tiene un calentador radiante, pero no limitada a él, o como otra unidad de calentamiento por inducción CI que tiene un serpentín de calentamiento por inducción. Como ejemplo, la unidad 10 de calentamiento mostrada en el lado izquierdo de la FIG. 1 será descrita e ilustrada como la unidad de calentamiento por inducción CI de la presente invención, la unidad 9 de calentamiento y la unidad 11 de calentamiento pueden ser adaptadas como unidades de calentamiento por inducción CI de la presente invención. Debería hacerse notar que el número y la disposición de las unidades de calentamiento por inducción CI no están limitadas a ello, y la cocina 1 de calentamiento por inducción puede incluir una, dos, tres o más unidades de calentamiento por inducción CI que pueden estar dispuestas en una línea hacia una dirección de izquierda a derecha o una configuración triangular invertida.

50 Además, se describirá como ejemplo, sin haber limitación a él, un tipo de lo que se denomina horno central de la cocina 1 de calentamiento por inducción que tiene el horno 4 de cocción dispuesto en el centro de la misma, y la

presente invención puede ser adaptada igualmente a una cocina de calentamiento por inducción del tipo de horno lateral que tiene el horno 4 de cocción dispuesto más cerca de cualquier lateral y a la cocina de calentamiento por inducción que no tiene un horno de cocción.

5 Además, la cocina 1 de calentamiento por inducción puede incluir una consola superior 5 que permite a un usuario operar cada una de las unidades 9, 10, 11 de calentamiento y el horno 4 de cocción, una consola frontal 6a, 6b que puede estar formada por diales de regulación, y medios 7a, 7b, 7c de visualización, tales como un LCD que indica las condiciones de control y una guía operativa. La cocina 1 de calentamiento por inducción puede incluir un indicador, tal como un conjunto de LED en la consola superior 5, para indicar con él la configuración de potencia de calentamiento. La consola superior 5 y los medios 7a, 7b, 7c de visualización no están limitados a los ilustrados, y pueden estar integrados.

10 Además, la cocina 1 de calentamiento por inducción puede incluir ventanas 8a, 8b, 8c de entrada y salida dispuestas en la placa superior 3 y más cercanas al lado posterior del alojamiento 2. Según se describirá posteriormente en detalle, la cocina 1 de calentamiento por inducción comprende una fuente 30 de alimentación y un excitador 40 para suministrar corriente de alta frecuencia a las unidades 9, 10 de calentamiento por inducción CI. Como en lo que antecede, la presente invención no está limitada a la disposición ni al número de componentes mostrados en los dibujos. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

15 Las FIGURAS 2A y 2B son vistas en planta desde arriba que ilustran una estructura ejemplar de los serpentines 100 de calentamiento de las unidades 9, 10 de calentamiento por inducción CI, que están situadas debajo de la placa superior 3. El serpentín 100 de calentamiento incluye varios subserpentines formados enrollando un conductor lineal, tal como como un hilo de Litz, cada uno de los cuales está dispuesto de manera concéntrica. El serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 2A tiene tres subserpentines 101, 102, 103 dispuestos concéntricamente. Cada uno de los subserpentines puede estar conectado eléctricamente en paralelo, pero, alternativamente, los subserpentines 101, 20 102 más interiores pueden estar conectados en serie, formando un "serpentín central" y el subserpentín 103 más exterior por sí solo puede formar un "serpentín periférico". Así, en la presente divulgación, el "serpentín central" y el "serpentín periférico" están compuestos de un conjunto de uno, dos o más subserpentines, y el serpentín 100 de calentamiento incluye al menos dos de los conjuntos de subserpentines (el serpentín central y el serpentín periférico).

25 Los subserpentines 101, 102, 103 puede estar formado para que la corriente de alta frecuencia discorra en la misma dirección dentro del mismo ciclo mostrada por la flecha de la FIG. 2A, aunque dependiendo de la arquitectura del circuito del excitador 40. El serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 2A tiene tres subserpentines 101, 102, 103, mientras que el serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 2B tiene cuatro 101, 102, 103, 104, e incluye el serpentín central y el serpentín periférico (conjuntos de subserpentines) compuestos de un número cualquiera de subserpentines. Por ejemplo, el serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 2B tiene el serpentín central de los subserpentines 101, 102 y en el serpentín periférico de los subserpentines 103, 104 se percibe otra combinación de subserpentines. Además de la FIG. 2B, cada uno de los subserpentines puede ser individual o puede estar conectado al otro subserpentín en serie o en paralelo, mientras que el serpentín 100 de calentamiento de la presente invención comprende el serpentín central y el serpentín periférico.

30 El serpentín 100 de calentamiento de la presente invención incluye el serpentín central y el serpentín periférico, cada uno de los cuales tiene conjuntos de subserpentines. Aunque las FIGURAS 2A y 2B ilustran que cada uno de los subserpentines 101 a 104 tiene una configuración anular dispuesta de manera concéntrica, debería hacerse notar que la configuración y la disposición de los subserpentines no están limitadas a ello. Por ejemplo, el serpentín periférico puede estar dispuesto circunferencialmente alrededor del serpentín central en lugar de concéntricamente con el mismo, teniendo varios de los subserpentines de un diámetro menor que el serpentín central (no mostrado).

35 El subserpentín 102 de las FIGURAS 2A y 2B que compone el serpentín central tiene, preferiblemente, un diámetro externo de aproximadamente 14 cm, apropiado para calentar una cacerola de pequeño tamaño, y el subserpentín 103 de las FIGURAS 2A que compone el serpentín periférico tiene un diámetro externo de aproximadamente 24 cm, apropiado para calentar una cacerola de gran tamaño. Además, el subserpentín 103 de las FIGURAS 2B que compone el serpentín periférico tiene un diámetro externo de aproximadamente 20 cm, apropiado para calentar una cacerola de tamaño medio, y el subserpentín 104 de las FIGURAS 2B tiene un diámetro externo similar al del subserpentín 103 de las FIGURAS 2A, que es apropiado para calentar una cacerola de gran tamaño.

40 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de circuito que incluye el serpentín 100 de calentamiento, el excitador 40 y el controlador 50. En la FIG. 3, el serpentín 100 de calentamiento incluye el serpentín central de los subserpentines 101, 102, y el serpentín periférico de los subserpentines 103, 104. Debería hacerse notar que los números de los subserpentines que componen el serpentín central y el serpentín periférico are no están limitados a los mostrados en la FIG. 3. En lo que sigue se describirá el serpentín 100 de calentamiento, que incluye el serpentín central de dos subserpentines 101, 102 y el serpentín periférico de dos subserpentines 103, 104.

45 El serpentín 100 de calentamiento es excitado por el excitador 40. Así, el excitador 40 incluye una primera circuitería 40a de excitación para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín central compuesto de los subserpentines 101, 102 conectados en serie, una segunda circuitería de excitación 40b para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín periférico compuesto de los subserpentines 103, 104 conectados en serie, y medios 60 de detección para detectar las características de carga de la cacerola P que está colocada sobre el serpentín 100 de calentamiento a

través de la placa superior 3. El medio 60 de detección está adaptado para detectar las características de carga en el serpentín central y el serpentín periférico. El controlador 50 está adaptado para controlar la primera circuitería 40a de excitación, que excita el serpentín central, y la segunda circuitería de excitación 40b, que excita el serpentín periférico, según los resultados detectados de los medios 60 de detección.

5 Según se describirá posteriormente en detalle, las características de carga de la cacerola P incluyen, por ejemplo, la frecuencia de resonancia, la inductancia, la resistencia de carga de la cacerola P que está colocada sobre el serpentín central y el serpentín periférico, y pueden ser determinadas según características eléctricas tales como la corriente que atraviesa la fuente 30 de alimentación, la corriente que atraviesa el serpentín central y el serpentín periférico y la tensión entre los extremos de los mismos, y la tensión entre los extremos de un condensador 80 de resonancia, según se divulga en la publicación de solicitud de patente japonesa de titularidad compartida JP 2012-054179 A.

10 Así, en esta divulgación, las características de carga del cuerpo calentado (es decir, la cacerola P) pueden ser determinadas al detectar los medios 60 de detección la corriente y la tensión medibles de la fuente 30 de alimentación, el serpentín central y el serpentín periférico. Sin embargo, el método de detección para detectar las características de carga de la cacerola P no está limitado a los divulgados en la publicación de solicitud de patente japonesa anteriormente mencionada, y pueden usarse cualesquiera otros tipos de características eléctricas de las circuiterías periféricas, tales como el serpentín central y el serpentín periférico, para determinar las características de carga de la cacerola P.

15 La FIG. 4A es una vista en planta desde arriba del serpentín 100 de calentamiento, similar al de la FIG. 3B, y la FIG. 4B es una vista en sección transversal de la unidad 10 de calentamiento por inducción CI tomada a lo largo de la línea A-A' de la FIG. 4A, que ilustra la configuración del circuito que comprende el excitador 40, el controlador 50 y el serpentín 100 de calentamiento (subserpentines 101 a 104). En las FIGURAS 3 y 4 se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

20 En la FIG. 4B, el serpentín central incluye los subserpentines 101, 102 conectados en serie, que están conectados con la primera circuitería 40a de excitación. Un primer medio 60a de detección detecta las características de carga de la cacerola P que se encuentra sobre el serpentín central a través de la placa superior 3 con un hueco d de separación con respecto a la misma. Además, el serpentín periférico incluye los subserpentines 103, 104 conectados en serie, que están conectados a la segunda circuitería de excitación 40b. Un segundo medio 60b de detección detecta las características de carga de la cacerola P que está colocada sobre el serpentín periférico a través de la placa superior 3 con un hueco d de separación con respecto a la misma. Los medios de detección primero y segundo 60a, 60b están adaptados para detectar las características eléctricas, tales como la corriente que atraviesa la fuente 30 de alimentación y el excitador 40 (por ejemplo, el serpentín central y el serpentín periférico) y la tensión entre los extremos de los mismos, y determinar las características de carga de la cacerola P según las características eléctricas.

25 El controlador 50 está adaptado para determinar las características de carga de la cacerola P, tales como su existencia/ausencia, su posición de colocación, la frecuencia de resonancia, la inductancia, su resistencia de carga, el material constitutivo de la cacerola P según las características eléctricas detectadas por los medios de detección primero y segundo 60a, 60b. El controlador 50 está adaptado para seleccionar la frecuencia de excitación apropiada para el material constitutivo de la cacerola P, y controlar las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación para suministrar una corriente de alta frecuencia al serpentín 100 de calentamiento en cantidades correspondientes a la potencia de calentamiento fijada por el usuario mediante las consolas 5, 6a, 6b. Si el controlador 50 determina que no hay ninguna cacerola P colocada sobre la placa superior 3 según las consecuencias (características de carga) detectadas por los medios de detección primero y segundo 60a, 60b, suspende la operación del excitador 40 e informa al usuario sobre la ausencia de cualquier cacerola P a través del medio 7 de visualización. puede aplicarse cualquier otro medio de información, incluyendo, por ejemplo, luces parpadeantes (no mostradas) y zumbidos.

30 La FIG. 5 es un diagrama de circuito que ilustra la estructura más detallada del excitador 40 de la FIG. 4. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

35 La FIG. 5 es un diagrama del circuito del excitador 40 que suministra al serpentín 100 de calentamiento la corriente de alta frecuencia para generar un campo magnético de alta frecuencia que, a su vez, calienta inductivamente el cuerpo calentado, tal como una cacerola P. La fuente 30 de alimentación mostrada por la línea de puntos de la FIG. 5 incluye un puente 32 de diodos que rectifica la tensión procedente de la fuente 31 de alimentación de corriente alterna, y una circuitería estabilizadora 33 que tiene una bobina 331 y un condensador 332 de aplanamiento que aplanan la tensión rectificadora produciendo una tensión continua, que aplica la fuente de tensión continua al excitador 40. El excitador 40 suministra la corriente de alta frecuencia al serpentín 100 de calentamiento según las instrucciones (señales de control S1-S6) procedentes del controlador 50. Cuando el usuario selecciona la potencia de calentamiento a través de la consola superior 5 o de la consola frontal 6 (mostradas en la FIG. 1) para calentar la cacerola P, el controlador 50 controla el excitador 40 para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín 100 de calentamiento gestionando la frecuencia de excitación o la cantidad de corriente de alta frecuencia (es decir, las señales de control S1 a 6) para calentar la cacerola P a la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario.

40 El excitador 40 incluye la primera circuitería 40a de excitación para suministrar corriente de alta frecuencia al serpentín central compuesto de los subserpentines 101, 102 conectados en serie, y la segunda circuitería 40b de excitación

para suministrar corriente de alta frecuencia al serpentín periférico compuesto de los subserpentines 103, 104 conectados en serie.

La primera circuitería 40a de excitación incluye un primer par 401 de elementos de conmutación (denominado "primera rama" en la presente memoria) que tiene dos elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b conectados en serie, y un segundo par 402 de elementos de conmutación (denominado "segunda rama" en la presente memoria) que tiene dos elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b conectados en serie. La primera circuitería 40a de excitación también incluye el serpentín central (es decir, los subserpentines 101, 102) y un condensador 80a de resonancia conectado en serie y entre los nodos centrales de las ramas primera y segunda 401,402 para formar un inversor de puente completo.

De forma similar, la segunda circuitería 40b de excitación incluye la primera rama 401 y un tercer par 403 de elementos de conmutación (denominado "tercera rama" en la presente memoria) que tiene dos elementos conmutadores semiconductores 403a, 403b conectados en serie. La segunda circuitería 40b de excitación también incluye el serpentín periférico (es decir, los subserpentines 103, 104) y un condensador 80b de resonancia conectado en serie y entre los nodos centrales de las ramas primera y tercera 401, 403 para formar otro inversor de puente completo.

Las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación de la FIG. 5 incluyen medios de detección primero y segundo 60a, 60b, que detectan las características de carga de la cacerola P colocada sobre los serpentines central y periférico según la corriente que atraviesa los serpentines central y periférico y la tensión entre los extremos de los mismos, respectivamente. El controlador 50 está adaptado para determinar las condiciones de colocación, tales como su existencia/ausencia, el desplazamiento de la posición y el material constitutivo de la cacerola P según las características de carga detectadas.

Las características eléctricas detectadas por los medios de detección primero y segundo 60a, 60b que se requieren para detectar o determinar las características de carga pueden incluir la corriente que atraviesa los serpentines central y periférico y los condensadores 80a, 80b de resonancia y la tensión entre los extremos de los mismos, y también la corriente que atraviesa la fuente 30 de alimentación, aunque la descripción detallada se abrevie. Además, los medios de detección primero y segundo 60a, 60b puede incluir un sensor térmico o un sensor óptico para detectar las condiciones de colocación de la cacerola P sobre la placa superior.

Por otro lado, cuando el serpentín central (es decir, los subserpentines 101, 102) tiene una inductancia L_a y el condensador 80a de resonancia que está conectado al mismo tiene una capacitancia C_a , la frecuencia de resonancia f_{0a} del circuito de carga de resonancia en serie que tiene el serpentín central y el condensador 80a de resonancia puede ser generalmente obtenida por la fórmula siguiente.

Fórmula 1

$$f_{0a} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_a \times C_a}}$$

Además, cuando el serpentín periférico (es decir, los subserpentines 103, 104) tiene una inductancia L_b y el condensador 80b de resonancia que está conectado al mismo tiene una capacitancia C_b , la frecuencia de resonancia f_{0b} del circuito de carga de resonancia en serie que tiene el serpentín periférico y el condensador 80b de resonancia puede ser generalmente obtenida por la fórmula siguiente.

Fórmula 2

$$f_{0b} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_b \times C_b}}$$

Es preferible diseñar que la frecuencia de excitación f_{swa} del circuito inversor de puente completo (la primera circuitería 40a de excitación), que incluye las ramas primera y segunda 401,402, el serpentín central (subserpentines 101, 102), y el condensador 80a de resonancia, sea más elevada que la frecuencia de resonancia f_{0a} del serpentín central ($f_{swa} > f_{0a}$). También es preferible diseñar que la frecuencia de excitación f_{swb} del circuito inversor de puente completo (la segunda circuitería 40b de excitación), que incluye las ramas primera y tercera 401, 403, el serpentín periférico (subserpentines 103, 104), y el condensador 80b de resonancia, sea más elevada que la frecuencia de resonancia f_{0b} del serpentín periférico ($f_{swb} > f_{0b}$).

Esto es para evitar daños a los elementos conmutadores semiconductores de las ramas 401, 402, 403 debidos a mayores pérdidas de los circuitos de las mismas cuando las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación son excitadas a una frecuencia de excitación menor que la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} . Especialmente cuando la frecuencia de excitación es equivalente a la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} , la sobrecorriente discurre a través de los elementos conmutadores semiconductores, de modo que los daños aumentan de forma proporcional al cuadrado de la corriente en circulación, provocando por ello el riesgo de un daño fatal debido a la sobrecorriente.

Debería hacerse notar que cada uno de los elementos conmutadores semiconductores de las ramas primera, segunda y tercera 401,402,403 puedan estar dotados de un condensador amortiguador (no mostrado) conectado en paralelo a los mismos para reducir el ruido en el momento de conmutación, según se requiera.

5 Es preferible seleccionar la inductancia de los subserpentines 101 a 104 y la capacitancia de los condensadores 80a, 80b de resonancia para que, en una condición en la que no haya colocada cacerola P alguna sobre la placa superior 3 (es decir, una condición denominada sin carga), las frecuencias de resonancia f_{0a} , f_{0b} sean de más o menos 20 kHz y relativamente cercanas entre sí; por ejemplo, que la frecuencia diferencial Δf_0 entre las frecuencias de resonancia f_{0a} , f_{0b} sea menor de 3 kHz.

10 Para eliminar el zumbido (aullido) de cacerolas, es necesario excitar los serpentines central y periférico a la misma frecuencia de excitación f_{sw} . Por otro lado, si la diferencia entre la frecuencia de resonancia f_{0a} del serpentín central y la frecuencia de excitación f_{sw} es mayor que la diferencia entre la frecuencia de resonancia f_{0b} del serpentín periférico y la frecuencia de excitación f_{sw} , entonces la corriente de alta frecuencia que atraviesa el serpentín periférico tiende a ser mayor que la que atraviesa el serpentín central, y, por el contrario, si la diferencia entre la frecuencia de resonancia f_{0b} del serpentín periférico y la frecuencia de excitación f_{sw} es mayor que la diferencia entre la frecuencia de resonancia f_{0a} del serpentín central y la frecuencia de excitación f_{sw} , entonces la corriente de alta frecuencia que atraviesa el serpentín central tiende a ser mayor que la que atraviesa el serpentín periférico.

15 Así, la diferencia entre la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} provoca la diferencia de las corrientes de alta frecuencia que atraviesan el serpentín central y el serpentín periférico, que, a su vez, provoca una desviación o una desigualdad del calor generado en las porciones de la cacerola P colocada sobre los serpentines central y periférico. Por lo tanto, para calentar homogéneamente la cacerola P, es deseable seleccionar la inductancia L_a , L_b de los serpentines central y periférico y la capacitancia C_a , C_b de los condensadores 80a, 80b de resonancia para que se minimice la diferencia entre las frecuencias de resonancia f_{0a} , f_{0b} .

20 La FIG. 6 es un diagrama de tiempos de la salida de las señales de control S1-S6 del controlador para excitar las operaciones de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de los elementos conmutadores semiconductores de las ramas primera, segunda y tercera 401-403. Según se ilustra en la FIG. 5, se aplica a los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401 las señales de control S1, S2, respectivamente, que son un par de señales complementarias que tienen fases coincidentes y duraciones exclusivamente alternantes de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN la una con respecto a la otra.

25 Con referencia a la FIG. 6, en lo que sigue se describirá la operación de los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401. En la FIG. 6, la señal de control S1 a alto nivel pone el elemento conmutador semiconductor 401a en la condición ACTIVADA, y la señal de control S1 a bajo nivel pone el elemento conmutador semiconductor 401a en la condición DESACTIVADA. Para evitar el lapso en el que los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b se encuentran simultáneamente en la condición ACTIVADA que lleva a que la primera rama 401 esté en una condición de cortocircuito, se proporcionan periodos inactivos (tiempos muertos T_{dr} , T_{df}) para condiciones DESACTIVADAS concurrentes de los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b. Esto impide las condiciones ACTIVADAS concurrentes y que una corriente excesiva discurra a través de los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b, evitando con ello daños fatales a los mismos.

30 Así, la duración del tiempo de ACTIVACIÓN es igual a la mitad del periodo T menos los tiempos muertos T_{dr} , T_{df} . Por ejemplo, si los tiempos muertos T_{dr} , T_{df} están puestos a cero, las señales de control S1, S2 tienen una duración del tiempo de ACTIVACIÓN equivalente a la mitad del periodo T (es decir, el régimen de trabajo es el 50%). De manera similar, a los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b de la segunda rama 402 se les aplican las señales de control S3, S4, y a los elementos conmutadores semiconductores 403a, 403b de la tercera rama 403 se les aplican las señales de control S5, S6. Las señales de control S3, S4 y S5, S6 son pares de señales complementarias dotadas de tiempos muertos T_{dr} , T_{df} , así como las señales de control S1, S2.

35 La cantidad de corriente de alta frecuencia suministrada al serpentín central de los subserpentines 101, 102 está determinada por la diferencia de fase θ_1 (> 0) entre las señales de control S1, S3 (o entre las señales de control S2, S4). La mayor diferencia de fase θ_1 hace que una cantidad mayor de corriente de alta frecuencia atraviese el serpentín central. Además, la cantidad de corriente de alta frecuencia suministrada al serpentín periférico de los subserpentines 103, 104 está determinada por la diferencia de fase θ_2 (> 0) entre las señales de control S1, S5 (o entre las señales de control S2, S6). El controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_1 y/o θ_2 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o la consola frontal 6.

Además, el controlador está adaptado para controlar la frecuencia f ($= 1/T$) de las señales de control S1-S6 para que sea igual para evitar el ruido interferente (zumbido de la cacerola) resultante de la diferencia de frecuencias de la corriente de alta frecuencia suministrada a los serpentines central y periférico.

55 La frecuencia f ($= 1/T$) de las señales de control S1-S6 es equivalente a la frecuencia de excitación f_{sw} para excitar a cada uno de los elementos conmutadores semiconductores y a la frecuencia de la corriente de alta frecuencia suministrada a los serpentines central y periférico. Como anteriormente, la frecuencia de excitación f_{sw} está determinada por el controlador 50 según las características de carga detectadas por el medio 60 de detección.

El medio 60 de detección detecta las características eléctricas del excitador 40 cuando la cacerola P está colocada sobre la placa superior 3 y las características de carga de la cacerola P, y el controlador 50 determina la frecuencia óptima para calentar la cacerola P o la frecuencia de excitación fsw según la consecuencia detectada del medio 60 de detección (frecuencia de resonancia f0). La frecuencia de excitación fsw puede ser fijada como un valor predeterminado en función de la consecuencia detectada (las características de carga o las características eléctricas del excitador 40 cuando la cacerola P se encuentra sobre el serpentín 100 de calentamiento a través de la placa superior 3), o puede ser calculada según las características de carga detectadas por el medio 60 de detección.

Según se ha descrito anteriormente, el controlador 50 determina la frecuencia de excitación fsw según las características de carga obtenidas en función de las características eléctricas detectadas por el medio 60 de detección. Cuando la cacerola P está colocada sobre la placa superior 3, cada uno de los subserpentines 101 a 104 se acopla magnéticamente con el material metálico que compone la cacerola P para variar la inductancia del mismo. La variación de la inductancia debida al acoplamiento magnético entre la cacerola P y cada uno de los subserpentines causa una variación de la frecuencia de resonancia f0a del circuito de carga de resonancia en serie que tiene los subserpentines 101, 102 y el condensador 80a de resonancia, y la variación de la frecuencia de resonancia f0b del circuito de carga de resonancia en serie que tiene los subserpentines 103, 104 y el condensador 80b de resonancia. Así, dado que la frecuencia de resonancia f0a, f0b de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación varía debido al material constitutivo de la cacerola P, el controlador 50 puede identificar el material constitutivo de la cacerola P colocada sobre la placa superior 3 según la variación de las características de carga (es decir, la frecuencia de resonancia) obtenidas en función de las características eléctricas.

Según se ha expuesto anteriormente, es deseable que la frecuencia de excitación fswa para excitar el inversor de puente completo (la primera circuitería 40a de excitación), que comprende las ramas primera y segunda 401,402, el serpentín central (subserpentines 101, 102), y el condensador 80a de resonancia, sea mayor que la frecuencia de resonancia f0a que se determina según la inductancia La del serpentín central y la capacitancia Ca del condensador 80a de resonancia. De manera similar, es deseable que la frecuencia de excitación fswb para excitar el inversor de puente completo (segunda circuitería 40b de excitación), que comprende las ramas primera y tercera 401,403, el serpentín periférico (subserpentines 103, 104), y el condensador 80b de resonancia, sea mayor que la frecuencia de resonancia f0b que se determina según la inductancia Lb del serpentín periférico y la capacitancia Cb del condensador 80b de resonancia.

Además, la diferencia $\Delta f_a (= f_{swa} - f_{0a})$, $\Delta f_b (= f_{swb} - f_{0b})$ entre la frecuencia de resonancia f0a, f0b y la frecuencia de excitación fswa, fswb es, idealmente, de más de 1 kHz, y también puede ser determinada según las características eléctricas de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación, que varían en respuesta a la condición de colocación de la cacerola P, para reducir la pérdida de circuito de las circuiterías de excitación. Esto es para reducir la pérdida de circuito de los elementos conmutadores de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación y para evitar daños a los mismos debidos a una corriente excesiva. Además, es deseable controlar la frecuencia f (= 1/T) de las señales de control S1-S6 para que sea igual para evitar el ruido interferente (zumbido de la cacerola) resultante de la frecuencia diferencial de la corriente de alta frecuencia suministrada a los serpentines central y periférico

Así, el controlador 50 está adaptado para calcular la frecuencia de resonancia f0a, f0b de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación en función de los resultados detectados de los medios 60a, 60b de detección, y, si la diferencia entre la frecuencia de resonancia f0a, f0b es menor que un umbral dado, establecer como la frecuencia f de las señales de control S1-S6 la frecuencia de excitación fsw mayor que la frecuencia de resonancia f0a, f0b.

Alternativamente, el controlador 50 puede almacenar algunas frecuencias de excitación predeterminadas en una memoria (no mostrada) que sean apropiadas para las características eléctricas dadas de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación, y seleccionar como frecuencia de excitación la frecuencia fsw apropiada entre las frecuencias de excitación almacenadas.

Las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación son excitadas por las señales de control S1 a S6 a la frecuencia de excitación fsw así determinada, según se ilustra en la FIG. 6.

La FIG. 7 es un diagrama de circuito del excitador 40 según la presente invención. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares. Según se muestra en la FIG. 7, el condensador 80a de resonancia tiene un extremo conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401, y el otro extremo conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado mostrado mediante un círculo sólido en la FIG. 7) del subserpentín 101 del serpentín central. El extremo exterior y el subserpentín 101 están conectados al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado mostrado mediante un círculo sólido en la FIG. 7) del subserpentín 102, y el extremo externo del subserpentín 102 está conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 402a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 402b de menor tensión de la primera rama 402. Así, el serpentín central (subserpentines 101, 102) y el primer condensador 80a de resonancia están conectados en serie entre los nodos centrales de las ramas primera y segunda 401,402.

De manera similar, según se muestra en la FIG. 7, el condensador 80b de resonancia tiene un extremo conectado al

nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401, y el otro extremo conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado mostrado mediante un círculo sólido en la FIG. 7) del subserpentín 103 del serpentín periférico. El extremo externo del subserpentín 103 está conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado mostrado mediante un círculo sólido en la FIG. 7) del subserpentín 104, y el extremo externo del subserpentín 104 está conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 403a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 403b de menor tensión de la tercera rama 403. Así, el serpentín periférico (subserpentines 103, 104) y el segundo condensador 80b de resonancia están conectados en serie entre los nodos centrales de las ramas primera y tercera 401, 403. En la FIG. 7, los extremos internos (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado) de los subserpentines 101 a 104 están indicados por círculos sólidos.

La FIG. 7 también indica la corriente de alta frecuencia la que atraviesa el condensador 80a de resonancia y los subserpentines 101, 102 (serpentín central) conectados en serie, así como la corriente de alta frecuencia lb que atraviesa el condensador 80b de resonancia y los subserpentines 103, 104 (serpentín periférico) conectados en serie. Según se muestra, la corriente de alta frecuencia la discurre a través del primer circuito de puente completo (primera circuitería 40a de excitación) compuesto de las ramas primera y segunda 401, 402, mientras que la corriente de alta frecuencia lb discurre a través del segundo circuito de puente completo (segunda circuitería 40b de excitación) compuesto de las ramas primera y tercera 401, 403. Un método (modo) de control del excitador 40 con el uso de la primera rama 401 como rama común de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación para el suministro de las corrientes de alta frecuencia la, lb es denominado "modo de excitación en paralelo" en la presente divulgación. En otras palabras, el modo de excitación en paralelo es el modo de excitación para controlar el excitador 40 para que el serpentín central y el serpentín periférico estén conectados en paralelo entre los extremos de la fuente 30 de alimentación.

En la FIG. 7 se ilustra que las corrientes de alta frecuencia la, lb discurren desde el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión de la primera rama 401 a través de los elementos conmutadores semiconductores 402b, 403b de menor tensión de las ramas segunda y tercera, respectivamente. Sin embargo, no hace falta mencionar que, en la fase inversa, la corriente de alta frecuencia la, lb discurre desde los elementos conmutadores semiconductores 402a, 403a de mayor tensión de las ramas segunda y tercera a través del elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401.

La FIG. 8 es una vista en planta similar a la de la FIG. 2B que muestra el serpentín 100 de calentamiento con las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del mismo. La FIG. 8 indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento mediante las flechas la1, la2, lb1, lb2, respectivamente. Dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están conectados en serie, las cantidades de la corriente de alta frecuencia que los atraviesa son iguales a la, lb, respectivamente ($la_1 = la_2 = la$, $lb_1 = lb_2 = lb$).

Cada uno de los subserpentines 101 a 104 está enrollado desde el extremo interno y, por ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj en la FIG. 8. Sin embargo, cada uno de los subserpentines 101 a 104 también puede estar enrollado en sentido contrario al de las agujas del reloj.

El controlador 50 proporciona al excitador 40 las señales de control S1 a S6, en las cuales las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 cambian de manera alternante durante un ciclo T ($= 1/f$, siendo f la frecuencia de excitación fsw), pero tienen la misma dirección dentro de la misma fase del ciclo T. Cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 7, la corriente de alta frecuencia la discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80a de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 101, 102 hasta la segunda rama 402 en una fase particular dentro de un ciclo T, que está indicada por las flechas de la1 a la2 de la FIG. 8. En la misma fase particular, la corriente de alta frecuencia lb discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 103, 104 hasta la tercera rama 403, que está indicada por las flechas de lb1 a lb2 de la FIG. 8.

Según se ha expuesto anteriormente con referencia a las FIGURAS 7 y 8, la corriente de alta frecuencia discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento en la misma dirección. Debería hacerse notar que los órdenes de conexión entre el condensador 80a de resonancia y los subserpentines 101, 102 y entre el condensador 80b de resonancia y los subserpentines 103, 104 no están limitados a los indicados en la FIG. 7. Así, aunque la FIG. 7 ilustra las conexiones en serie desde el nodo central de la primera rama 401 a través de los condensadores 80a, 80b de resonancia, los extremos internos de los subserpentines 101, 103, y los extremos internos de los subserpentines 102, 104 hasta los nodos centrales de las ramas segunda y tercera, respectivamente, las conexiones en serie pueden establecerse desde el nodo central de la primera rama 401 a través de los extremos internos de los subserpentines 101, 103, los extremos internos de los subserpentines 102, 104, y los condensadores 80a, 80b de resonancia hasta los nodos centrales de las ramas segunda y tercera, respectivamente.

En el modo en paralelo ilustrado en la FIG. 8, al discurrir las corrientes de alta frecuencia a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento en la misma dirección, el campo magnético generado por cada uno de los subserpentines se refuerza en las regiones en las que los subserpentines están cercanos entre

sí, mejorando con ello la eficiencia de calentamiento de la cacerola P, reduciendo la pérdida de circuito del excitador 40, y reduciendo el tamaño del mecanismo de enfriamiento (tal como un ventilador de enfriamiento y un disipador de calor) para enfriar el excitador 40.

5 La FIG. 9 es un diagrama de tiempos de las señales de control S1 a S6 que controlan las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación en un modo de excitación diferente. Según se muestra en la FIG. 9, las señales de control S1, S2 para controlar los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401 son mantenidas a bajo nivel (condición desactivada). Los tiempos muertos Tdr, Tdf y la relación de fases de las señales de control S3, S4 y S5, S6 son similares a los descritos con referencia a la FIG. 6 y, por lo tanto, aquí se abreviará la descripción duplicada. Por ejemplo, en la FIG. 9, cuando la señal de control S3 se encuentra a alto nivel, se conmuta al elemento conmutador semiconductor 402a de la segunda rama 402 a la condición ACTIVADA, y, cuando se encuentra a bajo nivel, se lo conmuta a la condición DESACTIVADA.

10 Según se ilustra en el diagrama de tiempos de la FIG. 9, cuando las señales de control S1, S2 son mantenidas a bajo nivel, los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401 permanecen en la condición DESACTIVADA (condición no conductora). Además, las señales de control S3, S4 y S5, S6, según se muestra, controlan únicamente los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b de la segunda rama 402 y los elementos conmutadores semiconductores 403a, 403b de la tercera rama 403 de la FIG. 5.

15 Por otro lado, el cuerpo calentado, tal como una cacerola y una olla comercializadas para la cocina de calentamiento por inducción, puede estar formado íntegramente del mismo material metálico o, alternativamente, una cacerola de tamaño relativamente razonable puede incluir una porción central inferior que haga contacto con la placa superior 3 que esté hecha de material magnético, tal como acero, y una porción periférica inferior y una porción de pared circunferencial que estén fabricadas de material no magnético, tal como aluminio. La cacerola P compuesta de diferentes porciones hechas de material magnético y material no magnético es denominada convenientemente en lo sucesivo cacerola P de material compuesto.

20 Cuando la cacerola P de material compuesto está colocada sobre la unidad 10 de calentamiento por inducción CI de la presente invención, los materiales constitutivos de la cacerola P opuestos a los subserpentines 101 a 104 pueden ser diferentes entre sí. Se considera que la cacerola P de material compuesto incluye una porción de cuerpo, una porción inferior, y en el centro de la porción inferior hay un disco (placa circular) adherido hecho de material magnético que tiene un diámetro de aproximadamente 16 cm.

25 Por otro lado, se considera que el serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 2B tiene un diámetro de, por ejemplo, aproximadamente 24 cm, que incluye el subserpentín 103, que tiene un diámetro interno de aproximadamente 15 cm, y el subserpentín 104, que tiene un diámetro interno de aproximadamente 20 cm. El disco magnético de la cacerola P de material compuesto cubre completamente los subserpentines 101, 102 y parcialmente el subserpentín 103. La porción no magnética de la cacerola P, si tiene un diámetro de aproximadamente 20 cm o mayor, cubre la parte restante del subserpentín 103 y completa o parcialmente el subserpentín 104. La porción no magnética de la cacerola P, si tiene un diámetro inferior a aproximadamente 20 cm, no cubre el subserpentín 104 (causando así la condición sin carga para el subserpentín 104).

30 En esta circunstancia, cuando los medios 60a, 60b de detección detectan las características de carga del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del serpentín periférico (subserpentines 103, 104), las características de carga obtenidas en función de las características eléctricas del serpentín central que está magnéticamente acoplado con el material magnético (por ejemplo, la inductancia, la corriente de alta frecuencia que atraviesa el serpentín central y la tensión entre sus extremos) son muy diferentes de las del serpentín periférico que está magnéticamente acoplado con el material no magnético.

35 El controlador 50 compara las características de carga obtenidas en función de las características eléctricas de los serpentines central y periférico con los umbrales predeterminados. Por ejemplo, entre las características de carga obtenidas en función de las características eléctricas de los serpentines central y periférico, si la diferencia entre las frecuencias de resonancia de los mismos es mayor que el umbral predeterminado, entonces el controlador 50 determina que las porciones de la cacerola P sobre los serpentines central y periférico están fabricadas de materiales diferentes entre sí, y que la cacerola P contiene un material compuesto en el que no es apropiado excitar las ramas primera, segunda y tercera 401 a 403 a la misma frecuencia de excitación y, por lo tanto, controla las señales de control S1, S2 que han quedado a bajo nivel, y transmite las señales de control S3 a S6 a los elementos conmutadores semiconductores de las ramas segunda y tercera.

40 Así, el controlador 50 está adaptado para controlar las señales de control S3-S6 para operar el inversor de puente completo, que comprende las ramas segunda y tercera 402, 403, los condensadores 80a, 80b de resonancia y los subserpentines 101 a 104. Más en particular, según se ilustra en la FIG. 9, las señales de control S1, S2 son mantenidas a bajo nivel para mantener la primera rama 401 en la condición de inhabilitación, las señales de control S3, S4 son controladas para los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b de la segunda rama 402, y las señales de control S5, S6 son controladas para los elementos conmutadores semiconductores 403a, 403b de la tercera rama 403.

La FIG. 10 es un diagrama de circuito del excitador 40 según la presente invención, que es similar a la FIG. 7. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares. Según se muestra, los condensadores 80a, 80b de resonancia y los subserpentines 101 a 104, que están conectados en serie y entre los nodos centrales de las ramas segunda y tercera 402, 403, construyen parcialmente el inversor de puente completo (tercera circuitería de excitación 40c), y, por lo tanto, la corriente de alta frecuencia discurre a través de los subserpentines 101 a 104 en una cantidad que depende del diferencial de fase θ_3 (FIG. 9) entre la señal de control S3 (S4) y la señal de control S5 (S6).

Según se ha expuesto anteriormente, en la presente divulgación se denomina "modo de excitación en serie" a un método (modo) de control del excitador 40 que incluye la primera rama 401 mantenida inhabilitada y las ramas segunda y tercera 402, 403 que tienen nodos centrales conectados a través de los condensadores 80a, 80b de resonancia y los subserpentines 101 a 104 en serie para suministrar la corriente de alta frecuencia I_c . En otras palabras, el modo de excitación en serie es el modo de excitación para controlar el excitador 40 para que el serpentín central y el serpentín periférico estén conectados en serie entre los extremos de la fuente 30 de alimentación.

En el modo de excitación en serie, el controlador 50 vuelve a determinar la frecuencia f de las señales de control S3-S6 para controlar el inversor de puente completo (tercera circuitería de excitación 40c), que incluye las ramas segunda y tercera 402,403, los subserpentines 101 a 104, y los condensadores 80a, 80b de resonancia, según las características de carga detectadas por los medios 60a, 60b de detección.

En lo que sigue se describirá el método para determinar la frecuencia de excitación f_{sw} tras el cálculo de la frecuencia de resonancia f_0 según las características de carga (características eléctricas). El controlador 50 puede seleccionar la frecuencia de excitación f_{sw} apropiada a las características de carga de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación detectadas por los medios 60a, 60b de detección, respectivamente, a partir de algunas frecuencias de excitación predeterminadas para las características de carga dadas obtenidas en función de las características eléctricas de las mismas.

La frecuencia de resonancia f_{0c} del circuito de carga de resonancia en serie que contiene las ramas segunda y tercera 402, 403, los subserpentines 101 a 104, y los condensadores 80a, 80b de resonancia puede determinarse por la inductancia L_a , L_b y la capacitancia C_a , C_b de los serpentines central y periférico, según se expresa en la fórmula siguiente.

Fórmula 3

$$f_{0c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(L_a + L_b) \times \left(\frac{C_a \times C_b}{C_a + C_b} \right)}}$$

El controlador 50 determina que la frecuencia de excitación f_{sw} de la circuitería de excitación 40c es mayor que la frecuencia de resonancia f_{0c} en un valor minúsculo predeterminado Δf . El valor minúsculo predeterminado Δf puede ser, preferentemente, 1 kHz o más, y puede ser configurado según las características eléctricas variadas dependiendo de la condición de colocación de la cacerola P para que se reduzca la pérdida de circuito del excitador 40.

En la arquitectura del circuito de la circuitería de excitación 40c de la FIG. 10, aumenta la inductancia total del serpentín de calentamiento, que incluye todos los subserpentines 101 a 104 en serie, pero disminuye la capacitancia total de los condensadores 80a, 80b en serie; por lo tanto, la frecuencia de resonancia f_{0c} de la circuitería de excitación 40c de la FIG. 10 es cercana y casi igual a la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación en el modo de excitación en paralelo. Si la inductancia L_a y la capacitancia C_a del serpentín central y la inductancia L_b y la capacitancia C_b del serpentín periférico son seleccionadas originalmente para que la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación sean cercanas entre sí, y, por ejemplo, si las inductancias L_a , L_b de los mismos son iguales ($L_a = L_b = L$) y las capacitancias C_a , C_b de los mismos son iguales ($C_a = C_b = C$), entonces las frecuencias de resonancia f_{0a} , f_{0b} de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación pueden obtenerse por la fórmula siguiente.

Fórmula 4

$$f_{0a} = f_{0b} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \times C}}$$

Por otro lado, la frecuencia de resonancia f_{0c} de la tercera circuitería de excitación 40c pueden obtener por la fórmula siguiente.

Fórmula 5

$$f_{0c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(L + L) \times \left(\frac{C \times C}{C + C} \right)}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2L \times \frac{C}{2}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \times C}}$$

Como resulta claro por las anteriores Fórmulas 4 y 5, aunque el modo de control sea conmutado partiendo del modo de excitación en paralelo, en el que las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación son excitadas simultáneamente, en el modo de excitación en serie, en el que se excita la tercera circuitería de excitación 40c, la frecuencia de resonancia f_{0c} de la tercera circuitería de excitación 40c es coherente con la frecuencia de resonancia f_{0a} , f_{0b} de las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación. Por lo tanto, no es necesario aumentar los diversos tipos de los datos predeterminados para que el controlador 50 los determine a partir de las características eléctricas ni aumentar la capacidad de memoria de la CPU debido a la adaptación del modo de excitación en serie.

En la FIG. 10, el condensador 80a de resonancia tiene un extremo conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401, y el otro extremo conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado) del subserpentín 101 del serpentín central. En la FIG. 10, los extremos internos (extremos más cercanos al centro del serpentín enrollado) de los subserpentines 101 a 104 están indicados por círculos sólidos.

El extremo externo del subserpentín 101 está conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado) del subserpentín 102, y el extremo externo del subserpentín 102 está conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 402a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 402b de menor tensión de la segunda rama 402. Así, el serpentín central (subserpentines 101, 102) y el primer condensador 80a de resonancia están conectados en serie entre los nodos centrales de las ramas primera y segunda 401, 402.

De modo similar, en la FIG. 10, el condensador 80b de resonancia tiene un extremo conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401, y el otro extremo conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado) del subserpentín 103 del serpentín periférico.

Además, el extremo externo del subserpentín 103 está conectado al extremo interno (extremo más cercano al centro del serpentín enrollado) del subserpentín 104, y el extremo externo del subserpentín 104 está conectado al nodo central entre el elemento conmutador semiconductor 403a de mayor tensión y el elemento conmutador semiconductor 403b de menor tensión de la tercera rama 403. Así, el serpentín periférico (subserpentines 103, 104) y el segundo condensador 80b de resonancia están conectados en serie entre los nodos centrales de las ramas primera y tercera 401, 403.

Según se muestra en la FIG. 10, el controlador 50 (no mostrado en la misma) envía las señales de control S1, S2 de bajo nivel a la primera rama 401 para que los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401 se mantengan en la condición desactivada (condición no conductora). Además, el controlador 50 envía las señales de control S3-S6 según se muestra en el diagrama de tiempos de la FIG. 9 para excitar los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b, 403a, 403b.

En esta situación, la corriente de alta frecuencia I_c discurre a través de los subserpentines 101, 102 conectados en serie, los condensadores 80a, 80b de resonancia, y los subserpentines 103, 104 conectados en serie. Así, la corriente de alta frecuencia I_c discurre a través del circuito de puente completo (tercera circuitería de excitación 40c), pero no a través de la primera rama 401. Según se ha expuesto anteriormente, en la presente divulgación se denomina "modo de excitación en serie" a un método (modo) para controlar el excitador 40 que incluye la primera rama 401 mantenida inhabilitada con el serpentín central y el serpentín periférico conectados en serie para suministrar la corriente de alta frecuencia I_c .

En la FIG. 10 se ilustra que la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde el elemento conmutador semiconductor 402a de mayor tensión de la segunda rama 402 a través del elemento conmutador semiconductor 403b de menor tensión de la tercera rama. Sin embargo, no hace falta mencionar que, en la fase inversa, la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde el elemento conmutador semiconductor 403a de mayor tensión de la tercera rama 403 a través del elemento conmutador semiconductor 402b de menor tensión de la segunda rama 402.

La cantidad de corriente de alta frecuencia I_c se determina por la diferencia de fase θ_3 (> 0) entre las señales de control S3, S5 (o entre las señales de control S4, S6). La mayor diferencia de fase θ_3 hace que una mayor cantidad de corriente de alta frecuencia atraviese los subserpentines 101 a 104. El controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_3 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o la consola frontal 6.

La FIG. 11 es una vista en planta desde arriba similar a la FIG. 2B que muestra el serpentín 100 de calentamiento con las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104

del mismo. La FIG. 11 indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento mediante las flechas la1, la2, lb1, lb2, respectivamente. Dado que los subserpentines 101 a 104 están conectados en serie, la cantidad de corriente de alta frecuencia que los atraviesa es igual a I_c ($I_{a1} = I_{a2} = I_a = I_{b1} = I_{b2} = I_c$).

5 Cada uno de los subserpentines 101 a 104 está enrollado desde el extremo interno y, por ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj en la FIG. 8. Sin embargo, cada uno de los subserpentines 101 a 104 también puede estar enrollado en sentido contrario al de las agujas del reloj.

10 Cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 10, en una fase particular dentro de un ciclo T ($= 1/f$, siendo f la frecuencia de excitación f_{sw}), la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde la segunda rama 402 a través del extremo externo del subserpentín 102, del extremo interno del subserpentín 102, del extremo externo del subserpentín 101 y del extremo interno del subserpentín 101 hasta el condensador 80a de resonancia. Al estar la primera rama 401 en una condición no conductora debido a las señales de control S1, S2 a bajo nivel, la corriente de alta frecuencia I_c discurre, además, desde el nodo central de la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia, del extremo interno del subserpentín 103, del extremo externo del subserpentín 103, del extremo interno del subserpentín 104, y del extremo externo del subserpentín 104 hasta la tercera rama 403. La dirección de la corriente de alta frecuencia I_c suministrada a los subserpentines 101 a 104 es conmutada alternativamente dentro de un ciclo de las señales de control S3-S6 enviadas desde el controlador 50 al excitador 40.

20 Dado que los subserpentines 101, 102 de la FIG. 11 están enrollados en la dirección de las agujas del reloj, la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde el extremo externo del subserpentín 102 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj, a través del extremo externo del subserpentín 101 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj hacia el centro del mismo, a una fase particular dentro de un ciclo T ($= 1/f_{sw}$), según se indica mediante las flechas la1, la2 en la FIG. 11.

25 Dado que los subserpentines 103, 104 de la FIG. 11 también están enrollados en la dirección de las agujas del reloj, la corriente de alta frecuencia I_c discurre en la misma fase dentro de un ciclo T , desde el extremo interno del subserpentín 103 en la dirección de las agujas del reloj, a través del extremo interno del subserpentín 104 en la dirección de las agujas del reloj, según se indica mediante las flechas lb1, lb2 en la FIG. 11. Así, en la FIG. 11, la corriente de alta frecuencia I_c discurre secuencialmente a través de la2, la1, lb1, e lb2. Debería hacerse notar que los órdenes de conexión entre el condensador 80a de resonancia y los subserpentines 101, 102 y entre el condensador 80b de resonancia y los subserpentines 103, 104 no están limitados a los indicados en la FIG. 11.

30 Dado que el excitador 40 de la presente invención está estructurado según se ha descrito anteriormente, cuando las porciones central y periférica de la cacerola P están formadas de materiales metálicos diferentes entre sí, los serpentines central y periférico no pueden ser excitados eficazmente por una corriente de alta frecuencia de la misma frecuencia de excitación debido a las diferentes características de carga (características eléctricas) de los serpentines central y periférico. Además, aunque esté previsto que la corriente de alta frecuencia de la misma frecuencia de excitación excite los serpentines central y periférico en paralelo (individualmente) para evitar el ruido interferente, la desviación entre la frecuencia de resonancia y las frecuencias de excitación de los serpentines central y periférico provoca una cantidad desequilibrada de la corriente de alta frecuencia, causando con ello la desviación del calentamiento de la cacerola P, dependiendo de la posición de la misma.

35 Sin embargo, en el modo de excitación en serie que mantiene la primera circuitería 40a de excitación en condición desactivada, el controlador 50 de la presente invención controla el excitador 40 (ramas segunda y tercera 402,403) para excitar los subserpentines 101 a 104 como un único serpentín, mientras el medio 60 de detección detecta las características complejas de carga del cuerpo calentado individual para las porciones central y periférica de la cacerola P en su conjunto, puede controlar las ramas segunda y tercera 402,403 para suministrar la corriente de alta frecuencia de la misma frecuencia f .

40 Así, según la presente invención, la corriente de alta frecuencia de frecuencia f , al igual que la frecuencia de excitación f_{sw} , puede ser suministrada a los subserpentines 101 a 104 de manera muy simple conmutando la primera circuitería 40a de excitación en la condición DESACTIVADA sin incorporar un dispositivo complicado y caro, tal como un relé enseñado por los Documentos de Patente 1 y 2 mencionados anteriormente. Además, la configuración del circuito en el modo de excitación en serie puede lograrse fácilmente controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable.

45 Según se ilustra en la FIG. 11, la corriente de alta frecuencia I_c discurre subsiguientemente a través de los subserpentines 101 a 104, y las direcciones de la misma a través de los subserpentines 102, 103 son opuestas, para que el campo magnético en la región adyacente a esos subserpentines se cancelen o debiliten mutuamente para que la cacerola P sea calentada de manera homogénea.

La FIG. 12 es un diagrama de tiempos de las señales de control S1-S6 que excitan las circuiterías primera y segunda 40a, 40b de excitación en otro modo de excitación. En la FIG. 12, las señales de control S5, S6 para controlar los elementos semiconductores 403a, 403b de la tercera rama 403 son mantenidas a bajo nivel (condición desactivada).

Los tiempos muertos Tdr, Tdf y la relación de fases de las señales de control S1, S2 y S3, S4 son similares a los descritos con referencia a la FIG. 6 y, por lo tanto, aquí se abreviará la descripción duplicada. Por ejemplo, en la FIG. 12, cuando la señal de control S3 se encuentra a alto nivel, se conmuta al elemento conmutador semiconductor 402a de la segunda rama 402 a la condición ACTIVADA, y, cuando se encuentra a bajo nivel, se lo conmuta a la condición DESACTIVADA.

Según se ilustra en el diagrama de tiempos de la FIG. 12, cuando las señales de control S5, S6 son mantenidas a bajo nivel, los elementos conmutadores semiconductores 403a, 403b de la tercera rama 403 quedan en la condición DESACTIVADA (condición no conductora). Además, las señales de control S1, S2 y S3, S4, según se muestra, controlan únicamente los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401 y los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b de la segunda rama 402 de la FIG. 5.

La FIG. 13 es una vista en planta desde arriba similar a la Fig. 2A que ilustra el serpentín 100 de calentamiento, así como la cacerola P, por medio de un círculo grueso sólido cuando esta tiene un tamaño pequeño similar al diámetro externo del serpentín central (subserpentines 101, 102), colocada sobre la unidad 10 de calentamiento por inducción CI de la presente invención. Cuando la cacerola pequeña P está colocada sobre el serpentín 100 de calentamiento a través de la placa superior 3, no hay nada sobre los subserpentines 103, 104, lo que causa la condición sin carga para los subserpentines 103, 104.

En esta situación, cuando los medios 60a, 60b de detección detectan las características de carga del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del serpentín periférico (subserpentines 103, 104), las características de carga (características eléctricas) del serpentín central que está magnéticamente acoplado con el material metálico de la cacerola pequeña P son muy diferentes de las del serpentín periférico sobre el que la cacerola pequeña P no está colocada.

El controlador 50 está adaptado para comparar las características de carga (características eléctricas) de los serpentines central y periférico con los umbrales predeterminados. Si el controlador 50 determina que la cacerola pequeña P está colocada sobre el serpentín central (subserpentines 101, 102), pero no sobre el serpentín periférico (subserpentines 103, 104), entonces controla las señales de control S5, S6 mantenidas a bajo nivel, y envía las señales de control S1 a S4 a los elementos conmutadores semiconductores de las ramas primera y segunda 401, 402, según se ilustra en la FIG. 12, para excitar únicamente la primera circuitería 40a de excitación. La corriente de alta frecuencia Id discurre a través del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del condensador 80 de resonancia en una cantidad que está determinada por la diferencia de fase θ_4 (> 0) entre las señales de control S3, S5 (o entre las señales de control S4, S6).

La mayor diferencia de fase θ_4 hace que una mayor cantidad de corriente de alta frecuencia atraviese el serpentín central (subserpentines 101, 102). El controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_4 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o la consola frontal 6. En la presente divulgación se denomina "modo de excitación individual" a un método (modo) de control del excitador 40 para mantener la tercera rama 403 en una condición no conductora y para suministrar la corriente de alta frecuencia únicamente al serpentín central.

En el modo de excitación individual, el controlador 50 determina la frecuencia f de las señales de control S1-S4 para controlar el inversor de puente completo (primera circuitería 40a de excitación), que incluye las ramas primera y segunda 401, 402, los subserpentines 101, 102, y el condensador 80a de resonancia, según las características de carga detectadas por el medio 60a de detección.

En lo que sigue se describirá el método para determinar la frecuencia de excitación fsw tras el cálculo de la frecuencia de resonancia f0 según las características de carga (características eléctricas). Por ejemplo, el controlador puede seleccionar la frecuencia de excitación fsw apropiada a las características de carga obtenidas en función de las características eléctricas de la primera circuitería 40a de excitación detectada por el medio 60a de detección, a partir de algunas frecuencias de excitación predeterminadas para las características de carga dadas.

La frecuencia de resonancia f0d del circuito de carga de resonancia en serie que contiene las ramas primera y segunda 401, 402, los subserpentines 101, 102, y los condensadores 80a de resonancia puede determinarse por medio de la inductancia La y de la capacitancia Ca del serpentín central, según se expresa en la fórmula siguiente.

Fórmula 6

$$f0d = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{La \times Ca}}$$

El controlador 50 determina que la frecuencia de excitación fsw de la circuitería 40a de excitación es mayor que la frecuencia de resonancia f0d en un valor minúsculo predeterminado Δf . El valor minúsculo predeterminado Δf puede ser, preferentemente, 1 kHz o más, y puede ser configurado según las características eléctricas variadas dependiendo de la condición de colocación de la cacerola P para que se reduzca la pérdida de circuito del excitador 40.

La FIG. 14 es un diagrama de circuito del excitador 40 según la presente invención, que es similar a la FIG. 7. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares. En la FIG. 14, el condensador 80a de resonancia y los extremos internos de los subserpentines 101, 102 están conectados en serie y entre los nodos centrales de las ramas primera y segunda 401,402. También en la FIG. 14, el condensador 80a de resonancia y los extremos internos de los subserpentines 103, 104 están conectados en serie y entre los nodos centrales de las ramas segunda y tercera 402,403. En la FIG. 14, los extremos internos (extremos más cercanos al centro del serpentín enrollado) de los subserpentines 101 a 104 están indicados mediante círculos sólidos.

Así, el controlador 50 está adaptado para controlar las señales de control S1-S4 para operar el inversor de puente completo, que comprende las ramas primera y segunda 401,402, el condensador 80a de resonancia y los subserpentines 101, 102. Más en particular, según se ilustra en la FIG. 12, las señales de control S5, S6 se mantiene a bajo nivel para mantener la tercera rama 403 en la condición inhabilitada, las señales de control S1, S2 son controladas para los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama 401, y las señales de control S3, S4 son controladas para los elementos conmutadores semiconductores 402a, 402b de la segunda rama 402.

En la FIG. 14 se ilustra que la corriente de alta frecuencia I_d discurre desde el elemento conmutador semiconductor 401a de mayor tensión de la primera rama 401 a través del elemento conmutador semiconductor 402b de menor tensión de la segunda rama 402. Sin embargo, no hace falta mencionar que, en la fase inversa, la corriente de alta frecuencia I_d discurre desde el elemento conmutador semiconductor 402a de mayor tensión de mayor tensión de la segunda rama 402 a través del elemento conmutador semiconductor 401b de menor tensión de la primera rama 401.

La cantidad de corriente de alta frecuencia I_d se determina por la diferencia de fase θ_4 (> 0) entre las señales de control S1, S3 (o entre las señales de control S2, S4). La mayor diferencia de fase θ_4 hace que una cantidad mayor de la corriente de alta frecuencia atraviese los subserpentines 101, 102. El controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_4 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o de la consola frontal 6.

La FIG. 15 es una vista en planta desde arriba similar a la de la FIG. 2B que muestra el serpentín 100 de calentamiento con direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de los subserpentines 101, 102 del mismo. La FIG. 15 indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de los subserpentines 101, 102 del serpentín 100 de calentamiento mediante las flechas I_{a1} , I_{a2} , respectivamente. Dado que los subserpentines 101, 102 están conectados en serie, la cantidad de corriente de alta frecuencia que los atraviesa es igual a I_d ($I_{a1} = I_{a2} = I_d$). Debería hacerse notar que, dado que la tercera rama es mantenida en la condición inhabilitada, no discurre ninguna corriente de alta frecuencia a través de los subserpentines 103, 104.

Dado que el excitador 40 de la presente invención está estructurado según se ha descrito anteriormente, cuando la cacerola P menor que el subserpentín 103 del serpentín periférico está colocada sobre la unidad 10 de calentamiento por inducción CI, el controlador 50 controla las ramas primera y segunda 401, 402 para suministrar la corriente de alta frecuencia a los subserpentines 101, 102 en el modo de excitación individual manteniendo la tercera circuitería de excitación 40c en condición desactivada, sin incorporar un dispositivo complicado y caro. Además, la arquitectura del circuito en el modo de excitación individual puede lograrse fácilmente controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable.

Además, según la presente invención, el cese de la corriente de alta frecuencia a través del serpentín periférico sobre el cual la cacerola P no está colocada causa una reducción del consumo poco deseable de energía y facilita la excitación de manera eficaz. Además, según la presente invención, se evita el flujo magnético poco deseable procedente del serpentín periférico y se reduce la pérdida de circuito de la circuitería de excitación, para que pueda reducirse el tamaño del sistema de enfriamiento de la cocina de CI.

Con referencia a las FIGURAS 12 y 13, se expone el modo de excitación individual para el caso en el que el cuerpo calentado colocado sobre la placa superior 3 es la cacerola pequeña P y el controlador 50 controla la circuitería 40a de excitación individualmente para suministrar la corriente de alta frecuencia únicamente a los subserpentines 101, 102. Si embargo, aunque, dependiendo de una receta de cocina, cuando el usuario desea calentar principalmente la porción inferior periférica de la cacerola P, el controlador 50 puede controlar la circuitería 40b de excitación individualmente en lugar de la circuitería 40a de excitación. En este caso, el controlador puede controlar la segunda rama 402 para que se mantenga en la condición inhabilitada, y controlar las ramas primera y tercera 401,403 para suministrar la corriente de alta frecuencia para calentar exclusivamente la porción inferior periférica de la cacerola P. Así, el modo de excitación individual de la presente invención incluye el método de control para controlar el excitador 40 para alimentar exclusivamente el serpentín central, así como alimentar exclusivamente el serpentín periférico.

Debería hacerse notar que el cuerpo calentado, concretamente la cacerola P, puede ser cualquier tipo de cacerola, tal como una olla y una sartén, siempre y cuando esté hecha de un material que pueda ser calentado inductivamente, logrando con ello ventajas similares.

Realización 2

En la presente memoria se describirá, con referencia a las FIGURAS 7, 10, y 16 a 17, la segunda realización de la

cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. La cocina 1 de calentamiento por inducción de la segunda realización es similar a la de la primera realización, salvo en que los serpentines central y periférico están enrollados en una dirección diferente el uno del otro, aunque en la primera realización tienen la misma dirección. Por lo tanto, se abreviará la descripción en detalle duplicada para las características comunes de la cocina 1 de calentamiento por inducción.

Las FIGURAS 16A a 16C son vistas en planta desde arriba similares a la FIG. 2A, que ilustran la estructura ejemplar de los serpentines 100 de calentamiento de la segunda realización, que también incluye varios subserpentines formados enrollando un conductor lineal tal como un tal como como un hilo de Litz, cada uno de los cuales está dispuesto de manera concéntrica.

Cada uno de los subserpentines 101 a 104 se forma sistemáticamente enrollando el conductor lineal desde el extremo radialmente interno hacia el extremo radialmente externo; el serpentín central (subserpentines 101, 102) está formado enrollando el conductor lineal en la dirección de las agujas del reloj, mientras que el serpentín periférico (subserpentines 103, 104) está formado enrollándolo en la dirección contraria a la de las agujas del reloj, según se ilustra por medio de las flechas con líneas discontinuas de la Fig.16A. Así, los conductores lineales que forman el serpentín central y el serpentín periférico de la segunda realización están enrollados en direcciones distintas entre sí. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

En lo que sigue, con referencia nuevamente a la FIG. 7, se describirán las direcciones de las corrientes que discurren a través del serpentín 100 de calentamiento formado como se muestra en la FIG. 16A para calentar el cuerpo calentado, tal como una cacerola P. En primer lugar, se presentará aquí el modo de excitación en paralelo mencionado anteriormente.

Cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 7, la corriente de alta frecuencia la discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80a de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 101, 102 hasta la segunda rama 402 en una fase particular dentro de un ciclo T, que está indicada por las flechas de la1 a la2 de la FIG. 16B. En la misma fase particular, la corriente de alta frecuencia lb discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 103, 104 hasta la tercera rama 403, que está indicada por las flechas de lb1 a lb2 de la FIG. 16B. Debería hacerse notar que en otra fase dentro de un ciclo T, las corrientes de alta frecuencia la, lb discurren a través de los subserpentines 101 a 104 en direcciones alternas.

La FIG. 16B indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento por medio de las flechas la1, la2, lb1, lb2, respectivamente. Dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están conectados en serie, las cantidades de corriente de alta frecuencia que los atraviesa son iguales a la e lb, respectivamente ($la1 = la2 = la$, $lb1 = lb2 = lb$).

Según se ha descrito anteriormente, dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están enrollado en las direcciones en el sentido de las agujas del reloj y contraria al sentido de las agujas del reloj, respectivamente, en una fase particular, las corrientes de alta frecuencia la1, la2 discurren a través de los subserpentines 101, 102 en la dirección de las agujas del reloj, mientras que las corrientes de alta frecuencia lb1, lb2 discurren a través de los subserpentines 103, 104 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj.

En el modo de excitación en paralelo del serpentín 100 de calentamiento según la segunda realización, las corrientes de alta frecuencia discurren a través del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del serpentín periférico (subserpentines 103, 104) en direcciones mutuamente opuestas, para que el campo magnético en la región adyacente a los subserpentines 102, 103 se cancelen o se debiliten mutuamente, para que la cacerola P sea calentada de manera homogénea. Por lo tanto, el serpentín 100 de calentamiento según la segunda realización puede ser usado en el modo de excitación en paralelo para calentar la cacerola P de manera homogénea o uniforme, mejorando con ello el rendimiento de cocción.

A continuación, en lo que sigue, con referencia de nuevo a la FIG. 10, se describirán las direcciones de las corrientes que discurren a través del serpentín 100 de calentamiento formado según se muestra en la FIG. 16A para calentar el cuerpo calentado, tal como una cacerola P, en el modo de excitación en serie.

En el modo de excitación en serie, cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 10, en una fase particular dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia lc discurre desde la segunda rama 402 a través del extremo externo del subserpentín 102, del extremo interno del subserpentín 102, del extremo externo del subserpentín 101, y del extremo interno del subserpentín 101, hasta el condensador 80a de resonancia. Dado que la primera rama 401 se encuentra en la condición no conductora en el modo de excitación en serie, la corriente de alta frecuencia lc discurre, además, desde el nodo central de la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia, del extremo interno del subserpentín 103, del extremo externo del subserpentín 103, del extremo interno del subserpentín 104, y del extremo externo del subserpentín 104, hasta la tercera rama 403. La dirección de la corriente de alta frecuencia lc suministrada a los subserpentines 101 a 104 es conmutada de manera alterna.

La FIG. 17 es una vista en planta desde arriba del serpentín 100 de calentamiento que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 cuando se calienta la cacerola P en el modo de excitación en serie. La FIG. 17 indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento por medio de las flechas la1, la2, lb1, lb2, respectivamente. Dado que los subserpentines 101 a 104 están conectados en serie, la cantidad de corriente de alta frecuencia que los atraviesa es igual a I_c ($I_{a1} = I_{a2} = I_{b1} = I_{b2} = I_c$).

Según se ha descrito anteriormente, los subserpentines 101, 102 están enrollados en el sentido de las agujas del reloj, mientras que los subserpentines 103, 104 están enrollados en el sentido contrario al de las agujas del reloj y, por lo tanto, según se muestra en la FIG. 17, la corriente de alta frecuencia la1, la2 (es decir, I_c) discurre a través de los subserpentines 101, 102 en sentido contrario al de las agujas del reloj a lo largo de la dirección de enrollamiento del conductor en una fase particular, y la corriente de alta frecuencia lb1, lb2 (es decir, I_c) discurre a través de los subserpentines 103, 104 en el sentido de las agujas del reloj. Así, en la FIG. 17, la corriente de alta frecuencia I_c discurre secuencialmente a través de la2, la1, lb1 e lb2.

Según se ilustra en la FIG. 17, en el modo de excitación en serie según la segunda realización, al discurrir la corriente de alta frecuencia a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento en la misma dirección, el campo magnético generado por cada uno de los subserpentines se refuerza en las regiones en las que los subserpentines 101 a 104 están cercanos entre sí, mejorando con ello la eficiencia de calentamiento de la cacerola P, reduciendo la pérdida de circuito del excitador 40, y reduciendo el tamaño del mecanismo de enfriamiento (tal como un ventilador de enfriamiento y un disipador de calor) para enfriar el excitador 40.

Por lo tanto, el serpentín 100 de calentamiento según la segunda realización puede ser usado en el modo de excitación en serie para calentar la cacerola P de material complejo que contiene material magnético y no magnético con el campo magnético reforzado, mejorando por ello el rendimiento de cocción. Debería hacerse notar que, cuando la cacerola P está hecha de un único material metálico, si es deseable un campo magnético reforzado para calentar la cacerola P, el controlador 50 puede controlar el excitador 40 en el modo de excitación en serie.

Además, el controlador 50 puede lograr fácilmente la configuración de circuito correspondiente al modo de excitación deseada controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable. Según la segunda realización, el cuerpo calentado —concretamente la cacerola P— puede ser cualquier tipo de cacerola, tal como una olla y una sartén, siempre y cuando esté hecha de un material que pueda ser calentado inductivamente, logrando con ello ventajas similares.

Además, en la segunda realización, cuando el cuerpo calentado colocado sobre la placa superior 3 es una cacerola pequeña P, esta puede ser calentada en el modo individual por medio del serpentín 100 de calentamiento estructurado según se ilustra en la FIG. 16A, realizando con ello las mismas operaciones con ventajas similares a las de la primera realización, que no serán descritas adicionalmente aquí en detalle.

Realización 3

Con referencia a las FIGURAS 16 a 18, aquí se describirá la tercera realización de la cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. La FIG. 18 es un diagrama de circuito del excitador 40 según la tercera realización, similar al circuito eléctrico de la FIG. 10. Así, el excitador 40 de la FIG. 18 es similar al de la FIG. 10, salvo en que la disposición de los subserpentines 103, 104 y las posiciones de los extremos interno y externo con respecto a los nodos centrales cambian con respecto a los de la FIG. 10. Por lo tanto, se abreviará la descripción en detalle duplicada para las características comunes de la cocina de calentamiento por inducción.

En lo que sigue se describirá la operación del serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 16C conectado a las circuiterías de excitación de la FIG. 18 para calentar la cacerola P en el modo de excitación en paralelo. Las formas o maneras de formar los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento enrollando los hilos conductores, para conectar los subserpentines con las circuiterías de la FIG. 18, y regular la cantidad de la corriente de alta frecuencia son iguales que las descritas anteriormente para el modo de excitación en paralelo y, por lo tanto, no serán descritas adicionalmente.

Cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 18, la corriente de alta frecuencia la (no mostrada) discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80a de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 101, 102 hasta la segunda rama 402 en una fase particular dentro de un ciclo T similar a la corriente de alta frecuencia la según se describe con la FIG. 7, que está indicada por las flechas de la1 a la2 de la FIG. 16B. En la misma fase particular, la corriente de alta frecuencia lb discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia y de los extremos externos de los subserpentines 103, 104 hasta la tercera rama 403, que está indicada por las flechas de lb1 a lb2 de la FIG. 16B. Debería hacerse notar que en otra fase dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia la, lb discurre a través de los subserpentines 101 a 104 en direcciones alternas.

La FIG. 16B indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento por medio de las flechas la1, la2, lb1, lb2, respectivamente. Dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están conectados en serie, las

cantidades de la corriente de alta frecuencia que los atraviesa son iguales a $I_{a1} = I_{a2} = I_a$, $I_{b1} = I_{b2} = I_b$, respectivamente.

Dado que los subserpentines 101 a 104 están enrollados en la dirección de las agujas del reloj, según se ilustra en la FIG. 16C, en una fase particular dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia I_{a1} , I_{a2} discurre a través de los subserpentines 101, 102 en la dirección de las agujas del reloj, mientras que la corriente de alta frecuencia I_{b1} , I_{b2} discurre a través de los subserpentines 103, 104 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj, según se ilustra en la FIG. 16B.

En el modo de excitación en paralelo del serpentín 100 de calentamiento según la tercera realización, las corrientes de alta frecuencia discurren a través del serpentín central (subserpentines 101, 102) y el serpentín periférico (subserpentines 103, 104) en direcciones opuestas entre sí, para que los campos magnéticos en la región adyacente a los de los subserpentines 102, 103 se cancelen o debiliten mutuamente para que la cacerola P sea calentada de manera uniforme. Por lo tanto, el serpentín 100 de calentamiento según la tercera realización puede ser usado en el modo de excitación en paralelo para calentar la cacerola P de manera homogénea o uniforme, mejorando con ello el rendimiento de cocción.

Además, el controlador 50 puede lograr fácilmente la configuración del circuito controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable en la FIG. 18.

A continuación, en lo que sigue se describirá la operación del serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 16C conectado a las circuiterías de excitación de la FIG. 18 para el calentamiento de la cacerola P en el modo de excitación en serie. Cada uno de los subserpentines 101 a 104 de la FIG. 16C se forma enrollando el hilo conductor del extremo interno al extremo externo; por ejemplo, en la dirección de las agujas del reloj (de forma similar a los de la FIG. 2). Debería hacerse notar que las direcciones de enrollamiento pueden ser en sentido contrario a las agujas del reloj, siempre y cuando cada uno de los subserpentines esté enrollado en la misma dirección. La FIG. 18 es un diagrama de circuito del excitador 40 para calentar la cacerola P en el modo de excitación en serie según la tercera realización. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

En el modo de excitación en serie, cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 18, en una fase particular dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde la segunda rama 402 a través del extremo externo del subserpentín 102, del extremo interno del subserpentín 102, del extremo externo del subserpentín 101, y del extremo interno del subserpentín 101, hasta el condensador 80a de resonancia. Dado que la primera rama 401 se encuentra en la condición no conductora en el modo de excitación en serie debido a que las señales de control S1, S2 producidas en el controlador 50 (no mostrado) se mantienen a bajo nivel, la corriente de alta frecuencia I_c discurre, además, desde el nodo central de la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia, del extremo externo del subserpentín 104, del extremo interno del subserpentín 104, del extremo externo del subserpentín 103, y del extremo interno del subserpentín 103 hasta la tercera rama 403. Sin embargo, no hace falta mencionar que, en la fase inversa, la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde el elemento conmutador semiconductor 403a de mayor tensión de la tercera rama a través del elemento conmutador semiconductor 402b de menor tensión de la segunda rama 402.

La cantidad de corriente de alta frecuencia I_c se determina por la diferencia de fase θ_3 (> 0) entre las señales de control S3, S5 (o entre las señales de control S4, S6), según se ilustra en la FIG. 9. La mayor diferencia de fase θ_3 hace que una mayor cantidad de corriente de alta frecuencia atraviese los subserpentines 101 a 104. Aunque no es mostrado aquí, el controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_3 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o la consola frontal 6.

La FIG. 17 es una vista en planta desde arriba del serpentín 100 de calentamiento de la segunda realización que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia cuando se calienta la cacerola P en el modo de excitación en serie según la tercera realización (FIG. 18). La corriente de alta frecuencia I_{a2} (es decir, I_c) discurre desde el extremo externo del subserpentín 102 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj a través del extremo interno del subserpentín 101, y, subsiguientemente, la corriente de alta frecuencia I_{b2} (es decir, I_c) discurre desde el extremo externo del subserpentín 104 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj a lo largo del hilo enrollado, y la corriente de alta frecuencia I_{b1} (es decir, I_c) discurre a través del subserpentín 103. Así, en la FIG. 17, la corriente de alta frecuencia I_c discurre secuencialmente a través de I_{a2} , I_{a1} , I_{b2} e I_{b1} . Por lo tanto, cuando se usa el serpentín 100 de calentamiento según la tercera realización para calentar la cacerola P en el modo de excitación en serie, la corriente de alta frecuencia discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 en la misma dirección.

Según se ilustra en la FIG. 17, en el modo de excitación en serie según la tercera realización, dado que la corriente de alta frecuencia discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento en la misma dirección, el campo magnético generado por cada uno de los subserpentines se refuerza en las regiones en las que los subserpentines están cercanos entre sí, mejorando con ello la eficiencia de calentamiento de la cacerola P, reduciendo la pérdida de circuito del excitador 40, y reduciendo el tamaño del mecanismo de enfriamiento (tal como un ventilador de enfriamiento y un disipador de calor) para enfriar el excitador 40. Por lo tanto, puede usarse el serpentín 100 de calentamiento según la tercera realización en el modo de excitación en serie para calentar la cacerola P de material complejo que contiene material magnético y no magnético con el campo magnético reforzado, mejorando

con ello el rendimiento de cocción. Debería hacerse notar que, cuando la cacerola P está hecha de un único material metálico, si es deseable un campo magnético reforzado para calentar la cacerola P, el controlador 50 puede controlar el excitador 40 en el modo de excitación en serie.

Además, el controlador 50 puede lograr fácilmente la configuración de circuito controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable. Además, en la tercera realización, la cacerola pequeña P colocada sobre la placa superior puede calentarse de manera similar a la primera realización, llevando a cabo con ello las mismas operaciones con ventajas similares a las de la primera realización, que no serán descritas aquí en detalle. Debería hacerse notar que el cuerpo calentado —es decir, la cacerola P— puede ser cualquier tipo de cacerola, tal como una olla y una sartén, siempre y cuando esté hecha de un material que pueda ser calentado inductivamente, logrando con ello ventajas similares.

Realización 4

Con referencia a las FIGURAS 8, 11, 16 a 18, aquí se describirá la cuarta realización de la cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. La cocina de calentamiento por inducción de la cuarta realización incluye los serpentines central y periférico formados enrollando los hilos conductores en direcciones diferentes entre sí, mientras que la dirección de enrollamiento de los mismos es la misma dirección según la tercera realización. Así, la cocina 1 de calentamiento por inducción de la cuarta realización es similar a la de la tercera realización, salvo en que los serpentines central y periférico están formados enrollando los hilos conductores en direcciones diferentes. Por lo tanto, se abreviará la descripción en detalle duplicada de las características comunes de la cocina 1 de calentamiento por inducción.

La FIG. 18 es un diagrama de circuito del excitador 40 según la tercera realización similar al circuito eléctrico de la FIG. 10. El excitador 40 de la FIG. 18 es similar al de la FIG. 10, salvo en que la disposición de los subserpentines 103, 104 y las posiciones de los extremos interno y externo con respecto a los nodos centrales cambian con respecto a los de la FIG. 10. Por lo tanto, se abreviará aquí la descripción en detalle duplicada para las características comunes de la cocina de calentamiento por inducción, y se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

En lo que sigue se describirá la operación del serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 16C conectado a las circuiterías de excitación de la FIG. 18 para calentar la cacerola P en el modo de excitación en paralelo. Las formas o maneras de formar los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento enrollando los hilos conductores, para formar las circuiterías de la FIG. 18, y para regular la cantidad de la corriente de alta frecuencia son iguales que las descritas anteriormente para el modo de excitación en paralelo y, por lo tanto, no serán descritas aquí adicionalmente.

Cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 18, la corriente de alta frecuencia I_a (no mostrada) discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80a de resonancia y de los extremos internos de los subserpentines 101, 102 hasta la segunda rama 402 en una fase particular dentro de un ciclo T similar a la corriente de alta frecuencia I_a según se describe con la FIG. 7, que está indicada por las flechas de I_{a1} a I_{a2} de la FIG. 8. En la misma fase particular, la corriente de alta frecuencia I_b discurre desde la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia y de los extremos externos de los subserpentines 103, 104 hasta la tercera rama 403, que está indicada por las flechas de I_{b1} a I_{b2} de la FIG. 8. Debería hacerse notar que en otra fase dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia I_a , I_b discurre a través de los subserpentines 101 a 104 en direcciones alternas.

La FIG. 8 indica las direcciones de la corriente de alta frecuencia que discurre a través de cada uno de los subserpentines 101 a 104 del serpentín 100 de calentamiento por medio de las flechas I_{a1} , I_{a2} , I_{b1} , I_{b2} , respectivamente. Dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están conectados en serie, las cantidades de corriente de alta frecuencia que los atraviesa son iguales a I_a e I_b ($I_{a1} = I_{a2} = I_a$, $I_{b1} = I_{b2} = I_b$), respectivamente.

Dado que los subserpentines 101, 102 y los subserpentines 103, 104 están enrollados en las direcciones de las agujas del reloj y contraria a las agujas del reloj, respectivamente, según se ilustra en la FIG. 16A. Por lo tanto, en una fase particular dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia I_{a1} , I_{a2} y la corriente de alta frecuencia I_{b1} , I_{b2} discurren a través de los subserpentines 103, 104 y de los subserpentines 103, 104 en la misma dirección en el sentido de las agujas del reloj, según se ilustra en la FIG. 8.

Así, según la cuarta realización, dado que las corrientes de alta frecuencia discurren a través del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del serpentín periférico (subserpentines 103, 104) en la misma dirección en el modo en paralelo, el campo magnético generado por cada uno de los subserpentines se refuerza en las regiones en las que los subserpentines 101 a 104 están cercanos entre sí, mejorando con ello la eficiencia de calentamiento de la cacerola P, reduciendo la pérdida de circuito del excitador 40, y reduciendo el tamaño del mecanismo de enfriamiento (tal como un ventilador de enfriamiento y un disipador de calor) para enfriar el excitador 40. Por lo tanto, se puede usar el serpentín 100 de calentamiento según la cuarta realización para calentar la cacerola P de material complejo que contiene material magnético y no magnético con el campo magnético reforzado, mejorando con ello el rendimiento de cocción.

Además, el controlador 50 puede lograr fácilmente la configuración del circuito controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable en la FIG. 18.

En lo que sigue se describirá la operación del serpentín 100 de calentamiento de la FIG. 16C conectado a las circuiterías de excitación de la FIG. 18 para calentar la cacerola P en el modo de excitación en paralelo. Según se ilustra por medio de las flechas con líneas discontinuas de la Fig. 16A, el serpentín central (subserpentines 101, 102) se forma enrollando el conductor lineal del extremo interno al extremo externo, por ejemplo, en la dirección de las agujas del reloj, mientras que el serpentín periférico (subserpentines 103, 104) se forma enrollándolo en la dirección contraria a la de las agujas del reloj.

La FIG. 18 es un diagrama de circuito del excitador 40 para calentar la cacerola P en el modo de excitación en serie según la cuarta realización. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

En el modo de excitación en serie, cuando se centra la atención en los extremos internos de los subserpentines 101 a 104 mostrados en la FIG. 18, en una fase particular dentro de un ciclo T, la corriente de alta frecuencia I_c discurre desde la primera rama 402 a través del extremo externo del subserpentín 102, del extremo interno del subserpentín 102, del extremo externo del subserpentín 101 y del extremo interno del subserpentín 101 hasta el condensador 80a de resonancia.

Según se ha expuesto anteriormente, cuando la primera rama 401 se encuentra en la condición no conductora en el modo de excitación en serie debido a que las señales de control S1, S2 producidas en el controlador 50 (no mostrado) se mantienen a bajo nivel, la corriente de alta frecuencia I_c discurre, además, desde el nodo central de la primera rama 401 a través del condensador 80b de resonancia, del extremo externo del subserpentín 104, del extremo interno del subserpentín 104, del extremo externo del subserpentín 103 y del extremo interno del subserpentín 103 hasta la tercera rama 403. Sin embargo, no hace falta mencionar que, en la fase inversa, la corriente de alta frecuencia discurre a través de los subserpentines 101 a 104 en la dirección alterna.

La cantidad de corriente de alta frecuencia I_c se determina por la diferencia de fase θ_3 (> 0) entre las señales de control S3, S5 (o entre las señales de control S4, S6), según se ilustra en la FIG. 9. La mayor diferencia de fase θ_3 hace que una cantidad mayor de corriente de alta frecuencia atraviese los subserpentines 101 a 104. Aunque no se muestra aquí, el controlador 50 está adaptado para controlar la diferencia de fase θ_3 para lograr la potencia de calentamiento seleccionada por el usuario a través de la consola superior 5 o de la consola frontal 6.

La FIG. 11 es una vista en planta desde arriba del serpentín 100 de calentamiento de la segunda realización que muestra las direcciones de la corriente de alta frecuencia cuando se calienta la cacerola P en el modo de excitación en serie según la cuarta realización. La corriente de alta frecuencia I_{a2} (es decir, I_c) discurre desde el extremo externo del subserpentín 102 en la dirección contraria a la de las agujas del reloj a través del extremo interno del subserpentín 101 y, subsiguientemente, la corriente de alta frecuencia I_{b2} (es decir, I_c) discurre desde el extremo externo del subserpentín 104 en la dirección de las agujas del reloj a lo largo del hilo enrollado, y la corriente de alta frecuencia I_{b1} (es decir, I_c) discurre a través del subserpentín 103. Así, en la FIG. 11, la corriente de alta frecuencia I_c discurre secuencialmente a través de I_{a2} , I_{a1} , I_{b2} , e I_{b1} .

Por lo tanto, cuando se usa el serpentín 100 de calentamiento según la cuarta realización para calentar la cacerola P en el modo de excitación en serie, la corriente de alta frecuencia I_c discurre secuencialmente a través de los subserpentines 101 a 104, y las direcciones de la misma a través del serpentín central (subserpentines 101, 102) y del serpentín periférico (los subserpentines 103, 104) son opuestas, y así los campos magnéticos en la región adyacente a los subserpentines 102, 103 se cancelan o se debilitan mutuamente para que la cacerola P sea calentada de manera homogénea. Por lo tanto, el serpentín 100 de calentamiento según la cuarta realización puede ser usado en el modo de excitación en serie para calentar la cacerola P de manera homogénea o uniforme, mejorando con ello el rendimiento de cocción.

Además, el controlador 50 puede lograr fácilmente la configuración del circuito en el modo en serie controlando la combinación de las señales de control S1-S6 sin el uso de un circuito conmutador poco deseable. Además, en la cuarta realización, la cacerola pequeña P colocada sobre la placa superior puede ser calentada de manera similar a la primera realización, llevando a cabo las mismas operaciones con ventajas similares a las del modo individual de la primera realización, que no serán descritas aquí en detalle.

Debería hacerse notar que, en la cuarta realización, el cuerpo calentado —es decir, la cacerola P— puede ser cualquier tipo de cacerola, tal como una olla y una sartén, siempre y cuando esté hecha de un material que pueda ser calentado inductivamente, logrando con ello ventajas similares.

Realización 5

En lo que sigue se describirá, con referencia a las FIGURAS 19, 20, la quinta realización de la cocina de calentamiento por inducción según la presente invención. En lo que sigue, en la quinta realización, se describirá el método de control de la cocina 1 de calentamiento por inducción anteriormente descrita según la presente invención, para seleccionar (o conmutar) uno cualquiera del modo de excitación en paralelo, el modo de excitación en serie y el modo de excitación

individual. Así, dado que la cocina 1 de calentamiento por inducción de la quinta realización es similar a las de las realizaciones primera a cuarta, se abreviará la descripción en detalle duplicada para las características comunes de la cocina de calentamiento por inducción. Se usan números de referencia similares para indicar componentes que tienen funciones similares.

5 La FIG. 19 es un diagrama de flujo que muestra un método de control de la cocina 1 de calentamiento por inducción según la presente invención. La FIG. 20A es una vista desde abajo de la cacerola hecha de un material compuesto que contiene material magnético y material no magnético, y la FIG. 20B es una vista en sección transversal de la unidad 10 de calentamiento por inducción CI tomada a lo largo de la línea B-B' de la FIG. 20A, mostrando el diagrama de circuito que comprende el excitador 40, el controlador 50, y el serpentín 100 de calentamiento (subserpientes 101 a 104).

10 La cacerola P de la FIG. 20A incluye una porción central P1 de material magnético, una porción periférica P2 de material no magnético, y la porción restante de pared lateral P3. La porción restante de pared lateral P3 puede estar hecha de material no magnético para reducir el peso total de la cacerola P. La cacerola P puede estar diseñada para que la porción central P1 y la porción periférica P2 sustancialmente opuesta al serpentín central (subserpientes 101, 102) y el serpentín periférico (subserpientes 103, 104), respectivamente. Aunque la porción central P1 y la porción periférica P2 están ilustradas como un miembro discoidal y un miembro anular dispuestos concéntricamente, la cacerola P puede estar formada de material magnético y no magnético dispuesto en un patrón especial, que se denomina aquí "cacerola especial".

En lo que sigue se describirá, con referencia al diagrama de flujo de la FIG. 19, la operación del controlador 50 y del excitador 40. Cada una de las etapas de decisión de la FIG. 19 se efectúan, preferentemente, durante el proceso secuencial de detección de las características de carga antes de suministrar la corriente de alta frecuencia a cada uno de los subserpientes 101 a 104. Debería hacerse notar que un controlador 50 lleva a cabo una etapa para determinar si el cuerpo calentado en la placa superior 3 puede ser calentado inductivamente, y que cada etapa que sigue a la etapa ST01 se lleva a cabo dando por sentado que el cuerpo calentado puede ser calentado inductivamente.

20 En primer lugar, el controlador 50 determina en la etapa ST02 si la cacerola P está colocada sobre el serpentín central comparando las características eléctricas de los subserpientes 101, 102 (serpentín central) detectadas por el primer medio 60a de detección en la etapa ST01 con umbrales predeterminados. Si el controlador 50 determina que no hay ninguna cacerola P colocada sobre el serpentín central (caso negativo), entonces genera las señales de control S1-S6 para excitar todos los conmutadores semiconductores de las ramas primera, segunda y tercera del excitador 40 en la condición DESACTIVADA para interrumpir el excitador 40 en la etapa ST15.

25 Si el controlador 50 determina la presencia de una cacerola P colocada sobre el serpentín central (caso afirmativo en la etapa ST02), determina a continuación, en la etapa ST04, si la cacerola P está colocada sobre el serpentín periférico comparando las características eléctricas de los subserpientes 103, 104 (serpentín periférico) detectadas por el segundo medio 60b de detección en la etapa ST03 con umbrales predeterminados. Si el controlador 50 determina que no hay ninguna cacerola P colocada sobre el serpentín periférico (caso negativo) o que sobre el serpentín central hay colocada una cacerola pequeña P, entonces genera las señales de control S5, S6 para conmutar los conmutadores semiconductores 403a, 403b de la tercera rama del excitador 40 a la condición DESACTIVADA para interrumpir la segunda circuitería 40b de excitación para el serpentín periférico en la etapa ST12, y para excitar la primera circuitería 40a de excitación únicamente para serpentín central (cacerola pequeña P) en el modo de excitación individual en la etapa ST13.

30 Por otro lado, si el controlador 50 determina que la cacerola P también está colocada sobre el serpentín periférico (caso afirmativo en la etapa ST04), controla entonces el primer medio 60a de detección para que detecte la frecuencia de resonancia del material constitutivo (tal como acero y aluminio) de una porción de la cacerola P opuesta al serpentín central y determina provisionalmente la frecuencia de excitación según la frecuencia de resonancia del serpentín central en la etapa ST05. Además, el controlador 50 controla el segundo medio 60b de detección para que detecte la frecuencia de resonancia del material constitutivo de una porción de la cacerola P opuesta al serpentín periférico, y determina provisionalmente la frecuencia de excitación según la frecuencia de resonancia del serpentín periférico en la etapa ST06.

35 Cuando la cacerola P no es la cacerola especial ilustrada en la FIG. 20A y está hecha de un material metálico homogéneo, las frecuencias de resonancia detectadas por los medios de detección primero y segundo 60a, 60b son sustancialmente iguales y, por lo tanto, el controlador 50 determina que los serpentines central y periférico pueden ser excitados a la misma frecuencia de excitación (caso afirmativo en la etapa ST07). Entonces el controlador 50 ejerce un control para excitar los serpentines central y periférico en el modo de excitación en paralelo por medio de las señales de control S1-S6 a la misma frecuencia de excitación en la etapa ST14.

40 Por otro lado, cuando la cacerola P es la cacerola especial ilustrada en la FIG. 20A —concretamente, cuando la frecuencia de resonancia de la porción central P1 del material magnético detectada por el primer medio 60a de detección es muy diferente de la frecuencia de resonancia de la porción periférica P2 del material no magnético detectada por el segundo medio 60b de detección, y la diferencia de las frecuencias de resonancia entre la porción central P1 del material magnético y la porción periférica P2 del material no magnético supera un umbral predeterminado—, el controlador 50 determina que los serpentines central y periférico no pueden ser excitados a la

misma frecuencia de excitación (caso negativo en la etapa ST07), en este caso, el controlador 50 genera las señales de control S1, S2 para mantener los elementos conmutadores semiconductores 401a, 401b de la primera rama del excitador 40 en la condición DESACTIVADA y controla el excitador 40 con las señales de control S3-S6 en el modo de excitación en serie en la etapa ST08.

5 Cada uno de los subserpentines 101 a 104 está conectado en serie, y el medio 60 de detección detecta las características eléctricas de un serpentín continuo de calentamiento en su conjunto para la cacerola; es decir, las características eléctricas compuestas de la porción central P1, de la porción periférica P2, y la porción de pared lateral P3 en la etapa ST09. Además, el medio 60 de detección detecta una frecuencia de resonancia compuesta para la combinación de la cacerola P y el conjunto del serpentín de calentamiento según las características eléctricas compuestas, y el controlador 50 determina la frecuencia de excitación en respuesta a la frecuencia de resonancia compuesta en la etapa ST10 y controla el excitador 40 para que excite los serpentines central y periférico en el modo de excitación en serie con las señales de control S3-S6 de la misma frecuencia de excitación en la etapa ST11.

15 Debería hacerse notar que, aunque anteriormente se ha descrito que el modo apropiado de excitación es seleccionado principalmente por medio de la frecuencia de resonancia, el modo de excitación puede ser seleccionado por medio de las características de carga o información identificativa para distinguir la diferencia de las características de carga para porciones de la cacerola P, que es detectada según las características eléctricas tales como la corriente que atraviesa la fuente 30 de alimentación, la corriente de alta frecuencia que atraviesa el serpentín central y el serpentín periférico y la tensión entre sus extremos, y la tensión entre los extremos de los condensadores 80a, 80b de resonancia.

20 Debería hacerse notar que el cuerpo calentado —concretamente, la cacerola P— puede ser cualquier tipo de cacerola, tal como una olla y una sartén, siempre y cuando esté hecha de un material que pueda ser calentado inductivamente, logrando con ello ventajas similares.

25 Según se ha expuesto anteriormente, según la cocina 1 de calentamiento por inducción de la presente invención, cuando el cuerpo calentado sea tal cacerola especial, de modo que los subserpentines 101 a 104 no puedan ser debidamente calentados a la misma frecuencia de excitación, el controlador 50 controla el excitador 40 con las señales de control S3-S6 de la misma frecuencia de excitación en el modo de excitación en serie, en el que puede lograrse un método de control simple de la cocina 1 de calentamiento por inducción. Además, los subserpentines 101 a 104 puede ser fácilmente conmutado al modo de excitación en serie para suprimir la corriente de alta frecuencia no uniforme que es suministrada a cada uno de los subserpentines 101 a 104 conectados en serie para reducir la desviación del calentamiento para la cacerola P, mejorando con ello el rendimiento de cocción. Además, los serpentines central y periférico pueden ser excitados a la misma frecuencia para reducir el ruido interferente debido a la diferencia de las frecuencias de excitación.

Denotación de los números de referencia

1	cocina de calentamiento por inducción
2	alojamiento
3	placa superior
4	horno de cocción
5	consola superior
6	consola frontal
7	medio de visualización
8	ventana de entrada y salida
9, 10	unidad de calentamiento por inducción CI
11	unidad de calentamiento radiante
30	fuentes de alimentación
31	fuentes de alimentación de corriente alterna
32	puentes de diodos
33	circuitería estabilizadora
40	excitador (circuitería de excitación)
401-403	rama de elementos conmutadores semiconductores

ES 2 712 095 T3

401a-403a, 401b-403b	elementos conmutadores semiconductores
50	Controlador
60	medios de detección
70	circuitería de carga de resonancia
80	condensador de resonancia
100	serpentín calentador
101-104	subserpentín
S1-S6	señal de control
la, lb, lc, ld	corriente de alta frecuencia
P	cuerpo calentado (cacerola)
P1, P2, P3	porción de cacerola especial

REIVINDICACIONES

1. Una cocina (1) de calentamiento por inducción que comprende:
- una placa superior (3) para soportar un cuerpo calentado (P) sobre la misma;
 - un serpentín central (101,102) enrollado en un plano;
 - 5 – un serpentín periférico (103,104) dispuesto alrededor del serpentín central (101,102);
 - un excitador (40) que suministra corriente de alta frecuencia al serpentín central (101,102) y al serpentín periférico (103,104);
 - una fuente de alimentación que aplica tensión continua entre los extremos del excitador (40);
 - medios (60) para detectar características de carga de porciones del cuerpo calentado (P) colocado sobre el serpentín central (101,102) y el serpentín periférico (103,104) a través de la placa superior (3); y caracterizada por
 - un controlador (50) para controlar el excitador (40) según la resistencia de carga de las porciones del cuerpo calentado, en uno cualquiera de los modos de excitación seleccionados entre:
 - 10 a) un modo de excitación en paralelo en el que el excitador es controlado estando tanto el serpentín central y el serpentín periférico conectados en paralelo entre extremos de tensión continua de la fuente de alimentación,
 - 15 b) un modo de excitación en serie en el que el excitador es controlado estando tanto el serpentín central y el serpentín periférico conectados en serie entre extremos de tensión continua de la fuente de alimentación, y
 - 20 c) un modo de excitación individual en el que el excitador es controlado estando uno cualquiera del serpentín central y el serpentín periférico conectado entre extremos de tensión continua de la fuente de alimentación.
2. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 1
- en la que el excitador (40) comprende ramas primera, segunda y tercera (401,402,403), cada una de las cuales incluye un par de elementos conmutadores (401a,401b,402a,402b,403a,403b) conectados en serie entre extremos de tensión continua de la fuente de alimentación, un primer condensador (80a) de resonancia conectado en serie con el serpentín central (101,102) entre puntos centrales de las ramas primera y segunda (401,401) y un segundo condensador (80b) de resonancia conectado en serie con el serpentín periférico (103,104) entre puntos centrales de las ramas primera y tercera (401,403).
3. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 2
- en la que el controlador controla al excitador en el modo de excitación en paralelo para excitar a las ramas primera, segunda y tercera de los elementos conmutadores.
4. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 3
- en la que las ramas primera y segunda, el serpentín central, y el primer condensador de resonancia componen una primera circuitería de excitación de puente completo para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín central, y en la que las ramas primera y tercera, el serpentín periférico, y el segundo condensador de resonancia componen una segunda circuitería de excitación de puente completo para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín periférico.
5. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 2
- en la que el controlador controla la circuitería de excitación en el modo de excitación en serie para excitar las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores sin excitar la primera rama de los elementos conmutadores.
6. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 5
- en la que las ramas primera y tercera, el serpentín central y el serpentín periférico están conectados en serie, y en la que los condensadores de resonancia primero y segundo comprenden una tercera circuitería de excitación de puente completo para suministrar la corriente de alta frecuencia al serpentín central y al serpentín periférico.
7. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 5
- en la que el controlador controla al excitador en el modo de excitación en serie para que la corriente de alta frecuencia circule por el serpentín central y el serpentín periférico sustancialmente en la misma dirección

circunferencial de los mismos.

- 5
8. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 2
 en la que el controlador controla al excitador en el modo de excitación individual para excitar una cualquiera de las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores sin excitar la otra de las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores.
9. La cocina (1) de calentamiento por inducción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8
 en la que el serpentín central y el serpentín periférico están configurados para calentar el cuerpo calentado individual en cooperación mutua.
- 10
10. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 9
 en la que el controlador está configurado para comparar las frecuencias de resonancia de las porciones del cuerpo calentado con umbrales predeterminados para seleccionar uno de los modos de excitación.
- 15
11. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 10
 en la que el controlador determina que la diferencia entre una primera frecuencia de resonancia de la porción del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y una segunda frecuencia de resonancia de la porción del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín periférico es mayor que un umbral diferencial predeterminado, detectando el medio de detección una frecuencia de resonancia compuesta del serpentín central y el serpentín periférico conectados en serie para que el controlador controle al excitador en el modo de excitación en serie.
- 20
12. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 1
 en la que el medio de detección detecta características de carga de varias porciones del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y el serpentín periférico a través de la placa superior, y
 en la que el controlador compara las características de carga de las varias porciones del cuerpo calentado detectadas por los varios medios de detección con umbrales predeterminados, y selecciona el modo de excitación en serie tras determinar que las porciones del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y el serpentín periférico están fabricadas de materiales constitutivos diferentes entre sí.
- 25
13. La cocina (1) de calentamiento por inducción según la reivindicación 1
 en la que el medio de detección detecta frecuencias de resonancia de varias porciones del cuerpo calentado, y en la que el controlador determina que el cuerpo calentado está fabricado de un material complejo tras determinar que la diferencia entre las frecuencias de resonancia detectadas por los medios de detección es mayor que un umbral diferencial predeterminado.
- 30
14. Un método de control de una cocina (1) de calentamiento por inducción, comprendiendo la cocina de calentamiento por inducción ramas primera, segunda y tercera (401,402,403), cada una de las cuales incluye un par de elementos conmutadores, 401a,401b,402a,402b,403a,403b) conectados en serie, un primer condensador (80a) de resonancia conectado en serie entre puntos centrales de los ramas primera y segunda (401,402), y un segundo condensador (80b) de resonancia conectado en serie entre puntos centrales de las ramas primera y tercera (401,403), que comprende:
- 35
- aplicar una tensión continua entre los extremos de las ramas primera, segunda y tercera (401,402,403);
 detectar características de carga de porciones de un cuerpo calentado (P) colocado sobre el serpentín central (101,102) y el serpentín periférico (103,104);
- 40
- a) en un modo de excitación en paralelo, controlar el excitador para excitar a las ramas primera, segunda y tercera de los elementos conmutadores para suministrar corriente de alta frecuencia al serpentín central y al serpentín periférico conectados en paralelo,
- 45
- b) en un modo de excitación en serie, controlar el excitador para excitar a las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores, sin excitar la primera rama de los elementos conmutadores, para suministrar corriente de alta frecuencia al serpentín central y al serpentín periférico conectados en serie,
 o
- c) en un modo de excitación individual, controlar el excitador para excitar la primera rama de los elementos conmutadores y una cualquiera de las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores sin excitar a la otra de las ramas segunda y tercera de los elementos conmutadores para suministrar corriente de alta frecuencia a uno cualquiera del serpentín central y el serpentín periférico.
- 50
15. El método según la reivindicación 14

en el que la etapa de control del excitador para excitar a las ramas primera, segunda y tercera de los elementos conmutadores incluye:

comparar las características de carga de varias porciones del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y el serpentín periférico con umbrales predeterminados, y

5

seleccionar el modo de excitación en serie tras determinar que las porciones del cuerpo calentado colocado sobre el serpentín central y el serpentín periférico están fabricadas de materiales constitutivos diferentes entre sí.

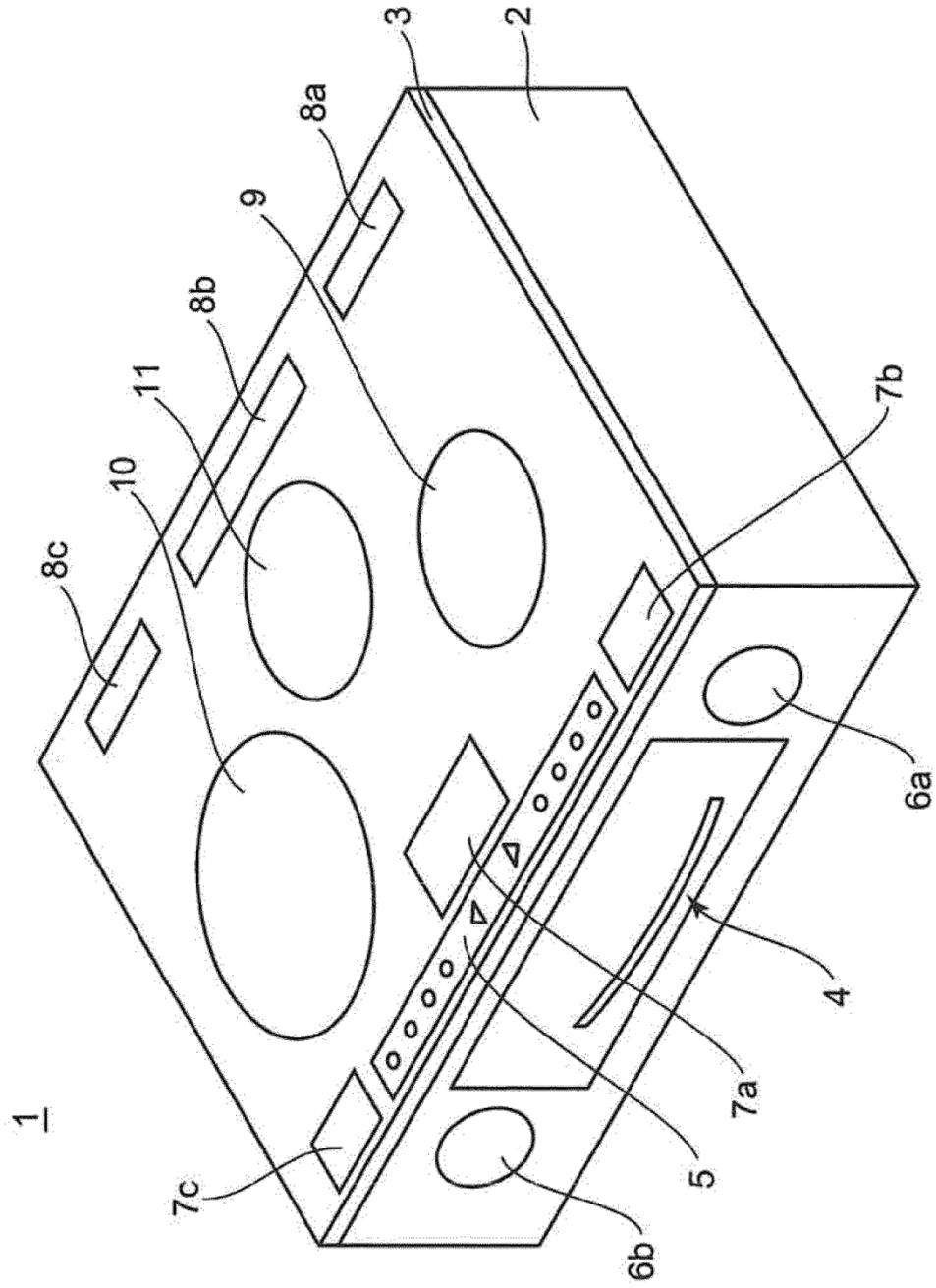


Fig.1

Fig.2A

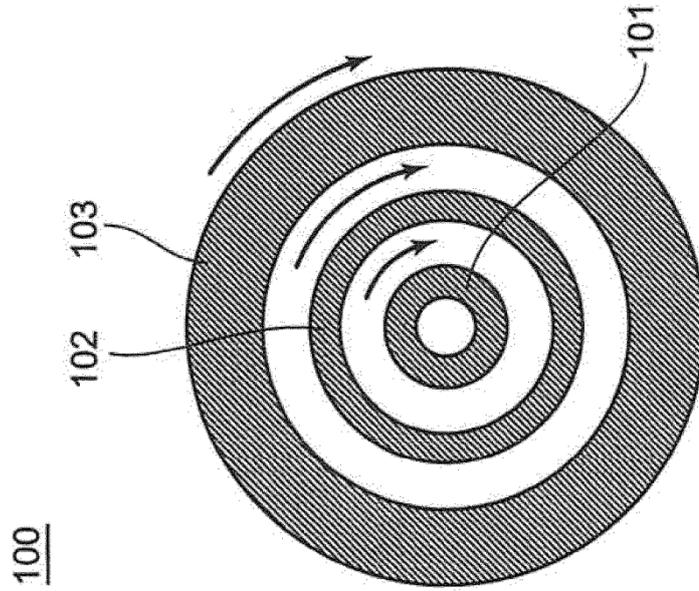


Fig.2B

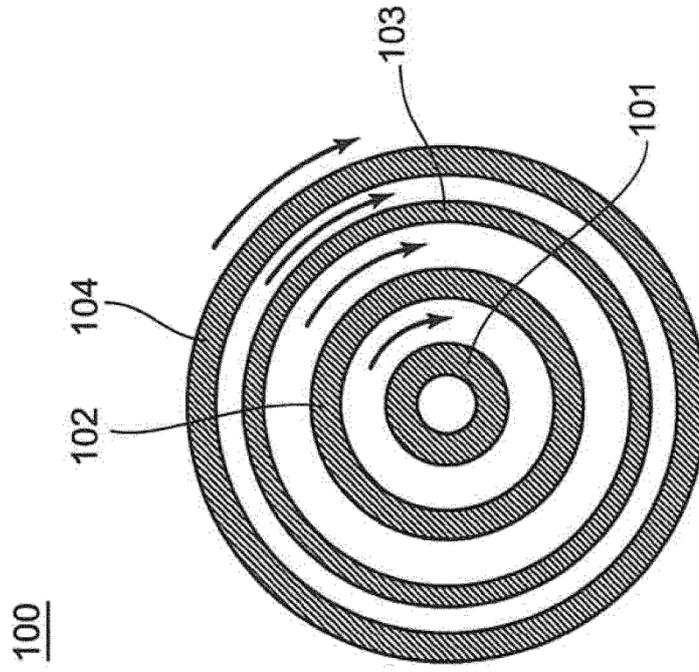


Fig.3

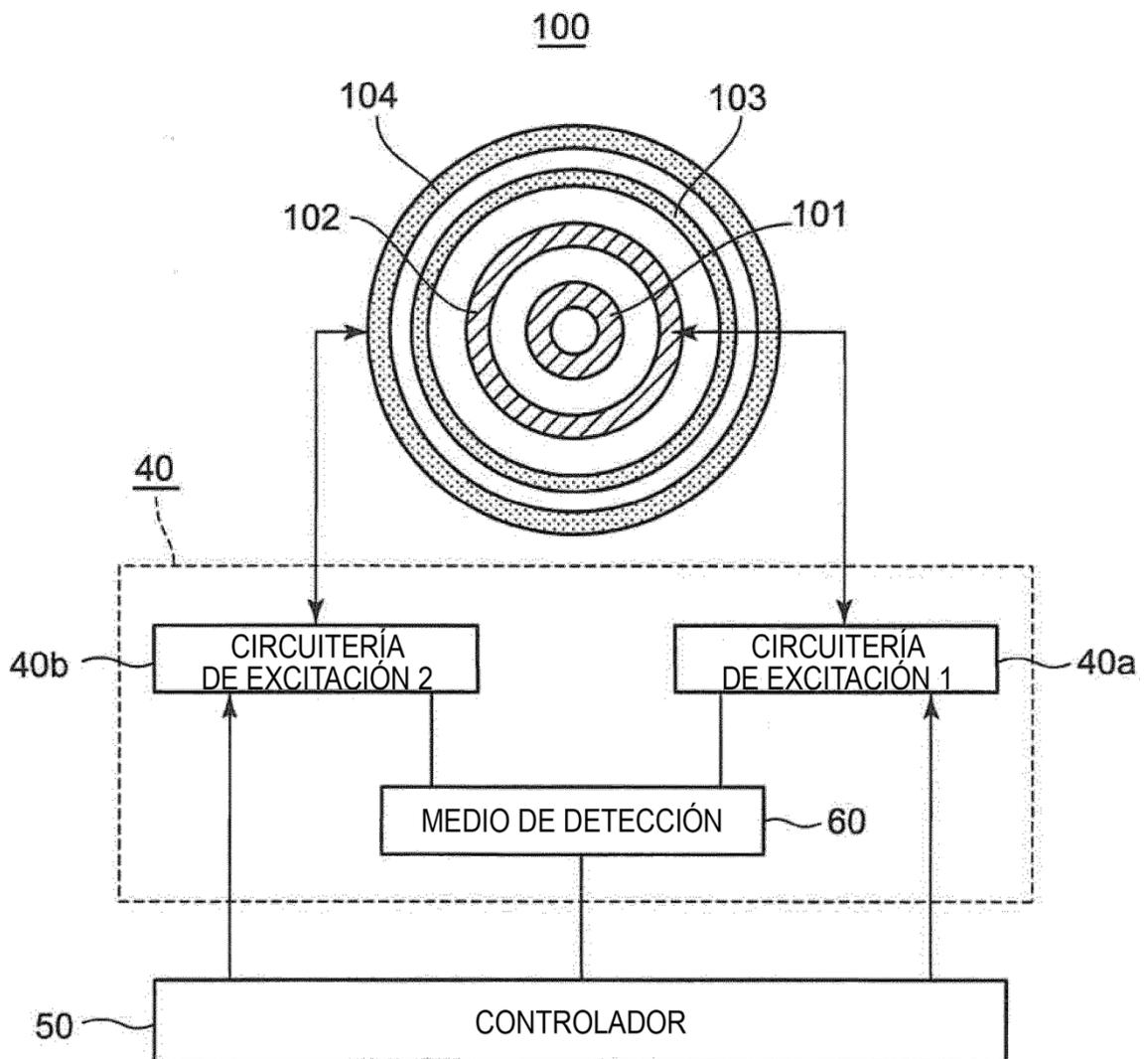


Fig.4B

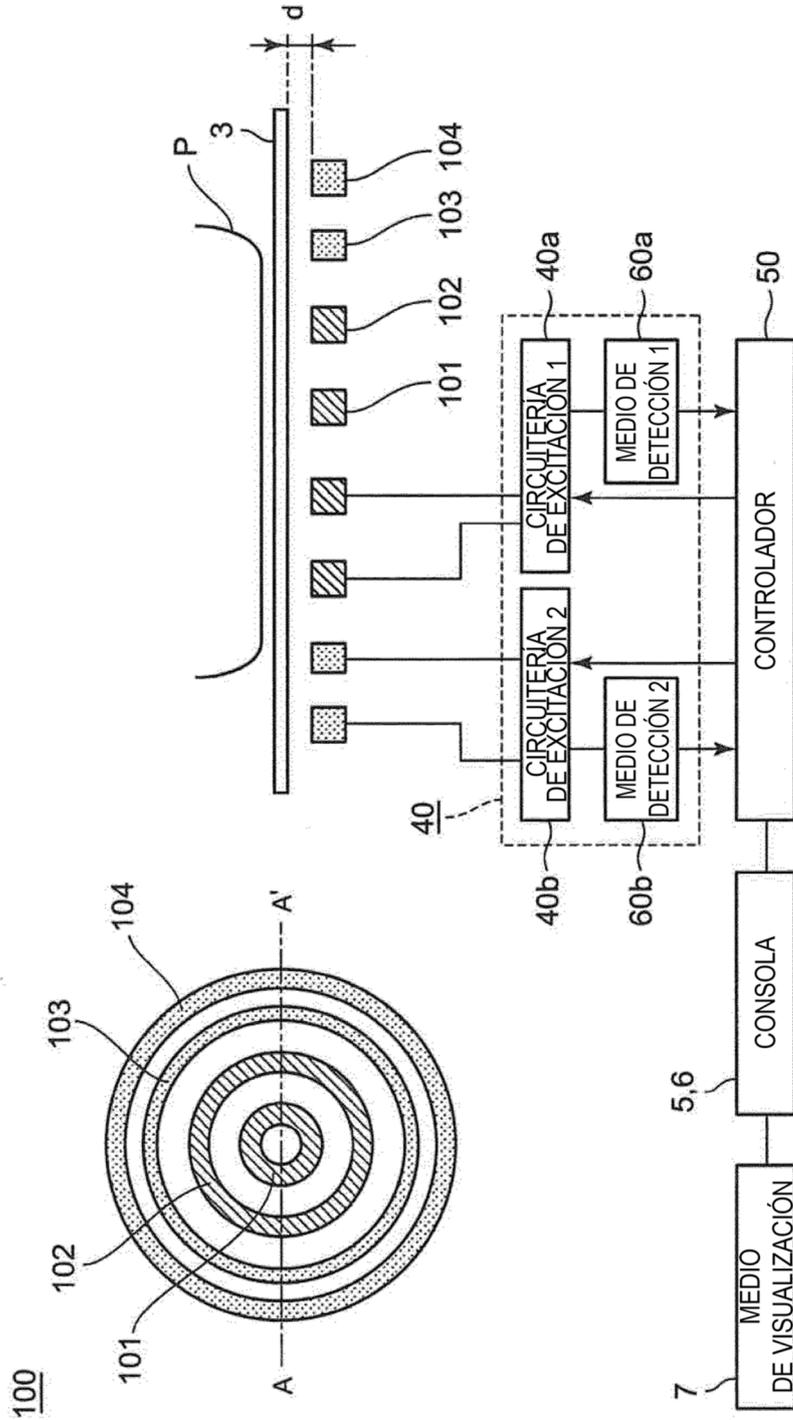


Fig.4A

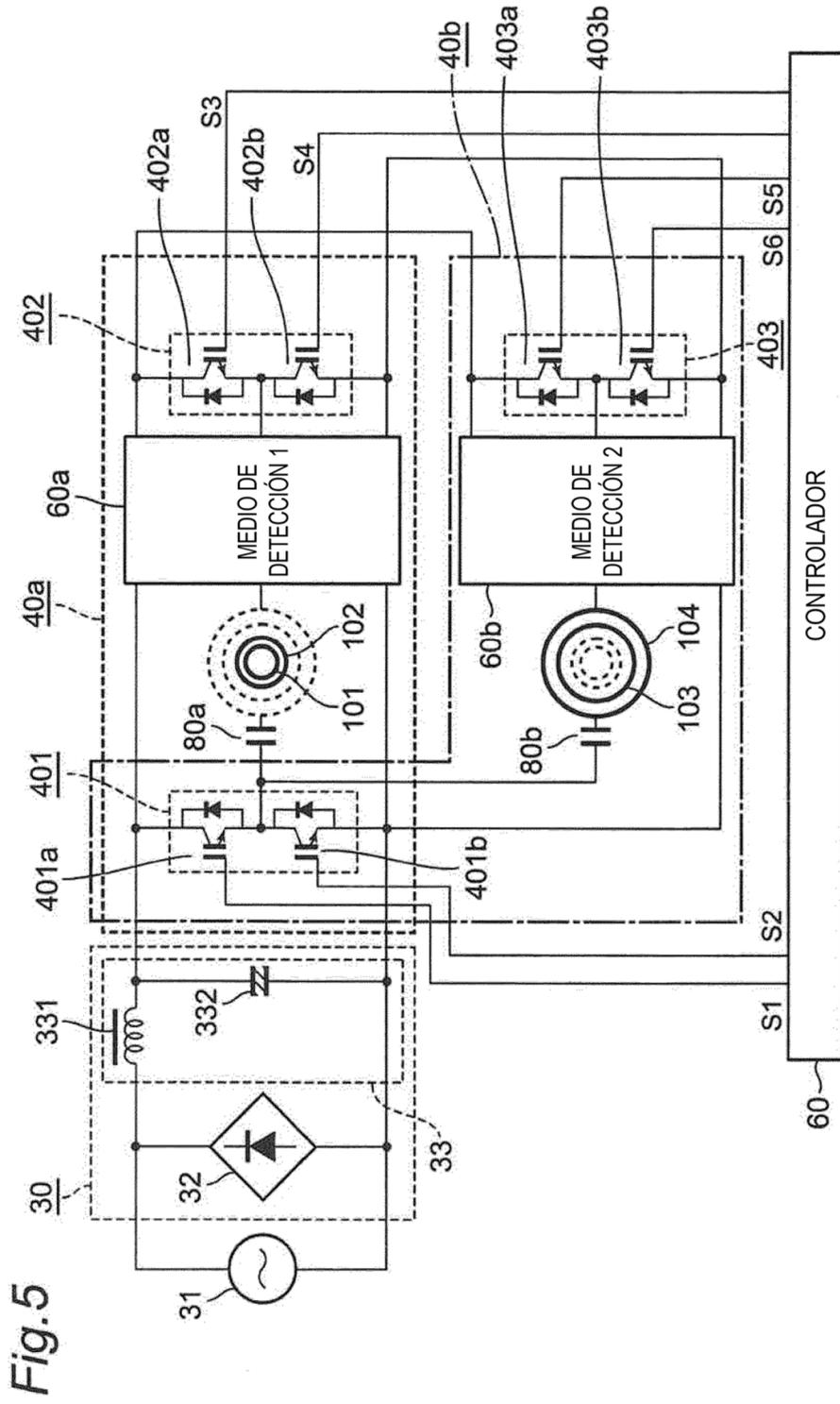


Fig.5

Fig.6

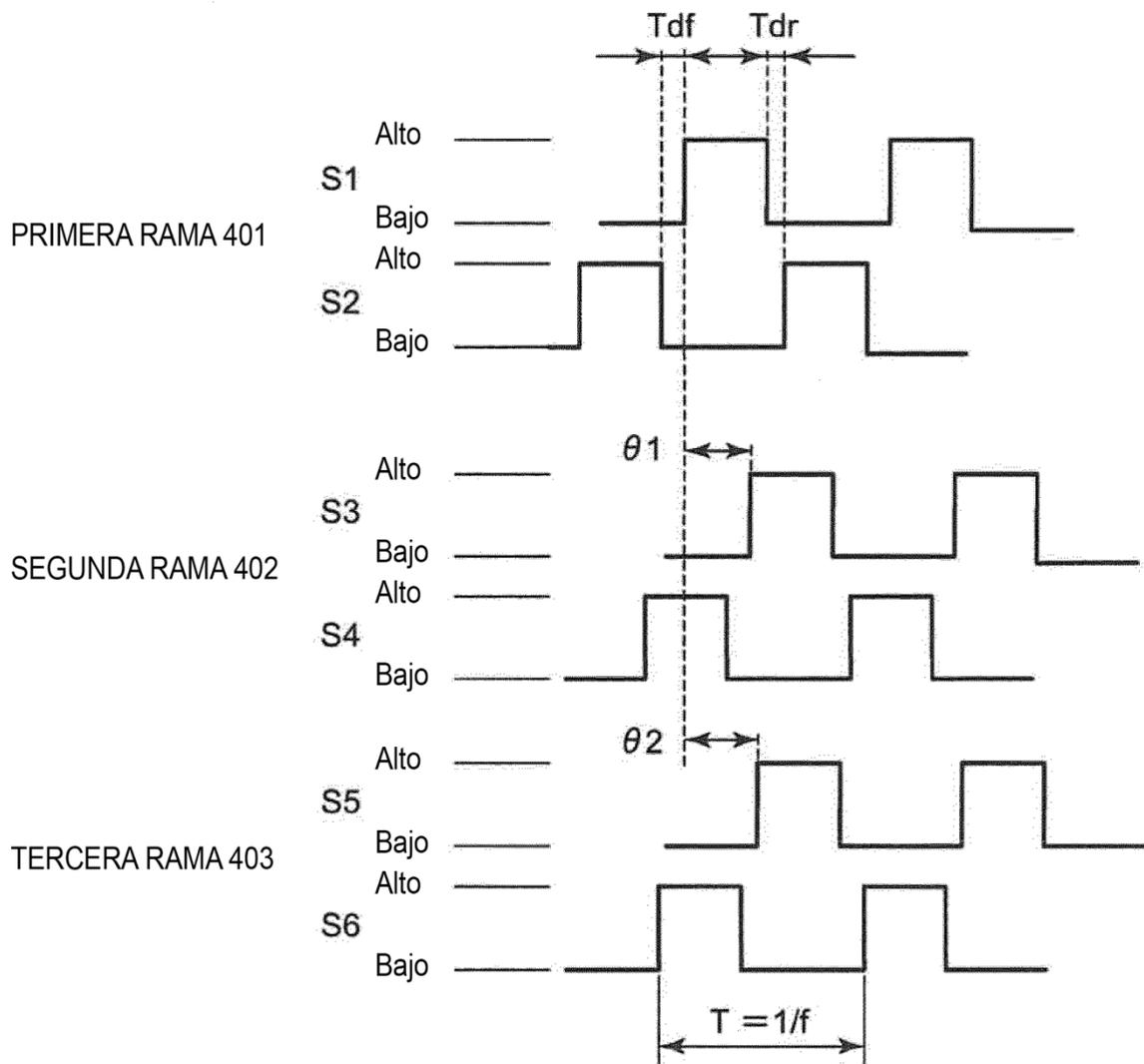


Fig.7

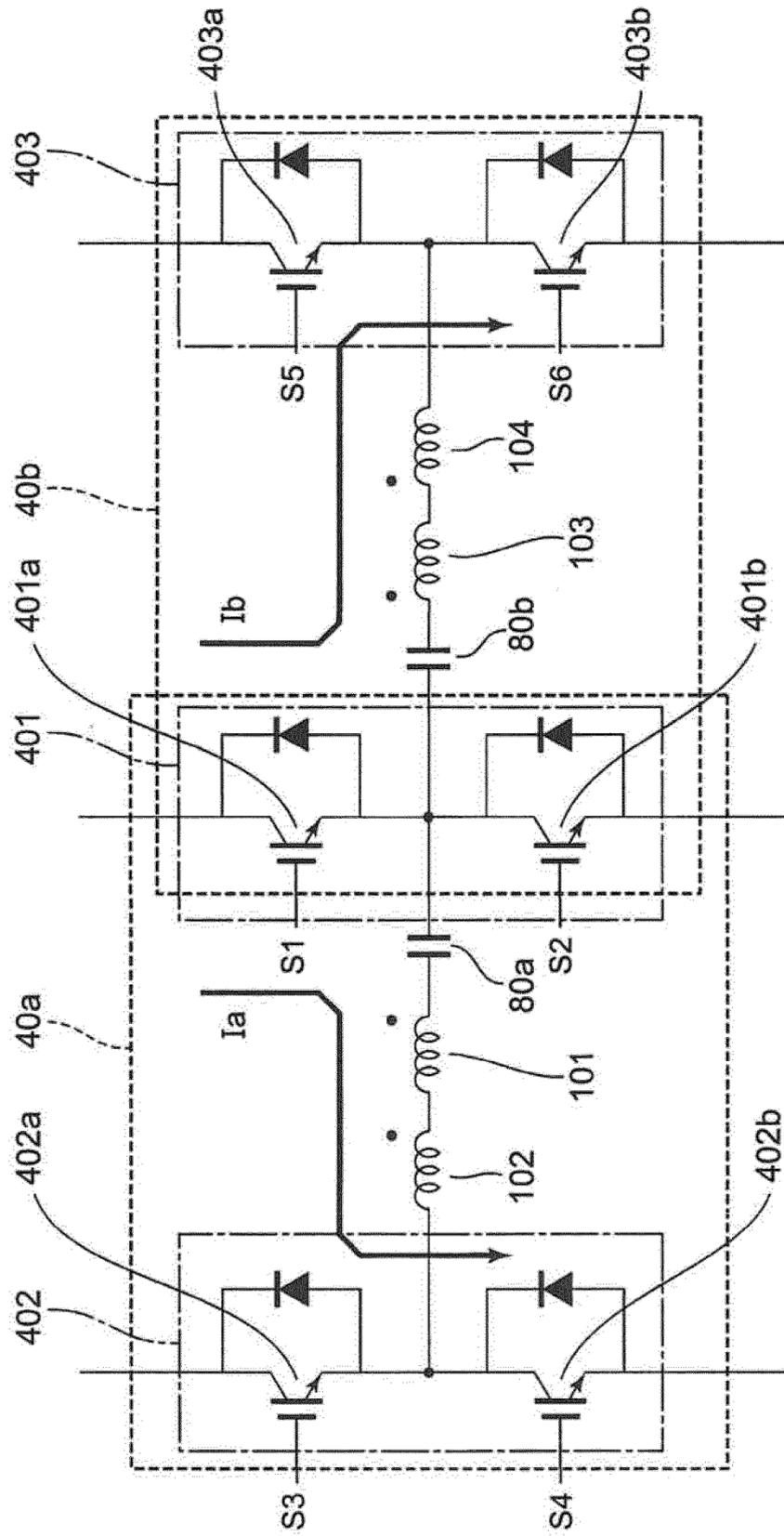


Fig.8

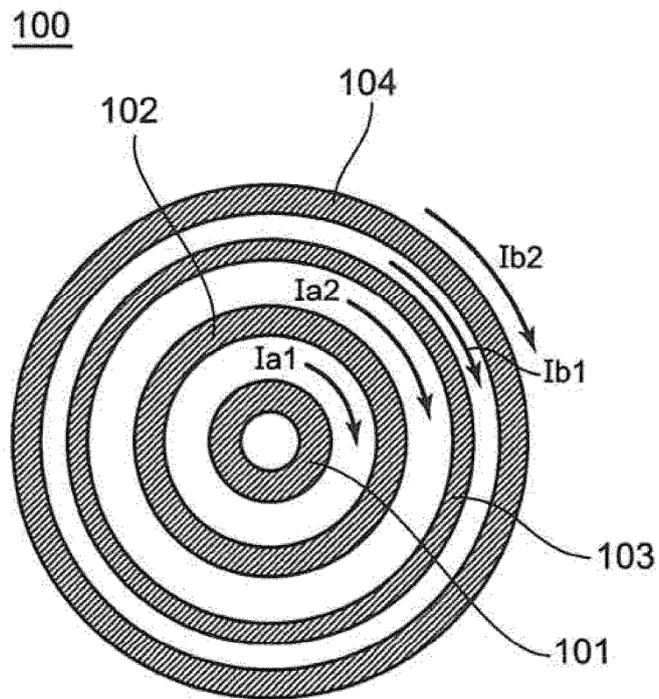


Fig.9

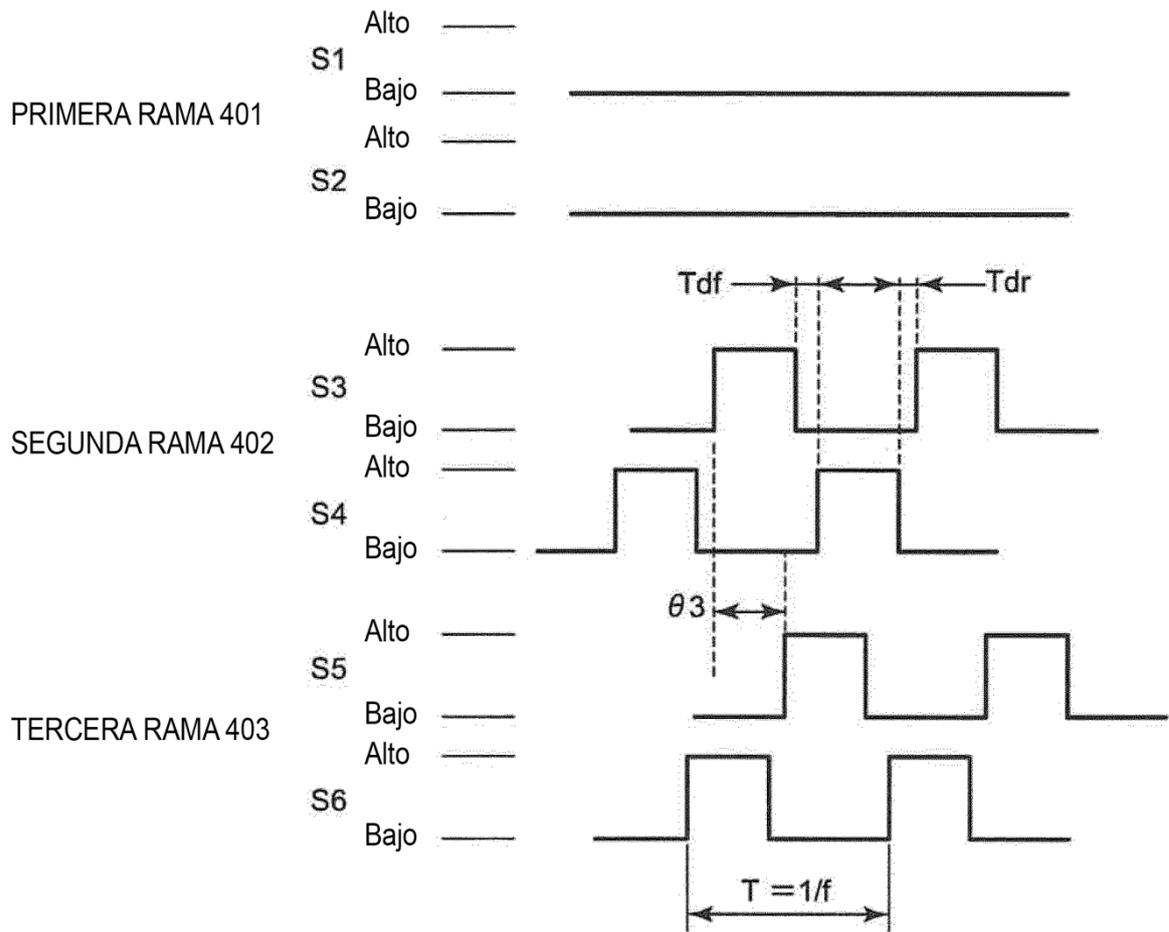


Fig.10

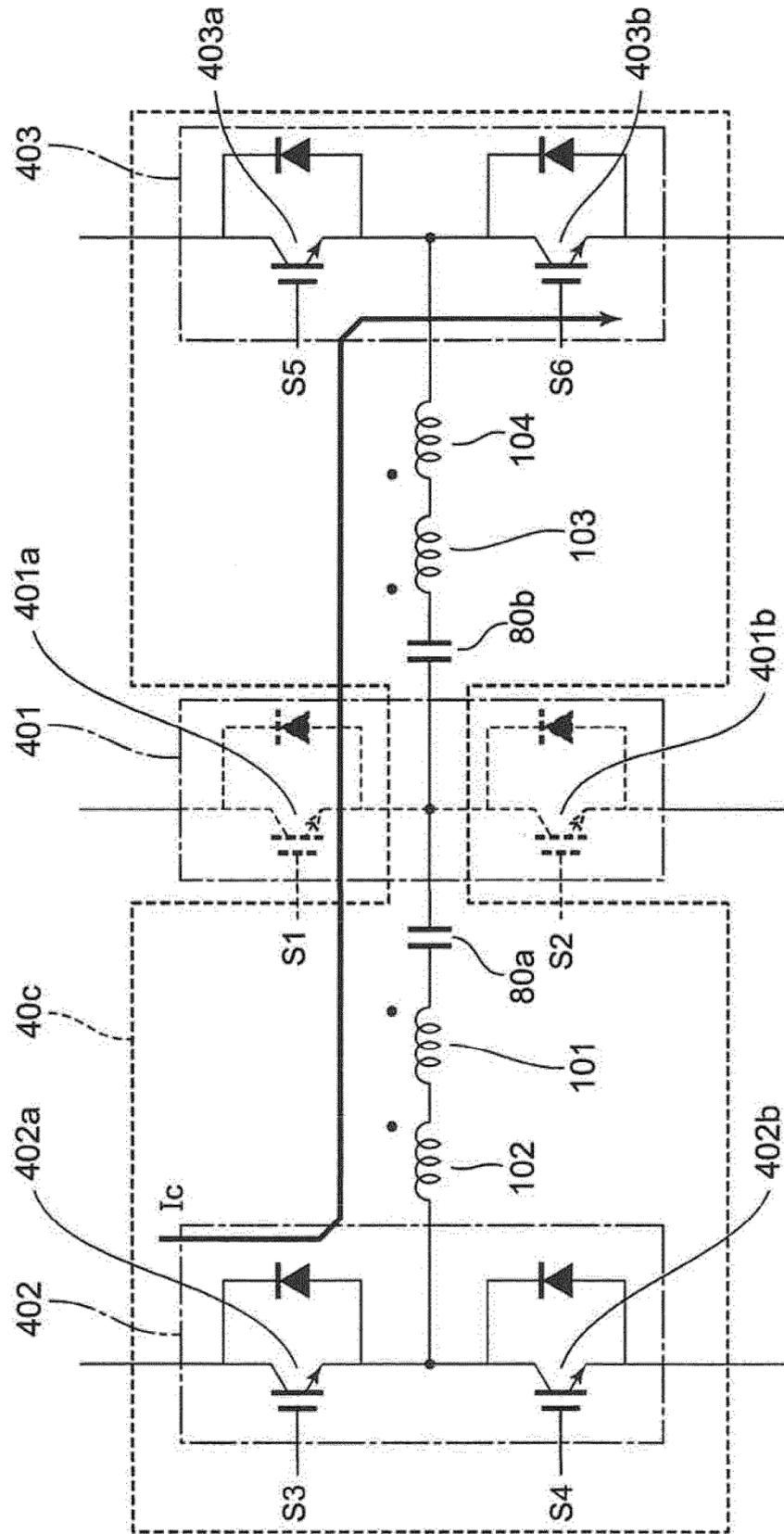


Fig. 11

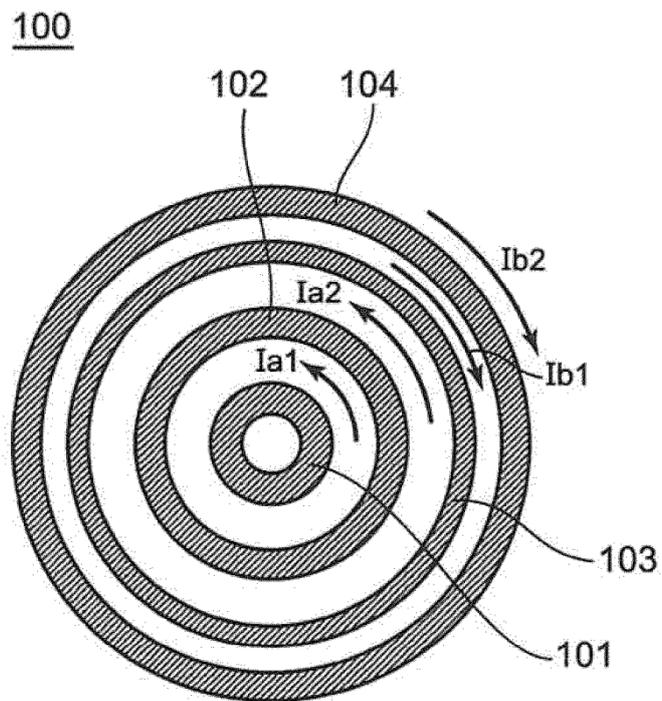


Fig.12

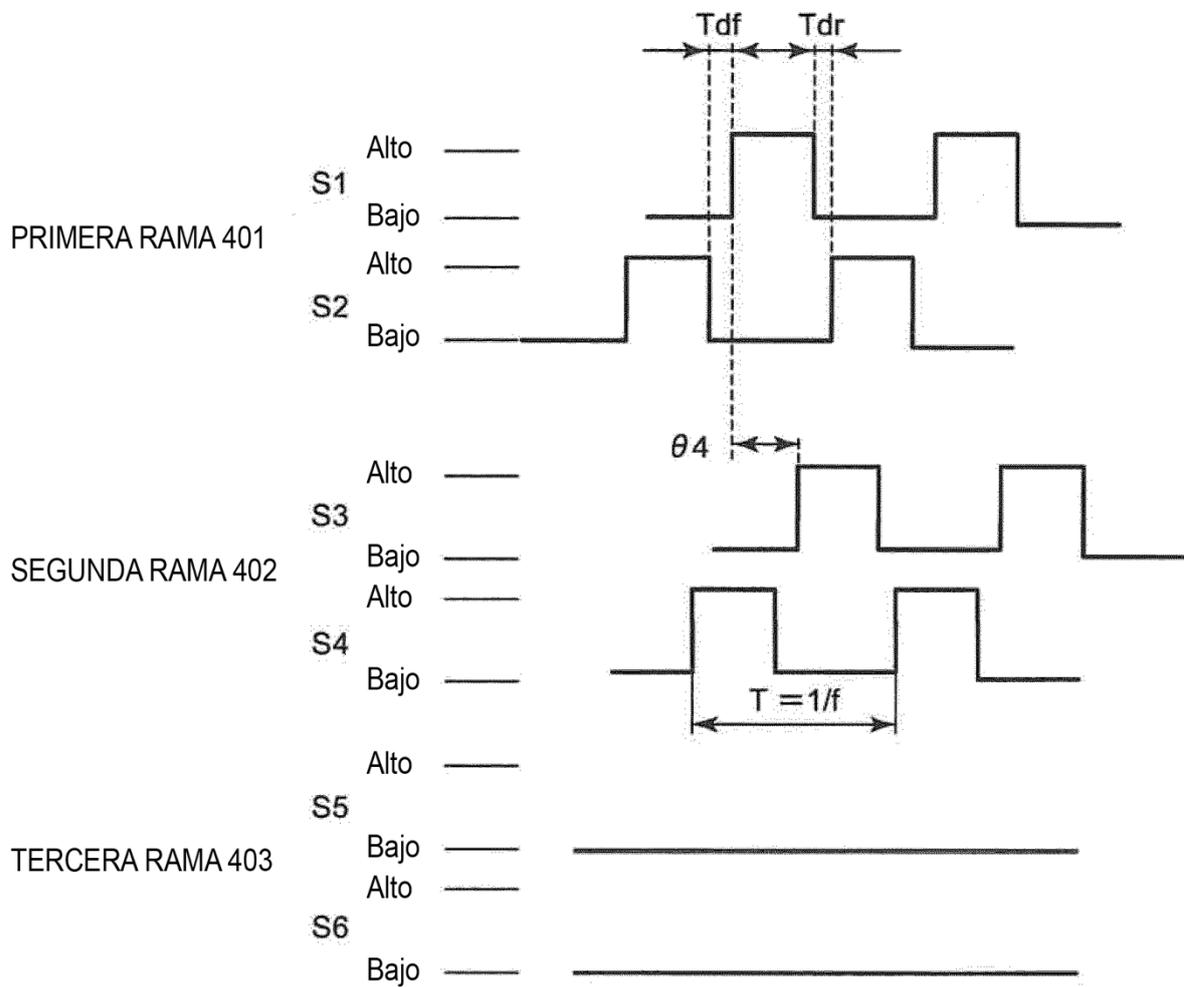


Fig.13

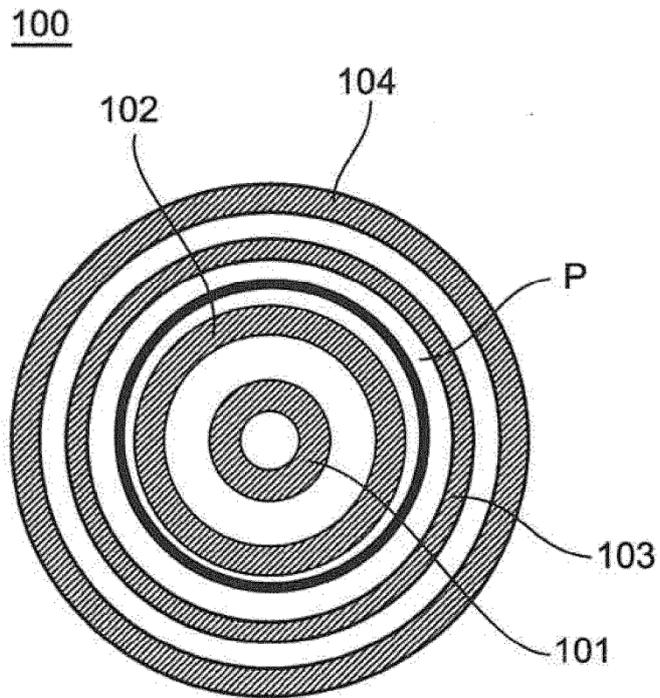


Fig.14

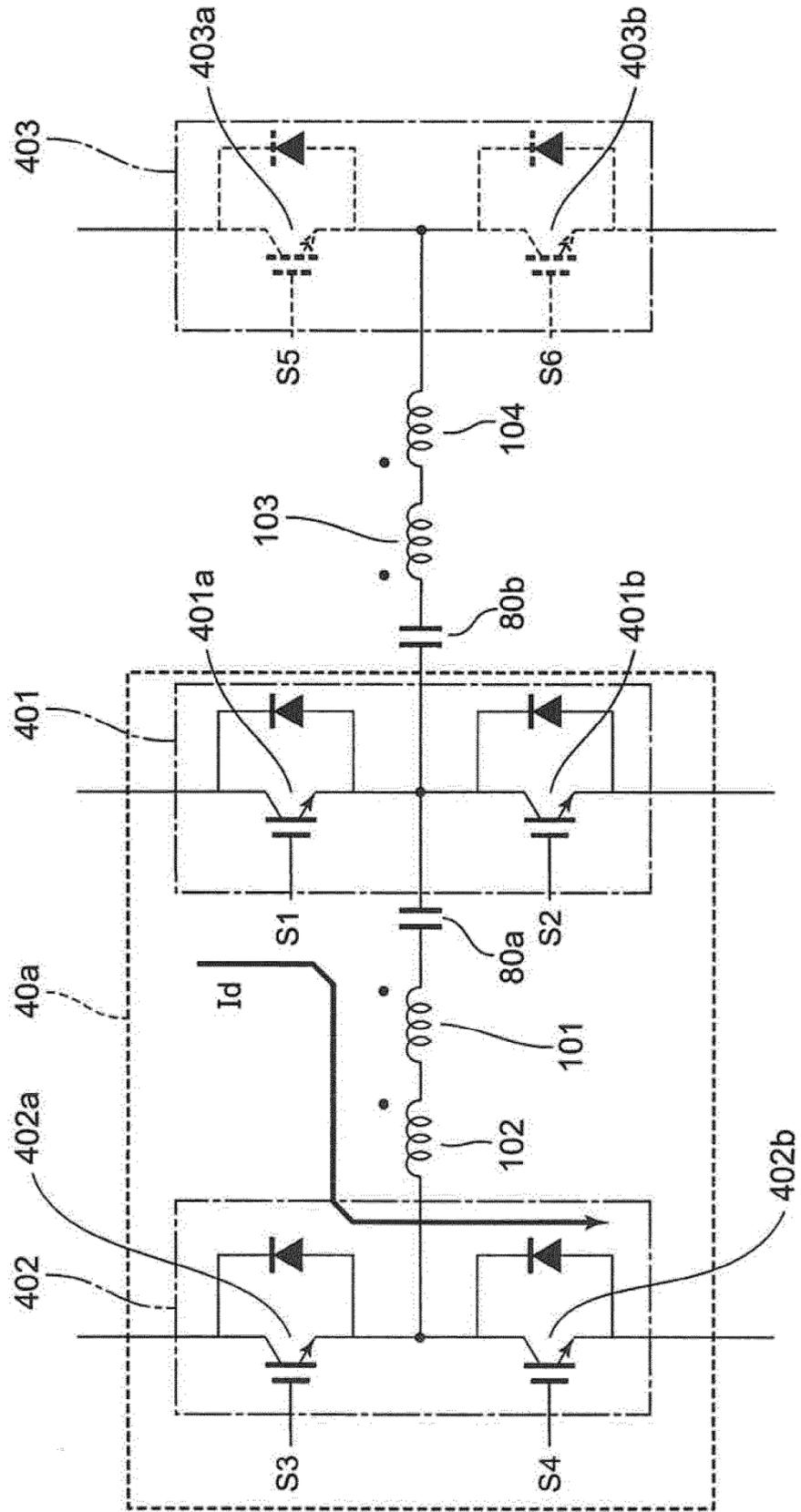


Fig.15

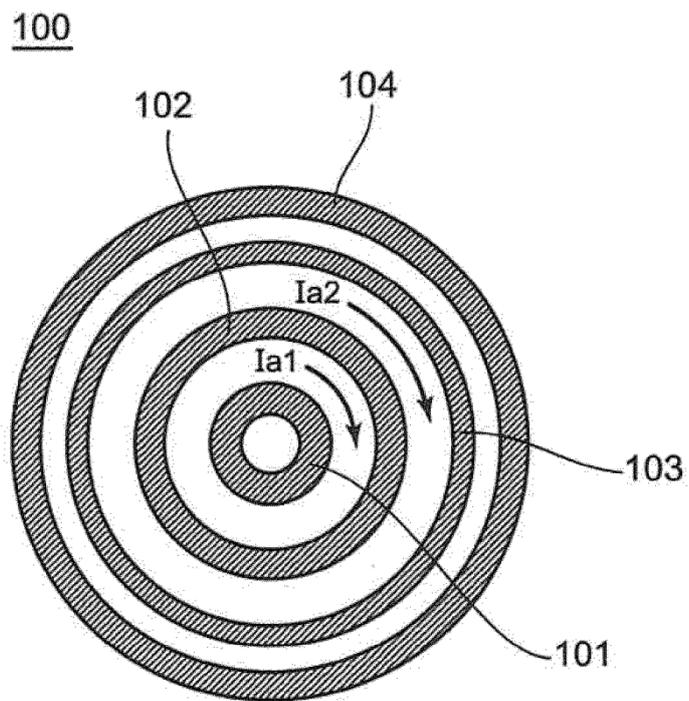


Fig. 16A

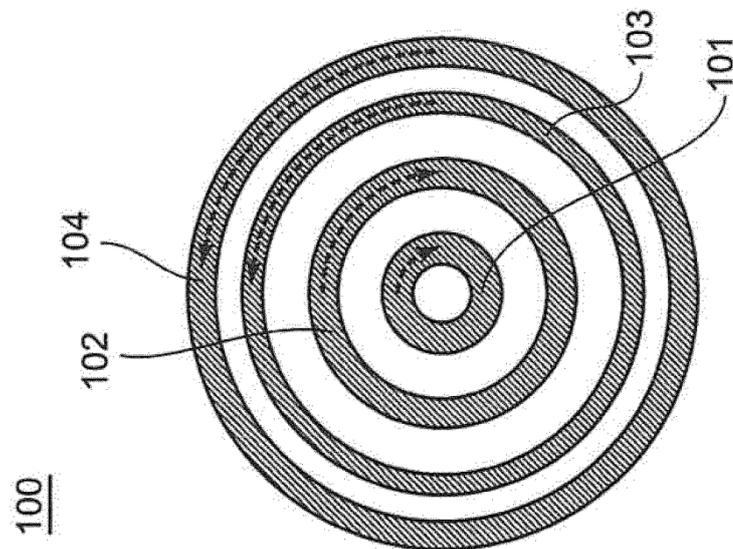


Fig. 16B

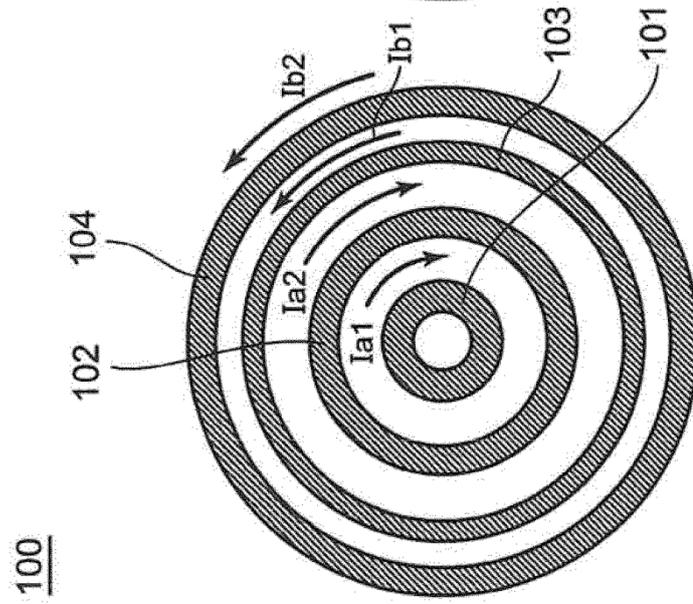


Fig. 16C

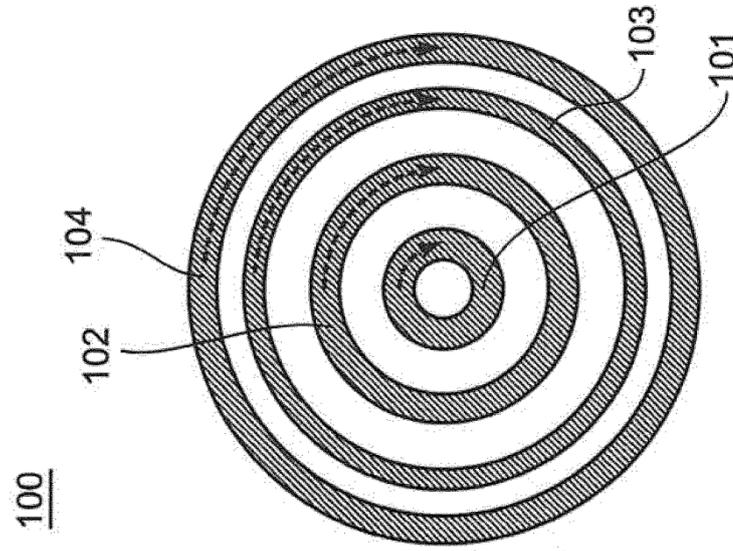


Fig.17

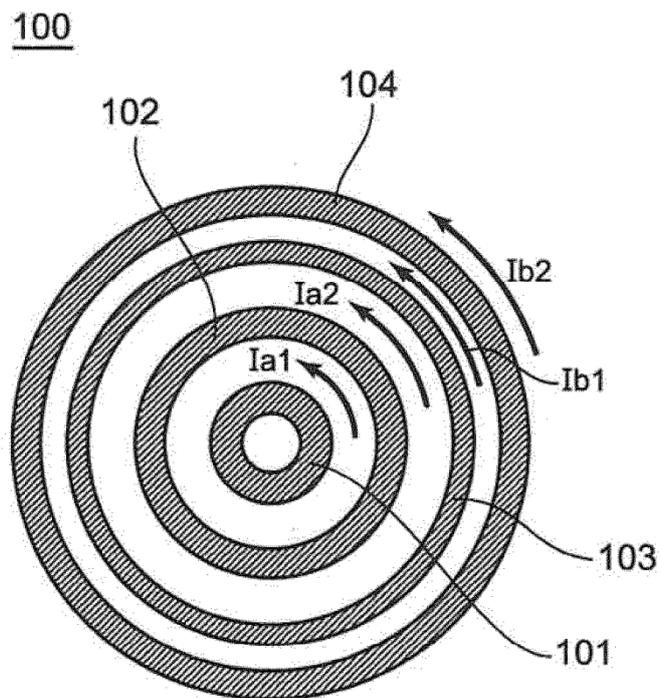


Fig.18

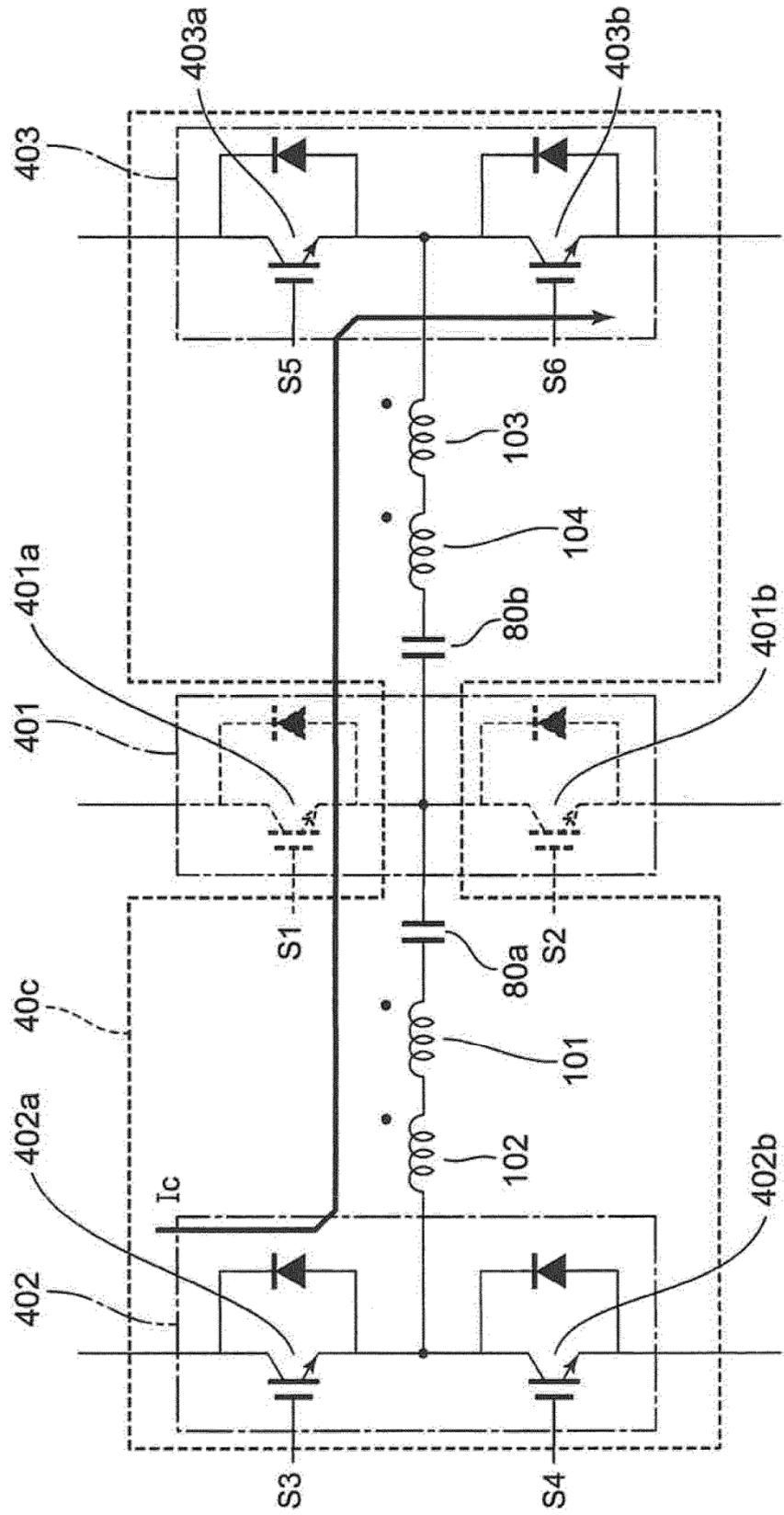


Fig.19

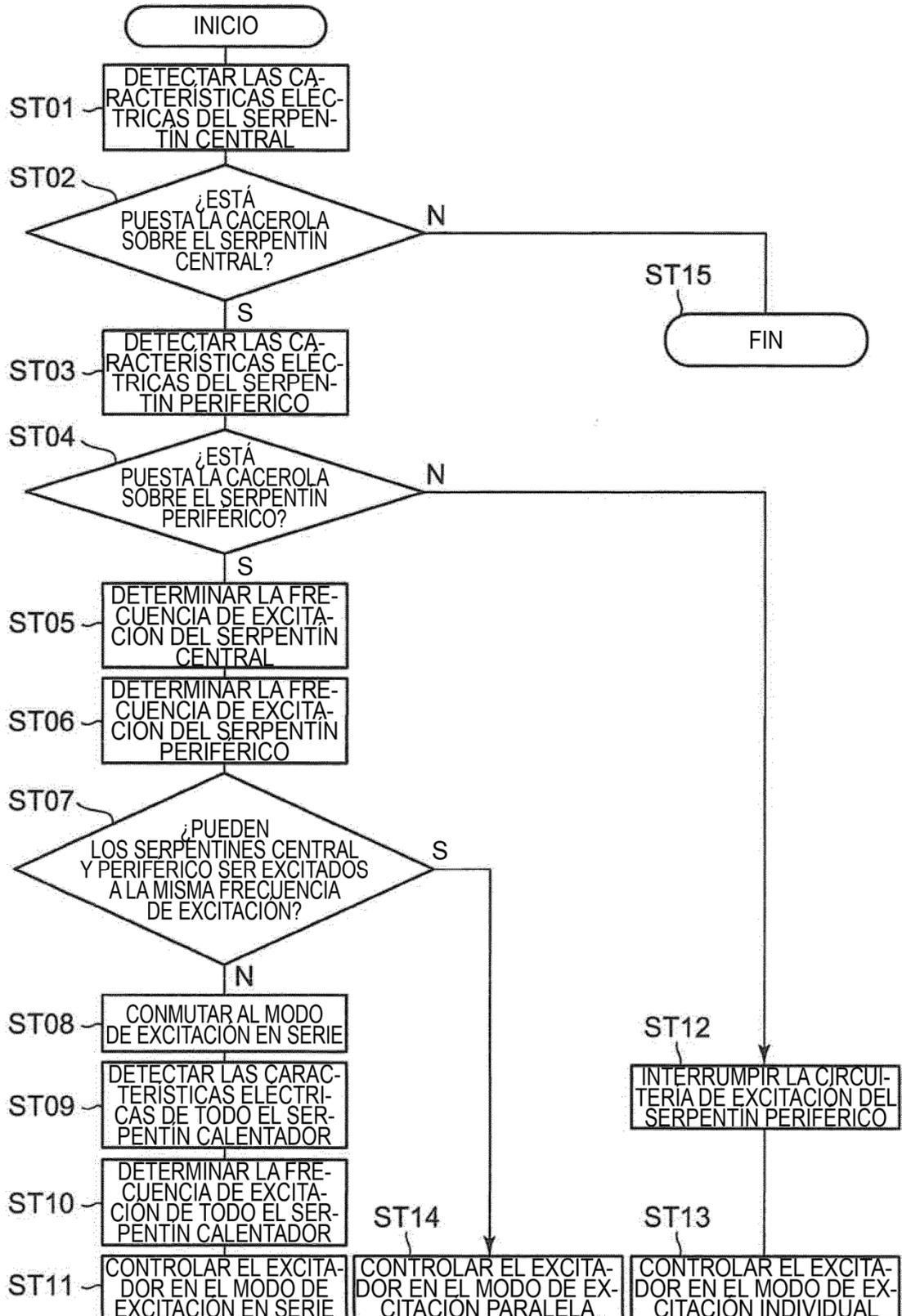


Fig. 20A

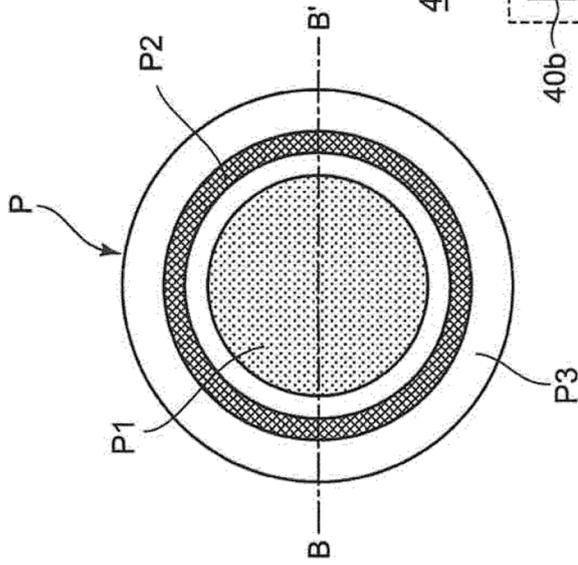


Fig. 20B

