

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 852**

51 Int. Cl.:

**H05B 6/70** (2006.01)

**H05B 6/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/US2013/030844**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13138455**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13760361 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2826337**

54 Título: **Sistemas mejorados de calentamiento por microondas**

30 Prioridad:

**14.03.2012 US 201261610708 P**  
**14.03.2012 US 201261610729 P**  
**14.03.2012 US 201261610739 P**  
**14.03.2012 US 201261610745 P**  
**14.03.2012 US 201261610756 P**  
**14.03.2012 US 201261610767 P**  
**14.03.2012 US 201261610776 P**  
**14.03.2012 US 201261610787 P**  
**14.03.2012 US 201261610794 P**  
**14.03.2012 US 201261610821 P**  
**14.03.2012 US 201261610830 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.07.2017**

73 Titular/es:

**MICROWAVE MATERIALS TECHNOLOGIES, INC.**  
**(100.0%)**  
**2800 Overlook Parkway, NE**  
**Atlanta, GA 30339, US**

72 Inventor/es:

**KIMREY, HAROLD DAIL JR. y**  
**CUNNINGHAM, GREGORY EUGENE**

74 Agente/Representante:

**CAMACHO PINA, Piedad**

**ES 2 623 852 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**

Sistemas mejorados de calentamiento por microondas y métodos de uso de los mismos

**Campo de la Invención**

5 [0001] La invención se refiere a sistemas de microondas para calentar uno o más objetos, artículos y/o cargas

**Antecedentes**

10 [0002] La radiación electromagnética, como la radiación por microondas, es un mecanismo conocido para suministrar energía a un objeto. La capacidad de la radiación electromagnética para penetrar y calentar un objeto de una manera rápida y eficaz se ha demostrado ventajosa en muchos procesos químicos e industriales. Debido a su capacidad de calentar rápida y completamente un artículo, la energía de microondas ha sido utilizada en procesos de calentamiento en los que se desea alcanzar rápidamente una temperatura mínima prescrita, como, por ejemplo, procesos de pasteurización y/o esterilización. Además, debido a que la energía de microondas es generalmente no-invasiva, el calentamiento por microondas puede resultar particularmente útil para calentar materiales dieléctricos "sensibles", como alimentos y productos farmacéuticos. Sin embargo, hasta la fecha, las complejidades y matices de aplicar de manera segura y eficaz la energía de microondas, especialmente a una escala comercial, han limitado de forma importante su aplicación en varios tipos de procesos industriales. Un ejemplo de un sistema de microondas se desvela en FR2645391.

15 [0003] Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de calentamiento por microondas a escala industrial eficaz, constante y rentable adecuado para uso en una gran variedad de procesos y aplicaciones.

20

**Resumen**

[0004] Una realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende una cámara de microondas configurada para recibir los artículos y un sistema transportador para transportar los artículos a través de la cámara de microondas a lo largo de un eje de transporte. El sistema también comprende un primer lanzador de microondas configurado para propagar energía de microondas hacia dentro de una cámara de microondas a lo largo de un primer eje central de lanzamiento, en donde se define un primer ángulo de inclinación de lanzamiento de al menos  $2^\circ$  y menor de  $15^\circ$  entre el primer eje central de lanzamiento y un plano normal al eje de transporte.

30 [0005] Otra realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende una cámara de microondas configurada para recibir los artículos y un sistema transportador para transportar los artículos a través de la cámara de microondas a lo largo de un eje de transporte. El sistema también comprende un primer lanzador de microondas que define al menos una abertura de lanzamiento para descargar energía de microondas hacia dentro de la cámara de microondas; y una ventana esencialmente transparente a microondas dispuesta entre la cámara de microondas y la abertura de lanzamiento. La ventana presenta una superficie del lado de la cámara que define una porción de la cámara de microondas y al menos 50 por ciento del área total superficial de la superficie del lado de la cámara está orientado en un ángulo de al menos  $2^\circ$  respecto de la horizontal.

40 [0006] Otra realización más de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas, comprendiendo el proceso las etapas: (a) pasar múltiples artículos a través de una cámara de calentamiento por microondas mediante un sistema transportador, en donde la cámara de calentamiento por microondas está al menos parcialmente llena con un medio líquido; (b) generar energía de microondas usando uno o más generadores de microondas; (c) introducir al menos una parte de la energía de microondas en la cámara de microondas mediante al menos un lanzador de microondas, en donde al menos una parte de la energía de microondas introducida en la cámara de microondas se descarga según un ángulo de inclinación de lanzamiento de al menos  $2^\circ$ ; y (d) calentar los artículos en la cámara de calentamiento por microondas utilizando al menos una parte de la energía de microondas descargada en ella.

50 [0007] Una realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende un generador de microondas para generar energía de microondas que tiene una longitud de onda ( $\lambda$ ) predominante, un sistema transportador para transportar los artículos a lo largo de un eje de transporte, y un primer lanzador de microondas para lanzar al menos una parte de la energía de microondas hacia los artículos transportados por el sistema transportador. El primer lanzador de microondas define al menos una abertura de lanzamiento con una anchura ( $W_1$ ) y una profundidad ( $D_1$ ), en donde  $W_1$  es mayor que  $D_1$ , y está caracterizado porque  $D_1$  no es mayor que

0,625  $\lambda$ .

5 [0008] Otra realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende un generador de microondas para generar energía de microondas con una longitud de onda ( $\lambda$ ) predominante, una cámara de microondas configurada para recibir los artículos, y un sistema de distribución de microondas para dirigir al menos una parte de la energía de microondas desde el generador de microondas a la cámara de microondas. El sistema de distribución de microondas comprende un primer lanzador de microondas. El primer lanzador de microondas define una entrada de microondas para recibir al menos una parte de la energía de microondas y al menos una abertura de lanzamiento para descargar la energía de microondas en la cámara de microondas. La entrada de microondas tiene una profundidad ( $d_0$ ) y la abertura de lanzamiento tiene una profundidad ( $d_1$ ). La  $d_0$  es mayor que  $d_1$ .

15 [0009] Otra realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende una cámara de microondas configurada para recibir los artículos, un sistema transportador para transportar los artículos a través de la cámara de microondas a lo largo de un eje de transporte, y un primer lanzador de microondas que define una entrada de microondas y dos o más aberturas de lanzamiento configuradas para descargar energía de microondas en la cámara de microondas. Los puntos centrales de las aberturas de lanzamiento adyacentes están espaciados lateralmente entre sí respecto del eje de transporte.

20 [0010] Una realización de la presente invención se refiere a un lanzador de microondas que comprende una entrada de microondas para recibir energía de microondas con una longitud de onda ( $\lambda$ ), al menos una abertura de lanzamiento para descargar al menos una parte de la energía de microondas, y un par de paredes opuestas extremas de lanzador y un par de paredes opuestas laterales de lanzador que definen una vía de microondas entre ellas. La vía de microondas está configurada para permitir el paso de energía de microondas desde la entrada de microondas a la abertura de lanzamiento. El lanzador también incluye un par de paneles de iris inductivo respectivamente acoplados a y extendiéndose hacia adentro desde el par de paredes extremas. Cada uno de los paneles de iris inductivo se extiende parcialmente dentro de la vía de microondas para definir entre ellos un iris inductivo a través del cual puede pasar al menos una parte de la energía de microondas enviada desde la entrada de microondas a la abertura de lanzamiento.

30 [0011] Otra realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende un generador de microondas para generar energía de microondas con una longitud de onda ( $\lambda$ ), una cámara de microondas configurada para recibir los artículos, un sistema transportador para transportar los artículos a través de la cámara de microondas a lo largo de un eje de transporte, y un sistema de distribución de microondas para dirigir al menos una parte de la energía de microondas desde el generador de microondas a la cámara de microondas. El sistema de distribución de microondas comprende un primer divisor de microondas para dividir al menos una parte de la energía de microondas en dos o más porciones separadas y al menos un par de lanzadores de microondas, definiendo cada uno una entrada de microondas y al menos una abertura de lanzamiento para descargar energía de microondas en la cámara de microondas. El sistema de distribución de microondas comprende además un primer iris inductivo dispuesto entre el primer divisor de microondas y la abertura de lanzamiento de uno de los lanzadores de microondas.

45 [0012] Otra realización más de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas, comprendiendo el proceso las etapas: (a) pasar múltiples artículos a través de una cámara de calentamiento por microondas a lo largo de una o más líneas transportadoras de un sistema transportador; (b) generar energía de microondas utilizando uno o más generadores de microondas; (c) dividir al menos una parte de la energía de microondas en dos o más porciones separadas; (d) descargar las porciones de energía de microondas en la cámara de calentamiento por microondas mediante dos o más lanzadores de microondas; (e) después de la división de la etapa (c) y antes de la descarga de la etapa (d), pasar al menos una de las porciones de energía de microondas a través de un primer iris inductivo; y (f) calentar los artículos en la cámara de calentamiento por microondas usando al menos una porción de la energía de microondas descargada en ella.

55 [0013] Una realización de la presente invención se refiere a un método para controlar un sistema de calentamiento por microondas que comprende las etapas de (a) generar energía de microondas usando uno o más generadores de microondas; (b) pasar múltiples artículos a través de una cámara de microondas llena de agua mediante un sistema transportador; (c) dirigir al menos una parte de la energía de microondas hacia dentro de la cámara de microondas mediante uno o más lanzadores de microondas para calentar por ello al menos una parte de los artículos; (d) durante al menos una parte de las etapas (a) a (c), determinar un valor para uno o más parámetros del sistema de microondas para así proporcionar al menos un valor de parámetro determinado; (e) comparar el valor de parámetro determinado con un valor de parámetro objetivo correspondiente para determinar una diferencia; y (f), dependiendo de la diferencia,

realizar una acción con respecto al sistema de calentamiento por microondas. El uno o más parámetros del sistema de microondas se seleccionan del grupo que consta de potencia neta de microondas, temperatura del agua en la cámara de microondas, caudal del agua a través de la cámara de microondas, y velocidad del sistema transportador.

5 [0014] Otra realización de la presente invención se refiere a un método que controla un sistema de calentamiento por microondas que comprende las etapas de (a) generar energía de microondas con al menos un generador de microondas; (b) pasar al menos una parte de la energía de microondas a través de un primer segmento de guíaondas; (c) descargar al menos una parte de la energía de microondas desde el primer segmento de guíaondas hacia dentro de la cámara de microondas mediante al menos un lanzador de microondas para así calentar múltiples artículos; (d) 10 determinar un primer valor de potencia neta descargada desde el lanzador de microondas utilizando un primer par de acopladores direccionales; (e) determinar un segundo valor de potencia neta descargada desde el lanzador de microondas utilizando un segundo par de acopladores direccionales, en donde los pares de acopladores direccionales primero y segundo son independientes entre sí; (f) comparar el primer valor y el segundo valor para determinar una primera diferencia; y (g) realizar una acción con respecto al sistema de calentamiento por microondas cuando la 15 diferencia es mayor que una cantidad predeterminada.

[0015] Una realización de la presente invención se refiere a un dispositivo de cortocircuito de fase variable para utilizar en un sistema de calentamiento por microondas. El dispositivo comprende una sección fija que define una abertura esencialmente rectangular y una sección rotativa que comprende un alojamiento y una pluralidad de placas separadas, esencialmente paralelas, recibidas en el alojamiento. El alojamiento comprende primer y segundo extremo opuestos y el primer extremo define una segunda abertura adyacente a la primera abertura de la sección fija. Cada una de las placas se acopla al segundo extremo del alojamiento y se extiende generalmente hacia la primera y segunda aberturas. La sección rotativa está configurada para girar respecto a la sección fija sobre un eje de giro que se extiende a través de la primera y segunda aberturas. 20

[0016] Otra realización de la presente invención se refiere a un método para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas que comprende las etapas de (a) pasar los artículos a través de una zona de calentamiento de una cámara de microondas mediante un sistema transportador, en donde cada uno de los artículos se mantiene dentro de la zona de calentamiento durante un tiempo de permanencia de artículo ( $\tau$ ); (b) generar energía de microondas con uno o más generadores de microondas; (c) pasar al menos una parte de la energía de microondas a través de un dispositivo de cambio de fase configurado para cambiar cíclicamente la fase de la energía de microondas a una tasa de cambio de fase ( $t$ ); (d) descargar al menos una parte de la energía de microondas que sale del dispositivo de cambio de fase hacia dentro de la zona de calentamiento mediante al menos un lanzador de microondas; y (e) 30 calentar los artículos en la zona de calentamiento con al menos una parte de la energía de microondas descargada en la misma, en donde la relación del tiempo de permanencia de artículo y la tasa de cambio de fase ( $\tau:t$ ) es de al menos 4:1. 35

[0017] Una realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende al menos un generador de microondas para generar energía de microondas, una cámara de microondas, un sistema transportador para transportar los artículos a través de la cámara de microondas, y un sistema de distribución de microondas para dirigir al menos una parte de la energía de microondas desde el generador de microondas a la cámara de microondas. El sistema de distribución de microondas comprende al menos tres dispositivos de asignación de microondas para dividir la energía de microondas en al menos tres porciones separadas. El sistema de distribución de microondas comprende además al menos tres lanzadores de microondas para descargar las porciones separadas de energía de microondas en la cámara de microondas. Cada uno de los dispositivos de asignación de microondas está configurado para dividir la energía de microondas de acuerdo a una relación de potencia predeterminada, en donde la relación de potencia predeterminada para al menos uno de los dispositivos de asignación de microondas no es 1:1. 40 45

[0018] Otra realización de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos utilizando energía de microondas que comprende las etapas de: (a) introducir la cantidad inicial de potencia de microondas en un dispositivo de distribución de microondas; (b) utilizar el dispositivo de distribución de microondas para dividir la cantidad inicial de potencia de microondas en una primera fracción de microondas de lanzamiento y una primera fracción de microondas de distribución, en donde la relación de potencia de la primera fracción de microondas de lanzamiento y la primera fracción de microondas de distribución no es 1:1; (c) utilizar el dispositivo de distribución de microondas para dividir la primera fracción de microondas de distribución en una segunda fracción de microondas de lanzamiento y una segunda fracción de microondas de distribución; (d) introducir la primera fracción de microondas de lanzamiento en una cámara de calentamiento por microondas mediante un primer lanzador de microondas; y (e) introducir la segunda fracción de microondas de lanzamiento en la cámara de calentamiento por microondas mediante un segundo lanzador 50 55

de microondas.

5 [0019] Una realización de la presente invención se refiere a un proceso continuo para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas que comprende los pasos de (a) termalizar los artículos en una zona de termalización para así proveer múltiples artículos termalizados con una temperatura esencialmente uniforme; (b) calentar los artículos termalizados en una zona de calentamiento por microondas para así aumentar la temperatura media de cada artículo en al menos 50°C, en donde al menos una porción del calentamiento se lleva a cabo a una velocidad de calentamiento de al menos 25°C por minuto; y (c) enfriar los artículos calentados en una zona de enfriamiento. Los artículos pasan a través de cada una de la zona de termalización, la zona de calentamiento por microondas y la zona de enfriamiento mediante uno o más sistemas transportadores, en donde el sistema de calentamiento tiene una tasa de producción total de al menos 20 envases por minuto por línea de transporte.

10 [0020] Otra realización de la presente invención se refiere a un sistema de microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende una cámara de termalización para termalizar los artículos a una temperatura esencialmente uniforme, una cámara de calentamiento por microondas dispuesta aguas abajo de la cámara de termalización para calentar los artículos termalizados, y una cámara de enfriamiento dispuesta aguas abajo de la cámara de calentamiento por microondas para enfriar los artículos calentados a una temperatura inferior. La cámara de calentamiento por microondas está configurada para aumentar la temperatura media de los artículos en al menos 50°C a una velocidad de calentamiento de al menos 25°C por minuto. El sistema comprende al menos un sistema de transporte configurado para transportar los artículos a través de la cámara de termalización, la cámara de calentamiento por microondas, y la cámara de enfriamiento. El sistema de microondas está configurado para lograr una velocidad de producción total de al menos 20 envases por minuto por línea de transporte.

15 [0021] Una realización de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas que comprende las etapas de (a) pasar los artículos a través de una cámara presurizada de microondas mediante un sistema transportador, en donde la cámara de microondas está al menos parcialmente llena con un medio líquido; (b) generar energía de microondas mediante uno o más generadores de microondas; (c) introducir al menos una porción de energía de microondas en la cámara de microondas por medio de uno o más lanzadores de microondas; (d) calentar los artículos en la cámara de microondas usando al menos una porción de la energía de microondas introducida en ella; y (e) durante al menos una parte de la etapa de calentamiento (d), agitar al menos una parte del medio líquido dentro de la cámara de microondas, en donde dicha agitación incluye descargar múltiples chorros de fluido hacia los artículos en múltiples posiciones dentro de la cámara de microondas.

20 [0022] Otra realización de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas que comprende las etapas de (a) termalizar los artículos en una cámara de termalización llena al menos parcialmente con un medio líquido para producir por ello artículos termalizados con una temperatura sustancialmente uniforme; y (b) calentar los artículos termalizados en una cámara de microondas. La termalización de la etapa (a) incluye descargar múltiples chorros del medio líquido hacia los artículos en múltiples posiciones dentro de la cámara de termalización.

25 [0023] Una realización de la presente invención se refiere a un dispositivo de compuerta de cierre que comprende un par de elementos fijos espaciados que presentan unas superficies de sellado opuestas y que definen un espacio receptor de compuerta entre las superficies de sellado, en donde cada uno de los elementos fijos define una abertura de paso de flujo limitada por una de las superficies de sellado, en donde las aberturas de paso de flujo están sustancialmente alineadas entre sí; y un conjunto de compuerta desplazable dentro del espacio receptor de compuerta entre una posición cerrada donde el conjunto de compuerta bloquea sustancialmente las aberturas de paso de flujo y una posición abierta donde el conjunto de compuerta no bloquea sustancialmente las aberturas de paso de flujo. El conjunto de compuerta comprende un par de placas de sellado separadas entre sí y un elemento de accionamiento dispuesto entre las placas de sellado, en donde cuando el conjunto de compuerta está en la posición cerrada el elemento de accionamiento es desplazable respecto de las placas de sellado entre una posición retraída y una posición extendida. El conjunto de compuerta comprende además al menos un par de cojinetes dispuestos entre las placas de sellado, en donde el desplazamiento del elemento de accionamiento desde la posición retraída a la posición extendida hace que los cojinetes fuercen a las placas de sellado a separarse entre sí y hacia una posición sellada, donde las placas de sellado acoplan las superficies de sellado opuestas, en donde el desplazamiento del elemento de accionamiento desde la posición extendida a la posición retraída permite que las placas de sellado se retraigan entre sí y hacia una posición no sellada donde las placas de sellado están desacopladas de las superficies de sellado opuestas.

30 [0024] Otra realización de la presente invención se refiere a un método para mover uno o más artículos dentro de un sistema presurizado que comprende las etapas de (a) pasar uno o más artículos desde una primera zona presurizada

de proceso a una segunda zona presurizada de proceso a través de una abertura de paso de flujo; (b) desplazar un par de placas movibles hacia dentro de la abertura; (c) separar las placas entre sí para así sellar las placas contra un par de superficies de sellado opuestas que definen la abertura al menos parcialmente, en donde el par de placas selladas aíslan sustancialmente la primera y segunda zona de proceso una de la otra; (d) crear una presión diferencial de al menos 15 psig sobre el par de placas selladas; (e) despresurizar al menos una de la primera y segunda zonas de proceso para igualar la presión sobre el par de placas selladas; (f) mover las placas una hacia la otra para así despegar las placas de las superficies de sellado; (g) desplazar el par de placas fuera de la abertura; y (h) retirar los artículos de la segunda zona de proceso y llevarlos de nuevo hacia la primera zona de proceso a través de la abertura de paso de flujo y/o insertar un nuevo artículo en la segunda zona de proceso a través de la abertura de paso de flujo.

[0025] Una realización de la presente invención se refiere a un sistema de calentamiento por microondas para calentar múltiples artículos. El sistema comprende una cámara de termalización llena de líquido, una cámara de microondas llena de líquido configurada para funcionar a una presión mayor que la de la cámara de termalización, y un sistema de bloqueo de presión dispuesto entre la cámara de termalización y la cámara de microondas. El sistema de bloqueo de presión comprende una cámara de ajuste de presión, una primera válvula de compuerta de cierre, y una segunda válvula de compuerta de cierre, en donde la primera válvula de compuerta de cierre está acoplada entre la cámara de termalización y la cámara de ajuste de presión, en donde la segunda válvula de compuerta de cierre está acoplada entre la cámara de ajuste de presión y la cámara de microondas.

[0026] Otra realización de la presente invención se refiere a un proceso para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas que comprende (a) pasar una pluralidad de artículos a través de una zona de termalización llena de líquido para proveer así múltiples artículos termalizados; (b) introducir al menos una parte de los artículos termalizados en una zona de ajuste de presión, en donde la zona de ajuste de presión está definida al menos parcialmente entre una primera y una segunda válvulas de compuerta de cierre, en la que la primera válvula de compuerta de cierre está en una primera posición abierta al menos durante una parte de la etapa de introducción; (c) después de que los artículos termalizados han sido introducidos en la zona de ajuste de presión, desplazar la primera válvula de compuerta de cierre desde la primera posición abierta a la primera posición cerrada para así aislar sustancialmente la zona de ajuste de presión de la zona de termalización; (d) desplazar la segunda válvula de compuerta de cierre desde una segunda posición cerrada a una segunda posición abierta para permitir que los artículos se transfieran desde la zona de ajuste de presión a una zona de calentamiento por microondas llena de líquido; y (e) después de que los artículos se han retirado de la zona de ajuste de presión, desplazar la segunda válvula de compuerta de cierre desde la segunda posición abierta de nuevo a la segunda posición cerrada para así volver a aislar la zona de ajuste de presión de la zona de calentamiento por microondas.

[0027] Una realización de la presente invención se refiere a un método para calentar múltiples artículos que comprende las etapas de (a) calentar un primer artículo de ensayo en un modelo a pequeña escala de un sistema de calentamiento por microondas mientras se transporta el primer artículo de ensayo a través de una cámara de microondas a pequeña escala llena de agua que tiene un volumen interno total de menos de 50 pies cúbicos, en donde al menos una parte de la etapa de calentamiento (a) se realiza usando energía de microondas; (b) determinar un primer perfil de calentamiento prescrito en base al calentamiento de la etapa (a), en donde el perfil de calentamiento prescrito comprende al menos un valor para uno o más parámetros del sistema de microondas seleccionados del grupo que consta de potencia neta descargada en la cámara, distribución secuencial de potencia de microondas, temperatura media del agua en la cámara de microondas, caudal del agua en la cámara de microondas, y tiempo de permanencia del artículo en la cámara de microondas; y (c) calentar una pluralidad de primeros artículos comerciales en un sistema de calentamiento por microondas a gran escala mientras se transportan los primeros artículos comerciales a través de una cámara de microondas a gran escala llena de agua que tiene un volumen interno total de al menos 250 pies cúbicos. Al menos una porción del calentamiento de la etapa (c) se realiza utilizando energía de microondas y en donde cada uno de los primeros artículos comerciales es sustancialmente similar en tamaño y composición al primer artículo de ensayo, en donde el calentamiento de la etapa (c) se controla con el primer perfil de calentamiento prescrito en la etapa (b).

## 50 Breve Descripción de los Dibujos

[0028]

La Fig. 1a es un diagrama de flujo de proceso que describe una realización de un sistema de calentamiento por microondas para calentar uno o más artículos, que ilustra particularmente un sistema que comprende una zona de termalización, una zona de calentamiento por microondas, una zona opcional de permanencia, una zona de enfriamiento, y un par de zonas de ajuste de presión;

la Fig. 1b es un diagrama esquemático de un sistema de calentamiento por microondas 10 configurado según una realización de la presente invención, en particular cada una de las zonas del sistema 10 de calentamiento

por microondas indicadas en el diagrama provisto en la Fig. 1a;

la Fig. 2a es una vista de extremo esquemática transversal de un recipiente de proceso configurado según una realización de la presente invención, que ilustra en particular un sistema transportador que incluye un par de líneas de transporte dispuestas en una configuración paralela;

5 la Fig. 2b es una vista esquemática superior en corte del recipiente de proceso mostrado en la Fig. 2b que ilustra en particular la disposición de las líneas de transporte espaciadas lateralmente respecto del eje de transporte que se extiende a través del recipiente;

la Fig. 2c es una vista de extremo esquemática transversal de otro recipiente de proceso configurado según otra realización de la presente invención, que ilustra particularmente un sistema transportador que incluye un par de líneas de transporte dispuestas en una configuración apilada;

10 la Fig. 2d es una vista esquemática lateral en corte del recipiente de proceso mostrado en la Fig. 2c, que ilustra, en particular, la disposición de las líneas de transporte espaciadas verticalmente respecto del eje de transporte que se extiende a través del recipiente;

la Fig. 3 es una vista en perspectiva de un portador según una realización de la presente invención configurada para asegurar y transportar los artículos que se están calentando a través de un recipiente de proceso lleno de líquido;

15 la Fig. 4a es una vista parcial lateral en corte de una realización de un sistema de calentamiento por microondas que incluye una zona de ajuste de presión configurada para transportar uno o más artículos desde la zona de termalización a la zona de calentamiento por microondas del sistema de calentamiento usando un sistema de transferencia por portador;

20 la Fig. 4b es una vista parcial lateral en corte de otra realización de un sistema de calentamiento por microondas que incluye una zona de ajuste de presión similar a la representada en la Fig. 4a, pero que ilustra particularmente un sistema de transferencia por portador dispuesto casi completamente dentro de la zona de ajuste de presión;

25 la Fig. 4c es una vista esquemática parcial de la zona de ajuste de presión similar a las representadas en las Figs. 4a y 4b, pero ilustrando otra realización del sistema de transferencia por portador para mover los artículos desde la zona de termalización a la zona de calentamiento por microondas;

la Fig. 4d es una vista esquemática parcial de la zona de ajuste de presión similar a las representadas en las Figs. 4a y 4b, pero ilustrando otra realización más del sistema de transferencia por portador para mover los artículos desde la zona de termalización a la zona de calentamiento por microondas;

30 la Fig. 5a es una vista parcial lateral en corte de un dispositivo de compuerta de cierre configurado según una realización de la presente invención, que ilustra particularmente el conjunto de compuerta en una posición abierta;

la Fig. 5b es una vista parcial lateral en corte del dispositivo de compuerta de cierre representado en la Fig. 5a, que ilustra en particular el conjunto de compuerta en una posición cerrada con las placas de sellado en una posición retraída;

35 la Fig. 5c es una vista parcial lateral en corte del dispositivo de compuerta de cierre descrito en las Figs. 5a y 5b, que ilustra particularmente el conjunto de compuerta en una posición cerrada con las placas de sellado en una posición extendida;

40 la Fig. 5d es una vista parcial ampliada del conjunto de compuerta descrito en las Figs. 5a-c, que ilustra en particular una realización de un cojinete utilizado para mover las placas de sellado del conjunto de compuerta;

la Fig. 6a es una vista esquemática parcial lateral en corte de una zona de calentamiento por microondas configurada según una realización de la presente invención, que ilustra en particular el recipiente de calentamiento y el sistema de distribución de microondas;

45 la Fig. 6b es una vista esquemática superior de una zona de calentamiento por microondas configurada según una realización de la presente invención que ilustra en particular una configuración de lanzadores de microondas en un sistema de calentamiento que utiliza un sistema de transporte multi-línea;

la Fig. 6c es una vista esquemática lateral de la zona de calentamiento por microondas ilustrada en la Fig. 6b, que ilustra en particular un grupo de lanzadores de microondas configurados para calentar artículos que pasan a lo largo de una línea de transporte;

50 la Fig. 7a es una vista parcial lateral en corte de una zona de calentamiento por microondas configurada según una realización de la presente invención, que ilustra en particular un lanzador de microondas inclinado y en donde se muestra el significado del término "ángulo de inclinación de lanzamiento" ( $\beta$ );

la Fig. 7b es una vista parcial lateral en corte de otra realización de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, particularmente, un sistema de distribución de microondas que comprende una pluralidad de lanzadores inclinados;

55 la Fig. 8a es una vista parcial lateral ampliada en corte de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra particularmente una realización de una ventana de microondas situada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;

la Fig. 8b es una vista parcial lateral ampliada en corte de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra particularmente otra realización de una ventana de microondas situada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;

5 la Fig. 8c es una vista parcial lateral ampliada en corte de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra particularmente otra realización más de una ventana de microondas situada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;

la Fig. 9a es una vista isométrica de un lanzador de microondas configurado según una realización de la presente invención;

10 la Fig. 9b es una vista lateral longitudinal del lanzador de microondas representado en la Fig. 9a;

la Fig. 9c es una vista extrema del lanzador de microondas representado en las Figuras 9a y 9b, que ilustra particularmente un lanzador con una salida acampanada;

la Fig. 9d es una vista extrema de otra realización del lanzador de microondas representado de forma general en las Figuras 9a y 9b, que ilustra particularmente un lanzador con una entrada y una salida de aproximadamente el mismo tamaño;

15 la Fig. 9e es una vista lateral longitudinal de otra realización más del lanzador de microondas representado de forma general en las Figuras 9a y 9b, que ilustra particularmente un lanzador que presenta una salida cónica;

la Fig. 10a es una vista isométrica de otro lanzador de microondas configurado según una realización de la presente invención, que ilustra particularmente un lanzador que comprende una única entrada de microondas y múltiples salidas de microondas;

20 la Fig. 10b es una vista vertical transversal del lanzador de microondas ilustrado en la Fig. 10a, que ilustra particularmente las múltiples salidas de microondas;

la Fig. 10c es una vista vertical en sección transversal del lanzador de microondas representado en las Figuras 10a y 10b, que muestra particularmente el par de tabiques divisores utilizados para crear caminos individuales de microondas entre la entrada y las múltiples salidas del lanzador de microondas;

25 la Fig. 11a es una vista isométrica de un lanzador de microondas configurado según otra realización más de la presente invención, que muestra particularmente un iris inductivo integrado dispuesto entre la entrada y la salida del lanzador;

la Fig. 11b es una vista horizontal en sección transversal del lanzador de microondas ilustrado en la Fig. 11a;

30 la Fig. 11c es una vista horizontal en sección transversal de otro lanzador de microondas similar al lanzador representado en la Fig. 11a, pero que incluye un par de tabiques divisores en adición a un iris inductivo dispuesto entre la entrada y la salida del lanzador;

la Fig. 12a es una vista lateral en corte de un dispositivo de cambio de fases configurado según una realización de la presente invención, que ilustra particularmente un dispositivo de sintonización tipo pistón que incluye un único pistón;

35 la Fig. 12b es una vista esquemática lateral en corte de un dispositivo de cambio de fases configurado según otra realización de la presente invención, que ilustra particularmente un dispositivo de sintonización tipo pistón que incluye múltiples pistones accionados mediante un eje rotativo común;

la Fig. 13a es una vista lateral en perspectiva de un dispositivo de cambio de fases configurado según otra realización más de la presente invención, que ilustra particularmente un dispositivo giratorio de cambio de fases;

40 la Fig. 13b es una vista longitudinal en sección transversal del dispositivo giratorio de cambio de fases representado en la Fig. 13a;

la Fig. 13c es una vista lateral en sección transversal de la sección giratoria del dispositivo giratorio de cambio de fases representado en las Figs. 13a y 13b, que muestra particularmente la anchura y el espaciamiento de las placas dispuestas dentro del alojamiento;

45 la Fig. 13d es una vista lateral en sección transversal de la sección fija del dispositivo giratorio de cambio de fases representado en las Figs. 13a y 13b, que ilustra particularmente las dimensiones de la sección fija;

la Fig. 13e es una vista lateral en corte de un dispositivo giratorio de cambio de fase configurado según otra realización de la presente invención, que ilustra particularmente un sistema de accionamiento que incluye un elemento de manivela giratorio;

50 la Fig. 13f es una vista lateral en corte de un dispositivo giratorio de cambio de fases configurado según otra realización más de la presente invención, que ilustra particularmente un sistema de accionamiento que incluye un grupo de resortes de compresión;

La Fig. 14a es una vista esquemática parcial lateral y en corte de un sistema de distribución de microondas que utiliza dos dispositivos de cambio de fases para cambio de fases y/o sintonización de impedancia;

55 la Fig. 14b es una vista esquemática parcial lateral en corte de un recipiente de calentamiento por microondas configurado según una realización de la presente invención, que ilustra particularmente un dispositivo de cambio de fases acoplado al recipiente para uso como un sintonizador de frecuencia; la Fig. 15a es una vista esquemática parcial lateral en corte de una porción de un sistema de calentamiento por microondas, que ilustra

particularmente una zona de termalización que incluye múltiples agitadores de chorro de fluido;  
 la Fig. 15b es una vista extrema de una zona de termalización similar a la representada en la Fig. 15a, que  
 ilustra particularmente una realización en la que el agitador de chorro de fluido está posicionado  
 5 circunferencialmente dentro de la zona de termalización;  
 la Fig. 16 es un diagrama de flujo que representa las etapas principales de un método para controlar un  
 sistema de microondas según una realización de la presente invención;  
 la Fig. 17 es un diagrama de flujo que representa las etapas principales de un método para determinar la  
 potencia neta descargada desde al menos un lanzador de microondas que utiliza dos o más pares de  
 10 acopladores direccionales; y  
 la Fig. 18 es una representación isométrica de la ubicación de los termopares insertados en un envase de  
 ensayo para determinar la temperatura mínima del envase para la determinación del perfil de calentamiento  
 para un artículo según una realización de la presente invención.

**Descripción Detallada**

15 [0029] A continuación se describen los procesos y sistema de microondas para calentar múltiples artículos según  
 diversas realizaciones de la presente invención. Ejemplos de artículos adecuados para calentarse en sistemas y  
 procesos de la presente invención pueden incluir, pero no se limitan a, alimentos, fluidos médicos e instrumentos  
 20 médicos. En una realización, los sistemas de microondas descritos aquí se pueden utilizar para pasteurizar y/o  
 esterilizar los artículos que se calientan. En general, la pasteurización implica calentamiento rápido de un artículo o  
 artículos a una temperatura mínima de entre 80°C y 100°C, mientras la esterilización implica calentamiento de uno o  
 más artículos a una temperatura mínima de entre 100°C y 140°C. Sin embargo, en una realización, pasteurización y  
 esterilización pueden llevarse a cabo simultáneamente o casi simultáneamente y es posible configurar muchos procesos  
 25 y sistemas tanto para pasteurizar como para esterilizar uno o más artículos. A continuación se describirán en detalle y  
 con referencia a las Figuras varias realizaciones de sistemas y procesos de microondas configurados para calentar uno  
 o más tipos de artículos.

30 [0030] En referencia ahora a las Figuras 1a y 1b, en la Figura 1a se describe una representación esquemática de las  
 etapas principales en un proceso de calentamiento por microondas según una realización de la presente invención,  
 mientras que la Figura 1b representa una realización de un sistema de microondas 10 operable para calentar múltiples  
 artículos según el proceso descrito en la Figura 1a. Como se muestra en las Figuras 1a y 1b, se pueden introducir  
 inicialmente uno o más artículos en una zona de termalización 12, en donde los artículos se pueden termalizar a una  
 35 temperatura sustancialmente uniforme. Una vez termalizados, los artículos pueden entonces pasarse opcionalmente a  
 través de una zona de ajuste de presión 14a antes de ser introducidos en una zona de calentamiento por microondas  
 16. En la zona de calentamiento por microondas 16, los artículos se pueden calentar rápidamente utilizando energía de  
 microondas descargada en al menos una parte de la zona de calentamiento por uno o más lanzadores de microondas,  
 generalmente ilustrados como lanzadores 18 en la Figura 1b. Los artículos calentados pueden entonces pasarse  
 40 opcionalmente a través de una zona de permanencia 20, donde los artículos se pueden mantener a una temperatura  
 constante durante una determinada cantidad de tiempo. A continuación, los artículos entonces pueden pasarse a una  
 zona de enfriamiento 22, donde la temperatura de los artículos puede reducirse rápidamente a una temperatura de  
 manipulación adecuada. Después de ello, los artículos enfriados pueden pasarse opcionalmente a través de una  
 45 segunda zona de ajuste de presión 14b antes de ser retirados del sistema 10 y usarse posteriormente.

50 [0031] El sistema de microondas 10 se puede configurar para calentar muchos tipos diferentes de artículos. En una  
 realización, los artículos calentados en el sistema de microondas 10 pueden comprender alimentos, como, por ejemplo,  
 frutas, vegetales, carnes, pastas, comidas preparadas, e incluso bebidas. En otras realizaciones, los artículos  
 calentados en un sistema de microondas 10 pueden comprender fluidos médicos envasados o instrumental médico y/o  
 dental. Los artículos procesados dentro del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden tener cualquier tamaño  
 55 o forma adecuada. 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 unas 12  
 pulgadas, o no más de unas 10 pulgadas; una anchura (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  
 60 pulgadas, no más de unas 4 pulgadas. Los artículos pueden comprender ítems o envases individuales que tienen una  
 forma generalmente rectangular o de tipo prisma o pueden comprender una banda continua de artículos o envases  
 conectados que pasan a través del sistema de microondas 10. Los artículos o envases pueden estar contruidos de  
 cualquier material, incluyendo plásticos, celulosas, y otros materiales transparentes a las microondas, y se pueden  
 pasar a través de un sistema de microondas 10 mediante uno o más sistemas transportadores, cuyas realizaciones se

describirán en detalle a continuación.

5 [0032] Según una realización de la presente invención, cada una de las zonas descritas de termalización, calentamiento por microondas, permanencia y/o enfriamiento 12, 16, 20, y 22 se puede definir dentro de un único recipiente, como se representa de forma general en la Figura 1b, mientras, en otra realización, al menos una de las etapas descritas anteriormente se puede definir dentro de uno o más recipientes separados. Según una realización, al menos una de las etapas antes descritas se puede llevar a cabo en un recipiente que está lleno al menos parcialmente con un medio fluido en el que los artículos que se están procesando puedan 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 están procesando. El agua (o medio líquido que comprenda agua) puede ser particularmente adecuada para sistemas utilizados para calentar artículos comestibles y/o dispositivos y artículos médicos. En una realización, aditivos como, por ejemplo, aceites, alcoholes, glicoles y sales pueden añadirse opcionalmente al medio líquido para alterar o mejorar sus propiedades físicas (por ejemplo, punto de ebullición) durante el procesamiento, si fuese necesario.

20 [0033] El sistema de microondas 10 puede incluir al menos un sistema transportador (no mostrado en las Figuras 1a y 1b) para transportar los artículos a través de una o más de las zonas de procesamiento descritas anteriormente. Ejemplos de sistemas transportadores adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, cintas transportadoras de plástico o goma, transportadores de cadena, transportadores de rodillos, transportadores flexibles o multiflexión, transportadores de malla de alambre, transportadores de cangilones, transportadores neumáticos, transportadores de tornillo, transportadores de canal o vibrantes, y combinaciones de los mismos. El sistema transportador puede incluir cualquier cantidad de líneas de transporte individuales y puede disponerse de cualquier manera adecuada dentro de los recipientes de proceso. El sistema transportador utilizado por el sistema de microondas 10 puede estar configurado en una posición generalmente fija dentro del recipiente o al menos una porción del sistema puede ajustarse en dirección lateral o vertical.

30 [0034] Volviendo ahora a las Figuras 2a-2d, se proveen realizaciones de un recipiente de proceso 120 que incluye un sistema transportador 110 dispuesto en el mismo. En una realización generalmente representada en las Figuras 2a y 2b, el sistema transportador 110 incluye un par de líneas de transporte esencialmente paralelas espaciadas lateralmente 112, 114 posicionadas en una configuración generalmente yuxtapuesta dentro del recipiente 120. Como se muestra en la vista superior en corte del recipiente 120 en la Figura 2b, las líneas de transporte 112 y 114 pueden estar espaciadas lateralmente entre sí y pueden estar posicionadas a ambos lados de un eje de transporte 122, que se extiende a lo largo de la longitud del recipiente 120 en la dirección de transporte de los artículos que pasan por el mismo. A pesar de que en la Figura 2a se muestra como si estuviesen en general a la misma elevación vertical dentro del recipiente 120, debe entenderse que, en una realización, las líneas de transporte 112, 114 también pueden colocarse a diferentes elevaciones verticales. Además, el sistema transportador 110 representado en las Figuras 2a y 2b puede también incluir múltiples pares de líneas de transporte separadas lateralmente (realización no mostrada), de modo que los pares de líneas de transporte separadas lateralmente estén separados verticalmente entre sí a lo largo de la dimensión vertical del recipiente 120.

45 [0035] Otra realización de un sistema transportador 110 que incluye un par de líneas de transporte 116, 118 espaciadas verticalmente, sustancialmente paralelas y colocadas en una disposición apilada dentro del interior del recipiente 120, se muestra en las Figuras 2c y 2d. Las líneas de transporte 116 y 118 pueden estar configuradas encima o debajo del eje de transporte 122, las cuales pueden generalmente extenderse a lo largo de la longitud del recipiente 120, como se muestra en la vista lateral en corte del recipiente 120 provista en la Figura 2d. Además, de una manera similar a la antes descrita, el recipiente 120 mostrado en las Figuras 2c y 2d también puede incluir múltiples pares de líneas de transporte, espaciados lateralmente entre sí dentro del recipiente. Además, cada línea de transporte del par puede o no estar desplazada respecto de la otra en una dirección lateral. En una realización adicional (no mostrada), el recipiente 120 puede incluir una única línea de transporte, posicionada en el tercio medio del volumen interno del recipiente 120, o colocada en o cerca de la línea central del recipiente. Detalles adicionales de sistemas transportadores según varias realizaciones de la presente invención se describirán en detalle a continuación.

55 [0036] Cuando un sistema transportador se utiliza para transportar artículos a través de un recipiente de proceso lleno de líquido, se pueden utilizar uno o más portadores u otros mecanismos de sujeción para controlar la posición de los artículos durante el paso a través del medio líquido. Una realización de un portador 210 adecuado se ilustra en la Figura 3. Como se muestra en la Figura 3, el portador 210 comprende una superficie de sujeción inferior 212a y una superficie de sujeción superior 212b configuradas para sujetar cualquier cantidad adecuada de artículos 216 entre ellas. En una realización, las superficies superior y/o inferior 212b,a pueden tener una estructura de malla, de rejilla o de parrilla,

como se representa generalmente en la Figura 3, mientras que, en otra realización, una o ambas superficies 212a,b pueden tener una superficie sustancialmente continua. El portador 210 puede estar construido de plástico, fibra de vidrio, o cualquier otro material dieléctrico y, en una realización, puede estar hecho de uno o más materiales compatibles con microondas y/o transparentes a microondas. En algunas realizaciones, el material puede ser un material disipativo. En algunas realizaciones, el portador 210 puede no comprender prácticamente ningún metal.

[0037] Las superficies de fijación superior e inferior 212a, 212b pueden estar unidas entre sí mediante un dispositivo de fijación, que se muestra como un medio de unión 219 en la Figura 3, y, una vez montado, el portador 210 puede unirse o fijarse al sistema transportador (no mostrado en la Figura 3) según cualquier mecanismo de unión adecuado. En una realización, al menos un lado (o borde) del portador 210 puede incluir uno o más mecanismos de unión como, por ejemplo, ganchos superiores e inferiores 218a, 218b mostrados en la Figura 3, para fijar el portador 210 a una parte (por ejemplo, una barra, un carril, una cinta, o una cadena) del sistema transportador (no mostrado). Dependiendo del espesor y/o peso de los artículos 216, el portador 210 puede incluir sólo uno de ganchos 218a, 218b para sujetar el portador 210 sobre el sistema transportador. El sistema transportador utilizado para transportar artículos 216 puede configurarse para transportar múltiples portadores a lo largo de una o más líneas de transporte y los portadores pueden disponerse en una configuración yuxtapuesta y separados lateralmente y/o una configuración apilada y separada verticalmente como se describe anteriormente. Cuando el sistema de transporte incluye múltiples líneas de transporte, cada línea de transporte puede incluir un único portador para mantener múltiples artículos 216, o cada línea de transporte puede mantener múltiples portadores apilados o separados lateralmente entre sí.

[0038] En referencia de nuevo a las Figuras 1a y 1b, los artículos incluidos en el sistema de microondas 10 se introducen inicialmente en una zona de termalización 12, en donde los artículos se termalizan para alcanzar una temperatura sustancialmente uniforme. En una realización, al menos aproximadamente 85 por ciento, al menos un 90 por ciento, al menos un 95 por ciento, al menos un 97 por ciento, o al menos un 99 por ciento de todos los artículos retirados de la zona de termalización 12 tienen una temperatura de unos 5°C, 2°C, o 1°C entre sí. Como se utiliza en la presente memoria, los términos "termalizar" y "termalización" se refieren generalmente a una etapa de equilibrado o igualación de temperatura. Dependiendo de la temperatura inicial y deseada de los artículos que se están termalizando, el sistema de control de temperatura de la zona de termalización 12, ilustrado en la Figura 1a como intercambiador de calor 13, puede ser un sistema de calentamiento y/o refrigeración. En una realización, la etapa de termalización se puede llevar a cabo a temperatura y/o presión ambiente, mientras que, en otra realización, la termalización se puede llevar a cabo en un recipiente de termalización presurizado y/o lleno de líquido a una presión de no más de unos 10 psig, de no más de unos 5 psig o de no más de unos 2 psig. Los artículos que se someten a termalización pueden tener un tiempo medio de permanencia en una zona de termalización 12 de al menos unos 30 segundos, de al menos aproximadamente 1 minuto, de al menos unos 2 minutos, de al menos unos 4 minutos y/o de no más de unos 20 minutos, de no más de unos 15 minutos, o de no más de unos 10 minutos. En una realización, los artículos retirados de la zona de termalización 12 pueden tener una temperatura de al menos unos 20°C, de al menos unos 25°C, de al menos unos 30°C, de al menos unos 35°C y/o de no más de unos 70°C, de no más de unos 65°C, de no más de unos 60°C, o de no más de unos 55°C.

[0039] En una realización en la que la zona de termalización 12 y la zona de calentamiento por microondas 16 se operan a presiones sustancialmente diferentes, los artículos retirados de la zona de termalización 12 pueden primero pasarse a través de una zona de ajuste de presión 14a antes de entrar a la zona de calentamiento por microondas 16, como se representa en general en las Figuras 1a y 1b. La zona de ajuste de presión 14a puede ser cualquier zona o sistema configurado para transición de los artículos que se están calentando entre un área de presión menor y un área de presión mayor. En una realización, la zona de ajuste de presión 14a se puede configurar para la transición de los artículos entre dos zonas que tienen una diferencia de presión de al menos aproximadamente 1 psi, de al menos unos 5 psi, de al menos unos 10 psi y/o de no más de unos 50 psi, de no más de unos 45 psi, de no más de unos 40 psi, o de no más de unos 35 psi. En una realización, el sistema de microondas 10 puede incluir al menos dos zonas de ajuste de presión 14a,b como zonas de transición para los artículos desde una zona de termalización a presión atmosférica a una zona de calentamiento que funciona a una presión elevada antes de hacer que los artículos vuelvan a la presión atmosférica, como se describe en detalle a continuación.

[0040] ¡Una realización de una zona de ajuste de presión 314a dispuesta entre una zona de termalización 312 y una zona de calentamiento por microondas 316 de un sistema de calentamiento por microondas 310 se ilustra en la Figura 4a. La zona de ajuste de presión 314a está configurada para transición de múltiples artículos 350, que pueden estar fijados dentro de al menos un portador, desde una zona de termalización de presión inferior 312 y una zona de calentamiento por microondas de presión mayor 316. A pesar de que en la Figura 4a se lo muestra como un único portador 352a, se ha de comprender que la zona de ajuste de presión 314a puede estar configurada para recibir más de un portador. En una realización, los portadores se pueden recibir simultáneamente, de manera que la zona de ajuste de

presión 314a contenga múltiples portadores a la vez. En otra realización, múltiples portadores pueden estar alineados y listos, por ejemplo, dentro de la zona de termalización 312, para ser trasladados a través de la zona de ajuste de presión 314a, cuyos detalles se describirán a continuación.

5 [0041] En operación, uno o más portadores 352a pueden ser trasladados desde la zona de termalización 312 a la zona de calentamiento por microondas 316, primeramente, abriendo una válvula de equilibrado 330 y permitiendo que la presión entre la zona de termalización 312 y la zona de ajuste de presión 314a se iguale. A continuación, se puede abrir un dispositivo de compuerta 332 para permitir que el portador 352a se mueva desde una línea de transporte 340a  
10 dispuesta dentro de la zona de termalización 312 a una plataforma 334 dentro de la zona de ajuste de presión 314a, como se muestra en la Figura 4a de forma general por el portador 352b en línea de puntos.

[0042] Después de eso, el dispositivo de compuerta 332 y la válvula de equilibrado 330 se pueden cerrar en secuencia, volviendo a aislar la zona de ajuste de presión 314a de la zona de termalización 312. A continuación, puede abrirse otra  
15 válvula de equilibrado 336 para permitir que se iguale la presión entre la zona de ajuste de presión 314a y la zona de calentamiento por microondas 316. Una vez logrado el equilibrio, se puede abrir otro dispositivo de compuerta 338 para permitir que el portador 352b se mueva hacia otro sistema transportador 340b dispuesto dentro de la zona de calentamiento por microondas 316, como se muestra de forma general en el portador de línea de puntos 352c en la Figura 4a. A continuación, el dispositivo de compuerta 338 y la válvula de equilibrado 336 se pueden cerrar en  
20 secuencia, volviendo a aislar la zona de calentamiento por microondas 316 de la zona de ajuste de presión 314a. El proceso se puede repetir entonces para transportar portadores adicionales desde la zona de termalización 312 a la zona de calentamiento por microondas 316 según sea necesario.

[0043] Según una realización, cada una de las zonas de calentamiento por microondas 316 y de termalización 312 se  
25 puede llenar con un fluido o líquido no compresible como, por ejemplo, agua o soluciones que incluyen agua. Como se utiliza en la presente memoria, el término "lleno" implica una configuración en la que al menos el 50 por ciento del volumen especificado está relleno con el medio de llenado. El "medio de llenado" puede ser un líquido, típicamente un líquido no compresible y puede ser o incluir, por ejemplo, agua. En algunas realizaciones, los volúmenes "llenados" pueden ser de al menos un 75 por ciento, de al menos un 90 por ciento, de al menos un 95 por ciento, o 100 por ciento  
30 leno del medio de llenado. Cuando la zona de termalización 312 y/o la zona de calentamiento por microondas 316 están rellenas con un fluido no compresible, los dispositivos 332, 338 y/o zona de ajuste de presión 314a también puede incluir dos o más aletas o válvulas unidireccional, que se muestran como válvulas o aletas 342, 344 en la Figura 4a, para evitar fugas sustanciales de fluido entre la zona de termalización 312 y la zona de calentamiento por microondas 316 cuando los dispositivos de compuerta 332 y 338 están abiertos y el portador 352 pasa entre ellos.

[0044] El transporte del portador 352 desde la zona de termalización 312 a través de la zona de ajuste de presión 314a  
35 y hacia la zona de calentamiento por microondas 316 se puede realizar mediante uno o más sistemas automáticos de transferencia de artículos, algunas de cuyas distintas realizaciones se ilustran en las Figuras 4b-4d. En algunas realizaciones, el sistema automático de transferencia 380 puede incluir uno o más dispositivos de transferencia, dispuestos dentro de la zona de termalización 312, la zona de ajuste de presión 314a, y/o la zona de calentamiento por  
40 microondas 316 para mover el portador 352 hacia dentro y/o fuera de la zona de ajuste de presión 314a. En una realización mostrada en la Figura 4b, el sistema de transferencia 380 incluye dos dispositivos de transferencia de engranajes 381, 382 configurados para acoplar dientes 353 dispuestos a lo largo del borde inferior del portador 352 y girar, como indican las flechas 392a,b para tirar del portador 352 fuera de la zona de termalización 312 y/o empujar el  
45 portador 352 hacia la zona de calentamiento por microondas 316. Como se muestra en la Figura 4b, el primer y segundo dispositivo de transferencia de engranajes 381, 382 se mantienen sustancialmente fijos (en cuanto a movimiento lateral) durante el transporte del portador 352 y están casi en su totalidad, o en su totalidad, dispuestos dentro de la zona de ajuste de presión 314a.

[0045] Por el contrario, algunas realizaciones del sistema de transferencia automática 380 pueden incluir uno o más  
50 dispositivos de transferencia que se pueden desplazar lateralmente (es decir, pueden moverse en la dirección de transporte) durante el transporte del portador 352 hacia dentro y/o fuera de la zona de ajuste de presión 314a. Como se representa en una realización mostrada en la Figura 4c, una porción del sistema de transferencia automática 380 puede disponerse en la zona de termalización 312 y/o la zona de calentamiento por microondas 316 y se puede configurar para extenderse hacia o retraerse desde la zona de ajuste de presión 314a. En el sistema 380 que se muestra en la  
55 Figura 4c, los dispositivos de transferencia incluyen un brazo empujador 381 configurado para empujar el portador 352 hacia la zona de ajuste de presión 314a y un brazo tirador 382 para tirar del portador 352 hacia la zona de calentamiento por microondas 316. Ni el brazo empujador 381 ni el brazo tirador 382 están dispuestos dentro de la zona de ajuste de presión 314a; por el contrario, cada uno está configurado para extenderse hacia y retraerse desde la zona de ajuste de presión 314a, como se muestra de forma general con las flechas 394a,b en la Figura 4c.

[0046] Según otra realización representada en la Figura 4d, el sistema de transporte automático 380 incluye una plataforma 334 que tiene una parte que puede moverse 384, que está configurada para extenderse hacia y retraerse desde la zona de termalización 312 y/o de calentamiento por microondas 316 para así transportar el portador 352 hacia dentro y fuera de las zonas de termalización y de calentamiento por microondas 312, 316, como muestran de forma general las flechas 396a y 396b. A diferencia de la realización ilustrada en la Figura 4c, el sistema de transferencia automática 380 representado en la Figura 4d está principalmente dispuesto dentro de la zona de ajuste de presión 314a y está configurado para extenderse fuera de y retraerse de nuevo a la zona de ajuste de presión 314a.

[0047] Independientemente de la configuración específica de los dispositivos de transferencia utilizados por el sistema automático de transferencia de artículos 380, el sistema de transferencia puede ser automatizado, o controlado, mediante un sistema de control automático 390, como se ilustra en las Figuras 4a y 4b. A pesar de que no se representa específicamente en las realizaciones ilustradas en las Figuras 4c y 4d, ha de entenderse que dichos sistemas de control 390 también se pueden utilizar en estas realizaciones. El sistema automático de control 390 se puede utilizar para controlar el movimiento y/o la temporización de al menos una de las primera y segunda válvulas de equilibrado 330, 336, de las primera y segunda válvulas de compuerta 332, 338, y del primer y segundo dispositivo de transferencia 381, 382 del sistema de transferencia de artículos automático 380. En una realización, el sistema de control 390 puede ajustar la posición, velocidad y/o temporización de estos dispositivos o elementos para garantizar que los portadores dentro del sistema se muevan de una manera continua y constante.

[0048] Volviendo ahora a las Figuras 5a-5d, se provee una realización de un dispositivo de compuerta de cierre 420, adecuado para uso como dispositivo de compuerta 332 y/o 338 en la porción de sistema de microondas 310 ilustrada en las Figuras 4a y 4b. El dispositivo de válvula de compuerta de cierre 420 se ilustra en las Figuras 5a-d comprendiendo generalmente un par de elementos fijos separados entre sí 410, 412 que presentan superficies de sellado opuestas 414a,b y que definen un espacio receptor de compuerta 416 entre ellas. Cada uno de los elementos fijos separados entre sí 410, 412 pueden definir una abertura de flujo 418a,b, que está limitada por una de las superficies de sellado 414a,b. Cada una de las aberturas de flujo 418a,b está sustancialmente alineada la una con la otra de manera que los artículos puedan pasar a través de la abertura acumulativa cuando el dispositivo de válvula de compuerta 420 está abierto.

[0049] El dispositivo de compuerta de cierre 420 comprende además un conjunto de compuerta 422, que está configurado para ser recibido dentro del espacio receptor de compuerta 416 y que se puede desplazar en el mismo entre una posición cerrada (como se muestra en las Figuras 5b y 5c), en la que el conjunto de compuerta 422 bloquea sustancialmente las aberturas de flujo 418a,b, y una posición abierta (como se muestra en la Figura 5a), en donde el conjunto de compuerta 422 no bloquea sustancialmente las aberturas de flujo 418a,b. En una realización, el conjunto de compuerta 422 comprende un par de placas de sellado separadas entre sí 424, 426 y un elemento de accionamiento 428 dispuesto entre las placas de sellado 424, 426. Cuando el conjunto de compuerta 422 está configurado en la posición cerrada, el elemento de accionamiento 428 es desplazable, respecto a las placas de sellado 424, 426, entre una posición retraída (como se muestra en la Figura 5b) y una posición extendida (como se muestra en la Figura 5c). En una realización mostrada en las 5a-c, el conjunto de compuerta 422 comprende al menos un par de cojinetes 430 dispuestos dentro del espacio definido entre placas de sellado opuestas 424, 426, que está situado en el espacio receptor de compuerta 416 cuando el conjunto de compuerta 422 está en una posición cerrada, como se muestra particularmente en las Figuras 5b y 5c. Cuando el elemento de accionamiento 428 se desplaza entre una posición retraída, como se ilustra en la Figura 5b, a una posición extendida, como se representa en la Figura 5c, al menos un cojinete del par 430 puede forzar al menos una de las placas de sellado 424, 426 hacia afuera, alejando ambas entre sí y hacia una posición de sellado, como se muestra en la Figura 5c.

[0050] En una realización, uno o más de los cojinetes del par 430 pueden estar asegurados, sujetos o al menos parcialmente alojados dentro de al menos una de las placas de sellado 424, 426 y/o elemento de accionamiento 428. Según una realización, al menos uno de los cojinetes 430a puede estar fijado de manera fija al elemento de accionamiento 428, según se representa en la vista parcial ampliada del conjunto de compuerta 422 provista en la Figura 5d. A medida que el elemento de accionamiento 428 se desplaza hacia abajo en el espacio receptor de compuerta 416, uno de los cojinetes 430a del par puede entrar en contacto con una de las placas de sellado 424, 426 (mostrada como placa 426 en la Figura 5d) y puede moverse a lo largo de una rampa (o ranura) 427 de ellas. A medida que el cojinete viaja a través de la ranura 427 (o a lo largo de la rampa 427), se ejerce una presión hacia afuera sobre la placa de sellado 426, moviéndola por ello en una dirección como la indicada por la flecha 460. A pesar de que se muestra como que incluye un sólo par de cojinetes 430, debe entenderse que se puede usar cualquier número de cojinetes, posicionados a lo largo de la longitud vertical del elemento de accionamiento 428 y/o elementos de sellado 424, 426.

[0051] Cuando en una posición de sellado, como se muestra en la Figura 5c, al menos una porción de las placas de sellado 424, 426 acopla o contacta físicamente la respectiva de las superficies de sellado opuestas 414a,b, para así formar un sello sustancialmente estanco a fluidos. En una realización, cada una de las placas de sellado 424, 426 comprende un sello elástico 423, 425 para acoplar las superficies de sellado 414a,b cuando las placas de sellado 424, 426 están en la posición de sellado. Cuando el elemento de accionamiento 428 se desplaza desde la posición extendida, como se muestra en la Figura 5c, de vuelta a la posición retraída, como se muestra en la Figura 5b, las placas de sellado 424, 426 se retraen una hacia la otra a la posición no sellada, como se muestra en la Figura 5b. En la posición de no sellado, las placas de sellado 424, 426 se desacoplan de las superficies de sellado opuestas 414a, b, pero pueden mantenerse dispuestas dentro del espacio receptor de compuerta 416. En una realización, las placas de sellado 424, 426 pueden desviarse hacia la posición no sellada y pueden incluir al menos un dispositivo de desvío 429 (por ejemplo, un resorte o resortes) para desviar las placas de sellado 424, 426 hacia la posición no sellada.

[0052] En referencia otra vez a las Figuras 1a y 1b, los artículos que abandonan la zona de termalización 12, y pasan opcionalmente a través de la zona de ajuste de presión 14a, como se ha descrito, pueden entonces introducirse en la zona de calentamiento por microondas 16. En la zona de calentamiento por microondas 16, los artículos se pueden calentar rápidamente con una fuente de calor que utiliza energía de microondas. Como aquí se usa, el término "energía de microondas" se refiere a energía electromagnética con una frecuencia entre 300 MHz y 30 GHz. En una realización, varias configuraciones de zona de calentamiento por microondas 16 pueden utilizar energía de microondas con una frecuencia de unos 915 MHz o una frecuencia de unos 2,45 GHz, habiendo sido ambas designadas como frecuencias industriales de microondas. Además de la energía de microondas, la zona de calentamiento por microondas 16 puede utilizar opcionalmente una o más fuentes de calor como, por ejemplo, calentamiento conductivo o convectivo u otros métodos o dispositivos convencionales de calentamiento. Sin embargo, al menos un 85 por ciento, al menos un 90 por ciento, al menos un 95 por ciento, o sustancialmente toda la energía utilizada para calentar los artículos dentro de la zona de calentamiento por microondas 16 puede ser energía de microondas de una fuente de microondas.

[0053] Según una realización, se puede configurar la zona de calentamiento por microondas 16 para aumentar la temperatura de los artículos por encima de una temperatura umbral mínima. En una realización en la que el sistema de microondas 10 está configurado para esterilizar múltiples artículos, la temperatura umbral mínima (y la temperatura de operación mínima de la zona de calentamiento por microondas 16) 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 por microondas 16 puede funcionar a aproximadamente presión ambiental, o puede incluir una o más cámaras de microondas presurizadas que funcionan a una presión de al menos unos 5 psig, de al menos unos 10 psig, de al menos unos 15 psig, y/o de no más de unos 80 psig, de no más de unos 60 psig, o de no más de unos 40 psig. En una realización, la cámara de microondas presurizada puede ser una cámara rellena de líquido con una presión de funcionamiento tal que los artículos que se están calentando puedan alcanzar una temperatura por encima del punto de ebullición normal del medio líquido empleado en ella.

[0054] Los artículos que pasan a través de la zona de calentamiento por microondas 16 se pueden calentar hasta la temperatura deseada en un período relativamente corto 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 por microondas 16 pueden tener un tiempo promedio de permanencia de al menos unos 5 segundos, de al menos unos 20 segundos, de al menos unos 60 segundos y/o de no más de unos 10 minutos, de no más de unos 8 minutos, o de no más de unos 5 minutos. En las mismas u otras realizaciones, puede configurarse la zona de calentamiento por microondas 16 para aumentar la temperatura media de los artículos que se están calentando en al menos unos 20°C, en al menos unos 30°C, en al menos unos 40°C, en al menos unos 50°C, en al menos unos 75°C y/o a no más de unos 150°C, a no más de unos 125°C, o a 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 a no más de unos 75°C/min, a no más de unos 50°C/min, o a no más de unos 40°C/min.

[0055] Volviendo ahora a la Figura 6a, una realización de una zona de calentamiento por microondas 516 se ilustra como comprendiendo en general una cámara de calentamiento por microondas 520, al menos un generador de microondas 512 para generar energía de microondas y un sistema de distribución de microondas 514 para dirigir al menos una porción de la energía de microondas desde el generador 512 a la cámara de microondas 520. El sistema de distribución de microondas 514 comprende múltiples segmentos de guía de onda 518 y uno o más lanzadores de microondas, mostrados como lanzadores 522a-f en la Figura 6a, para descargar energía de microondas en el interior de la cámara de microondas 520. Como se muestra en la Figura 6a, la zona de calentamiento por microondas 516 puede comprender además un sistema transportador 540 para transportar artículos 550 a calentar a través de la cámara de microondas 520. Se discuten inmediatamente en detalle cada uno de los componentes de la zona de calentamiento por

microondas 516 según varias realizaciones de la presente invención.

[0056] El generador de microondas 512 puede ser cualquier dispositivo adecuado para generar energía de microondas de una longitud de onda deseada ( $\lambda$ ). Ejemplos de tipos de generadores de microondas adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, magnetrones, klistrones, tubos de ondas progresivas, y girotrones. Aunque se ilustra en la Figura 6a como incluyendo un único generador 512, debe entenderse que el sistema de calentamiento por microondas 516 puede incluir un número cualquiera de generadores dispuestos en cualquier configuración adecuada. Por ejemplo, en una realización, la zona de calentamiento por microondas 516 puede incluir al menos 1, al menos 2, al menos 3 y/o no más que 5, no más que 4, o no más que 3 generadores de microondas, dependiendo del tamaño y la disposición del sistema de distribución de microondas 514. Se discutirán más adelante en detalle realizaciones específicas de una zona de calentamiento por microondas que incluye múltiples generadores.

[0057] La cámara de microondas 520 puede ser cualquier cámara o recipiente configurado para recibir múltiples artículos. La cámara de microondas 520 puede ser de cualquier tamaño y puede tener una de una variedad de formas diferentes en sección. Por ejemplo, en una realización, la cámara 520 puede tener una sección transversal generalmente circular o elíptica, mientras, en otras realizaciones, puede tener una forma con sección transversal generalmente cuadrada, rectangular o poligonal. En una realización, la cámara de microondas 520 puede ser una cámara presurizada y, en la misma u otras realizaciones, puede configurarse para estar llena al menos parcialmente con un medio líquido (una cámara llena de líquido). La cámara de microondas 520 también puede estar configurada para recibir al menos una porción de la energía de microondas descargada desde uno o más lanzadores de microondas 522 y, en una realización, puede estar configurada para permitir la formación de un modelo de onda estable (o estacionaria) en ella. En una realización, al menos una dimensión de la cámara de microondas 520 puede ser de al menos unos  $0,30\lambda$ , de al menos unos  $0,40\lambda$ , o de al menos unos  $0,50\lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda de la energía de microondas descargada en ella.

[0058] El sistema de distribución de microondas 514 comprende múltiples guíaondas o segmentos de guíaondas 518 para dirigir al menos una porción de la energía de microondas desde el generador 512 hasta la cámara de microondas 520. Las guíaondas 518 pueden estar diseñadas y construidas para propagar energía de microondas de un modo predominante específico, que puede ser igual o diferente que el modo de la energía de microondas generada por el generador 512. Como aquí se utiliza, el término "modo" se refiere a un modelo de campo de sección transversal generalmente fija de energía de microondas. En una realización de la presente invención, pueden configurarse guíaondas 518 para propagar energía de microondas en un modo  $TE_{xy}$ , en donde  $x$  e  $y$  son números enteros dentro del intervalo de 0 a 5. En otra realización de la presente invención, pueden configurarse guíaondas 518 para propagar energía de microondas en un modo  $TM_{ab}$ , en donde  $a$  y  $b$  son números enteros dentro del intervalo de 0 a 5. Debe entenderse que, como aquí se usa, los antes definidos intervalos de valores  $a$ ,  $b$ ,  $x$ , e  $y$  como se han usado para describir un modo de propagación de microondas son aplicables en toda esta descripción. En una realización, el modo predominante de energía de microondas propagada a través de guíaondas 518 y/o descargadas mediante lanzadores 522a-f puede seleccionarse del grupo que consiste en  $TE_{10}$ ,  $TM_{01}$ , y  $TE_{11}$ .

[0059] Como se muestra en la Figura 6a, un sistema de distribución de microondas 514 comprende además uno o más lanzadores de microondas 522a-f, definiendo cada uno al menos una abertura de lanzamiento 524a-f para descargar energía de microondas en una cámara de microondas 520. Aunque se ilustra en la Figura 6a como incluyendo seis lanzadores de microondas 522a-f, debe entenderse que el sistema de distribución de microondas 514 puede incluir un número cualquiera de lanzadores dispuestos en cualquier configuración deseable. Por ejemplo, un sistema de distribución de microondas 514 puede incluir al menos 1, al menos 2, al menos 3, al menos 4 y/o no más de 50, no más de 30 o no más de 20 lanzadores de microondas. Los lanzadores 522a-f pueden ser de los mismos o diferentes tipos de lanzadores y, en una realización, al menos uno de los lanzadores 522a-f puede reemplazarse por una superficie reflectora (no mostrada) para reflejar al menos una porción de la energía de microondas descargada desde los otros lanzadores 522 en la cámara de calentamiento por microondas 520.

[0060] Cuando el sistema de distribución de microondas 514 incluye dos o más lanzadores, al menos algunos de los lanzadores pueden estar dispuestos en general en el mismo lado de la cámara de microondas 520. Como aquí se utiliza, las palabras "lanzadores del mismo lado" se refieren a dos o más lanzadores situados generalmente en el mismo lado de una cámara de microondas. Dos o más lanzadores del mismo lado pueden también estar separados axialmente entre sí. Como aquí se utiliza, el término "separado axialmente" se refiere a espaciamiento en la dirección de transporte de los artículos a través del sistema de microondas (es decir, espaciamiento en la dirección de extensión del eje de transporte). Además, uno o más lanzadores 522 también pueden estar separados lateralmente de uno u otros lanzadores 522 del sistema. Como aquí se usa, el término "separado lateralmente" se refiere al espaciamiento en la dirección perpendicular a la dirección de transporte de los artículos a través del sistema de microondas (es decir,

espaciamiento perpendicular a la dirección de extensión del eje de transporte). Por ejemplo, en la Figura 6a, los lanzadores 522a-c y 522d-f están dispuestos en respectivos primer y segundo lados 521a,b de la cámara de microondas 520 y el lanzador 522a está separado axialmente del lanzador 522b y 522c, al igual que el lanzador 522e está separado axialmente de los lanzadores 522f y 522d.

[0061] Además, como se muestra en la realización representada en la Figura 6a, el sistema de distribución de microondas 514 puede comprender al menos dos (por ejemplo, dos o más) pares de lanzadores dispuestos de manera enfrentada u opuestos. Como aquí se usa, el término "lanzadores opuestos" se refiere a dos o más lanzadores situados sobre lados generalmente opuestos de una cámara de microondas. En una realización, los lanzadores opuestos pueden estar enfrentados. Como aquí se usa respecto de los lanzadores de microondas opuestos, el término "enfrentado" denotará lanzadores cuyos ejes centrales de lanzamiento están sustancialmente alineados entre sí. Por simplicidad, el eje central de lanzamiento 523c del lanzador 522c y el eje central de lanzamiento 523d del lanzador 522d son los únicos ejes centrales de lanzamiento ilustrados en la Figura 6a. Sin embargo, debe entenderse que cada uno de los lanzadores 522a-f incluye unos ejes de lanzamiento similares.

[0062] Los lanzadores opuestos pueden estar generalmente alineados entre sí, o pueden estar decalados respecto de uno o más lanzadores distintos dispuestos en el lado opuesto de la cámara de microondas 520. En una realización, un par de lanzadores opuestos puede ser un par de lanzadores a tresbolillo, de manera que las aberturas de descarga 524 de los lanzadores 522 no estén completamente alineadas entre sí. Los lanzadores 522<sup>a</sup> y 522e constituyen un par ejemplar de lanzadores opuestos dispuestos en una configuración decalada. Los lanzadores opuestos decalados pueden estar decalados entre sí axial o lateralmente. Como aquí se usa respecto de lanzadores de microondas opuestos, el término "decalado axialmente" se refiere a lanzadores cuyos ejes centrales de lanzamiento están espaciados axialmente unos de otros. Como se usa en la presente memoria respecto a lanzadores de microondas opuestos, el término "escalonado lateralmente" se refiere a lanzadores cuyos ejes centrales de lanzamiento están espaciados lateralmente unos de otros. En otra realización, un par de lanzadores opuestos pueden ser directamente lanzadores opuestos, de manera que las aberturas de descarga del par de lanzadores estén sustancialmente alineadas. Por ejemplo, los lanzadores 522c y 522d mostrados en la Figura 6a están configurados como un par de lanzadores opuestos.

[0063] En algunas realizaciones, la zona de calentamiento por microondas 516 puede incluir dos o más líneas de transporte que funcionan simultáneamente entre sí. En las Figuras 6b y 6c se muestra un sistema transportador multilínea 540 a modo de ejemplo. Como se muestra en las Figuras 6b y 6c, el sistema transportador 540 puede estar configurado para transportar múltiples artículos 550 en una dirección de transporte generalmente representada por la flecha 560 en la Figura 6b. En una realización, el sistema transportador 540 puede incluir al menos dos líneas de transporte sustancialmente paralelas y separadas lateralmente, como, por ejemplo, primera, segunda y tercera línea de transporte 542a-c mostradas en la Figura 6b. Las líneas de transporte 542a-c pueden, en una realización, comprender sistemas transportadores individuales, mientras que, en otra realización cada una de las líneas de transporte 542a-c pueden ser partes de un sistema transportador completo. El sistema transportador 540 y/o las líneas de transporte 542a-c pueden ser cualquier tipo de transportador o sistema transportador adecuado, incluyendo los discutidos previamente en detalle.

[0064] El sistema de calentamiento por microondas 516 representado en las Figuras 6b y 6c incluye múltiples lanzadores de microondas 522 que pueden estar divididos u organizados en al menos dos grupos de dos o más lanzadores de microondas. Cada una de las primera, segunda y tercera líneas de transporte 542a-c puede configurarse para recibir energía de microondas de respectivos primer, segundo y tercer grupos de lanzadores de microondas. En una realización, un "grupo" de lanzadores se puede referir a uno o más lanzadores espaciados axialmente, en general posicionados a lo largo de la dirección de transporte (por ejemplo, el grupo de lanzadores 522a-d, el grupo de lanzadores 522e-h, y/o el grupo de lanzadores 522i-l mostrados en la Figura 6b), mientras, en la otra realización, un grupo de lanzadores puede incluir uno o más pares de lanzadores opuestos situados en diferentes lados de una cámara de microondas (por ejemplo, grupos que incluyen un par de lanzadores 522a y 522m, el grupo que incluye par de lanzadores 522b y 522n, grupo que incluye par de lanzadores 522c y 522o, y un grupo que incluye par de lanzadores 522d y 522p, como se muestra en la Figura 6c). Cuando el grupo de lanzadores comprende uno o más pares de lanzadores opuestos, los lanzadores pueden estar dispuestos en una configuración a tresbolillo (no se muestra) o pueden estar directamente opuestos entre sí (por ejemplo, enfrentados), como se ilustra en la Figura 6c. Según una realización, al menos un generador, mostrado como generador 512a en la Figura 6b puede configurarse para suministrar energía de microondas a al menos un grupo de lanzadores de microondas.

[0065] Como se muestra particularmente en la Figura 6b, lanzadores individuales de microondas 522 de líneas de transporte adyacentes 542 pueden estar dispuestos en una configuración a tresbolillo entre sí en la dirección de

transporte. En una realización, uno o más lanzadores de microondas del mismo lado 522a-l pueden estar decalados axialmente entre sí. Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 6b, lanzadores 522a-d asociados con la primera línea de transporte 542a están dispuestos en una configuración decalada respecto de cada uno de los respectivos lanzadores 522e-h asociados con la segunda línea de transporte 542b con respecto a y/o a lo largo de la dirección de transporte 560. Como aquí se utiliza respecto de lanzadores de microondas del mismo lado, el término "decalado/a axialmente" denotará lanzadores que están separados axialmente entre sí por una distancia mayor que 1/2 de la dimensión axial máxima de las aberturas de lanzamiento de los lanzadores. Como se utiliza en la presente memoria respecto de lanzadores de microondas del mismo lado, el término "decalado/a lateralmente" denotará lanzadores que están espaciados lateralmente entre sí en una distancia mayor que 1/2 de la dimensión lateral máxima de las aberturas de lanzamiento de los lanzadores.

[0066] Además, en la misma u otra realización, los lanzadores de microondas asociados a las líneas de transporte no adyacentes (por ejemplo, la primera y tercera línea de transporte 542a,c) pueden estar dispuestos en configuraciones sustancialmente alineadas entre sí, como se ilustra en las disposiciones de lanzadores 522a-d respecto a los lanzadores 522i-l que se muestran en la Figura 6b. Alternativamente, al menos una parte de los lanzadores 522i-l asociada con la tercera línea de transporte 542c puede estar decalada respecto de los lanzadores 522a-d de la primera línea de transporte 542a y/o segunda línea de transporte 542b (realización no mostrada). Aunque en general se representa en la Figura 6b como incluyendo poco o ningún espacio entre lanzadores de líneas de transporte adyacentes, debe entenderse que, en una realización, puede existir algún espacio entre lanzadores de líneas adyacentes (por ejemplo, lanzadores 522a y 522e, lanzadores 522b y 522f, etc.). Además, lanzadores individuales 522 pueden tener cualquier diseño o configuración adecuada y, en una realización, pueden incluir al menos una característica de una o más realizaciones de la presente invención que se describirán en detalle aquí.

[0067] Volviendo ahora a la Figura 7a, se muestra una vista parcial de una realización de una zona de calentamiento por microondas 616. La zona de calentamiento por microondas 616 incluye al menos un lanzador de microondas 622 que define una abertura de lanzamiento 624 para descargar energía en una cámara de microondas 620. Como se muestra en la Figura 7a, el lanzador de microondas 622 está configurado para descargar energía de microondas a lo largo de un eje central de lanzamiento 660 hacia un sistema transportador 640 configurado para transportar múltiples artículos 650 dentro de la cámara de microondas 620 a lo largo de un eje de transporte 642. En una realización, el eje central de lanzamiento 660 puede estar inclinado de manera que se define un ángulo inclinado de lanzamiento,  $\beta$ , entre el eje central de lanzamiento 660 y un plano normal al eje de transporte 642, ilustrado como plano 662 en la Figura 7a. Según una realización, el ángulo de inclinación de lanzamiento  $\beta$  puede ser de al menos unos  $2^\circ$ , de al menos unos  $4^\circ$ , de al menos unos  $5^\circ$  y/o de no más de unos  $15^\circ$ , no más de unos  $10^\circ$ , o no más de unos  $8^\circ$ .

[0068] Volviendo ahora a la Figura 7b, se muestra otra realización de un sistema de calentamiento por microondas 616 incluyendo dos o más lanzadores 622a-c, cada uno configurado para descargar energía en la cámara de microondas 620 a lo largo de los respectivos ejes centrales de lanzamiento inclinados 660a-c. En una realización en la que el sistema de calentamiento por microondas 616 incluye dos o más lanzadores inclinados, los ejes de lanzamiento centrales de los lanzadores, especialmente los lanzadores del mismo lado, pueden ser sustancialmente paralelos entre sí, como se ilustra generalmente por los ejes centrales de lanzamiento 660a,b de los lanzadores 622a,b mostrados en la Figura 7b. Como se usa aquí, el término "sustancialmente paralelo" significa dentro  $5^\circ$  del paralelismo. En la misma o en otra realización, los ejes centrales de lanzamiento de dos o más lanzadores, especialmente lanzadores opuestos, dentro de la zona de calentamiento por microondas 616 pueden estar sustancialmente paralelos o sustancialmente alineados, como se ilustra en los ejes de lanzamiento 660a,c de los lanzadores de microondas 622a,c en la Figura 7b. Cuando la zona de calentamiento por microondas 616 comprende  $n$  lanzadores de microondas inclinados que presentan ejes centrales de lanzamiento orientados como antes se describe, cada lanzador puede definir un respectivo ángulo de inclinación de lanzamiento  $\beta_n$ , dentro de los intervalos antes descritos. En una realización, cada uno de los ángulos de inclinación de lanzamiento  $\beta_n$  de cada lanzador puede ser sustancialmente igual, mientras que, en otra realización, al menos uno de los ángulos de inclinación de lanzamiento  $\beta_n$  puede ser sustancialmente diferente de uno o más de los otros ángulos de inclinación de lanzamiento.

[0069] Con referencia nuevamente a la Figura 6a, al menos una de las aberturas de lanzamiento 524a-f de los lanzadores 522a-f del sistema de microondas 516 puede estar cubierta al menos parcialmente por una ventana sustancialmente transparente a microondas 526a-f dispuesta entre cada abertura de lanzamiento 524a-f y la cámara de microondas 520. Las ventanas transparentes a microondas 526a-f pueden funcionar para evitar flujo de fluidos entre la cámara de microondas 520 y los lanzadores de microondas 522a-f a la vez que permiten que una porción sustancial de la energía de microondas de los lanzadores 522a-f pase a su través. Las ventanas 526a-f pueden estar fabricadas de cualquier material adecuado, que incluye, pero no está limitado a, uno o más materiales termoplásticos o vidrios como teflón con relleno de fibra de vidrio, politetrafluoroetileno (PTFE), polimetilmetacrilato (PMMA), polieterimida (PEI), óxido

de aluminio, vidrio, y combinaciones de los mismos. En una realización, las ventanas 526a-f pueden tener un espesor medio de al menos unos 4 mm, de al menos unos 6 mm, de al menos unos 8 mm y/o de no más de unos 20 mm, de no más de unos 16 mm, o de no más de unos 12 mm y puede soportar una diferencia de presión de al menos unos 40 psi, de al menos unas 50 psi, de al menos unas 75 psi y/o de no más de unas 200 psi, de no más de unas 150 psi, o de no más de unas 120 psi sin romperse, agrietarse o, averiarse de otro modo.

[0070] En las Figuras 8a-c se representan en general varias realizaciones de configuraciones adecuadas para ventanas de lanzadores de microondas. Como se muestra en las Figuras 8a-c, cada una de las ventanas de microondas 726 define una superficie del lado de cámara 725 que puede opcionalmente definir al menos una parte de la pared lateral 721 de la cámara de microondas 720. Según una realización mostrada en la Figura 1, la superficie del lado de cámara 725 de la ventana 726 se puede configurar de manera que al menos un 50 por ciento, al menos un 65 por ciento, al menos un 75 por ciento, al menos un 85 por ciento, o al menos un 95 por ciento de la superficie total de la superficie del lado de la cámara 725 esté orientada en un ángulo de inclinación,  $\alpha$ , desde la horizontal. El ángulo de inclinación  $\alpha$  puede ser de al menos unos 2°, de al menos unos 4°, de al menos unos 8°, de al menos unos 10° y/o de no más de unos 45°, de no más de unos 30°, o de no más de unos 15° de la horizontal, ilustrada como una línea punteada 762. En otras realizaciones, el ángulo de inclinación,  $\alpha$ , también puede estar definido entre el eje de elongación 762 de la cámara de microondas 720 y/o un eje de transporte (no mostrado en las Figuras 8a-c) cuando, por ejemplo, estos ejes están paralelos a la horizontal.

[0071] La superficie del lado de cámara 725 de la ventana 726 puede estar orientada desde la horizontal independientemente de si el lanzador 722 está orientado con un ángulo de inclinación de lanzamiento, como antes se describe, o no. En una realización, la ventana 726 puede ser sustancialmente plana e inclinada desde la horizontal (como se muestra en la Figura 8a), mientras que, en la misma u otra realización, la superficie del lado de cámara 725 de la ventana 726 puede incluir una o más convexidades (como se muestra en la Figura 8b) o concavidades (como se muestra en la Figura 8c). Cuando la superficie del lado de cámara 725 no es sustancialmente plana, se pueden formar uno o más (o  $n$ ) ángulos inclinados totales como se describe más arriba. Dependiendo de la configuración exacta de la superficie del lado de cámara 725, los múltiples ángulos de inclinación formados por la misma pueden ser los mismos o diferentes respecto de otros ángulos de inclinación formados por la misma superficie 725.

[0072] Como se ha discutido previamente, los lanzadores de microondas 522a-f representados en la Figura 6a pueden tener cualquier configuración adecuada. En las Figuras 9a-f se proveen varias vistas de un lanzador de microondas 822 configurado según una realización de la presente invención. Con referencia inicialmente a la Figura 9a, se ilustra el lanzador de microondas 822 como comprendiendo un conjunto de paredes laterales opuestas 832a,b y un conjunto de paredes extremas opuestas 834a,b, que colectivamente definen una abertura de lanzamiento sustancialmente rectangular 838. Cuando la abertura de lanzamiento 838 comprende una abertura de forma rectangular, puede tener una anchura ( $W_1$ ) y una profundidad ( $D_1$ ) definidas, al menos en parte, por los bordes terminales de las paredes laterales 832a,b y 834a,b, respectivamente. En una realización, las paredes laterales 832a,b pueden ser más anchas que las paredes extremas 834a,b, de manera que la longitud del borde terminal inferior de las paredes laterales 832a,b, mostrada como  $W_1$  en la Figura 9a, puede ser mayor que la longitud del borde terminal inferior de las paredes de extremo 834a,b, representadas en la Figura 9a con el identificador  $D_1$ . Como se muestra en la Figura 9a, la porción alargada de las paredes laterales 832a,b y las paredes extremas 834a,b también pueden definir colectivamente un camino 837 a través del cual se puede propagar energía de microondas a medida que pasa desde la entrada de microondas 836 a la al menos una abertura de lanzamiento 838 definida por el lanzador 822.

[0073] Cuando se utiliza para descargar energía de microondas en una cámara de microondas, la abertura de lanzamiento 838 puede ser alargada en la dirección de extensión de la cámara de microondas

[0074] (no mostrada) o en la dirección de transporte de los artículos en ella. Por ejemplo, en una realización, las paredes laterales 832a,b y las paredes extremas 834a,b del lanzador 822 pueden configurarse de manera que la dimensión máxima de la abertura de lanzamiento 838 (mostrada en la Figura 9a como  $W_1$ ) pueda alinearse sustancialmente paralela a la dirección de extensión de la cámara de microondas y/o a la dirección de transporte de los artículos que pasan a través de ella. En esta realización, los bordes terminales de las paredes laterales 832a,b pueden estar orientados paralelos a la dirección de extensión (o la dirección de transporte), mientras los bordes terminales de las paredes extremas 843a,b pueden estar alineados sustancialmente perpendiculares a la dirección de extensión o de transporte dentro de la cámara de microondas (no se muestra en la Figura 9).

[0075] Las Figuras 9b y 9c proporcionan respectivamente vistas de una pared lateral 832 y una pared extrema 834 del lanzador de microondas 822 ilustrado en la Figura 9a. Debe entenderse que, mientras en las Figuras 9b y 9c se muestra sólo una de las paredes laterales o extremas 832, 834, la otra del par puede tener una configuración similar. En una

realización, al menos una de la pared lateral 832 y la pared extrema 834 puede ser acampanada de manera que la dimensión de entrada (anchura  $W_0$  o profundidad  $D_0$ ) sea más pequeña que la dimensión de salida (anchura  $W_1$  o profundidad  $D_1$ ), como se ilustra respectivamente en las Figuras 9b y 9c. Cuando se acampana, cada una de las paredes laterales y extremas 832, 834 define respectivos ángulos de anchura y profundidad de acampanamiento,  $\theta_w$  y  $\theta_d$ , como se muestra en las Figuras 9b y 9c. En una realización, los ángulos de anchura y/o de profundidad de acampanamiento  $\theta_w$  y/o  $\theta_d$  pueden ser de al menos unos  $2^\circ$ , de al menos unos  $5^\circ$ , de al menos unos  $10^\circ$ , o de al menos unos  $15^\circ$  y/o de no más de unos  $45^\circ$ , no más de unos  $30^\circ$ , o no más de unos  $15^\circ$ . En una realización, los ángulos de anchura y/o de profundidad de acampanamiento  $\theta_w$  y  $\theta_d$  pueden ser iguales, mientras que, en otra realización, los valores de  $\theta_w$  y  $\theta_d$  pueden ser diferentes.

[0076] Según una realización, el ángulo de profundidad de acampanamiento  $\theta_d$  puede ser menor que el ángulo de anchura de acampanamiento  $\theta_w$ . En algunas realizaciones el ángulo de profundidad de acampanamiento  $\theta_d$  puede ser de no más de unos  $0^\circ$ , de manera que la profundidad de entrada  $D_0$  y la dimensión de salida  $D_1$  del lanzador de microondas 822 son sustancialmente iguales, como se ilustra en la realización ilustrada en la Figura 9d. En otra realización, el ángulo de profundidad de acampanamiento  $\theta_d$  puede ser menor que  $0^\circ$ , de manera que  $D_1$  sea menor que  $D_0$ , como se muestra en la Figura 9e. Cuando el lanzador 822 comprende un ángulo de profundidad de acampanamiento de menos de  $0^\circ$  y/o la profundidad  $D_1$  de la abertura de lanzamiento 838 es menor que la profundidad  $D_0$  de la entrada de microondas 836, el lanzador de microondas 822 puede ser un lanzador troncocónico que presenta un perfil generalmente inverso. En una realización en donde el lanzador de microondas 822 comprende  $n$  aberturas de lanzamiento, entre 1 y  $n$  de las aberturas pueden tener una profundidad y/o anchura menor o igual a la profundidad y/o anchura de la entrada del lanzador. A continuación se describen en detalle realizaciones adicionales de lanzadores multi-aberturas.

[0077] Según una realización de la presente invención, la profundidad  $D_1$  de la abertura de lanzamiento 838 puede ser de no más que unos  $0,625 \lambda$ , de no más que unos  $0,5 \lambda$ , de no más que unos  $0,4 \lambda$ , de no más que unos  $0,35 \lambda$ , o de no más que unos  $0,25 \lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda del modo predominante de la energía de microondas descargada de la abertura de lanzamiento 838. Aunque deseando no estar condicionado por la teoría, se cree que minimizando la profundidad  $D_1$  de la abertura de lanzamiento 838, el campo de microondas creado próximo a la abertura de lanzamiento 838 es más estable y uniforme que el que se crearía con lanzadores que tienen mayores profundidades. En una realización en que el lanzador de microondas 822 comprende  $n$  aberturas de lanzamiento, la profundidad de cada abertura de lanzamiento,  $d_n$ , puede ser no mayor que unos  $0,625 \lambda$ , no mayor que unos  $0,5 \lambda$ , no mayor que unos  $0,4 \lambda$ , no mayor que unos  $0,35 \lambda$ , o no mayor que unos  $0,25 \lambda$ . Cuando el lanzador de microondas 822 tiene múltiples aberturas, cada abertura puede tener una profundidad que es la misma o diferente que una o más de las otras aberturas de lanzamiento del mismo lanzador.

[0078] Con referencia ahora a las Figuras 10a-c., se ilustra otra realización de un lanzador de microondas 922 adecuado para utilizar en sistemas de calentamiento por microondas descritos aquí como comprendiendo una única entrada de microondas 936 y dos o más aberturas de lanzamiento, que se muestran como aberturas de lanzamiento o descarga 938a-c, para descargar energía de microondas desde ellas. El lanzador de microondas 922 ilustrado en las Figuras 10a-c incluye primera, segunda, y tercera aberturas separadas de lanzamiento 938 a-c, que están espaciadas lateralmente entre sí. A pesar de que se ha descrito aquí como definiendo tres aberturas de lanzamiento, debe entenderse que el lanzador 922 puede incluir cualquier cantidad adecuada de aberturas de lanzamiento, incluyendo al menos 2, al menos 3, al menos 4 y/o no más de 10, no más de 8, o no más de 6. El espaciado entre cada una primera, segunda y tercera aberturas de lanzamiento 938a-c puede ser de al menos unos  $0,05 \lambda$ , de al menos unos  $0,075 \lambda$ , o de al menos unos  $0,10 \lambda$  y/o no más de unos  $0,25 \lambda$ , no más de unos  $0,15 \lambda$ , o no más de unos  $0,1 \lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda del modo predominante de energía de microondas descargada desde el lanzador 922.

[0079] En una realización, cada una de la primera, segunda y tercera aberturas de lanzamiento está separada por uno o más tabiques divisorios 940a,b dispuestos dentro del interior del lanzador 922, como se muestra en las Figuras 10a-c. Los tabiques 940a,b tienen normalmente un espesor igual a la separación deseada entre las aberturas de descarga 938a-c. Cuando el lanzador de microondas comprende  $n$  tabiques, el lanzador de microondas 922 define  $(n+1)$  aberturas de lanzamiento separadas y  $(n+1)$  vías de microondas separadas 937a-c definidas entre la entrada de microondas 836 y cada abertura de lanzamiento 938a-c, como se muestra particularmente en la Figura 10c. Como se muestra en la Figura 10c, cada uno de los caminos de microondas 937a-c tiene una longitud,  $L_1$ - $L_3$ , que se extiende desde la entrada 936 a un punto perpendicular con la respectiva abertura de lanzamiento 938a-c. Cada  $L_1$ - $L_3$  puede ser sustancialmente la misma, o al menos una de las  $L_1$ ,  $L_2$ , y  $L_3$  puede ser sustancialmente diferente. Según una realización, particularmente mostrada en la Figura 10c, uno o más caminos 937a-c pueden ser más largos que uno o más caminos 937a-c distintos.

5 [0080] Cuando uno o más caminos 937a-c son de diferentes longitudes que uno o más caminos distintos, las dimensiones ( $L_1$ ,  $L_2$ , y/o  $L_3$ ) de los caminos 937a-c pueden estar ajustados de manera que la velocidad de fase de la energía de microondas que se propaga a su través se acelere a un ritmo más rápido dentro de los caminos de microondas más largas (por ejemplo,  $L_1$  y  $L_3$  en la Figura 10c) que a través de los caminos más cortos (por ejemplo,  $L_2$  en la Figura 10c). Si bien se intenta que la teoría no condicione, el caso hipotético es que dicho ajuste se puede llevar a cabo para garantizar una sincronización uniforme de las porciones de onda individuales, creando así un frente de onda uniforme a medida que la energía de microondas se descarga en la cámara 520. Cuando el lanzador de microondas 922 incluye un único tabique, se crean sólo dos caminos de microondas (la realización no se muestra) y la longitud de cada camino es sustancialmente la misma. Por lo tanto, puede ser necesario poco o ningún control de la velocidad de fase de la energía de microondas que pasa a través de los caminos de igual longitud.

15 [0081] En la misma o en otra realización, cada una de las aberturas de lanzamiento 938a-c puede definir una profundidad,  $d_{1-3}$ , como se representa en general en la Figura 10b. En una realización, cada una de las profundidades de  $d_1$  a  $d_3$  pueden ser sustancialmente iguales, mientras que, en otra realización, al menos una de las profundidades  $d_1$ - $d_3$  puede ser diferente. Como se discutió antes, una o más de las  $d_1$ - $d_3$  pueden ser no más de unos  $0,625\lambda$ , no más de unos  $0,5\lambda$ , no más de unos  $0,4\lambda$ , no más de unos  $0,35\lambda$ , o no más de unos  $0,25\lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda del modo predominante de energía de microondas descargada desde la abertura de lanzamiento 938a-c. Además, en una realización, al menos una de las dimensiones  $d_1$ - $d_3$  puede ser menor o igual que la profundidad  $d_0$  de la entrada 936, como se describe previamente en detalle. Como se muestra en la Figura 10b, las profundidades,  $d_{1-3}$ , de cada una de las aberturas de lanzamiento 938a-c no incluyen el espesor de los tabiques 940a,b, cuando estén presentes.

25 [0082] De nuevo con referencia a la Figuras 6a, en una realización, el sistema de distribución de microondas 514 de la zona de calentamiento por microondas 516 puede incluir al menos un dispositivo de distribución de microondas 525a,b para asignar o distribuir energía de microondas en la cámara 520 mediante múltiples lanzadores 522a-c y 522d-f. En una realización, el colector de distribución de microondas 525a,b puede incluir al menos tres dispositivos de asignación de microondas configurados para dividir la energía de microondas del generador 512 en dos o más porciones separadas antes de descargarlas desde al menos alguno de los lanzadores de microondas 522a-f. Como aquí se usa, el término "dispositivo de asignación de microondas" se refiere a cualquier dispositivo o artículo que funciona para dividir energía de microondas en dos o más porciones separadas, según una relación predeterminada. Como aquí se usa, el término "relación de energía predeterminada" se refiere a la relación de cantidad de energía de cada porción separada resultante que sale de un dispositivo específico de asignación de microondas. Por ejemplo, un dispositivo de asignación de microondas configurado para dividir la energía que pasa a su través a una relación de energía 1:1 estaría configurado para dividir la potencia que se introduce en él en dos porciones sustancialmente iguales.

35 [0083] Sin embargo, en una realización de la presente invención, al menos uno de los dispositivos de asignación de microondas, mostrados como iris inductivos 570a-h y en forma de T o divisor o de dos vías 572 en la Figura 6a, del sistema de distribución de microondas 514 puede estar configurado para tener una relación de potencia predeterminada que no sea 1:1. Por ejemplo, uno o más dispositivos de asignación de microondas 570a-h o 572 pueden estar configurados para dividir la energía de microondas que pasa a su través según una relación de energía predeterminada de al menos cerca de 1:1.5, de al menos cerca de 1:2, de al menos cerca de 1:3 y/o de no más de cerca de 1:10, no más de cerca de 1:8, o no más de cerca de 1:6.

45 [0084] Cada uno de los dispositivos de asignación 570a2-h y/o 5 utilizados por el sistema de distribución de microondas 514 puede configurarse para descargar energía según la misma relación, o uno o más dispositivos de asignación 570a-h pueden configurarse con una relación de potencia diferente. Los dispositivos de asignación 570a-h y 572 pueden estar configurados de modo que sustancialmente la misma cantidad de potencia se descargue desde cada uno de los lanzadores 522a-f, mientras, en otra realización, los dispositivos de asignación 570a-h y 572 pueden estar diseñados colectivamente para desviar y descargar más potencia desde uno o más lanzadores 522a-f, descargando menos potencia a través del resto de los lanzadores 522a-f. Las relaciones específicas de potencia utilizadas por cada uno de los dispositivos de asignación de microondas 570a-h y 572, así como el modelo o configuración general de la asignación de energía de microondas dentro del sistema, puede depender de una variedad de factores que incluyen, por ejemplo, el tipo de artículos que se están calentando, las condiciones de funcionamiento deseadas de la zona de calentamiento por microondas 516, y otros factores similares.

55 [0085] En la práctica, una cantidad inicial de energía de microondas puede introducirse en el sistema de distribución de microondas 514 y puede estar dividida en dos porciones cuando pasa por el divisor 572. En una realización, las dos porciones de energía de microondas que salen del divisor 572 pueden ser aproximadamente de la misma potencia, mientras, en otra realización, una de las dos porciones puede tener más potencia que la otra. Como se muestra en la Figura 6a, cada porción puede pasar a un colector respectivo 525a,b, pasando opcionalmente a través del dispositivo de

cambio de fase 530 antes de entrar al colector 525a,b. Descrita ahora respecto al colector de distribución de microondas 525a, debería entenderse que es aplicable una operación análoga a un colector inferior 525b mostrado en la Figura 6a.

5 [0086] La potencia de microondas que sale del divisor 572 y, opcionalmente, el dispositivo de cambio de fase 530 (realizaciones que se describirán en detalle a continuación) puede entonces pasar a través de un dispositivo de asignación de microondas, que se muestra como iris 570a, en donde la potencia se puede dividir en una primera fracción de microondas de lanzamiento y una primera fracción de microondas de distribución. La primera fracción de microondas de lanzamiento puede estar dirigida hacia el lanzador 522a y puede descargarse por la salida 524a. La  
10 primera fracción de microondas de distribución se puede propagar en sentido descendente por el guíaondas 518 hacia los lanzadores de microondas adicionales 522b,c. Según una realización, la relación de potencia de la primera fracción de microondas de lanzamiento respecto de la primera fracción de microondas de distribución que sale del iris 570a puede ser no mayor que unos 1:1, no mayor que unos 0,95:1, no mayor que unos 0,90:1, no mayor que unos 0,80:1, no mayor que unos 0,70:1 o no mayor que unos 0,60:1. En una realización, la relación de potencia de la primera fracción de microondas de lanzamiento respecto de la primera fracción de microondas de distribución no es 1:1.

[0087] Cuando la primera fracción de microondas de distribución se propaga hacia los lanzadores 522b, se puede dividir posteriormente en una segunda fracción de microondas de lanzamiento dirigida hacia el lanzador 522b que será descargada mediante la salida de lanzamiento 524b, y una segunda fracción de microondas de distribución que se propaga en sentido descendente por el guíaondas 518 hacia el lanzador 522c. En una realización, la relación de la segunda fracción de microondas de lanzamiento respecto de la segunda fracción de microondas de distribución puede ser al menos unos 0,80:1, al menos unos 0,90:1, al menos unos 0,95:1 y/o no más de unos 1,2:1, no más de unos 1,1:1, no más de unos 1,05:1, o puede ser unos 1:1. Posteriormente, el resto de la energía de microondas (por ejemplo, la totalidad de la segunda fracción de microondas de distribución) puede luego dirigirse al lanzador final de microondas 522c y descargarse desde la salida de lanzamiento 524c.  
20

[0088] Según otra realización (no mostrada en la Figura 6a), el sistema de distribución de microondas 514 puede incluir un colector de distribución de microondas 525a,b que tiene más de tres lanzadores. Por ejemplo, cuando el colector de distribución de microondas 525 incluye  $n$  lanzadores, todas las etapas excepto la etapa ( $n-1$ ) de división se pueden llevar a cabo de modo que la relación de la fracción de microondas de lanzamiento respecto de la fracción de microondas de distribución no sea 1:1. Para cada una de las etapas, excepto la etapa ( $n-1$ ), la relación de potencia puede ser no mayor que unos 1:1, no mayor que unos 0,95:1, no mayor que unos 0,90:1, no mayor que unos 0,80:1, no mayor que unos 0,70:1 o no mayor que unos 0,60:1, mientras que la etapa de división ( $n-1$ ) puede llevarse a cabo de manera que la relación de la fracción de microondas de lanzamiento a la segunda fracción de microondas de distribución puede ser al menos unos 0,80:1, al menos unos 0,90:1, al menos unos 0,95:1 y/o no más que unos 1,2:1, no más que unos 1,1:1, no más de unos 1,05:1, o puede ser aproximadamente 1:1. La fracción de microondas de distribución ( $n-1$ ) puede entonces enviarse, en su mayoría o totalidad, como una fracción  $n$  de microondas de lanzamiento a descargarse en la cámara de microondas mediante el lanzador de microondas  $n$ .  
30

[0089] Además de uno o más iris 570a-h posicionados dentro del sistema de distribución de microondas 514, uno o más lanzadores 522 pueden también incluir al menos un iris inductivo dispuesto dentro del lanzador, como se muestra en una realización ilustrada en las Figuras 11a y 11b. Alternativamente, uno o más iris 570b y/o 570d pueden estar dispuestos dentro de los lanzadores 522a y/o 522b, respectivamente, en lugar de estar dispuestos dentro de un guíaondas como se muestra en la Figura 6a.  
40

[0090] En la Figura 11a se muestra una realización de un lanzador de microondas 1022 que incluye un iris inductivo dispuesto en él. El lanzador 1022 puede incluir al menos un iris inductivo 1070 situado entre su entrada de microondas 1036 y una o más aberturas de lanzamiento 1038, como se ilustra en general en las Figuras 11a y 11b. Como se muestra en las Figuras 11a y 11b, el iris 1070 puede definirse por un par de paneles de iris inductivo 1072a,b dispuestos en lados opuestos del lanzador 1022. Aunque se muestran como acoplados a paredes extremas opuestas más estrechas 1034a,b del lanzador 1022, debería entenderse que el primero y segundo paneles de iris 1072a,b también pueden estar acoplados a paredes laterales opuestas 1032a,b más anchas del lanzador 1022. Como se muestra en las Figuras 11a y 11b, el primer y segundo panel de iris 1072a,b se extienden hacia adentro en la vía de microondas 1037 definida entre la entrada de microondas 1036 y la abertura de lanzamiento 1038 en una dirección que es generalmente transversal a la dirección de propagación de microondas a través de la vía 1037. En una realización, los paneles de iris obstruyen al menos un 25 por ciento, al menos un 40 por ciento, o al menos un 50 por ciento y/o no más de un 75 por ciento, no más de un 60 por ciento, o no más de un 55 por ciento del área total del camino de microondas 1037 en la situación en la que están dispuestos. Cuando el lanzador de microondas 1022 comprende dos o más aberturas de lanzamiento, como se muestra en la Figura 11c, el primero y segundo paneles de iris 1072a,b pueden estar  
45

configurados para obstruir al menos una porción de cada una de las aberturas de lanzamiento 1038a-c del lanzador 1022.

5 [0091] Como se muestra en la Figura 11a, el primer y segundo paneles de iris 1072a,b pueden ser sustancialmente coplanares y pueden ser sustancialmente normales al eje central de lanzamiento del lanzador de microondas 1022. En algunas realizaciones, los paneles de iris 1072a,b pueden estar separados tanto respecto de la entrada de microondas 1036 como de la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador de microondas 1022. Por ejemplo, los paneles de iris 1072a,b pueden estar separados de la entrada de microondas 1036 del lanzador 1022 en al menos un 10 por ciento, al menos un 25 por ciento, o al menos un 35 por ciento de la distancia mínima entre la entrada de microondas 1036 y la  
10 abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022. Además, los paneles de iris 1072a,b pueden estar separados de la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022 en al menos un 10 por ciento, 25 por ciento, o 35 por ciento de la distancia máxima (L) medida entre la entrada de microondas 1036 y la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022.

15 [0092] Volviendo otra vez a la Figura 6a, el sistema de distribución de microondas 514 se ilustra como comprendiendo adicionalmente uno o más dispositivos o para aumentar la uniformidad y/o intensidad del campo de microondas creado dentro de la cámara de calentamiento por microondas 520. Por ejemplo, en una realización, el sistema de distribución de microondas 514 puede incluir uno o más dispositivos diseñados para modificar y/o controlar la situación e intensidad de las bandas de interferencia constructiva del campo de microondas creado dentro de cada zona individual de calentamiento 580a-c, que están respectivamente definidas entre pares de lanzadores 522a y 522f, 522b y 522e, y 522c  
20 y 522d. En una realización, dicho dispositivo puede ser un dispositivo de cambio de fase, esquemáticamente representado en la Figura 6a como dispositivo 530, operable para cambiar cíclicamente la fase de la energía de microondas que pasa a través del mismo.

25 [0093] A medida que los artículos 550 se mueven a lo largo del sistema transportador 540 dentro de la cámara de microondas 520, cada artículo 550 puede tener un tiempo de permanencia promedio ( $\tau$ ), dentro de cada zona individual de calentamiento 580a-c, de al menos unos 2 segundos, de al menos unos 10 segundos, de al menos unos 15 segundos y/o de no más de aproximadamente 1 minuto, de no más de unos 45 segundos, o de no más de unos 30 segundos. En una realización, el tiempo de permanencia promedio ( $\tau$ ) para los artículos 550 puede ser mayor que la  
30 velocidad de cambio de fase ( $t$ ) para la que se configura el dispositivo de cambio de fase 530. Por ejemplo, la relación del tiempo medio de permanencia de los artículos que pasan a través de una de las zonas individuales de calentamiento 580a-c a la velocidad de cambio de fase del dispositivo 530 ( $\tau:t$ ) puede ser al menos unos 2:1, al menos unos 3:1, al menos unos 4:1, al menos unos 5:1 y/o no más de unos 12:1, no más de unos 10:1, o no más de unos 8:1.

35 [0094] El dispositivo de cambio de fase 530 puede ser cualquier dispositivo adecuado para desplazar rápida y cíclicamente la fase de energía de microondas que pasa a través del sistema de distribución de microondas 514. Según una realización, el dispositivo de cambio de fase 530 puede estar configurado para desplazar la energía de microondas que pasa a través del mismo a una velocidad de cambio de fase ( $t$ ) de al menos unos 1,5 ciclos por segundo, de al menos unos 1,75 ciclos por segundos, o de al menos unos 2,0 ciclos por segundo y/o de no más de unos 10 ciclos por  
40 segundo, de no más de unos 8 ciclos por segundo, y/o de no más de unos 6 ciclos por segundo. Como se utiliza en la presente memoria, el término "velocidad de cambio de fase" se refiere al número de ciclos completos de cambio de fase completados por segundo. Un "ciclo completo de cambio de fase" se refiere a un cambio de fase desde  $0^\circ$  a  $180^\circ$  y nuevamente a  $0^\circ$ . A pesar de que se muestra incluyendo un único dispositivo de cambio de fase 530, debe entenderse que en el sistema de distribución de microondas 514 se puede utilizar cualquier número adecuado de dispositivos de  
45 cambio de fase.

[0095] En una realización, el dispositivo de cambio de fase 530 puede comprender un dispositivo de sintonización tipo émbolo capaz de funcionar para que se mueva en forma generalmente lineal (por ejemplo, movimiento arriba - abajo) dentro de un cilindro para así provocar que la fase de la energía de microondas que pase a su través sea desplazada cíclicamente. Las Figuras 12a y 12b ilustran dos realizaciones de un dispositivo de sintonización tipo émbolo 1130a,b  
50 adecuado para utilizar en un sistema de distribución de microondas 514. La Figura 12a describe un dispositivo de cambio de fase de un único émbolo 1130a que incluye un émbolo 1132 operable para moverse dentro de un único cilindro 1134 mediante un accionador automático 1136. La Figura 12b ilustra otra realización de un dispositivo de cambio de fase que comprende un dispositivo de cambio de fase de múltiples émbolos que incluye una pluralidad de émbolos 1132a-d dispuestos y operables para moverse dentro de varios cilindros correspondientes 1134a-d. Los  
55 émbolos 1132a-d pueden estar accionados por un único accionador automático 1136, que puede estar conectado a cada uno de los émbolos 1132a-d mediante un eje de leva giratorio 1138. Cualquiera de los dispositivos de sintonización tipo émbolo 1130a,b puede estar conectado a un acoplador, como, por ejemplo, un acoplador híbrido de ranura corta (no mostrado en las Figuras 12a y 12b) y puede ser empleado en un sistema de distribución de microondas 514 como un dispositivo de cambio de fase 530 como se ha descrito antes.

5 [0096] Otra realización de un dispositivo de cambio de fase adecuado se representa en las Figuras 13a-e. En comparación con el dispositivo de cambio de fase o los dispositivos de sintonización ilustrados en las Figuras 12a y 12b, los dispositivos de cambio de fase ilustrados en las Figuras 13a-e son dispositivos de cambio de fase giratorios. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 13a-c, una realización de un dispositivo de cambio de fase giratorio 1230, también referido como un cortocircuito de fase variable, puede comprender una sección fija 1210 que define una primera abertura sustancialmente rectangular 1212 y una sección giratoria 1240 situada próxima a dicha primera abertura 1212. Como se muestra en la Figura 13a, puede definirse una holgura 1213 entre la sección giratoria 1240 y la sección fija 1210 y, en una realización, un estrangulador de microondas (no mostrado) puede estar al menos parcialmente dispuesto dentro del espacio 1213 para evitar la fuga de energía de microondas de las secciones fijas y giratorias 1210 y 1240.

15 [0097] La sección giratoria 1240 comprende un alojamiento 1242 y múltiples placas separadas sustancialmente paralelas 1244a-d recibidas dentro del alojamiento 1242. Como se muestra en la Figura 13a, el alojamiento 1242 comprende un primer extremo 1243a y un segundo extremo 1243b y el primer extremo 1243a define una segunda abertura 1246 adyacente a la primera abertura rectangular 1212 de la sección fija 1210. Como indican las flechas 1290, 1292 en la Figura 13a, la sección giratoria 1240 puede configurarse para girar respecto de la sección fija 1210 alrededor de un eje de rotación 1211 que se extiende a través de la primera y segunda aberturas 1212, 1246, como se muestra de forma general en las Figuras 13a-c.

20 [0098] Como se muestra en particular en las Figuras 13b y 13c, el alojamiento 1242 tiene una longitud ( $L_H$ ), un ancho ( $W_H$ ), y una profundidad ( $D_H$ ). En una realización, al menos una de  $L_H$ ,  $W_H$ , y  $D_H$  son de unos  $0,5\lambda$ , de unos  $0,65\lambda$ , de unos  $0,75\lambda$  y/o de no más de aproximadamente  $1\lambda$ , de no más de unos  $0,9\lambda$ , o de no más de unos  $0,75\lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda de la energía de microondas cuyo cortocircuito de fase variable 1230 está configurado para pasar entre la primera y segunda aberturas 1212 y 1246. En una realización, al menos una de las dimensiones  $W_H$  y  $D_H$  es de al menos unos  $0,5\lambda$  y ambas no son de más de aproximadamente  $\lambda$ . Como se muestra de forma general en las Figuras 13a-c, la forma transversal del alojamiento 1242 es sustancialmente cuadrada, de manera que la relación  $W_H:D_H$  es no mayor que unos 1,5:1, no mayor que unos 1,25:1, o no mayor que unos 1,1:1.

30 [0099] La sección fija 1210 puede tener cualquier forma o tamaño adecuados y puede comprender un guíaondas circular o rectangular. En una realización que se muestra en la Figura 13d, la primera abertura sustancialmente rectangular 1212 puede tener una anchura ( $W_R$ ) y una profundidad ( $D_R$ ) de manera que la relación de  $W_R:D_R$  es al menos unos 1,1:1, al menos unos 1,25:1, o al menos unos 1,5:1. La anchura de las primeras aberturas 1212 de la sección fija 1210 y la anchura de la segunda abertura 1246 de la sección giratoria 1240 son sustancialmente iguales, de manera que la relación  $W_H:W_R$  es al menos unos 0,85:1, al menos unos 0,95:1, o al menos unos 0,98:1 y/o no más de unos 1,15:1, no más de unos 1,05:1, o no más de unos 1,01:1.

40 [0100] Como se muestra de manera general en la Figura 13a, cada una de las placas 1244a-d puede estar acoplada al segundo extremo 1243b del alojamiento 1242 y puede extenderse generalmente hacia el primer extremo 1243a del alojamiento 1242 en una dirección hacia la primera y segunda aberturas 1212 y 1244. Cada una de las placas 1244a-d puede tener una distancia de extensión o longitud, que se muestra como  $L_e$  en la Figura 13b, de al menos unos  $0,1\lambda$ , de al menos unos  $0,2\lambda$ , de al menos unos  $0,25\lambda$  y/o de no más de unos  $0,5\lambda$ , de no más de unos  $0,35\lambda$ , o de no más de unos  $0,30\lambda$ . Adicionalmente, como se muestra en particular en la Figura 13c, una o más de las placas 1244a-d pueden tener un espesor,  $k$ , de al menos unos  $0,01\lambda$ , de al menos unos  $0,05\lambda$  y/o de no más de unos  $0,10\lambda$ , o no más de unos  $0,075\lambda$ , en donde  $\lambda$  es la longitud de onda de la energía de microondas introducida en el alojamiento 1242 por una primera abertura 1212. Las placas adyacentes 1244a-d pueden estar separadas mediante una distancia de espaciamiento,  $j$ , que puede ser mayor que, unos igual a, o menor que el espesor de cada placa. En una realización,  $j$  puede ser de al menos unos  $0,01\lambda$ , de al menos unos  $0,05\lambda$  y/o no más de unos  $0,10\lambda$ , o de no más de unos  $0,075\lambda$ . Por lo tanto, en una realización, la relación del área de superficie acumulativa de los extremos distales de las placas 1244a-d, generalmente ilustradas como las regiones sombreadas en la Figura 13c, respecto del área total de superficie expuesta interna del segundo extremo 1243b del alojamiento 1242, generalmente ilustrada como las regiones no sombreadas en la Figura 13c, puede ser de al menos unos 0,85:1, de al menos unos 0,95:1, o de al menos unos 0,98:1 y/o de no más de unos 1,15:1, de no más de unos 1,10:1, o de no más de unos 1,05:1.

55 [0101] El cortocircuito de fase variable 1230 puede estar configurado para girar a una velocidad de al menos unas 50 revoluciones por minuto (rpm), de al menos unas 100 rpm, de al menos unas 150 rpm y/o de no más de unas 1000 rpm, de no más de unas 900 rpm, o de no más de unas 800 rpm alrededor del eje de rotación 1211, como se ilustra en la Figura 13a. En una realización, al menos una porción del movimiento del cortocircuito de fase variable giratorio 1230 puede llevarse a cabo por medio de un actuador 1270 acoplado a un controlador automático y/o un sistema de control

automático (no mostrado). En otra realización, al menos una porción del movimiento se puede llevar a cabo manualmente y puede opcionalmente incluir períodos de no-rotación.

5 [0102] Realizaciones adicionales de dispositivos de cambio de fase giratorios 1233 y 1235 adecuados para utilizar en un sistema de distribución de microondas 514 de la Figura 6a se ilustran, respectivamente, en las Figuras 13e y 13f. Como se muestra en la realización representada en la Figura 13e, el dispositivo de cambio de fase giratorio 1233 puede incluir un elemento de manivela giratorio 1237 acoplado mediante una varilla de fijación 1239 a un émbolo 1241 dispuesto dentro de un guiaondas 1243. A medida que el elemento de manivela 1237 gira como indica la flecha 1261, la varilla 1239 facilita un movimiento general de arriba hacia abajo del pistón o émbolo 1241 dentro del guiaondas 1243, como lo indica la flecha 1263 en la Figura 13e. Otra realización de un dispositivo de cambio de fase giratorio 1235 se ilustra en la Figura 13f, incluyendo una leva 1245 acoplada a una prolongación de varilla, que puede estar integrada con o acoplada a un émbolo 1241 dispuesto dentro del guiaondas 1243. Cuando la leva 1245 gira, la prolongación de varilla 1247 mueve el émbolo o pistón 1241 con un movimiento general de arriba hacia abajo dentro del cilindro 1243, como se indica generalmente con la flecha 1263. Asimismo, según una realización, el dispositivo de cambio de fase giratorio 1235 puede además comprender uno o más dispositivos desviadores 1249 (por ejemplo, uno o más resortes) para facilitar el movimiento del émbolo 1241 dentro del guiaondas 1243 en una dirección ascendente.

20 [0103] Además de ser utilizado como un dispositivo de cambio de fase giratorio, el cortocircuito de fase variable 1230 (u opcionalmente, los dispositivos de cambio de fase giratorios 1233, 1235) también pueden estar configurados para utilizarse como dispositivo de sintonización como, por ejemplo, un sintonizador de impedancia para desintonizar o cancelar reflexiones no deseadas y/o como un sintonizador de frecuencia para igualar la frecuencia del generador a la de la cavidad.

25 [0104] Volviendo ahora a la Figura 14a, se ilustra una realización de un sistema de distribución de microondas 1314 que emplea dos cortocircuitos de fase variable 1330a,b como sintonizador de impedancia para cancelar o minimizar la potencia reflejada. Como se representa en la Figura 14a, cada uno de los cortocircuitos de fase variable 1330a,b puede estar conectado a salidas adyacentes de un acoplador 1340, que puede ser un acoplador híbrido de ranura corta. En operación, cada uno de los cortocircuitos de fase variable 1330a,b puede ajustarse individualmente a una posición deseada de forma que el sintonizador de impedancia desintonice la energía reflejada del lanzador de microondas 1322 de vuelta hacia el generador 1312. Según una realización, uno o ambos cortocircuitos de fase variable 1330 a,b pueden ajustarse adicionalmente según sea necesario durante el proceso de microondas con el fin de adaptar cambios en el coeficiente de reflexión de los artículos que se están calentando. En una realización, los ajustes adicionales pueden al menos llevarse a cabo parcialmente utilizando un sistema de control automático (no mostrado).

35 [0105] Los cortocircuitos de fase variable como aquí se describen también pueden utilizarse como sintonizadores de frecuencia para igualar la frecuencia de la cavidad con la frecuencia del generador. De acuerdo con esta realización, pueden acoplarse directamente uno o más cortocircuitos de fase variable, mostrados como cortocircuito de fase variable 1330c en la Figura 14b, a puertos individuales espaciados a lo largo de una cámara de microondas resonante 1320. En esta realización, el cortocircuito de fase variable 1330c se puede rotar de manera continua o esporádica y se puede ajustar su posición de forma manual o automática dependiendo de cambios dentro de la cámara de microondas 1320 y/o los artículos que se están procesando en ella (no mostrados). Como resultado de este ajuste del cortocircuito de fase variable 1330c, puede igualarse más rigurosamente la frecuencia de la energía de microondas dentro de la cavidad a la frecuencia del generador (no mostrada).

45 [0106] En referencia de nuevo al sistema de calentamiento por microondas 510 ilustrado en la Figura 6a, puede llevarse a cabo de manera más rigurosa y eficaz el calentamiento de los artículos 550 pasados a través de la cámara de microondas 520 mediante, por ejemplo, el incremento del coeficiente de transferencia de calor entre los artículos y el medio fluido que los rodea. Una realización de una cámara de microondas 1420 configurada para facilitar el calentamiento de los artículos 1450 de manera más rápida y eficaz mediante cambios en el coeficiente de transferencia de calor dentro de la cámara de calentamiento por microondas 1420 se ilustra en la Figura 15a. En una realización, se puede incrementar el coeficiente de transferencia de calor dentro de la cámara de microondas 1420, al menos en parte, agitando el medio líquido o gaseoso dentro de la cámara 1420, utilizando uno o más dispositivos de agitación como, por ejemplo, uno o más agitadores de chorro de fluido 1430a-d configurados para descargar de forma turbulenta uno o más chorros de fluido dentro del interior de la cámara de microondas 1420. En una realización, los chorros de fluido descargados dentro de la cámara de microondas 1420 pueden ser un chorro de líquido o vapor y pueden tener un número de Reynolds de al menos unos 4500, al menos unos 8000 o al menos unos 10.000.

[0107] Estructuralmente, los agitadores de chorro de fluido 1430a-d pueden ser cualquier dispositivo configurado para descargar múltiples chorros hacia los artículos 1450 en múltiples ubicaciones dentro de la cámara de microondas

1420. En una realización, los agitadores de chorro de fluido 1430 pueden estar separados axialmente a lo largo del eje central de elongación 1417 de la cámara de microondas 1420 de forma tal que al menos una porción de los chorros esté configurada para descargar en una dirección generalmente perpendicular al eje central de elongación 1417. En otra realización, particularmente ilustrada en la Figura 15b, uno o más agitadores de chorro de fluido 1430a-b pueden estar posicionados de manera circunferencial dentro de la cámara de microondas 1420 de forma tal que al menos una porción de los chorros esté dirigida radialmente hacia dentro hacia el eje central de elongación 1417 de la cámara 1420. Aunque mostrados en la Figura 15a como generalmente continuos a lo largo de una porción de la circunferencia de la cámara de microondas 1420, se ha de entender que el agitador de chorro de fluido 1430a puede también incluir múltiples chorros distintos, radialmente separados entre sí a lo largo de al menos una porción de la circunferencia de la cámara 1420, cada uno situado para descargar un chorro de fluido hacia el eje central de elongación 1417 de la cámara 1420.

[0108] Como se muestra en la Figura 15a, los agitadores de chorro de fluido 1430a-d pueden estar situados a lo largo de uno o más lados de la cámara de microondas 1420 y pueden intercalarse (de manera alternada) con uno o más lanzadores de microondas 1422. El uso de uno o más agitadores 1430a-d puede aumentar el coeficiente de transferencia de calor entre el medio fluido dentro de la cámara de microondas 1420 y los artículos 1450 en al menos cerca de 1 por ciento, al menos unos 5 por ciento, al menos unos 10 por ciento, o al menos unos 15 por ciento, en comparación con el coeficiente de transferencia de calor de una cámara inactiva, *ceteris paribus*. En la misma u otra realización, pueden incluirse uno o más chorros configurados y/u operados de manera similar dentro de una o más zonas distintas del sistema de microondas 10 incluyendo zonas de termalización y/o permanencia 12 y/o 20, ilustradas previamente en las Figuras 1a y 1b.

[0109] Otra vez en referencia a las Figuras 1a y 1b, después de haberse retirado de la zona de calentamiento por microondas 16, los artículos calentados pueden luego ser opcionalmente dirigidos a una zona de retención de temperatura 20, en la que puede mantenerse la temperatura de los artículos a o por encima de determinada temperatura umbral mínima durante un tiempo especificado de permanencia. Como resultado de esta etapa de mantenimiento, los artículos retirados de la zona de retención 20 pueden tener un perfil de calentamiento más uniforme y menos puntos fríos. En una realización, la temperatura umbral mínima dentro de la zona de mantenimiento 20 puede ser la misma que la temperatura mínima requerida dentro de la zona de calentamiento por microondas 16, y 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. El tiempo medio de permanencia de los artículos que pasan a través de la zona de retención 20 puede ser al menos unos 1 minuto, al menos unos 2 minutos, o al menos unos 4 minutos y/o no más de unos 20 minutos, no más de unos 16 minutos, o no más de unos 10 minutos. La zona de retención 20 puede operarse a la misma presión que la zona de calentamiento por microondas 16 y puede, en una realización, estar al menos parcialmente definida dentro de una cámara o recipiente presurizado y/o lleno con líquido.

[0110] Después de salir de la zona retención 20, los artículos calentados del sistema de microondas 10 pueden ser después introducidos en una zona de enfriamiento 22, en donde los artículos calentados pueden ser enfriados rápidamente por contacto con uno o más fluidos refrigerados. En una realización, la zona de enfriamiento 22 puede estar configurada para enfriar los artículos en al menos unos 30°C, al menos unos 40°C, al menos unos 50°C, y/o no más de unos 100°C, no más de unos 75°C, o no más de unos 50°C durante un período de al menos cerca de 1 minuto, al menos unos 2 minutos, al menos unos 3 minutos y/o no más de unos 10 minutos, no más de unos 8 minutos, o no más de unos 6 minutos. Es posible utilizar cualquier tipo adecuado de fluido como fluido de refrigeración en la zona de enfriamiento 22, incluyendo, por ejemplo, un medio líquido como los descritos anteriormente con respecto a la zona de calentamiento por microondas 16 y/o un medio gaseoso.

[0111] De acuerdo con una realización generalmente representada en las Figuras 1a y 1b, el sistema de calentamiento por microondas 10 también puede incluir una segunda zona de ajuste de presión 14b dispuesta aguas abajo de la zona de calentamiento por microondas 16 y/o la zona de retención 20, cuando exista. La segunda zona de ajuste de presión 14b puede estar configurada y operada de manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la primera zona de ajuste de presión 14a. Cuando esté presente, la segunda zona de ajuste de presión 14b puede estar situada aguas abajo de la zona de enfriamiento 22, de forma tal que una porción sustancial o casi toda la zona de enfriamiento 22 funciona a una presión elevada (super atmosférica) similar a la presión bajo la cual funcionan la zona de calentamiento por microondas 16 y/o la zona de retención 20. En otra realización, la segunda zona de ajuste de presión 14b puede disponerse dentro de la zona de enfriamiento 22, de forma que una parte de la zona de enfriamiento 22 pueda funcionar a una presión super-atmosférica similar a la presión de la zona de calentamiento por microondas 16 y/o la zona de retención 20 mientras que otra parte de la zona de enfriamiento 22 puede funcionar a aproximadamente la presión atmosférica. Cuando se retiran de la zona de enfriamiento 22, los artículos enfriados pueden tener una temperatura de al menos unos 20°C, al menos unos 25°C, al menos unos 30°C, y/o no más de unos 70°C, no más de unos 60°C, o no más de unos 50°C. Una vez que se retiran de la zona de enfriamiento 22, los artículos enfriados y tratados pueden

entonces retirarse de la zona de calentamiento por microondas 10 para su posterior almacenamiento o uso.

5 [0112] De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporcionan uno o más métodos para controlar la operación del sistema de calentamiento por microondas 10, por ejemplo, para asegurar una exposición constante y continua a la energía de microondas para cada artículo o envase que pasa a través del sistema de calentamiento por microondas 10. Las etapas principales de una realización de un método 1500 adecuado para controlar la operación del sistema de microondas 10 están representadas mediante bloques individuales 1510-1530 en la Figura 16.

10 [0113] Como se representa en la Figura 16, la primera etapa del método de control 1500 es determinar un valor para uno o más parámetros del sistema de microondas relacionados con la zona de calentamiento por microondas 16, como se representa con el bloque 1510. Los ejemplos de los parámetros del sistema de microondas pueden incluir, pero no se limitan a, potencia neta descargada, velocidad del sistema transportador y temperatura y/o caudal del agua contenida dentro de la cámara de calentamiento por microondas. Posteriormente, como se muestra en el bloque 1520 de la Figura 16, el valor determinado resultante para el parámetro específico puede entonces compararse con un valor objetivo correspondiente para el mismo parámetro con el fin de determinar una diferencia. En base a la diferencia, se pueden llevar a cabo una o más acciones para ajustar la operación del sistema de microondas 10, como se representa en el bloque 1530 de la Figura 16. En una realización, el ajuste del sistema de calentamiento por microondas 10 puede ser acometido cuando, por ejemplo, la magnitud de la diferencia es al menos un 5 por ciento, al menos un 10 por ciento, o al menos un 20 por ciento del valor del valor objetivo y/o del valor determinado para el parámetro específico del sistema de microondas. En una realización, al menos una porción del método descrito anteriormente puede llevarse a cabo utilizando un sistema de control automático.

25 [0114] En una realización, el sistema de calentamiento por microondas 10 puede utilizar las etapas básicas del método de control antes descrito 1500 para garantizar el cumplimiento de requisitos de seguridad y/o normativos de los artículos (por ejemplo, alimentos y/o fluidos o instrumental médico) que se están calentando en su interior. Según esta realización, el uno o más parámetros del sistema de microondas pueden estar seleccionados del grupo que consta de potencia neta mínima descargada, velocidad máxima del sistema de transporte, y temperatura mínima y/o caudal mínimo del agua dentro de la cámara de calentamiento por microondas. En una realización, la temperatura mínima del agua en la cámara de microondas puede ser al menos unos 120°C, al menos unos 121 °C, al menos unos 123°C y/o no más que unos 130°C, no más que unos 128°C, o no más que unos 126°C, mientras que el caudal mínimo puede ser al menos unos 1 galón por minuto (gpm), al menos unos 5 gpm, o al menos unos 25 gpm. La velocidad máxima del sistema transportador, en una realización, puede ser no mayor que unos 15 pies por segundo (fps), no mayor que unos 12 fps, o no mayor que 10 fps y la potencia neta mínima descargada puede ser al menos unos 50 kW, al menos unos 75 kW, o al menos unos 100 kW. Cuando se utiliza el método de control 1500 para garantizar la seguridad o cumplimiento de la normativa del producto, la una o más acciones realizadas para ajustar la operación del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden incluir, pero no limitarse a, parar el sistema de transporte, apagar uno o más generadores, retirar, aislar y re-procesar o deshacerse de uno o más artículos expuestos a condiciones indeseables, y combinaciones de los mismos.

40 [0115] En la misma u otra realización, el sistema de calentamiento por microondas 10 también puede utilizar las etapas básicas del método de control 1500 para garantizar la calidad y uniformidad entre los artículos (por ejemplo., comida y/o fluidos o instrumental médico) que se calientan. Según esta realización, los parámetros de microondas pueden incluir potencia neta descargada, velocidad del sistema transportador y la temperatura y/o caudal del agua contenida dentro de la cámara de calentamiento por microondas. En una realización, la temperatura del agua en la cámara de microondas puede ser al menos unos 121 °C, al menos unos 122°C, al menos unos 123°C y/o no más de unos 130°C, no mayor que unos 128°C, o no mayor que unos 126°C, mientras que el caudal puede ser de al menos unos 15 galones por minuto (gpm), de al menos unos 30 gpm, o al menos unos 50 gpm. La velocidad del sistema transportador, en una realización, puede controlarse para que sea una velocidad no mayor que unos 5 pies por segundos (fps), no mayor que unos 7 fps, no mayor que unos 10 fps y la potencia neta descargada puede ser al menos unos 75 kW, al menos unos 100 kW, o al menos unos 150 kW. Cuando se utiliza el método de control 1500 para garantizar la calidad o uniformidad del producto, la o las acciones realizadas para ajustar la operación del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden incluir, pero no se limitan a, parar el sistema de transporte, apagar uno o más generadores, eliminar, aislar y re-procesar o deshacerse de uno o más artículos expuestos a condiciones indeseables, y combinaciones de los mismos.

55 [0116] Para realizar la etapa de comparación 1520 del método 1500 mostrado en la Figura 16, uno o más de los valores objetivo para al menos uno de los parámetros del sistema de microondas descrito anteriormente se pueden determinar antes de calentar los artículos en el sistema de microondas 10. Se puede lograr determinar la magnitud de estos valores objetivo creando primero un perfil de calentamiento prescrito para el tipo específico de artículo a calentar utilizando un sistema de microondas a pequeña escala. Por ejemplo, en una realización, uno o más artículos de un tipo específico

(por ejemplo, alimentos, dispositivos médicos, o fluidos médicos) son primero cargados en una cámara de microondas de un sistema de calentamiento por microondas a pequeña escala. En una realización, los artículos cargados en la cámara de calentamiento a pequeña escala pueden ser de un sólo tipo, de manera que el calentamiento prescrito resultante determinado pueda aplicarse específicamente a ese tipo de artículo en un sistema de calentamiento a mayor escala. En una realización, el artículo puede ser un tipo y/o tamaño específico de alimento envasado (por ejemplo, un paquete de carne de 8 onzas listo para comer) o puede ser un fluido médico envasado (por ejemplo, solución salina) o tipos y/o envases específicos de instrumental médico u odontológico.

[0117] Una vez cargado en la cámara de microondas del sistema de calentamiento por microondas a pequeña escala, el artículo se puede calentar introduciendo energía de microondas en la cámara mediante uno o más lanzadores de microondas. Durante este período de calentamiento, que puede incluir múltiples tandas de calentamiento, se puede determinar un perfil de calentamiento prescrito para el artículo que se está calentando. Como aquí se utiliza, el término "perfil de calentamiento prescrito" se refiere a un conjunto de valores objetivo de una variedad de parámetros sugeridos o recomendados para su uso cuando se calienta un tipo específico de artículo. Además de incluir valores objetivo, los perfiles de calentamiento prescritos también se pueden expresar, al menos en parte, como una función de tiempo y/o posición del artículo. En una realización, el perfil de calentamiento prescrito puede incluir al menos un valor objetivo para uno o más de los parámetros del sistema de microondas que incluyen, pero no están limitados a, potencia neta descargada, distribución secuencial de potencia de microondas (es decir, especificaciones en cuanto a temporización, situación y cantidad descargada de energía de microondas), temperatura y/o caudal del fluido (por ejemplo, agua) en la cámara de microondas, y/o tiempo de permanencia del artículo dentro de la cámara de microondas. Además, el perfil de calentamiento prescrito puede también incluir valores objetivo o mínimos para uno o más parámetros (por ejemplo, temperatura, caudal de fluido, presión, y tiempo de permanencia del artículo) relativos a zonas de termalización, retención y/o enfriamiento 16, 20, 22 del sistema de calentamiento por microondas 10.

[0118] Una vez se ha determinado un perfil de calentamiento prescrito, se pueden cargar múltiples artículos de dicho tipo en un sistema de calentamiento por microondas a gran escala y se pueden luego calentar según el perfil prescrito determinado con el sistema de microondas a pequeña escala, opcionalmente usando un sistema de control automático. En una realización, el sistema de calentamiento de microondas a pequeña escala puede ser un sistema por lotes o por semi-lotes y/o puede comprender una cámara rellena de líquido que tenga un volumen interno total menor que 100 pies cúbicos, menor que 50 pies cúbicos, o menor que 30 pies cúbicos. En la misma o en otra realización, el sistema de microondas a gran escala puede ser un proceso continuo o semi-continuo llevado a cabo al menos parcialmente en una cámara de microondas presurizada o rellena de líquido que tenga un volumen interno total de al menos 100 pies cúbicos, de al menos 250 pies cúbicos, o de al menos 500 pies cúbicos. Las etapas descritas anteriormente pueden después repetirse tantas veces como sea necesario para crear perfiles de calentamiento prescritos específicos para cualquier cantidad de artículos diferentes. Posteriormente, valores objetivo de uno o más parámetros descritos anteriormente pueden ser determinados y utilizados en la etapa de comparación 1520 del método 1500 que se muestra en la Figura 16. Después de ello y en base a la diferencia, se pueden realizar una o más acciones de las mencionadas anteriormente para garantizar el calentamiento uniforme del producto final.

[0119] Un aspecto de garantizar el calentamiento uniforme es garantizar que se descargue una potencia constante y medible en la zona de calentamiento. En una realización, se proporciona un método para controlar la potencia neta descargada dentro del sistema de calentamiento por microondas 10. Como aquí se utiliza, el término "potencia neta descargada" se refiere a la diferencia entre la potencia directa y reflejada dentro de un guíaondas o lanzador. Como se utiliza en la presente memoria, el término "potencia directa" se refiere a la potencia que se propaga en una dirección prevista desde el generador hacia una carga, mientras que el término "potencia reflejada" se refiere a la potencia que se propaga en una dirección no deseada, generalmente desde la carga de vuelta a un guíaondas o lanzador y hacia el generador.

[0120] Las etapas principales de un método 1600 para determinar la potencia neta descargada desde al menos un lanzador de microondas utilizando dos o más pares de acopladores direccionales se resumen en el diagrama de flujo proporcionado en la Figura 17. Como se representa en los bloques 1610 y 1620, se puede determinar un primer y segundo valores para potencia neta descargada utilizando dos pares independientes de acopladores direccionales. Cada par de acopladores direccionales puede incluir un acoplador para medir la potencia directa y otro para medir la potencia reflejada, y uno o más dispositivos o sistemas para calcular la diferencia, para así proveer un primer y segundo valores respectivos para la potencia neta descargada. Según una realización, al menos uno de los valores de potencia neta se puede utilizar para ajustar o controlar la producción del generador de microondas, mientras que el otro se puede utilizar como refuerzo o validación del otro.

[0121] Una vez que se han obtenido valores de cada par de acopladores, el primer y segundo valores de potencia neta

- se pueden comparar para determinar una diferencia, como se ilustra en el bloque 1630, y, en base a la diferencia, se puede actuar para ajustar la operación del sistema de calentamiento por microondas, como se representa en el bloque 1640. En una realización, la acción se puede ejecutar cuando la diferencia excede un valor predeterminado, como, por ejemplo, un valor que es al menos aproximadamente 1 por ciento, al menos un 2 por ciento, o al menos un 5 por ciento del primer y/o segundo valores de potencia neta determinado previamente. En una realización, también se puede realizar una acción cuando la diferencia es al menos un 1 por ciento, al menos un 2 por ciento, o al menos un 3 por ciento del más bajo del primer y segundo valores de potencia neta. En otra realización, también se puede ejecutar una acción si uno del primer o segundo valores de potencia neta está por debajo de un mínimo predeterminado y/o excede un máximo predeterminado. Dependiendo, al menos en parte, de los artículos que se están procesando y de la diferencia determinada, la acción puede incluir, pero no se limita a, apagar un generador o sistema transportador, aumentar o reducir la producción del generador, y/o retirar, aislar y deshacerse de o re-procesar uno o más artículos que se pusieron dentro de la cámara de calentamiento por microondas cuando la diferencia superó el valor predeterminado
- 5
- 10
- 15 [0122] Los sistemas de calentamiento por microondas 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. A diferencia de las retortas convencionales y otros sistemas a pequeña escala que utilizan energía de microondas para calentar múltiples artículos, los sistemas de calentamiento por microondas como se describen en este documento pueden estar configurados para lograr una productividad total de al menos unos 15 envases por minuto por línea de transporte, de al menos unos 20 envases por minuto por línea de transporte, de al menos unos 25 envases por minuto por línea de transporte, o de al menos unos 30 envases por minuto por línea de transporte, lo cual excede en mucho las productividades que se pueden lograr por otros sistemas de calentamiento.
- 20
- 25 [0123] Como aquí se utiliza, el término "envases por minuto" se refiere a la cantidad total de envases de comida lista para comer de 8 onzas rellenos de gel de suero de leche que puede procesar un determinado sistema de calentamiento por microondas, según el siguiente procedimiento: un envase de comida listo para comer de 8 onzas relleno con pudín de gel de suero de leche comercializado por Ameriqua Group LLC (Evansville, Indiana, EE.UU.) está conectado a múltiples sondas de temperaturas colocadas en el pudín al menos en cinco posiciones equidistantes espaciadas a lo largo de cada eje x-, y- y z-, con origen en el centro geométrico del envase, como se muestra en la Figura 18. El envase luego se coloca en un sistema de calentamiento por microondas a evaluar y se calienta hasta que cada una de las sondas registre una temperatura superior a la temperatura mínima especificada (por ejemplo, 120° para sistemas de esterilización). El tiempo requerido para conseguir dicho perfil de temperatura, al igual que la información física y dimensional sobre el sistema de calentamiento, puede entonces utilizarse para calcular la productividad total en envases por minuto.
- 30
- 35 [0124] Las formas preferidas de la invención descritas anteriormente se han de utilizar sólo con propósitos ilustrativos, y no deben utilizarse en un sentido restrictivo para interpretar el alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica podrían realizar fácilmente modificaciones obvias a la realización de ejemplo mencionada anteriormente sin desviarse del espíritu de la presente invención.
- 40
- [0125] Los inventores declaran por el presente documento su intención de basarse en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente aceptable de la presente invención en relación a cualquier aparato que no se aleje materialmente de pero que esté fuera del alcance literal de la invención, como se especifica en las siguientes reivindicaciones.

**Reivindicaciones**

1. Un sistema de microondas (10) para calentar una pluralidad de artículos, comprendiendo dicho sistema: una cámara de microondas (620) configurada para recibir dichos artículos;  
 5 un sistema de transporte (110) para transportar dichos artículos a través de dicha cámara de microondas (620) a lo largo de un eje de transporte (642); y  
 un primer lanzador de microondas (622a) configurado para propagar energía de microondas hacia dentro de dicha cámara de microondas (620) a lo largo de un primer eje central de lanzamiento (660a), **caracterizado porque** un primer ángulo de inclinación de lanzamiento de al menos 2° y menor de 15° está definido entre dicho primer eje central de lanzamiento (660a) y un plano normal a dicho eje de transporte (66a).
2. El sistema (10) de la reivindicación 1, que además comprende un segundo lanzador de microondas (622b) configurado para propagar energía de microondas hacia dentro de dicha cámara de microondas (620) a lo largo de un segundo eje central de lanzamiento (660b), en donde un segundo ángulo de inclinación de lanzamiento de al menos 2° está definido entre dicho segundo eje central de lanzamiento (660b) y un plano normal a dicho eje de transporte (622).
3. El sistema (10) de la reivindicación 2, en el que dichos primer y segundo ejes centrales de lanzamiento (660a, 660b) son sustancialmente paralelos entre sí.
4. El sistema (10) de las reivindicaciones 2 o 3, en el que dichos primer y segundo ejes centrales de lanzamiento (660a, 660b) están situados en lados opuestos de dicha cámara de microondas (620).
5. El sistema (10) de la reivindicación 4, en el que dichos primer y segundo lanzadores de microondas (622a, 622b) están enfrentados.
6. El sistema (10) de las reivindicaciones 2 o 3, en el que dichos primer y segundo lanzadores de microondas (622a, 622b) están situados en el mismo lado de dicha cámara de microondas (620).
7. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que además comprende al menos un generador de microondas (512) para generar energía de microondas con una longitud de onda  $\lambda$ , en el que dicho primer lanzador (622a) define al menos una abertura de lanzamiento (624) para descargar energía de microondas en dicha cámara de microondas (620), en el que dicha abertura de lanzamiento (624) tiene una anchura ( $w_1$ ) y una profundidad ( $d_1$ ), en donde  $w_1$  es mayor que  $d_1$ , en donde  $d_1$  es menor que  $0,625\lambda$ .
8. El sistema (10) de la reivindicación 7, en el que dicho primer lanzador de microondas (622a) es alargado en la dirección de extensión de dicho eje de transporte (642).
9. El sistema (10) de la reivindicación 7, en el que dicho primer lanzador de microondas (622a) comprende una entrada (936) y dos o más aberturas de lanzamiento (938a, 938b, 938c) para descargar energía de microondas en dicha cámara de microondas (620), en donde cada una de dichas dos o más aberturas de lanzamiento (938a, 938b, 938c) tiene una profundidad menor que  $0,625\lambda$ .
10. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que además comprende al menos una ventana sustancialmente sustancialmente transparente a microondas (526) dispuesta entre dicha cámara de microondas (620) y dicha abertura de lanzamiento (624).
11. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que además comprende una zona de termalización (12) situadas aguas arriba de dicha cámara de microondas (620), dicha zona de termalización (12) configurada para ajustar la temperatura d dichos artículos a una temperatura sustancialmente uniforme antes de la introducción de dichos artículos en dicha cámara de microondas (620).
12. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que dicha cámara de microondas (620) es una cámara presurizada configurada para operar a una presión de al menos 15 psig.
13. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que dicho sistema de microondas (10) está configurado para esterilizar o pasteurizar alimentos envasados, fluidos médicos y/o instrumentos médicos y en el que dicha cámara de microondas (620) está rellena de líquido.
14. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que dicho sistema de microondas (10) está configurado para esterilizar dichos alimentos envasados con una productividad equivalente a al menos 150 envases por minuto.

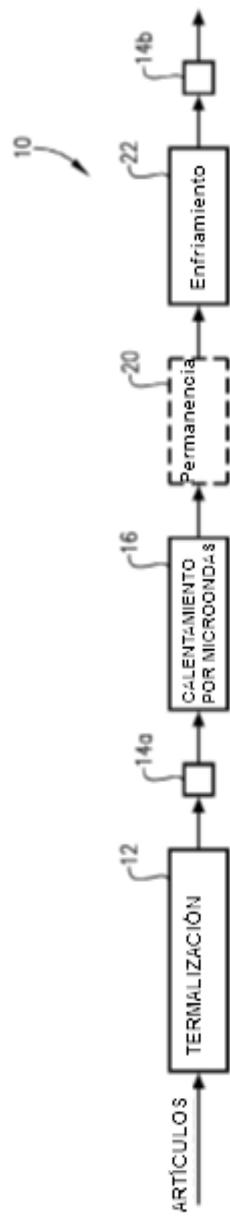


FIG. 1a

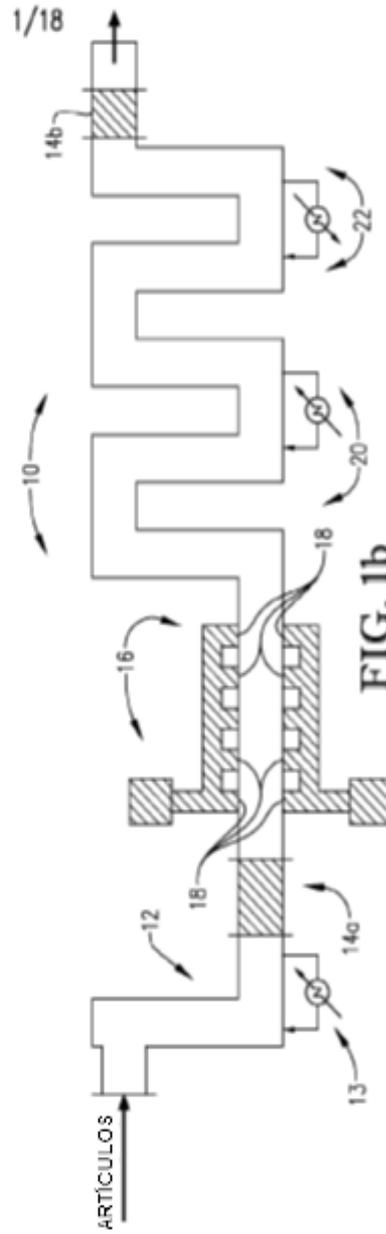


FIG. 1b

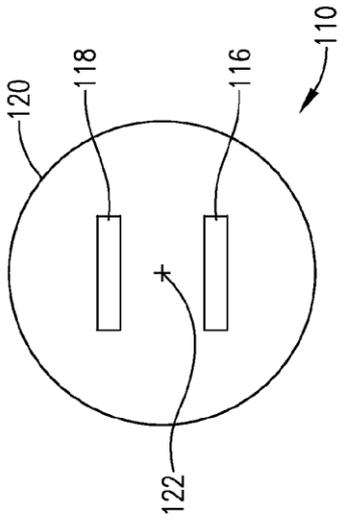


FIG. 2c

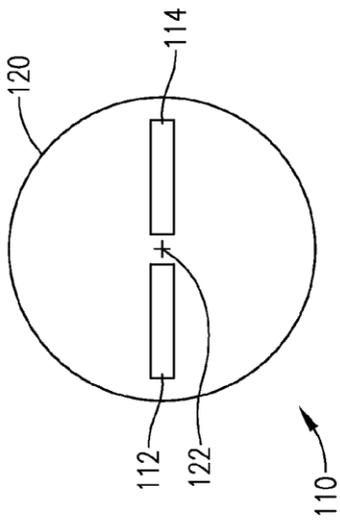


FIG. 2a

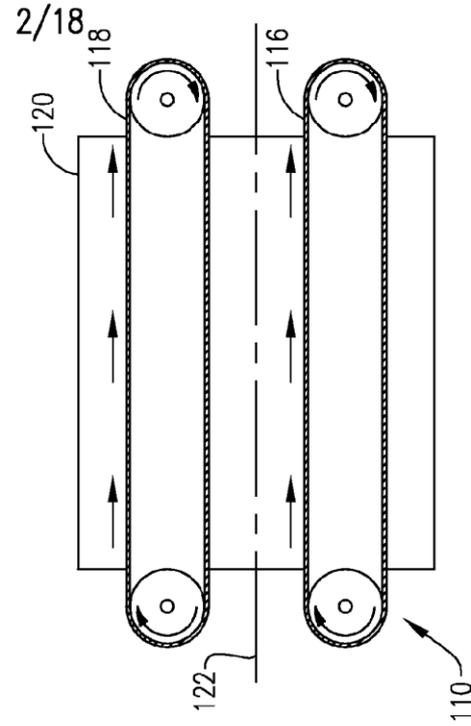


FIG. 2d

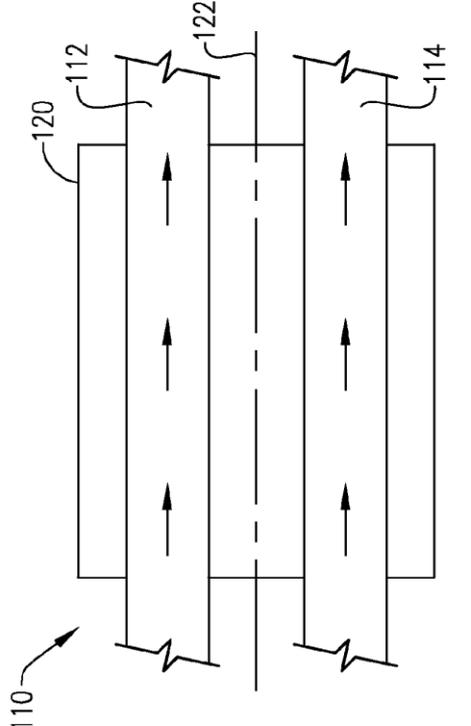


FIG. 2b

3/18

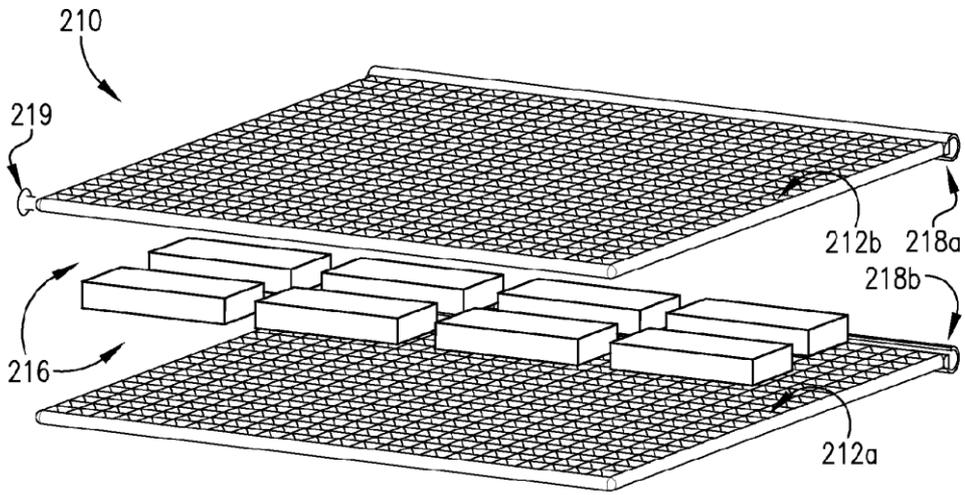


FIG. 3

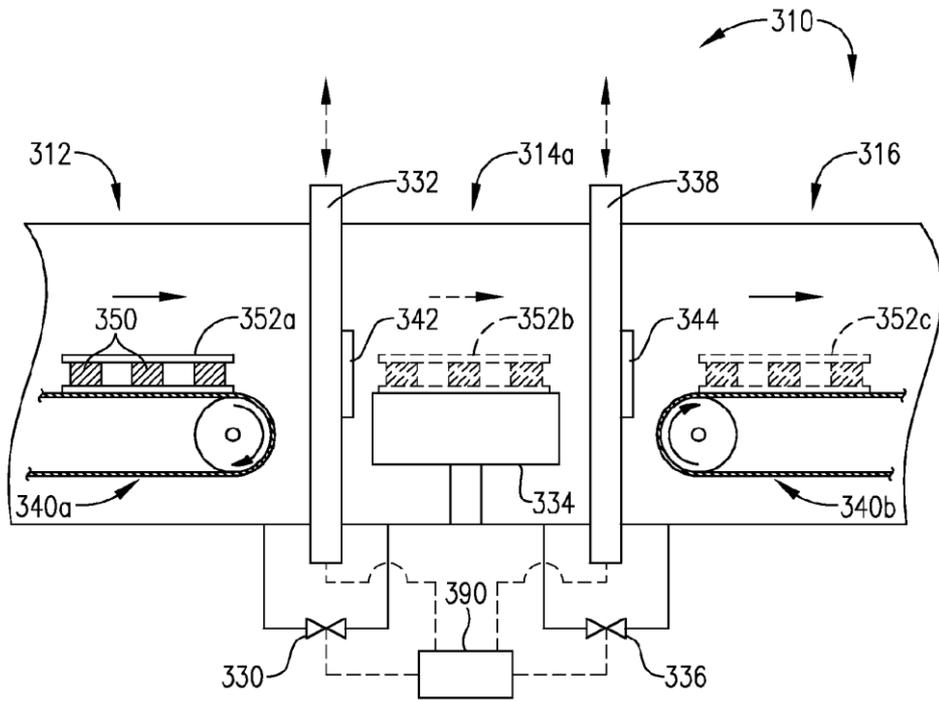


FIG. 4a

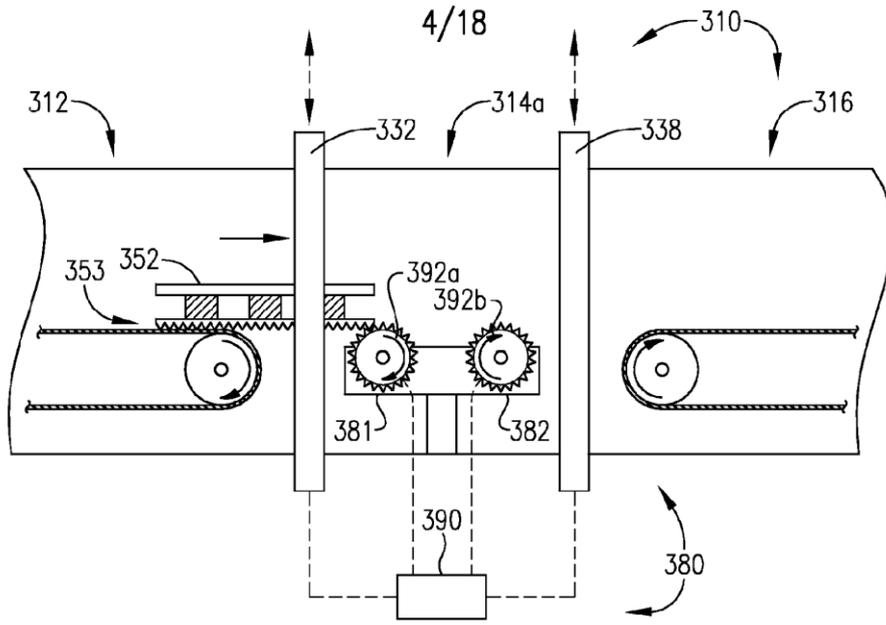


FIG. 4b

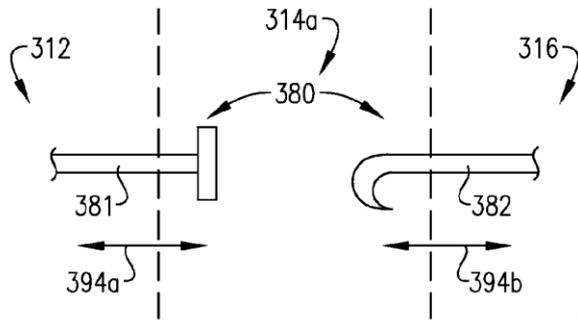


FIG. 4c

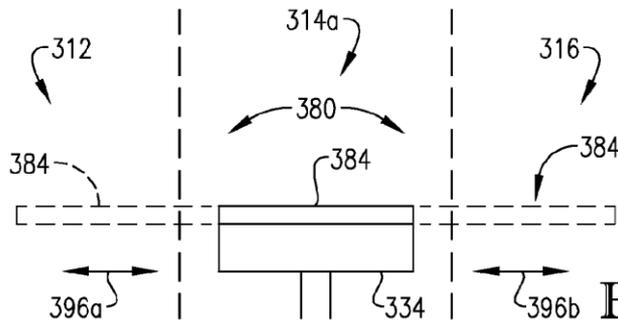


FIG. 4d



6/18

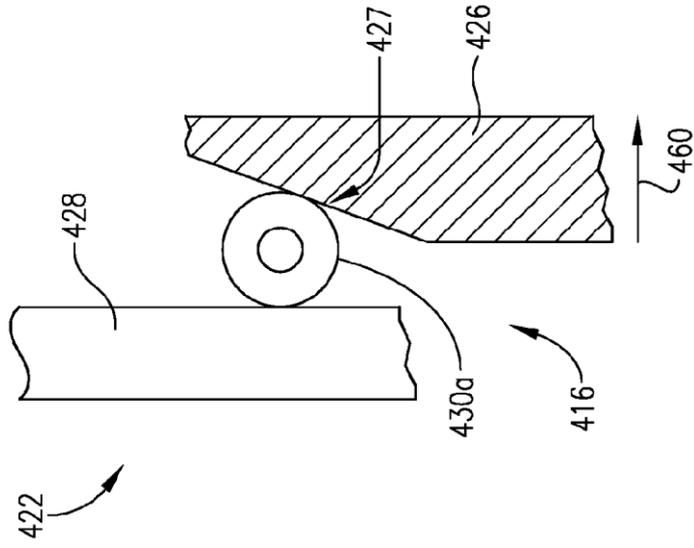


FIG. 5d

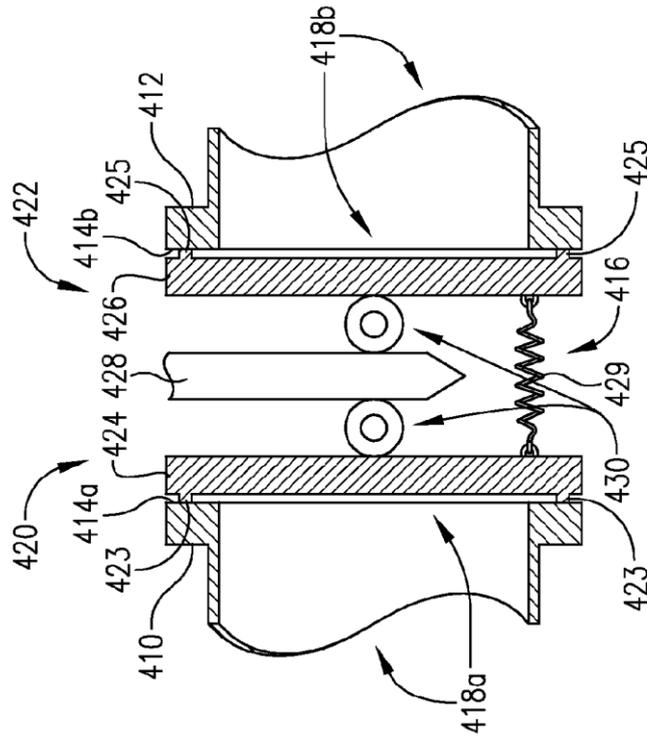
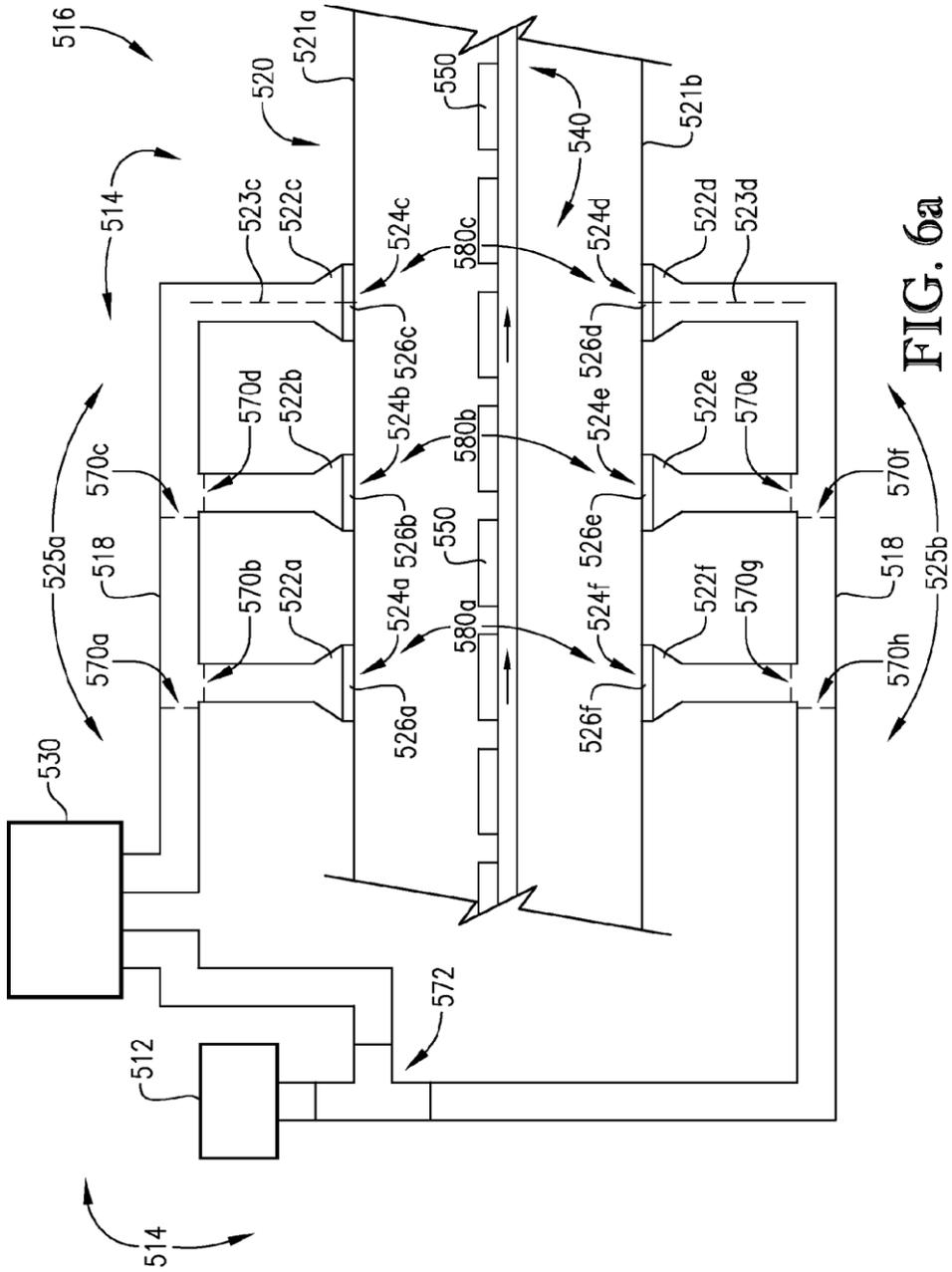
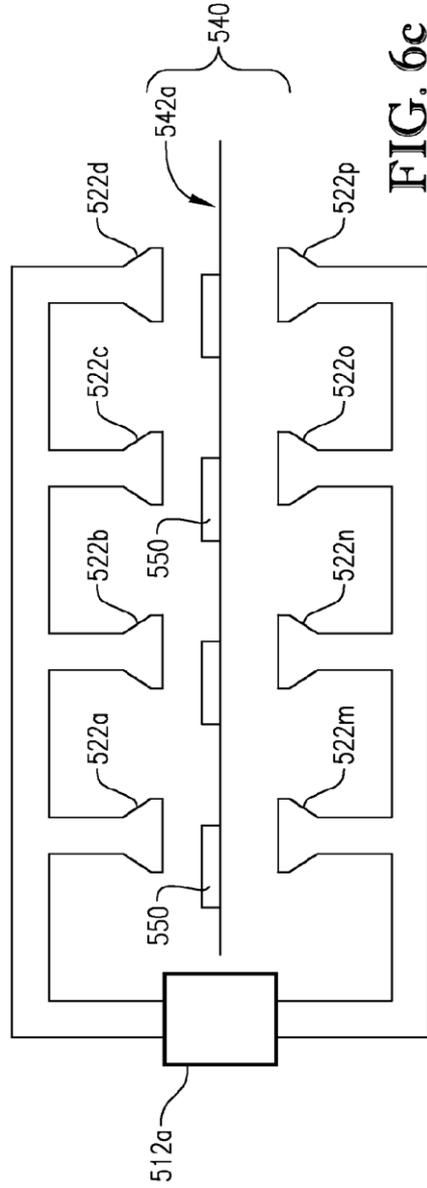
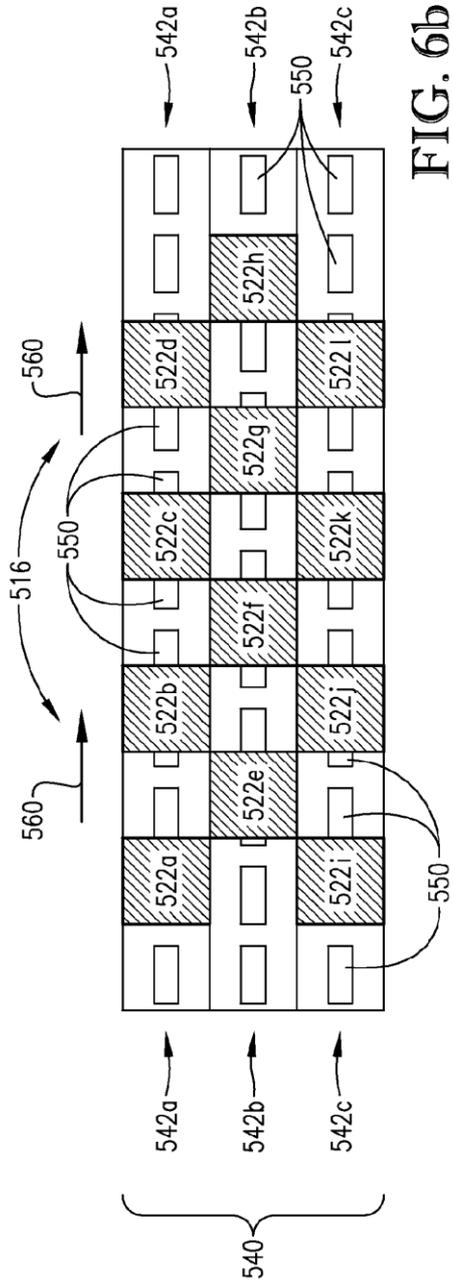


FIG. 5c





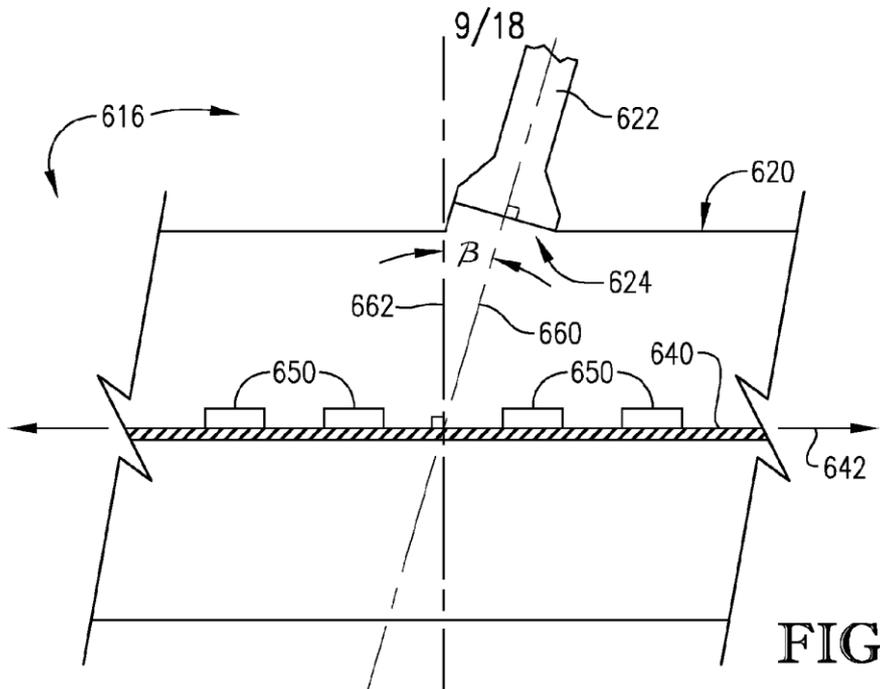


FIG. 7a

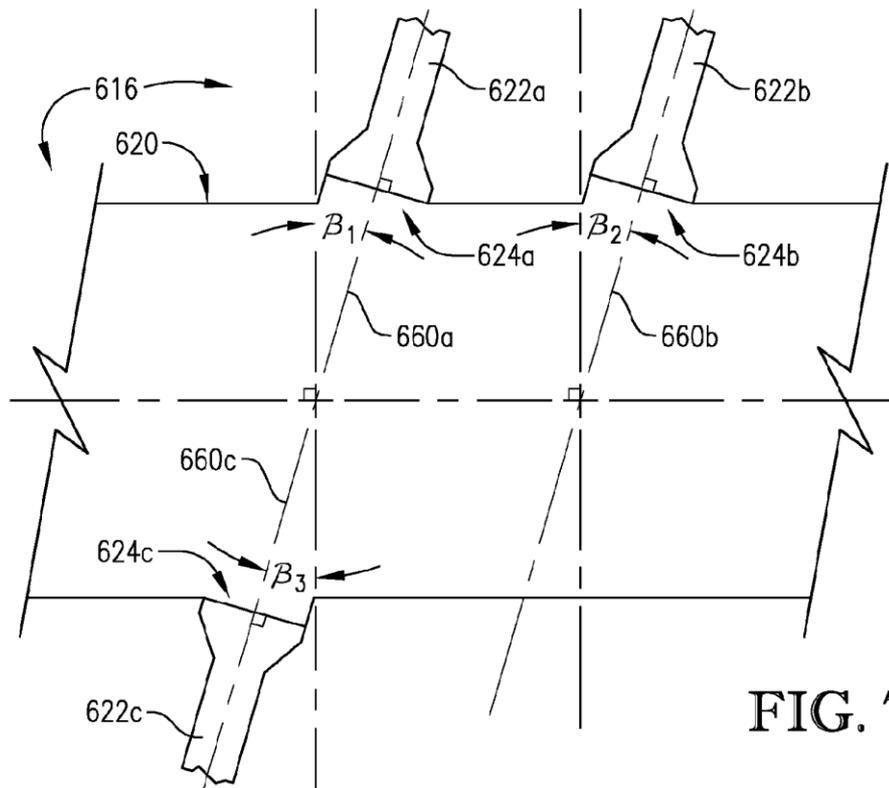


FIG. 7b

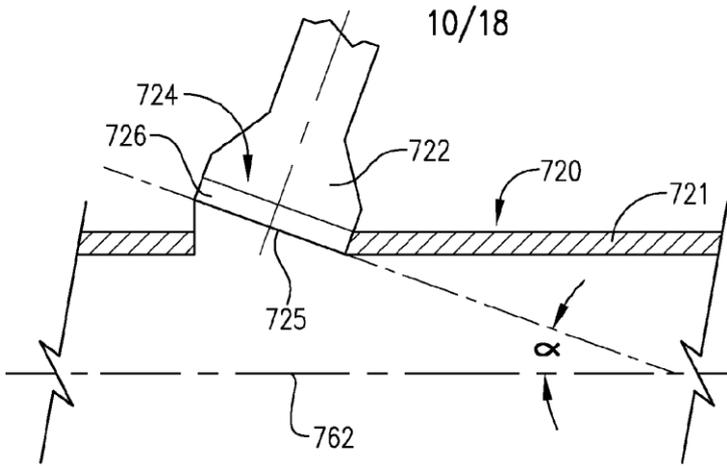


FIG. 8a

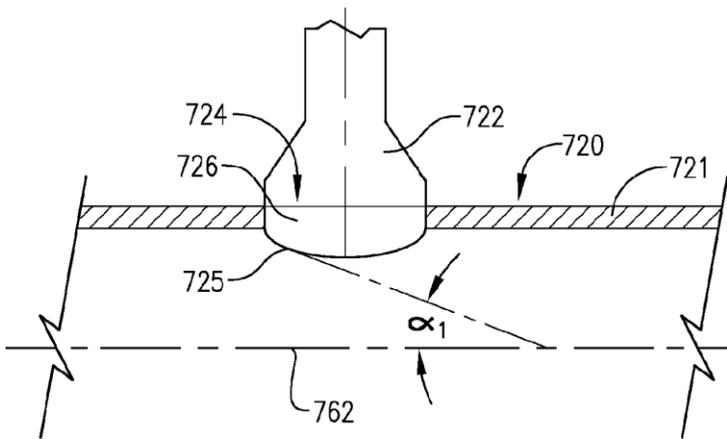


FIG. 8b

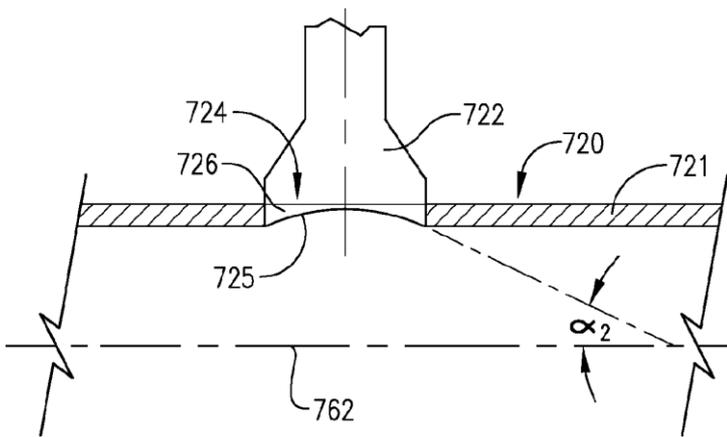
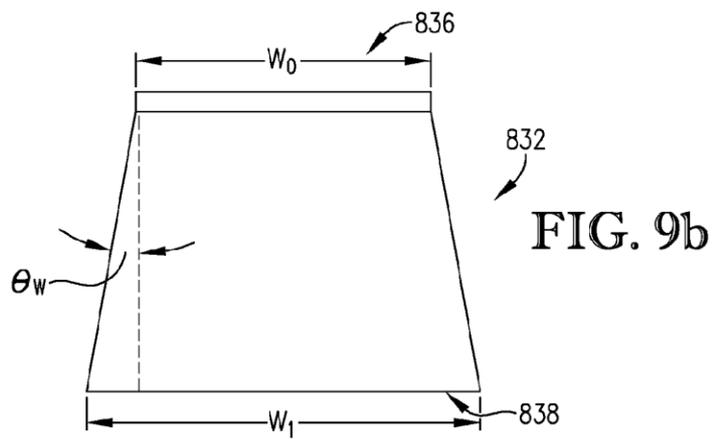
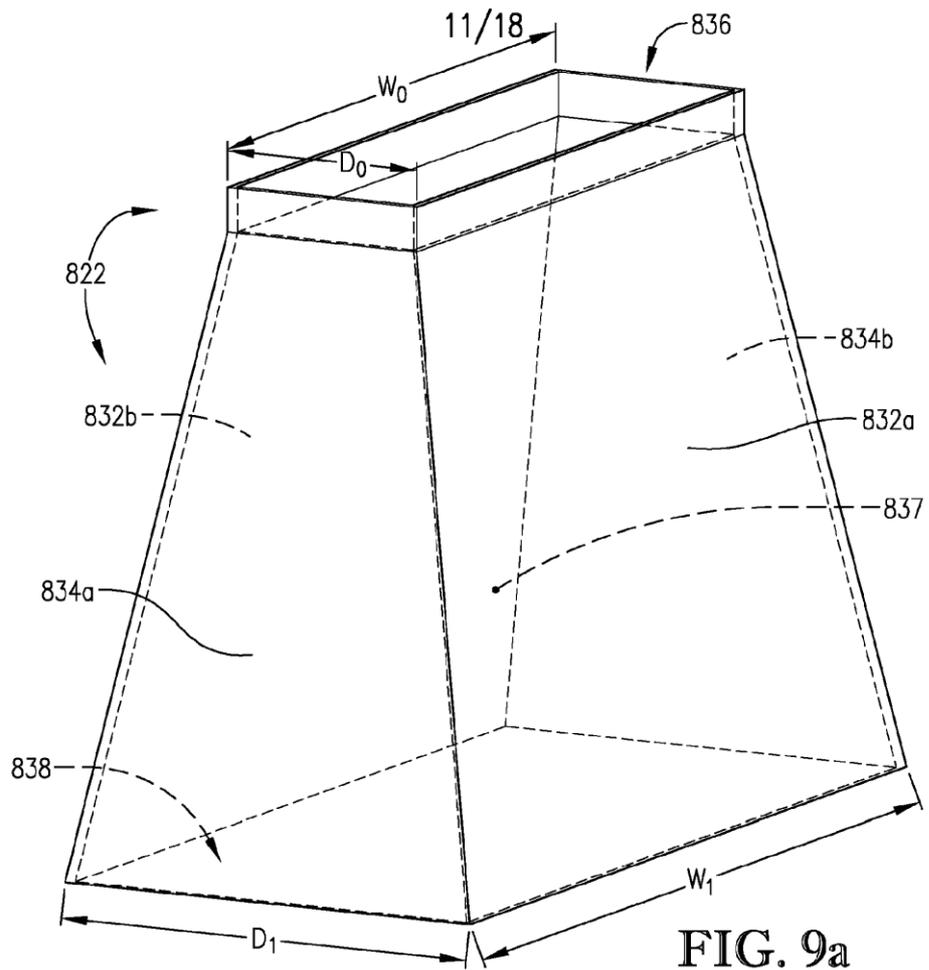


FIG. 8c



12/18

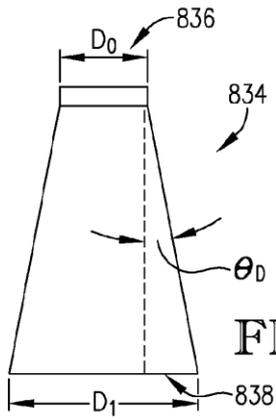


FIG. 9c

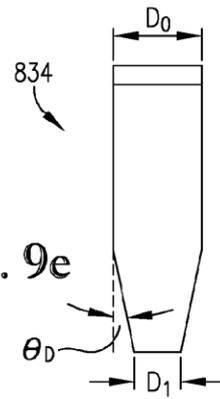


FIG. 9e

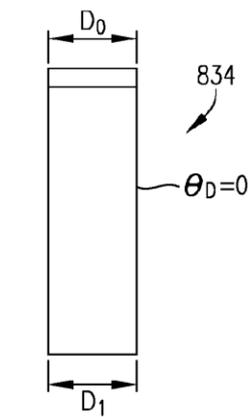


FIG. 9d

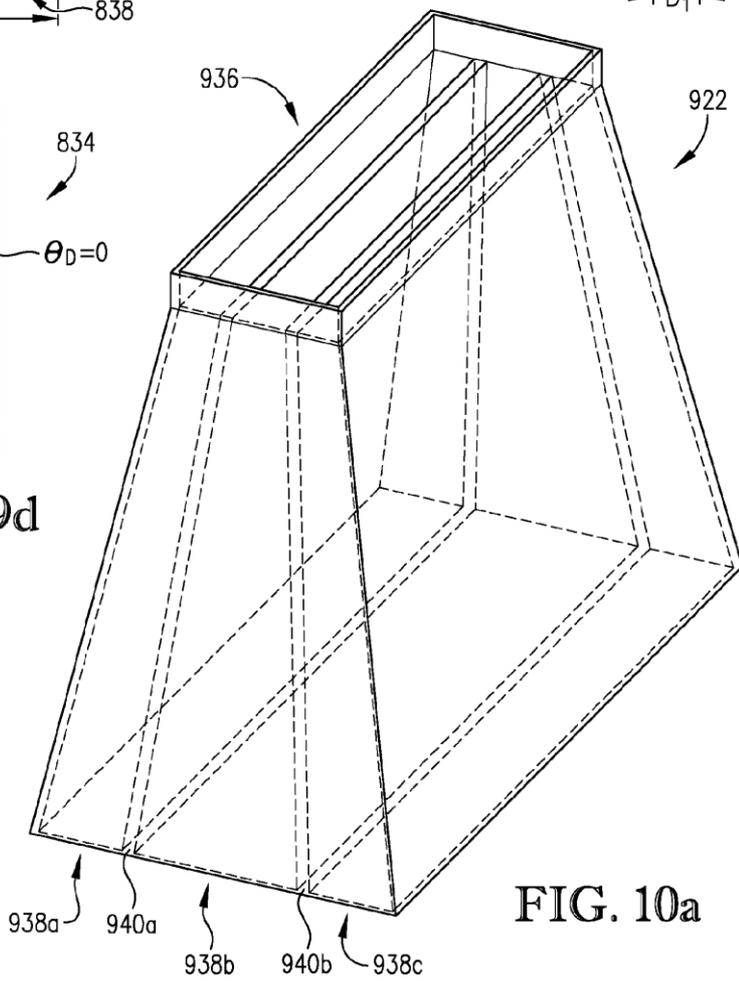


FIG. 10a

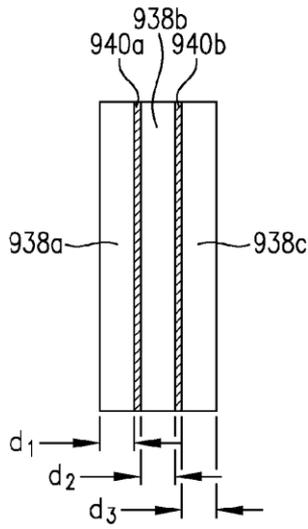


FIG. 10b

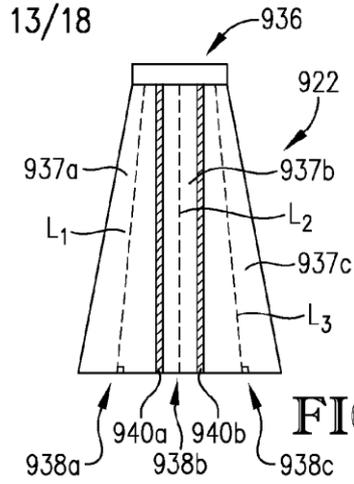


FIG. 10c

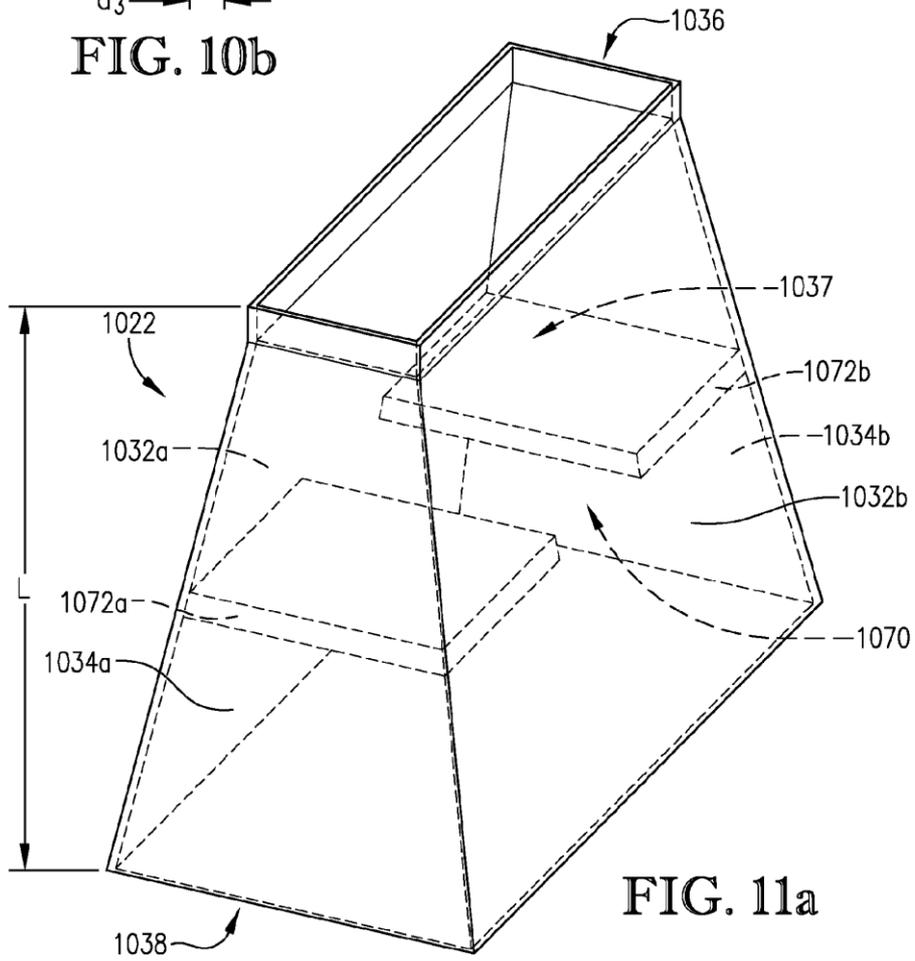


FIG. 11a

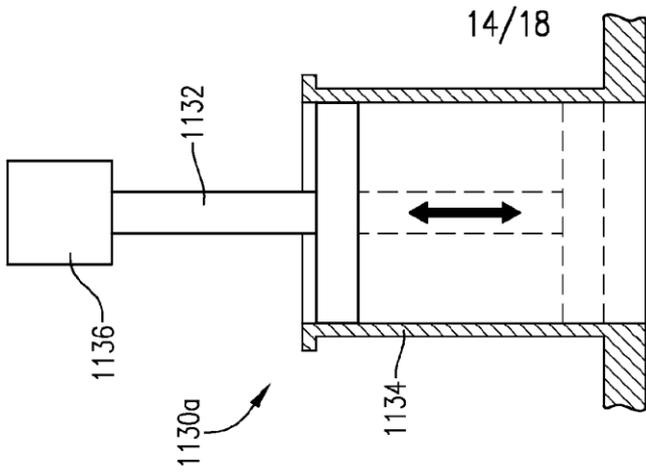


FIG. 12a

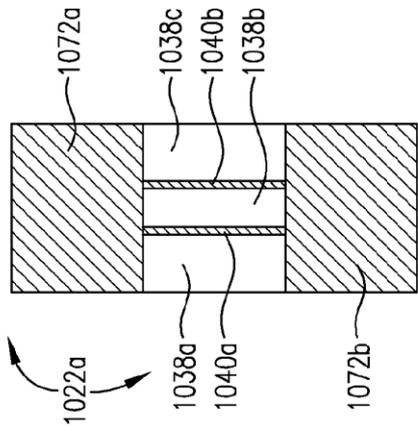


FIG. 11c

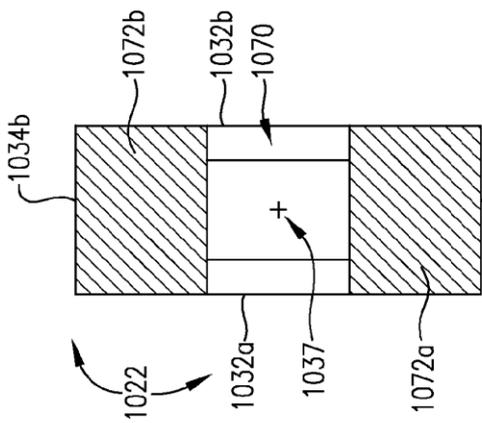


FIG. 11b

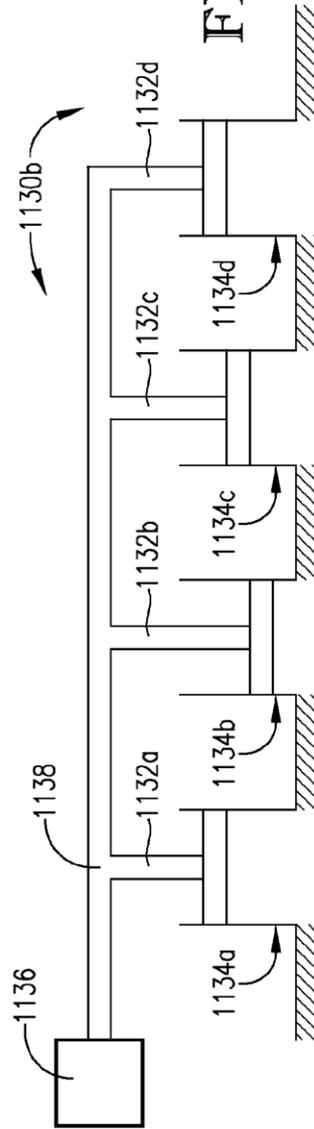


FIG. 12b

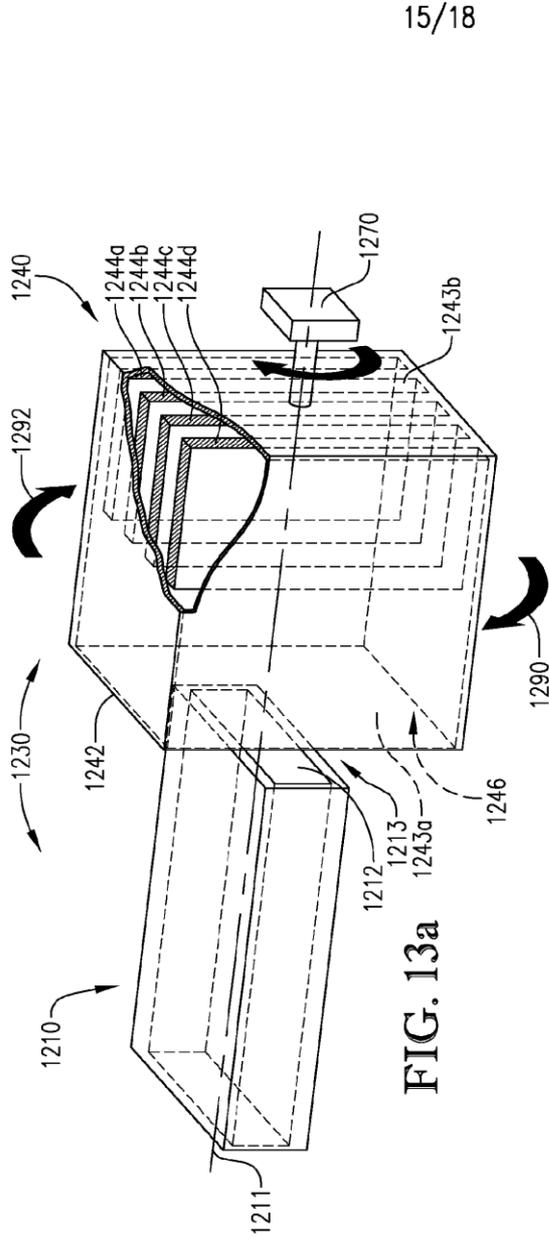


FIG. 13a

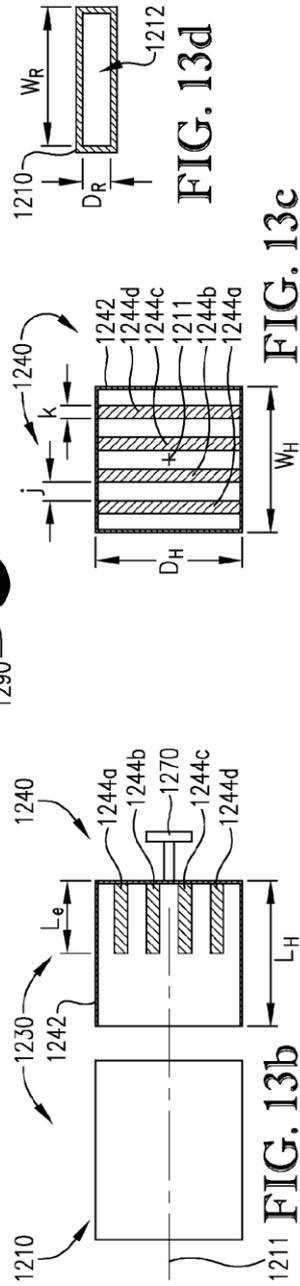


FIG. 13b

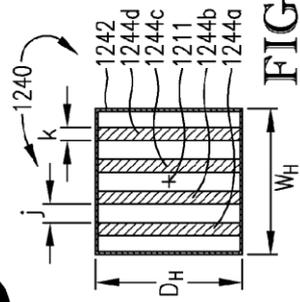


FIG. 13c

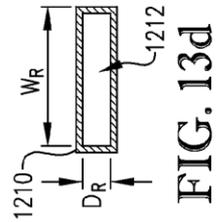


FIG. 13d

15/18

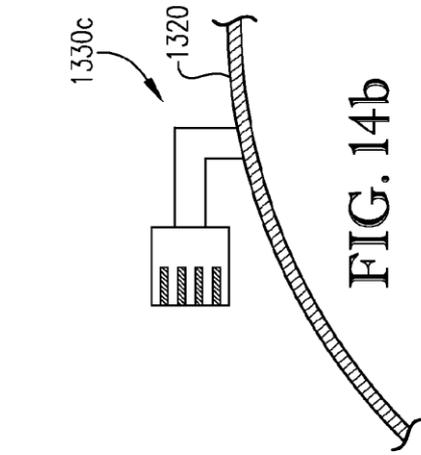


FIG. 14b

16/18

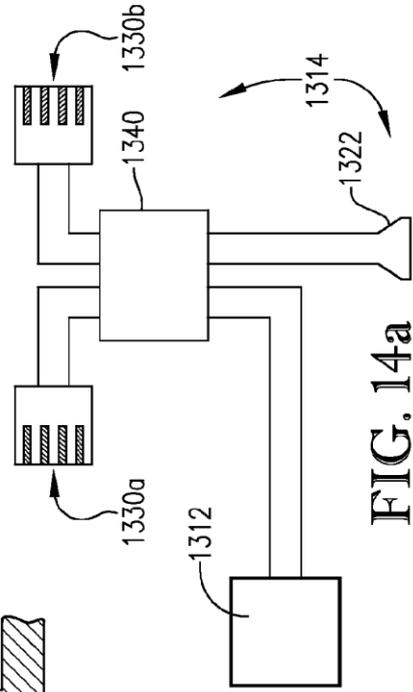


FIG. 14a

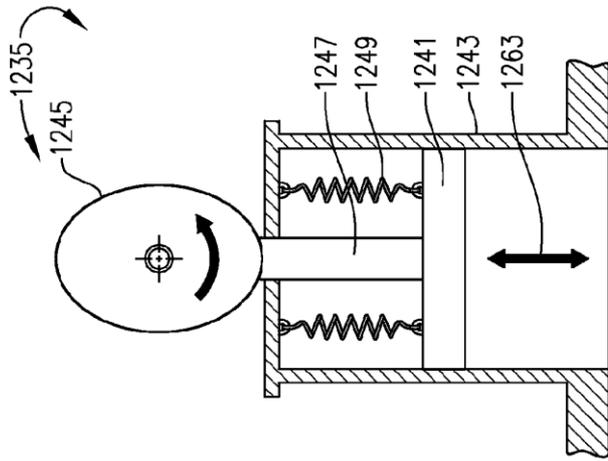


FIG. 13f

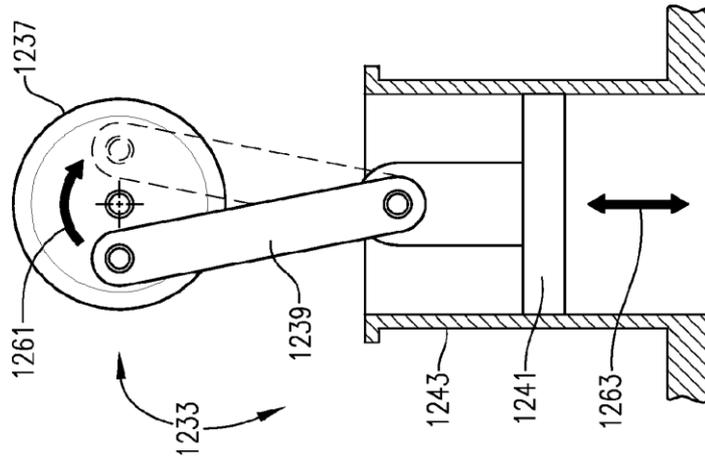


FIG. 13e

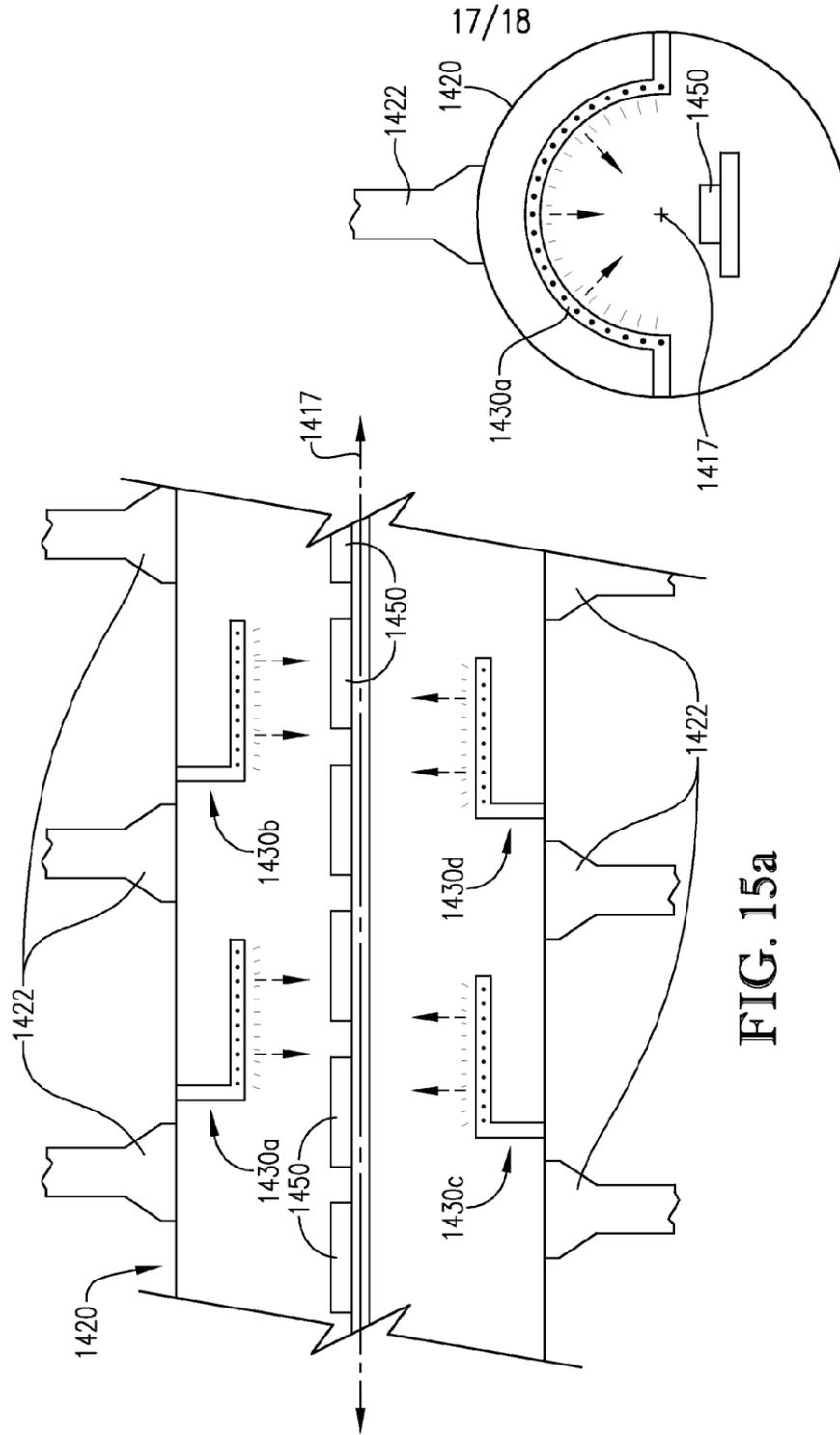


FIG. 15a

FIG. 15b

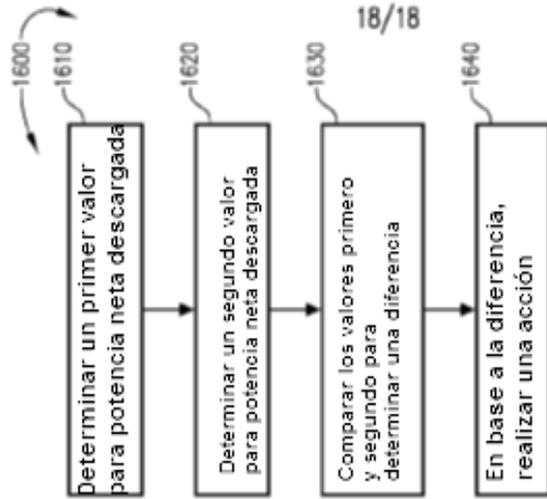


FIG. 17

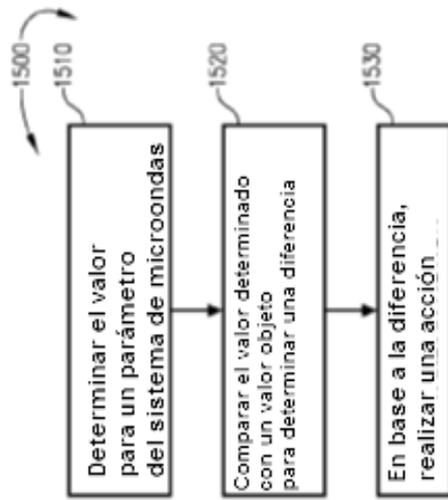


FIG. 16

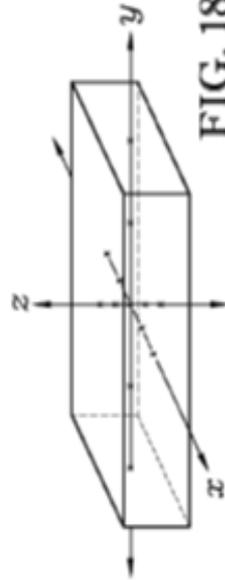


FIG. 18