

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 726**

51 Int. Cl.:

**F24C 15/32** (2006.01)

**A21B 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2014 PCT/SE2014/050847**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15002603**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014 E 14742385 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 3016517**

54 Título: **Sistema generador de vapor**

30 Prioridad:

**05.07.2013 SE 1350846**

**25.09.2013 SE 1351103**

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

**15.01.2018**

73 Titular/es:

**REVENT INTERNATIONAL AB (100.0%)**

**P.O. Box 714**

**194 27 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**ENGSTRÖM, OLOF;**

**JUNESAND, PER y**

**HALVE, TOM**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 649 726 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema generador de vapor

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un sistema generador de vapor según el preámbulo de la reivindicación independiente y, más específicamente, a un sistema generador de vapor para un horno.

**Antecedentes de la invención**

10 Se conocen hornos de carro de panadería, de aire caliente, en los que los productos que se deben hornear son introducidos en bandejas para hornear dispuestas sobre porta-bandejas o fuentes para hornear cuadrados o rectangulares sostenidos en un carro cuadrado con ruedas. El carro está destinado a ser introducido en la cámara de horno del horno y permanecer ahí mientras tiene lugar el proceso de horneado. La cámara de horno tiene una sección transversal horizontal rectangular, cuadrada o circular (es decir, la sección transversal cuando se observa desde arriba es rectangular, cuadrada o circular) y está dimensionada para aceptar un carro y permitir que éste pueda girar. Puede introducirse aire caliente a la cámara de horno a través de uno o dos orificios de ventilación en las esquinas, para hornear los productos. Esto conduce a un gradiente de temperatura a través de la cámara de horno que puede conducir a una cocción desigual de los productos.

15 Con el fin de reducir un horneado irregular de los productos, el carro es girado alrededor de un eje vertical durante el proceso de horneado. Esto puede conseguirse colocando el carro sobre una mesa giratoria durante el proceso de horneado o elevando el carro con un gancho giratorio que se hace girar durante el proceso de horneado. Una vez terminado el proceso de horneado, el carro se retira (después de ser bajado y desacoplado del gancho, si se usa dicho gancho) del horno de carro abierto. Un ejemplo de dicho un horno de carro se conoce a partir del documento US3954053.

20 Este tiene una cámara de horno sustancialmente rectangular con una pared posterior recta, dos paredes laterales paralelas, separadas, dispuestas perpendiculares a la pared posterior, y una puerta curva capaz de cerrar el extremo frontal de la cámara de horno.

25 En la descripción siguiente, las características que son bien conocidas en la técnica, tales como los sistemas de suministro y de descarga de aire caliente, no se describen en detalle, excepto cuando sea necesario para ayudar a la comprensión de la invención.

30 Un horno de carro convencional tiene un carcasa exterior que encierra una cámara de horno, un canal de aire caliente, en el que el aire caliente está a punto de fluir, y una entrada de aire caliente en forma de una serie vertical de aberturas horizontales en la pared de la cámara de horno, a través de las cuales se sopla aire caliente al interior de la cámara de horno, una salida de descarga a través de la cual se extrae el aire caliente desde la cámara de horno y una puerta. Como es normal en los hornos de panadería, al menos una parte del aire descargado es transportada por un ventilador a través de un conducto adecuado más allá de un calentador y es introducida de nuevo al interior de la cámara de horno a través de la entrada de aire caliente.

35 Los productos alimenticios se colocan sobre fuentes para horno, bandejas, eslingas u otros soportes adecuados en un carro con ruedas que es transportado a la cámara de horno y, preferiblemente, la forma de las aberturas en la entrada de aire caliente está diseñada de manera que el aire caliente fluya de la manera deseada a través de la cámara de horno. Preferiblemente, el flujo de aire caliente está dispuesto de manera que el calentamiento de los productos que están siendo horneados sea uniforme, con una transferencia uniforme de calor desde la parte superior a la parte inferior del carro y desde el borde exterior al centro de la bandeja de hornear. Esto puede conseguirse inclinando la abertura hacia arriba de manera que los flujos de aire incidan sobre las bandejas de hornear en un ángulo ascendente para proporcionar calor a la parte inferior de los productos que están siendo horneados. Los productos en el horno se calientan de esta manera al entrar en contacto directamente con una corriente de aire caliente, así como indirectamente a través de las bandejas sobre las que se encuentran. Preferiblemente, el carro con ruedas es soportado desde el techo de la cámara de horno con un mecanismo eléctrico de giro de carro para hacer girar el carro, que gira alrededor de un eje sustancialmente vertical.

40

45 El aire caliente para cocinar alimentos en los hornos de panadería puede ser producido quemando un combustible en un quemador y transfiriendo el calor en los gases de descarga a través de un intercambiador de calor tubular, de flujo cruzado, al aire de cocción sin que el aire de cocción sea contaminado por los gases de descarga.

Durante el diseño de hornos de panadería, un objeto es mejorar la eficiencia energética del horno y, al mismo tiempo, mantener el volumen del horno tan pequeño como sea posible sin disminuir la capacidad de horneado del horno.

50 Preferiblemente, se usa vapor en una etapa temprana de un procedimiento de horneado con el fin de influir sobre la elasticidad de la superficie del pan y, además, para hacer que la superficie sea brillante.

Normalmente, el vapor es suministrado a través del canal de aire caliente al interior de la cámara de horno a través de las aberturas.

5 La velocidad de ebullición afecta al horneado de los productos en un horno, debido a que el gluten sobre la superficie se cristaliza y forma una superficie que puede expandirse sin grietas. El vapor causa esto mediante la humectación de la superficie junto con la transferencia inmediata de energía, cuando el vapor se condensa en agua sobre la superficie de la masa. Si no se añade vapor, la superficie se seca y forma una superficie seca. Por lo tanto, la velocidad de evaporación es importante.

Los siguientes documentos de la técnica anterior describen varios aspectos de los hornos en el campo técnico. El documento EP-1384406 describe un generador de vapor para hornos de convección. En el documento US-2004/0107953 se conoce un horno de carro que comprende un generador de vapor pasivo, y los documentos US-4202259 y US-5653164 describen hornos de convección.

10 El objeto de la presente invención es conseguir un procedimiento de cocción al vapor mejorado para un procedimiento de horneado o de cocción mediante un aumento de la velocidad de evaporación y mediante la minimización de la influencia del flujo de aire caliente durante el procedimiento de horneado principal.

### Sumario de la invención

El objeto indicado anteriormente se consigue mediante la presente invención según la reivindicación independiente.

15 Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

El objeto se consigue mediante la presente invención disponiendo un módulo generador de vapor en un canal de flujo de aire caliente de un horno de panadería.

20 El módulo generador de vapor está configurado para estar en dos estados, un estado de generación de vapor y un estado de aire caliente. Los diferentes estados se consiguen haciendo girar el módulo aproximadamente 90 grados a lo largo de su eje longitudinal.

El sistema según la presente invención aprovecha el denominado efecto Leidenfrost que hace que el agua, en forma de burbujas de agua, se mueva, debido a un cojín de evaporación debajo de la burbuja, sobre la superficie del elemento de módulo de vapor. A medida que el agua se mueve sobre la superficie, se genera más vapor.

25 Durante el estado de generación de vapor, el agua parece "flotar" sobre la superficie principal durante la evaporación, y la idea en la que se basa un aspecto de la presente invención es proporcionar al agua evaporada un lugar para escapar con el fin de mejorar adicionalmente la velocidad de evaporación. Al mismo tiempo que se aumenta el área superficial para el precalentamiento del agua antes de pasar a la siguiente fila de placas. Mediante la provisión de estructuras superficiales específicas de la superficie principal, se ha conseguido una evaporación mejorada.

30 Según una realización, esto se consigue mediante la creación de niveles superficiales diferentes sobre la superficie principal del elemento generador de vapor de manera que la superficie consista en al menos dos niveles superficiales, un nivel superficial superior, un primer nivel inferior, un segundo nivel inferior, etc. (uno donde el agua flota y un segundo, o más, debajo del mismo, donde el gas puede escapar). La superficie principal está orientada de manera esencialmente horizontal cuando tiene lugar el procedimiento de vapor.

35 Cuando se suministra agua a la superficie principal, resulta en una evaporación inmediata, sobre el nivel superficial superior, formándose una burbuja de gas debajo del agua. Esto forzará al agua hacia arriba, alejándose de la superficie. El nivel o los niveles superficiales inferiores calentarán también el agua y la presión del gas que se necesita para elevar el agua aumenta y la velocidad de evaporación aumenta.

40 Los diferentes niveles superficiales se construyen mediante la provisión de canales o muescas sobre la superficie principal, donde el gas evaporado puede filtrarse con el fin de no atrapar el gas. Esto forzará una evaporación continua hasta que la energía no sea suficiente para mantener el agua por encima de la superficie. El agua se evaporará hasta que la superficie haya alcanzado un estado de equilibrio con el entorno, el cual depende de la presión, de la temperatura y de la humedad.

Las diferencias de tamaño y de altura de los diferentes niveles dependen de la masa, del área superficial y del material. Interactúa entre la cantidad de vapor que puede producirse, el área superficial y la velocidad de vapor deseada.

45 En una realización, la superficie principal comprende dos niveles superficiales, el nivel superficial superior tiene un área A y el primer nivel superficial inferior tiene un área B.

La relación entre A y B es una manera de definir las capacidades de la superficie principal. Modificando el cociente A/B, pueden obtenerse diferentes velocidades de evaporación.

50 En otra realización, se proporcionan aberturas pasantes, por ejemplo, aberturas cuadradas o rectangulares, en la superficie principal de los elementos de módulo de vapor que permitirán que el exceso de agua caiga al elemento de módulo de vapor inferior, donde tiene lugar el mismo procedimiento, es decir, la evaporación.

Preferiblemente, los elementos de módulo de vapor pueden estar provistos de superficies laterales en ángulo y el propósito de las superficies laterales en ángulo es devolver el agua a la superficie principal.

### Breve descripción de los dibujos adjuntos

5 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático, simplificado, que ilustra un horno que incluye un sistema generador de vapor según la presente invención.

Las Figuras 2-4 muestran diferentes vistas de un módulo generador de vapor según la presente invención.

Las Figuras 5 y 6, respectivamente, muestran esquemáticamente el módulo generador de vapor en los dos estados diferentes.

10 Las Figuras 7 y 8, respectivamente, muestran vistas en sección transversal de diferentes realizaciones de elementos de módulo de vapor según la presente invención.

La Figura 9 muestra diferentes vistas de un módulo generador de vapor según la presente invención.

Las Figuras 10-12 muestran vistas en sección transversal del elemento generador de vapor según diferentes realizaciones.

Las Figuras 13 y 14 muestran vistas superiores del elemento generador de vapor, según diferentes realizaciones de la invención.

15 Las Figuras 15 y 16 muestran vistas superiores del elemento generador de vapor, según realizaciones adicionales de la invención.

Las Figuras 17-19 muestran una vista en perspectiva, una vista en sección transversal y una vista superior, respectivamente, del elemento generador de vapor, según todavía realizaciones adicionales de la invención.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

20 Con referencias a las figuras adjuntas, la invención se describirá a continuación, en detalle. A lo largo de las figuras, se han usado los mismos signos de referencia para denotar los elementos iguales o similares.

25 Primero, con referencia a la Figura 1, la presente invención se refiere a un sistema generador de vapor en un horno 2. El horno 2 comprende una carcasa 4 exterior que encierra una cámara 6 de horno, un canal 8 de aire caliente, donde el aire caliente 10 está a punto de fluir. El horno está provisto además de una entrada de aire caliente en forma de una serie de aberturas (no mostradas) en la pared de la cámara 6 de horno a través de las cuales se sopla aire caliente al interior de la cámara 6 de horno, que se ilustra mediante una flecha de bloque discontinua, una salida de descarga (no mostrada) a través de la cual se elimina el aire caliente desde la cámara 6 de horno, que se ilustra mediante una flecha de bloque discontinua, y una puerta (no mostrada). Obsérvese que, de manera alternativa, la dirección del aire caliente puede ser en una dirección opuesta a la dirección ilustrada en la Figura 1.

30 El sistema generador de vapor comprende una unidad 12 de control adaptada para controlar un procedimiento de horneado o de cocción mediante la generación de señales 14 de control. La unidad 12 de control puede ser programada introduciendo instrucciones a través de unos medios de entrada (no mostrados) que pueden ser un teclado, una pantalla táctil, etc., donde un operador puede elegir un procedimiento de horneado o de cocción específico.

35 El sistema generador de vapor comprende, además, un módulo 16 generador de vapor alargado dispuesto horizontalmente en el canal 8 de aire caliente. El módulo 16 generador de vapor puede girar a lo largo de un eje 18 longitudinal y comprende un número predeterminado de elementos 20 de módulo de vapor (véanse las Figuras 2-9). Cada elemento 20 de módulo de vapor es alargado y comprende una superficie 22 principal provista de una extensión generalmente plana, y los elementos 20 generadores de vapor, en un módulo, están dispuestos en paralelo uno encima del otro, a una distancia predeterminada uno del otro. El número de elementos de un módulo está comprendido preferiblemente en el intervalo de 5-15.

40 Según una realización, el módulo 16 generador de vapor está configurado para estar en dos estados:

- un estado de generación de vapor, en el que las superficies 22 principales de los elementos 20 están en una posición esencialmente horizontal, permitiendo que el agua se evapore cuando se suministra agua al módulo,
- un estado de aire caliente, en el que las superficies 22 principales de los elementos 20 están en una posición esencialmente vertical, permitiendo que el aire caliente pase al módulo 16.

45 El módulo 16 generador de vapor está configurado para ser girado (inclinado) 90° alrededor de su eje 18 longitudinal en función de las señales 14 de control generadas por dicha unidad 12 de control, cuando se pasa del estado de generación de vapor al estado de aire caliente, y cuando se vuelve del estado de aire caliente al estado de generación de vapor. La

rotación es realizada mediante una unidad de giro adecuada (no mostrada) que está dispuesta de manera que el módulo pueda ser girado alrededor de un eje de rotación que coincide con el eje longitudinal del módulo. La unidad de rotación puede ser, por ejemplo, un motor paso a paso.

5 El sistema generador de vapor está adaptado para calentar dicho módulo 16 generador de vapor antes de que el módulo entre al estado de generación de vapor. El calentamiento es realizado, por ejemplo, mediante la aplicación de aire caliente al módulo. El módulo es calentado a una temperatura tal que se producirá el denominado efecto Leidenfrost cuando se suministre agua al módulo. El aire caliente se calienta convencionalmente, por ejemplo, mediante un módulo intercambiador de calor, o mediante elementos calentadores.

10 De esta manera, la superficie superior de cada elemento de módulo de vapor, donde se producirá la evaporación, se sobrecalienta.

Según el efecto Leidenfrost, que se describirá más adelante, la evaporación óptima tiene lugar a 30°C por encima del punto de saturación, es decir, el punto de ebullición, a una presión actual.

15 Los sistemas de vapor usados en la actualidad para los hornos de panadería normalmente usan temperaturas muy por encima de este umbral de temperaturas, por ejemplo, por encima de 100°-120°C. En ese caso, se forma una burbuja de gas debajo del agua, cuya burbuja tiene un efecto aislante de temperatura y previene la evaporación. Una consecuencia de este fenómeno es que las burbujas de agua pueden moverse fácilmente sobre una superficie, ya que hay una fricción muy baja en la superficie. El agua puede "subir" también hacia arriba sobre las superficies, dependiendo de la estructura y la elevación de la superficie.

20 El elemento de módulo de vapor, según la presente invención, está conformado para aprovechar el fenómeno descrito relacionado con el efecto Leidenfrost.

Preferiblemente, la superficie del elemento de módulo de vapor está provista de pequeñas muescas o ranuras, lo que mejora adicionalmente el efecto Leidenfrost.

25 Preferiblemente, los elementos de módulo de vapor están realizados en un metal y un material adecuado es el aluminio. El aluminio es ventajoso en el sentido de que puede almacenar más energía con relación al peso en comparación, por ejemplo, con el acero, y, además, en que el módulo será considerablemente más ligero que si se realiza, por ejemplo, en acero. Otros materiales posibles son cualquier material inoxidable de ferrita, por ejemplo, acero al cromo.

Preferiblemente, el elemento de módulo de vapor es moldeado, mientras que a continuación es posible obtener una estructura deseada de la superficie, por ejemplo, para incluir ranuras o muescas. Otro requisito del material es que debe ser aprobado por las autoridades competentes en la industria alimentaria.

30 El tamaño de un módulo, por ejemplo, la longitud y la anchura, y también el de los elementos de módulo de vapor, está adaptado al espacio disponible en el canal de aire caliente del horno. Según una implementación, la longitud es de aproximadamente 300 mm, y la anchura es de aproximadamente 140 mm. El espesor de un elemento de módulo de vapor es de aproximadamente 4-8 mm, preferiblemente de aproximadamente 6 mm. La distancia entre los elementos está comprendida en el intervalo de 2-6 mm, preferiblemente 4 mm.

35 Tal como se ha descrito anteriormente, la rotación del módulo puede conseguirse haciendo girar el módulo alrededor del eje longitudinal que se extiende a través del centro del módulo, tal como se indica en las figuras. Como una alternativa, el módulo puede ser girado o inclinado, mediante una rotación alrededor de un eje longitudinal que se extiende a lo largo una de las esquinas del módulo cuando se observa desde el lado corto del módulo.

40 En particular, con referencia a la vista en sección transversal de un elemento de módulo de vapor ilustrado en la Figura 7, a continuación, se describirá una realización del elemento 20 de módulo de vapor. El elemento comprende una superficie 22 principal y dos superficies 24 laterales, donde cada superficie 24 lateral está dispuesta a lo largo de un lado largo de la superficie principal, en el que cada superficie lateral está inclinada con relación a la superficie principal de manera que el elemento 20 de módulo de vapor exhiba una forma similar a una copa ensanchada. Cada superficie 24 lateral está preferiblemente inclinada en un primer ángulo v1 predeterminado con relación a la superficie 22 principal, y en el que dicho primer ángulo v1 predeterminado está comprendido en el intervalo de 5°-15°, preferiblemente mayor de 10°.

45 En la Figura 8 se ilustra realización que muestra también una vista en sección transversal de un elemento de módulo de vapor. En esta realización, una segunda superficie 26 lateral está dispuesta fuera y a lo largo de cada primera superficie 24 lateral, mientras que la segunda superficie 26 lateral está inclinada en un segundo ángulo v2 predeterminado con relación a la superficie 22 principal, preferiblemente mayor de 20°, y más preferible mayor de 30°, en el que el segundo ángulo v2 predeterminado es preferiblemente mayor que el primer ángulo v1 predeterminado.

50 Según las realizaciones de la presente invención, los elementos 20 de módulo de vapor están provistos de aberturas 28 pasantes, preferiblemente distribuidas de manera equidistante a lo largo de las superficies 22 principales de los elementos

20. Las aberturas 28 se ilustran en la Figura 4 y en la vista inferior derecha de la Figura 9.

Las aberturas pasantes provistas en los elementos generadores de vapor permiten que el exceso de agua caiga al próximo nivel, es decir, el elemento de debajo, de manera pueda tener lugar una evaporación continuada.

5 Tal como se ha indicado anteriormente, las aberturas están dispuestas preferiblemente de manera equidistante sobre los elementos. Sin embargo, naturalmente, puede ser posible otra distribución más irregular de las aberturas. Las aberturas en los elementos generadores de vapor vecinos pueden estar desplazadas unas con respecto a las otras.

Los tamaños de las aberturas son importantes con el fin de controlar la rapidez con la que el agua debería salir de un elemento y debería ser suministrada al siguiente elemento.

10 Muchos parámetros diferentes influyen sobre los tamaños de las aberturas, por ejemplo, la cantidad de agua que se suministra, la temperatura de los elementos, y la duración de la etapa de vapor del procedimiento de horneado.

Los ensayos han mostrado que el diámetro de una abertura está comprendido ventajosamente en el intervalo de 2-15 mm.

Preferiblemente, las aberturas son circulares. Sin embargo, naturalmente, son posibles otras formas, por ejemplo, formas rectangulares, elípticas, e incluso alargadas.

15 Cuando el módulo generador de vapor está en el estado de aire caliente, la posición del módulo 16 permite que un flujo 10 de aire caliente vertical pase al módulo 16, y en el que el flujo de aire caliente vertical pasa por el módulo en parte fluyendo a través del módulo, es decir, entre los elementos generadores de vapor (véase la Figura 6).

Cuando el horno está en el estado de generación de vapor, se suministra agua a los elementos de módulo de vapor del módulo generador de vapor. El agua es suministrada preferiblemente a través de boquillas (no mostradas) dispuestas en el canal de aire caliente.

20 Es común proporcionar vapor al horno en una etapa temprana en el procedimiento de horneado.

El módulo generador de vapor está entonces en un estado de generación de vapor, donde el módulo está dispuesto de manera que las superficies de los elementos generadores de vapor estén en una posición generalmente horizontal. De esta manera, se obtiene una gran área superficial, el área de los elementos generadores de vapor, lo cual es importante con el fin de maximizar la transferencia de calor al agua y para tener una evaporación completa de toda el agua suministrada.

25 Cuando se termina el estado de generación de vapor, el módulo generador de vapor se hace girar 90° alrededor de su eje longitudinal con el fin de reducir el área superficial del módulo para permitir que un flujo de aire caliente vertical pase fácilmente al módulo. El flujo de aire caliente vertical se hace pasar por el módulo, en parte, fluyendo a través del módulo, es decir, entre los elementos generadores de vapor, y, en parte, pasando a ambos lados del módulo.

30 Para optimizar el flujo de aire caliente vertical, las superficies laterales en ángulo de los elementos no deben estar demasiado inclinadas con relación a la superficie principal con el fin de no obstruir innecesariamente el flujo de aire caliente.

De esta manera, cuando se termina el estado de generación de vapor, el módulo se hace girar y a continuación se activa el ventilador de aire caliente y se continúa con el procedimiento de horneado.

35 La Figura 2 es una vista en sección transversal de un módulo 16 generador de vapor provisto de elementos 20 de módulo de vapor, cada uno de los cuales tiene una superficie 22 principal.

La Figura 3 es una vista en sección transversal de un módulo 16 generador de vapor a lo largo del eje 18 longitudinal. La vista en la Figura 2 es a lo largo de A-A.

La Figura 4 es una vista superior de un elemento generador de vapor que ilustra las aberturas 28.

40 Las Figuras 5 y 6 ilustran el módulo en los dos estados diferentes. En el estado de aire caliente ilustrado en la Figura 6, el flujo de aire caliente se muestra mediante flechas.

En la Figura 9 se muestran diferentes vistas del módulo generador de vapor. A la izquierda, se muestra una vista en sección transversal a lo largo de la línea B-B en la vista superior derecha del módulo. La vista superior derecha muestra una vista lateral del módulo, y la vista inferior derecha muestra una vista desde arriba del módulo.

45 A continuación, se describirán adicionalmente realizaciones ventajosas de la presente invención, con referencia a las Figuras 10-14. Estas figuras ilustran diferentes estructuras superficiales del elemento 20 generador de vapor.

Esas realizaciones se refieren, en particular, a los elementos 20 generadores de vapor dispuestos en paralelo, uno encima

del otro, a una distancia predeterminada entre uno del otro, y específicamente a la superficie principal del elemento 20 generador de vapor que comprende al menos dos niveles superficiales, un nivel 30 superficial superior, y un primer nivel 32 superficial inferior. Las Figuras 10-12 muestran vistas en sección transversal del elemento generador de vapor según diferentes realizaciones.

5 Cabe señalar que las diferentes realizaciones relacionadas con la estructura de la superficie principal de los elementos generadores de vapor pueden combinarse con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

Mediante la provisión de dos, o más, niveles superficiales de la superficie principal, se consigue un proceso de evaporación mejorado.

10 De esta manera, cuando se suministra agua a la superficie principal, resulta en la evaporación inmediata, sobre el nivel superficial superior, y la formación de una burbuja de gas debajo del agua. Esto forzará el agua hacia arriba, lejos de la superficie. El nivel o los niveles superficiales inferiores calentarán también el agua y la presión de gas necesaria para elevar el agua aumenta y la velocidad de evaporación aumenta.

15 Los diferentes niveles superficiales se construyen proporcionando canales o muescas sobre la superficie principal, donde el gas evaporado puede escaparse o filtrarse con el fin de no atrapar el gas. Esto forzará una evaporación continua hasta que la energía no sea suficiente para mantener el agua por encima de la superficie. El agua se evaporará hasta que la superficie haya alcanzado un estado de equilibrio con el entorno, lo cual depende de la presión, de la temperatura y de la humedad.

20 La idea principal es proporcionar diferentes niveles superficiales con el fin de mejorar el proceso de evaporación. Esto puede conseguirse de muchas maneras diferentes y, a continuación, se ilustran algunos ejemplos que no deberían interpretarse como limitativos del alcance de la protección definida por las reivindicaciones adjuntas.

Generalmente, la primera superficie inferior está definida por los canales 34 de una red o rejilla de canales fabricada en la superficie principal, y el primer nivel 32 superficial inferior está definido por la parte inferior de dichos canales 34. Véanse las Figuras 10-12.

25 De manera ventajosa, los canales 34 son esencialmente ortogonales entre sí, lo que se ilustra mediante las Figuras 13 y 14.

En el ejemplo ilustrado mediante la Figura 10, el nivel 30 superficial superior está definido por las superficies 36 superiores de los cubos formados por la rejilla de canales. Esta realización se ilustra también mediante la vista superior de la Figura 13. Los lados del cuadrado de las superficies superiores están comprendidos aproximadamente en el intervalo de 0,5-2,5 mm.

30 En el ejemplo ilustrado en la Figura 11, el nivel superficial superior está definido por las superficies 38 superiores de pirámides truncadas formadas por la rejilla de canales.

En el ejemplo ilustrado mediante la Figura 12, el nivel superficial superior está definido por las superficies 40 circulares planas superiores formadas por la rejilla de canales. Esta realización se ilustra también mediante la vista superior de la Figura 14.

35 La estructura puede describirse también como aquella en la que el nivel 32 superficial inferior comprende muescas sobre la superficie principal.

Para todas las diferentes estructuras descritas en la presente memoria, el nivel 30 superficial superior tiene un área A y el primer nivel 32 superficial inferior tiene un área B. La relación A/B puede ser usada para definir las propiedades de la superficie principal.

40 Diferentes ensayos han mostrado que se han conseguido resultados ventajosos cuando la relación entre A y B es menor que 0,5.

En la realización ilustrada en la Figura 13, A/B es aproximadamente 0,25, lo que ha demostrado que resulta en un proceso de evaporación ventajoso.

45 La distancia  $d_1$  entre el nivel 30 superficial superior y el primer nivel 32 superficial inferior es aproximadamente de 0,3-0,7 de un espesor del elemento generador de vapor. La distancia  $d_1$  se indica en las Figuras 10-12.

La distancia entre el nivel (30) superficial superior y el primer nivel (32) superficial inferior está comprendida en el intervalo de 0,5-3,0 mm, dependiendo del espesor total del elemento generador de vapor, que (véase más arriba) es de aproximadamente 4-8 mm.

Las Figuras 15 y 16 muestran vistas superiores del elemento de módulo de vapor, según realizaciones adicionales de la

invención.

La Figura 15 muestra una vista superior de un elemento 20 de módulo de vapor, por ejemplo, realizado en acero al cromo, y provisto de aberturas 28 pasantes cuadradas que tienen un lado de 16 mm. En la parte superior de esta figura, se ilustra también una vista en sección transversal del elemento 20 de módulo de vapor.

5 La Figura 16 muestra una vista superior de un elemento 20 de módulo de vapor realizado en acero al cromo, provisto de aberturas 28 pasantes cuadradas que tienen un lado de 10 mm.

También son posibles formas circulares, elípticas, u otras formas de las aberturas dentro del alcance de la invención, tal como se define por las reivindicaciones.

10 Las aberturas pasantes están distribuidas sobre el elemento de módulo de vapor en un patrón predeterminado; preferiblemente, las aberturas están distribuidas de manera uniforme. El número de aberturas están comprendido preferiblemente en el intervalo de 25-100.

En ambas realizaciones ilustradas, las aberturas 28 están alineadas a lo largo de líneas (se indica una de ellas de manera discontinua en las figuras) en un ángulo  $\alpha$  de aproximadamente 30-60 grados, por ejemplo, 45 grados, con relación al lado del elemento.

15 Las Figuras 17-19 muestran una vista en perspectiva, una vista en sección transversal y una vista superior, respectivamente, del elemento de módulo de vapor, según todavía una realización adicional de la invención.

En esta realización, el elemento 20 de módulo de vapor está provisto de canales (muescas) 34 en la superficie principal que se extienden a lo largo del eje longitudinal del elemento.

La Figura 18 ilustra una vista en sección transversal a lo largo de la línea A-A en la Figura 19.

20 Generalmente, los canales 34 están definidos por un nivel 30 superficial superior, y un primer nivel 32 superficial inferior definido por la parte inferior de los canales 34. En esta realización, se proporcionan un número de aberturas 28 pasantes, en la figura se ilustran cuatro aberturas. Estas tienen una forma alargada, por ejemplo, rectangular, y están dispuestas a lo largo de una línea simétrica longitudinal del elemento generador de vapor.

25 Con el fin de mejorar adicionalmente la comprensión de la presente invención, a continuación, se proporciona información adicional relacionada con el efecto Leidenfrost.

30 El efecto Leidenfrost es un fenómeno en el que un líquido, en contacto estrecho con una masa significativamente más caliente que el punto de ebullición del líquido, produce una capa de vapor aislante que previene que ese líquido hierva rápidamente. Esto se observa más frecuentemente cuando se cocina; se dejan caer unas gotas de agua en una sartén para medir su temperatura (si la temperatura de la sartén es igual o superior al punto de Leidenfrost, el agua resbala a través del metal y tarda más tiempo en evaporarse de lo que tardaría en una sartén que está por encima de la temperatura de ebullición, pero por debajo de la temperatura del punto de Leidenfrost). El efecto es responsable también de la capacidad del nitrógeno líquido para resbalar a través de los suelos. Se ha usado también en algunas demostraciones potencialmente peligrosas, tales como mojar un dedo húmedo en plomo fundido o soplar una bocanada de nitrógeno líquido, ambas promulgadas sin lesiones para el manifestante o demostrador. Esta última es potencialmente letal, sobre todo si se traga accidentalmente el nitrógeno líquido.

35 El efecto puede observarse dejando caer gotas de agua sobre una sartén en diversos momentos a medida que se calienta. Inicialmente, debido a que la temperatura de la sartén está por debajo de 100°C, el agua solo se aplana y se evapora lentamente. A medida que la temperatura de la bandeja supera los 100°C, las gotas de agua sisean cuando tocan la sartén y se evaporan rápidamente. Más tarde, a medida que la temperatura excede el punto de Leidenfrost, entra en juego el efecto Leidenfrost. Tras el contacto con la sartén, las gotas de agua se amontonan en pequeñas bolas de agua y resbalan, durando mucho más tiempo que cuando la temperatura de la sartén era más baja. Este efecto funciona hasta que una temperatura muy superior causa que cualquier gota de agua adicional se evapore demasiado rápidamente como para causar este efecto.

40 Esto es debido a que, a temperaturas por encima del punto de Leidenfrost, la parte inferior de la gota de agua se vaporiza inmediatamente en contacto con la placa caliente. El gas resultante suspende el resto de la gota de agua justo por encima del mismo, previniendo cualquier contacto directo adicional entre el agua líquida y la placa caliente. Debido a que el vapor tiene una conductividad térmica mucho más baja, una transferencia de calor adicional entre la sartén y la gota se ralentiza drásticamente. Esto resulta también en que la gota es capaz de patinar alrededor de la sartén sobre la capa de gas justo debajo de la misma. El gas resultante mantiene la burbuja gracias a la presión de gas que se acumula como resultado de las propiedades superficiales. Este es el caso de la burbuja de líquido que se desplaza en dirección ascendente. Según la invención, la superficie está dispuesta de manera que, cuando se calienta una burbuja de agua, se forma gas debajo de la misma y la burbuja empieza a desplazarse en dirección ascendente sobre una superficie irregular forzando al líquido a

evaporarse adicionalmente a medida que se desplaza. A medida que los elementos de módulo de vapor se enfrían, en lugar de hervir el líquido, los elementos precalentarán el líquido antes de que se desplace hacia abajo a través de los orificios hasta el elemento adyacente inferior.

5 La temperatura a la que comienza a ocurrir el efecto Leidenfrost no es fácil de predecir. Incluso si el volumen de la gota de líquido sigue siendo el mismo, el punto de Leidenfrost puede ser bastante diferente, con una dependencia complicada de las propiedades de la superficie, así como cualquier impureza en el líquido. Se han realizado algunas investigaciones en un modelo teórico del sistema, pero es bastante complicado. Como una estimación muy aproximada, el punto Leidenfrost para una gota de agua en una sartén podría ocurrir a 193°C.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema generador de vapor en un horno (2) que comprende una carcasa (4) exterior que encierra una cámara (6) de horno, un canal (8) de aire caliente donde el aire (10) caliente está a punto de fluir y una entrada de aire caliente en forma de una serie de aberturas en la pared de la cámara (6) de horno a través de las cuales se sopla aire caliente al interior de la cámara (6) de horno, una salida de descarga a través de la cual se elimina el aire caliente de la cámara (6) de horno y una puerta, en el que dicho sistema generador de vapor comprende una unidad (12) de control adaptada para controlar un procedimiento de horneado o de cocción mediante la generación de señales (14) de control, en el que al menos un módulo (16) generador de vapor alargado está dispuesto horizontalmente en dicho canal (8) de aire caliente y que comprende un número predeterminado de elementos (20) de módulo de vapor, en el que cada elemento (20) de módulo de vapor es alargado y comprende una superficie (22) principal provista de una extensión generalmente plana, en el que los elementos (20) generadores de vapor están dispuestos en paralelo, uno encima del otro, a una distancia predeterminada, uno del otro, y al menos un miembro (23) de suministro de agua dispuesto en conexión con dicho módulo o dichos módulos generadores de vapor y configurado para suministrar agua a dicho módulo o dichos módulos, caracterizado por que dicho módulo (16) generador de vapor es giratorio alrededor de un eje longitudinal y en el que dicho módulo (16) generador de vapor está adaptado para estar en dos estados:
- un estado de generación de vapor, durante al menos una parte de dicho estado, se suministra agua a dicho módulo y, durante dicho estado, las superficies (22) principales de los elementos (20) están en una posición esencialmente horizontal, permitiendo que el agua se evapore,
  - un estado de aire caliente, donde las superficies (22) principales de los elementos (20) están en una posición esencialmente vertical, permitiendo que el aire caliente pase al módulo (16).
2. Sistema generador de vapor según la reivindicación 1, en el que el módulo (16) generador de vapor está adaptado para ser girado 90° alrededor de su eje longitudinal dependiendo de las señales (14) de control generadas por dicha unidad (12) de control, cuando pasa entre el estado de generación de vapor y el estado del aire caliente.
3. Sistema generador de vapor según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el sistema está adaptado para calentar dicho módulo (16) generador de vapor antes de que el módulo se encuentre en el estado de generación de vapor, y en el que el módulo es calentado a una temperatura tal que se produce el efecto Leidenfrost cuando se suministra agua al módulo.
4. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento (20) de módulo de vapor comprende una superficie (22) principal y dos superficies (24) laterales, donde cada superficie (24) lateral está dispuesta a lo largo de un lado largo de la superficie principal, en el que cada superficie lateral está inclinada con relación a la superficie principal de manera que el elemento (20) de módulo de vapor exhibe una forma similar a una copa ensanchada.
5. Sistema generador de vapor según la reivindicación 4, en el que cada superficie (24) lateral está inclinada en un primer ángulo v1 predeterminado con relación a la superficie (22) principal, y en el que dicho primer ángulo v1 predeterminado está comprendido en el intervalo de 5°-15°, preferiblemente mayor de 10°.
6. Sistema generador de vapor según la reivindicación 5, en el que una segunda superficie (26) lateral está dispuesta fuera y a lo largo de cada primera superficie (24) lateral, mientras que la segunda superficie (26) lateral está inclinada en un segundo ángulo v2 predeterminado con relación a la superficie (22) principal, preferiblemente mayor de 20°, y más preferiblemente mayor de 30°, en el que dicho segundo ángulo v2 predeterminado es preferiblemente mayor que el primer ángulo v1 predeterminado.
7. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos (20) de módulo de vapor están provistos de aberturas (28) pasantes, preferiblemente distribuidas de manera equidistante a lo largo de las superficies (22) principales de los elementos (20).
8. Sistema generador de vapor según la reivindicación 7, en el que dichas aberturas (28) pasantes tienen una forma rectangular o cuadrada.
9. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que, cuando está en dicho estado de aire caliente, la posición del módulo (16) permite que un flujo (10) de aire caliente vertical pase al módulo (16), y en el que el flujo de aire caliente vertical pasa por el módulo, en parte, fluyendo a través del módulo, es decir, entre los elementos generadores de vapor.
10. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie principal comprende al menos dos niveles superficiales, un nivel superficial (30) superior y un primer nivel superficial (32) inferior.

11. Sistema generador de vapor según la reivindicación 10, en el que dicha primera superficie inferior está definida por canales (34), por ejemplo, de una rejilla de canales, realizados en dicha superficie principal, en el que dicho primer nivel (32) superficial inferior está definido por la parte inferior de dichos canales (34).
- 5 12. Sistema generador de vapor según la reivindicación 11, en el que dichos canales se extienden a lo largo de un eje longitudinal de dicho elemento (20) generador de vapor.
13. Sistema generador de vapor según la reivindicación 11, en el que dichos canales (34) en la rejilla de canales son esencialmente ortogonales unos con relación a los otros.
14. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que dicho nivel (30) superficial superior está definido por las superficies (36) superiores de cubos formados por dicha rejilla de canales.
- 10 15. Sistema generador de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que dicho nivel superficial superior está definido por las superficies (38) superiores de pirámides truncadas formadas por dicha rejilla de canales.

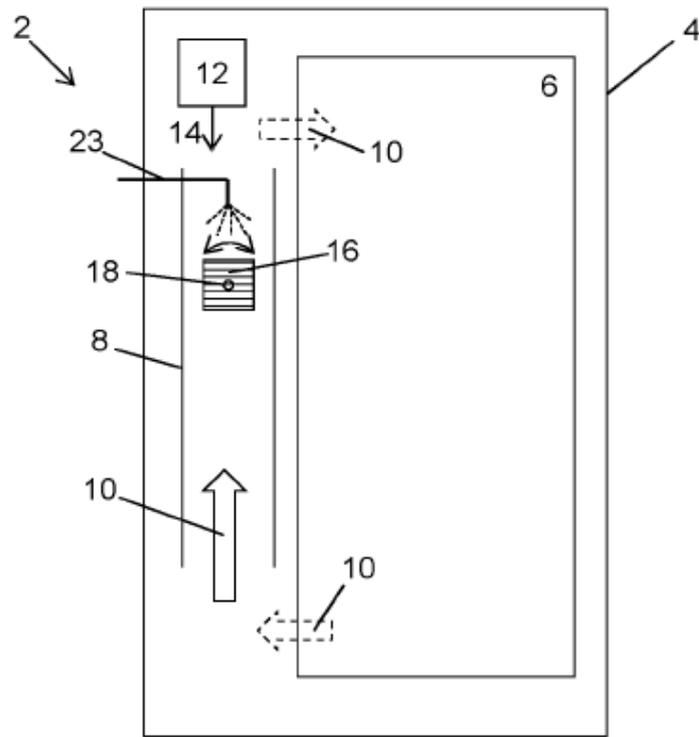


FIG. 1

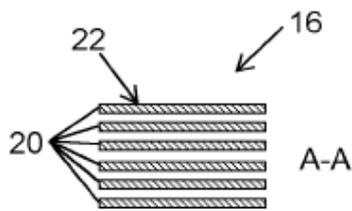


FIG. 2

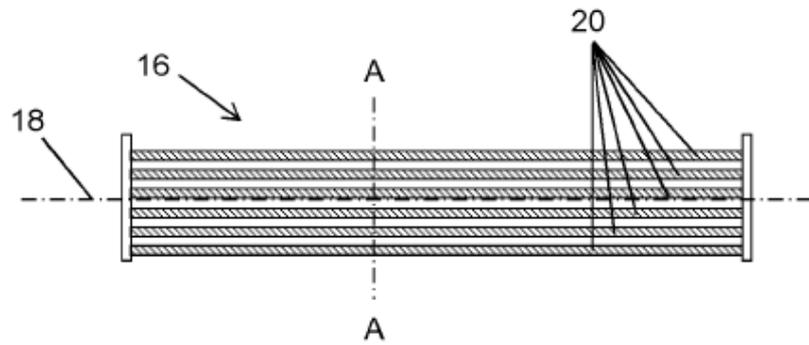


FIG. 3

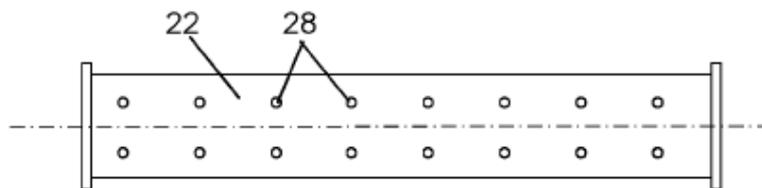


FIG. 4

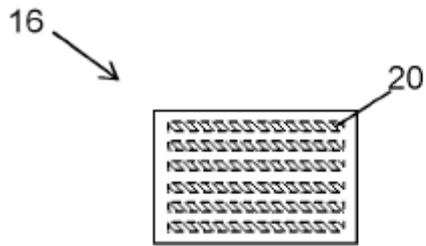


FIG. 5

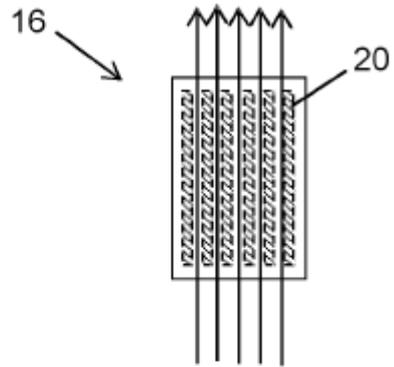


FIG. 6

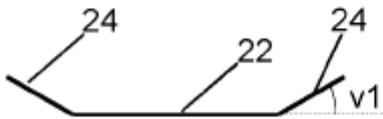


FIG. 7

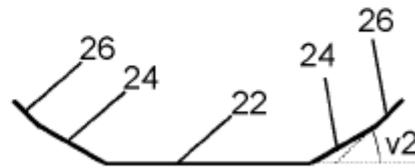


FIG. 8

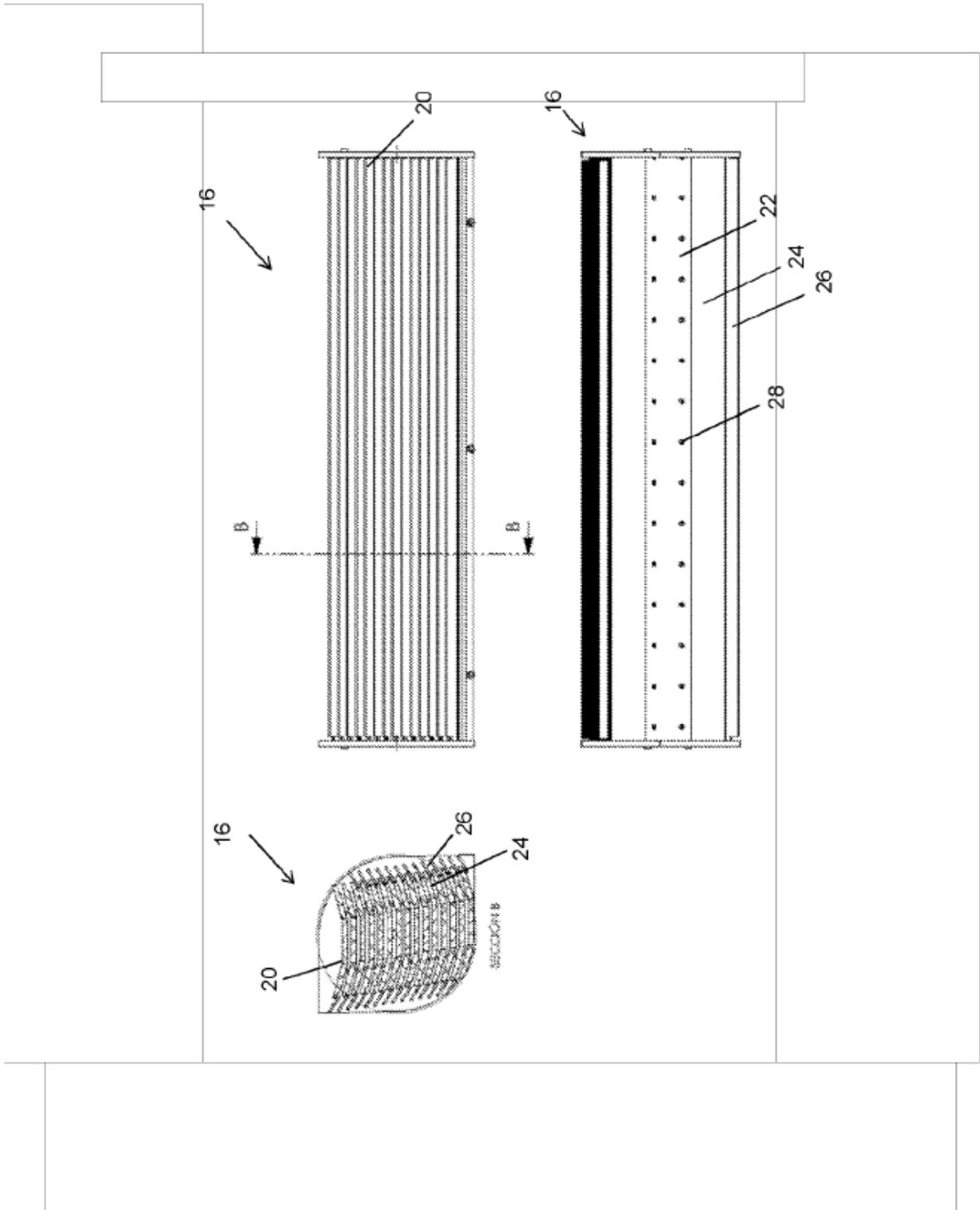


FIG. 9

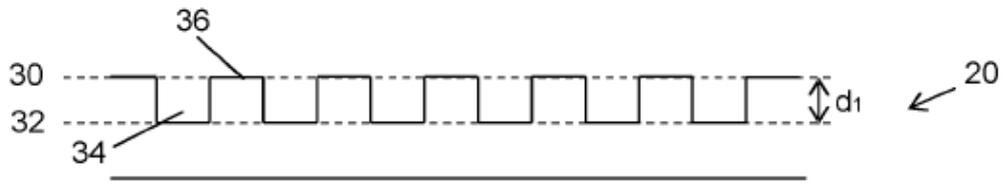


FIG. 10

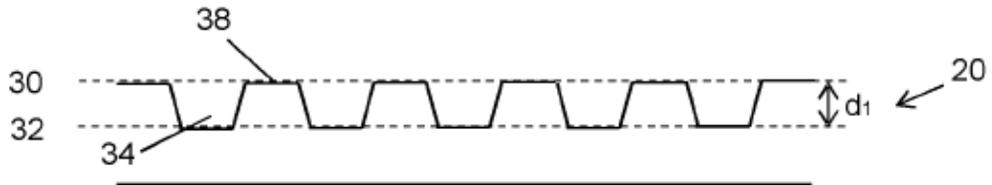


FIG. 11

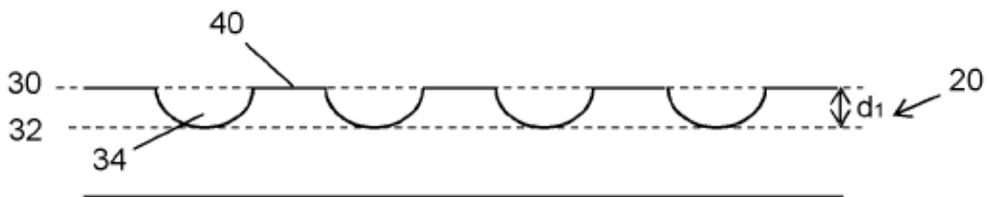


FIG. 12

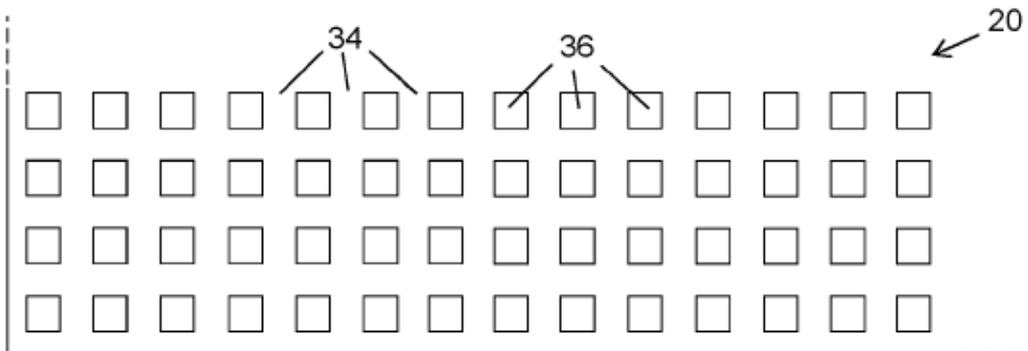


FIG. 13

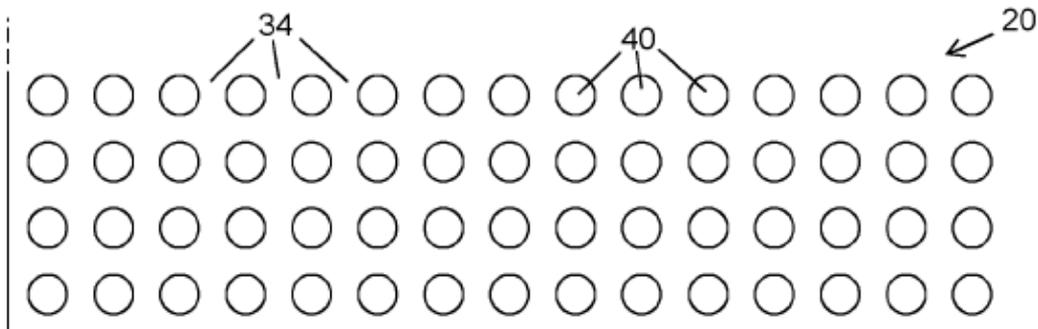


FIG. 14

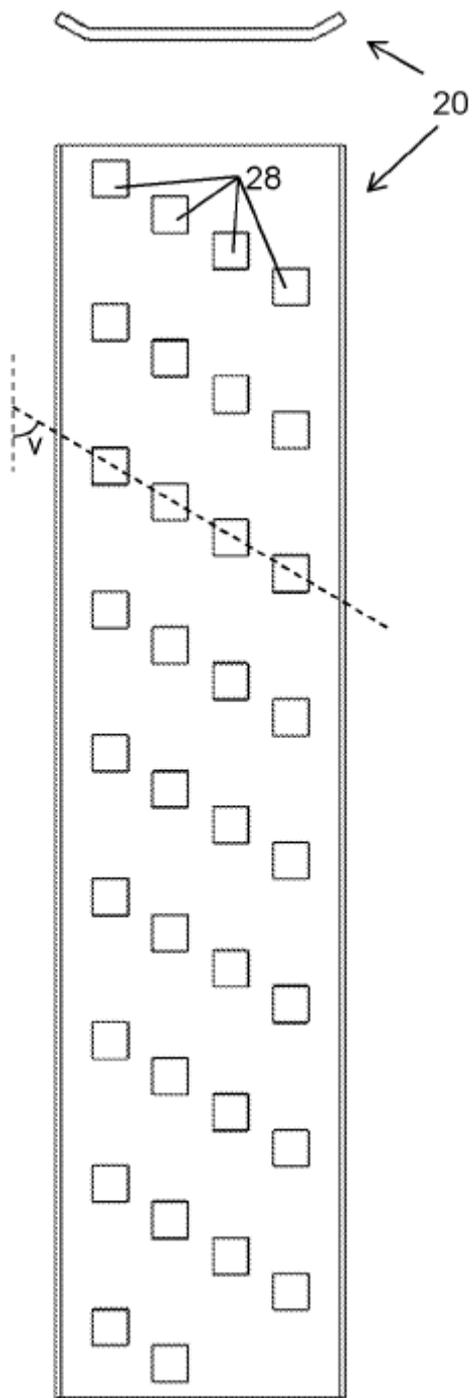


FIG. 15

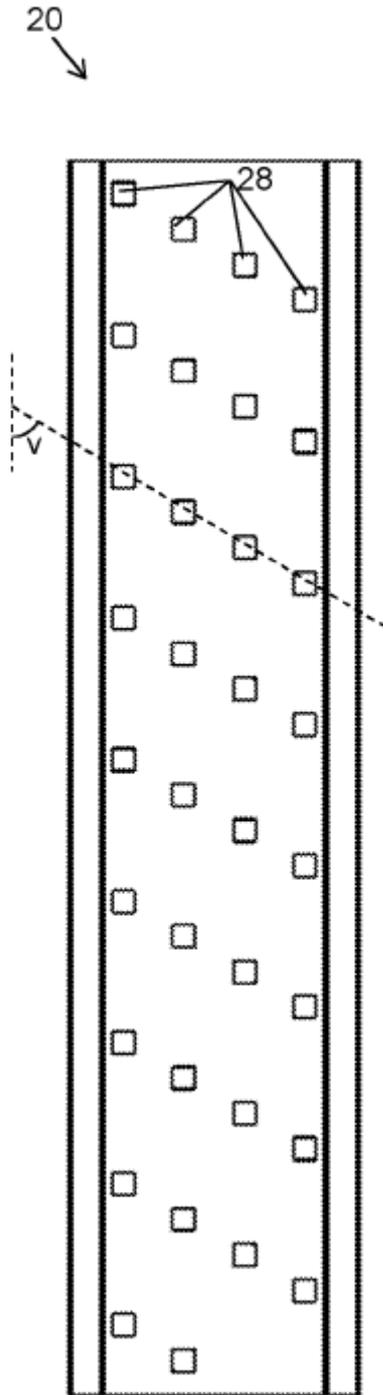


FIG. 16

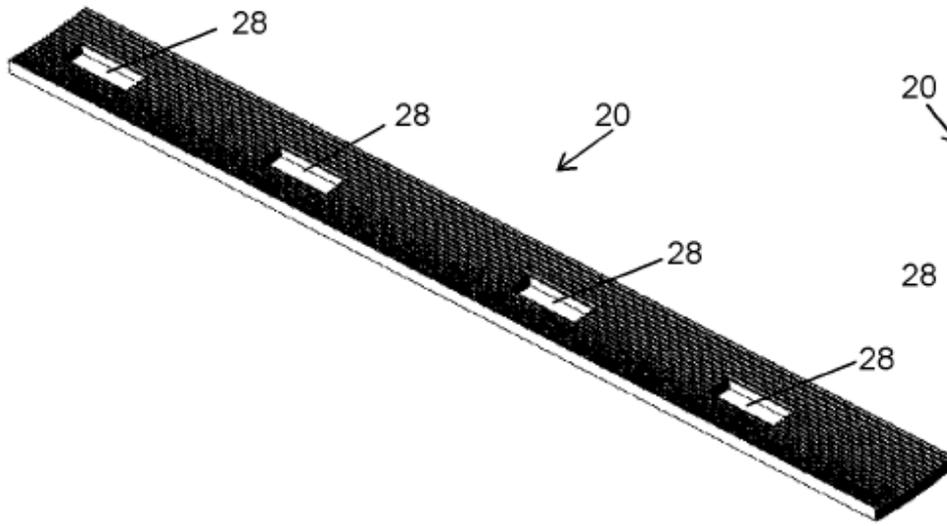


FIG. 17



FIG. 18

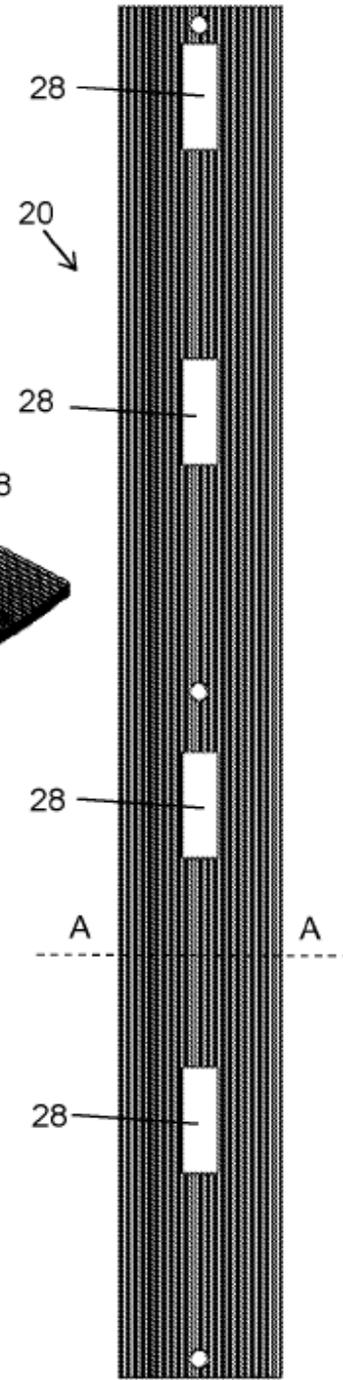


FIG. 19