



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 347 319**

(51) Int. Cl.:
H05B 6/80 (2006.01)
F24C 15/32 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **01979425 .4**
(96) Fecha de presentación : **04.10.2001**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1334644**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **13.08.2003**

(54) Título: **Horno de convección compacto de cocción rápida.**

(30) Prioridad: **24.10.2000 US 696750**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.10.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.10.2010

(73) Titular/es: **TurboChef Technologies, Inc.**
10500 Metric Drive, Suite 128
Dallas, Texas 75243, US

(72) Inventor/es: **McFadden, David, H.;**
Pool, James, K., III;
Winkelman, Earl, R. y
Gidner, John, David

(74) Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 347 319 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

Horno de convección compacto de cocción rápida.

La presente invención se refiere a un horno de convección compacto de cocción rápida y en particular a un horno que es adecuado para uso doméstico es decir, para su utilización en una casa, a diferencia de un establecimiento comercial.

La patente de Estados Unidos N° 6060701 describe un horno para cocinar un producto alimenticio al menos parcialmente mediante un flujo de gas caliente y al menos parcialmente mediante energía microondas. El horno incluye un alojamiento que define una cámara de cocción y un conducto para comunicar el gas con el exterior de la cámara de cocción entre la parte inferior de la cámara y la parte superior de la misma. El conducto sirve también como impelente del gas caliente.

La patente de Estados Unidos N° 6058924 describe un horno de cocción de reciclado para cocinar alimentos al menos parcialmente mediante un flujo de aire caliente y proporcionar un ambiente sustancialmente cerrado pero ventilado. El horno incluye una cámara de cocción para recibir una corriente de aire caliente desde un impelente térmico aguas arriba a través de varios orificios en la cámara de cocción, cocinando la cámara de cocción los alimentos al menos parcialmente con aire caliente procedente de los diversos orificios y donde la cocción de dichos alimentos añade al aire caliente componentes oxidables. Un ventilador hace circular la corriente de aire caliente.

Se describen en las patentes de Estados Unidos N° 5.254.823, 5.434.390, 5.558.793 y 5.927.265 (en adelante "hornos de la técnica anterior"), hornos de convección compactos de cocción rápida diseñados principalmente para su uso en establecimientos comerciales, patentes que se incorporan aquí como referencia. Dichos hornos han demostrado un uso satisfactorio en diversos establecimientos comerciales. Sin embargo, no están adaptados por completo para cumplir con los requisitos de un uso doméstico, donde las condiciones de voltaje disponible, el tamaño, el tiempo de calentamiento, los costes de operación y de compra, y similares, pueden ser bastante diferentes.

Por ejemplo, en un horno según las patentes mencionadas, para su uso en un establecimiento comercial, la cámara de cocción puede alcanzar unas dimensiones de 13 cm (5") de alto por 46 cm (18") de profundidad por 46 cm (18") de ancho. Por el contrario, en un horno adecuado para un uso doméstico preferentemente las dimensiones de la cámara de cocción deben tener aproximadamente 30 cm (12") de alto por 36 cm (14") de profundidad por 60 cm (24") de ancho. Como otro ejemplo, un horno situado en un establecimiento comercial dispondrá generalmente de un voltaje trifásico de 220-240. Por el contrario, en una residencia en Estados Unidos, la potencia disponible de un horno tendrá generalmente un voltaje monofásico de 220-240. Como otro ejemplo, un horno para un uso en un establecimiento comercial puede tener un período de calentamiento sustancial (por ejemplo de treinta a sesenta minutos), ya que el horno se enciende solamente una vez durante la jornada de trabajo (típicamente bastante antes de que entren los clientes en el establecimiento) y se mantiene funcionando durante toda la jornada de trabajo. Por el contrario, un horno apropiado para ser utilizado en una residencia particular debe tener un tiempo de calentamiento

muy corto (típicamente inferior a 10 minutos), ya que se apagará probablemente entre las comidas (es decir, aproximadamente tres veces al día), siendo necesario un tiempo de calentamiento después de cada encendido. Por las razones mencionadas anteriormente y muchas otras razones, un horno doméstico debe ajustar o presentar diversas características para poder alcanzar el mismo tiempo deseado de cocción rápida que el horno comercial de las patentes mencionadas.

Los hornos de la técnica anterior presentan flujos de energía principales opuestos con corrientes de gases calientes que alcanzan la superficie superior de un producto alimenticio dentro de la cámara de cocción y emitiéndose la energía microondas hacia arriba desde el suelo del horno dentro de la superficie inferior del producto alimenticio. Para proporcionar la transferencia del calor de convección en la parte inferior, el flujo de gas caliente es forzado alrededor de los laterales del producto alimenticio (desde la superficie superior del mismo) y por toda la superficie inferior del producto alimenticio por un paso de retorno de gas a baja presión, localizado directamente debajo del producto alimenticio. Ello produce un "efecto envolvente" del gas caliente alrededor del producto alimenticio. El flujo deseado de gas caliente bajo la superficie inferior del producto alimenticio se mantiene mediante la utilización de una bandeja cerámica de cocción, transparente a las microondas, que sirve de soporte del producto, que fuerza el flujo de gas por toda la superficie inferior del producto alimenticio (estando soportado el producto alimenticio encima de la bandeja de cocción por apoyos aislantes) antes de que el flujo de gas pueda pasar hacia abajo por el orificio o los varios orificios de la bandeja de cocción y salir hacia abajo desde la cámara de cocción.

La energía microondas se emite desde abajo y penetra en el producto alimenticio sólo después de haber pasado por la bandeja de cocción transparente a las microondas.

Para generar la alimentación deseada de microondas emitidas en la parte inferior de la cámara de cocción, debajo de la cámara de cocción se encuentran una cavidad de emisión de microondas y una alimentación guía-ondas. La cavidad de emisión tiene un diámetro de aproximadamente 23 cm (9 pulgadas) y 13+ cm (5 plus (1½ longitudes de ondas deseadas) pulgadas) de alto, con un medio agitador situado cerca de la parte superior de la cavidad. Esta cavidad se proyecta típicamente sobre aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada) en la cavidad de la cámara de cocción. Está aislada del proceso de cocción por un sello ambiental que es una ventana transparente a las microondas (alta temperatura) de 23 cm (9 pulgadas) de diámetro, así como un sello graso para el agua, para que el agua no pueda entrar en la zona de emisión de microondas. Esta cavidad resonante conecta la energía microondas principalmente directamente a los alimentos, con un acoplamiento secundario en la cavidad. Como resultado, el volumen asociado al grupo de alimentación/emisión de microondas es grande y tiene la consecuencia de limitar el volumen total del producto (por ejemplo, el tamaño del horno) y la configuración (un menor tamaño de la cámara de cocción dado el volumen de la cavidad de emisión). También tiene un impacto negativo sobre el diseño de la cámara de cocción, ya que limita la limpieza de la parte inferior de la misma. Dado el gran diámetro del recipiente, la alimentación del microondas y el tapón de

sellado, actualmente el kit de microondas es complejo y caro en su fabricación. Requiere igualmente un medio agitador accionado mecánicamente/por motor (motor/caja de engranajes, eje, sello de microondas, y pala de agitador) situados en la cavidad de emisión. Además, la construcción de la cavidad de emisión, su sección de alimentación adaptada a 1/4 de longitud de onda y el tapón de sellado (ventana transparente a las microondas y sello ambiental) resultan caros.

En los hornos de la técnica anterior, la bandeja conducía el flujo de gas caliente por debajo de los alimentos y tenía tres requisitos funcionales esenciales: (1) servir de base a los alimentos, (2) separar los alimentos de la superficie superior de la bandeja y crear así una vía de flujo de gas entre la bandeja y los alimentos y (3) ser transparente a las microondas para que la energía electromagnética de las microondas emitidas desde debajo de los alimentos pueda pasar por el soporte de los mismos (bandeja). Estos requisitos conllevan la utilización de una bandeja de cerámica colada que posea las propiedades deseadas de transparencia a las microondas y se pueda conformar con un número de soportes de separación empleados para crear el o los canales de flujo definidos por la superficie superior de la bandeja y la superficie inferior de un artículo alimenticio o de la fuente para cocinar. Además, el plato cerámico se moldea con varios orificios que permiten que el flujo de gas salga desde los canales de flujo hacia el retorno del ventilador. Esta pieza de cerámica colada sofisticada es cara, frágil y difícil de limpiar.

Además, la bandeja es complicada y difícil de producir. Para que la bandeja proporcione una transferencia de calor adecuada a los alimentos, una parte sustancial del flujo de gas debe conducirse entre los alimentos y la bandeja. Para ello, la bandeja debe ajustarse estrechamente (pequeño espacio) a las paredes del horno con el fin de impedir que el flujo de gas se desvíe alrededor de la bandeja y circule directamente hacia el paso de retorno del gas. El hecho de minimizar la desviación del flujo entre la bandeja y la puerta, asociado a las características de la puerta para controlar la pérdida de microondas, da como resultado el que la puerta del horno cubra la zona de cocción, siendo definida dicha zona de cocción por la bandeja en la parte inferior, el techo de la cavidad en la parte superior y las paredes del horno entre medias. Esencialmente, un horno con dos cavidades resulta en una cámara superior que contiene la zona de cocción y una zona inferior, debajo de la cámara superior, que contiene el espacio de retorno del gas. La producción de dicha construcción con dos cavidades es aún más cara, considerando la presencia de la cámara inferior o el volumen de gas de retorno, que no es necesario para hornos estándar. Esta cámara inferior provoca asimismo dificultades añadidas para su limpieza por parte del usuario o consumidor, ya que se debe retirar la bandeja y se debe limpiar la cámara inferior de todo alimento o grasa que pueda derramarse por los agujeros de la bandeja o que se deposita por el gas, que lleva partículas de grasa/alimentos que circulan por el espacio por debajo de la cámara superior.

En los hornos de la técnica anterior, tanto el subsistema de calentamiento por convección como el subsistema de calentamiento por microondas funcionan eléctricamente, repartiéndose la mayoría de la energía suministrada en los elementos de calentamiento por convección. Los flujos de energía esencia-

les son los siguientes:

- 1) Parte superior de convección: transferencia de calor por flujo de gas caliente en la superficie superior de los alimentos;
- 2) Parte superior de microondas: entrada de energía microondas que atraviesa la bandeja de cocción, pero que “no se encuentra” con los alimentos, se refleja fuera de las superficies superiores de la cámara de cocción y empieza a ser absorbida por los alimentos a través de las superficies superior o lateral de los mismos;
- 3) Parte inferior de convección: flujo de calor de convección por la superficie inferior de los alimentos; y
- 4) Parte inferior de microondas: entrada de energía microondas desde la parte inferior de la cámara de cocción, a través de la bandeja, a través de la superficie inferior del producto alimenticio y hacia el centro del producto alimenticio (entrada principal de microondas).

En los hornos de la técnica anterior, cuando los flujos de energía (potencia) del gas de convección y la energía de microondas se encuentran en plena capacidad, el flujo total de energía en la superficie superior del producto alimenticio es de aproximadamente 1.900 vatios (1.000-1.300 vatios para convección en la parte superior y 400-600 vatios para microondas en la parte superior) y la energía (potencia) total en la superficie inferior del producto alimenticio es también de alrededor de 1.900 vatios (500-700 vatios para convección en la parte inferior y 1.100-1.300 vatios para microondas en la parte inferior). Por tanto, el fraccionamiento de la energía es aproximadamente 2:1 para la energía de convección a favor de la parte superior, y aproximadamente 1:2 de la energía microondas a favor de la parte inferior. La distribución real de la energía depende de varios factores, que incluyen la geometría de los alimentos, la geometría del horno, etc. Suministrando casi la misma cantidad de energía tanto a la superficie de la parte superior como a la superficie de la parte inferior de los alimentos, se obtiene una cocción uniforme, ya que el perfil de temperaturas es simétrico alrededor de un eje longitudinal-horizontal, es decir se establecen líneas isotermas en los alimentos. Este fraccionamiento de la energía en energía de microondas y de convección entre las superficies de la parte superior y de la parte inferior de los alimentos es crítica a la hora de obtener un producto alimenticio acabado que se cocine rápidamente y de alta calidad. El fraccionamiento de energía minimiza el uso (o la necesidad) de conducción interna del calor dentro del alimento que se está cocinando.

Las distintas entradas de potencia identificadas anteriormente deben adaptarse con el fin de resultar en una cocción tanto de alta velocidad como de alta calidad. Así, la mayoría de los alimentos se cocinan en un plato o cazo que retrasa la pérdida de humedad de la superficie inferior de los alimentos. Además, la superficie inferior de los alimentos normalmente sólo requiere un nivel moderado de dorado en comparación con el nivel de dorado requerido en su superficie superior. Por el contrario, la superficie superior de los alimentos experimenta una pérdida de humedad más significativa y normalmente el producto alimenticio se cocina con un mayor nivel de dorado.

En consecuencia, la mayoría de la energía microondas se introduce en el interior y alrededor de la superficie inferior de los alimentos, mientras que menos de la mitad de la energía de convección se aplica a la superficie inferior de los alimentos. Por otra parte, la mayoría de la energía de convección se introduce en la superficie superior de los alimentos para provocar una pérdida de su humedad (mediante enfriamiento de evaporación de la superficie superior) y su dorado, mientras que menos de la mitad de la energía microondas se aplica a la superficie superior de los alimentos con el fin de impedir un calentamiento excesivo de los mismos. Por tanto, la relación energética entre la energía de convección y la energía microondas se invierte más o menos, dependiendo de si se tiene en cuenta la superficie superior o la superficie inferior de los alimentos.

Más en particular, con el fin de generar el alto nivel de transferencia de calor deseado en las superficies superiores o en la parte superior de los alimentos, se utiliza una transferencia de calor de tipo "choque" (esto es corriente forzada de gas caliente) para disipar la capa relativamente fría de gas estancado directamente sobre los alimentos. Para generar esta transferencia de calor convenientemente alta (tan alta como de $200 \text{ V/m}^2/^{\circ}\text{C}$ ($35 \text{ BTU/h/pie}^2/^{\circ}\text{F}$)), se deben utilizar flujos potentes de gas de choque. Para generar tales flujos potentes de forma fácil y económica, se emplea un flujo de gas a alta velocidad junto con una presión moderada del gas. Esto requiere un ventilador que genere, por ejemplo, al menos la potencia de un caballo de vapor en condiciones máximas de operación.

Los hornos de la técnica anterior presentan problemas de fabricación y operación que se derivan del "efecto envolvente", donde el flujo de gas caliente emitido desde arriba es liberado continuamente hacia abajo y alrededor del producto alimenticio de tal modo que sale por el centro de la bandeja de cocción y, así, desde la parte inferior de la cámara de cocción; mientras que la energía microondas es emitida hacia arriba desde por debajo del centro de la parte inferior de la cámara de cocción. Por ejemplo, debido al coemplazamiento de la alimentación de microondas en la parte inferior de la cámara de cocción y del paso de retorno del flujo de gas caliente por la parte inferior del horno al ventilador, la parte inferior del horno presenta forzosamente un sistema conductor de gas inferior complejo y caro. Esto se debe al hecho de que el gas que se libera alrededor del producto alimenticio y sale de la parte inferior de la cámara de cocción se recoge en un anillo, estando el centro del anillo ocupado por la ventana de emisión de microondas.

Desde el punto de vista del usuario, surgen otros inconvenientes.

Así, la utilización de un flujo de gas caliente único para proporcionar la transferencia de calor de convección a las superficies superior e inferior limita seriamente la flexibilidad de la preparación de alimentos, ya que no se pueden controlar independientemente las transferencias de calor de convección a las superficies superior e inferior, por ejemplo para permitir el dorado adicional de la superficie inferior mientras se reduce el dorado de la superficie superior. Otro problema desde el punto de vista del usuario es que la parte inferior central de la cámara de cocción se caracteriza por una región que es difícil de limpiar por su limitado acceso. Derrames, desbordamientos y gotas de los alimentos que se están cocinando se combinan con la

grasa que porta el flujo de gas que pasa por debajo de la bandeja de cocción y hacia afuera de la cámara de cocción en esta región de acceso limitado y difícil de limpiar.

Por tanto, los hornos de la técnica anterior están sujetos a limitaciones y deficiencias en términos de complejidad y coste de fabricación (debido al coemplazamiento de la alimentación central de microondas y al paso de retorno del gas al ventilador), dificultad de limpiar derrames y grasa depositada (debido al acceso limitado), así como pérdida de flexibilidad de cocción y de control (debido al uso de una única corriente de gas para proporcionar la transferencia de calor de convección a las superficies tanto superior como inferior). Es de especial significado para un horno compacto adecuado para un uso doméstico (y, por tanto, sujeto a severos condicionantes en altura) que se reserve una parte significativa del espacio vertical del horno de la técnica anterior para el medio de retorno del gas inferior, a expensas del espacio vertical disponible para el interior de la cámara de cocción.

En consecuencia, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un horno de convección compacto de cocción rápida apto para un uso doméstico.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un horno de convección compacto de cocción rápida para cocinar un producto alimenticio al menos parcialmente mediante un flujo de gas caliente, que comprende:

- (a) un alojamiento compacto que define una cámara de cocción rápida que posee una parte superior, una parte inferior y un medio de soporte entre ambas y separado encima de dicha parte inferior de la cámara, para recibir y servir de soporte a un producto alimenticio a cocinar, y medios conductores para proporcionar una comunicación gaseosa fuera de dicha cámara de cocción, hacia arriba desde dicha parte inferior de la cámara, dirigida hacia dicha parte superior de la cámara;
- (b) medios directrices asociados a dicha cámara de cocción, adyacentes a dicha parte superior de la cámara, para dirigir el flujo de gas desde dichos medios conductores hacia abajo en la parte superior del producto alimenticio sobre dichos medios de soporte, y, adyacentes a dicha parte inferior de la cámara, medios de retorno para dirigir el flujo de gas desde dicha cámara de cocción hacia dichos medios conductores;
- (c) medios de flujo para obligar al flujo de gas procedente de dichos medios directrices a ir hacia dichos medios de retorno y desde dichos medios de retorno hacia dichos medios directrices, a través de los citados medios conductores; y
- (d) medios de control para variar independientemente, sin intervención humana alguna, al menos uno de entre el caudal volumétrico eficaz del flujo de gas en dicha cámara de cocción y la temperatura del flujo de gas en dicha cámara de cocción, sin tener en cuenta la humedad y sin intervención humana; y caracterizados por medios de cocción que incluyen un elemento inferior de calentamiento radiante no por mi-

croondas dispuesto en dichos medios de retorno y distribuidos en la zona por debajo de dicho soporte de alimentos, de tal modo que al menos una parte del gas que se introduce en dichos medios de retorno se recalienta inicialmente mediante uno de dichos elementos de calentamiento radiante no por microondas antes de que fluya por debajo del resto del citado soporte de alimentos.

Los medios de cocción pueden incluir calentamiento radiante por microondas, calentamiento por convección y combinaciones de los mismos; incluyendo dicho calentamiento por microondas, cuando está presente, al menos un elemento de calentamiento radiante por microondas seleccionado de entre el grupo consistente en:

- (a) un sistema de calentamiento por microondas que incluye un guía-ondas, un magnetrón conectado a dicha guía-ondas y una antena de microondas dispuesta centralmente debajo de dicho soporte de alimentos y montada en dicho guía-ondas,
- (b) un sistema de calentamiento por microondas que incluye un guía-ondas, un magnetrón conectado a dicho guía-ondas y al menos una abertura ranurada de $\frac{1}{2} \lambda$ (espacio libre) dispuesta por debajo de dicho soporte de alimentos y montada en dicho guía-ondas, y
- (c) combinaciones de los mismos;

Los medios de cocción pueden incluir un elemento superior de calentamiento radiante no por microondas dispuesto de forma adyacente y por debajo de dichos medios directrices.

Los medios de cocción pueden incluir calentamiento por convección, que incluye al menos un elemento de calentamiento por convección seleccionado de entre el grupo consistente en:

- (a) un elemento de calentamiento por convección dispuesto en dichos medios de retorno;
- (b) un quemador de gas de combustión dispuesto por debajo del citado soporte de alimentos, y
- (c) combinaciones de los mismos.

El horno puede incluir al menos un elemento catalítico seleccionado de entre el grupo consistente en:

- (a) un elemento catalítico dispuesto en dichos medios de retorno;
- (b) un elemento catalítico dispuesto en dichos medios conductores, y
- (c) combinaciones de los mismos.

Los medios de cocción pueden incluir un sistema de calentamiento por microondas que comprende un guía-ondas, un magnetrón conectado a dicho guía-ondas y una antena de microondas dispuesta centralmente por debajo de dicho soporte de alimentos y conectada a dicho guía-ondas.

Breve descripción de las figuras

Los objetos, características y ventajas anteriores y relacionadas de la presente invención se entenderán de forma más completa con referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferentes, aunque ilustrativas, de la presente invención cuando

se toman conjuntamente con las figuras adjuntas en las que:

Figura 1: vista lateral esquemática en alzado, parcialmente transversal, de una vista isométrica de un horno de acuerdo con la presente invención;

Figura 2: vista isométrica frontal esquemática del horno; y

Figura 3: diagrama de la función del controlador en la asignación de los recursos energéticos disponibles.

Breve descripción de la realización preferente

Con referencia ahora a las figuras, y en particular a las Fig. 1 y 2, se ilustra un horno doméstico de acuerdo con la presente invención, designado en general con el número de referencia 10. El horno 10 es un horno de convección compacto de cocción rápida para cocinar un producto alimenticio al menos parcialmente mediante un flujo de gas caliente. El horno 10 comprende un alojamiento, en general designado con 12, definiendo a su vez el alojamiento 12 una cámara de cocción, designada en general por 14, y unos medios conductores, designados en general como 16.

La cámara de cocción 14 tiene una parte superior 20, una parte inferior 22 y unos medios de soporte 24 entre ambas, estando separados los medios de soporte 24 encima de la parte inferior de la cámara 22 para recibir y servir de soporte a un producto alimenticio a cocinar. Los medios conductores 16 proporcionan una comunicación gaseosa en el exterior de la cámara de cocción 14, hacia arriba desde la parte inferior de la cámara 22, hacia la parte superior de la cámara 20.

Asociados a la cámara de cocción 14, adyacentes a la parte superior de la cámara 20, se disponen unos medios directrices 26 para dirigir el flujo de gas desde los medios conductores 16 hacia abajo, hacia una parte superior del producto alimenticio sobre los medios de soporte 14 y, adyacentes a la parte inferior de la cámara 22, unos medios de paso de retorno 28 para dirigir el flujo de gas desde la cámara de cocción 14 hacia los medios conductores 16.

Los medios de flujo, designados en general por 30, están destinados a obligar al flujo de gas desde los medios directrices 26 hacia los medios de retorno 28 a través de la cámara de cocción 14 y desde los medios de retorno 28 hacia los medios directrices 26 a través de los medios conductores 16.

El tamaño de la cámara de cocción 14 viene determinado por el tamaño del producto alimenticio que se debe cocinar en su interior y, a su vez, determina en gran medida el tamaño global del horno 10. Así, hablando en términos muy generales, un producto alimenticio con dimensiones de 30 cm x 41 cm x 21 cm ó 0,026 m³ (12" x 16" x 8" ó 0,9 pies cúbicos) requiere una cámara de cocción 14 de al menos 38 cm x 51 cm x 25 cm ó 0,048 m³ (15" x 20" x 10" ó 1,8 pies cúbicos), y dicha cámara de cocción requiere un horno 10 de 1,8 m³ (4 pies cúbicos).

Los medios de soporte 24 de la cámara de cocción no sólo soportan el producto alimenticio a cocinar, sino también permiten que el flujo de gas caliente que contribuye a la cocción del mismo pase hacia abajo a los medios de retorno asociados 28 y, por tanto, a los medios conductores 16. Al contrario que los hornos de la técnica anterior, en la presente invención el flujo de gas caliente que estaba inicialmente en contacto

con la superficie superior del producto alimenticio no está forzado a actuar alrededor de los laterales y a través de la parte inferior del producto alimenticio para que el flujo de gas caliente abarque la totalidad del producto alimenticio (por ejemplo, con un efecto envolvente) y cuece tanto la parte superior como inferior del mismo simultáneamente con el mismo flujo de gas caliente.

Los medios de flujo 30, preferentemente un ventilador o un soplador, incluyen una rueda de ventilador 34 así como un motor de ventilador 36, y hacen que el gas fluya sucesivamente desde los medios directrices 26 hacia los medios de retorno 28 a través de la cámara de cocción 14, y desde los medios de retorno 28 de vuelta a los medios directrices 26 a través de los medios conductores 16. Preferentemente, el ventilador o soplador 30 es un dispositivo de velocidad variable que permite el control independiente del caudal volumétrico efectivo del flujo de gas en la cámara de cocción 14.

Los medios de cocción incluyen un subsistema de calentamiento por convección 46, y opcionalmente subsistemas de calentamiento seleccionados de entre el grupo consistente en un subsistema de calentamiento por energía microondas 42, un subsistema de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 44 y combinaciones de los mismos.

El subsistema de calentamiento por convección 46 incluye al menos un elemento de calentamiento por convección seleccionado de entre el grupo consistente en (i) un elemento de calentamiento por convección 72 dispuesto en los medios de retorno 28, (ii) un quemador de combustión de gas 74 dispuesto por debajo de los medios de soporte de los alimentos 24, y (iii) combinaciones de los mismos.

El subsistema de calentamiento radiante por microondas 42, cuando está presente, incluye preferentemente al menos un elemento de calentamiento radiante por microondas consistente en un magnetrón 56, un guía-ondas 54 y al menos una antena ranurada de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 (en la realización preferente, se incluyen tres aberturas ranuradas de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52) en el guía-ondas 54, para irradiar energía microondas en la cavidad 14. En una realización alternativa (no mostrada), un magnetrón 56 está conectado a un único guía-ondas colocado debajo de la cavidad 14, y la energía microondas pasa desde el único guía-ondas a la cavidad 14 por medio de una antena giratoria de microondas conectada al único guía-ondas y dispuesta centralmente por debajo del soporte de alimentos.

El subsistema de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 44, cuando está presente, incluye al menos un elemento de calentamiento radiante no por microondas seleccionado de entre el grupo consistente en (i) un elemento superior de calentamiento radiante por radiación térmica (IR) o no por microondas 62 dispuesto de forma adyacente y debajo de los medios directrices 26, (ii) un elemento inferior de calentamiento radiante, no por microondas 64 dispuesto en los medios de retorno 28 y distribuido en la zona por debajo de los medios de soporte de alimentos 24, para que al menos una parte del gas que entra en los medios de retorno 28 sea recalentado inicialmente por el elemento de calentamiento 64 antes de circular debajo del resto del soporte de alimentos 24, y (iii) combinaciones de los mismos.

En una realización preferente, el horno 10 comprende además un elemento catalítico seleccionado

de entre el grupo consistente en (i) un elemento catalítico 82 dispuesto en los medios de retorno 28, (ii) un elemento catalítico (no mostrado) dispuesto en los medios conductores 16, y (iii) combinaciones de los mismos.

Modelo del flujo de gas

El modelo del flujo de gas en el horno híbrido de la presente invención (que depende del calentamiento radiante por microondas, calentamiento radiante no por microondas o de radiación térmica, así como calentamiento por convección) es como sigue: el aire (u otro gas) pasa hacia abajo por agujeros directrices del gas en una placa transversal superior 26 de la cámara de cocción 14 y se calienta opcionalmente por medio de elementos superiores de calentamiento radiante 62. Los agujeros directrices del gas pueden ser toberas de choque convencionales o simplemente orificios dentro de la placa superior 26 de la cámara de cocción. El flujo de gas caliente choca con la parte superior y con los laterales de un alimento soportado por los medios de soporte de alimentos 24 (tal como una rejilla convencional para calentar la parte superior y los laterales del alimento). El alimento puede estar solo en los medios de soporte 24, o puede estar dispuesto en una olla o cazo 84 transparente a las microondas soportado por los medios de soporte 24.

A continuación, el gas caliente que está en contacto con la parte superior y con los laterales del alimento, así como la parte de gas caliente que no está en contacto con el alimento (sino que simplemente pasó directamente de los agujeros directrices de gas de la placa superior 26 de la cámara de cocción a los medios de soporte en rejilla 24) es liberado a través de los medios de soporte en la rejilla 24 por un vacío creado por el ventilador o soplador del flujo 30. Parte de este flujo de gas caliente (es decir, el gas caliente que está en contacto con el alimento y el gas caliente que no está en contacto con el alimento) es recalentada entonces por los elementos de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 64 dispuestos por debajo de los medios de soporte en la rejilla 24. Como consecuencia del vacío creado por el ventilador, al menos parte del gas recalentado es forzado a pasar bajo los medios de soporte en la rejilla 24 y, por tanto, indirectamente, por la parte inferior del alimento. Consecuentemente, la parte inferior del alimento es calentada no sólo por el flujo de gas caliente que se gasta en parte (debido a que ya ha sido utilizado para cocinar la parte superior y los laterales del alimento), sino en particular por el gas caliente recién recalentado.

Todo el gas caliente liberado a través de los medios de soporte en la rejilla 24 (recalentado o no) pasa por un catalizador o por un elemento catalítico opcional 82 en los medios de retorno y a una entrada. El gas en el interior de los medios de retorno 28 es calentado entonces por elementos de calentamiento por convección 72 dispuestos en el interior del conducto 16 y vuelve finalmente recalentado a los orificios directrices del gas de la placa superior 26 de la cámara de cocción. Se debe observar que el flujo de gas en el interior de la cámara de cocción 14 es sustancialmente vertical por encima de los medios de soporte en la rejilla 24, pero es esencialmente horizontal por debajo de los medios de soporte en la rejilla 24.

En una realización preferente, un subsistema de calentamiento por microondas 42 suministra energía microondas mediante un par de guía-ondas 54 que

tienen aberturas ranuradas de $\frac{1}{2}\lambda$ (espacio libre) dispuestas en la superficie superior de cada guía-onda 54, estando dispuesto el gas de los guía-ondas 54 por debajo de los medios de soporte en la rejilla 24 y contribuyendo a radiar por microondas el alimento por encima de los medios de soporte en la rejilla 24. Además, un subsistema de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 44 posee elementos de calentamiento radiante 64 dispuestos por debajo de los medios de soporte en la rejilla 24 para permitir que se dore la parte inferior del alimento (lo cual no se puede obtener con calentamiento exclusivamente por microondas o con un flujo de gas caliente debajo de la rejilla).

La utilización de una única corriente de gas, tal como se indica en los hornos de la técnica anterior, para proporcionar la transferencia de calor de convección tanto en la superficie inferior como en la superficie superior, es una limitación seria con respecto a la preparación de alimentos. Aunque se puede dejar pasar esta limitación en el contexto de la preparación comercial de "comidas rápidas", la pérdida en flexibilidad y control de la cocción es menos aceptable en el contexto de un horno doméstico. El horno 10 permite el no acoplamiento o el control independiente de la transferencia de calor de la parte superior y de la transferencia de calor de la parte inferior, facilitando así, por ejemplo, un dorado adicional de la superficie inferior mientras se reduce el dorado de la superficie superior.

A continuación, se exponen detalladamente ahora otras características únicas del horno 10.

Cocción rápida

El horno 10 de la presente invención preferentemente emplea un modelo de flujo de gas que se presta a un horno de convección compacto de cocción rápida. De forma más específica, el flujo de gas se adapta para permitir el uso de una rejilla estándar 24 (en vez de la bandeja especial de cocción de los hornos de la técnica anterior) y para que la entrada de retorno de gas 28 pueda estar dispuesta en un emplazamiento que mantiene verticalmente el modelo de flujo de gas caliente deseado sobre la superficie superior del alimento.

Para realizar estas funciones, el flujo de gas del horno se rediseña para que no haya ningún efecto "envolvente de gas caliente". Un medio de retorno de gas 28 está situado por debajo del nivel de cocción (es decir, por debajo de los medios de soporte de la rejilla 24 o en la parte inferior del producto alimenticio) para recoger el gas caliente después de que se haya desviado del alimento completamente o de que haya atravesado la superficie (o los laterales) superior del alimento. Considerando la ausencia de la bandeja de cocción que se utilizaba para mantener el efecto "envolvente del gas caliente" alrededor del alimento, la entrada de los medios de retorno 28 debe situarse ahora de modo tal que recoja la totalidad del flujo de gas caliente (que esté en contacto con el alimento o se desvíe del alimento). El emplazamiento de los medios de retorno 28 favorece también un flujo más vertical sobre la totalidad del producto alimenticio.

Si la entrada de los medios de retorno 28 se encuentra en o por encima del eje central de la rejilla (es decir, por encima de la superficie inferior del alimento), el campo del flujo de choque de gas caliente se desvía así de una dirección sustancialmente vertical (desde la placa de gas 26 en la parte superior de

la cámara de cocción hacia la bandeja de cocción) hacia una dirección que arrastra de forma no uniforme el flujo de gas caliente sobre el producto alimenticio (a medida que el flujo continúa desde la placa de gas 26, por ejemplo, hacia la pared trasera de la cámara de cocción). De ello resulta una transferencia de calor tanto reducida como no uniforme.

En consecuencia, en el horno 10 de acuerdo con la presente invención, la entrada o esnórkel de los medios de retorno de gas 28 está situada por debajo del nivel de cocción, de modo que recoge el flujo de gas caliente sólo después de haber atravesado el alimento. En particular, la entrada para los medios de retorno de gas 28 preferentemente está situada verticalmente adyacente (pero separada por encima) al suelo de la cámara de cocción, profundamente adyacente (pero hacia delante de) a la pared trasera de la cámara de cocción, y horizontalmente adyacente al centro de la cámara de cocción. Preferentemente, la entrada o esnórkel de los medios de retorno 28 se sitúa hacia adelante en aproximadamente un 25-50% de la profundidad de la cámara de cocción a partir de la pared trasera de la cámara de cocción y por debajo de la rejilla 24, para resultar así en un flujo de gas sustancialmente vertical que está en contacto con la superficie superior del producto alimenticio. Además, el borde inferior de la entrada o esnórkel en especial está ligeramente elevado (aproximadamente 1,3 cm, media pulgada) por encima del suelo de la cámara de cocción, para impedir que gotas de alimentos, derrames de alimentos, grasa y similares penetren en el conducto.

Esta disposición de la entrada de los medios de retorno de gas 28 asegura que el modelo de flujo de gas vertical deseado se mantenga sustancialmente hasta que el flujo de gas caliente haya atravesado el alimento y esté listo para la recirculación. Cuando se dispongan elementos de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 64 en los medios de retorno 28 por debajo del nivel de cocción, el gas recalentado que pasa por los medios de retorno 28 preferentemente proporciona al alimento la transferencia de calor por convección necesaria del lado inferior y, por tanto, elimina la necesidad de un efecto envolvente.

Preferentemente, el catalizador 82 se encuentra ligeramente aguas abajo de la entrada o esnórkel de los medios de retorno 28 y aguas arriba del conducto 16, para limpiar el flujo de gas antes de que pase por la rueda del ventilador 34 y por el conducto 16 (impidiendo así la acumulación de grasa en la rueda del ventilador 34 y en los medios conductores 16).

Calentamiento radiante de la parte inferior

El horno 10 de la presente invención emplea preferentemente al menos un elemento de calentamiento radiante (radiación térmica) no por microondas, de respuesta rápida, dispuesto en medios de retorno 28 por encima del suelo 22 de la cámara de cocción, para proporcionar la transferencia de calor de convección a la superficie inferior del producto alimenticio. La utilización de un elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas permite que el alimento esté soportado por una rejilla estándar 24, y no por una bandeja de cerámica, dado que ya no se necesita un efecto envolvente de gas caliente para proporcionar un calentamiento por convección a la superficie inferior del producto alimenticio. En su lugar, la entrada o esnórkel del conducto de gas de retorno 28 está

localizada en o por debajo de la rejilla 24 y recoge el flujo de gas caliente después de que se haya desviado del producto alimenticio completamente o haya atravesado la superficie superior o la parte superior del mismo (y opcionalmente sus laterales). Esto permite que la cámara de cocción 14 tenga tanto un suelo uniforme, sin recovecos, como un calentamiento por convección independiente de la superficie inferior o de la parte inferior del producto alimenticio.

El elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 está localizado preferentemente a 5-10 cm (2-4 pulgadas) por debajo de la rejilla o del nivel de cocción, e incluye una entrada de energía variable capaz de proporcionar al menos dos niveles medios de energía (por ejemplo, uno para dorar y otro para tostar).

Preferentemente, la transferencia máxima de calor por radiación térmica en la parte inferior del producto alimenticio en la presente invención debe ser igual o sobrepasar la transferencia de calor de convección del flujo de gas caliente que pasa entre la bandeja y la parte inferior del producto alimenticio o la fuente para cocinar en los hornos de la técnica anterior. La máxima transferencia de calor de convección asociada a este flujo (asegurándola un plato plano o una parte inferior plana del alimento) es aproximadamente de 68-85 V/m²/°C (12-15 BTU/h/pie²/°F). Para conseguir este nivel de transferencia de calor, el elemento inferior de calentamiento radiante 64 proporciona convenientemente 1.000-2.500 vatios, dependiendo del tamaño del horno y de la velocidad de cocción deseada, y funciona a una temperatura superficial cercana de los 540°C (1.000°F).

Para reducir el tiempo de respuesta del calentador durante la cocción, el elemento inferior de calentamiento radiante 64 puede encontrarse en una condición caliente o de mantenimiento durante el precalentado o entre las operaciones de cocción. En su estado caliente o de mantenimiento, la potencia de salida radiante del elemento 64 es relativamente pequeña (típicamente por debajo de 430°C (800°F)), pero se encuentra todavía a una temperatura suficientemente alta para que el tiempo necesario para alcanzar la potencia de salida radiante deseada para una operación de cocción sea preferentemente inferior a la mitad del tiempo de cocción de la receta (es decir, el tiempo de cocción especificado en la receta para una operación particular de cocción de alimentos).

Para simplificar el control del elemento de calentamiento 64 para una receta de cocina particular, la temperatura de inicio para el elemento 64 se puede mantener constante durante todo el ciclo de cocción. Esto es particularmente eficaz cuando se utilizan elementos eléctricos revestidos, ya que tienen una constante de tiempo térmico relativamente grande, de modo que sus tiempos de calentamiento son largos con respecto a la duración del evento que requiere aquella temperatura indicada en la receta de cocina. Por otra parte, un elemento radiante de poco peso, sin revestimiento, de respuesta rápida permite la modulación de la potencia de salida radiante en más de una base de línea temporal real, de modo que la temperatura del elemento puede variar durante los distintos eventos indicados en la receta de cocina.

La utilización de un elemento de calentamiento inferior por radiación térmica o radiante no por microondas 64 permite que el horno lleve a cabo una operación de cocción convencional (es decir, sin mi-

croondas o sólo con baja potencia de entrada microondas) para recetas que son difíciles de acelerar mientras se sigue tratando de alcanzar la calidad apropiada o que se cuecen con tan poca frecuencia que no vale la pena reajustar la receta para una cocción rápida (es decir, con la entrada de energía microondas). Por otra parte, la utilización combinada del elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 y de la entrada de energía microondas 42 puede reducir el tiempo necesario de cocción convencional (no con microondas) en un porcentaje tan elevado como del 50% del tiempo de cocción.

La utilización de un elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 permite además que el horno realice una operación de autolimpieza a alta temperatura sin necesitar la operación del ventilador o de los calentadores por convección a temperatura elevada (tal como de 315°C (600°F)), reduciendo así notablemente la exigencia de que el ventilador sea capaz de funcionar en condiciones extremas y, como consecuencia, permitiendo el uso de un ventilador más barato y fiable.

Con el fin de proporcionar una operación de cocción en horno doméstico convencional (con baja o ninguna potencia de entrada microondas), el elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 se puede utilizar en un modo de baja salida de energía radiante, estando el ventilador de convección apagado o funcionando con bajos flujos de gas (por ejemplo 1,4 m³/min (50 CFM)) para reducir las exigencias del ventilador. El elemento inferior de calentamiento por radiación térmica o radiante no por microondas 64 elimina la necesidad (que existía en las patentes mencionadas en la técnica anterior) de hacer funcionar el horno en condiciones de alto flujo de gas para producir un dorado suficiente de la parte inferior del alimento que se esté cocinando, ya que la transferencia de calor radiante es independiente del flujo de aire por debajo del producto alimenticio.

Las condiciones del flujo de gas reducido disminuyen notablemente el arrastre de partículas y vapores de grasa que se produce de otro modo cuando el flujo de gas arrastra la grasa de la superficie del alimento que se esté cocinando. Debido a que la velocidad de emisión de grasa es aproximadamente proporcional a la velocidad de cocción, la operación del horno en condiciones de flujo de gas reducido disminuye la generación de grasa y, por consiguiente, tanto el impacto de la grasa en el sabor del alimento que se esté cocinando como la formación de grasa dentro del horno (formación que de otro modo requiere una limpieza periódica para impedir que se queme la grasa formada).

Es todavía más importante el que la provisión del elemento 64 elimine al menos uno de los factores limitativos en cuanto a la reducción del tiempo de cocción de muchos alimentos que exigen una transferencia de calor adicional al final del ciclo para dorar la superficie inferior del alimento. Como el calentamiento lateral inferior (es decir, el calentamiento radiante no por microondas de la parte inferior del alimento) se lleva a cabo mediante el elemento 64 independientemente del calentamiento lateral superior, es posible proporcionar un dorado lateral inferior apropiado a numerosos productos (por ejemplo pizza, pollo asado, etc.), que se veían limitados en cuanto a la cantidad de dorado lateral inferior por el flujo de convección de los hornos de la técnica anterior, que utilizaban un

efecto envolvente del gas caliente (según el cual la corriente de gas caliente atravesaba la superficie superior del alimento antes de atravesar la superficie inferior del alimento). En otras palabras, en el horno 10 de la presente invención, la cantidad de transferencia de calor que se puede aplicar a la parte inferior del alimento es independiente de la cantidad de transferencia de calor que se puede aplicar a la parte superior del alimento (estando esto último forzosamente limitado para impedir la sobrecocción de la parte superior del alimento).

Además de mejorar el control de la transferencia de calor para la cocción lateral inferior del alimento (debido a que es independiente de la cocción lateral superior del alimento) e intensificar la funcionalidad del horno (capacidad de funcionar como un horno doméstico tradicional para calentar y como un horno autolimpiable de alta temperatura), la presencia de un elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 permite nuevos parámetros para la parte inferior del horno. En efecto, una ventaja significativa de la utilización de un elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas 64 consiste en que el horno puede tener ahora un suelo liso, sin recovecos. Así, la adición de la fuente de calor radiante por debajo del emplazamiento de la rejilla simplifica mucho el diseño y la fabricación del horno en comparación con los hornos de la técnica anterior y facilita en gran medida la operación de limpieza del horno.

Tal como se reconoce en la técnica, una fuente de energía radiante normalmente es menos eficaz en un 50%; es decir, menos de la mitad de energía o de la potencia aplicada a la fuente radiante resultará en una transferencia de calor radiante al producto. El resto de la energía o de la potencia aplicada al elemento se utiliza ventajosamente en la presente invención para proporcionar calor adicional para la transferencia de calor de convección de la parte inferior. Así, la fuente de calor radiante proporciona una mayor proporción de calentamiento por convección (utilizando la energía o la potencia que no se convierte en transferencia de calor radiante para el producto), proporcionando el calentador por convección principal 2 del conductor 16 sólo una proporción menor o calentamiento de reposición para el flujo de convección.

Para generar una transferencia de calor lateral inferior significativa por convección, se coloca el retorno de gas 28 por debajo de la rejilla 24 o de otro soporte de alimentos, de forma que una parte del flujo de gas recalentado pasa desde allí a debajo del producto alimenticio. Preferentemente, la entrada al retorno de gas es sustancialmente el ancho de la cavidad del horno y se proyecta hacia delante desde la pared trasera 17 de la cavidad del horno por la profundidad de los medios conductores 16 más la profundidad del elemento catalítico 82. Así, el calentamiento por convección lateral inferior de acuerdo con la presente invención proporciona hasta la mitad de la entrada de calor inferior combinada (desde el calentamiento tanto radiante como de convección) al producto. A medida que la temperatura de la fuente radiante aumenta (típicamente por encima de 540°C (1.000°F)), la contribución del calentamiento por convección a un flujo máximo (aproximadamente 7-9 m³/min (250-330 CFM)) es inferior a la mitad de la transferencia combinada total de calor lateral inferior.

Control de la potencia

Obviamente, la capacidad para una cocción rápida

se basa en la capacidad para aplicar grandes flujos de energía al producto que se está cocinando y en la capacidad para proporcionar dichos altos flujos de energía al producto requiere a su vez, por tanto, grandes flujos de energía en las fuentes de calentamiento del horno. Por ejemplo, un horno de cocción rápida - que es cinco veces más rápido que un horno estándar que requiere suministrar un promedio de aproximadamente 800-900 vatios al alimento (dependiendo por supuesto del tipo de alimento) - exige aproximadamente 2.500 vatios de potencia, mientras que un horno siete veces más rápido requiere aproximadamente 3.500 vatios de potencia y un horno diez veces más rápido exige aproximadamente 5.000 vatios. El aumento adicional de la exigencia en potencia del horno representa las distintas faltas de rendimiento asociadas a las funciones de alimentación de energía, por ejemplo un rendimiento de conversión del 60% para un subsistema de microondas y típicamente un rendimiento de conversión inferior al 70% para un subsistema de convección. Así, las demandas en energía de un horno pueden sobrepasar fácilmente los valores mencionados anteriormente en aproximadamente un 50%.

En consecuencia, si se deja que cada uno de los varios elementos de potencia se active simultáneamente, el valor de la demanda de potencia de entrada total de un horno de cocción rápida puede ser casi el doble del valor de potencia de salida total que requiere que se le suministre al alimento para su cocción rápida. A modo de ejemplo, el horno siete veces más rápido puede necesitar una entrada de energía de más de 7.000 vatios de potencia si los distintos elementos de potencia se activaron al mismo tiempo para cumplir con las directivas de la receta de cocina (por ejemplo, la cantidad de energía microondas necesaria), así como con la temperatura establecida del horno. Tal importante liberación de potencia podría ser un gran impedimento para la instalación de un horno en casa e incluso en establecimientos comerciales en los que la alimentación de energía está limitada o estandarizada a niveles particulares (por ejemplo 25 amperios en monofase de 240 voltios típica de algunos restaurantes europeos). En consecuencia, es esencial que el controlador pueda mantener la velocidad de cocción así como la calidad del alimento prevista para el horno y administrar al mismo tiempo la distribución de la potencia disponible.

Para conseguirlo, en otro aspecto de la presente invención, el controlador de la presente invención se conforma con las siguientes prioridades en la distribución de potencia:

1. Como primer nivel de prioridad (y sin tener en cuenta los niveles inferiores de prioridad), se cumple con todas las demandas de energía microondas y de flujo de gas. Así, incluso a expensas de los demás niveles inferiores de prioridad, la demanda en energía del subsistema de microondas (incluido el sistema de enfriamiento del magnetrón) y en potencia de salida del ventilador (velocidad de la rueda del ventilador) se mantienen al nivel deseado.

2. Como segundo nivel de prioridad, la fuente radiante no por microondas (elemento de calentamiento) se mantiene en el rango de 28°C-56°C (50°F-100°F) de la temperatura (umbral) deseada. (Así, cuando la temperatura de inicio del elemento de calentamiento es de 540°C (1.000°F), la temperatura de la fuente radiante se mantiene no inferior a 490°C-515°C (900°F-950°F)). Si fuera necesario alcanzar es-

te segundo nivel de prioridad, la potencia de entrada al elemento radiante no por microondas se puede modular, por ejemplo, por medio de un controlador proporcional o control rápido on/off, para que sea suficiente una liberación media menor de corriente. (Se apreciará que mientras el elemento de calentamiento radiante no por microondas es una fuente de energía para el flujo de convección dentro de la cámara de cocción, no es suficiente para proporcionar la totalidad de potencia de entrada de calor por convección; en consecuencia, el resto de la potencia de entrada de calor de convección es proporcionado por los calentadores de convección).

3. Como tercer nivel de prioridad, el elemento de calentamiento por convección es suministrado con la potencia adecuada. Este tercer nivel de prioridad recibe la potencia total sólo cuando ésta está disponible; es decir, no se requiere que cumpla con las exigencias del primero o del segundo nivel de prioridad. El elemento de calentamiento por convección recibe así toda la potencia sólo cuando los demás elementos (generadores de microondas, ventilador y elementos de calentamiento radiante no por microondas) no agotan la potencia de entrada disponible al horno, aun cuando esto pueda significar que el elemento de calentamiento por convección recibe potencia sólo cuando los demás elementos no están exigiendo su máxima potencia de entrada.

La única excepción al criterio de tercer nivel de prioridad es que, cuando y mientras la temperatura de la cámara de cocción (según se mide) es, por ejemplo, 10°C (50°F) más baja que la temperatura umbral deseada de la cámara de cocción, el elemento de calentamiento por convección tiene prioridad o los dos comparten la potencia de entrada disponible.

Como con el elemento de calentamiento radiante no por microondas, la potencia de entrada al elemento de calentamiento por convección se puede modular mediante un controlador proporcional o controlador rápido on/off para que la liberación de energía mida una liberación media menor de corriente.

Para resumir, con respecto ahora a la Fig. 3, en primer lugar el controlador satisface desde la entrada de potencia (P) con las demandas de los elementos microondas (MW) (véase la Casilla 1) y del flujo de gas (ventilador) (véase la Casilla 2), a continuación cumple con las necesidades del elemento de calentamiento radiante no por microondas (véase la Casilla 3) al menos hasta el punto en que es 10°C-38°C (50°F-100°F) más bajo que la temperatura deseada o establecida de la fuente radiante Tset₁ (Bloque de Decisión 4), y finalmente proporciona cualquier potencia remanente al elemento de calentamiento por convección (véase la Casilla 5) cuando la temperatura de la cámara de cocción está dentro de los 10°C (50°F) de la Tset₂ deseada o establecida de la cámara de cocción (Bloque de Decisión 4). Sin embargo, el elemento de calentamiento por convección (Casilla 5) tiene prioridad sobre el elemento de calentamiento radiante no por microondas (Casilla 4) o comparte con él la entrada de potencia del segundo nivel de prioridad cuando la temperatura de la cámara de cocción es inferior a una T_{em} de nivel crítico (Bloque de Decisión 7) necesaria para la cocción por convección.

Flujo de choque del gas caliente

El horno 10 de acuerdo con la presente invención emplea preferentemente una geometría única de flujo de choque que permite que una serie de toberas de

choque esté centrada en la zona de cocción, donde la serie de toberas comprende toberas de gran diámetro (por ejemplo aproximadamente 10 toberas con diámetros de aproximadamente 1,9 cm (6/8 pulgadas)), en comparación con la técnica convencional anterior, que menciona el uso de un gran número de toberas de pequeño diámetro (por ejemplo hasta 60 toberas con diámetros de aproximadamente 0,9 cm (3/8 pulgadas)). La transferencia de calor de tipo choque se caracteriza por un coeficiente térmico superior a 105 w/m²/°C (18 BTUs/h/pie²/°F) debido a los siguientes factores: (1) la velocidad total del flujo de gas (zona de cocción de CFM/pie²) o la velocidad media del flujo por todo el horno es al menos de 1 m/s (200 pies/minuto) (CFM/pie²); (2) el gas caliente que sale de las toberas de choque tiene una velocidad media de al menos 8.000 m/s (8.000 pies/minuto); (3) los diámetros de las toberas son al menos de 1,6 cm (5/8 pulgadas); y (4) el paso de las toberas de gas (es decir, el espacio entre las toberas de la fila) es inferior a 5 cm (2 pulgadas). Por el contrario, en los hornos de la técnica anterior, la velocidad media del flujo era inferior a 0,7 m/s (130 CFM/pie²), la velocidad media del gas que abandonaba las toberas de choque era sólo de 25-30 m/s (5.000-6.000 pies/minuto), los diámetros de las toberas eran solamente de 1 cm (3/8 pulgadas).

4. En los hornos de la técnica anterior, el flujo de gas caliente tenía que pasar por la única gran abertura o múltiples pequeñas aberturas en la bandeja que soporta el alimento, siendo así necesaria la utilización de un ventilador relativamente grande y potente para superar la caída de presión por la(s) abertura(s) de la bandeja. Además, la naturaleza no uniforme de la parte inferior de la cámara de cocción por toda la superficie inferior (con su microondas) puede también curvarse.

5. La única geometría de flujo de choque de la presente invención permite alcanzar una gran velocidad de transferencia de calor de choque del gas caliente o de convección (debido a un coeficiente superior a 105 w/m²/°C (18 BTU/h/pie²/°F) incluso a distancias desde el nivel de cocción (es decir, la rejilla que soporta el alimento) hasta la placa de gas de choque superior a 25 cm (10 pulgadas). En los hornos de la técnica anterior, el espacio entre el nivel de cocción y la placa de gas era típicamente no superior a 15 cm (6 pulgadas), limitando así severamente el espacio disponible para la cocción en la cámara de cocción de productos alimenticios de gran tamaño (por ejemplo pavo, redondo de carne asado, etc.). Por tanto, el aumento del espacio de 15 cm (6 pulgadas) convencionales a más de 25 cm (10 pulgadas) incrementa la versatilidad y funcionalidad del horno de acuerdo con la presente invención.

6. En la presente invención, el ventilador se utiliza de manera más rentable (y por tanto se puede utilizar un ventilador más pequeño, menos potente y más barato que en los hornos de la técnica anterior), ya que el flujo de gas caliente puede pasar fácilmente por las aberturas de la rejilla (que se utiliza en lugar de la bandeja de los hornos de la técnica anterior) y por la parte inferior lisa del suelo del horno (que no tiene la configuración irregular de los hornos de la técnica anterior), reduciendo así la caída de presión a que debe superar el ventilador.

Así, la fuente de calor radiante y la rejilla en combinación eliminan la construcción de la cavidad en dos cámaras y, por ello, el resultado es un artículo de

fabricación menos complicada y más barato. Además, el horno posee una única cavidad abierta a la que se accede fácilmente para su limpieza. La fuente de calor radiante colocada por debajo del alimento, conectada a una rejilla adecuada para su uso en un ambiente de microondas para servir de soporte al alimento, produce un medio robusto de bajo coste para soportar el alimento, suministrando energía a la superficie inferior del alimento y permitiendo que el gas circule y vuelva al ventilador.

Sistema de guía-ondas para las microondas

Preferentemente, el horno 10 de la presente invención emplea al menos un sistema guía-ondas 42 consistente en un guía-ondas 54, un magnetrón 56 unido a un primer extremo del guía-ondas 54 y preferentemente tres aberturas ranuradas de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 en la parte superior del guía-ondas 54.

En cada guía-ondas 54 se incorpora al menos una abertura ranurada de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 y la realización preferente presenta tres aberturas ranuradas de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 en cada guía-ondas 54. El alimento está soportado preferentemente por una rejilla estándar 24. La energía microondas se difunde en la cavidad uniformemente sobre toda la longitud del alimento a lo largo. En la realización preferente, existen dos guía-ondas paralelos 54, siendo adyacente cada uno a cada lado de la cámara de cocción. Cada uno tiene un magnetrón individual 56 conectado a la misma, y cada uno tiene tres aberturas ranuradas de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 incorporadas en su superficie superior. En una realización alternativa (no representada), un único magnetrón puede suministrar la energía microondas a dos guía-ondas 54 a través de un guía-ondas adicional (no representado).

Cada guía-ondas 54 incluye una serie de aberturas ranuradas de $\frac{1}{2} \lambda_{(\text{espacio libre})}$ 52 que se conectan ambos campos E y H en el interior de la cavidad. No se requiere ningún agitador, ya que las ranuras tienen un modelo muy constante de conexión de energía en la cavidad (resonante). Las ranuras están recubiertas de pequeñas tiras de material cerámico u otro material transparente a las microondas adecuado. Las aberturas ranuradas se encuentran preferentemente por encima del nivel del suelo de la cámara de cocción 22, con el fin de reducir la contaminación potencial de las ranuras con derrames de alimentos en el horno o con grasa producida en el proceso de cocción.

Calentamiento radiante superior opcional

El horno 10 de la presente invención emplea preferentemente al menos un elemento de calentamiento (calentamiento térmico) radiante no por microondas de respuesta rápida 62, dispuesto justo por debajo de la placa de gas 26 de la cámara de cocción 14, y preferentemente una pluralidad de dichos elementos 62. Ahora, la superficie superior del alimento, soportado por una rejilla estándar 24, está provista de una transferencia de calor de choque (convección) de gas caliente de volumen de flujo de gas inferior. La transferencia de calor de convección superior se mantiene al nivel necesario para añadir calor de convección y reducir el nivel de humedad de la parte superior del producto, ya que el elemento superior de calentamiento radiante no por microondas 62 aporta una transferencia de calor adicional, para rellenar el espacio de transferencia de calor creado por la reducción al máximo nivel del choque (es decir, el máximo caudal de gas).

Así, la máxima transferencia de calor radiante pro-

cedente del elemento superior de calentamiento radiante no por microondas 62 debe ser igual o sobrepasar el espacio entre el nivel máximo de transferencia de calor de choque de 124-153 W/m²/°C (22-27 BTU/h/pie²/°F) y el nivel mínimo de transferencia de calor de choque en el rango de 85 W/m²/°C (18 BTU/h/pie²/°F), que es la máxima transferencia de calor de convección que puede ser producida por un ventilador de tamaño reducido 30 (descrito anteriormente). Para lograr este nivel de transferencia de calor, el elemento superior de calentamiento radiante 62 proporcionará preferentemente 1.000-2.500 vatios, dependiendo del tamaño del horno y de la velocidad de cocción rápida deseada. Para reducir el tiempo de respuesta del elemento superior de calentamiento radiante durante la cocción, el elemento superior de calentamiento radiante 62 puede estar en una condición precalentada o de mantenimiento (es decir, un nivel de calentamiento reducido) durante el precalentado o entre las operaciones de cocción.

Más particularmente, una reducción del flujo de gas caliente de un 20% disminuye en la mitad la potencia requerida para el motor del ventilador, ya que la demanda de potencia del ventilador es proporcional al cubo del caudal. En consecuencia, el ventilador o los medios de circulación 30 (incluyendo la rueda del ventilador 34, el motor del ventilador 36 y el controlador del motor del ventilador) es consecuentemente más pequeño y más barato. Además, el ruido asociado al caudal puede reducirse en 8-10 decibelios debido a la reducción de las velocidades del flujo de gas y del choque del flujo.

El elemento superior de calentamiento radiante no por microondas 62 permite además que el horno funcione en un modo para asar convencional en caso de aquellos alimentos que se cuecen mejor utilizando un efecto de dorado superior, sin el nivel de eliminación de humedad asociado al hecho de asar por choque de gas caliente.

Tal como lo apreciarán los especialistas en la técnica, el elemento superior de calentamiento radiante 62 se puede utilizar también como parte de un ciclo de autolimpieza del horno.

Subsistema quemador de gas

El horno 10 de la presente invención emplea preferentemente un subsistema quemador de gas de encendido directo que puede sustituir tanto como el 65% de la carga total de energía eléctrica del horno. Dicho horno híbrido resulta en una reducción significativa del coste de operación del horno, ya que, con niveles de BTU comparables, el precio del gas natural representa sólo una fracción (por ejemplo, $\frac{1}{4}$) del precio de la electricidad, dependiendo del emplazamiento. Esta característica permite además el uso del horno en emplazamientos domésticos que carecen de un servicio eléctrico suficiente para proveer un horno por completo eléctrico. Como se dispone de más energía (y en particular energía no eléctrica) a partir del quemado del gas, se puede utilizar una temperatura umbral del horno más alta con el fin de proporcionar una cocción más rápida con un breve tiempo de recuperación, si es que lo hay, necesario entre los ciclos de cocción. De forma más significativa, la utilización de un subsistema de quemador de gas libera más potencia de entrada eléctrica para su uso en el funcionamiento de los aspectos eléctricos restantes del horno 10.

El subsistema quemador de gas se ajusta en el chasis existente del horno doméstico 10, preferentemente

en el espacio por debajo de la rejilla 24. Debe proveer una velocidad de gas de entrada inferior a 1,5 veces la velocidad de energía eléctrica del elemento de calentamiento por convección al que sustituye. Típicamente, se utiliza una bajada de 6 a 1 en la velocidad de encendido. La velocidad de consumo de gas debe ser variable entre las velocidades de entrada máxima y mínima. La velocidad de respuesta de los quemadores de gas debe ser comparable con la del subsistema de microondas (por ejemplo, calentar a los cinco minutos del encendido).

El subsistema de combustión de gas de encendido directo se encuentra del lado de presión más baja de los medios de circulación 30, preferentemente entre el elemento catalizador 82 en los medios de retorno 28 y el conducto 16. El paso posterior del gas por el ventilador 30 asegura que los productos de la combustión están bien mezclados con el gas de retorno (desde los medios de retorno 28) antes de ser reintroducidos en la cámara de cocción 14, proporcionando así una temperatura uniforme al flujo de gas caliente que está entrando en la cámara de cocción 14.

Cuando se utiliza un subsistema quemador de gas de encendido directo, el elemento catalizador de cocción 82 debe ser configurado para manejar tanto los componentes de oxidación (por ejemplo CO) como los componentes de reducción (por ejemplo NO_x), reduciendo así no solamente la grasa en el vapor/partículas en el flujo de gas, sino también para eliminar o reducir los componentes químicos que producen decoloración en las aves ("pollo rosado") y se asocian típicamente a los hornos de encendido directo.

Debido a que la velocidad de entrada del gas al subsistema quemador variará con las características del flujo de gas del horno 10, se utiliza preferentemente un quemador modulable. El quemador se puede modular paso a paso o continuamente. La capacidad para controlar la velocidad de entrada del gas en el quemador requiere sensores tanto de "encendido de llama" como de "verificación de llama", que deben colocarse en la cavidad del horno 14 o en los medios de retorno 28, conteniendo dicha cavidad del horno o medios de retorno energía microondas. La extracción de una señal de "verificación de llama" en un ambiente de microondas es difícil, ya que la prueba actúa co-

mo antena para la energía microondas y perturba la señal. Con el fin de aislar la energía microondas del ambiente de combustión, la entrada o esnórkel de los medios de retorno 28 preferentemente se protege contra la contaminación por microondas. El subsistema quemador de gas se dispone preferentemente aguas abajo del elemento catalizador 82 y en los medios de retorno 28. El elemento catalizador 82 se configura preferentemente como una bobina de impedancia de microondas que comprende placas de acero inoxidable onduladas recubiertas, con una altura de ondulación (preferentemente 0,15 cm (0,060 pulgada)) y una profundidad (preferentemente 2,5 cm (1,0 pulgada)) que atenúa la energía y protege así el subsistema quemador de gas aguas abajo de la contaminación por microondas.

El quemador de gas es alimentado típicamente por un tubo mezclador en el que se introducen el gas natural y el gas de combustión (ambiental) bajo el control de los sensores de encendido de llama y verificación de llama.

Se apreciará que, cuando se dispone de alimentación de gas, el subsistema quemador de gas de encendido directo se puede reactualizar en hornos eléctricos existentes para sustituir todos o algunos elementos de calentamiento eléctrico existentes, eliminando así tanto como dos terceras partes de la carga eléctrica de dichos hornos (por ejemplo, reduciendo la carga eléctrica de 6,0 kilovatios a 2,0 kilovatios, a aproximadamente 10 amperios a 208 voltios).

Convencionalmente, se ha considerado que la transferencia de calor funcionaba a través de tres mecanismos: conducción, convección y radiación. Con el propósito de esta especificación, se considerará que la energía microondas es una forma de radiación (y, por supuesto, lo es) aunque su funcionamiento se logre por la energización de las moléculas de agua sin tener en cuenta ningún diferencial de temperatura entre la fuente de energía radiante y las moléculas de agua (y, hasta cierto punto, mediante la conducción de una molécula de agua a otra). Así, se describe aquí la "transferencia de energía radiante" o "calentamiento radiante" como un "calentamiento radiante por microondas" o "calentamiento radiante no por microondas".

REIVINDICACIONES

1. Horno de convección compacto de cocción rápida (10) para cocinar un producto alimenticio, que comprende:

- (A) un alojamiento compacto (12) que define una cámara de cocción rápida (14) que posee una parte superior (20), una parte inferior (22) y un medio de soporte (24) entre ambas y separado encima de dicha parte inferior de la cámara, para recibir y servir de soporte a un producto alimenticio a cocinar, y medios conductores (16) para proporcionar una comunicación gaseosa fuera de dicha cámara de cocción, hacia arriba desde dicha parte inferior de la cámara y hacia dicha parte superior de la misma;
- (B) medios directrices (26) asociados a dicha cámara de cocción, adyacentes a dicha parte superior de la cámara, para dirigir el flujo de gas desde dichos medios conductores hacia abajo en la parte superior del producto alimenticio sobre dichos medios de soporte, y, adyacentes a dicha parte inferior de la cámara, medios de retorno (28) para dirigir el flujo de gas desde dicha cámara de cocción hacia dichos medios conductores;
- (C) medios de flujo para obligar al flujo de gas procedente de dichos medios directrices hacia dichos medios de retorno y desde dichos medios de retorno hacia dichos medios directrices a través de dichos medios conductores; y
- (D) medios de control para variar independientemente, sin intervención humana, al menos uno de entre el caudal volumétrico eficaz de flujo de gas en dicha cámara de cocción y la temperatura del flujo de gas en dicha cámara de cocción, sin tener en cuenta la humedad y sin intervención humana; y

caracterizado porque los medios de cocción que incluyen un elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas (64) están dispuestos en dichos medios de retorno y están distribuidos en la zona por debajo de dicho soporte para los alimentos, de forma que al menos una parte del gas que se introduce en dichos medios de retorno se recalienta inicialmente mediante uno de dichos elementos de calentamiento radiante no por microondas antes de que fluya por debajo del resto de dicho soporte de alimentos.

2. Horno según la reivindicación 1 que incluye además al menos un elemento catalítico seleccionado de entre el grupo consistente en:

- (A) un elemento catalítico (82) dispuesto en dichos medios de retorno;
- (B) un elemento catalítico dispuesto en dichos medios conductores, y
- (C) combinaciones de los mismos.

3. Horno según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un sistema de calentamiento por microondas que comprende un guía-ondas (54), un magnetrón (56) conectado a dicho guía-ondas y una antena de microondas dispuesta centralmente por debajo del citado soporte para alimentos y conectada a dicho guía-ondas.

4. Horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un sistema de calentamiento por microondas que comprende un guía-ondas, un magnetrón conectado a dicho guía-ondas y al menos una abertura ranurada de $\frac{1}{2} \lambda$ (espacio libre) dispuesta por debajo del citado soporte para alimentos y montada en dicho guía-ondas.

5. Horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un elemento superior de calentamiento radiante no por microondas (62) dispuesto adyacente y por debajo de los citados medios directrices.

6. Horno según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la cantidad de transferencia de calor que se puede aplicar al alimento en el horno procedente del elemento inferior de calentamiento radiante no por microondas depende de la cantidad de transferencia de calor que se puede aplicar desde el elemento superior de calentamiento radiante no por microondas.

7. Horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un elemento de calentamiento por convección (72) dispuesto en los citados medios de retorno.

8. Horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un quemador de gas de combustión (74) dispuesto por debajo del mencionado soporte para alimentos.

9. Horno según la reivindicación 2 o según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8 cuando dependen de la reivindicación 2, **caracterizado** porque incluye además un elemento catalítico (82) dispuesto en dichos medios de retorno.

10. Horno según la reivindicación 2 o según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9 cuando dependen de la reivindicación 2, **caracterizado** porque incluye además un elemento catalítico dispuesto en dichos medios conductores.

11. Horno compacto de convección de cocción rápida para cocinar un producto alimenticio según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen el calentamiento por convección, incluyendo dicho calentamiento por convección al menos un elemento de calentamiento por convección seleccionado de entre el grupo consistente en:

- a) un elemento de calentamiento por convección (72) dispuesto en dichos medios de retorno;
- b) un quemador de gas de combustión (74) dispuesto por debajo del citado soporte para alimentos, y
- c) combinaciones de los mismos.

12. Horno según la reivindicación 11, **caracterizado** porque incluye además al menos un elemento catalítico (82) dispuesto en dichos medios de retorno.

13. Horno según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un elemento superior de calentamiento radiante no por microondas (62) dispuesto adyacente y por debajo de los citados medios directrices.

14. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado** porque los citados me-

dios de cocción incluyen un elemento de calentamiento por convección dispuesto en dichos medios de retorno.

15. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado** porque dichos medios de cocción incluyen un quemador de gas de combustión dispuesto por debajo del citado soporte para alimentos.

16. Horno según la reivindicación 12, **caracterizado** porque incluye además un elemento catalítico dispuesto en dichos medios conductores.

17. Horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el o cada uno de los elementos de calentamiento radiante no por microondas es un elemento de calentamiento por infrarrojo (IR).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

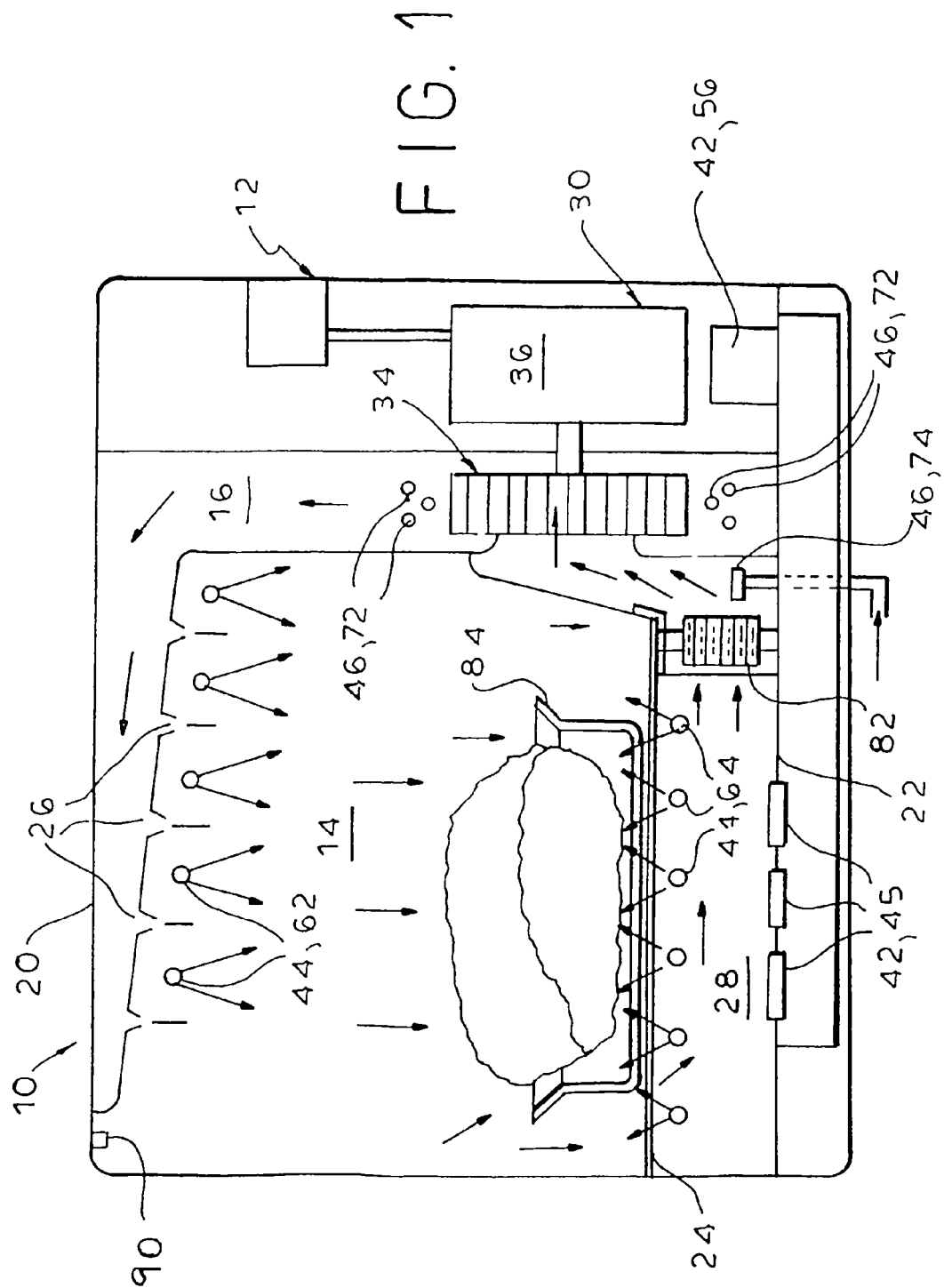


FIG. 2

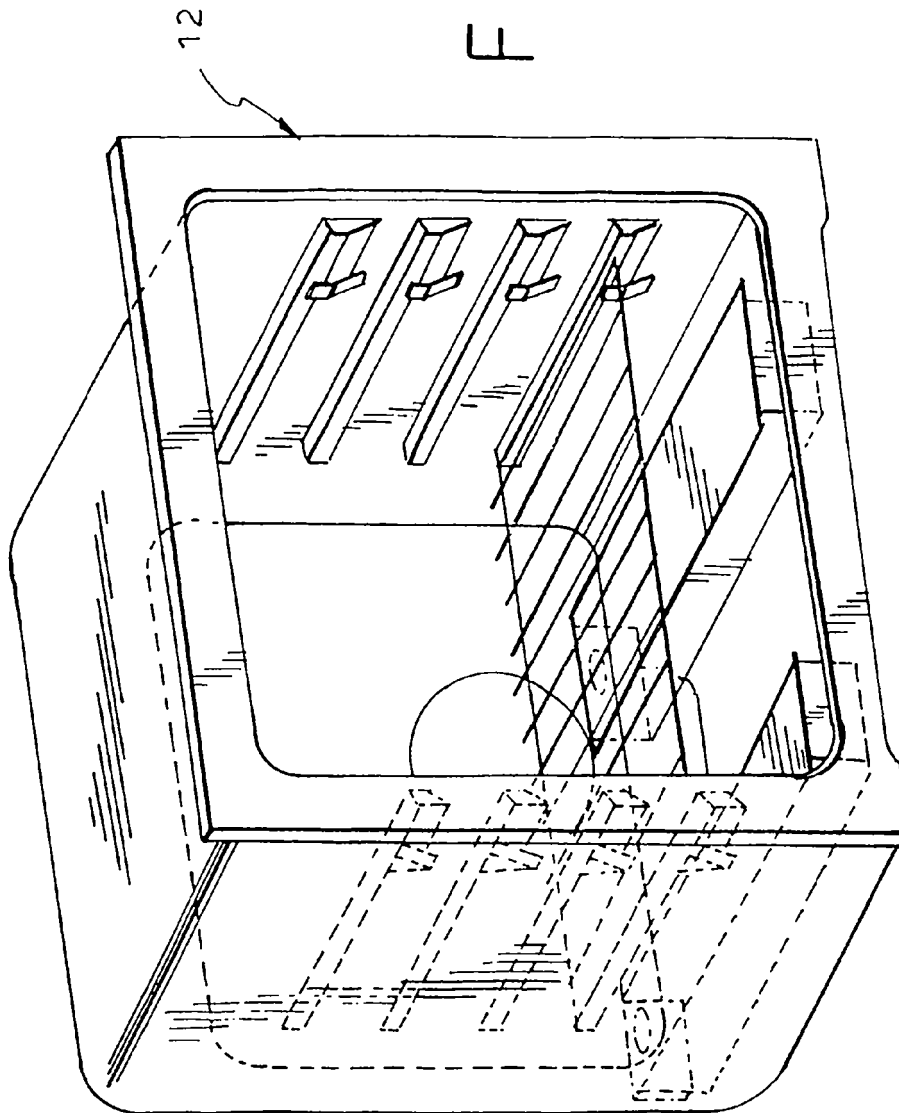


FIG.3

