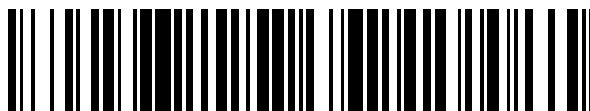


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 703**

51 Int. Cl.:

H05B 6/10

(2006.01)

H05B 6/60

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2015** **PCT/US2015/057190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016** **WO16065303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015** **E 15852694 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 3210439**

54 Título: **Sistema de calentamiento por radiofrecuencia**

30 Prioridad:

23.10.2014 US 201462067976 P

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

17.03.2020

73 Titular/es:

KIMREY JR, HAROLD DAIL (100.0%)

1188 Winding Way Drive

Knoxville TN 37923, US

72 Inventor/es:

KIMREY JR, HAROLD DAIL

74 Agente/Representante:

CAMACHO PINA, Piedad

ES 2 748 703 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 de calentamiento por radiofrecuencia

CAMPO DE LA INVENCIÓN

[0001] La presente invención se refiere en general a sistemas que usan energía de radiofrecuencia (300 KHz - 300 MHz) para calentar artículos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

[0002] La radiación electromagnética es un mecanismo conocido para suministrar energía a un objeto. La capacidad de la radiación electromagnética para penetrar y calentar un objeto de manera rápida y eficaz ha demostrado ser ventajosa en muchos procesos químicos e industriales. En el pasado, la energía de radiofrecuencia (RF) se ha utilizado para calentar artículos, por ejemplo, mediante calentamiento por inducción o calentamiento dieléctrico. Sin embargo, el uso de energía de RF para calentar artículos puede tener algunos inconvenientes. Por ejemplo, la longitud de onda de la energía de RF puede dificultar la transmisión y el lanzamiento de la energía de RF de una manera eficiente. Un ejemplo de un dispositivo de calentamiento de ondas electromagnéticas se describe en el documento WO2010 / 032478A1. La presente invención implica descubrimientos para minimizar y/o eliminar muchos de los inconvenientes asociados convencionalmente con el uso de energía de RF para calentar artículos.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

[0003] Ciertas realizaciones de la presente invención proporcionan un sistema de calentamiento por radiofrecuencia (RF) que calienta una pluralidad de artículos con eficacia y eficiencia mejoradas. El calentamiento proporcionado por el sistema de calentamiento por RF se puede utilizar para pasteurizar o esterilizar los artículos. El sistema de calentamiento por RF puede incluir los siguientes componentes: (a) un generador de RF para generar energía de RF; (b) un guíaondas de RF configurado para llenarse sustancialmente con un líquido y, cuando se llena con el líquido, capaz de transmitir la energía de RF producida por el generador de RF; (c) una cámara de calentamiento de RF configurada para llenarse sustancialmente con el líquido y, cuando se llena con el líquido, capaz de recibir energía de RF transmitida a través del guíaondas de RF; y (d) un sistema de conducción recibido en la cámara de calentamiento de RF y configurado para transportar los artículos a través de la cámara de calentamiento de RF mientras los artículos se calientan con energía de RF.

[0004] Otras realizaciones de la invención proporcionan un proceso para calentar artículos usando energía de radiofrecuencia (RF). El proceso de calentamiento por RF puede incluir los siguientes pasos: (a) pasar energía de RF a través de un guíaondas de RF sustancialmente lleno con un líquido; (b) introducir energía de RF en una cámara de calentamiento de RF sustancialmente llena con el líquido; y (c) calentar artículos transportados a través de la cámara de calentamiento por RF utilizando energía de RF.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS DE DIBUJO

[0005]

FIG. 1 es un diagrama de bloques de etapas / zonas típicas de un sistema de calentamiento por RF configurado de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

FIG. 2 es una vista isométrica en corte de una parte de una zona de calentamiento de RF configurada según una realización de la presente invención, que ilustra particularmente cómo se utilizan lanzadores opuestos para aplicar energía de RF a paquetes que se transportan a través de la cámara de calentamiento;

FIG. 3 es una vista de extremo de la zona de calentamiento de RF de la FIG. 2;

FIG. 4 muestra una zona de calentamiento de RF que utiliza un lanzador de una sola cara para aplicar energía de RF a artículos;

FIG. 5 muestra una zona de calentamiento de RF que utiliza dos lanzadores adyacentes de una cara en el mismo lado de la cámara para aplicar energía de RF a artículos;

FIG. 6 muestra una zona de calentamiento de RF que utiliza dos lanzadores de una sola cara, separados, en lados opuestos de la cámara para aplicar energía de RF a los artículos;

FIG. 7 es una vista isométrica de una zona de calentamiento de RF que utiliza lanzadores opuestos orientados de modo que la pared más ancha del lanzador es perpendicular a la dirección de desplazamiento de los artículos;

FIG. 8 es una vista lateral de la zona de calentamiento de RF de la FIG. 7;

FIG. 9 es una vista de extremo de la zona de calentamiento de RF de la FIG. 8;

FIG. 10 es una vista isométrica en corte de una zona de calentamiento de RF equipada con una pluralidad de conformadores de campo dieléctrico;

FIG. 11 es una vista en sección transversal de la zona de calentamiento de RF de la FIG. 10;

FIG. La Fig. 12 es una vista isométrica en despiece ordenado de un portador equipado con un sistema de anidamiento dieléctrico para recibir los artículos a calentar en la zona de calentamiento de RF; y

FIG. 13 es una vista en sección transversal del portador de la fig. 12.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

- 5 **[0006]** En muchos procesos comerciales, puede ser deseable calentar grandes cantidades de artículos individuales de una manera rápida y uniforme. La presente invención usa energía de radiofrecuencia (RF) para calentar rápida y uniformemente, o ayudar a calentar, artículos. Los ejemplos de artículos adecuados que pueden calentarse en el sistema de calentamiento por RF de la presente invención pueden incluir, pero no se limitan a, productos alimenticios, fluidos médicos e instrumentos médicos. En una realización, los sistemas de calentamiento por RF descritos en el presente documento pueden usarse para la pasteurización o esterilización de los artículos que se están calentando. En general, la pasteurización implica un calentamiento rápido de un artículo o artículos a una temperatura mínima entre 70°C y 100°C, mientras que la esterilización implica calentar uno o más artículos a una temperatura mínima entre 100°C y 140°C, 110°C y 135°C, o 120°C y 130°C.
- 10
- 15 **[0007]** La fig. 1 es un diagrama general de un sistema de calentamiento por RF configurado según ciertas realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 1 pueden introducirse inicialmente uno o más artículos en una zona de precalentamiento 10, en donde los artículos pueden precalentarse a una temperatura de precalentamiento esencialmente uniforme (por ejemplo, 20°C a 70°C). Una vez precalentados, los artículos pueden introducirse en una zona de calentamiento de RF 12. En la zona de calentamiento de RF, los artículos pueden calentarse rápidamente utilizando energía de RF descargada en al menos una parte de la zona de calentamiento 12 por uno o más lanzadores de RF, descrita con más detalle a continuación. Los artículos calentados pueden entonces, opcionalmente, pasar a través de una zona de mantenimiento 14, en donde los artículos pueden mantenerse a una temperatura constante durante un período de tiempo específico. Posteriormente, los artículos se pueden pasar luego a una zona de enfriamiento 16, en donde la temperatura de los artículos se puede reducir rápidamente a una temperatura de manejo adecuada (por ejemplo, 20°C a 70°C).
- 20
- 25 **[0008]** El sistema de calentamiento por RF de la fig. 1 se puede configurar para calentar muchos tipos diferentes de artículos. En una realización, los artículos calentados en el sistema de calentamiento por RF pueden comprender productos alimenticios, como por ejemplo, frutas, verduras, carnes, pastas, comidas preparadas e incluso bebidas. En otras realizaciones, los artículos calentados en el sistema de calentamiento por RF pueden comprender fluidos médicos envasados o instrumentos médicos y/o dentales. Los artículos procesados dentro del sistema de calentamiento de RF pueden ser de cualquier tamaño y forma adecuados. En una realización, cada artículo puede tener una longitud (dimensión más larga) de al menos unas 2 pulgadas, al menos unas 4 pulgadas, al menos unas 6 pulgadas y/o no más de unas 18 pulgadas, no más de tan solo 12 pulgadas, o no más de unas 10 pulgadas; un ancho (segunda dimensión más larga) de al menos aproximadamente 1 pulgada, al menos unas 2 pulgadas, al menos unas 4 pulgadas y/o no más de unas 12 pulgadas, no más de unas 10 pulgadas, o no más de unas 8 pulgadas; y/o una profundidad (dimensión más corta) de al menos unas 0.5 pulgadas, al menos aproximadamente 1 pulgada, al menos unas 2 pulgadas y/o no más de unas 8 pulgadas, no más de unas 6 pulgadas, o no más de unas 4 pulgadas. Los artículos pueden comprender unidades individuales o paquetes que tienen una forma generalmente rectangular o en forma de prisma o pueden comprender una red continua de artículos o paquetes conectados que pasan a través del sistema de calentamiento de RF. Los artículos o paquetes pueden construirse de cualquier material, incluidos plásticos, celulósicos y otros materiales sustancialmente transparentes a la RF, y pueden pasar a través del sistema de calentamiento por RF mediante uno o más sistemas de transporte, cuyas realizaciones se explicarán en detalle más adelante.
- 30
- 35 **[0009]** Según una realización de la presente invención, cada una de las zonas de precalentamiento, calentamiento, mantenimiento y/o enfriamiento de RF antes descritas pueden definirse dentro de un solo recipiente, mientras que, en otra realización, al menos una de las etapas antes descritas se puede definir dentro de uno o más recipientes separados. Según una realización, al menos una de las etapas antes descritas puede llevarse a cabo en un recipiente que está al menos parcialmente lleno con un medio fluido en el que los artículos que se procesan pueden estar al menos parcialmente sumergidos. El medio fluido puede ser un gas o un líquido que tenga una constante dieléctrica mayor que la constante dieléctrica del aire y, en una realización, puede ser un medio líquido que tenga una constante dieléctrica similar a la constante dieléctrica de los artículos que se procesan. Dicho medio líquido puede tener una constante dieléctrica a 20°C de al menos 40, 60 o 70 y/o no más de 120, 100 o 90. El agua (o un medio líquido que comprende agua) puede ser particularmente adecuada para sistemas utilizados para calentar dispositivos o artículos comestibles y/o médicos. En una realización, pueden agregarse opcionalmente al medio líquido aditivos, tales como, por ejemplo, aceites, alcoholes, glicoles y sales para alterar o mejorar sus propiedades físicas (por ejemplo, el punto de ebullición) durante el procesamiento, si es necesario.
- 40
- 45 **[0010]** El sistema de calentamiento por RF puede incluir al menos un sistema de transporte para transportar los artículos a través de una o más de las zonas de procesamiento antes descritas. Los ejemplos de sistemas adecuados de transporte pueden incluir, entre otros, transportadores de cinta de plástico o de caucho, transportadores de cadena, transportadores de rodillos, transportadores flexibles o de multiflexión, transportadores de malla de alambre, transportadores de cangilones, transportadores neumáticos, transportadores de tornillo, transportadores de canal o vibradores, y combinaciones de los mismos. El sistema de transporte puede incluir cualquier número de líneas de transporte individuales y puede disponerse de cualquier manera adecuada dentro de los recipientes de proceso. El sistema de transporte utilizado
- 50
- 55
- 60
- 65

por el sistema de calentamiento por RF puede configurarse en una posición generalmente fija dentro del recipiente o al menos una parte del sistema puede ser ajustable en una dirección lateral o vertical.

[0011] En la zona de calentamiento de RF 12, los artículos pueden calentarse rápidamente con una fuente de calentamiento que utiliza energía de RF. Como aquí se usa, el término "energía de RF" se refiere a energía electromagnética que tiene una frecuencia superior a 300 KHz e inferior a 300 MHz. En una realización, varias configuraciones de la zona de calentamiento de RF pueden utilizar energía de RF con una frecuencia de 50 a 150 MHz. Además de la energía de RF, la zona de calentamiento de RF puede utilizar opcionalmente una o más fuentes de calor como, por ejemplo, calentamiento por conducción o convección u otros métodos o dispositivos de calentamiento convencionales. Sin embargo, al menos aproximadamente un 25 por ciento, un 50 por ciento, un 70 por ciento, un 85 por ciento, al menos un 90 por ciento, al menos un 95 por ciento, o prácticamente toda la energía utilizada para calentar los artículos dentro de la zona de calentamiento de RF 12 puede ser energía de RF de una fuente de energía de RF. En ciertas realizaciones, menos de 50 por ciento, menos de 25 por ciento, menos de 10 por ciento, menos de 5 por ciento o sustancialmente nada de la energía utilizada para calentar los artículos en la zona de calentamiento de RF es provista por radiación electromagnética con una frecuencia mayor que 300 MHz.

[0012] Según una realización, la zona de calentamiento de RF 12 puede configurarse para aumentar la temperatura de los artículos por encima de un umbral mínimo de temperatura. En una realización en la que el sistema de RF está configurado para esterilizar una pluralidad de artículos, la temperatura umbral mínima (y la temperatura de operación de la zona de calentamiento de RF 12) puede ser al menos unos 120°C, al menos unos 121°C, al menos unos 122°C y/o no más de unos 130°C, no más de unos 128°C, o no más de unos 126°C. La zona de calentamiento de RF 12 puede operarse a una presión aproximadamente ambiental, o puede incluir una o más cámaras de RF presurizadas operadas a una presión de al menos unos 5 psig, al menos unos 10 psig, al menos unos 15 psig y/o no más de unos 80 psig, no más de unos 60 psig, o no más de unos 40 psig. En una realización, la cámara de RF presurizada puede ser una cámara llena de líquido que tiene una presión de funcionamiento tal que los artículos que se están calentando pueden alcanzar una temperatura por encima del punto de ebullición normal del medio líquido ahí empleado.

[0013] Los artículos que pasan a través de la zona de calentamiento de RF 12 pueden calentarse a la temperatura deseada en un período de tiempo relativamente corto, lo que, en algunos casos, puede minimizar el daño o la degradación de los artículos. En una realización, los artículos que pasan a través de la zona de calentamiento de RF 12 pueden tener un tiempo de residencia promedio de al menos unos 5 segundos, al menos unos 20 segundos, al menos unos 60 segundos y/o no más de unos 10 minutos, no más de unos 8 minutos, o no más de unos 5 minutos. En la misma o en otras realizaciones, la zona de calentamiento de RF 12 puede configurarse para aumentar la temperatura media de los artículos que se calientan al menos unos 20°C, al menos unos 30°C, al menos unos 40°C, al menos unos 50°C, al menos unos 75°C y/o no más de unos 150°C, no más de unos 125°C, o no más de unos 100°C, a una velocidad de calentamiento de al menos unos 15°C por minuto (°C/min), al menos unos 25°C/min, al menos unos 35°C/min y/o no más de unos 75°C/min, no más de unos 50°C/min, o no más de unos 40°C/min.

[0014] Las figs. 2 y 3 proporcionan vistas isométricas y laterales, respectivamente, de una realización de una zona de calentamiento de RF 20 en la que la energía de RF se produce en un generador de energía de RF 22, es transferida desde el generador de RF 22 por un conductor coaxial 24, es transferida a guíaondas superior e inferior llenos con agua 26a,b, utilizando transiciones coaxiales a guíaondas superior e inferior 28a,b, es transferida a través de los guíaondas llenos de agua 26a,b, pasando los iris inductivos opcionales 32a,b y a lanzadores llenos de agua superiores e inferiores 34a,b, transferida de los lanzadores 34a,b superiores e inferiores llenos de agua y a la cámara llena de agua 36 de calentamiento de RF. En la cámara 36 de calentamiento de RF, la energía de RF calienta los artículos 38 (por ejemplo, paquetes de alimentos) a medida que se mueven a lo largo de un sistema de transporte que puede incluir portadores 40 y un accionamiento de cadena 42. Aunque la FIG. 2 solo muestra un par de lanzadores 34a, b en uso, debe entenderse que pueden usarse dos o más pares separados de lanzadores.

[0015] El conductor coaxial 24 incluye un conductor externo y un conductor interno. Como quizás se ilustra mejor en la FIG. 3, el conductor externo termina en la pared del guíaondas 26, mientras que el conductor central se extiende a través de una pared del guíaondas 26, hacia el interior del guíaondas 26, y hacia (o a través de) la pared opuesta del guíaondas 26. Un manguito dieléctrico rodea el conductor central donde el conductor central penetra en la(s) pared(es) del guíaondas 26. Este manguito dieléctrico actúa como una barrera para evitar que el líquido pase del interior del guíaondas 26 al conductor coaxial 24. El manguito dieléctrico puede estar hecho de un material que se pueda sellar fácilmente con el guíaondas 26 y sea sustancialmente transparente a las microondas. En una realización, el manguito dieléctrico puede estar formado por un material de politetrafluoroetileno (PTFE) relleno de fibra de vidrio.

[0016] Se ha descubierto que al llenar los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 con un líquido que tiene una constante dieléctrica más cercana al agua que el aire, la energía de RF se puede transmitir de manera más eficiente y efectiva a los artículos 38 calentados. El líquido que llena los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 actúa como un medio de transferencia a través del cual la energía de RF se transfiere a medida que se dirige desde las transiciones de guíaondas coaxiales 28a, b a los artículos. El líquido que llena los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 se puede tratar previamente para minimizar su conductividad. Se prefiere que la conductividad del líquido (p. ej., agua) sea inferior a 100 mS/m, inferior a 50 mS/m,

inferior a 10 mS/m, inferior a 5 mS/m, o inferior a 0,5 mS/m. En ciertas realizaciones, se puede usar agua destilada o agua desionizada para llenar los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36.

[0017] Los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 pueden estar abiertos entre sí, permitiendo de este modo que el líquido contenido en los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 pueda ser compartido entre ellos. Sin embargo, los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF forman parte de un sistema estanco que no permite que el líquido salga de la zona de calentamiento de RF, aunque el sistema de calentamiento de RF puede incluir un sistema para recircular y/o reemplazar el líquido en la zona de calentamiento por RF.

[0018] Los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 pueden contener pequeñas cantidades de aire. Sin embargo, es preferible que prácticamente todo el volumen interior de los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento por RF 36 estén llenos de un líquido, como agua. Por lo tanto, al menos 75, 90, 95, 99, o 100 por ciento del volumen interior de los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 pueden estar llenos de un líquido.

[0019] Tener los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento de RF 36 llenos de un líquido, como agua, permite que las dimensiones de estos componentes sean mucho más pequeñas de lo que serían si los guíaondas 26, los lanzadores 34 y la cámara de calentamiento por RF 36 se llenaran de aire. Por ejemplo, los guíaondas que llevan la energía de RF pueden tener una sección transversal generalmente rectangular, con la dimensión de la pared más ancha del guíaondas en el intervalo de 5 a 40 pulgadas, de 10 a 30 pulgadas o de 12 a 20 pulgadas y la dimensión de la pared más estrecha del guíaondas estando en el rango de 2 a 20 pulgadas, de 4 a 12 pulgadas, o de 6 a 10 pulgadas.

[0020] El uso de energía de RF para calentar los artículos 38 puede proporcionar una penetración profunda de la energía en los artículos 38 que se procesan, puede minimizar el número de lanzadores requeridos 34, y puede proporcionar una alta uniformidad de campo para un calentamiento más uniforme.

[0021] La fig. 4 ilustra una zona 40 de calentamiento por RF alternativa que emplea un lanzador 42 en un solo lado. Fig. 5 ilustra una zona alternativa 50 de calentamiento por RF que emplea lanzadores adyacentes en un solo lado 50a, b, ambos en el mismo lado de la cámara. Fig. 6 ilustra una zona de calentamiento de RF alternativa 60 que tiene lanzadores separados en un lado y separados 62a, b, en lados opuestos de la cavidad.

[0022] Las figs. 7, 8 y 9 proporcionan vistas isométricas, laterales y extremas, respectivamente, de una zona de calentamiento de RF 70 donde la pared más ancha 72 del guíaondas de RF 74 y la pared más ancha 76 del lanzador de RF 78 son perpendiculares al eje de propagación de los artículos en el sistema de transporte. Se ha demostrado que esta orientación del guíaondas de RF y/o del lanzador de RF mejora la uniformidad del campo.

[0023] Las figs. 10 y 11 ilustran configuradores opcionales de campo dieléctrico 80a, b, c, d, e, f, g, h utilizados para mejorar la uniformidad del campo en la cámara de calentamiento de RF para evitar amplios gradientes de temperatura en los artículos calentados. Los configuradores de campo dieléctrico pueden estar formados por un material que absorbe poca energía de RF y tiene una constante dieléctrica diferente a la del agua que llena la cámara de calentamiento de RF. Por ejemplo, la constante dieléctrica de los configuradores de campo dieléctrico puede ser menor que 20, menor que 10, menor que 5 o menor que 2,5.

[0024] Las figs. 12 y 13 muestran un portador 90 que incluye un bastidor exterior 92, rejillas de retención superior e inferior 94a, b, y un nido dieléctrico 96. El nido dieléctrico 96 incluye una pluralidad de aberturas para recibir los artículos individuales 98 que se calientan. El nido dieléctrico 96 llena sustancialmente los vacíos entre los artículos individuales 94. Se prefiere que la constante dieléctrica del nido dieléctrico 96 sea sustancialmente similar a la constante dieléctrica de los artículos 98 que se calientan. Por ejemplo, la constante dieléctrica del nido dieléctrico 96 puede estar dentro del 50%, dentro del 25%, dentro del 10% o dentro del 5% de la constante dieléctrica de los artículos 98 que se calientan. En ciertas realizaciones, el nido dieléctrico 98 tiene una constante dieléctrica a 20°C de al menos 2, 10, 20, 40 o 60 y/o no más de 160, 120, 100 o 90.

[0025] Los sistemas de calentamiento por RF de la presente invención pueden ser sistemas de calentamiento a escala comercial capaces de procesar un gran volumen de artículos en un tiempo relativamente corto. Los sistemas de calentamiento por RF como aquí se describen pueden configurarse para lograr una tasa de producción global de al menos aproximadamente 2 paquetes por minuto por línea de transporte, al menos 15 paquetes por minuto por línea de transporte, al menos unos 20 paquetes por minuto por línea de transporte, al menos unos 75 paquetes por minuto por línea de transporte, o al menos unos 100 paquetes por minuto por línea de transporte.

[0026] Como se usa en el presente documento, el término "paquetes por minuto" se refiere al número total de paquetes de MRE (comidas listas para comer) de 8 onzas llenas de gel de suero de leche que pueden procesarse mediante un sistema de calentamiento por RF, de acuerdo con el siguiente procedimiento: un paquete MRE de 8 onzas lleno de pudín de gel de suero disponible comercialmente de Ameriquall Group LLC (Evansville, Indiana, EE. UU.) se conecta a una pluralidad de sondas de temperatura ubicadas en el pudín en cinco ubicaciones equidistantes separadas a lo largo de

5 cada uno de los ejes x-, y-, y z-, con origen en el centro geométrico del paquete. Luego, el paquete se coloca en un sistema de calentamiento por RF que se está evaluando y se calienta hasta que cada una de las sondas registra una temperatura por encima de una temperatura mínima especificada (por ejemplo, 120°C para sistemas de esterilización). El tiempo requerido para lograr dicho perfil de temperatura, así como la información física y dimensional sobre el sistema de calentamiento, puede utilizarse para calcular una tasa de producción general en paquetes por minuto.

10 **[0027]** Las formas preferidas de la invención descritas anteriormente se deben usar como ilustración solamente, y no deben usarse en un sentido limitativo para interpretar el alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica podrían realizar modificaciones obvias a la realización de ejemplo, expuesta anteriormente, sin apartarse de la presente invención.

15 **[0028]** Los inventores declaran por la presente su intención de confiar en la Doctrina de los Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente justo de la presente invención en lo que respecta a cualquier aparato que no se aparte materialmente pero esté fuera del alcance literal de la invención tal como se expone en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de calentamiento por radiofrecuencia (RF) para calentar una pluralidad de artículos, comprendiendo dicho sistema de calentamiento por RF:
 - un generador de RF (22) para generar energía de RF;
 - un guíaondas de RF (26) configurado para llenarse sustancialmente con un líquido y, cuando se llena con dicho líquido, capaz de transmitir la energía de RF producida por dicho generador de RF (22);
 - una cámara de calentamiento por RF (36) configurada para llenarse sustancialmente con dicho líquido y, cuando se llena con dicho líquido, capaz de recibir energía de RF transmitida a través de dicho guíaondas de RF (26); y
 - un sistema de transporte recibido en dicha cámara de calentamiento de RF (36) y configurado para transportar dichos artículos a través de dicha cámara de calentamiento por RF (36) mientras dichos artículos están siendo calentados por energía de RF.
2. El sistema de calentamiento por RF de la reivindicación 1, que comprende además al menos un conducto coaxial (24) para transmitir energía de RF generada por dicho generador de RF (22), que comprende además una transición coaxial al guíaondas (28) recibida en dicho guíaondas de RF (26) y acoplada a dicho conducto coaxial (24), en el que dicha transición coaxial al guíaondas (28) está configurada para recibir energía de RF desde dicho conducto coaxial (24) y transmitir energía de RF a dicho guíaondas (26).
3. El sistema de calentamiento por RF de la reivindicación 1 o 2, que comprende además un lanzador de RF (34) para recibir energía de RF desde dicho guíaondas de RF (26) y transmitir energía de RF a dicha cámara de calentamiento de RF (36), en donde la pared más ancha de dicho lanzador de RF (34) está orientada sustancialmente perpendicular a la dirección de propagación de dichos artículos a través de dicha cámara de calentamiento de RF (36).
4. El sistema de calentamiento por RF de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además uno o más conformadores de campo dieléctrico (80) recibidos en dicha cámara de calentamiento por RF (36), en donde la constante dieléctrica de dichos conformadores de campo dieléctrico (80) es menor que 20 .
5. El sistema de calentamiento por RF de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho sistema de transporte comprende un nido dieléctrico (96) para recibir dichos artículos, en el que dicho nido dieléctrico (96) tiene una constante dieléctrica dentro del 25% de la constante dieléctrica de dicho artículos.
6. El sistema de calentamiento por RF de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una zona de precalentamiento aguas arriba (10) de dicha cámara de calentamiento por RF (36).
7. El sistema de calentamiento por RF de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una zona de enfriamiento (16) aguas abajo de dicha cámara de calentamiento por RF (36).
8. El sistema de calentamiento por RF de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una zona de precalentamiento (10) aguas arriba de dicha cámara de calentamiento por RF (36), que comprende además una zona de enfriamiento (16) aguas abajo de dicha cámara de calentamiento por RF (36).), que comprende además una zona de mantenimiento en temperatura (14) situada entre dicha cámara de calentamiento por RF (36) y dicha zona de enfriamiento (16).
9. Un proceso para calentar una pluralidad de artículos usando energía de radiofrecuencia (RF), comprendiendo dicho proceso:
 - (a) pasar energía de RF a través de un guíaondas de RF (26) sustancialmente lleno con un líquido;
 - (b) introducir energía de RF en una cámara de calentamiento por RF (36) sustancialmente llena con dicho líquido;
 - y
 - (c) calentar artículos transportados a través de dicha cámara de calentamiento por RF (36) utilizando energía de RF.
10. El proceso de la reivindicación 9, en el que dicho líquido en dicho guíaondas (26) y dicha cámara de calentamiento por RF (36) es agua.
11. El proceso de la reivindicación 9 o 10, en el que dicho líquido en dicho guíaondas (26) y dicha cámara de calentamiento por RF (36) tiene una conductividad inferior a 50 mS/m.
12. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende además suministrar energía de RF a dicho guíaondas de RF (26) a través de un conductor coaxial (24), que comprende además transmitir energía de RF a dicho guíaondas de RF (26) utilizando una transición coaxial al guíaondas (28) recibida en dicho guíaondas de RF (26) y acoplada a dicho conductor coaxial (24).

13. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende además transmitir energía de RF desde dicho guíaondas de RF (26) a dicha cámara de calentamiento por RF (36) por un lanzador de RF (34) sustancialmente lleno con dicho líquido.

5 **14.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde la pared más ancha de dicho lanzador de RF (34) está orientada sustancialmente perpendicular a la dirección de propagación de dichos artículos a través de dicha cámara de calentamiento por RF (36).

10 **15.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que la energía de RF se suministra a dicha cámara de calentamiento por RF (36) mediante lanzadores de RF opuestos (34).

15

20

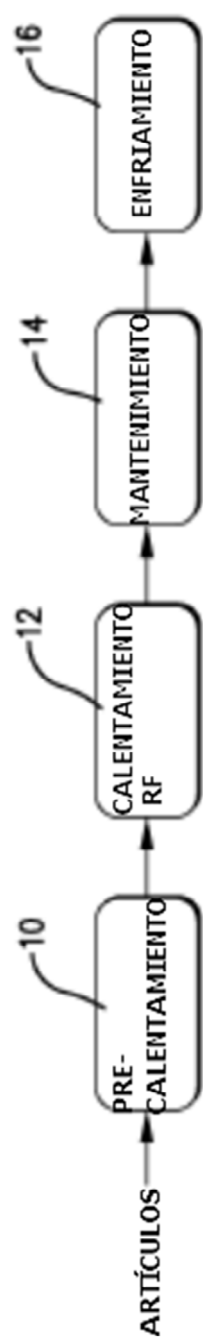


Fig. 1.

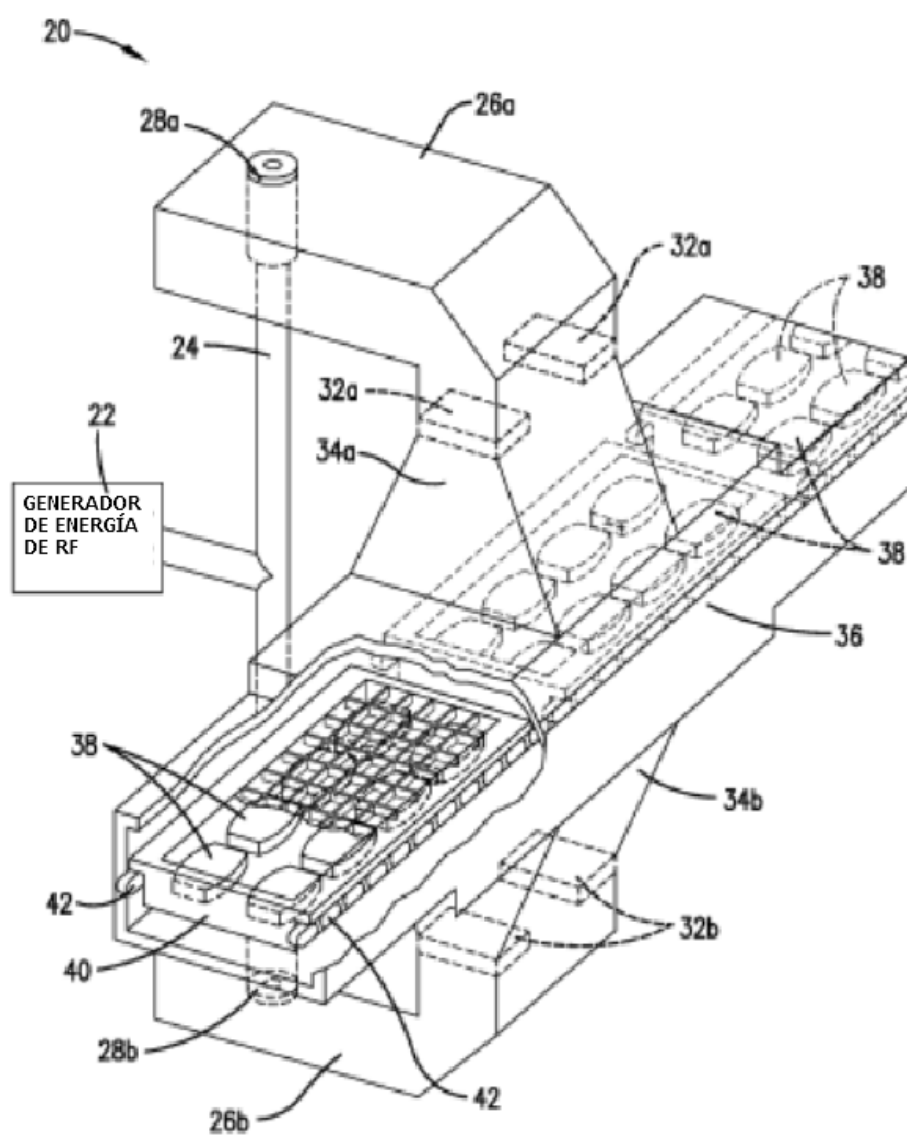


Fig. 2.

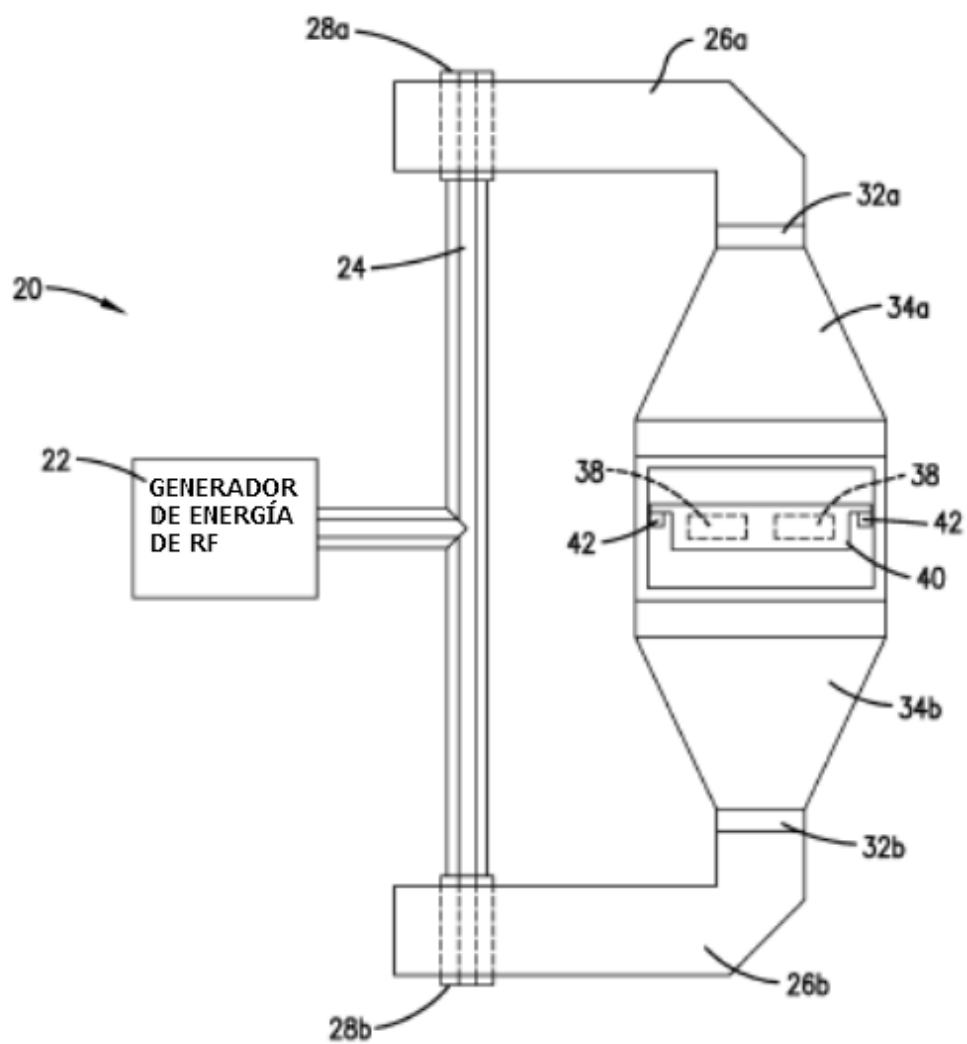


Fig. 3.

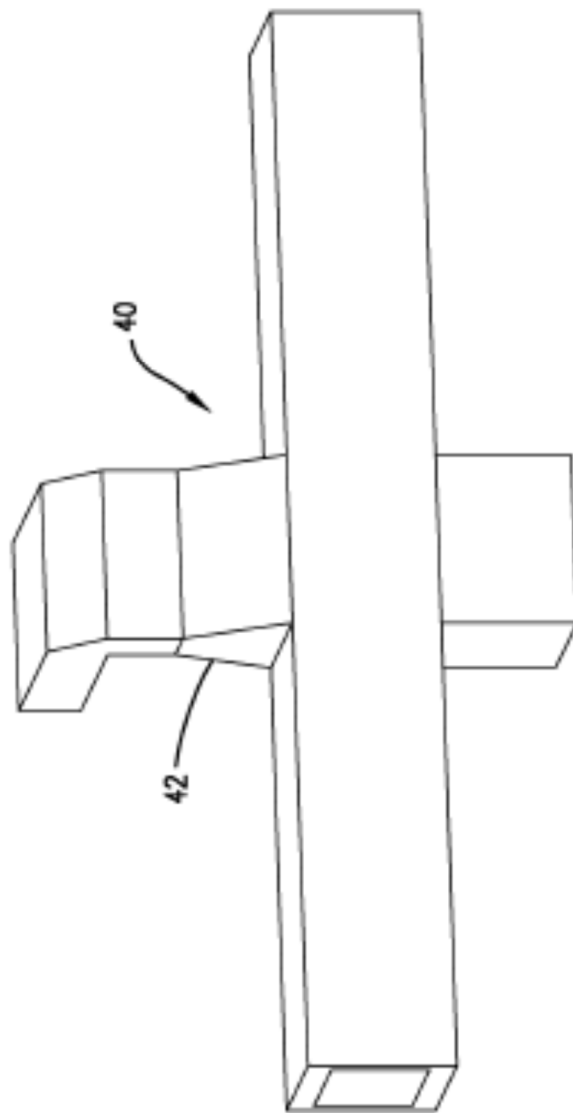
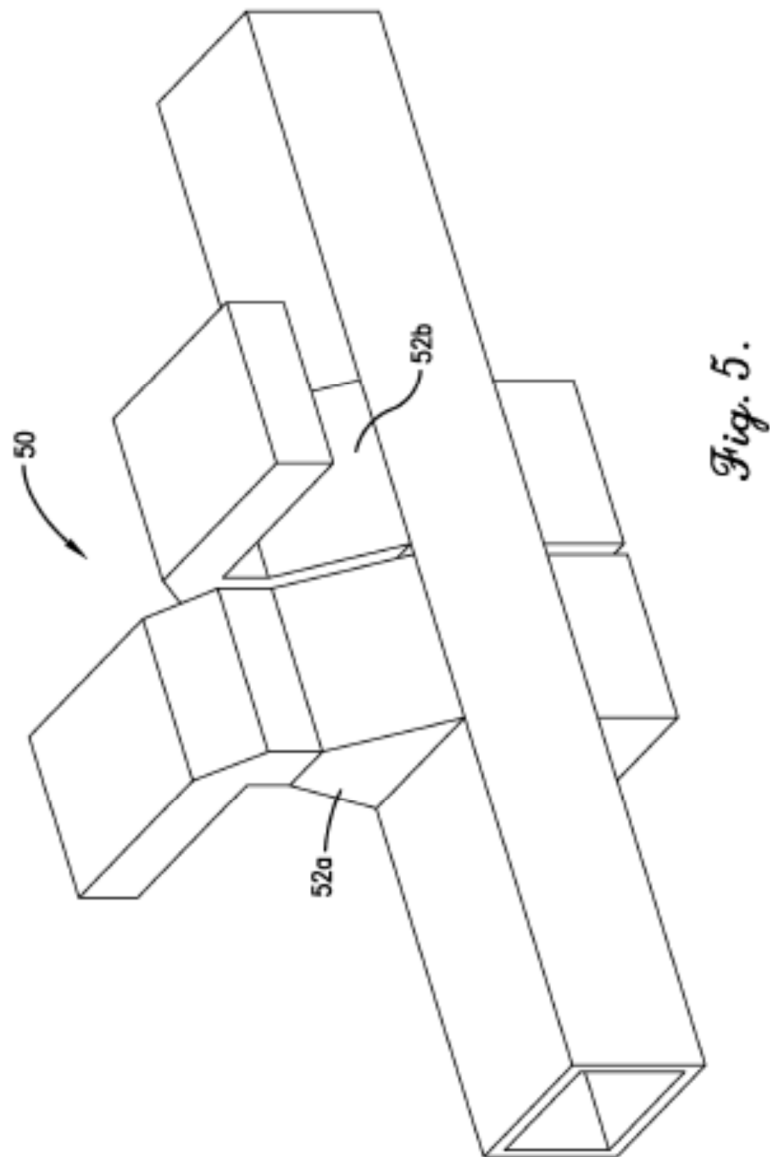


Fig. 4.



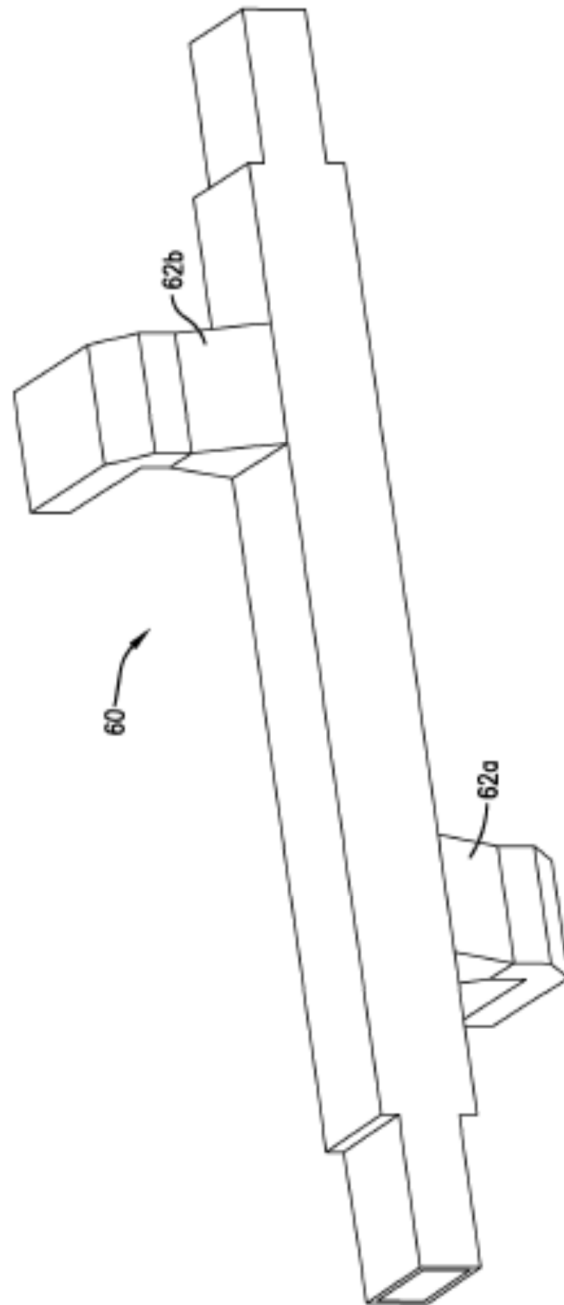


Fig. 6.

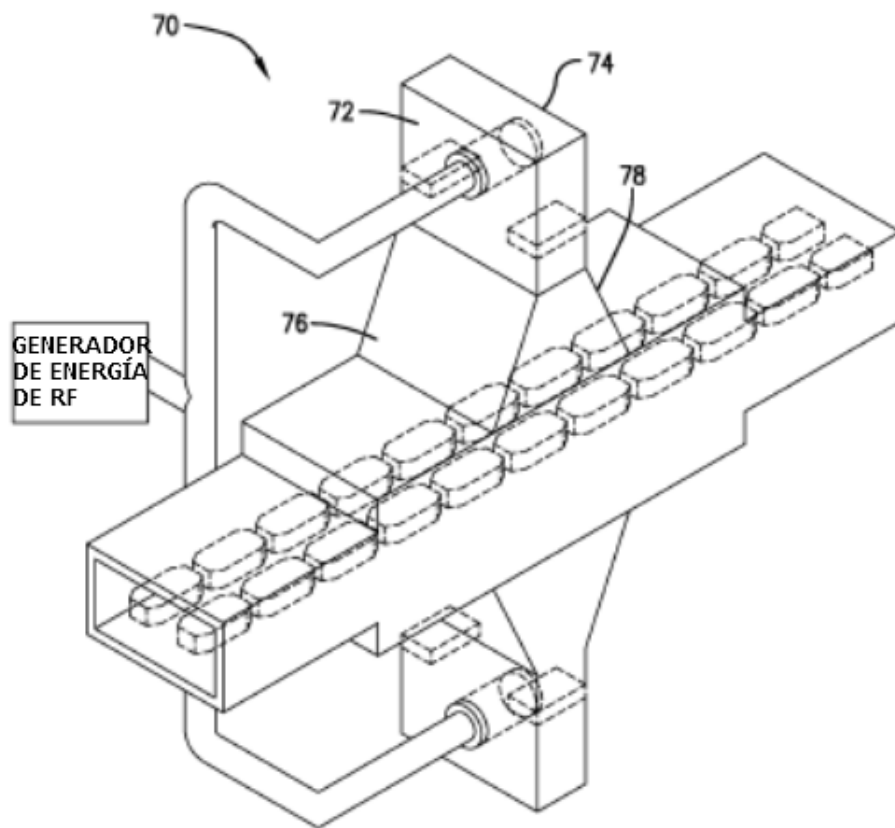


Fig. 7.

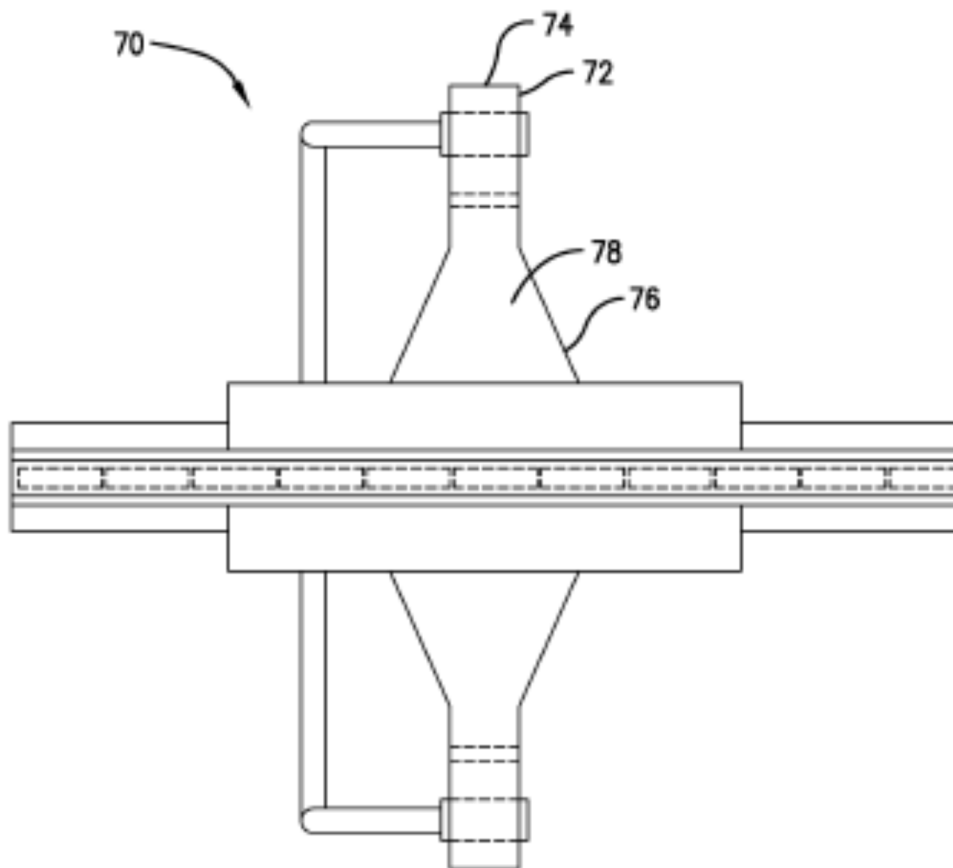


Fig. 8.

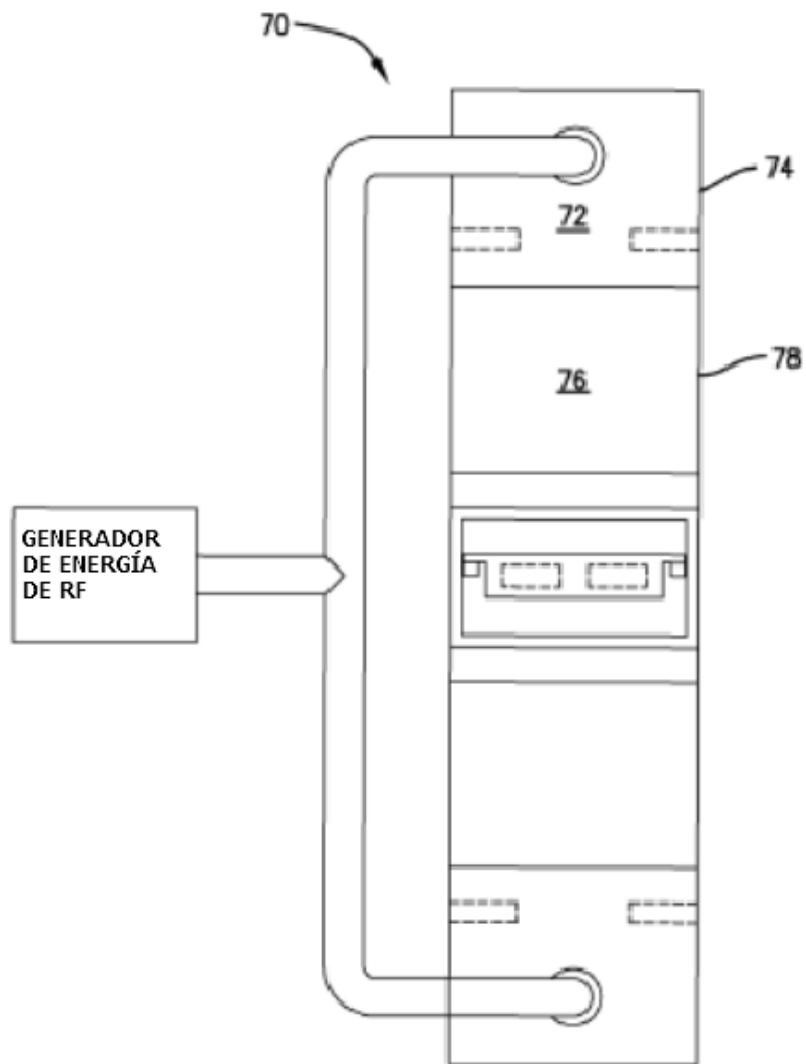


Fig. 9.

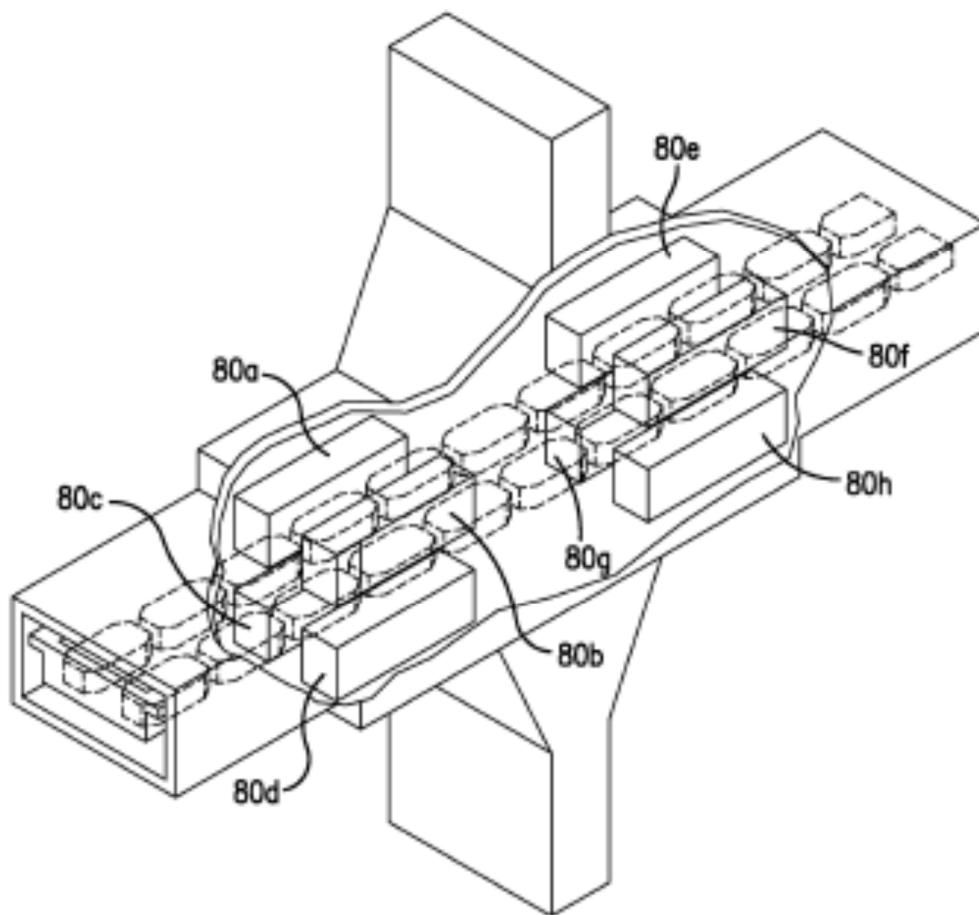


Fig. 10.

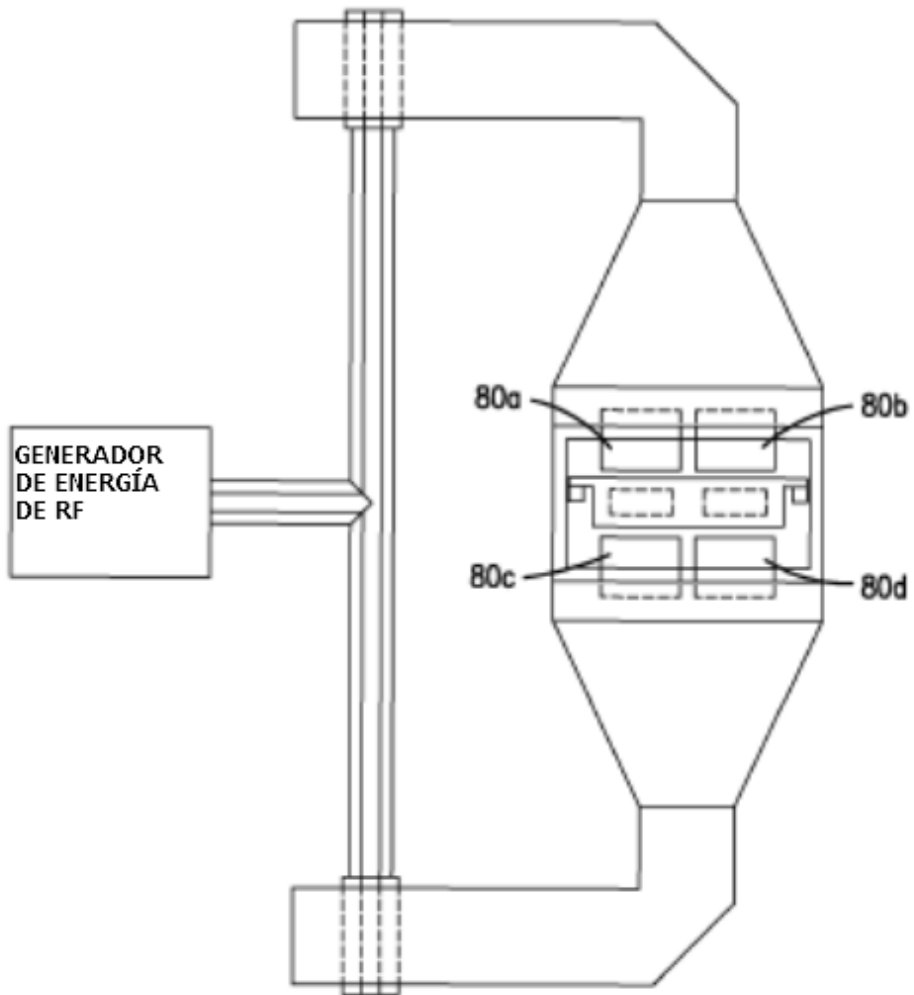


Fig. 11.

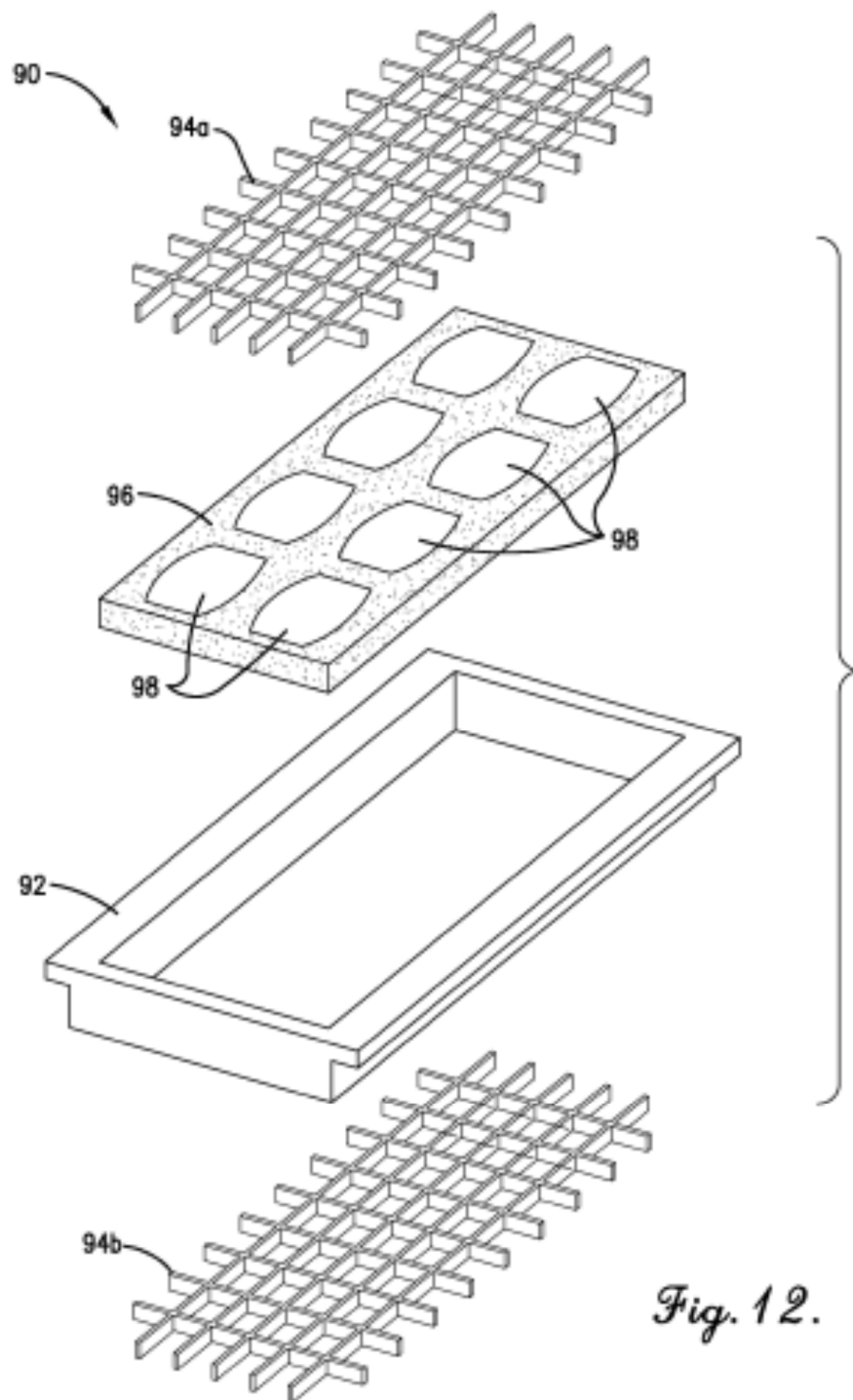


Fig. 12.

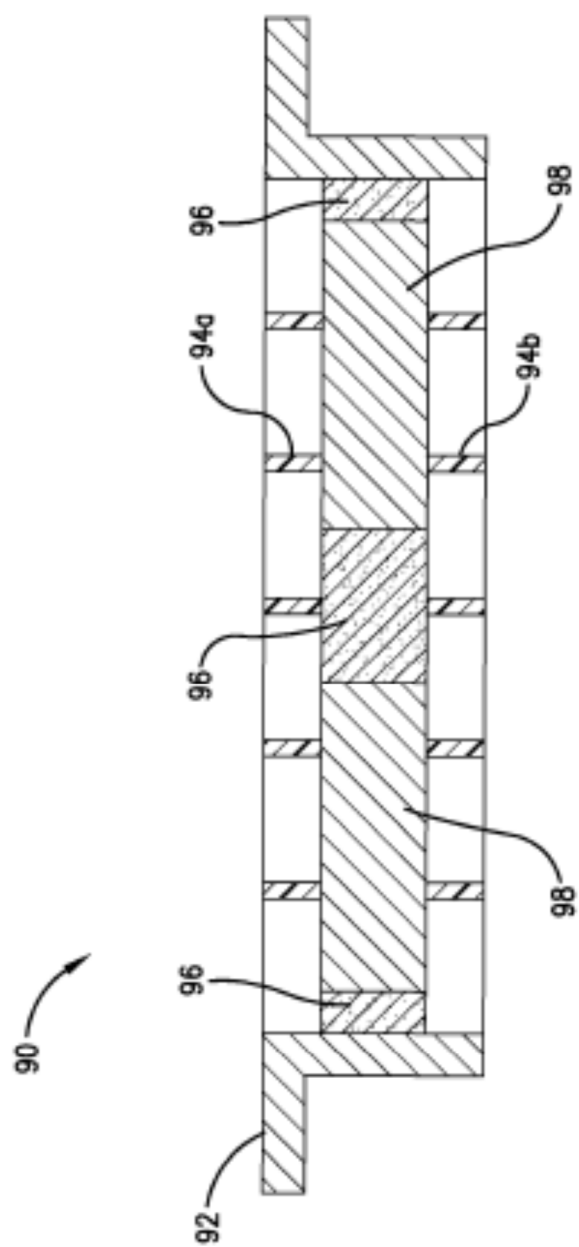


Fig. 13.