

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 844**

51 Int. Cl.:

**H05B 6/12** (2006.01)

**H05B 6/04** (2006.01)

**H05B 6/44** (2006.01)

**H05B 6/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010 E 10835708 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2512205**

54 Título: **Aparato de calentamiento por inducción y cocina de calentamiento por inducción provista con el mismo**

30 Prioridad:

**11.12.2009 JP 2009281279**

**30.06.2010 JP 2010148733**

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

**29.04.2015**

73 Titular/es:

**PANASONIC CORPORATION (100.0%)**

**1006, Oaza Kadoma**

**Kadoma-shi, Osaka 571-8501, JP**

72 Inventor/es:

**KUROSE, YOICHI;**

**KITAIZUMI, TAKESHI y**

**ISHIMARU, NAOAKI**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

**ES 2 534 844 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aparato de calentamiento por inducción y cocina de calentamiento por inducción provista con el mismo

5 **Campo de la técnica**

La presente invención se refiere a aparatos de calentamiento por inducción para calentar de manera inductiva unos objetos que han de calentarse usando bobinas de calentamiento y, más en particular, se refiere a aparatos de calentamiento por inducción para calentar de manera inductiva unos recipientes fabricados de metales y similares, como los objetos que han de calentarse, usando una pluralidad de bobinas de calentamiento, y también se refiere a las cocinas de calentamiento por inducción que incluyen tales aparatos de calentamiento por inducción.

**Antecedentes de la técnica**

15 Se describirá una cocina de calentamiento por inducción común convencional, con referencia a los dibujos adjuntos. La figura 19A es una vista en sección transversal que ilustra una cocina de calentamiento por inducción convencional en un estado en el que esta está incorporada en un armario de un aparato de cocina. La figura 19B es una vista en planta que ilustra la cocina de calentamiento por inducción convencional que se ilustra en la figura 19A.

20 Tal como se ilustra en la figura 19A y la figura 19B, la cocina de calentamiento por inducción incluye un armario que está constituido por una placa de arriba con forma de placa plana 1 fabricada de un no metal tal como un vidrio resistente al calor, y una porción de alojamiento 8 que se proporciona por debajo de la placa de arriba 1. Un objeto que ha de calentarse, tal como un recipiente, se coloca en una posición previamente determinada (un área de calentamiento) sobre la placa de arriba 1 que ha de calentarse de manera inductiva.

25 En el interior de la porción de alojamiento 8, se colocan las bobinas de calentamiento 21, 22 y 23 para calentar de manera inductiva el objeto que ha de calentarse colocado sobre la placa de arriba 1, de tal modo que se interpone un espacio con un tamaño de aproximadamente 5 mm, entre las bobinas de calentamiento y la superficie posterior de la placa de arriba 1.

30 La cocina de calentamiento por inducción que se ilustra en la figura 19A y la figura 19B se provee con las tres bobinas de calentamiento 21, 22 y 23, de tal modo que la bobina de calentamiento izquierda 21 y la bobina de calentamiento derecha 22 están colocadas en un lado frontal, y la bobina de calentamiento central 23 se coloca en un lado trasero, a medio camino entre la bobina de calentamiento izquierda 21 y la bobina de calentamiento derecha 22. Además, la cocina de calentamiento por inducción que se ilustra en la vista en planta de la figura 19B está adaptada de tal modo que un usuario manipula esta cocina de calentamiento por inducción en un lado inferior en la figura, en la que las expresiones “izquierda”, “derecha”, “frontal” y “posterior” que se han mencionado en lo que antecede hacen referencia a unos lados izquierdo, derecho, frontal y posterior vistos desde el usuario.

40 En el interior de la porción de alojamiento 8, se coloca un asador 6 para realizar la cocción para pescado asado y similares, por debajo de la bobina de calentamiento izquierda 21. El asador 6 se provee, en el interior de del mismo, con un calentador de resistencia eléctrica, una parrilla y una placa de receptor.

45 Además, en el interior de la porción de alojamiento 8, a la derecha del asador 6, se proporciona un circuito inversor 5 para suministrar unas intensidades eléctricas de CA a las tres bobinas de calentamiento (la bobina de calentamiento izquierda 21, la bobina de calentamiento derecha 22 y la bobina de calentamiento central 23). El circuito inversor 5 está estructurado para incluir una pluralidad de placas de circuito inversor que están asociadas con las bobinas de calentamiento 21, 22 y 23 respectivas y, además, están colocadas en unas posiciones superior e inferior (consúltese la patente de Japón con N° 3613109 (literatura de patente 1), por ejemplo).

50 La figura 20 y la figura 21 son unas vistas en planta que ilustran las formas de las bobinas de calentamiento que se usan en las cocinas de calentamiento por inducción convencionales. El calentamiento por inducción está calentando un objeto que ha de calentarse a través de los flujos magnéticos que se generan por las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento y, por lo tanto, tiene el problema de la aparición de una irregularidad de calentamiento cuando hay un desequilibrio significativo de los flujos magnéticos.

55 La figura 20 ilustra una bobina de calentamiento 24 común convencional que está constituida por un hilo de bobina que se arrolla de forma continua en una forma espiral a unos intervalos regulares. La bobina de calentamiento 24 que se ilustra en la figura 20 tiene unas densidades de flujo magnético más bajas en una porción central (un área lateral de diámetro interior) y unas porciones exteriores (áreas laterales de diámetro exterior) de esta bobina de calentamiento de forma espiral 24 y tiene unas densidades de flujo magnético más altas en las áreas a medio camino entre las áreas laterales de diámetro interior y las áreas laterales de diámetro exterior, induciendo de ese modo una densidad de los flujos magnéticos. Para hacer frente a lo anterior, con el fin de suprimir tal densidad de los flujos magnéticos alrededor de las áreas a medio camino de las bobinas de calentamiento, se han sugerido estructuras para formar unas porciones de separación en las áreas a medio camino de las bobinas de calentamiento (consúltese el documento JP-A con N° 2005-353438 (literatura de patente 2), por ejemplo).

La figura 21 ilustra una bobina de calentamiento 25 que tiene una forma de devanado dividido que se provee con una porción de separación 26 que no incluye hilo de bobina alguno, en un área a medio camino de la bobina de calentamiento 25. Tal como se ilustra en la figura 21, debido a que la bobina de calentamiento 26 tiene la forma de devanado dividido que tiene la porción de separación 26 en su área a medio camino, es posible colocar un sensor de temperatura 33 para detectar la temperatura del recipiente como el objeto que ha de calentarse, en el área a medio camino de la bobina de calentamiento 25 en la que la temperatura del recipiente se eleva en mayor medida.

La figura 22 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura de un circuito inversor en una cocina de calentamiento por inducción convencional. Haciendo referencia a la figura 22, el circuito inversor está adaptado para introducir una intensidad eléctrica de CA en la bobina de calentamiento 30 para suministrar potencia eléctrica a la misma, de tal modo que el objeto que ha de calentarse 34 colocado sobre la placa de arriba genera unas corrientes parásitas para generar calor a partir de las mismas.

El circuito inversor está adaptado para convertir una corriente continua en una intensidad alterna de alta frecuencia a través de las operaciones de ENCENDIDO y de APAGADO de dos dispositivos de conmutación 31 y 32 y para suministrar esta al circuito resonante que incluye la bobina de calentamiento 30. El circuito inversor que se ilustra en la figura 22 tiene una estructura de circuito para hacer que fluya una intensidad eléctrica de CA de alta frecuencia a través de la bobina de calentamiento 30, que es una estructura de circuito de un circuito inversor común que se emplea en una cocina de calentamiento por inducción convencional.

Además, algunos aparatos de calentamiento por inducción convencionales están estructurados para incluir una pluralidad de áreas de calentamiento y para calentar de manera inductiva unos objetos que han de calentarse colocados en las áreas de calentamiento respectivas, a través de las bobinas de calentamiento colocadas por debajo de las áreas de calentamiento respectivas (consúltese la patente de Japón con N° 2722738 (literatura de patente 3), por ejemplo). El aparato de calentamiento por inducción convencional que se divulga en la literatura de patente 3 incluye una pluralidad de circuitos resonantes que incluyen unas bobinas de calentamiento, en el que un único circuito inversor está conectado con la pluralidad de circuitos resonantes. En el aparato de calentamiento por inducción convencional que se divulga en la literatura de patente 3, los circuitos resonantes respectivos tienen unas frecuencias de resonancia diferentes y están adaptados para que se accionen al cambiar de entre la pluralidad de bobinas de calentamiento. Además, este aparato de calentamiento por inducción convencional está adaptado para controlar la relación entre las potencias eléctricas de calentamiento a partir de las bobinas de calentamiento respectivas, a través de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor.

## Lista de citas

### Literaturas de patente

Literatura de patente 1: Patente de Japón con N° 3613109

Literatura de patente 2: Publicación de patente no examinada de Japón con N° 2005-353458

Literatura de patente 3: Patente de Japón con N° 2722738

## Sumario de la invención

### Problema técnico

Tal como se ha descrito en lo que antecede, debido a que el aparato de calentamiento por inducción convencional que se divulga en la literatura de patente 3 está adaptado para controlar la relación entre las potencias eléctricas de calentamiento a partir de las bobinas de calentamiento respectivas, a través de la frecuencia de funcionamiento del único circuito inversor, este aparato de calentamiento por inducción tiene el problema de que la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor no puede cambiarse de manera arbitraria.

La figura 23 es una vista que ilustra características de frecuencia de las tensiones de calentamiento a partir de dos bobinas de calentamiento (una primera bobina de calentamiento y una segunda bobina de calentamiento), cuando unas tensiones diferentes (70 V, 85 V, 100 V) se introducen en el circuito inversor, en el aparato de calentamiento por inducción convencional que se divulga en la literatura de patente 3. La figura 23 ilustra el hecho de que el calor que se emite a partir de la primera bobina de calentamiento es de 1000 W, y el calor que se emite a partir de la segunda bobina de calentamiento es de 600 W, cuando una tensión de CC de 85 V se introduce en el circuito inversor, y el circuito inversor se acciona a una frecuencia de 26 kHz. Además, tal como se ilustra en la figura 23, los dos circuitos resonantes que incluyen las bobinas de calentamiento respectivas tienen unas frecuencias de resonancia diferentes, en los que el circuito resonante que incluye la primera bobina de calentamiento tiene una frecuencia de resonancia de 25 kHz, y el circuito resonante que incluye la segunda bobina de calentamiento tiene una frecuencia de resonancia de 28 kHz.

En la figura 23, se ilustran dos puntos de funcionamiento (A, B) que indican unos estados en los que el circuito inversor se acciona a una frecuencia de 26 kHz, entre 25 kHz y 28 kHz que son las frecuencias de resonancia de los dos circuitos resonantes. Debido a la frecuencia de funcionamiento de 26 kHz, la relación entre las potencias

eléctricas de calentamiento a partir de la primera bobina de calentamiento y la segunda bobina de calentamiento se establece a 1000 W : 600 W, en concreto 5 : 3.

5 En el aparato de calentamiento por inducción convencional que tiene las características de frecuencia que se ilustran en la figura 23, incluso al hacer que cambie de forma continua la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor de entre frecuencias entre las frecuencias de resonancia de los dos circuitos resonantes, con el fin de ajustar las potencias eléctricas de calentamiento a partir de las dos bobinas de calentamiento, es difícil ajustar las potencias eléctricas de calentamiento. Por ejemplo, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor se aumenta de manera gradual, la potencia eléctrica de calentamiento a partir de la primera bobina de calentamiento se disminuye de manera gradual, pero la potencia eléctrica de calentamiento a partir de la segunda bobina de calentamiento se aumenta de manera gradual. Por lo tanto, el valor de la suma de las potencias eléctricas de calentamiento a partir de la primera bobina de calentamiento y la segunda bobina de calentamiento no simplemente se aumenta o se disminuye, lo que hace significativamente difícil deducir una relación entre la frecuencia de funcionamiento y el valor de la suma de las potencias eléctricas de calentamiento. Por consiguiente, con el aparato de calentamiento por inducción convencional, ha sido imposible ajustar el valor de la suma de las potencias eléctricas de calentamiento, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor.

Además, en las características de frecuencia que se ilustran en la figura 23, el circuito inversor se acciona a una frecuencia (por ejemplo, 26 kHz) que es más baja que la frecuencia de resonancia (28 kHz) del circuito resonante que incluye la segunda bobina de calentamiento. En el aparato de calentamiento por inducción, cuando las bobinas de calentamiento no están magnéticamente acopladas con el objeto que ha de calentarse, las inductancias (L) de las bobinas de calentamiento tienen unos valores más grandes que los de cuando estas están magnéticamente acopladas con el mismo.

25 Existe la relación que se expresa por la siguiente ecuación (1), entre la frecuencia de resonancia  $f_{LC}$ , la inductancia L de una bobina de calentamiento, y la capacidad C de un condensador resonante.

[Ecuación 1]

$$30 \quad f_{LC} = 1 / 2 \pi \sqrt{LC} \quad (1)$$

Por consiguiente, tal como puede verse con claridad a partir de la ecuación (1), la frecuencia de resonancia es más baja, cuando no hay acoplamiento magnético alguno entre la segunda bobina de calentamiento y el objeto que ha de calentarse.

35 Por consiguiente, cuando no hay acoplamiento magnético alguno entre la segunda bobina de calentamiento y el objeto que ha de calentarse, en concreto cuando el objeto que ha de calentarse no se encuentra cerca de la segunda bobina de calentamiento, la frecuencia de resonancia del circuito resonante que incluye la segunda bobina de calentamiento se establece para que sea aproximadamente la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor.

40 Además, cuando no hay acoplamiento magnético alguno entre la segunda bobina de calentamiento y el objeto que ha de calentarse, el circuito resonante que incluye la segunda bobina de calentamiento tiene un factor Q más grande, y una intensidad eléctrica significativamente más grande fluye a través de la segunda bobina de calentamiento y el circuito inversor. Como resultado de esto, tales cocinas de calentamiento por inducción convencionales han tenido los problemas de la destrucción de los dispositivos de conmutación y un deterioro significativo de la eficiencia térmica debido una generación de calentamiento aumentada a partir de las bobinas de calentamiento.

50 La presente invención se realizó con el fin de superar diversos tipos de problemas en las estructuras de las cocinas de calentamiento por inducción y los aparatos de calentamiento por inducción convencionales tal como se ha descrito en lo que antecede. La presente invención se dirige a la provisión de un aparato de calentamiento por inducción y una cocina de calentamiento por inducción que son capaces de hacer frente con precisión a las fluctuaciones de carga y a los cambios de unas potencias eléctricas establecidas con un grado más alto de flexibilidad en el control que los de las estructuras convencionales y, así mismo, son capaces de reducir los campos eléctricos con fugas en el calentamiento de unos objetos más pequeños que han de calentarse, tal como ollas, en particular, para ofrecer una excelente seguridad, con unos costes de fabricación reducidos.

**Solución al problema**

60 Un aparato de calentamiento por inducción en un primer aspecto de la presente invención incluye: un circuito inversor que incluye una pluralidad de dispositivos de conmutación y que está adaptado para accionar la pluralidad de dispositivos de conmutación para emitir una señal de CA; una porción de control que está adaptada para accionar y controlar la pluralidad de dispositivos de conmutación; y una pluralidad de circuitos resonantes que están conectados, en paralelo, con el circuito inversor e incluyen unos condensadores resonantes respectivos y unas bobinas de calentamiento respectivas para calentar de manera inductiva un objeto que ha de calentarse; en el que la porción de control está adaptada para accionar y controlar la pluralidad de dispositivos de conmutación, mediante el

uso, como un intervalo de funcionamiento, de un intervalo de frecuencias más alto o más bajo que una frecuencia de resonancia lo más alta o lo más baja, de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes, y las bobinas de calentamiento respectivas en la pluralidad de circuitos resonantes se combinan para formar al menos una única fuente de calentamiento por inducción, por lo que el objeto que ha de calentarse se calienta de manera inductiva por la al menos una única fuente de calentamiento por inducción. El aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el primer aspecto sirve como un aparato fiable capaz de hacer frente con precisión a las fluctuaciones de carga y a los cambios de los ajustes de potencia eléctrica y, así mismo, habilita la reducción del coste de fabricación y logra una seguridad más alta.

En un segundo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el primer aspecto, en particular, las bobinas de calentamiento y los condensadores resonantes en la pluralidad de circuitos resonantes tienen unas inductancias y unas capacidades, respectivamente, que pueden establecerse, de tal modo que el objeto que ha de calentarse se calienta de manera inductiva por la totalidad de las bobinas de calentamiento que forman la única fuente de calentamiento por inducción, en el intervalo de funcionamiento de los dispositivos de conmutación. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el segundo aspecto, es posible ajustar la potencia eléctrica al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor. Además, es posible cambiar la relación entre las potencias eléctricas que se suministran a partir de la pluralidad de bobinas de calentamiento a un único objeto que ha de calentarse, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor. Esto habilita unos ajustes de acuerdo con la distribución de temperaturas y el equilibrio de potencia eléctrica que se requieren para el objeto que ha de calentarse.

En un tercer aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el primer aspecto, en particular, la porción de control puede estar adaptada para accionar y controlar los dispositivos de conmutación, mediante el uso, como un intervalo de funcionamiento, de solo un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia lo más alta, de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el tercer aspecto, si se baja la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor, esto aumenta la totalidad de las potencias eléctricas que se introducen en la pluralidad de bobinas de calentamiento, aumentando de ese modo el valor de la suma de las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento respectivas. Por lo tanto, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor, es posible ajustar con precisión las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento. Además, si cualquiera de las bobinas de calentamiento no está magnéticamente acoplada con el objeto que ha de calentarse, una potencia eléctrica reducida se suministra a esta bobina de calentamiento, debido a que esta bobina de calentamiento tiene una frecuencia de resonancia desviada con respecto a la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor. Esto evita la destrucción del circuito inversor debido a unas intensidades eléctricas excesivas que se hace que fluyan a través del circuito inversor. Además, es posible realizar unas operaciones de conmutación dentro de unos intervalos de tiempo durante los cuales unas intensidades eléctricas positivas fluyen a través de los dispositivos de conmutación, lo que habilita cambiar de forma suave las tensiones que se aplican a los dispositivos de conmutación en el instante de las transiciones de los dispositivos de conmutación de un estado de conducción a un estado de no conducción, reduciendo de ese modo las pérdidas debido a las operaciones de conmutación.

En un cuarto aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el tercer aspecto, en particular, un circuito de amortiguamiento puede estar conectado, en paralelo, con los circuitos resonantes. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el cuarto aspecto, es posible reducir las pérdidas por conmutación que se inducen por las operaciones de conmutación de los dispositivos de conmutación, mejorando adicionalmente de ese modo la eficiencia térmica.

En un quinto aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el primer aspecto, en particular, la porción de control puede estar adaptada para accionar y controlar los dispositivos de conmutación, mediante el uso, como un intervalo de funcionamiento, de solo un intervalo de frecuencias más bajo que la frecuencia de resonancia lo más baja, de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el quinto aspecto, es posible ajustar con precisión la potencia eléctrica, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor. Además, es posible cambiar la relación entre las potencias eléctricas que se suministran a partir de la pluralidad de bobinas de calentamiento a un objeto que ha de calentarse, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento. Esto habilita que esta se ajuste fácil y ciertamente para que sea un valor adaptable a la distribución de temperaturas y el equilibrio de potencia eléctrica que se requieren para el objeto que ha de calentarse.

En un sexto aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el quinto aspecto, en particular, un inductor puede estar conectado, en serie, con la pluralidad de dispositivos de conmutación, por lo que puede darse lugar a que la pluralidad de dispositivos de conmutación realice una operación de conmutación suave de tal modo que una fase de una intensidad eléctrica va adelantada con respecto a una fase de una tensión. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el

sexto aspecto, es posible ajustar con precisión la potencia eléctrica, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor.

5 En un séptimo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el quinto aspecto, en particular, las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes pueden establecerse para tener unos valores diferentes, a través de las inductancias de las bobinas de calentamiento y las capacidades de los condensadores resonantes. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el séptimo aspecto, es posible cambiar la relación entre las potencias eléctricas que se suministran a partir de la pluralidad de bobinas de calentamiento a un objeto que ha de calentarse a una frecuencia de funcionamiento constante, con independencia de los factores Q de los circuitos resonantes, dando lugar de ese modo a que esta sea adaptable a la distribución de temperaturas y el equilibrio de potencia eléctrica que se requieren para el objeto que ha de calentarse. Además, también es posible ajustar las potencias eléctricas que se suministran a las bobinas de calentamiento respectivas, de acuerdo con las temperaturas de las bobinas de calentamiento respectivas y la temperatura del objeto que ha de calentarse.

15 En un octavo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el séptimo aspecto, en particular, en la pluralidad de circuitos resonantes, la frecuencia de resonancia del circuito resonante que incluye la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más grande puede establecerse para que sea más alta que la frecuencia de resonancia del circuito resonante que incluye la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más pequeña. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el octavo aspecto, el circuito inversor puede accionarse en un intervalo de frecuencias más cerca de la frecuencia de resonancia de la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, lo que puede suavizar la introducción de la potencia eléctrica en la bobina de calentamiento en la que se introduce la potencia eléctrica más grande, habilitando de ese modo un calentamiento con una eficiencia excelente.

20 En un noveno aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en cualquiera de los aspectos primero a octavo, en particular, la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en la pluralidad de bobinas de calentamiento que forman una única fuente de calentamiento por inducción puede ser una relación coincidente con las áreas respectivas de la pluralidad de bobinas de calentamiento que están orientadas hacia el objeto que ha de calentarse. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el noveno aspecto, es posible reducir la diferencia en la tasa de fuente de alimentación eléctrica por unidad de área entre las potencias eléctricas que se suministran a partir de la pluralidad de bobinas de calentamiento al objeto que ha de calentarse, habilitando de ese modo calentar de manera uniforme el objeto que ha de calentarse.

30 En un décimo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en cualquiera de los aspectos primero a octavo, en particular, la relación entre los valores de las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de la pluralidad de bobinas de calentamiento que forman una única fuente de calentamiento por inducción puede ser una relación coincidente con las áreas en sección transversal de unos hilos de bobina respectivos que forman la pluralidad de bobinas de calentamiento que son ortogonales con respecto a una dirección en la que una intensidad eléctrica fluye a través de los hilos de bobina. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el décimo aspecto, debido a que el área en sección transversal de la bobina de calentamiento a través de la cual fluye una corriente eléctrica más pequeña se hace más pequeña, es posible reducir la cantidad de cobre que se usa en el hilo de bobina en la bobina de calentamiento, reduciendo de ese modo el coste de fabricación para las bobinas de calentamiento.

40 En un undécimo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en cualquiera de los aspectos primero a décimo, en particular, la pluralidad de bobinas de calentamiento que forman una única fuente de calentamiento por inducción pueden estar colocadas en el mismo plano. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el undécimo aspecto, es posible calentar de manera uniforme el objeto que ha de calentarse colocado en el área de calentamiento. Además, es posible aumentar la proporción de la potencia eléctrica que se suministra a la bobina de calentamiento que está orientada hacia el objeto que ha de calentarse colocado en el área de calentamiento, lo que habilita un calentamiento por inducción con una eficiencia más alta, incluso cuando el objeto que ha de calentarse se coloca de tal modo que este se desvía con respecto a la porción central del área de calentamiento, por ejemplo.

50 En un duodécimo aspecto de la presente invención, en el aparato de calentamiento por inducción en el tercer aspecto, en particular, la pluralidad de bobinas de calentamiento que forman una única fuente de calentamiento por inducción pueden estar colocadas de manera concéntrica y puede conformarse para tener unas formas de bobina respectivas que tienen unos diámetros diferentes. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el duodécimo aspecto, es posible lograr una estructura capaz de suministrar una potencia eléctrica más grande a la bobina de calentamiento con el diámetro más pequeño que se está acoplando magnéticamente con el objeto que ha de calentarse, a la vez que no se suministra potencia eléctrica alguna a la bobina de calentamiento con el diámetro más grande que no está magnéticamente acoplada con el objeto que ha de calentarse. Esto habilita un calentamiento por inducción con una eficiencia más alta de

acuerdo con el tamaño del objeto que ha de calentarse, para hacer frente a unos objetos que han de calentarse que tienen diversos tamaños.

Una cocina de calentamiento por inducción en un décimo tercero aspecto de la presente invención incluye: una placa de arriba para colocar un objeto que ha de calentarse sobre la misma; y el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con uno cualquiera de los aspectos primero a duodécimo, en el que una pluralidad de bobinas de calentamiento como una fuente de calentamiento por inducción están colocadas por debajo de la placa de arriba. El aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el décimo tercero aspecto sirve como un aparato fiable que es capaz de hacer frente con precisión a las fluctuaciones de carga y a los cambios de los ajustes de potencia eléctrica y, así mismo, habilita la reducción del coste de fabricación y logra una seguridad más alta. Con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención, es posible hacer que fluya una corriente eléctrica reducida a través de la bobina de calentamiento por encima de la cual no se encuentra el objeto que ha de calentarse, reduciendo de ese modo el campo magnético con fugas a partir de la misma.

En un décimo cuarto aspecto de la presente invención, en la cocina de calentamiento por inducción en el décimo tercero aspecto, en particular, la placa de arriba puede tener una pluralidad de áreas de calentamiento para colocar el objeto que ha de calentarse sobre las mismas, y el aparato de calentamiento por inducción puede proporcionarse como una fuente de calentamiento por inducción para por lo menos una única área de calentamiento, de entre la pluralidad de áreas de calentamiento. Con el aparato de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede en el décimo cuarto aspecto, cuando un recipiente se calienta en una única área de calentamiento, y este recipiente es más pequeño que esta área de calentamiento, es posible suprimir los campos magnéticos con fugas a partir de esta área de calentamiento, lo que puede suprimir la interferencia magnética entre las bobinas de calentamiento, que puede tener lugar durante el calentamiento inductivo un objeto que ha de calentarse en otras áreas de calentamiento. Esto puede suprimir la aparición del ruido por interferencia.

#### **Efectos ventajosos de la invención**

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un aparato de calentamiento por inducción y una cocina de calentamiento por inducción que tienen una excelente seguridad y son capaces de hacer frente de manera apropiada a las fluctuaciones de carga, a la vez que se habilita una reducción del coste de fabricación.

#### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura de un circuito inversor y similares, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, de acuerdo con la primera realización.

La figura 3 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización.

La figura 7 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización.

La figura 8 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de

calentamiento, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención.

5 La figura 9 es una vista en planta que ilustra las formas generales de las bobinas de calentamiento en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una quinta realización de la presente invención.

10 La figura 10 es una vista que ilustra las formas de las bobinas de calentamiento y las secciones transversales de las bobinas de calentamiento, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una sexta realización de la presente invención.

15 La figura 11 es una vista que ilustra las formas de onda de las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento en un aparato de calentamiento por inducción, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización.

20 La figura 12 es una vista en planta que ilustra bobinas de calentamiento en un aparato de calentamiento por inducción, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una séptima realización de la presente invención.

25 La figura 13 es una vista de colocación que ilustra la relación entre las bobinas de calentamiento en el aparato de calentamiento por inducción, un objeto que ha de calentarse, y un contenido del objeto que ha de calentarse, durante una operación de calentamiento en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización de la presente invención.

30 La figura 14 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura de un circuito inversor y similares, en un aparato de calentamiento por inducción en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una octava realización de la presente invención.

35 La figura 15 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento, en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización.

40 La figura 16 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento respectivas, en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una novena realización de la presente invención.

45 La figura 17 es un diagrama de circuitos que ilustra otra estructura de un aparato de calentamiento por inducción en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención.

50 La figura 18 es un diagrama de circuitos que ilustra otra estructura más de un aparato de calentamiento por inducción en una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención.

55 La figura 19A es una vista en sección transversal que ilustra una cocina de calentamiento por inducción convencional en un estado en el que esta está incorporada en un armario de un aparato de cocina.

60 La figura 19B es una vista en planta que ilustra la cocina de calentamiento por inducción convencional en un estado en el que esta está incorporada en el armario del aparato de cocina.

65 La figura 20 es una vista en planta que ilustra la forma de una bobina de calentamiento que se usa en una cocina de calentamiento por inducción convencional.

La figura 21 es una vista en planta que ilustra la forma de una bobina de calentamiento que se usa en una cocina de calentamiento por inducción convencional.

La figura 22 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura de un circuito inversor en una cocina de calentamiento por inducción convencional.

La figura 23 es una vista que ilustra características de frecuencia de dos bobinas de calentamiento, cuando unas tensiones diferentes se introducen en un circuito inversor, en una cocina de calentamiento por inducción convencional.

### Descripción de realizaciones

En lo sucesivo en el presente documento, con referencia a los dibujos adjuntos, se describirán unas cocinas de calentamiento por inducción que emplean aparatos de calentamiento por inducción como realizaciones de un

aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención. Además, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención no se limita a los aparatos de calentamiento por inducción que se emplean en las cocinas de calentamiento por inducción que se describirán en las siguientes realizaciones y se pretende que incluya unos aparatos de calentamiento por inducción que están estructurados sobre la base de unos conceptos técnicos equivalentes a unos conceptos técnicos que se describirán en las siguientes realizaciones y sobre la base de los sentidos comunes en la técnica en el presente campo de la técnica.

(Primera realización)

Una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una primera realización de la presente invención tiene sustancialmente la misma estructura externa que la de la cocina de calentamiento por inducción que se ha mencionado en lo que antecede, que se ha descrito con referencia a las figuras 19A y 19B, en la que su apariencia externa está constituida por una placa de arriba para colocar un objeto que ha de calentarse tal como un recipiente sobre la misma, y una porción de alojamiento que aloja, en la misma, unas bobinas de calentamiento, un circuito inversor y similares, que se describirán más adelante. La cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede se usa mediante su incorporación en un armario de un aparato de cocina o similar.

La figura 1 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura del circuito inversor y similares, en un aparato de calentamiento por inducción, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización de la presente invención. Tal como se ilustra en la figura 1, el aparato de calentamiento por inducción incluye el circuito inversor 40 al que se suministra potencia eléctrica a partir de una fuente de alimentación comercial 41 que está constituida por una fuente de tensión, una porción de control 52 que acciona y controla el circuito inversor 40, y una pluralidad de circuitos resonantes 56 y 57 que incluyen las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas y los condensadores resonantes 50 y 51 respectivos. En la figura 1, se ilustran las conexiones entre los componentes respectivos en el aparato de calentamiento por inducción.

Además, en el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, la primera bobina de calentamiento 48 y el primer condensador resonante 50 constituyen el primer circuito resonante 56, mientras que la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51 constituyen el segundo circuito resonante 57.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización está estructurada para realizar un calentamiento por inducción para una única área de calentamiento en la que se coloca un objeto que ha de calentarse, teniendo las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 unos diámetros más grande y más pequeño que son diferentes el uno del otro. El objeto que ha de calentarse que se encuentra en un área interior en la única área de calentamiento se calienta por la primera bobina de calentamiento 48 (la bobina de calentamiento con el diámetro más pequeño), mientras que el objeto que ha de calentarse que se encuentra en un área exterior se calienta por la segunda bobina de calentamiento 49 (la bobina de calentamiento con el diámetro más grande).

La figura 2 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, en el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización de la presente invención, en el que el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49. Haciendo referencia a la figura 2, una forma de onda W1 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48, mientras que una forma de onda W2 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49. Además, una forma de onda W3 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento y el valor de la suma de la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49. La forma de onda W1 y la forma de onda W2 indican unas características de frecuencia de cuando un objeto que ha de calentarse se coloca en el área de calentamiento sobre la placa de arriba, que indican características de frecuencia en un estado en el que el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de tanto la primera bobina de calentamiento 48 como la segunda bobina de calentamiento 49.

Haciendo referencia a la figura 1, la fuente de alimentación comercial 41 para suministrar potencia eléctrica al circuito inversor 40 está constituida por una fuente de alimentación de CA y está conectada con un puente de diodos 42 en el circuito inversor 40, con el fin de convertir la fuente de alimentación de CA en una fuente de alimentación de CC.

En el circuito inversor 40, un circuito de filtro 60 está conectado con los terminales de salida del puente de diodos 42, con el fin de suavizar la fuente de alimentación de CC que resulta de la rectificación de onda completa, que se emite a partir del puente de diodos 42, y, así mismo, con el fin de evitar que el ruido electromagnético que se induce por las operaciones de conmutación del circuito inversor 40 se transmita a la fuente de alimentación comercial 41. El circuito de filtro 60 está constituido por un primer condensador del filtro 43, un inductor del filtro 44, y un segundo

5 condensador del filtro 45. El primer condensador del filtro 43 y el segundo condensador del filtro 45 se proporcionan en paralelo el uno con el otro, entre una línea de bus de alto potencial (a la que se hace referencia, en lo sucesivo en el presente documento, como una línea de bus positiva) y una línea de bus de bajo potencial (a la que se hace referencia, en lo sucesivo en el presente documento, como una línea de bus negativa), que forman los terminales de salida del puente de diodos 42. Además, el inductor del filtro 44 se proporciona en la línea de bus de alto potencial, de una forma tal como para conectar el primer condensador del filtro 43 y el segundo condensador del filtro 45 el uno con el otro.

10 Un primer dispositivo de conmutación 46 y un segundo dispositivo de conmutación 47 están conectados eléctricamente, en serie, con los terminales opuestos del segundo condensador del filtro 45 que forman los terminales de salida del circuito de filtro 60, en el que un primer diodo de conducción inversa 54 está conectado en paralelo con el primer dispositivo de conmutación 46, y un segundo diodo de conducción inversa 55 está conectado en paralelo con el segundo dispositivo de conmutación 47.

15 La primera bobina de calentamiento 48 que tiene el diámetro más pequeño, y la segunda bobina de calentamiento 49 que tiene el diámetro más grande están conectadas, en sus unos extremos respectivos, con el punto de la conexión entre el primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47.

20 El primer condensador resonante 50 está conectado, en su un extremo, con el otro extremo de la primera bobina de calentamiento 48, y la primera bobina de calentamiento 48 y el primer condensador resonante 50 están conectados eléctricamente en serie el uno con el otro. Además, el segundo condensador resonante 51 está conectado, en su un extremo, con el otro extremo de la segunda bobina de calentamiento 49, y la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51 están conectados eléctricamente en serie el uno con el otro. El primer condensador resonante 50 y el segundo condensador resonante 51 están conectados, en sus otros extremos respectivos, con la línea de bus negativa.

30 En el circuito inversor 40 en el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, un condensador de amortiguamiento 53 está conectado eléctricamente, en paralelo, con el segundo dispositivo de conmutación 47, con el fin de reducir las pérdidas por conmutación que se inducen por las operaciones de conmutación (operaciones de ENCENDIDO / APAGADO) del primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47. Los terminales opuestos del condensador de amortiguamiento 53, que forman los terminales de salida del circuito inversor 40, están conectados con las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, con los condensadores resonantes 50 y 51 interpuestos entre las mismas.

35 El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se provee con la porción de control 52 para accionar y controlar el primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47. La porción de control 52 está adaptada para accionar y controlar el primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47 de una forma tal como para dar lugar a que estos realicen exclusivamente unas operaciones de ENCENDIDO / APAGADO y, además, está adaptada para controlar la frecuencia de funcionamiento y la relación de utilización (la relación entre los periodos de tiempo de ENCENDIDO y de APAGADO) del primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47, con el fin de ajustar las potencias eléctricas que se introducen en la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49.

45 A continuación, se describirán operaciones de la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede de acuerdo con la primera realización.

50 En primer lugar, se describirán operaciones del circuito inversor 40 de acuerdo con la primera realización. En el circuito inversor 40 de acuerdo con la primera realización, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento y la relación de utilización del primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47, es posible controlar la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49, en concreto la potencia eléctrica que se suministra al objeto que ha de calentarse, para que sea un valor arbitrario dentro de un determinado intervalo. En el presente caso, se hará referencia a la frecuencia de funcionamiento del primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47 como una frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40, en la siguiente descripción.

55 En los casos de cambiar la relación de utilización para controlar la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento 48 y 49, bajo una condición en la que la diferencia de potencial eléctrico entre la línea de bus positiva y la línea de bus negativa es constante, la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento 48 y 49 se maximiza, cuando la relación de utilización es de 0,5, en concreto cuando la relación entre los periodos de tiempo de ENCENDIDO y de APAGADO del primer dispositivo de conmutación 46 y el segundo dispositivo de conmutación 47 es de 1 : 1.

60 Por el contrario, la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento 48 y 49 se reduce de manera gradual, a medida que la relación de utilización se desvía con respecto al valor de 0,5 de tal modo que esta tiene un valor de 0,1 ó 0,9, por ejemplo.

65

Por otro lado, en los casos de cambiar la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 para controlar la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento 48 y 49, bajo una condición en la que la diferencia de potencial eléctrico entre la línea de bus positiva y la línea de bus negativa es constante, la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento 48 y 49 se aumenta, al hacer que la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se encuentre más cerca de la frecuencia de resonancia  $f_1$  de los circuitos resonantes 56 y 57, tal como se indica por las características de frecuencia en la figura 2.

Las formas de onda de las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2 son las de cuando la relación de utilización se establece a un valor constante de 0,5, y unas máximas potencias eléctricas se introducen en las bobinas de calentamiento 48 y 49. Por consiguiente, al hacer que cambie la relación de utilización, es posible introducir, en las bobinas de calentamiento, unas potencias eléctricas más pequeñas que las potencias eléctricas que se indican por las formas de onda de las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2.

Las formas de onda (W1, W2, W3) que se indican en la figura 2 son unas curvas características de cuando un objeto que ha de calentarse se coloca en el área de calentamiento que está orientada tanto hacia la primera bobina de calentamiento 48 como hacia la segunda bobina de calentamiento 49. En la figura 2, se ilustran unas curvas características que indican las relaciones entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49.

Haciendo referencia a la figura 2, la forma de onda W1 representa una característica de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48, y la forma de onda W2 representa una característica de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49. Además, la forma de onda W3 representa una característica de frecuencia que indica el valor de la suma de la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49.

Cuando un recipiente como un único objeto que ha de calentarse se calienta por las dos bobinas de calentamiento 48 y 49, la potencia eléctrica que se suministra al recipiente tiene un valor igual al valor de la suma de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49. Por consiguiente, la potencia eléctrica que se indica por la forma de onda W3 que se ilustra en la figura 2 representa la potencia eléctrica total que se suministra al recipiente como el objeto que ha de calentarse.

Cuando la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 cae en un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que está constituido por la primera bobina de calentamiento 48 y el primer condensador resonante 50 y, así mismo, cae en un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que está constituido por la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se baja de manera gradual, ambas de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 se aumentan de manera gradual. Haciendo referencia a la figura 2, el intervalo de frecuencias que es más alto que la frecuencia de resonancia del primer circuito de resonancia 56 y también es más alto que la frecuencia de resonancia del segundo circuito de resonancia 57 se indica mediante sombreado de rayas, en el que el intervalo que se indica por este sombreado de rayas es un intervalo de funcionamiento. En las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2, tanto la frecuencia de resonancia del primer circuito de resonancia 56 como la frecuencia de resonancia del segundo circuito de resonancia 57 son coincidentes con una frecuencia  $f_1$ .

Al establecer la frecuencia de funcionamiento en el intervalo de funcionamiento que se ha mencionado en lo que antecede, se determina el valor de la suma de la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 y la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49, y el valor de esta suma se aumenta con una frecuencia de funcionamiento decreciente. Por consiguiente, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 dentro del intervalo de funcionamiento, es posible ajustar con precisión y facilidad la potencia eléctrica que se suministra al recipiente como el objeto que ha de calentarse.

La cocina de calentamiento por inducción está adaptada para realizar una detección en lo que respecta a si un objeto que ha de calentarse se está colocando o no en el área de calentamiento sobre la placa de arriba por encima de las bobinas de calentamiento y, así mismo, está adaptada para realizar una determinación en lo que respecta a qué material forma el objeto que ha de calentarse colocado sobre la misma, sobre la base de la relación entre las intensidades eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento y la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor. Con el fin de realizar la detección y la determinación, es necesario que la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las intensidades eléctricas de entrada se haya captado con una precisión más alta, por adelantado. Además, en la cocina de calentamiento por inducción, en los casos de seleccionar una frecuencia de funcionamiento adecuada para las características de carga de los objetos que han de calentarse para accionar la misma, y en los casos de suministrar una potencia eléctrica constante para calentar unos objetos que han de calentarse de diversos tipos, de forma similar, se desea que la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor se ajuste con precisión.

Con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, tal como se ha descrito en lo que antecede, la relación entre la potencia eléctrica de calentamiento y la frecuencia de funcionamiento se simplifica debido al uso de un determinado intervalo de funcionamiento y, por lo tanto, puede normalizarse con facilidad. Por lo tanto, es posible realizar una detección y las determinaciones en lo que respecta a los objetos que han de calentarse, con una precisión más alta, sobre la base de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las intensidades eléctricas introducidas. Esto habilita realizar unas operaciones de calentamiento apropiadas en unos estados deseados.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización está adaptada para facilitar la normalización de la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento, a través del uso de un determinado intervalo (intervalo de funcionamiento). Por consiguiente, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, es posible realizar, en cualquier momento, un calentamiento por inducción apropiado de acuerdo con las cargas, mediante la aplicación de este a un dispositivo de cocción que ha de someterse a unas fluctuaciones de carga importantes.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, incluso a pesar de que las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 están controladas, el número de los dispositivos de conmutación 46 y 47 en el circuito inversor no es diferente del número de dispositivos de conmutación en un circuito inversor convencional y, por lo tanto, las intensidades eléctricas pueden controlarse a través de los dos dispositivos de conmutación. Por lo tanto, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización puede controlarse con facilidad y, así mismo, tiene una estructura de circuito simple y, por lo tanto, tiene una estructura económica que no comporta aumento alguno del coste de fabricación, a la vez que tiene unas funciones sofisticadas.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización está estructurada para accionar el circuito inversor 40 en un intervalo de frecuencias (un intervalo de funcionamiento) que es más alto que la frecuencia de resonancia de los circuitos de resonancia 56 y 57, tal como se ha descrito en lo que antecede. Por consiguiente, en el circuito inversor 40, la fase de la corriente eléctrica está retardada con respecto a la fase de la tensión, de tal modo que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los dispositivos de conmutación 46 y 47, en el instante de las transiciones de los dispositivos de conmutación 46 y 47 de un estado de conducción (ENCENDIDO) a un estado de no conducción (APAGADO). Se da lugar a que las intensidades eléctricas que fluyen en el instante de las transiciones fluyan a través del condensador de amortiguamiento 53, de tal modo que el condensador de amortiguamiento 53 acumula y descarga cargas eléctricas en el mismo y a partir del mismo. Por lo tanto, debido a tales operaciones de carga y de descarga del condensador de amortiguamiento 53, las tensiones entre ambos extremos de los dispositivos de conmutación 46 y 47 se cambian de manera estable con una relación de cambio constante mantenida. Esto da como resultado la reducción de la pérdida por conmutación en cada dispositivo de conmutación 46 y 47, que se determina mediante el producto de la tensión y la corriente eléctrica en el dispositivo de conmutación 46, 47. Por consiguiente, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización forma un dispositivo de cocción que ahorra energía que tiene una eficiencia de conversión de potencia eléctrica más alta. Además, debido a la provisión del condensador de amortiguamiento 53 tal como se ha descrito en lo que antecede, es posible reducir las pérdidas por conmutación en los dispositivos de conmutación 46 y 47, lo que habilita la simplificación de una estructura de disipación de calor para los dispositivos de conmutación 46 y 47.

(Segunda realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización tiene sustancialmente la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, en términos de las operaciones de control de un circuito inversor. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

La figura 3 y la figura 4 son unos diagramas de características de frecuencia que indican la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49, en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización. En la figura 3 y la figura 4, el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49.

En las características de frecuencia que se ilustran en la figura 3, una forma de onda W1 y una forma de onda W2 representan características de frecuencia en un estado en el que un objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de tanto la primera bobina de calentamiento 48 como la segunda bobina de calentamiento 49, de forma similar a las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2. Una forma de onda W4 en la figura 3 representa una característica de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49, cuando no se encuentra objeto que ha de calentarse por encima de la segunda bobina de calentamiento 49.

A continuación, con referencia a las características de frecuencia que se ilustran en la figura 3, se describirán operaciones de control en el circuito inversor en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización está estructurada para calentar un objeto que ha de calentarse, tal como un único recipiente, que se coloca en el área de calentamiento, por las dos bobinas de calentamiento 48 y 49, en la que la primera bobina de calentamiento 48 se encuentra justo por debajo de un lado interior del área de calentamiento de la placa de arriba, y la segunda bobina de calentamiento 49 se encuentra justo por debajo de un lado exterior del área de calentamiento de la placa de arriba, de forma similar a la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización. En la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede de acuerdo con la segunda realización, cuando un recipiente como un objeto que ha de calentarse se coloca en el área de calentamiento de la placa de arriba, el recipiente se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 48, pero este recipiente puede no encontrarse por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, dependiendo del tamaño de este recipiente.

Cuando el recipiente no se encuentra por encima de la segunda bobina de calentamiento 49 y, por lo tanto, no hay acoplamiento magnético alguno entre la segunda bobina de calentamiento 49 y el recipiente, la segunda bobina de calentamiento 49 tiene una resistencia eléctrica R disminuida entre ambos extremos de la misma y, así mismo, tiene una inductancia L aumentada de la misma, en comparación con las de cuando hay un acoplamiento magnético entre las mismas.

Por consiguiente, la frecuencia de resonancia  $f_{LC}$  se baja, sobre la base de la relación que se indica por la ecuación (1) que se ha mencionado en lo que antecede. Por consiguiente, tal como se indica en la figura 3, cuando no hay acoplamiento magnético alguno entre la segunda bobina de calentamiento 49 y el recipiente, la frecuencia de resonancia  $f_4$  (la forma de onda W4) es más baja que la frecuencia de resonancia  $f_1$  de cuando hay un acoplamiento magnético entre las mismas.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, el circuito inversor 40 está controlado, de tal modo que este funciona en un intervalo de frecuencias (un intervalo de funcionamiento) que es más alto que la frecuencia de resonancia  $f_1$ , de forma similar a como es en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización. Por lo tanto, la frecuencia de resonancia  $f_4$  en la forma de onda W4 se desvía con respecto a la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40.

Tal como se ilustra en la figura 3, cuando un recipiente se encuentra por encima de tanto la primera bobina de calentamiento 48 como la segunda bobina de calentamiento 49, tal como se indica por la forma de onda W1 (la primera bobina de calentamiento 48) y la forma de onda W2 (la segunda bobina de calentamiento 49), la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 es más grande que la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 (véase una diferencia de potencial eléctrico V1 en la figura 3).

Por otro lado, cuando un recipiente se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 48 pero el recipiente no está colocado por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, existen la forma de onda W1 (la característica de frecuencia de la primera bobina de calentamiento 48) y la forma de onda W4 (la característica de frecuencia de la segunda bobina de calentamiento 49). En los casos en los que se muestran tales características de frecuencia, cuando el intervalo de funcionamiento de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se establece para que sea un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_1$ , la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 es más pequeña que la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 (véase una diferencia de potencial eléctrico V2 en la figura 3).

Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, debido a que el circuito inversor 40 se acciona en un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_1$ , es posible bajar de manera automática la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 por encima de la cual no se encuentra el objeto que ha de calentarse, sin la necesidad de un control complicado, a la vez que se mantiene la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 por encima de la cual se encuentra el objeto que ha de calentarse.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, el circuito inversor 40 se acciona y se controla tal como se ha descrito en lo que antecede, lo que disminuye la corriente eléctrica en la segunda bobina de calentamiento 49 que no contribuye al calentamiento debido a que el objeto que ha de calentarse

no se encuentra por encima de la misma. Por lo tanto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, es posible suprimir en gran medida las pérdidas por conducción que se inducen por la corriente eléctrica que se hace que fluya a través del hilo de bobina en la segunda bobina de calentamiento 49, mejorando de ese modo la eficiencia térmica.

5 Además, cuando el objeto que ha de calentarse no está colocado por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, la segunda bobina de calentamiento 49 tiene una resistencia R significativamente reducida entre ambos extremos de la misma, lo que aumenta el factor Q del segundo circuito resonante 57 (véase la figura 1) que está constituido por la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51. Como resultado de esto, la característica de frecuencia en relación con la segunda bobina de calentamiento 49 se vuelve igual a la característica de frecuencia que se indica por la forma de onda W4 en la figura 3, y la potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49 se ve aumentada de manera significativa alrededor de la frecuencia de resonancia f4. Esta potencia eléctrica aumentada se genera debido a la ausencia de acoplamiento magnético entre la segunda bobina de calentamiento 49 y el objeto que ha de calentarse, y la mayor parte de la energía que se genera en este caso se consume por la resistencia específica del hilo de bobina en la segunda bobina de calentamiento 49, induciendo de ese modo las pérdidas por conducción.

Si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor es aproximadamente la frecuencia resonante f4 en la forma de onda W4 que se ilustra en la figura 3, una corriente eléctrica excesiva fluye a través del circuito inversor tal como se ha descrito en lo que antecede, destruyendo de ese modo el circuito inversor. Por lo tanto, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, el intervalo de funcionamiento de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se establece para que sea un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia f1 de cuando el objeto que ha de calentarse está colocado por encima de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49, lo que puede suprimir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49 cuando el objeto que ha de calentarse no está colocado por encima de la segunda bobina de calentamiento 49. Esto puede evitar ciertamente que el circuito inversor 40 se destruya.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, cuando el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 48 pero no se encuentra por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, es posible reducir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49 que no contribuye al calentamiento, lo que da como resultado la reducción de los campos magnéticos con fugas, suprimiendo de ese modo el ruido electromagnético que se ejerce sobre otros aparatos y similares.

A continuación, se describirán operaciones de control en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, en el caso de las características de frecuencia que se ilustran en la figura 4.

En las características de frecuencia que se ilustran en la figura 4, una forma de onda W1 y una forma de onda W2 representan características de frecuencia en un estado en el que un objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de tanto la primera bobina de calentamiento 48 como la segunda bobina de calentamiento 49, de forma similar a las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2 y la figura 3. Una forma de onda W5 en la figura 4 representa una característica de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49, cuando un objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 48 pero el objeto que ha de calentarse se encuentra solo en una porción de la misma por encima de la segunda bobina de calentamiento 49. En concreto, la forma de onda W5 representa una característica de frecuencia de cuando está colocado, por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, un objeto que ha de calentarse que es ligeramente más grande que el diámetro interior de la segunda bobina de calentamiento 49 pero es más pequeño que el diámetro exterior de la segunda bobina de calentamiento 49.

En el estado que se indica por la forma de onda W5, la segunda bobina de calentamiento 49 está magnéticamente acoplada con una porción del objeto que ha de calentarse, de tal modo que la frecuencia de resonancia f5 en la forma de onda W5 que se ilustra en la figura 4 es una frecuencia que es ligeramente más alta que la frecuencia de resonancia f4 en la forma de onda W4 que se ilustra en la figura 3 que se ha descrito en lo que antecede. No obstante, incluso en el estado de la forma de onda W5, el acoplamiento magnético entre el objeto que ha de calentarse y la segunda bobina de calentamiento 49 se encuentra aún a un nivel más bajo, y el segundo circuito resonante 57 tiende a tener un factor Q más alto.

En el estado que se indica por la forma de onda W5, una potencia eléctrica se suministra a la segunda bobina de calentamiento 49 que está magnéticamente acoplada con una porción del objeto que ha de calentarse, de tal modo que la diferencia de potencia eléctrica V3 entre la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 y la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 es más pequeña que una diferencia de potencias eléctricas V2 (véase la figura 3). No obstante, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, es posible ofrecer el efecto de reducir la potencia eléctrica que se

suministra a la segunda bobina de calentamiento 49, de forma similar a como es en los casos en los que no se coloca objeto que ha de calentarse alguno por encima de la segunda bobina de calentamiento 49.

5 La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización se ha descrito, en lo que respecta a las operaciones y efectos de la misma, en los casos en los que no se coloca objeto que ha de calentarse alguno por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, en el supuesto de que se caliente un recipiente (una olla) más pequeño que el diámetro de la segunda bobina de calentamiento 49.

10 Con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, es posible ofrecer efectos, en casos que no sean los casos en los que una olla con un diámetro más pequeño, como un objeto que ha de calentarse, se coloca sobre la misma. Por ejemplo, en los casos en los que un recipiente como un objeto que ha de calentarse tiene una concavidad hacia dentro en el centro de su fondo de recipiente, la distancia entre este recipiente y la primera bobina de calentamiento 48 es más grande que la distancia entre este recipiente y la segunda bobina de calentamiento 49. En este caso, el acoplamiento magnético entre este recipiente y la primera bobina de calentamiento 48 es más pequeño que el acoplamiento magnético entre este recipiente y la segunda bobina de calentamiento 49. En este caso, de forma similar, se baja la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 que tiene el acoplamiento magnético más pequeño con la misma.

20 Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se establece de tal modo que esta cae dentro de un intervalo de frecuencias más alto que cualquiera de las frecuencias de resonancia  $f_1$  de cuando un objeto que ha de calentarse está colocado por encima de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49. Por lo tanto, cuando el acoplamiento magnético entre la primera bobina de calentamiento 48 y el objeto que ha de calentarse es débil, de forma similar, es posible reducir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 48, lo que logra una estructura capaz de evitar ciertamente la destrucción del circuito inversor 40 y, así mismo, capaz de mejorar la eficiencia térmica.

30 En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, la fuente de alimentación para los dispositivos de conmutación 46 y 47 en el circuito inversor 40 está constituida por una fuente de tensión, y si se realiza una operación de transición para dar lugar a una transición del primer dispositivo de conmutación 46 o el segundo dispositivo de conmutación 47 en el circuito inversor 40 de un estado de ENCENDIDO a un estado de APAGADO, se da lugar a que las intensidades eléctricas de alta frecuencia que se ha hecho que fluyan a través de las bobinas de calentamiento 48 y 49 hasta justo antes de la operación de conmutación (la operación de APAGADO) fluyan a través del condensador de amortiguamiento 53, debido a que el condensador de amortiguamiento 53 está conectado, en paralelo, con el segundo dispositivo de conmutación 47. Como resultado de esto, se da lugar a que el condensador de amortiguamiento 53 realice unas operaciones de carga y de descarga.

40 La tensión que se aplica al segundo dispositivo de conmutación 47 es igual a la tensión entre ambos extremos del condensador de amortiguamiento 53 y, por lo tanto, la tensión que se aplica al segundo dispositivo de conmutación 47 se cambia con una pendiente constante que se determina mediante la constante de tiempo del condensador de amortiguamiento 53 y, por lo tanto, no se cambia de manera abrupta. En concreto, es posible evitar la aparición de unas tensiones excesivas y unas intensidades eléctricas excesivas en el segundo dispositivo de conmutación 47.

45 Esto da como resultado la reducción del valor del producto de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través del segundo dispositivo de conmutación 47 y la tensión que se aplica al segundo dispositivo de conmutación 47, reduciendo de ese modo las pérdidas por conmutación que se inducen por las operaciones de conmutación del segundo dispositivo de conmutación 47.

50 Además, la tensión que se aplica al primer dispositivo de conmutación 46 tiene un valor igual al valor de la diferencia de potencial eléctrico entre la línea de bus positiva y la línea de bus negativa menos la tensión entre ambos extremos del condensador de amortiguamiento 53 y, por lo tanto, la tensión que se aplica al primer dispositivo de conmutación 46 se cambia con una pendiente constante y no se cambia de manera abrupta, de forma similar a la tensión que se aplica al segundo dispositivo de conmutación 47.

55 En el circuito inversor 40, con el fin de realizar unas operaciones de conmutación (operaciones de APAGADO) dentro de unos periodos de tiempo durante los cuales fluyen unas intensidades eléctricas a través de los dispositivos de conmutación 46 y 47, es necesario realizar las operaciones de conmutación (las operaciones de APAGADO) antes que las apariciones de inversiones de las intensidades eléctricas que fluyen a través de los circuitos resonantes 56 y 57 que incluyen las bobinas de calentamiento 48 y 49 debido a la resonancia. Con el fin de conseguir esto, es necesario establecer la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 para que sea más alta que las frecuencias de resonancia.

65 Si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 es una frecuencia más baja que tanto la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 como la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57, las operaciones de conmutación (las operaciones de APAGADO) deberían realizarse, dentro de unos periodos de

tiempo durante los cuales se hace que fluyan las intensidades eléctricas que fluyen a través de los circuitos resonantes 56 y 57 a través de los diodos de conducción inversa 54 y 55 que están conectados en paralelo con los dispositivos de conmutación 46 y 47. Esto hace imposible reducir las pérdidas por conmutación en los dispositivos de conmutación 46 y 47.

Además, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 cae en un intervalo de frecuencias entre la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que está constituido por la primera bobina de calentamiento 48 y el primer condensador resonante 50 y la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que está constituido por la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51, esto inducirá problemas tal como sigue.

En el único circuito resonante para el que el circuito inversor 40 se acciona a una frecuencia más alta que la frecuencia de resonancia del mismo, las operaciones de conmutación (operaciones de APAGADO) se realizan, en un estado en el que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los dispositivos de conmutación y, por lo tanto, en un estado preferible. No obstante, en el otro circuito resonante para el que el circuito inversor 40 se acciona a una frecuencia más baja que la frecuencia de resonancia del mismo, las operaciones de conmutación (las operaciones de APAGADO) deberían realizarse en un estado en el que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los diodos de conducción inversa que están conectados de forma inversa en paralelo con los dispositivos de conmutación, lo que hace imposible reducir las pérdidas por conmutación.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, se hace que fluya la suma de las intensidades eléctricas en los dos circuitos resonantes 56 y 57 a través del circuito inversor 40. Por lo tanto, en un estado en el que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los dos circuitos resonantes 56 y 57, si la corriente eléctrica que fluye a través del circuito resonante que tiene la frecuencia de resonancia más baja es más grande que la corriente eléctrica que fluye a través del circuito resonante que tiene la frecuencia de resonancia más alta, las operaciones de conmutación (las operaciones de APAGADO) deberían realizarse a la vez que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los dispositivos de conmutación. En este caso, es posible suprimir las pérdidas por conmutación que se inducen en los dispositivos de conmutación.

No obstante, en el caso opuesto en el que la corriente eléctrica que fluye a través del circuito resonante que tiene la frecuencia de resonancia más baja es más pequeña que la corriente eléctrica que fluye a través del circuito resonante que tiene la frecuencia de resonancia más alta, las operaciones de conmutación deberían realizarse en un estado en el que fluyen unas intensidades eléctricas a través de los diodos de conducción inversa. Por consiguiente, si pueden realizarse, o no, operaciones de una forma tal como para suprimir las pérdidas por conmutación depende de diversos tipos de parámetros acerca de la pluralidad de circuitos resonantes, lo que hace difícil realizar de manera estable operaciones de una forma tal como para suprimir las pérdidas por conmutación.

Por lo tanto, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización está estructurada de tal modo que la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 cae en un intervalo que es más alto que tanto la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que está constituido por la primera bobina de calentamiento 48 y el primer condensador resonante 50 como la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que está constituido por la segunda bobina de calentamiento 49 y el segundo condensador resonante 51. Con esta estructura, es posible realizar unas operaciones de conmutación (operaciones de APAGADO), en un estado en el que se hace que fluyan la totalidad de las intensidades eléctricas que fluyen a través de los circuitos resonantes 56 y 57 a través de los dispositivos de conmutación 46 y 47, reduciendo de ese modo las pérdidas por conmutación debido a las operaciones de conmutación.

Además, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización, es posible suprimir los cambios abruptos en las tensiones que se aplican a los dispositivos de conmutación, lo que puede suprimir la aparición de ruido electromagnético. Esto puede eliminar la necesidad de la provisión de los componentes que se requiere para las medidas para la supresión del ruido electromagnético, reduciendo de ese modo el coste que se requiere para tales componentes. Además, la descripción acerca de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización sigue siendo completamente válida cuando la relación de utilización es de 0,5, pero esta no puede ser válida con una probabilidad más alta, a medida que la relación de utilización se disminuye o se aumenta a partir del mismo. Por ejemplo, incluso cuando la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 es más alta que las frecuencias de resonancia de los circuitos resonantes 56 y 57, a medida que la relación de utilización se desvía con respecto al valor de 0,5, las intensidades eléctricas que fluyen a través de los dispositivos de conmutación que tienen unos periodos de tiempo de conmutación (periodos de tiempo de ENCENDIDO) más prolongados pueden cambiar a un estado de conducción de diodo con una probabilidad más alta. Por consiguiente, las operaciones de control en el circuito inversor 40 en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización no pueden ser válidas para todas las relaciones de utilización.

No obstante, las operaciones de control en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización son unos determinados medios y, así mismo, son un medio efectivo, por lo menos cuando la relación de utilización es de 0,5, en concreto en un intervalo en el que fluyen unas intensidades eléctricas más grandes para inducir unas pérdidas por conmutación más grandes.

(Tercera realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización tiene sustancialmente la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, en términos de las operaciones de control de un circuito inversor. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 tiene un valor diferente del valor de la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49. La presente realización es diferente de las realizaciones primera y segunda que se han mencionado en lo que antecede, ya que el primer circuito resonante 56 y el segundo circuito resonante 57 tienen unas frecuencias de resonancia diferentes.

La figura 5, la figura 6 y la figura 7 son unos diagramas de características de frecuencia que representan las relaciones entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización. En la figura 5, la figura 6 y la figura 7, el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49.

La figura 5, la figura 6 y la figura 7 ilustran características de frecuencia de cuando está colocado, en un área de calentamiento por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, un recipiente como un objeto que ha de calentarse que tiene un diámetro más grande que el diámetro de la segunda bobina de calentamiento 49 en el exterior de la primera bobina de calentamiento 48. Haciendo referencia a la figura 5, la figura 6 y la figura 7, una forma de onda W2 indica una característica de frecuencia en un estado en el que el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, de forma similar a las características de frecuencia que se ilustran en la figura 2.

Con referencia a las características de frecuencia que se ilustran en las figuras 5, 6 y 7, se describirán operaciones de control en el circuito inversor en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización.

La figura 5 ilustra las relaciones entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, cuando se hace que la frecuencia de resonancia  $f_6$  (una forma de onda W6) del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y la frecuencia de resonancia  $f_2$  (la forma de onda W2) del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49 tengan unos valores diferentes.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, como un intervalo de funcionamiento de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40, se emplea un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia lo más alta. En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, el circuito inversor 40 se acciona en un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_2$ , que es la frecuencia de resonancia más alta de entre las dos frecuencias de resonancia. Esto puede ofrecer efectos de la presente invención.

El diagrama de características de frecuencia que se ilustra en la figura 6 indica efectos de las diferentes frecuencias de resonancia de la pluralidad de circuitos resonantes. Haciendo referencia a la figura 6, la forma de onda W2 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49, y una forma de onda W7 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, en primer lugar, con el fin de dar lugar a que los circuitos resonantes 56 y 57 respectivos tengan unos valores de frecuencia de resonancia diferentes, se cambian las capacidades del primer condensador resonante 50 y el segundo condensador resonante 51 que constituyen los circuitos resonantes 56 y 57 respectivos que incluyen las bobinas de calentamiento 48 y 49. Es obvio, a partir de la ecuación (1) que se ha mencionado en lo que antecede, que las frecuencias de resonancia

pueden cambiarse al hacer que cambien las capacidades de los condensadores resonantes 50 y 51 tal como se ha descrito en lo que antecede.

Las características de frecuencia en relación con las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49, las potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento mediante el accionamiento del circuito inversor 40 a una determinada frecuencia desviada con respecto a las frecuencias de resonancia, y similares, en concreto las características de frecuencia que se representan por la forma de onda W2, la forma de onda W7 y similares en la figura 6, se determinan mediante las formas de las bobinas de calentamiento 48 y 49, el estado del acoplamiento magnético entre las bobinas de calentamiento 48 y 49 y el objeto que ha de calentarse (el recipiente), y similares. Por lo tanto, es extremadamente difícil diseñar, por adelantado, las bobinas de calentamiento 48 y 49 de tal modo que estas muestren unas características de frecuencia deseadas.

No obstante, en los casos en los que puede obtenerse una determinada característica de frecuencia (por ejemplo, la forma de onda W7 en relación con la primera bobina de calentamiento 48 que se ilustra en la figura 6), es posible cambiar la frecuencia de resonancia ( $f_7$ ) en esta característica de frecuencia, al hacer que cambie la capacidad del condensador resonante (51).

Por consiguiente, por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 6, cuando la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 tiene una característica que se representa por la forma de onda W7, y la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 tiene una característica que se representa por la forma de onda W2, hay una diferencia de potencial eléctrico V4 entre la forma de onda W2 y la forma de onda W7, en un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_2$  en la forma de onda W2. No obstante, cuando se desea que la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 se disminuya, es posible dar lugar a un cambio de la forma de onda W7 a una forma de onda W8 (la frecuencia de resonancia  $f_8$  es más pequeña que  $f_7$ ), mediante el aumento de la capacidad del primer condensador resonante 50 en el primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48. Como resultado de esto, en los casos en los que el circuito inversor 40 se acciona a la misma frecuencia, la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 se disminuye, dando como resultado de ese modo una diferencia de potencias eléctricas V5 aumentada ( $V_5 > V_4$ ), en comparación con la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento.

Al establecer las frecuencias de resonancia de los circuitos resonantes 56 y 57 para que sean unos valores diferentes, tal como se ha descrito en lo que antecede, es posible establecer la diferencia entre las potencias eléctricas para las dos bobinas de calentamiento 48 y 49, y la relación de potencias eléctricas entre las mismas, con independencia de las características de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49. Por consiguiente, en la tercera realización, es posible proporcionar una cocina de calentamiento por inducción que tiene un grado más alto de flexibilidad en el diseño.

Como efectos de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, por ejemplo, es posible calentar de manera uniforme los objetos que han de calentarse sin inducir irregularidad, mediante el ajuste de la relación de las potencias eléctricas que se introducen en el objeto que ha de calentarse a partir de las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas. Esto da como resultado la provisión de una cocina de calentamiento por inducción con una excelente facilidad de uso.

Además, al hacer que cambien las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento 48 y 49, se cambian las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas. Por lo tanto, por ejemplo, cuando la primera bobina de calentamiento 48 que se proporciona en el interior de la segunda bobina de calentamiento 49 genera una gran cantidad de calor y, por lo tanto, es difícil enfriar la primera bobina de calentamiento 48, es posible disminuir la potencia eléctrica que se suministra al objeto que ha de calentarse a partir de la primera bobina de calentamiento 48 para disminuir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 48, suprimiendo de ese modo las subidas de temperatura en la primera bobina de calentamiento 48. Como resultado de esto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, es posible enfriar las bobinas de calentamiento a través de unos ajustes de la relación de potencias eléctricas entre las mismas, proporcionando de ese modo un dispositivo de cocción con una excelente fiabilidad.

Además, en los casos de reducir la potencia eléctrica que se suministra al objeto que ha de calentarse a partir de la primera bobina de calentamiento 48, tal como se ha descrito en lo que antecede, si no se desea que la suma de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 se cambie, es necesario establecer la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 para que sea ligeramente más baja.

La figura 7 ilustra un caso en el que la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48 (una forma de onda W9) es más grande que la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49 (la forma de onda W2). En un caso de este tipo, de forma similar, al dar lugar a que las frecuencias de resonancia de los circuitos resonantes 56 y 57 respectivos que incluyen las bobinas de calentamiento 48 y 49 tengan unos valores diferentes ( $f_2, f_9$ ), es posible establecer la diferencia de potencia

eléctrica V6 entre la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 para que sea un valor deseado, dando lugar de ese modo a que la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 tenga un valor deseado.

5 Por consiguiente, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, con independencia de las características de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 que se determinan mediante sus diámetros y formas, es posible ajustar la relación entre las potencias eléctricas para la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 a una frecuencia de funcionamiento previamente determinada, al hacer que cambie la capacidad del primer condensador resonante 50, por ejemplo, para cambiar la frecuencia de resonancia del mismo.

Además, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, también es posible ofrecer los mismos efectos, al hacer que cambie la capacidad del segundo condensador resonante 51, así como al hacer que cambie la capacidad del primer condensador resonante 50.

15 Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización, en los casos de diseñar de manera preliminar las bobinas de calentamiento 48 y 49 de tal modo que estas muestren unas características de frecuencia deseadas cuando las bobinas de calentamiento 48 y 49 están magnéticamente acopladas con un objeto que ha de calentarse representativo (un recipiente), a la vez que se fijan las capacidades del primer condensador resonante 50 y el segundo condensador resonante 51, es posible ofrecer los mismos efectos, por lo menos cuando se calientan el objeto que ha de calentarse representativo y un objeto que ha de calentarse que tiene unas propiedades similares a las mismas.

Además, a pesar de que la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización se ha descrito, con respecto a un caso en el que la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 se disminuye, también es posible aumentar la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 al hacer que cambien las características, de forma similar. En concreto, en los casos de cambiar la capacidad del primer condensador resonante 50 o el segundo condensador resonante 51 en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización de la presente invención, no hay necesidad alguna de fabricar la pluralidad de bobinas de calentamiento de una forma tal como para ajustar de manera preliminar sus características, y es posible cambiar con facilidad y precisión la relación de las potencias eléctricas que pueden introducirse en la pluralidad de bobinas de calentamiento, en un estado montado. Por el contrario, en los casos de no cambiar la capacidad ni del primer condensador resonante 50 ni del segundo condensador resonante 51 en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la tercera realización de la presente invención, es posible diseñar de manera preliminar las bobinas de calentamiento 48 y 49 para un objeto que ha de calentarse representativo, lo que elimina la necesidad de proporcionar un medio para cambiar la capacidad del primer condensador resonante 50 o el segundo condensador resonante 51, habilitando de ese modo estructurar la cocina de calentamiento por inducción con unos costes inferiores.

40 (Cuarta realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización tiene sustancialmente la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, en términos de las operaciones de control de un circuito inversor. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

55 La figura 8 es un diagrama de características de frecuencia que representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento respectivas, en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización. En la figura 8, el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49.

Haciendo referencia a la figura 8, la frecuencia de resonancia ( $f_{10}$ ) de un primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 es más baja que la frecuencia de resonancia ( $f_2$ ) de un segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49. Además, el pico (la máxima potencia eléctrica a la frecuencia de resonancia  $f_{10}$ ) de la máxima potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 (una forma de onda  $W_{10}$ ) es más pequeña que el pico (la máxima potencia eléctrica a la

frecuencia de resonancia  $f_2$ ) de la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 (una forma de onda W2). La cuarta realización es diferente de las realizaciones primera a tercera que se han mencionado en lo que antecede, en términos de los hechos que se han mencionado en lo que antecede. Haciendo referencia a la figura 8, una forma de onda W11 representa, en la forma de una forma de onda, el valor de la suma de las características de frecuencia que se representan por la forma de onda W2 y la forma de onda W10. La frecuencia de resonancia  $f_{11}$  en la característica de frecuencia que se representa por la forma de onda 11 es más baja que la frecuencia de resonancia  $f_2$  en la forma de onda W2. Por consiguiente, cualquier intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_2$  en la forma de onda W2 es por norma un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_{11}$  en esta forma de onda W11.

Con referencia a las características de frecuencia que se ilustran en la figura 8, se describirán operaciones de control en el circuito inversor en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización.

La pérdida por conducción en una bobina de calentamiento se induce por la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la bobina de calentamiento y la resistencia específica del hilo de bobina en la bobina de calentamiento. La pérdida por conducción [potencia eléctrica: W] es proporcional al cuadrado de la corriente eléctrica. Con el fin de reducir la pérdida por conducción en la bobina de calentamiento, es efectivo reducir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la bobina de calentamiento. Para conseguir esto, es necesario aumentar la resistencia R de la bobina de calentamiento por encima de la cual se encuentra un objeto que ha de calentarse. Existe la relación que se expresa por la siguiente ecuación (2), entre la máxima potencia eléctrica P y la tensión E de la fuente de alimentación.

[Ecuación 2]

$$P = E^2 / R \quad (2)$$

Por lo tanto, si la resistencia R de la bobina de calentamiento se aumenta en un estado en el que un objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la bobina de calentamiento, esto aumenta la dificultad en la introducción de potencia eléctrica en esta bobina de calentamiento.

Con el fin de disminuir las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento, con el fin de potenciar el acoplamiento magnético entre las bobinas de calentamiento y el objeto que ha de calentarse, y con el fin de introducir una potencia eléctrica en las bobinas de calentamiento diseñadas para tener tales resistencias R aumentadas, es necesario accionar el circuito inversor alrededor de las frecuencias de resonancia en las que la introducción de la potencia eléctrica en las mismas es más sencilla.

Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización, el circuito inversor 40 se acciona alrededor de la frecuencia de resonancia  $f_2$  de la segunda bobina de calentamiento 49 en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, lo que habilita diseñar la bobina de calentamiento para tener una resistencia R más grande. Por lo tanto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización, es posible hacer que fluya una corriente eléctrica lo más pequeña posible a través de la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, en concreto la bobina de calentamiento a través de la cual debería hacerse que fluyera una corriente eléctrica más grande, asegurando de ese modo la potencia eléctrica deseada. Por lo tanto, en la cuarta realización, es posible realizar unas operaciones de control capaces de reducir las pérdidas por conducción en las bobinas de calentamiento, con la cocina de calentamiento por inducción que incluye las bobinas de calentamiento diseñadas para tener unas resistencias R más grandes.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización, el intervalo de funcionamiento del circuito inversor se establece para que sea un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia  $f_2$  de la segunda bobina de calentamiento 49 en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, lo que puede ofrecer los mismos efectos que los efectos que se han descrito en las realizaciones primera a tercera que se han mencionado en lo que antecede, habilitando de ese modo un calentamiento por inducción apropiado de acuerdo con las cargas.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización, en particular, cuando la relación de utilización de las operaciones de conmutación de los dispositivos de conmutación 46 y 47 se encuentra cerca de 0,5, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se encuentra más cerca de la frecuencia de resonancia ( $f_2$ ), las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de los dispositivos de conmutación 46 y 47 justo antes de las operaciones de los dispositivos de conmutación 46 y 47 (justo antes de las operaciones de APAGADO) son más pequeñas, lo que puede suprimir las pérdidas por conmutación.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la cuarta realización está adaptada para que se accione por el circuito inversor 40 que incluye los dispositivos de conmutación 46 y 47 comunes para las dos bobinas de calentamiento 48 y 49. La proporción de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49, en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, con respecto a las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de los dispositivos de conmutación 46 y 47 respectivos es más alta. Por lo

tanto, al establecer la frecuencia de funcionamiento para que sea aproximadamente la frecuencia de resonancia  $f_2$  del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49 en la que se introduce una potencia eléctrica más grande, es posible reducir las pérdidas por conmutación que se inducen en el instante de las operaciones de los dispositivos de conmutación 46 y 47.

5

(Quinta realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización tiene sustancialmente la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, en términos de las operaciones de control de un circuito inversor y la estructura de las bobinas de calentamiento. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

10

15

20

La figura 9 es una vista en planta que ilustra la forma general de las bobinas de calentamiento en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización.

25

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, la relación entre los valores de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 que se ilustra en la figura 9 tiene un valor que se corresponde con las áreas respectivas ( $S_a$ ,  $S_b$ ) de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 que están orientadas hacia el objeto que ha de calentarse.

30

A continuación, se describirán operaciones de control en el circuito inversor en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización.

35

40

Haciendo referencia a la figura 9, en un estado en el que el objeto que ha de calentarse está colocado por encima de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49, se supone que el área de la primera bobina de calentamiento 48 que está orientada hacia el objeto que ha de calentarse es " $S_a$ ", y el área de la segunda bobina de calentamiento 49 que está orientada hacia el objeto que ha de calentarse es " $S_b$ ". La relación entre el área orientada  $S_a$  de la primera bobina de calentamiento 48 y el área orientada  $S_b$  de la segunda bobina de calentamiento 49 es de aproximadamente 1 : 3. En este caso, suponiendo que la suma de las potencias eléctricas que se introducen en la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49, en concreto la potencia eléctrica que se introduce en el único objeto que ha de calentarse, es 3 kW, la potencia eléctrica  $P_a$  que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 y la potencia eléctrica  $P_b$  que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 se establecen tal como sigue.

[Ecuación 3]

45

$$P_a = 3 \text{ kW} \times S_a / (S_a + S_b) = 0,75 \text{ kW} \quad (3)$$

[Ecuación 4]

50

$$P_b = 3 \text{ kW} \times S_b / (S_a + S_b) = 2,25 \text{ kW} \quad (4)$$

55

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, tal como se ha descrito en lo que antecede, la relación de potencias eléctricas ( $P_a / P_b$ ) entre la potencia eléctrica  $P_a$  que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 y la potencia eléctrica  $P_b$  que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 está controlada, de tal modo que esta es coincidente con la relación ( $S_a / S_b$ ) entre el área orientada  $S_a$  de la primera bobina de calentamiento 48 y el área orientada  $S_b$  de la segunda bobina de calentamiento 49.

60

En las operaciones de calentamiento por inducción, los campos magnéticos que se generan a partir de las bobinas de calentamiento se aplican al objeto que ha de calentarse colocado en una posición orientada hacia las bobinas de calentamiento, de tal modo que el objeto que ha de calentarse genera calor. Por lo tanto, en las operaciones de calentamiento por inducción, el objeto que ha de calentarse se calienta en sustancialmente la misma forma que la forma plana de las bobinas de calentamiento (la forma de sus superficies orientadas hacia el objeto que ha de calentarse).

65

Además, la densidad de la potencia eléctrica que se introduce en el objeto que ha de calentarse es sustancialmente constante a lo largo de las bobinas de calentamiento. Por lo tanto, el valor de la potencia eléctrica que se introduce en las bobinas de calentamiento que está dividido por el área de las superficies orientadas de las bobinas de

calentamiento que están orientadas hacia el objeto que ha de calentarse es coincidente con la densidad de la potencia eléctrica en la superficie orientada del objeto que ha de calentarse que está colocado por encima de las bobinas de calentamiento.

5 En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, la relación de potencias eléctricas (Pa / Pb) se establece tal como se ha descrito en lo que antecede, de tal modo que la densidad de la potencia eléctrica que se introduce en el objeto que ha de calentarse que está colocado por encima de la primera bobina de calentamiento 48 en el área orientada de la misma es igual a la densidad de la potencia eléctrica que se introduce en el objeto que ha de calentarse que está colocado por encima de la segunda bobina de calentamiento 49 en el  
10 área orientada de la misma.

En la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede de acuerdo con la quinta realización, incluso a pesar de que un único objeto que ha de calentarse se calienta usando la pluralidad de bobinas de calentamiento, es posible igualar de manera sustancial las temperaturas en porciones  
15 respectivas del objeto que ha de calentarse que se encuentra por encima de las bobinas de calentamiento respectivas. Como resultado de esto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, es posible calentar de manera uniforme el objeto que ha de calentarse, mejorando de ese modo el rendimiento de la cocción.

20 En la bobina de calentamiento 25 convencional que tiene una forma de devanado dividido que se ilustra en la figura 21, que se ha descrito en la sección que se ha mencionado en lo que antecede de los antecedentes de la técnica, se hace que fluya una intensidad eléctrica uniforme a través de la bobina de calentamiento 25. Por lo tanto, la relación de potencias eléctricas entre la bobina interior y la bobina exterior puede cambiarse, solo mediante el ajuste del número de devanados en la bobina de calentamiento 25, el espesor de la bobina de calentamiento 25 y similares.

25 Incluso si el número de devanados, el espesor y similares de la bobina de calentamiento 25 que tiene la forma de devanado dividido convencional que se ilustra en la figura 21 se ajustan para establecer la relación de potencias eléctricas, es imposible establecer la forma y el tamaño de la bobina de calentamiento 25, tal como el diámetro, el número de devanados, el espesor de la misma, para que sean unos valores deseados, y esta bobina de  
30 calentamiento 25 no tiene grado alguno de flexibilidad en el diseño.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización está adaptada para habilitar que se ajuste la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento 48 y 49, a través de operaciones de control, en lugar de a través de las formas y los tamaños de las bobinas de calentamiento 48 y  
35 49. Esto habilita colocar un sensor de temperatura para detectar la temperatura del objeto que ha de calentarse, por ejemplo, en una posición arbitraria cerca de las bobinas de calentamiento. Además, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización, incluso cuando las bobinas de calentamiento 48 y 49 están estructuradas de tal modo que estas están arrolladas con un espesor constante, es posible uniformizar la densidad de flujo magnético, logrando de ese modo un calentamiento uniforme.

40 Además, a pesar de que la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la quinta realización se ha descrito con respecto a unas operaciones de control de una forma tal como para hacer la relación entre las áreas orientadas de las bobinas de calentamiento 48 y 49 completamente coincidente con la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, la presente invención no se limita a tales operaciones de control. En la cocina de calentamiento por inducción, el objeto que ha de calentarse puede calentarse de manera más uniforme, al establecer la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento respectivas para que sea un valor ligeramente desviado con respecto a la relación entre las áreas orientadas de las bobinas de calentamiento respectivas, en algunos casos, dependiendo del grado de enfriamiento para las bobinas de calentamiento respectivas, el grado de disipación de calor a partir del objeto que ha de calentarse que se está calentando, el tamaño del objeto que ha de calentarse, y similares. Por lo tanto, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención también incluye aquellas capaces de ajustar la relación de potencias eléctricas, de acuerdo con diversos tipos de situaciones tal como se ha descrito en lo que antecede.  
45

55 Unos experimentos realizados por los inventores de la presente invención revelaron que la relación entre las áreas orientadas de las bobinas de calentamiento y la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en las bobinas de calentamiento estaban desviadas la una con respecto a la otra, en aproximadamente un 20 % o menos. Este hecho indica que, cuando la relación entre las áreas orientadas de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 es de aproximadamente 1 : 3 como en la quinta realización, por ejemplo, incluso a pesar de que existe una desviación de un 20 % tal como se ha descrito en lo que antecede, la potencia eléctrica que se introduce en la primera bobina de calentamiento 48 que tiene el área orientada más pequeña no supera la potencia eléctrica que se introduce en la segunda bobina de calentamiento 49 que tiene el área orientada más grande.  
60

(Sexta realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una sexta realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización tiene sustancialmente la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización, en términos de las estructuras (las formas en sección transversal) de las bobinas de calentamiento. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

La figura 10 es una vista que ilustra las formas de las bobinas de calentamiento y las áreas en sección transversal de las bobinas de calentamiento, en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización. La figura 11 es una vista que ilustra las formas de onda de las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización.

Tal como se ilustra en la figura 10, la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 están formadas a partir de unos hilos de bobina respectivos que tienen unas formas diferentes en sección transversal (áreas en sección transversal) ortogonales con respecto a las direcciones en las que las intensidades eléctricas fluyen a través de las mismas (las direcciones de los devanados), en las que el área en sección transversal de la primera bobina de calentamiento 48 es más pequeña que el área en sección transversal de la segunda bobina de calentamiento 49. En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, la relación entre las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 tiene un valor que se corresponde con las áreas en sección transversal de los hilos de bobina que forman las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente realización es diferente de las cocinas de calentamiento por inducción de acuerdo con las realizaciones primera a quinta que se han mencionado en lo que antecede, en términos de este hecho.

Haciendo referencia a la figura 10, el área en sección transversal del hilo de bobina que forma la primera bobina de calentamiento 48 y el área en sección transversal del hilo de bobina que forma la segunda bobina de calentamiento 49 son unas áreas en sección transversal de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49 que están seccionadas en sentido vertical con respecto a la superficie del área de calentamiento de la placa de arriba sobre la cual se coloca un objeto que ha de calentarse. Haciendo referencia a la figura 10, se supone que el área en sección transversal del hilo de bobina que forma la primera bobina de calentamiento 48 es Aa, y el área en sección transversal del hilo de bobina que forma la segunda bobina de calentamiento 49 es Ab.

La figura 11 ilustra la forma de onda (W12) de una intensidad eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 48, y la forma de onda (W13) de una intensidad eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49. En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, se hace que la relación entre las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas tenga un valor coincidente con la relación entre las áreas en sección transversal de los hilos de bobina que forman las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas.

Se describirán operaciones del aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede de acuerdo con la sexta realización.

Las pérdidas que se inducen por los hilos de bobina respectivos en las bobinas de calentamiento 48 y 49 dependen de las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento 48 y 49. Tal como se ilustra en la figura 11, las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 tienen unas formas de onda (W12, W13) diferentes la una de la otra, y la forma de onda W12 de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 48 tiene una corriente eléctrica de pico que es más pequeña que la de la forma de onda W13 de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49. Además, debido a la presencia de la gran diferencia entre estas intensidades eléctricas de pico, puede determinarse que la corriente eléctrica que tiene un valor efectivo que fluye a través de la primera bobina de calentamiento 48 y contribuye a la pérdida que se induce en el hilo de bobina es menor que la corriente eléctrica que tiene un valor efectivo que fluye a través de la segunda bobina de calentamiento 49.

Debido al acoplamiento magnético entre las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas y el objeto que ha de calentarse, las bobinas de calentamiento 48 y 49 tienen unas resistencias R diferentes, en un estado en el que el

objeto que ha de calentarse se coloca por encima de las mismas. Además, los circuitos resonantes 56 y 57 respectivos que tienen las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 tienen unas frecuencias de resonancia diferentes, de tal modo que la forma de onda W12 de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 48 es diferente de la forma de onda W12 de la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 49.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, se hace que fluyan unas intensidades eléctricas que tienen unos valores diferentes a través de la primera bobina de calentamiento 48 y la segunda bobina de calentamiento 49, y las áreas en sección transversal de las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas tienen unos valores que se corresponden con las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas. Por lo tanto, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas están estructuradas tal como se ha descrito en lo que antecede, en la que se hace que la primera bobina de calentamiento 48 a través de la cual se hace que fluya una corriente eléctrica más pequeña tenga un área en sección transversal más pequeña. Esto habilita la reducción de la cantidad de cobre que se usa en la primera bobina de calentamiento 48, habilitando de ese modo la fabricación de la primera bobina de calentamiento con unos costes inferiores.

Incluso cuando se desea aumentar los números de devanados en los hilos de bobina en las bobinas de calentamiento, con el fin de aumentar las resistencias R de las bobinas de calentamiento en un estado en el que un objeto que ha de calentarse se coloca por encima de las mismas, ha sido imposible aumentar los números de devanados a la vez que se mantienen las mismas áreas en sección transversal, bajo una condición en la que hay restricciones sobre los diámetros exteriores y los espesores de las bobinas de calentamiento. No obstante, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la sexta realización, la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más pequeña está estructurada para tener un área en sección transversal más pequeña, lo que habilita aumentar el número de devanados en la bobina de calentamiento sin cambiar el diámetro exterior y el espesor de la misma, aumentando de ese modo la resistencia R de la bobina de calentamiento.

(Séptima realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una séptima realización de la presente invención. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización está estructurada para incluir una pluralidad de bobinas de calentamiento que están yuxtapuestas en una única área de calentamiento, pero las otras porciones tienen sustancialmente las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede y, además, están adaptadas para controlarse de la misma forma que estas. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1, excepto por las estructuras de las bobinas de calentamiento en su interior.

La figura 12 es una vista en planta de las bobinas de calentamiento en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización. Tal como se ilustra en la figura 12, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, las dos bobinas de calentamiento 70 y 71 están colocadas justo por debajo de una única área de calentamiento 72 que está formada sobre una placa de arriba, y las dos bobinas de calentamiento 70 y 71 yuxtapuestas la una a la otra están adaptadas para calentar de manera inductiva un objeto que ha de calentarse. Por consiguiente, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización está estructurada de tal modo que la pluralidad de bobinas de calentamiento 70 y 71 están yuxtapuestas la una a la otra, en lugar de estar estructuradas de tal modo que una pluralidad de bobinas de calentamiento están colocadas de manera concéntrica justo por debajo de una única área de calentamiento, como las estructuras que se ilustran en las realizaciones primera a sexta que se han mencionado en lo que antecede.

Se describirán operaciones en la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede de acuerdo con la séptima realización.

Tal como se ilustra en la vista en planta de la figura 12, justo por debajo del área de calentamiento 72 en la que ha de colocarse un objeto que ha de calentarse, la primera bobina de calentamiento 70 y la segunda bobina de calentamiento 71 están yuxtapuestas la una a la otra en sustancialmente el mismo plano, de tal modo que sus superficies de calentamiento por inducción se encuentran sustancialmente a nivel la una con la otra. Mediante la colocación de un objeto que ha de calentarse en esta área de calentamiento 72, el objeto que ha de calentarse se calienta por las dos bobinas de calentamiento 70 y 71 de manera sustancialmente uniforme.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, se forman las dos bobinas de calentamiento 70 y 71, de tal modo que estas están arrolladas de forma individual y, además, están yuxtapuestas la

una a la otra. Las dos bobinas de calentamiento 70 y 71 están colocadas, de tal modo que estas están orientadas hacia el área de calentamiento 72 y forman la misma superficie plana. Debido a que el objeto que ha de calentarse se coloca sobre el área de calentamiento 72, el objeto que ha de calentarse se encuentra ciertamente por encima de por lo menos una única bobina de calentamiento, de entre las dos bobinas de calentamiento 70 y 71. Por lo tanto, el objeto que ha de calentarse colocado sobre el área de calentamiento 72 se somete cierta y suficientemente a un calentamiento por inducción por las bobinas de calentamiento 70 y 71.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, cuando un recipiente 73 como un objeto que ha de calentarse, por ejemplo, se coloca en un estado en el que este se desvía con respecto al centro del área de calentamiento 72 (en un estado en el que el fondo de recipiente del recipiente 73 se coloca tal como se indica por una línea discontinua en la figura 12), el recipiente 73 está colocado por encima de la primera bobina de calentamiento 70. Esto da lugar a que la primera bobina de calentamiento 70 se acople magnéticamente con el recipiente 73, lo que eleva la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 70.

Por otro lado, el recipiente 73 no está colocado por encima de la segunda bobina de calentamiento 71 y, por lo tanto, el segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 71 tiene una frecuencia de resonancia más baja.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 70 por encima de la cual se coloca el recipiente 73 (véase la frecuencia de resonancia  $f_1$  en la forma de onda W1 en la figura 4 que se ha descrito en lo que antecede) es más alta que la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 71 por encima de la cual no está colocado el recipiente 73 (véase la frecuencia de resonancia  $f_5$  en la forma de onda W5 en la figura 4 que se ha descrito en lo que antecede). Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 se establece para caer dentro de un intervalo de frecuencias que es más alto que la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 70 por encima de la cual se coloca el recipiente 73. En concreto, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, una potencia eléctrica se suministra, de una forma habitual, al recipiente 73 a partir de la primera bobina de calentamiento 70 por encima de la cual se encuentra el recipiente 73, mientras que una potencia eléctrica reducida se suministra al recipiente 73 a partir de la segunda bobina de calentamiento 71 por encima de la cual no está colocado el recipiente 73, de forma similar a como es en las operaciones de control (véase la figura 4) que se han descrito con respecto a la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la segunda realización que se ha mencionado en lo que antecede.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, es posible reducir la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 71, reduciendo de ese modo la pérdida que se induce por la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la segunda bobina de calentamiento 71. Además, es posible reducir el campo magnético con fugas a partir de la segunda bobina de calentamiento 71.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, la pluralidad de bobinas de calentamiento están yuxtapuestas la una a la otra, en lugar de estar estructuradas de manera concéntrica. Por lo tanto, es deseable que las frecuencias de resonancia de los circuitos resonantes respectivos que incluyen las bobinas de calentamiento se hagan sustancialmente coincidentes la una con la otra, en un estado en el que un objeto que ha de calentarse está colocado por encima de las bobinas de calentamiento respectivas.

Al hacer las frecuencias de resonancia de los circuitos resonantes respectivos sustancialmente coincidentes la una con la otra, es posible dar lugar a que la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 71 sea más alta que la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 70, por ejemplo, cuando el recipiente 73 está desviado en el sentido opuesto al de la colocación del recipiente 73 que se ilustra en la figura 12, tal como cuando el recipiente 73 se encuentra por encima de la segunda bobina de calentamiento 71 pero el recipiente 73 no se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 70.

Por consiguiente, al establecer la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 40 de tal modo que esta cae dentro de un intervalo de frecuencias que es más alto que la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 71 por encima de la cual se coloca el recipiente 73, es posible suministrar potencia eléctrica al recipiente 73 a partir de la segunda bobina de calentamiento 71 y, además, es posible hacer que fluya una corriente eléctrica reducida a través de la primera bobina de calentamiento 70, reduciendo de ese modo la pérdida que se induce por la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 70.

Además, debido a que la corriente eléctrica que se hace que fluya a través de la primera bobina de calentamiento 70 puede suprimirse tal como se ha descrito en lo que antecede, es posible reducir el campo magnético con fugas a

partir de la primera bobina de calentamiento 70. En concreto, con el fin de invertir la relación entre las frecuencias de resonancia de acuerdo con la presencia o la ausencia de acoplamiento magnético con el recipiente 73 como el objeto que ha de calentarse, es necesario que la pluralidad de circuitos resonantes se encuentren en un estado en el que sus frecuencias de resonancia se encuentran cerca la una de la otra.

En este caso, con el fin de hacer las frecuencias de resonancia de la pluralidad de circuitos resonantes sustancialmente coincidentes la una con la otra, es posible estructurar los mismos de una manera de lo más simple, mediante la conexión de una pluralidad de bobinas de calentamiento con sustancialmente la misma forma con unos condensadores que tienen sustancialmente la misma capacidad. Además, en los casos en los que las bobinas de calentamiento respectivas tienen diferentes inductancias, y similares, debido a que la pluralidad de bobinas de calentamiento tienen unas formas diferentes, también es posible conectar, con las mismas, unos condensadores que tienen unas capacidades sobre la base de estas inductancias, con el fin de hacer las frecuencias de resonancia sustancialmente coincidentes la una con la otra.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, por ejemplo, en el caso de la estructura de las bobinas de calentamiento que se ilustran en la figura 12, es preferible conectar las bobinas de calentamiento 70 y 71 respectivas de tal modo que una intensidad eléctrica fluye a través de la segunda bobina de calentamiento 71 en el sentido contrario al de las agujas del reloj mientras que una intensidad eléctrica fluye a través de la primera bobina de calentamiento 70 en el sentido de las agujas del reloj. Mediante la conexión de las bobinas de calentamiento 70 y 71 tal como se ha descrito en lo que antecede, cuando el recipiente 73 como el objeto que ha de calentarse se coloca de tal modo que este se extiende entre las dos bobinas de calentamiento 70 y 71 y, por lo tanto, el recipiente 73 no se encuentra por encima de porciones de las bobinas de calentamiento 70 y 71 respectivas, un campo magnético con fugas que se genera a partir de la porción de la primera bobina de calentamiento 70 por encima de la cual no está colocado el recipiente 73 y un campo magnético con fugas que se genera a partir de la porción de la segunda bobina de calentamiento 71 por encima de la cual no está colocado el recipiente 73 se cancelan el uno por el otro, reduciendo de ese modo los campos magnéticos con fugas.

A continuación, se describirá el hecho de que la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización se controla de acuerdo con diferentes métodos dependiendo de la condición de uso de la misma.

Diferentes estados de uso que se describirán en lo sucesivo en el presente documento hacen referencia a unos estados en los que un recipiente como un objeto que ha de calentarse se coloca de tal modo que este está superpuesto sobre el área de calentamiento por encima de la totalidad de las bobinas de calentamiento 70 y 71 y, en el interior del recipiente, los contenidos del mismo se colocan de forma desviada en el mismo.

La figura 13 es una vista en planta que ilustra la relación en la colocación entre las dos bobinas de calentamiento 70 y 71, el recipiente 73 como el objeto que ha de calentarse, el contenido 74 en el interior del recipiente 73, durante una operación de calentamiento en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización. En la operación de calentamiento que se ilustra en la figura 13, el contenido 74 que tiene una capacidad más grande se coloca de forma desviada en el interior del recipiente 73.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán operaciones de control en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, en un estado en el que las bobinas de calentamiento 70 y 71, el recipiente 73 y el contenido 74 como los objetos que han de calentarse se colocan tal como se ilustra en la figura 13.

Tal como se ilustra en la figura 13, el recipiente 73 como el objeto que ha de calentarse se coloca de tal modo que este está sustancialmente superpuesto sobre un área por encima de la primera bobina de calentamiento 70 y la segunda bobina de calentamiento 71, y un ingrediente (por ejemplo, un filete) como el contenido 74 se asa al estar colocado por encima de solo la primera bobina de calentamiento 70.

En el estado de calentamiento que se ilustra en la figura 13, cuando el recipiente 73 tiene una mala característica de transferencia de calor, la temperatura en el área por encima de la segunda bobina de calentamiento 71 en la que el contenido 74 no está colocado es más alta que la temperatura en el área por encima de la primera bobina de calentamiento 70 en la que se coloca el contenido 74, debido a que el ingrediente 74 extrae calor de la misma. Cuando la temperatura del recipiente 73 se ha elevado, el metal que forma el recipiente tiene una resistencia eléctrica aumentada, lo que reduce la potencia eléctrica que se suministra al recipiente 73.

Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, cuando el recipiente se encuentra a una temperatura previamente determinada, la potencia eléctrica que se suministra al recipiente 73 a partir de la primera bobina de calentamiento 70 y la potencia eléctrica que se suministra al recipiente 73 a partir de la segunda bobina de calentamiento 71 se establecen para que sean sustancialmente iguales entre sí. Debido a un ajuste de este tipo, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, en el caso de irregularidad de la temperatura del recipiente 73, debido a que el contenido 74 se coloca de forma desviada en el interior del recipiente 73, la potencia eléctrica que se suministra al recipiente 73 a partir de la bobina de calentamiento colocada por debajo del área del recipiente 73 que se encuentra a una temperatura más alta (la segunda bobina de calentamiento 71, en la figura 13) se hace más pequeña que la potencia eléctrica que se

suministra al recipiente 73 a partir de la bobina de calentamiento colocada por debajo del área del recipiente 73 que se está encontrando a una temperatura más baja debido a que el contenido 74 se coloca en la misma (la primera bobina de calentamiento 70, en la figura 13).

5 Debido al ajuste que se ha mencionado en lo que antecede, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización, incluso en un estado en el que el contenido 74 se coloca de forma desviada en el interior del recipiente 73 como el objeto que ha de calentarse, es posible uniformizar de manera sustancial la temperatura del recipiente 73, lo que habilita la cocción del contenido (ingrediente) 74 sin inducir una irregularidad de asado.

10 Las operaciones de calentamiento que se ilustran en la figura 13 se han descrito con respecto a un caso en el que el contenido 74 es un trozo de carne de filete como un ingrediente y, por lo tanto, el contenido 74 tiene una capacidad más grande con un espesor sustancialmente constante, lo que deja claro si el contenido 74 se encuentra o no en el recipiente. No obstante, la estructura de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización también es efectiva en los casos en los que el objeto que ha de calentarse es un contenido 74 que tiene diversos espesores en diferentes posiciones del mismo, tal como pescado, por ejemplo. La temperatura del recipiente 73 tiende a reducirse en su porción que soporta una porción de un contenido 74 de este tipo que tiene un espesor más grande y, por lo tanto, es posible suministrar una potencia eléctrica más grande a la bobina de calentamiento por debajo de la porción de la misma que tiene el espesor más grande a la vez que se suministra una potencia eléctrica más pequeña a la bobina de calentamiento por debajo de la porción de la misma que tiene un espesor más pequeño. Para unos objetos que han de calentarse que incluyen un contenido 74 de este tipo que tiene diversos espesores en diferentes posiciones en el mismo, es posible emplear dos o más conjuntos de bobinas de calentamiento para una única área de calentamiento, lo que puede igualar adicionalmente las temperaturas en porciones respectivas en el área de calentamiento. Por consiguiente, con la estructura de acuerdo con la séptima realización, es posible proporcionar una cocina de calentamiento por inducción que tiene un rendimiento de cocción mejorado de manera significativa.

15 A pesar de que en la figura 12 y la figura 13 se ilustra una estructura que incluye dos bobinas de calentamiento con una forma elíptica que están yuxtapuestas la una a la otra en una única área de calentamiento, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención no se limita a esta estructura. La estructura de acuerdo con la séptima realización de la presente invención está adaptada para utilizar el hecho de que los circuitos resonantes muestran diferentes características dependiendo de si un objeto que ha de calentarse está colocado o no por encima de las bobinas de calentamiento. Por lo tanto, en el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención, las formas planas de las bobinas de calentamiento no se limitan a las formas de las bobinas de calentamiento de acuerdo con la séptima realización, y estas pueden tener diversas formas, tal como formas circulares, formas rectangulares, formas triangulares. Además, en el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención, en lo que respecta al número de bobinas de calentamiento, pueden emplearse tres o más conjuntos de bobinas de calentamiento para calentar de manera inductiva un objeto que ha de calentarse colocado en una única área de calentamiento.

20 (Octava realización)

25 En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una octava realización de la presente invención. La figura 14 es un diagrama de circuitos que ilustra la estructura de un circuito inversor y similares, en un aparato de calentamiento por inducción, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización. En la figura 14, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1 se designarán mediante los mismos caracteres de referencia.

30 Tal como se ilustra en la figura 14, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, el circuito inversor 80 está estructurado para incluir un puente de diodos 42 que está conectado con una fuente de alimentación comercial 41, un circuito de filtro 60, y dos dispositivos de conmutación 81 y 82, y, además, una porción de control 52 está adaptada para accionar y controlar los dispositivos de conmutación 81 y 82, de forma similar a como es en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede. Además, en el circuito inversor 80 de acuerdo con la octava realización, las bobinas 83 y 84 como bobinas de inductancia están conectadas, en serie, con los dos dispositivos de conmutación 81 y 82. Tal como se ha descrito en lo que antecede, en la estructura del circuito inversor 80 de acuerdo con la octava realización, las bobinas 83 y 84 están conectadas, en serie, con los dispositivos de conmutación 81 y 82. Por lo tanto, el circuito inversor 80 está estructurado para realizar unas operaciones de conmutación (en los estados de ENCENDIDO) de tal modo que la fase de la corriente eléctrica va adelantada con respecto a la fase de la tensión, realizando de ese modo unas operaciones de conmutación suave que inducen unas pérdidas reducidas en los dispositivos de conmutación 81 y 82.

35 La figura 15 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de

calentamiento 48 y 49, en el aparato de calentamiento por inducción en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización. En la figura 15, el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49. Haciendo referencia a la figura 15, una forma de onda W1 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48, mientras que una forma de onda W2 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49. Además, una forma de onda W3 representa la relación entre la frecuencia de funcionamiento y el valor de la suma de la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la primera bobina de calentamiento 48 y la máxima potencia eléctrica que puede introducirse en la segunda bobina de calentamiento 49. La forma de onda W1 y la forma de onda W2 indican unas características de frecuencia de cuando un objeto que ha de calentarse se coloca en el área de calentamiento sobre la placa de arriba, que indican características de frecuencia en un estado en el que el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de tanto la primera bobina de calentamiento 48 como la segunda bobina de calentamiento 49. En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, las frecuencias de resonancia ( $f_1$ ) en la forma de onda W1 y la forma de onda W2 son iguales entre sí.

Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización emplea el circuito inversor 80 que está estructurado para realizar unas operaciones de conmutación (en los estados de ENCENDIDO) de una forma tal que la fase de la corriente eléctrica va adelantada con respecto a la fase de la tensión, para dar lugar a que los dispositivos de conmutación 81 y 82 realicen unas operaciones de conmutación suave, tal como se ilustra en el diagrama de circuitos en la figura 14.

Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización no está estructurada para bajar las frecuencias de resonancia para reducir las intensidades eléctricas que se suministran a las bobinas de calentamiento, si las bobinas de calentamiento no están magnéticamente acopladas con el objeto que ha de calentarse, tal como se ha descrito en las realizaciones primera a séptima que se han mencionado en lo que antecede. Por lo tanto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, es imposible ofrecer los efectos que se han descrito en las realizaciones primera a séptima que se han mencionado en lo que antecede, que pueden ofrecerse bajo unas condiciones en las que no hay acoplamiento magnético alguno entre las bobinas de calentamiento y el objeto que ha de calentarse.

Tal como se indica como un intervalo de funcionamiento en el diagrama de características de frecuencia en la figura 15, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización utiliza, como el intervalo de funcionamiento, un intervalo de frecuencias que es más bajo que la frecuencia de resonancia (la frecuencia de resonancia  $f_1$  en la forma de onda W1) del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y que la frecuencia de resonancia (la frecuencia de resonancia  $f_1$  en la forma de onda W2) del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49.

A continuación, se describirá la cocina de calentamiento por inducción que tiene la estructura que se ha mencionado en lo que antecede y que tiene las características de frecuencia que se ilustran en la figura 15, de acuerdo con la octava realización.

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se establece para caer dentro de un intervalo de frecuencias (un intervalo de funcionamiento) que es más bajo que la frecuencia de resonancia más baja, de entre la frecuencia de resonancia del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y la frecuencia de resonancia del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49. Además, tal como se ilustra en la figura 15, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, el primer circuito resonante 56 y el segundo circuito resonante 57 tienen las mismas frecuencias de resonancia ( $f_1$ ), pero si estos tienen unas frecuencias de resonancia diferentes, el intervalo de funcionamiento se establece para que sea un intervalo de frecuencias más bajo que la frecuencia de resonancia más baja de entre las mismas. Debido a que la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se establece para caer dentro del intervalo de funcionamiento que se ilustra mediante sombreado de rayas en el diagrama de características de frecuencia que se ilustra en la figura 15, por ejemplo, tal como se ha descrito en lo que antecede, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se aumenta dentro de este intervalo de funcionamiento, ambas de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 se aumentan.

Por consiguiente, si la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se aumenta dentro de este intervalo de funcionamiento, el valor de la suma de las potencias eléctricas que se introducen en las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 ciertamente se aumenta. Tal como se ha descrito en lo que antecede, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, al hacer que cambie la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80, es posible ajustar fácil y ciertamente la potencia eléctrica que se suministra al objeto que ha de calentarse.

En la cocina de calentamiento por inducción, es necesario que la relación entre las intensidades eléctricas de entrada y la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se haya captado por adelantando, con una alta

precisión, cuando es necesario calentar unos objetos que han de calentarse tal como unos recipientes de diversos tipos con una potencia eléctrica constante, tal como cuando es necesario detectar si un objeto que ha de calentarse tal como un recipiente se está colocando o no por encima de las bobinas de calentamiento sobre la base de la relación entre las intensidades eléctricas de entrada y la frecuencia de funcionamiento, cuando es necesario  
 5 determinar lo que respecta a qué material forma el objeto que ha de calentarse colocado sobre las mismas sobre la base de la relación entre las intensidades eléctricas de entrada y la frecuencia de funcionamiento, y cuando es necesario seleccionar una frecuencia de funcionamiento adecuada para las características de carga de los objetos que han de calentarse.

10 En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, se da lugar a que el cambio de la potencia eléctrica con respecto al cambio de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 se presente como simples aumentos y disminuciones, lo que habilita ajustar de manera estable y fiable la frecuencia de funcionamiento para hacer frente a las fluctuaciones de carga y a los cambios de los ajustes de potencia eléctrica.  
 15 Por consiguiente, mediante la aplicación de la estructura de acuerdo con la octava realización a una cocina de calentamiento por inducción que ha de someterse a unas fluctuaciones de carga importantes, es posible proporcionar una cocina de calentamiento por inducción con una excelente fiabilidad.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización, incluso a pesar de que las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las dos bobinas de calentamiento 48 y 49 están controladas, el número de los dispositivos de conmutación 81 y 82 en el circuito inversor 80 es dos y, por lo tanto, no es diferente del número de dispositivos de conmutación en un circuito inversor convencional, lo que habilita la fabricación del circuito inversor 80 con unos costes inferiores, proporcionando de ese modo un dispositivo de  
 20 cocción económico.

25 (Novena realización)

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con una novena realización de la presente invención.

30 La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización tiene la misma estructura que la de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización que se ha mencionado en lo que antecede y está estructurada para incluir un circuito inversor 80 que está adaptada para realizar unas operaciones de conmutación (en los estados de ENCENDIDO) de tal modo que la fase de la corriente eléctrica va adelantada con respecto a la fase de la tensión, realizando de ese modo unas operaciones de conmutación suave, tal como se  
 35 ilustra en la figura 14. Por consiguiente, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, los componentes que tienen sustancialmente las mismas funciones y las mismas estructuras que las de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización se designarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se describirán en el presente documento. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización tiene una estructura similar a la de la cocina de calentamiento por inducción de  
 40 acuerdo con la primera realización que se ha mencionado en lo que antecede, que se ilustra en la figura 1.

La figura 16 es un diagrama de características de frecuencia que indica la relación entre la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 y las máximas potencias eléctricas que pueden introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49 respectivas, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena  
 45 realización. En la figura 16, el eje lateral representa la frecuencia de funcionamiento [kHz], y el eje longitudinal representa la máxima potencia eléctrica [W] que puede introducirse en las bobinas de calentamiento 48 y 49.

La figura 16 ilustra características de frecuencia de cuando está colocado, en un área de calentamiento por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, un objeto que ha de calentarse (un recipiente) que tiene un diámetro más grande que el diámetro de la segunda bobina de calentamiento 49 en el exterior de la primera bobina de calentamiento 48. Haciendo referencia a la figura 16, una forma de onda W2 indica una característica de frecuencia en un estado en el que el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la segunda bobina de calentamiento 49, y una forma de onda W6 indica una característica de frecuencia en un estado en el que el objeto que ha de calentarse se encuentra por encima de la primera bobina de calentamiento 48, de forma similar a las  
 50 características de frecuencia que se han mencionado en lo que antecede que se ilustran en la figura 5 (la tercera realización).

En la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, tal como se ilustra en la figura 16, la frecuencia de resonancia  $f_6$  (la forma de onda W6) del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y la frecuencia de resonancia  $f_2$  (la forma de onda W2) del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49 tienen unos valores diferentes.  
 60

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, las bobinas 83 y 84 están conectadas, en serie, con los dispositivos de conmutación 81 y 82. Por lo tanto, el circuito inversor 80 está estructurado para realizar unas operaciones de conmutación (en los estados de ENCENDIDO) de tal modo que la  
 65

fase de la corriente eléctrica va adelantada con respecto a la fase de la tensión para realizar unas operaciones de conmutación suave que inducen menos pérdidas en los dispositivos de conmutación 81 y 82.

Además, en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, incluso si una bobina de calentamiento no está magnéticamente acoplada con el objeto que ha de calentarse, es imposible ofrecer el efecto de bajar la frecuencia de resonancia para reducir la corriente eléctrica que se suministra a esta bobina de calentamiento, de forma similar a como es en la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización que se ha mencionado en lo que antecede. Por lo tanto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, es imposible ofrecer los efectos que se han descrito en las realizaciones primera a séptima que se han mencionado en lo que antecede, que pueden ofrecerse bajo unas condiciones en las que no hay acoplamiento magnético alguno entre las bobinas de calentamiento y el objeto que ha de calentarse.

Tal como se ilustra en el diagrama de características de frecuencia que se ilustra en la figura 16, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización es diferente de la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la octava realización que se ha mencionado en lo que antecede, ya que, cuando se coloca un objeto que ha de calentarse que tiene un diámetro más grande que el de la segunda bobina de calentamiento 49, la frecuencia de resonancia ( $f_6$ ) del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y la frecuencia de resonancia ( $f_2$ ) del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49 tienen unos valores diferentes.

A continuación, se describirán operaciones de la cocina de calentamiento por inducción que tiene las características de frecuencia que se ilustran en la figura 16, de acuerdo con la novena realización.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, haciendo referencia a la figura 16, se ilustra la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80, cuando la frecuencia de resonancia  $f_6$  (la forma de onda W6) del primer circuito resonante 56 que incluye la primera bobina de calentamiento 48 y la frecuencia de resonancia  $f_2$  (la forma de onda W2) del segundo circuito resonante 57 que incluye la segunda bobina de calentamiento 49 tienen unos valores diferentes.

La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización utiliza un intervalo de frecuencias más bajo que la frecuencia de resonancia lo más baja ( $f_6$  en la figura 16) de entre las dos frecuencias de resonancia ( $f_2$ ,  $f_6$ ), como una frecuencia de funcionamiento para el circuito inversor 80, de tal modo que el cambio de la potencia eléctrica se presenta como simples aumentos y disminuciones con respecto al cambio de la frecuencia de funcionamiento del circuito inversor 80 en el intervalo de funcionamiento. Como resultado de esto, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, es posible cambiar de manera estable y fiable la frecuencia de funcionamiento, para hacer frente a las fluctuaciones de carga y a los cambios de los ajustes de potencia eléctrica. Además, con la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la novena realización, es posible cambiar con facilidad y precisión la relación de las potencias eléctricas que pueden introducirse en la pluralidad de bobinas de calentamiento, sin la necesidad de la fabricación de la pluralidad de bobinas de calentamiento de tal modo que sus características coinciden las unas con las otras.

Las realizaciones primera a sexta que se han mencionado en lo que antecede, las realizaciones octava y novena que se han mencionado en lo que antecede, se han descrito como que tienen unas estructuras que emplean una combinación de dos conjuntos de bobinas de calentamiento que están constituidas por una bobina de calentamiento con un diámetro más pequeño y una bobina de calentamiento con un diámetro más grande. Además, la cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la séptima realización se ha descrito como que tiene una estructura que emplea dos conjuntos de bobinas de calentamiento que tienen la misma forma que están yuxtapuestas la una a la otra. No obstante, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención no se limita a estas estructuras de las bobinas de calentamiento.

En el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención, el número de bobinas de calentamiento en una única área de calentamiento no se limita a dos, tal como se ha descrito en lo que antecede, y el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención también incluye unas estructuras que forman una única área de calentamiento con una pluralidad de bobinas de calentamiento. Por ejemplo, una única área de calentamiento puede formarse usando tres o cuatro bobinas de calentamiento que tienen una forma circular con un diámetro más pequeño. Así mismo, una única área de calentamiento puede formarse usando tres bobinas de calentamiento que están constituidas por una bobina de calentamiento con un diámetro más pequeño, una bobina de calentamiento con un diámetro medio, y una bobina de calentamiento con un diámetro más grande. Con esta estructura, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención está habilitado para controlar las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de las bobinas de calentamiento respectivas de acuerdo con las áreas de las bobinas de calentamiento y los números de devanados en las mismas, lo que habilita hacer frente con precisión a las fluctuaciones de carga para lograr una fiabilidad más alta, reducir el coste de fabricación, y mejorar la seguridad, como efectos de la presente invención.

Además, en las cocinas de calentamiento por inducción de acuerdo con las realizaciones primera a novena que se han mencionado en lo que antecede, con la condición de que los dispositivos de conmutación 46, 47, 81 y 82 que se

emplean en los circuitos inversores 40 y 80 cumplan unas especificaciones de alto nivel que inducen unas pérdidas por conmutación extremadamente más pequeñas que en gran medida no presentan influencia sobre la eficiencia térmica, es posible emplear una estructura de circuito que no conecte, con la misma, el condensador de amortiguamiento 53 y las bobinas 83 y 84, que puede formar una cocina de calentamiento por inducción económica que tiene un número más pequeño de componentes. Además de lo anterior, una estructura de circuito inversor de este tipo que no conecta, con la misma, el condensador de amortiguamiento 53 y las bobinas 83 y 84 puede reducir las pérdidas por conmutación, en los casos en los que los dispositivos de conmutación se controlan y se accionan de una forma tal como para emplear, como los intervalos de funcionamiento para el mismo circuito inversor, unos intervalos de frecuencias que son tanto más altos como más bajos que las frecuencias de resonancia lo más alta y lo más baja, de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes, por ejemplo, de acuerdo con las condiciones de calentamiento.

Además, a pesar de que las realizaciones primera a novena que se han mencionado en lo que antecede se han descrito mediante la ilustración de unas cocinas de calentamiento por inducción, la presente invención no se limita a las cocinas de calentamiento por inducción y puede aplicarse a cualesquiera dispositivos adaptados para realizar un calentamiento mediante la utilización del principio del calentamiento por inducción.

Además, a pesar de que los circuitos inversores que se han descrito en las realizaciones primera a novena que se han mencionado en lo que antecede se han descrito como que tienen unas estructuras que conectan los dos dispositivos de conmutación el uno con el otro en serie y, además, conectan los circuitos resonantes entre la línea de bus negativa y el punto de la conexión entre estos dos dispositivos de conmutación, que se denomina circuito de SEPP (circuito de Montaje en Contrafase de Único Extremo, Single End Push Pull), la presente invención no se limita a estas estructuras. Por ejemplo, el circuito inversor puede tener una estructura que conecta uno de los circuitos resonantes con la línea de bus positiva tal como se ilustra en la figura 17 o puede tener una estructura de circuito de puente completo tal como se ilustra en la figura 18, que también puede ofrecer los efectos del aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención. La figura 17 y la figura 18 ilustran unas estructuras de circuito en el aparato de calentamiento por inducción y similares de acuerdo con la presente invención, que ilustran en particular las estructuras de circuito de circuitos inversores.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención está estructurado para calentar un único objeto que ha de calentarse usando la pluralidad de bobinas de calentamiento, en las que puede hacerse que fluyan unas intensidades eléctricas diferentes a través de las bobinas de calentamiento respectivas al mismo tiempo, incluso a pesar de que el circuito inversor común se usa para las bobinas de calentamiento respectivas. Por consiguiente, con el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención, es posible ajustar el equilibrio entre las potencias eléctricas de calentamiento para realizar un calentamiento uniforme y, además, es posible reducir en gran medida el coste de fabricación.

Además, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención está estructurado para que sea capaz de mantener una potencia eléctrica previamente determinada, incluso cuando se hace que fluyan unas intensidades eléctricas reducidas a través de las bobinas de calentamiento. Esto puede suprimir la generación de autocalentamiento a partir de los hilos de bobina en las bobinas de calentamiento, mejorando en gran medida de ese modo la eficiencia térmica.

Además, el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención es capaz de controlar ciertamente y con precisión la potencia eléctrica y, así mismo, es capaz de suprimir las pérdidas en los dispositivos de conmutación incluso en el caso de fluctuaciones de carga, a pesar de que este está estructurado para accionar la pluralidad de bobinas de calentamiento a través del único circuito inversor.

### Susceptibilidad de aplicación industrial

El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la presente invención es capaz de calentar, de manera eficiente y uniforme, unos objetos que han de calentarse y, por lo tanto, puede aplicarse a diversos tipos de aparatos de calentamiento que utilizan el calentamiento por inducción.

### Lista de signos de referencia

- 40 Circuito inversor
- 41 Fuente de alimentación comercial
- 42 Puente de diodos
- 43, 45 Condensador del filtro
- 44 Inductor del filtro
- 46 Primer dispositivo de conmutación
- 47 Segundo dispositivo de conmutación
- 48 Primera bobina de calentamiento
- 49 Segunda bobina de calentamiento
- 50 Primer condensador resonante

- 51 Segundo condensador resonante
- 52 Porción de control
- 53 Condensador de amortiguamiento
- 56 Primer circuito resonante
- 57 Segundo circuito resonante
- 60 Circuito de filtro

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de calentamiento por inducción que comprende:

5 un circuito inversor (40) que incluye dos dispositivos de conmutación (46, 47) conectados en serie y emite una señal de CA mediante el accionamiento de los dos dispositivos de conmutación (46, 47);  
 una porción de control (52) que acciona y controla los dos dispositivos de conmutación (46, 47); y  
 una pluralidad de circuitos resonantes (56, 57) cada uno de los cuales incluye un condensador resonante (50, 51)  
 10 respectivo y una bobina de calentamiento (48, 49) respectiva y conecta con un punto de conexión entre los dos dispositivos de conmutación (46, 47) con el fin de suministrar de manera constante la señal de CA desde el circuito inversor (40) hasta la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49), **caracterizado por que**  
 la porción de control (52) acciona y controla la pluralidad de dispositivos de conmutación (46, 47), mediante el uso, como un intervalo de funcionamiento, de un intervalo de frecuencias más alto que una frecuencia de resonancia lo más alta, o un intervalo de frecuencias más bajo que una frecuencia de resonancia lo más baja, de  
 15 entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes, y las bobinas de calentamiento (48, 49) respectivas en la pluralidad de circuitos resonantes se combinan para formar al menos una única fuente de calentamiento por inducción, por lo que un objeto que ha de calentarse se calienta de manera inductiva por la al menos una única fuente de calentamiento por inducción.

20 2. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las bobinas de calentamiento (48, 49) y los condensadores resonantes (50, 51) en la pluralidad de circuitos resonantes están configurados para tener unas inductancias y unas capacidades, respectivamente, que están establecidas, de tal modo que el objeto que ha de calentarse se calienta de manera inductiva por la totalidad de  
 25 las bobinas de calentamiento (48, 49) que forman la única fuente de calentamiento por inducción, en el intervalo de funcionamiento de los dispositivos de conmutación (46, 47).

3. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que  
 30 la porción de control (52) está configurada para accionar y controlar los dispositivos de conmutación (46, 47), mediante el uso, como un intervalo de funcionamiento, de solo un intervalo de frecuencias más alto que la frecuencia de resonancia más alta de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes.

35 4. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 3, en el que un circuito de amortiguamiento (53) está conectado, en paralelo, con los circuitos resonantes.

40 5. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la porción de control (52) está configurada para accionar y controlar los dispositivos de conmutación (46, 47), mediante el uso, como un intervalo de funcionamiento, de solo un intervalo de frecuencias más bajo que la frecuencia de resonancia más baja de entre las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes.  
 45

6. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 5, en el que  
 50 Un inductor está conectado, en serie, con los dos dispositivos de conmutación (46, 47), por lo que se da lugar a que los dos dispositivos de conmutación (46, 47) realicen una operación de conmutación suave de tal modo que una fase de una intensidad eléctrica va adelantada con respecto a una fase de una tensión.

7. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que  
 55 las frecuencias de resonancia respectivas de la pluralidad de circuitos resonantes están establecidas para tener unos valores diferentes, con las inductancias de las bobinas de calentamiento (48, 49) y las capacidades de los condensadores resonantes (50, 51).

8. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 7, en el que  
 60 en la pluralidad de circuitos resonantes, la frecuencia de resonancia del circuito resonante que incluye la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más grande está establecida para que sea más alta que la frecuencia de resonancia del circuito resonante que incluye la bobina de calentamiento en la que se introduce una potencia eléctrica más pequeña.

65 9. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que

la relación entre las potencias eléctricas que se introducen en la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) que forman una única fuente de calentamiento por inducción es una relación coincidente con las áreas respectivas de la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) que están orientadas hacia el objeto que ha de calentarse.

5 10. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que

10 la relación entre los valores de las intensidades eléctricas que se hace que fluyan a través de la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) que forman una única fuente de calentamiento por inducción es una relación coincidente con las áreas en sección transversal de unos hilos de bobina respectivos que forman la pluralidad de bobinas de calentamiento que son ortogonales con respecto a una dirección en la que una intensidad eléctrica fluye a través de los hilos de bobina.

15 11. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que

la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) que forman una única fuente de calentamiento por inducción están colocadas en el mismo plano.

20 12. El aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 3, en el que

la pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) que forman una única fuente de calentamiento por inducción están colocadas de manera concéntrica y están conformadas para tener unas formas de bobina respectivas que tienen unos diámetros diferentes.

25 13. Una cocina de calentamiento por inducción que comprende:

30 una placa de arriba para colocar un objeto que ha de calentarse sobre la misma; y el aparato de calentamiento por inducción de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que una pluralidad de bobinas de calentamiento (48, 49) como una fuente de calentamiento por inducción están colocadas por debajo de la placa de arriba.

35 14. La cocina de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 13, en la que

la placa de arriba tiene una pluralidad de áreas de calentamiento para colocar el objeto que ha de calentarse sobre las mismas, y el aparato de calentamiento por inducción se proporciona como una fuente de calentamiento por inducción para por lo menos una única área de calentamiento, de entre la pluralidad de áreas de calentamiento.



Fig.2

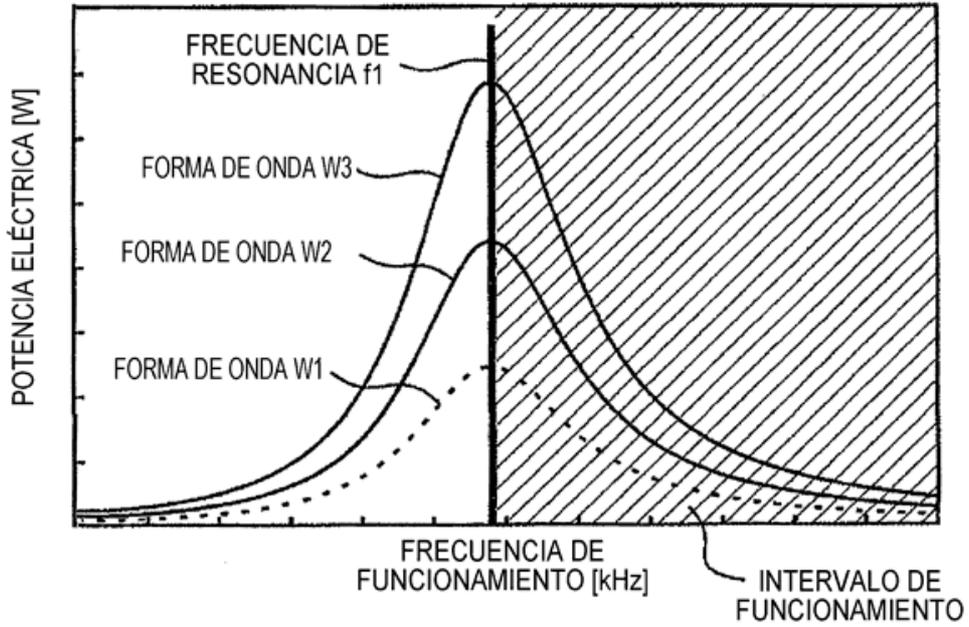


Fig.3

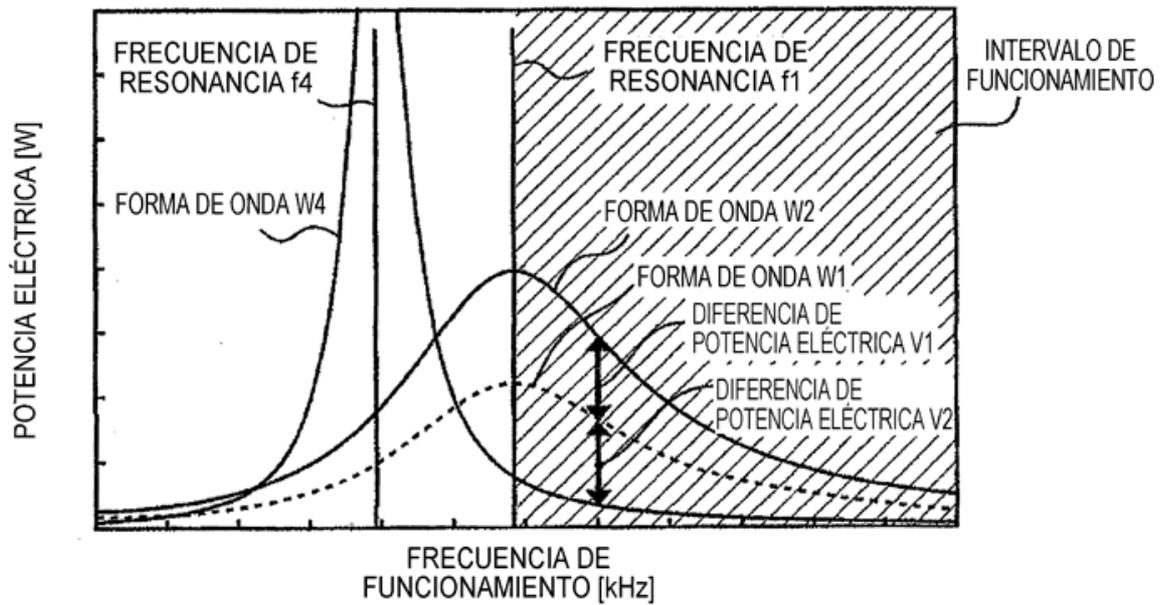


Fig.4

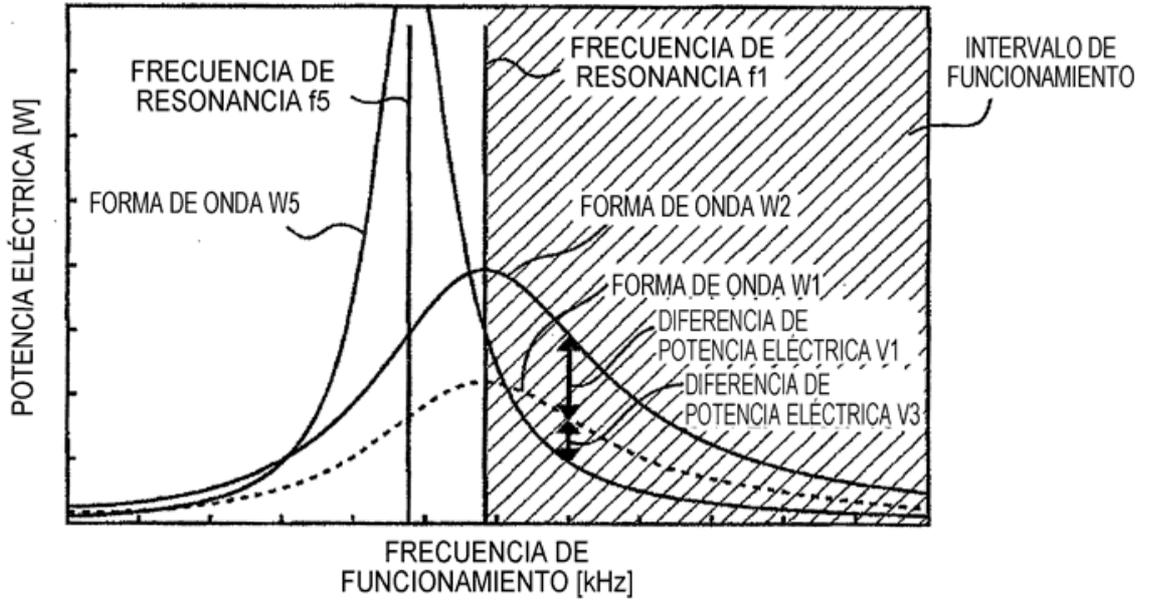


Fig.5

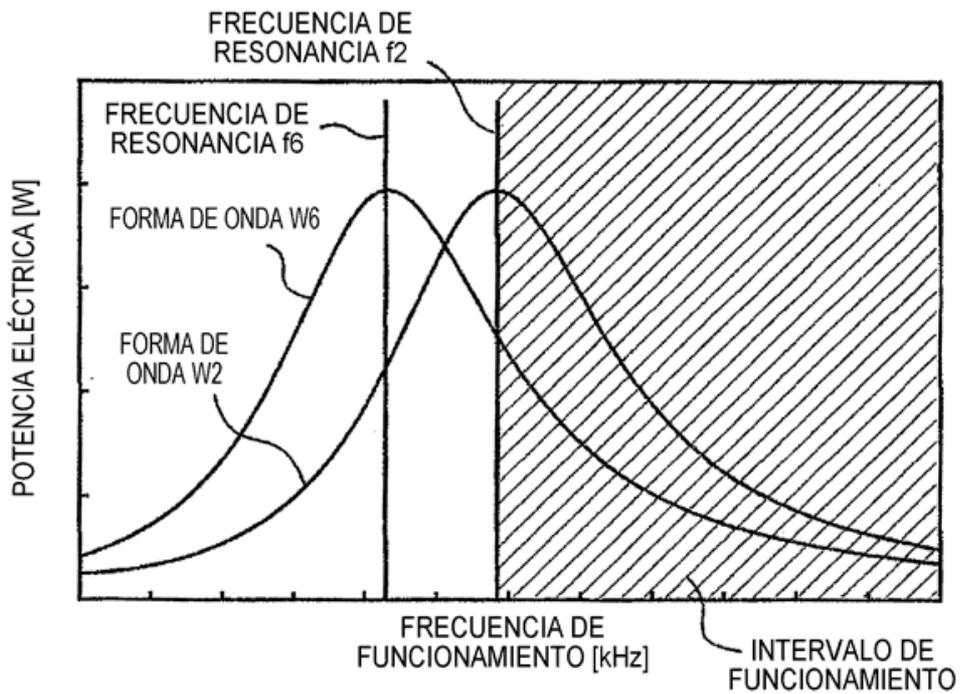


Fig.6

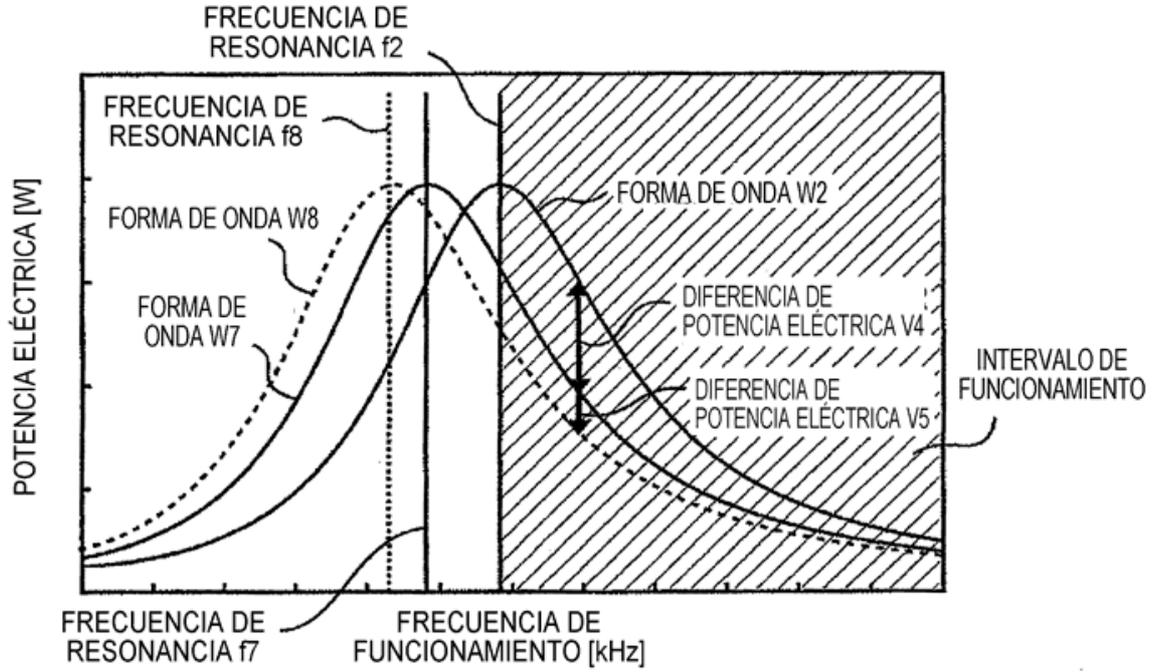


Fig.7

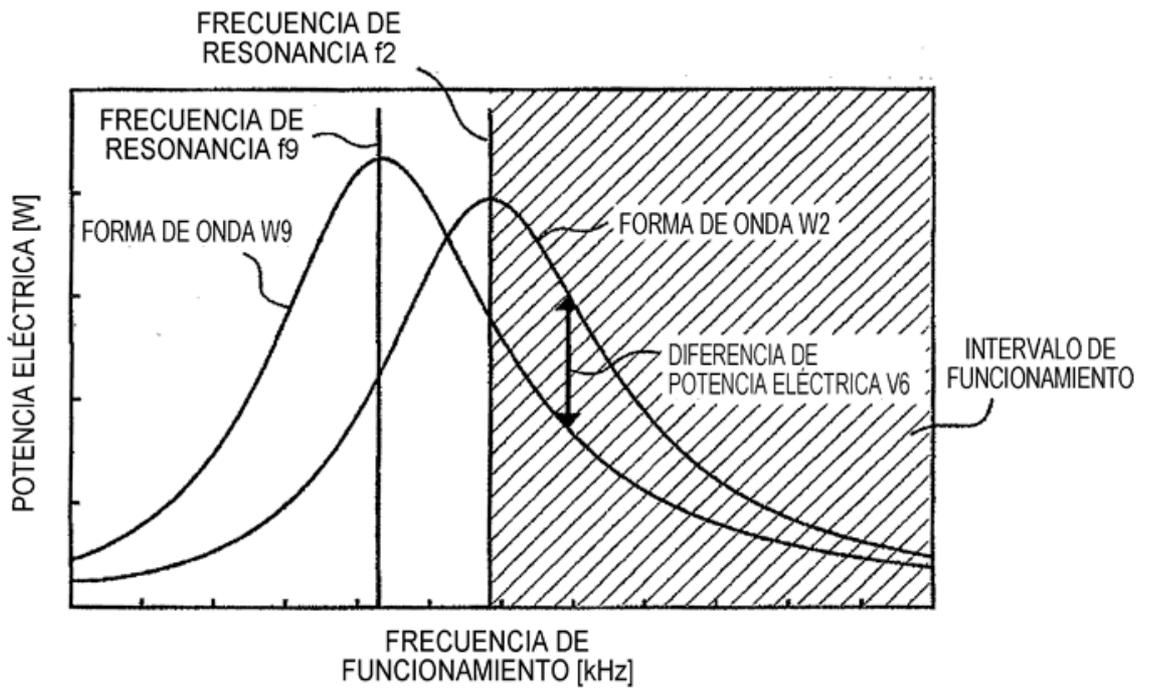


Fig.8

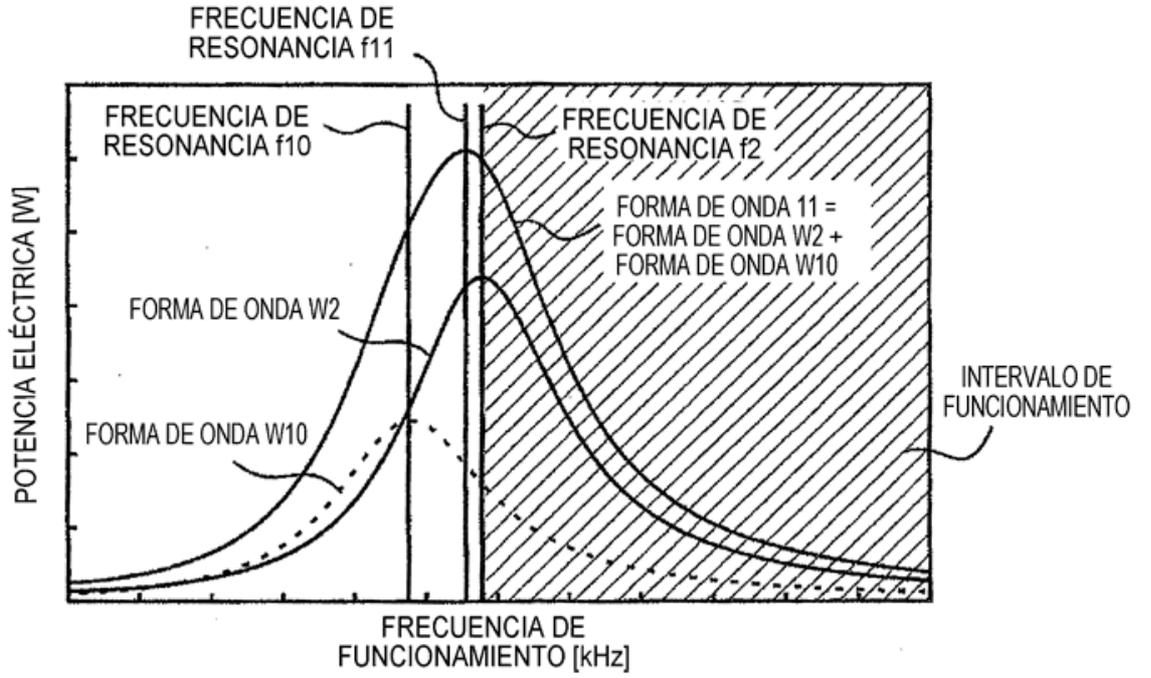


Fig.9

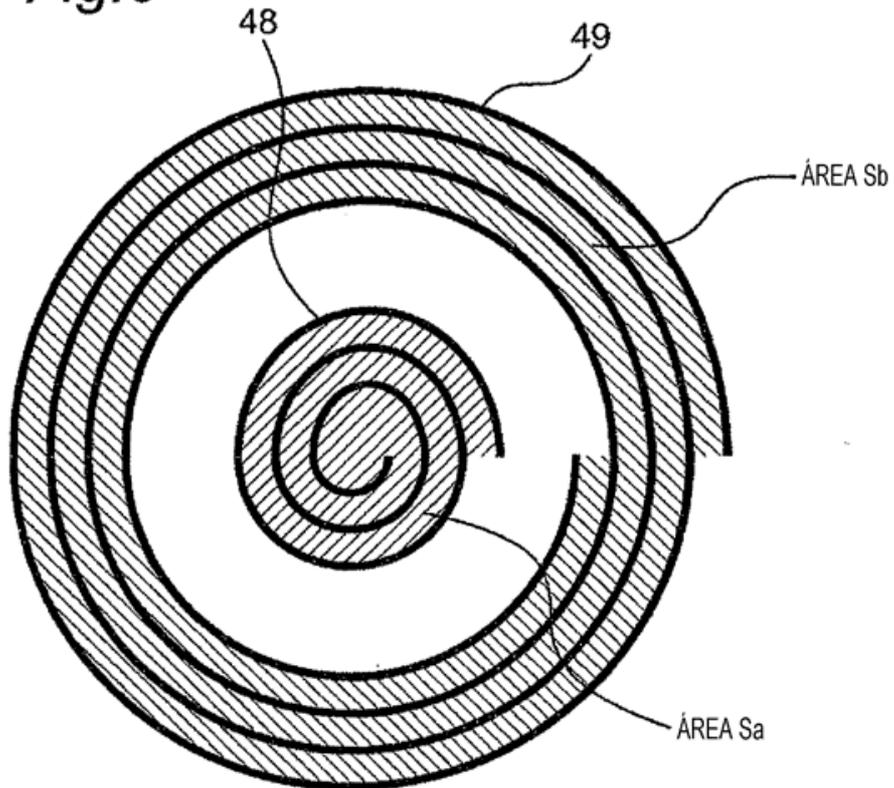




Fig.11

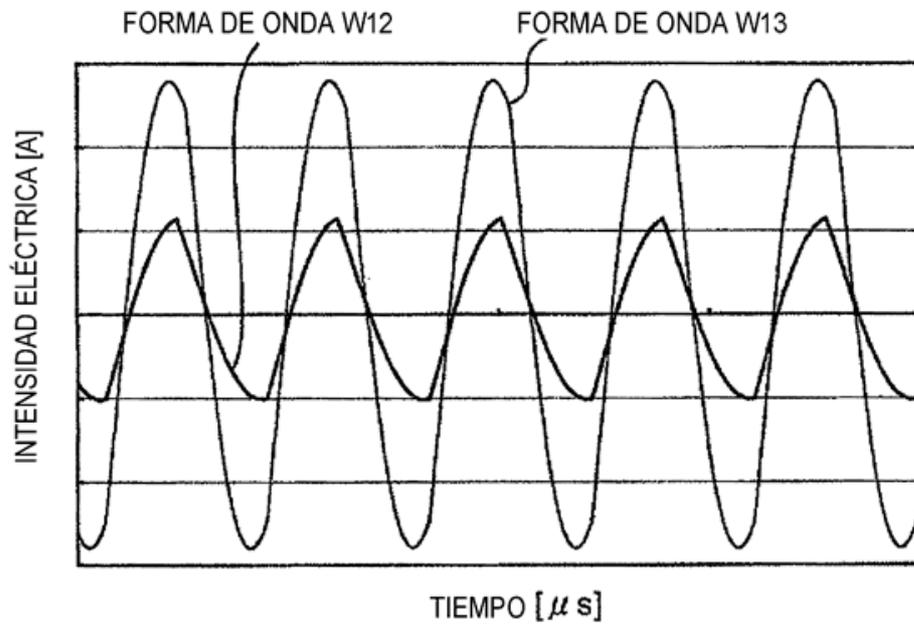


Fig.12

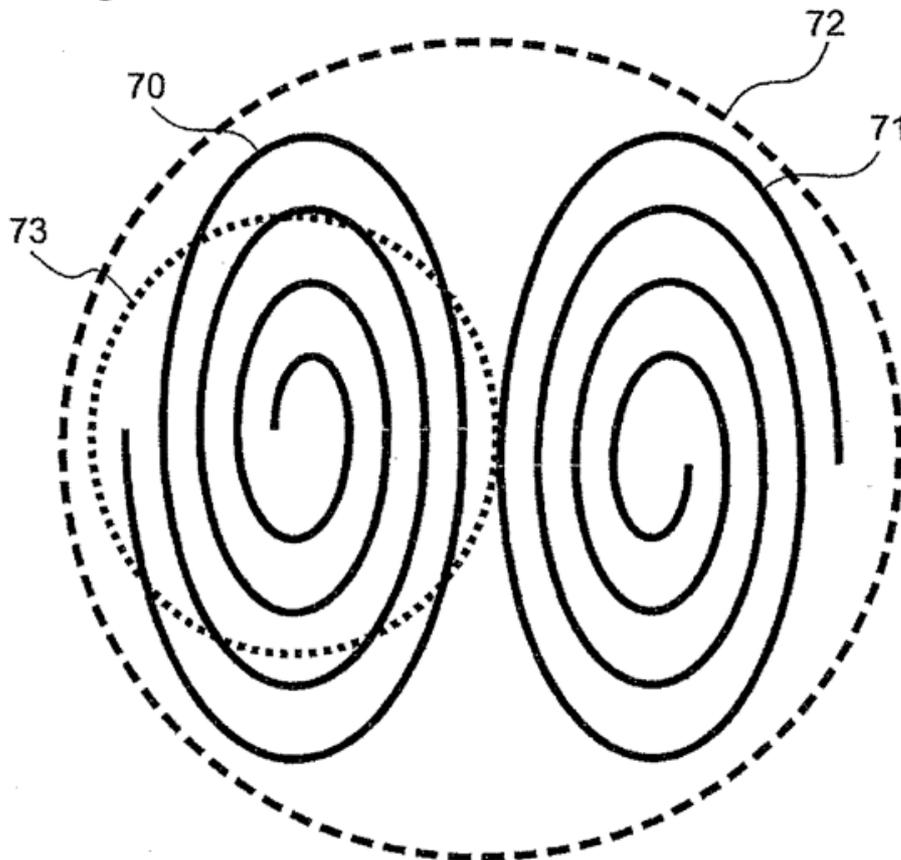
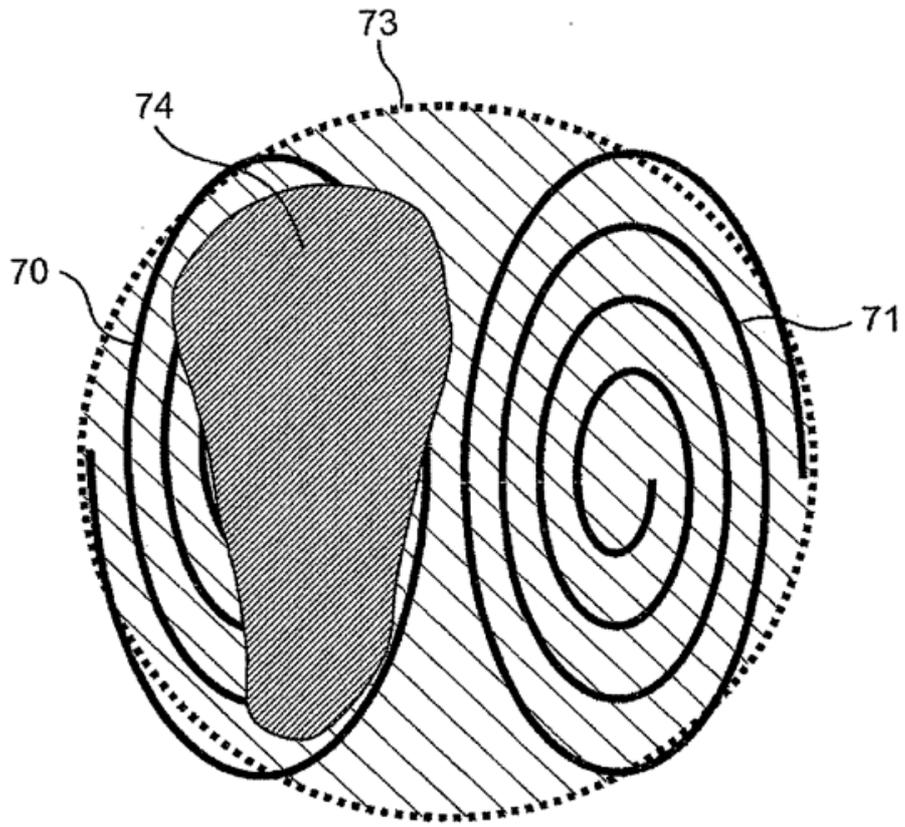


Fig.13



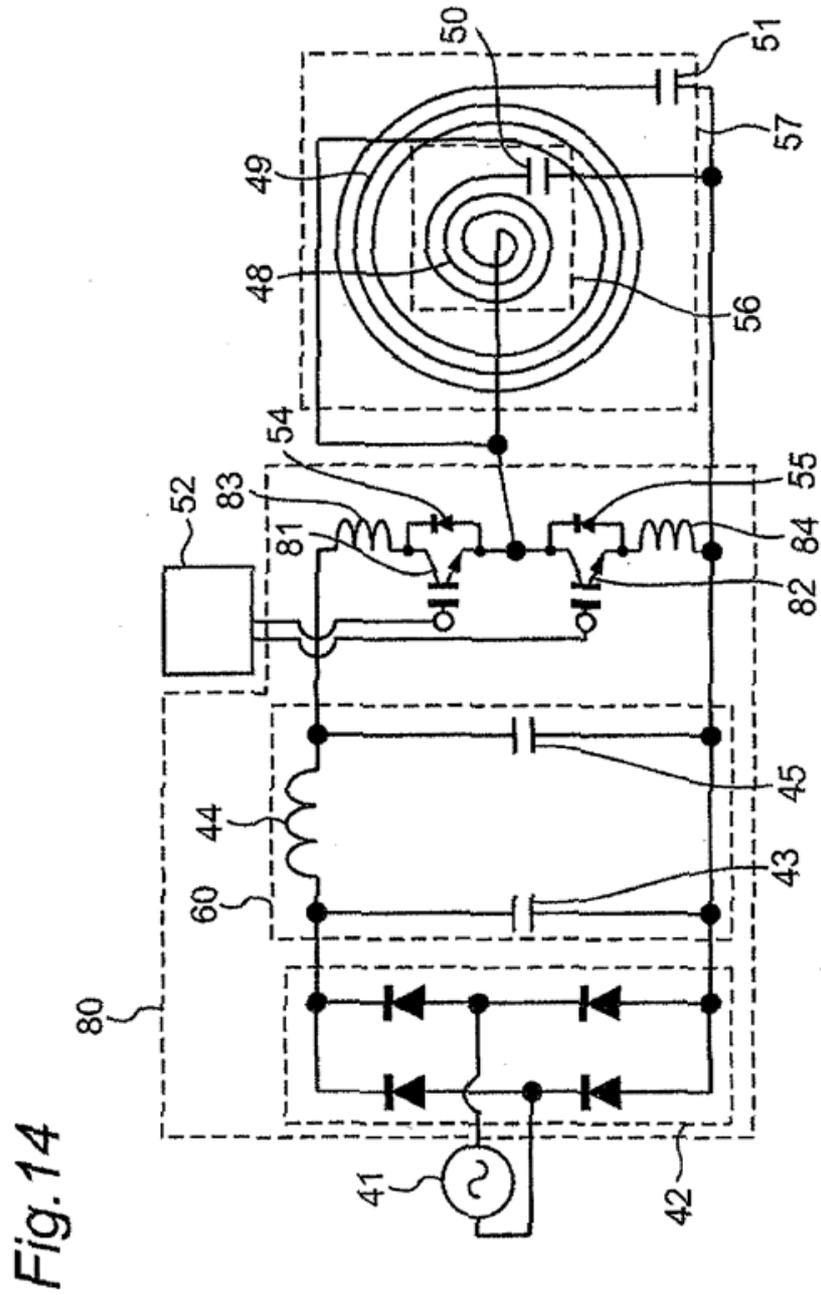


Fig.15

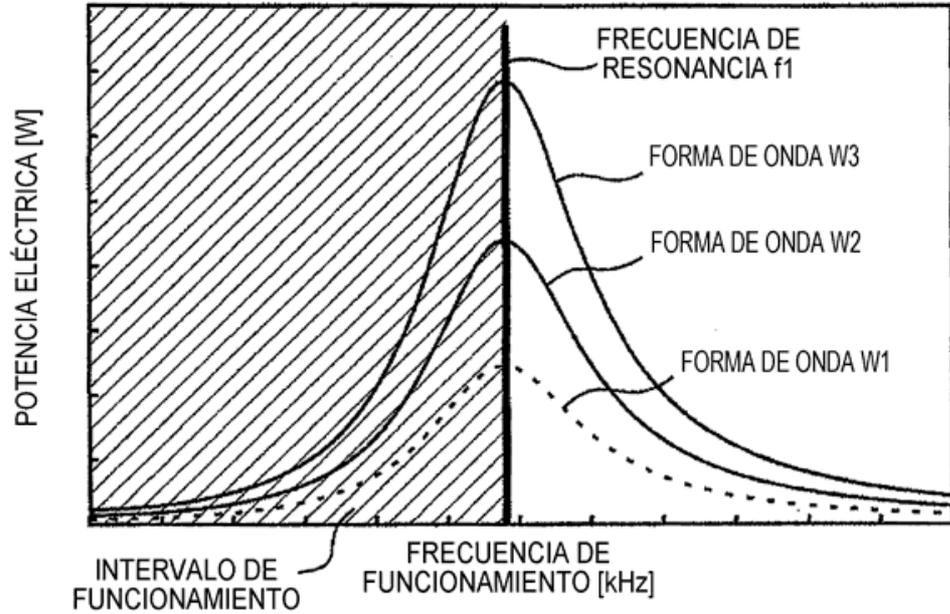


Fig.16

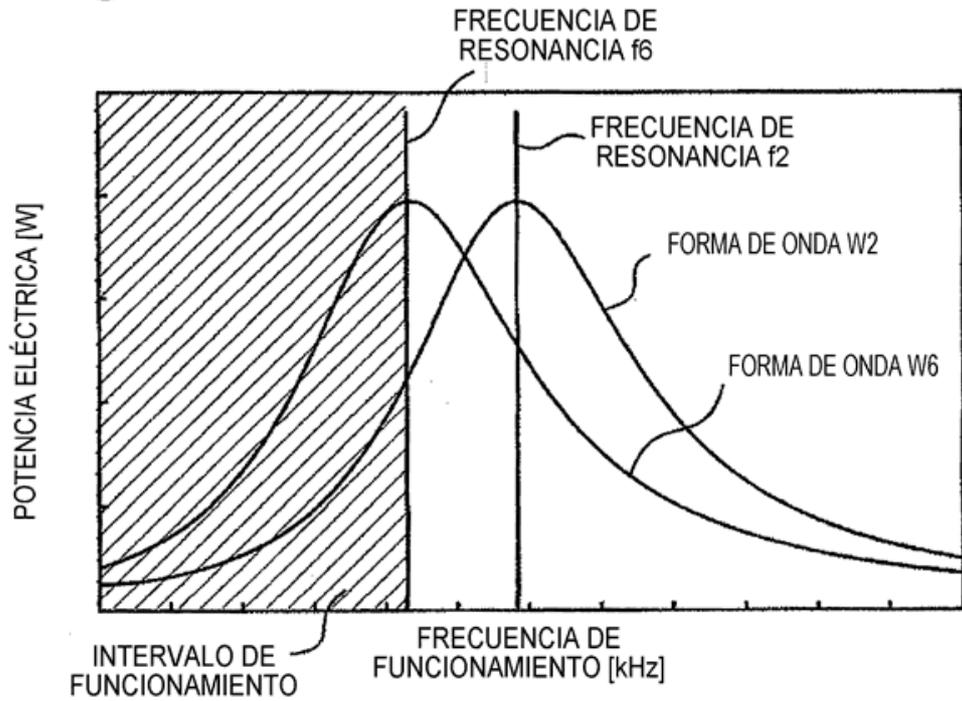


Fig.17

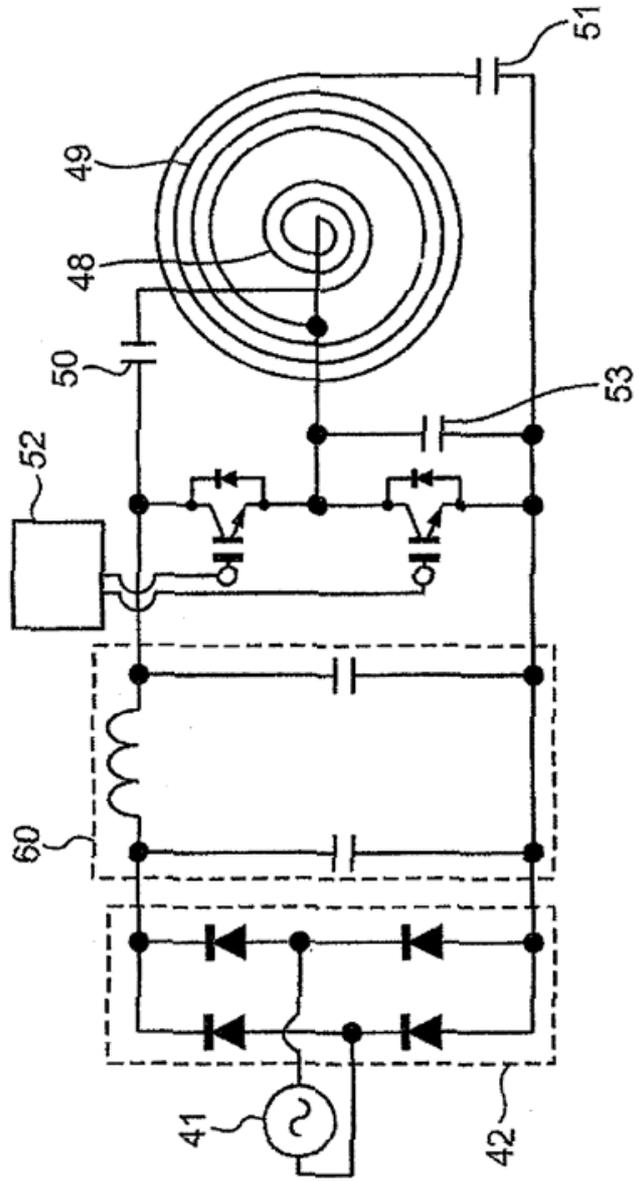


Fig.18

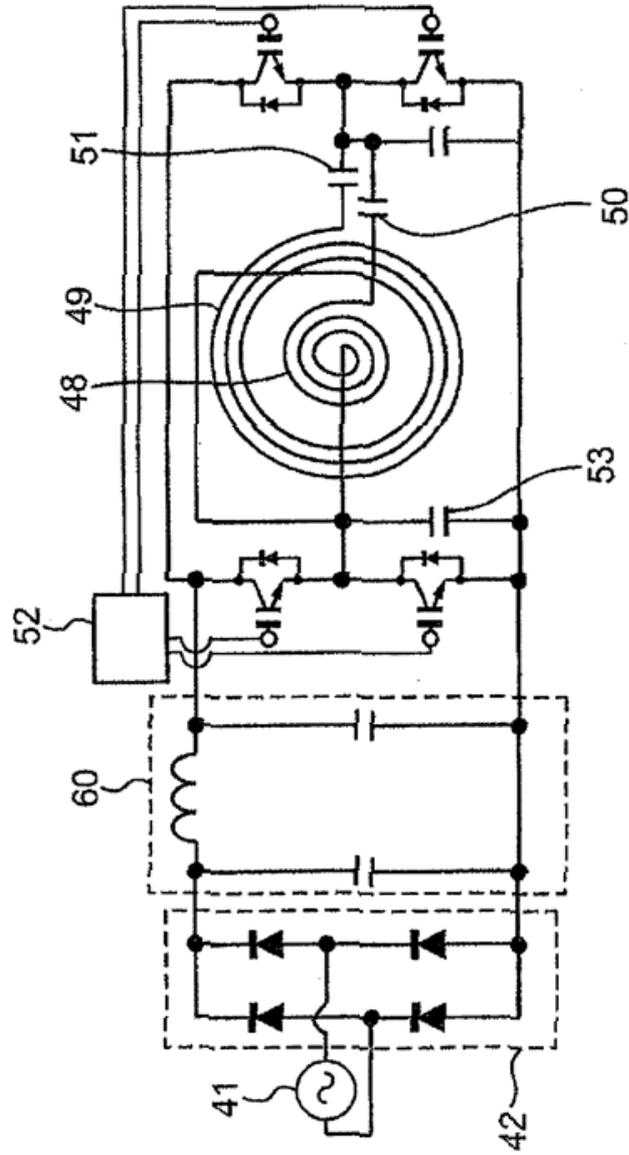


Fig. 19A

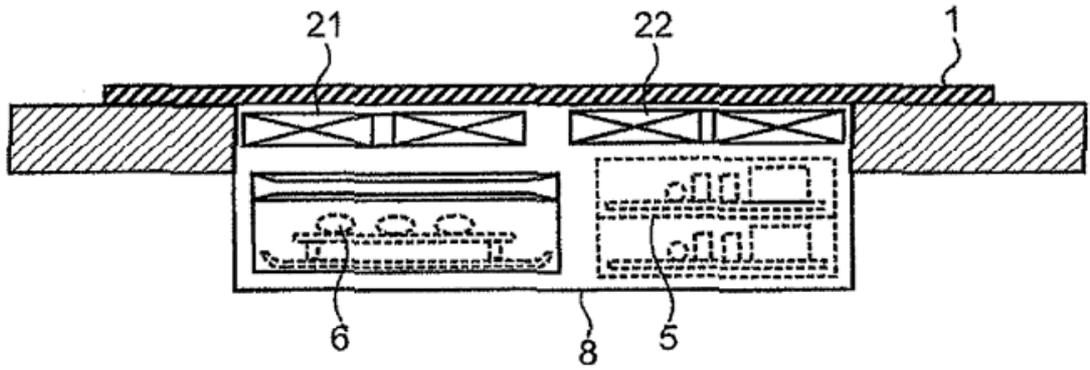
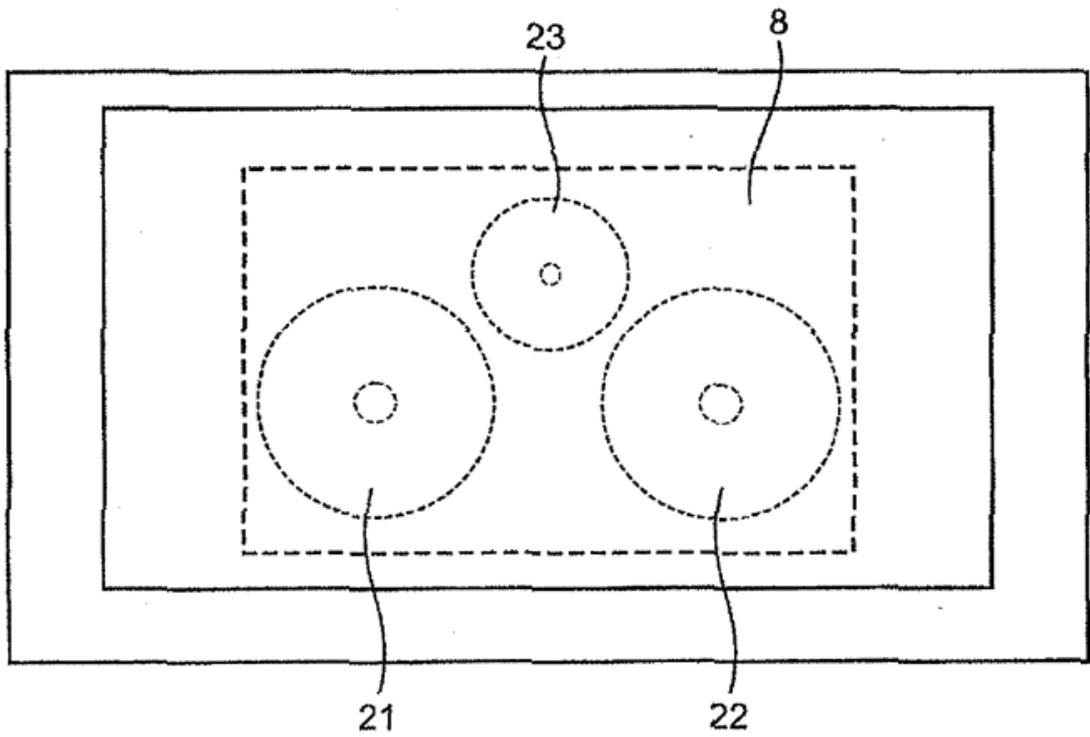


Fig. 19B



*Fig.20*

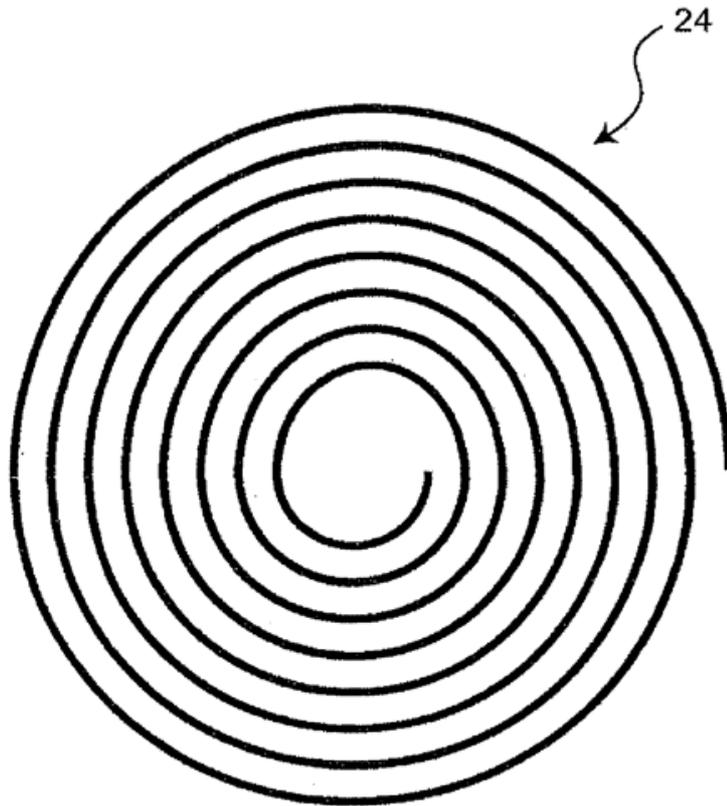


Fig.21

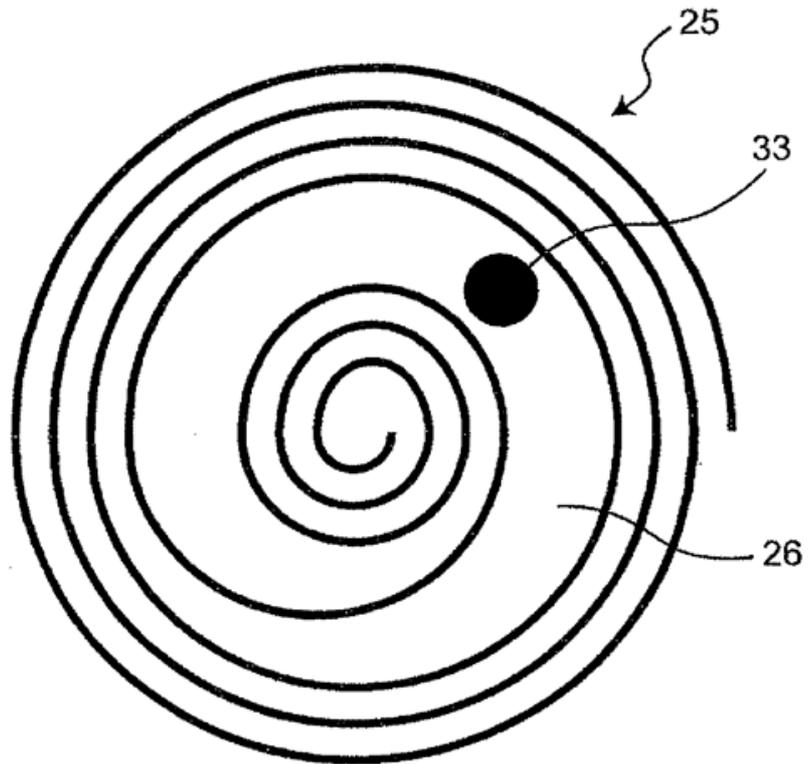


Fig.22

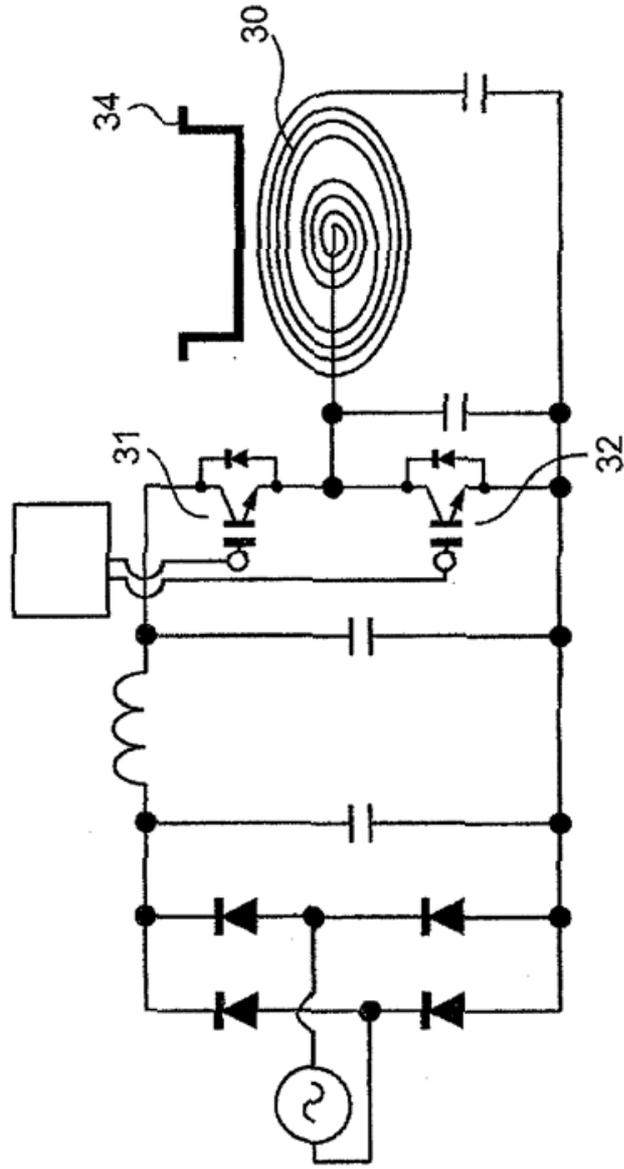


Fig.23

