

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 512 515**

51 Int. Cl.:

A21B 3/04 (2006.01)

H05B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2007** **E 07121780 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.10.2014** **EP 2064954**

54 Título: **Método para controlar el nivel de humedad en un horno de cocción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2014

73 Titular/es:

WHIRLPOOL CORPORATION (100.0%)
2000 M 63
BENTON HARBOR, MI 49022, US

72 Inventor/es:

CROSTA, PAOLO y
DISTASO, TAMARA

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 512 515 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

Método para controlar el nivel de humedad en un horno de cocción

La presente invención se refiere a un método para controlar el nivel de humedad en una cavidad de un horno de cocción dotado con un generador de vapor.

5 Típicamente un horno de cocción doméstico comprende elementos de calentamiento eléctricos que se controlan usando un sensor de temperatura dentro de la cavidad, dicho sensor que cierra el bucle en una temperatura de cavidad deseada y que genera, a través de una unidad de control, el accionamiento del elemento de calentamiento adecuado para mantener la temperatura ajustada deseada.

10 De una forma similar, el generador de vapor se podría incluir en el mismo bucle de control dado que contribuye como un elemento de calentamiento adicional, para controlar la temperatura de la cavidad. Dado que la temperatura de vapor a presión atmosférica es de alrededor de 100°C, esta forma de control del generador de vapor es válida cuando la temperatura de la cavidad está por debajo de 100°C (vapor puro). Cuando se trabaja con vapor sobrecalentado (con temperatura de la cavidad por encima de 100°C), la forma de control del generador de vapor es el control de humedad de la cavidad. En otras palabras, típicamente, el generador de vapor se debería accionar a fin
15 de proporcionar la cantidad correcta de vapor dentro de la cavidad y mantener el nivel de humedad deseado dentro de la cavidad en sí misma. El nivel de humedad correcto dentro de la cavidad es típicamente dependiente de la categoría de la comida a ser cocinada. Otros parámetros que típicamente conducen al nivel de humedad a ser mantenido dentro de la cavidad son también: las recetas, la cantidad/masa de comida, los tipos de comida, el resultado de cocción final, etc.

20 El control del nivel de humedad dentro de la cavidad del horno requiere generalmente que el vapor se genere y controle en periodo/s predeterminado/s durante el proceso de cocción (y esto se describe por ejemplo en los documentos US-A-20060289438, US-A-20060251785 y US-A-20060251784).

25 El documento US-A-6133558 describe un método para descongelar comida congelada en un horno microondas dotado con un generador de vapor. El proceso de descongelación-calentamiento se lleva a cabo a temperaturas por debajo de 90°C. El documento WO-A2005/023068 describe un método de manipulación de comida para mantener un artículo de comida caliente a una temperatura deseada menor que 99°C.

El documento US-A-20040232140 describe un horno en el que el calentamiento del microondas y el calentamiento del vapor se operan a fin de permitir a un sensor de infrarrojos leer la temperatura del material a ser calentado, sin que se perturbe por una concentración demasiado alta de vapor en la cámara de calentamiento.

30 El control del nivel de humedad correcto dentro de la cavidad del horno se podría lograr usando un sensor de humedad situado dentro de la cavidad o en contacto con aire de la cavidad a través de algún tubo o chimenea. Usar esta clase de sensor es posible para cerrar el bucle alrededor del nivel de humedad que acciona el generador de vapor según la salida de la unidad de control. De esta forma, podría ser posible proporcionar el nivel de humedad correcto dentro de la cavidad. Una vez que el control de humedad está en su lugar, todavía es necesario establecer
35 el nivel de humedad correcto, categoría de comida por categoría de comida o comida por comida, considerando también el peso de la comida y el rendimiento de cocción deseado (nivel de tueste, jugosidad, etc.). Algunos ciclos de cocción automáticos, como los descritos por las solicitudes de patente anteriores, podrían ayudar en este segundo aspecto del panorama general. Por supuesto, el usuario profesional podría establecer manualmente el nivel de humedad correcto dentro de la cavidad, modificando el punto de ajuste de humedad que el control electrónico
40 podría proporcionar a través de una interfaz de usuario.

45 El nivel de humedad dentro de la cavidad se puede controlar también de una forma más simple: el generador de vapor se acciona en un sistema de control de bucle abierto con un ciclo de trabajo diferente que depende de la humedad deseada. Este principio se basa en el hecho de que el nivel de humedad dentro de la cavidad del horno es una suma algebraica del vapor inyectado por el generador de vapor y el vapor succionado o perdido por la chimenea del horno u otras aberturas de la cavidad. Este segundo método es claramente más simple que el primero presentado y por supuesto también más barato, más robusto y más fácil de ser implementado. El inconveniente de este método es la precisión que se puede alcanzar: de hecho, este segundo método está afectado por la imprecisión de todo el control de bucle abierto.

50 Además, uno de los ruidos más importantes que perturba el algoritmo de bucle abierto es la variación del valor de voltaje aplicado al generador de vapor. Algunos documentos ya han descrito métodos para resolver este problema adicional, como los documentos WO-A-9953252, US-A-5990460 y US-A-7081601. Estos documentos de patente describen la importancia de conocer el valor de voltaje cuando se usa un algoritmo de bucle abierto en un proceso de cocción, aplicando una corrección del ciclo de trabajo de los elementos de calentamiento para compensar el efecto de la variación de voltaje en la potencia entregada.

55 Al usar la segunda metodología anterior (sistema de control de bucle abierto) para controlar el nivel de humedad, todavía existe la necesidad de mejorar el rendimiento a fin de alcanzar rendimientos de control similares a un

sistema de control de bucle cerrado, pero sin la complejidad/coste de instalar un sensor de humedad dentro de una cavidad de horno.

5 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método que no presente los problemas anteriores y que se pueda usar fácilmente en hornos domésticos con un generador de vapor sin un aumento significativo del coste total del aparato.

Tal objeto se alcanza según un método como se especifica en las reivindicaciones adjuntas.

Según la invención, la medición del valor de voltaje (o potencia como se especifica mejor más tarde) es sólo una de la información requerida a partir del algoritmo para estimar y controlar el nivel de humedad.

10 En una realización adicional de la presente invención, el nivel de humedad dentro de la cavidad del horno se puede controlar automáticamente por el horno según el tipo de comida, propiedades de la comida y preferencias de cocción seleccionados por el usuario.

Los factores de perturbación principales que contribuyen a la imprecisión de la metodología de bucle abierto son la variación de la tasa de generación de vapor y la variación del flujo extraído desde la cavidad.

15 La tasa de generación de vapor (una vez que el agua ha alcanzado la temperatura de ebullición) está estrictamente vinculada con la potencia del elemento de calentamiento dentro del calentador (o generador de vapor) por el calor latente específico de evaporación (k):

$$\text{VAPOR (g/s)} = k * \text{Potencia (W)} * \alpha$$

donde la constante α representa la eficiencia del generador de vapor, que se podría obtener a partir de datos experimentales.

20 A partir de la ecuación 1, está claro que la variación de potencia es responsable de la tasa de generación de vapor. De nuevo, la potencia generada por un elemento de calentamiento depende del valor de la resistencia y del valor de voltaje aplicado, según la ley de Ohm bien conocida.

25 La medición de la potencia absorbida por el elemento de calentamiento de vapor da la posibilidad de conocer exactamente, a través de la ecuación anterior, la tasa del vapor generado independientemente de la fluctuación de voltaje y las tolerancias del elemento de calentamiento en sí mismo.

30 La eficiencia α del generador de vapor depende del aislamiento térmico del vaporizador en sí mismo, pero también depende de la deposición calcárea que afecta típicamente al elemento de calentamiento inmerso en agua. La presencia de un sensor de temperatura dentro del calentador (o generador de vapor), situado muy cerca del elemento de calentamiento con su parte sensible, podría ayudar a evaluar la presencia y cantidad de incrustaciones dentro del calentador. De hecho, la deposición de incrustaciones estará tanto en el elemento de calentamiento como en el sensor de temperatura creando una capa de aislante que se podría medir con un aumento de la temperatura leída por el sensor de temperatura en sí mismo. Correlacionando este aumento de temperatura con la deposición de incrustaciones y la eficiencia α del calentador en sí mismo, será posible generar una ley experimental que vincula la temperatura leída por el sensor con la eficiencia α en sí misma.

35 Conociendo exactamente la tasa de generación de vapor, a fin de mejorar más la precisión del método de control es necesario conocer la eficiencia del sistema extractor de gas de la cavidad del horno. Típicamente, la extracción de vapor de la cavidad se lleva a cabo por medio de una chimenea que conecta la cavidad en sí misma con el ambiente externo. La extracción de la chimenea se puede conducir por la diferencia de presión natural entre la cavidad y el ambiente externo pero, más frecuentemente, la extracción se conduce por un tubo Venturi o directamente por un ventilador que succiona el aire de la cavidad al exterior.

40 Esto supone que la eficiencia del sistema de extracción depende de la velocidad de rotación del ventilador antes mencionado o depende de la velocidad del aire en el sistema Venturi.

Aplicando la ecuación de Bernoulli, la presión delta creada por el tubo Venturi es proporcional al cuadrado de la velocidad del fluido:

45
$$\Delta P \cong v_{\text{fluido}}^2$$

Para la mayoría de las aplicaciones de horno, la velocidad de rotación del motor del ventilador depende del valor de voltaje de alimentación con alguna ley. Es posible describir la relación entre el valor de voltaje y la velocidad del aire del ventilador con una ecuación lineal como:

$$v_{\text{fluido}} = \alpha + \beta \times \text{Voltaje}$$

ES 2 512 515 T3

En síntesis, la ecuación usada para evaluar el nivel de humedad en la cavidad (en estado estable, que está después de rellenar la cavidad con vapor y de haber alcanzado el estado de equilibrio) es:

$$\text{Nivel de Humedad} = (k_1 \times \text{Potencia}) - (k_3 + k_4 \times \text{Voltaje}^2)$$

5 donde k_1 , k_3 y k_4 son valores constantes adecuados que se podrían obtener experimentalmente (mediante un proceso de identificación).

Una vez que el método para controlar la humedad dentro de la cavidad está en su lugar, podría existir la necesidad de generar el punto de ajuste correcto para el nivel de humedad según el tipo de comida, peso de la comida y resultados de rendimiento. En particular, todavía es posible aplicar la metodología descrita en la solicitud de patente italiana MI2004A000601 referida a la posibilidad de estimar el peso de la comida a partir de un análisis de energía. 10 Habiendo estimado el peso de la comida y conociendo la categoría de la comida a partir de la interfaz de usuario, es posible vincular el nivel de humedad óptimo dentro de la cavidad con el peso en sí mismo. Por ejemplo, algunas categorías de producto como la carne consiguen los mejores rendimientos de cocción si el tiempo de inyección de vapor es proporcional al peso de la comida.

15 Otra oportunidad que puede genera beneficio en el rendimiento de cocción es vincular el nivel de humedad dentro de la cavidad con el tiempo de cocción total ajustado por el usuario, conociendo también la categoría de la comida.

Finalmente, el perfil de humedad durante el proceso de cocción se puede vincular con el rendimiento de cocción deseado (por ejemplo jugosidad y tueste) ajustado por el usuario, conociendo también la categoría de la comida.

20 En otras palabras, la combinación de temperatura de cocción e inyección de vapor (tiempo, tasa y control de humedad) es capaz de garantizar, para el mismo grado de cocción (nivel de punto de cocción), diferentes resultados en términos de tiempos de tueste/cocción. Esto supone que controlando los algoritmos de cocción es posible dar al consumidor el control total sobre el resultado de cocción final, dando al usuario una gama más amplia de posibilidades.

Los siguientes ejemplos clarificarán la ventaja anterior, con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

- 25 - la figura 1 es un par de diagramas que muestran la temperatura del horno y el nivel de humedad en función del tiempo de un primer proceso de cocción de carne según la invención;
- la figura 2 es una foto que muestra la carne después del proceso de cocción de la figura 1;
- la figura 3 es un par de diagramas similar a la figura 1 y relacionado con un segundo proceso de cocción, en el que el perfil de humedad es diferente; y
- la figura 4 es una foto que muestra la carne después del proceso de cocción de la figura 3.

30 Con referencia a los dibujos, se cocinó una pieza de carne (redondo de ternera) de 1kg (2,3 lb) en un prototipo de horno basado en el modelo KDRP707RSS de la serie asistida con vapor de combustible dual de KitchenAid dotado con un sistema de control según la invención.

35 En ambos de los ejemplos anteriores la temperatura de cocción final fue de 163°C (325°F) con función de pastelería. En el primer ejemplo (figuras 1-2), el ajuste de un grado de tueste de "4" se tradujo por el algoritmo de cocción en una potencia (es decir voltaje) predeterminada al generador de vapor a fin de proporcionar un perfil de humedad predeterminada dentro de la cavidad (en el ejemplo específico una humedad específica de 0,2). Como consecuencia, la tasa de cocción se ha ajustado automáticamente por el control a 48 min/kg (22 min/lb). En la figura 1 está claro que a una potencia predeterminada entregada al generador de vapor, hay un perfil de humedad correspondiente.

40 Con el término anterior "grado de tueste" nos referimos a una calificación empírica de 1 a 5 correspondiente a las siguientes situaciones:

Calificación de tueste	Apariencia
1	No tostada
2	Ligeramente tostada
3	Tostada, pero menos del 50% braseada
4	50% - 89% braseada/marrón oscuro
5	90% - 100% braseada/marrón oscuro

ES 2 512 515 T3

Con el término “humedad específica” nos referimos a la relación entre la masa de vapor y la masa total de vapor y aire seco:

$$\text{Humedad Específica} = \frac{m_v}{m_v + m_a}$$

5 En el ejemplo de la figura 3 se seleccionó un grado de tueste de “2”. La unidad de control traduce esta entrada por medio del algoritmo en una potencia (voltaje) determinada al generador de vapor a fin de proporcionar un perfil de humedad predeterminado dentro de la cavidad. Como consecuencia la tasa de cocción se ha ajustado automáticamente por el control a 66 min/kg (30 min/lb).

10 En ambos ejemplos la carne se cocinó hasta que la temperatura del centro alcanzó 54°C (130°F). A partir de una comparación de las figuras 2 y 4 está claro cómo un preciso y no caro control del nivel de humedad permitió un resultado de cocción diferente basado en la función de cocción elegida por el usuario.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para controlar automáticamente el nivel de humedad en una cavidad de un horno de cocción dotado con un generador de vapor, la potencia entregada al generador de vapor que se controla a fin de mantener el nivel de humedad a un valor predeterminado a través de la medición de un valor de voltaje, que permite al mismo tiempo una compensación de la variación de voltaje, el flujo presente en la cavidad del horno que trabaja a una temperatura por encima de 100°C, en el que la cavidad se dota con un ventilador para la extracción de aire caracterizado por que se monitoriza también la tasa de flujo de aire extraído de la cavidad del horno, en donde el nivel de humedad se controla según la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Humedad} = (k_1 \times \text{Potencia}) - (k_3 + k_4 \times \text{Voltaje}^2)$$

- 10 en donde "Potencia" es la potencia controlada entregada al generador de vapor, "Voltaje" es el voltaje de la corriente entregada al motor del ventilador y k_1 , k_3 y k_4 son valores experimentales.

2. Un método según la reivindicación 1, en donde el valor de la potencia entregada al generador de vapor está vinculado con una elección hecha por el usuario entre una pluralidad de valores predeterminados que corresponden a diferentes valores de al menos un parámetro de cocción.

- 15 3. Un método según la reivindicación 2, en donde el parámetro de cocción se selecciona en el grupo que consta de tipos de comida, peso de comida, rendimientos de cocción, tiempo de cocción o combinación de los mismos.

- 20 4. Un método según la reivindicación 1, en donde un perfil de humedad dentro de la cavidad se establece automáticamente mediante el control del horno según una categoría de comida seleccionada por el usuario o según un peso de la comida estimado por el horno o introducido por el usuario o según las preferencias de cocción seleccionadas por el usuario.

5. Un horno de cocción caracterizado por que se adapta para llevar a cabo un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

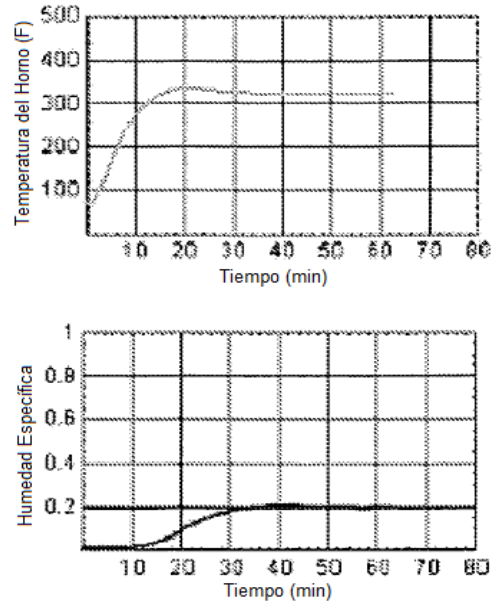


Figura 1

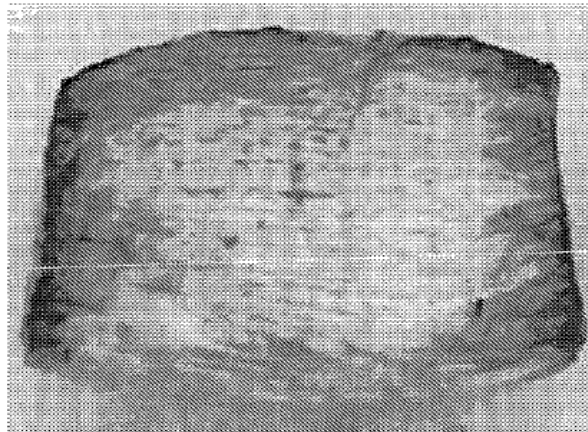


Figura 2

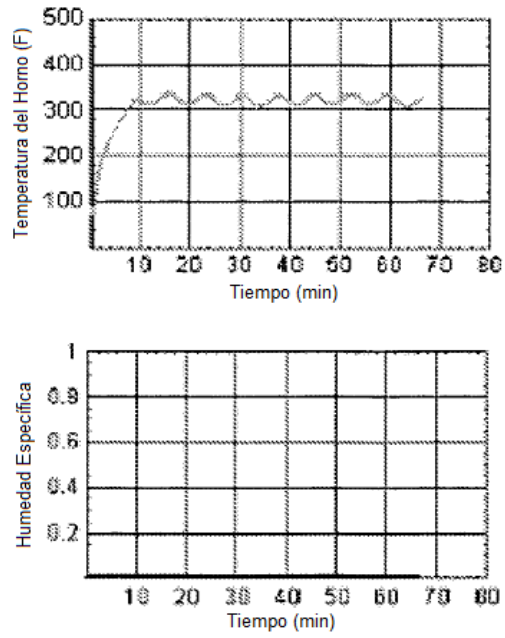


Figura 3

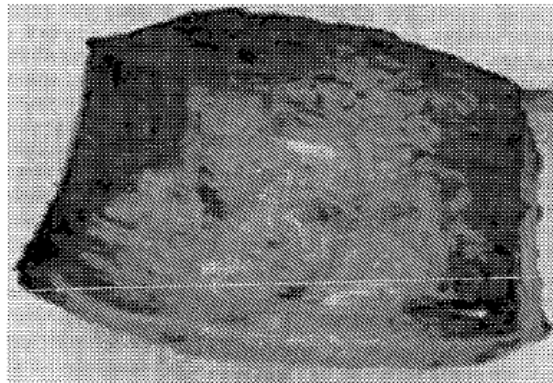


Figura 4