

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 788**

51 Int. Cl.:

H05B 6/70 (2006.01)

H05B 6/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013** **E 17158472 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3300456**

54 Título: **Proceso mejorado 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:
18.03.2021

73 Titular/es:

MICROWAVE MATERIALS TECHNOLOGIES, INC.
(100.0%)
10537 Lexington Drive
Knoxville, TN 37932, US

72 Inventor/es:

KIMREY, HAROLD DAIL JR. y
CUNNINGHAM, GREGORY EUGENE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 812 788 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

Proceso mejorado de calentamiento por microondas

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un proceso continuo para calentar una pluralidad de artículos en un sistema de calentamiento por microondas.

Antecedentes

10 La radiación electromagnética, tal y como la radiación por microondas, es un mecanismo conocido para suministrar energía a un objeto. La capacidad de la radiación electromagnética de penetrar y calentar un objeto de una manera rápida y eficaz ha demostrado ser ventajosa en muchos procesos químicos e industriales. Debido a esta capacidad de calentar rápida y completamente un artículo, la energía de microondas ha sido utilizada en procesos de calentamiento en donde se desea alcanzar rápidamente una temperatura mínima recomendada, tal y como, por ejemplo, los procesos de pasteurización y/o esterilización. Además, debido a que la energía de microondas generalmente no es invasiva, el calentamiento por microondas puede resultar particularmente útil para calentar materiales dieléctricos "sensibles", tal y como alimentos y productos farmacéuticos. Sin embargo, a la fecha, las complejidades y matices de aplicar de manera segura y eficaz la energía de microondas, especialmente a escala comercial, ha limitado severamente su aplicación en varios tipos de procesos industriales. El documento WO 2005/023013 A2 (UNIV WASHINGTON; TANG JUMING; LIU FANG; PATHAK SURYA KU) describe un aparato para pasteurizar y/o esterilizar productos alimenticios de acuerdo con la técnica anterior.

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

Compendio

La presente invención se refiere a un proceso continuo para calentar múltiples artículos en un sistema de calentamiento por microondas de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes tratan de realizaciones particulares cubiertas por la invención.

25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1a es un diagrama de flujo de proceso que describe un sistema de calentamiento por microondas para calentar uno o más artículos, que ilustra, en particular, un sistema que comprende una zona de termalización, una zona de calentamiento por microondas, una zona de retención opcional, una zona de enfriamiento, y un par de zonas de ajuste de presión;

30 la Figura 1b es un diagrama esquemático de un sistema de calentamiento por microondas 10, en particular cada una de las zonas del sistema de calentamiento por microondas 10 esbozadas en el diagrama provisto en la Figura 1a;

la Figura 2a es una vista de extremo esquemática transversal de un recipiente de proceso, que ilustra, en particular, un sistema transportador que incluye un par de líneas de transporte dispuestas en una configuración una contigua a la otra;

35 la Figura 2b es una vista esquemática superior recortada del recipiente de proceso que se muestra en la Figura 2a, que ilustra, en particular, la disposición de las líneas de transporte una contigua a la otra y espaciadas respecto del eje de transporte que se extiende a través del recipiente;

la Figura 2c es una vista de extremo esquemática transversal de otro proceso, que ilustra, en particular, un sistema transportador que incluye un par de líneas de transporte dispuestas en una configuración apilada.

40 la Figura 2d es una vista esquemática lateral recortada del recipiente de proceso que se muestra en la Figura 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 Figura 3 es una vista en perspectiva de un portador configurado para asegurar y transportar los artículos que se están calentando a través de un recipiente de proceso relleno de líquido;

45 la Figura 4a es una vista parcial lateral recortada 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 utilizando un sistema de transferencia por portador.

50 la Figura 4b es una vista parcial lateral recortada de un sistema de calentamiento por microondas que incluye una zona de ajuste de presión similar a la descrita en la Figura 4a, pero que ilustra, en particular, un sistema de transferencia por portador dispuesto casi completamente dentro de la zona de ajuste de presión;

- la Figura 4c es una vista esquemática parcial de la zona de ajuste de presión similar a las descritas en las Figuras 4a y 4b, pero que ilustra un sistema de transferencia por portador para mover los artículos desde la zona de termalización a la zona de calentamiento por microondas;
- 5 la Figura 4d es una vista esquemática parcial de la zona de ajuste de presión similar a las descritas en las Figuras 4a y 4b, pero que ilustra otro sistema de transferencia por portador para mover los artículos desde la zona de termalización a la zona de calentamiento por microondas;
- la Figura 5a es una vista parcial lateral recortada de un dispositivo de compuerta de cierre, que ilustra, en particular, el conjunto de compuerta en una posición abierta;
- 10 la Figura 5b es una vista parcial lateral recortada del dispositivo de compuerta de cierre descrito en la Figura 5a, que ilustra, en particular, el conjunto de compuerta en una posición cerrada con las placas de sellado en una posición retraída;
- la Figura 5c es una vista parcial lateral recortada del dispositivo de compuerta de cierre descrito en las Figuras 5a y 5b, que ilustra, en particular, el conjunto de compuerta en una posición cerrada con las placas de sellado en una posición extendida;
- 15 la Figura 5d es una vista parcial ampliada del conjunto de compuerta descrito en las Figuras 5a-c, que ilustra, en particular, un cojinete utilizado para mover las placas de sellado del conjunto de compuerta;
- la Figura 6a es una vista esquemática parcial lateral recortada de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, el recipiente de calentamiento y el sistema de distribución de microondas;
- 20 la Figura 6b es una vista esquemática superior de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, una configuración de lanzadores de microondas en un sistema de calentamiento que utiliza un sistema de transporte multi-línea;
- la Figura 6c es una vista esquemática lateral de la zona de calentamiento por microondas ilustrada en la Figura 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;
- 25 la Figura 7a es una vista parcial lateral recortada de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, un lanzador de microondas inclinado y en donde se muestra el significado del término "ángulo de inclinación de lanzamiento" (β);
- la Figura 7b es una vista parcial lateral recortada, que ilustra, en particular, un sistema de distribución de microondas que comprende múltiples lanzadores inclinados;
- 30 la Figura 8a es una vista parcial lateral ampliada y recortada de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, una realización de una ventana de microondas ubicada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;
- la Figura 8b es una vista parcial lateral ampliada y recortada de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, otra realización de una ventana de microondas ubicada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;
- 35 la Figura 8c es una vista parcial lateral ampliada y recortada de una porción de una zona de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, incluso otra realización de una ventana de microondas ubicada cerca de la abertura de descarga de al menos un lanzador de microondas de la zona de calentamiento;
- la Figura 9a es una vista isométrica de un lanzador de microondas;
- 40 la Figura 9b es una vista lateral longitudinal del lanzador de microondas ilustrado en la Figura 9a;
- la Figura 9c es una vista de extremo del lanzador de microondas ilustrado en las Figuras 9a y 9b, que ilustra, en particular, un lanzador que presenta una salida acampanada;
- la Figura 9d es una vista de extremo del lanzador de microondas ilustrado de forma general en las Figuras 9a y 9b, que ilustra, en particular, un lanzador que presenta una entrada y una salida de aproximadamente el mismo tamaño;
- 45 la Figura 9e es una vista de extremo del lanzador de microondas ilustrado de forma general en las Figuras 9a y 9b, que ilustra, en particular, un lanzador que presenta una salida troncocónica;
- la Figura 10a es una vista isométrica de otro lanzador de microondas, que ilustra, en particular, un lanzador que comprende una única entrada de microondas y múltiples salidas de microondas;
- la Figura 10b es una vista vertical transversal del lanzador de microondas ilustrado en la Figura 10a, que ilustra, en

particular, las múltiples salidas de microondas;

la Figura 10c es una vista vertical transversal del lanzador de microondas ilustrado en las Figuras 10a y 10b, que muestra, en particular, el par de tabiques divisores utilizados para crear pasos de microondas individuales entre la entrada y las múltiples salidas del lanzador de microondas;

- 5 la Figura 11a es una vista isométrica de un lanzador de microondas, que muestra, en particular, un iris inductivo integrado dispuesto entre la entrada y la salida del lanzador;

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

- 10 la Figura 11c es una vista horizontal transversal de otro lanzador de microondas similar al lanzador ilustrado en la Figura 11a, pero que incluye un par de tabiques divisores además de un iris inductivo dispuesto entre la entrada y la salida del lanzador;

la Figura 12a es una vista lateral recortada de un compensador de fases, que ilustra, en particular, un dispositivo de sintonización tipo émbolo que incluye un único émbolo;

- 15 la Figura 12b es una vista esquemática lateral recortada de un compensador de fases, que ilustra, en particular, un dispositivo de sintonización tipo émbolo que incluye múltiples émbolos accionados mediante un vástago giratorio común;

la Figura 13a es una vista lateral en perspectiva de un compensador de fases, que ilustra, en particular, un compensador de fases giratorio;

la Figura 13b es una vista longitudinal transversal del compensador de fases giratorio ilustrado en la Figura 13a;

- 20 la Figura 13c es una vista lateral transversal de la sección giratoria del compensador de fases giratorio ilustrado en la Figura 13a y 13b, que muestra, en particular, el ancho y espaciado de las placas dispuestas dentro del alojamiento;

la Figura 13d es una vista lateral transversal de la sección fija del compensador de fases giratorio descrito en las Figuras 13a y 13b, que ilustra, en particular, las dimensiones de la sección fija;

- 25 la Figura 13e es una vista lateral recortada de un compensador de fase giratorio, que ilustra, en particular, un sistema de accionamiento que incluye un miembro de manivela giratorio;

la Figura 13f es una vista lateral recortada de un compensador de fases giratorio, que ilustra, en particular, un sistema de accionamiento que incluye un grupo de resortes de compresión;

La Figura 14a es una vista esquemática parcial, lateral y recortada de un sistema de distribución de microondas que utiliza dos compensadores de fases para compensación de fases y/o sintonización de impedancia.

- 30 la Figura 14b es una vista esquemática parcial lateral recortada de un recipiente de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, un compensador de fases acoplado al recipiente para utilizar como sintonizador de frecuencia;

- 35 la Figura 15a es una vista esquemática parcial lateral recortada de una porción de un sistema de calentamiento por microondas, que ilustra, en particular, una zona de termalización que incluye múltiples agitadores de chorros de fluido;

la Figura 15b es una vista inferior de una zona de termalización similar a la descrita en la Figura 15a, que ilustra, en particular, una realización en la que el agitador de chorro de fluido está posicionado de manera circunferencial dentro de la zona de termalización;

- 40 la Figura 16 es un diagrama de flujo que representa las etapas principales de un método para controlar un sistema de microondas;

la Figura 17 es un diagrama de flujo que representa las etapas principales de un método para determinar la potencia neta descargada de al menos un lanzador de microondas que utiliza dos o más pares de acopladores direccionales;

- 45 la Figura 18 es una representación isométrica de la ubicación de los termopares insertados en un paquete de prueba para determinar la temperatura mínima del paquete que determina el perfil de calentamiento para un artículo.

Descripción detallada

A continuación, se describen los procesos de microondas de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención y sistemas para calentar múltiples artículos según realizaciones no cubiertas por la presente invención. Ejemplos de artículos apropiados para calentar en sistemas y procesos pueden incluir, pero no están limitados a,

alimentos, fluidos médicos e instrumental médico. En una realización, los sistemas de microondas descritos en la presente memoria se pueden utilizar para pasteurizar y/o esterilizar los artículos que se calientan. En general, la pasteurización implica el calentamiento rápido de un artículo o artículos a una temperatura mínima de entre 80°C y 100°C, mientras que la esterilización implica el calentamiento de uno o más artículos a una temperatura mínima de entre 100°C y 140°C. Sin embargo, la pasteurización y esterilización pueden llevarse a cabo en simultáneo o casi en simultáneo y es posible configurar muchos procesos y sistemas tanto para pasteurizar como para esterilizar uno o más artículos. A continuación, se describirán en detalle con referencia a las Figuras diversos sistemas y procesos de microondas configurados para calentar uno o más tipos de artículos.

Volviendo 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, mientras que en la Figura 1b se describe un sistema de microondas 10 que se utiliza para calentar múltiples artículos según los procesos descritos en la Figura 1a. Tal y 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 temperatura sustancialmente uniforme. Una vez termalizados, los artículos pueden entonces pasar de manera opcional 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 porción de la zona de calentamiento mediante uno o más lanzadores de microondas, generalmente ilustrados como lanzadores 18 en la Figura 1b. Los artículos calentados pueden entonces pasar de manera opcional a través de una zona de retención 20, en donde los artículos se pueden mantener a una temperatura constante durante un determinado período de tiempo. A continuación, los artículos entonces pueden pasar a una zona de enfriamiento 22, en donde la temperatura de los artículos se reduce rápidamente a una temperatura de manipulación apropiada. A partir de ese momento, los artículos enfriados pueden pasar de manera opcional a través de una segunda zona de ajuste de presión 14b antes de ser retirados del sistema 10 y ser adicionalmente utilizados.

El sistema de microondas 10 se puede configurar para calentar varios tipos diferentes de artículos. Los artículos calentados en el sistema de microondas 10 pueden comprender alimentos, tal y como, por ejemplo, frutas, vegetales, carnes, pastas, comidas preparadas, e incluso bebidas. Los artículos calentados en un sistema de microondas 10 pueden comprender fluidos médicos empaquetados o instrumental médico y/o odontológico. Los artículos procesados dentro del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden tener cualquier tamaño o forma apropiada. Cada artículo puede tener una longitud (dimensión más larga) de al menos aproximadamente 5,08 cm (2 pulgadas), al menos aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas), al menos aproximadamente 15,24 cm (6 pulgadas) y/o no más de aproximadamente 45,72 cm (18 pulgadas), no más de aproximadamente 30,48 cm (12 pulgadas), o no más de aproximadamente 25,4 cm (10 pulgadas); un ancho (segunda dimensión más larga) de al menos aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada), al menos aproximadamente 5,08 cm (2 pulgadas), al menos aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas) y/o no más de aproximadamente 30,48 cm (12 pulgadas), no más de aproximadamente 25,4 cm (10 pulgadas), o no más de aproximadamente 20,32 cm (8 pulgadas); y/o una profundidad (dimensión más corta) de al menos aproximadamente 1,27 cm (0,5 pulgadas), al menos aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada), al menos aproximadamente 5,08 cm (2 pulgadas) y/o no más de aproximadamente 20,32 cm (8 pulgadas), no más de aproximadamente 15,24 cm (6 pulgadas), no más de aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas). Los artículos pueden comprender artículos individuales o paquetes que presentan una forma generalmente rectangular o tipo prisma o pueden comprender una red continua de artículos o paquetes conectados que pasan a través del sistema de microondas 10. Los artículos o paquetes pueden estar fabricados con 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 transportadores

Cada una de las zonas de termalización, calentamiento por microondas, retención y/o enfriamiento 12, 16, 20, y 22 descritas anteriormente se puede definir dentro de un único recipiente, tal y como se describe de forma general en la Figura 1b, mientras que al menos una de las etapas descritas anteriormente se puede definir dentro de uno o más recipientes separados. Al menos una de las etapas descritas arriba se puede llevar a cabo en un recipiente que está relleno 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 gas o un líquido que tenga una constante dieléctrica mayor que la constante dieléctrica del aire y 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 comprende agua) puede ser particularmente apropiado para sistemas utilizados para calentar artículos o dispositivos comestibles y/o médicos. Aditivos, tal y como, por ejemplo, lubricantes, alcoholes, glicoles y sales pueden agregarse de manera opcional al medio líquido para alterar o mejorar sus propiedades físicas (por ejemplo, punto de ebullición) durante el procesamiento, si fuese necesario.

El sistema de microondas 10 puede incluir al menos un sistema transportador (no se muestra en las Figuras 1a y 1b) para transportar los artículos a través de una o más de las zonas de procesamiento descritas anteriormente. Los ejemplos de sistemas transportadores apropiados pueden incluir, pero no estar limitados a, cintas transportadoras de plástico o caucho, transportadores de cadena, transportadores de rodillo, transportadores flexibles o de multi-flexión, transportadores de malla metálica, transportadores de cangilones, transportadores neumáticos, transportadores de tornillo sin fin, transportadores de canal o vibrantes, y combinaciones de los mismos. El sistema transportador puede incluir cualquier cantidad de líneas de transporte individuales y puede estar dispuesto de cualquier manera apropiada 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 adaptarse en dirección lateral o vertical.

Volviendo ahora a las Figuras 2a-2d, se ofrecen realizaciones no cubiertas por la invención 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 espaciadas lateralmente, y sustancialmente paralelas 112, 114 posicionadas en una configuración en general una contigua a la otra dentro del recipiente 120. Tal y como se muestra en la vista superior recortada del recipiente 120 en la Figura 2b, las líneas de transporte 112 y 114 pueden estar espaciadas lateralmente unas de otras 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, se ha de comprender que, en una realización, las líneas de transporte 112, 114 también pueden estar posicionadas a diferentes elevaciones verticales. Además, el sistema transportador 110 representado en las Figuras 2a y 2b también puede incluir múltiples pares de líneas de transporte espaciadas lateralmente (esta realización no se muestra), de tal manera que los pares de líneas de transporte espaciadas lateralmente estén espaciados verticalmente unos de otros a lo largo de la dimensión vertical del recipiente 120.

En las Figuras 2c y 2d se muestra otra realización de un sistema transportador 110 que incluye un par de líneas de transporte 116, 118 espaciadas verticalmente, sustancialmente paralelas y posicionadas en una disposición apilada dentro del interior del recipiente 120. Las líneas de transporte 116 y 118 pueden estar configuradas encima o debajo del eje de transporte 122, que generalmente puede extenderse a lo largo de la longitud del recipiente 120, tal y como se muestra en la vista lateral recortada del recipiente 120 provista en la Figura 2d. Además, de una manera similar a la descrita previamente, el recipiente 120 ilustrado en las Figuras 2c y 2d también puede incluir múltiples pares de líneas de transporte, espaciados lateralmente unos de otros dentro del recipiente. Además, cada línea de transporte del par puede, o no, estar descentrada respecto de la otra en una dirección lateral. En una realización adicional (no se muestra), el recipiente 120 puede incluir una única línea de transporte, posicionada en el tercio medio del volumen interno del recipiente 120, o posicionada en o cerca de la línea central del recipiente. A continuación, se describirán en detalle particularidades adicionales de los sistemas transportadores según diversas realizaciones no cubiertas por la presente invención.

Cuando un sistema transportador se utiliza para transportar artículos a través de un recipiente de proceso relleno de líquido, se pueden utilizar uno o más portadores u otros mecanismos de fijación para controlar la posición de los artículos durante su paso a través del medio líquido. Una realización de un portador 210 apropiado se ilustra en la Figura 3. Tal y como se muestra en la Figura 3, el portador 210 comprende una superficie de fijación inferior 212a y una superficie de fijación superior 212b configurada para asegurar cualquier cantidad apropiada 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, tal y como se ilustra de manera general 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 fabricado 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 transparente a microondas. En algunas realizaciones, el material puede ser un material disipativo. En algunas realizaciones, el portador 210 puede no comprender prácticamente ningún metal.

Las superficies de fijación superior e inferior 212a, 212b pueden estar unidas entre sí mediante un dispositivo de fijación, que se muestra como un fijador 219 en la Figura 3, y, una vez montado, el portador 210 puede estar unido o fijado al sistema transportador (no se muestra en la Figura 3) según cualquier mecanismo de unión apropiado. En una realización, al menos un lado (o borde) del portador 210 puede incluir uno o más mecanismos de unión, tal y como, por ejemplo, ganchos superiores e inferiores 218a, 218b ilustrados en la Figura 3, para fijar el portador 210 a una porción (por ejemplo, una barra, un carril, una cinta, o una cadena) del sistema transportador (no se muestra). Dependiendo del espesor y/o del peso de los artículos 216, el portador 210 puede solo incluir un gancho 218a, 218b para fijar el portador 210 al sistema transportador. El sistema transportador utilizado para transportar artículos 216 puede estar configurado para transportar múltiples portadores a lo largo de una o más líneas de transporte y los portadores pueden estar dispuestos en una configuración de contigüidad y espaciada lateralmente y/o una configuración apilada y espaciada verticalmente tal y como se describe anteriormente. Cuando el sistema de transporte incluye múltiples líneas de transporte, cada línea de transporte incluye un único portador para sostener múltiples artículos 216, o cada línea de transporte puede sostener múltiples portadores apilados o espaciados lateralmente unos respecto de otros.

Nuevamente con referencia a las Figuras 1a y 1b, los artículos incluidos en el sistema de microondas 10 inicialmente se introducen en una zona de termalización 12, en donde los artículos se termalizan para alcanzar una temperatura sustancialmente uniforme. En una realización, al menos aproximadamente el 85 por ciento, al menos aproximadamente el 90 por ciento, al menos aproximadamente el 95 por ciento, al menos aproximadamente el 97 por ciento, o al menos aproximadamente el 99 por ciento de todos los artículos retirados de la zona de termalización 12 tienen una temperatura comprendida dentro de alrededor de 5°C, 2°C, o 1°C de cada uno. Tal y como se utiliza en la presente memoria, los términos "termalizar" y "termalización" se refieren generalmente a una etapa de equilibrar o igualar 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 relleno de líquido a una presión de no más de aproximadamente 68,9476 kpa (10 psig), de no más de aproximadamente 34,4738 kpa (5 psig) o de no más de aproximadamente 13,7895 kpa (2 psig). Los artículos que se someten a termalización pueden tener un tiempo de estancia promedio en una zona de termalización 12 de al menos aproximadamente 30 segundos, de al menos aproximadamente 1 minutos, de al menos aproximadamente 2 minutos, de al menos aproximadamente 4 minutos y/o de no más de 20 minutos, de no más de 15 minutos, o de no más de 10 minutos. En una realización, los artículos retirados de la zona de termalización 12 pueden tener una temperatura de al menos aproximadamente 20°C, de al menos aproximadamente 25°C, de al menos aproximadamente 30°C, de al menos aproximadamente 35°C y/o de no más de aproximadamente 70°C, de no más de aproximadamente 65°C, de no más de aproximadamente 60°C, o de no más de aproximadamente 55°C.

En una realización en donde la zona de termalización 12 y la zona de calentamiento por microondas 16 funcionan a presiones sustancialmente diferentes, los artículos que se retiran de la zona de termalización 12 pueden primero pasar a través de una zona de ajuste de presión 14a antes de entrar a la zona de calentamiento por microondas 16, tal y como se ilustra de forma general en las Figuras 1a y 1b. La zona de ajuste de presión 14a puede ser cualquier zona o sistema configurado como zona de transición de los artículos que se están calentando entre un área de presión más baja y un área de presión más alta. En una realización, la zona de ajuste de presión 14a se puede configurar como zona de transición de los artículos entre dos zonas que tienen una diferencia de presión de al menos aproximadamente 6,89476 kpa (1 psi), de al menos aproximadamente 34,4738 kpa (5 psi), de al menos aproximadamente 68,9476 kpa (10 psi) y/o de no más de aproximadamente 344,738 kpa (50 psi), de no más de aproximadamente 310,264 kpa (45 psi), de no más de aproximadamente 275,79 kpa (40 psi), o de no más de aproximadamente 241,317 (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, tal y como se describe en detalle a continuación.

En la Figura 4a se ilustra 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. La zona de ajuste de presión 314a está configurada como zona de transición de múltiples artículos 350, que pueden estar fijados dentro de al menos un portador, entre una zona de termalización de presión más baja 312 y una zona de calentamiento por microondas de presión más alta 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 tal manera que la zona de ajuste de presión 314a contenga múltiples portadores al mismo tiempo. En otra realización, los múltiples portadores se pueden poner en fila y estar listos, por ejemplo, dentro de la zona de termalización 312, para hacer una transición a través de la zona de ajuste de presión 314a, cuyos detalles se describirán a continuación.

En la práctica, uno o más portadores 352a pueden hacer una transición desde la zona de termalización 312 a la zona de calentamiento por microondas 316, abriendo primero 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 dispuesta dentro de la zona de termalización 312 hacia una plataforma 334 dentro de la zona de ajuste de presión 314a, tal y como se muestra en la Figura 4a de forma general mediante el portador 352b de línea punteada.

A partir de ese momento, 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 válvula de equilibrado 336 para permitir que se iguale la presión entre la zona de ajuste 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, tal y como se muestra de forma general en el portador de línea punteada 352c en la Figura 4a. A continuación, el dispositivo de compuerta 338 y la válvula de equilibrado 336 se pueden cerrar en secuencia, volviendo a aislar la zona de calentamiento por microondas 316 de la zona de ajuste de presión 314a. El proceso entonces se puede repetir para transportar portadores adicionales desde la zona de termalización 312 a la zona de calentamiento por microondas 316 según sea necesario.

Según una realización, cada una de la zona de calentamiento por microondas 316 y la zona de termalización 312 se puede rellenar con un fluido no compresible o líquido, tal y como, por ejemplo, agua o disoluciones que incluyen agua. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "relleno" implica una configuración en la que al menos el 50 por ciento del volumen especificado está relleno con el medio de relleno. El "medio de relleno" puede ser un líquido, típicamente un líquido no compresible y puede ser o incluir, por ejemplo, agua. En algunas realizaciones, los volúmenes de "relleno" pueden ser de al menos aproximadamente 75 por ciento, de al menos aproximadamente 90 por ciento, de al menos aproximadamente 95 por ciento, o 100 por ciento relleno del medio de relleno. 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 tapaderas o válvulas de paso único, que se muestran como válvulas o tapaderas 342, 344 en la Figura 4a, para evitar filtraciones 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.

El transporte del portador 352 desde la zona de termalización 312 a través de la zona de ajuste de presión 314a y hacia la zona de calentamiento por microondas 316 se puede lograr mediante uno o más sistemas de transferencia de artículos automáticos, cuyas distintas realizaciones se ilustran en las Figuras 4b-4d. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia automática 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 microondas 316 para mover el portador 352 hacia dentro y/o fuera de la zona de ajuste de presión 314a. En una realización que se muestra en la Figura 4b, el sistema de transferencia 380 incluye dos dispositivos de transferencia de engranajes 381, 382 configurado para acoplar los dientes 353 dispuestos a lo largo del borde inferior del portador 352 y girar, tal y como indican las flechas 392a,b para tirar del portador 352 fuera de la zona de termalización 312 y/o empujar el portador 352 hacia la zona de calentamiento por microondas 316. Tal y 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.

En contraposición, algunas realizaciones del sistema de transferencia automática 380 pueden incluir uno o más dispositivos que se desplazan 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. Tal y como se describe en una realización que se muestra en la Figura 4c, una porción del sistema de transferencia automática 380 puede estar dispuesta 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 Figura 4c, los dispositivos de transferencia incluyen un brazo impulsor 381 configurado para impulsar 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 impulsor 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, tal y como se muestra de forma general con las flechas 394a,b en la Figura 4c.

Según otra realización ilustrada en la Figura 4d, el sistema de transporte automático 380 incluye una plataforma 334 que presenta una porción 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 dentro y fuera de la zona de termalización y de calentamiento por microondas 312, 316, tal y 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 descrito 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.

Independientemente de la configuración específica de los dispositivos de transferencia utilizados por el sistema de transferencia de artículos automático 380, el sistema de transferencia puede ser automático, o controlado, mediante un sistema de control automático 390, según se ilustra en las Figuras 4a y 4b. A pesar de que no se ilustra específicamente en las realizaciones ilustradas en las Figuras 4c y 4d, se ha de comprender que dichos sistemas de control 390 también se pueden utilizar en estas realizaciones. El sistema de control automático 390 se puede utilizar para controlar el movimiento y/o la sincronización de al menos una de la primera y segunda válvula de equilibrado 330, 336, de la primera y segunda válvula 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 sincronización de estos dispositivos o elementos para garantizar que los portadores dentro del sistema se muevan de una manera continua y uniforme.

Con referencia ahora a las Figuras 5a-5d, se provee una realización de un dispositivo de compuerta de cierre 420, apropiado para ser utilizado como dispositivo de compuerta 332 y/o 338 en la porción de sistema de microondas 310 ilustrado 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 miembros fijos separados entre sí 410, 412 que presentan superficies de sellado enfrentadas 414a,b y que definen un espacio receptor de compuerta 416 entre ellos. Cada uno de los miembros fijos separados entre sí 410, 412 pueden definir una abertura de paso de flujo 418a,b, que está limitada por una de las superficies de sellado 414a,b. Cada una de las aberturas de paso 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.

El dispositivo de compuerta de cierre 420 además comprende 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 (tal y como se muestra en las Figuras 5b y 5c), en donde el conjunto de compuerta 422 bloquea sustancialmente las aberturas de paso 418a,b, y una posición abierta (tal y como se muestra en la Figura 5a), en donde el conjunto de compuerta 422 no bloquea sustancialmente las aberturas de paso 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

miembro de accionamiento 428 dispuesto entre las placas de sellado 424, 426. Cuando el conjunto de compuerta 422 está configurado en la posición cerrada, el miembro de accionamiento 428 es desplazable, respecto de las placas de sellado 424, 426, entre una posición retraída (tal y como se muestra en la Figura 5b) y una posición extendida (tal y como se muestra en la Figura 5c). En una realización que se muestra en las 5a-c, el conjunto de compuerta 422 comprende al menos un par de cojinetes 430 dispuestos dentro del espacio definido entre las placas de sellado enfrentadas 424, 426, y está posicionado en el espacio receptor de compuerta 416 cuando el conjunto de compuerta 422 está en una posición cerrada, tal y como se muestra específicamente en las Figuras 5b y 5c. Cuando el miembro de accionamiento 428 se desplaza entre una posición retraída, tal y como se ilustra en la Figura 5b, hacia una posición extendida, tal y como se ilustra 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 una respecto de la otra hacia una posición de sellado, tal y como se muestra en la Figura 5c.

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 miembro de accionamiento 428. Según una realización, al menos uno de los cojinetes 430a puede estar sujeto de manera fija al miembro de accionamiento 428, según se ilustra en la vista parcial ampliada del conjunto de compuerta 422 provista en la Figura 5d. A medida que el miembro de accionamiento 428 se desplaza hacia abajo hacia 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 (ilustrada como placa 426 en la Figura 5d) y puede moverse a lo largo de la rampa (o ranura) 427 de las mismas. A medida que el cojinete pasa 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 así en una dirección tal y como lo indica la flecha 460. A pesar de que se muestra como que incluye un sólo par de cojinetes 430, se ha de comprender que se puede utilizar cualquier cantidad de cojinetes, posicionados a lo largo de la longitud vertical del miembro de accionamiento 428 y/o miembros de sellado 424, 426.

Cuando en una posición de sellado, tal y como se muestra en la Figura 5c, al menos una porción de las placas de sellado 424, 426 se engancha o entra en contacto físico respecto de la superficie de sellado enfrentada 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 enganchar las superficies de sellado 414a,b cuando las placas de sellado 424, 426 están en la posición de sellado. Cuando el miembro de accionamiento 428 se desplaza desde la posición extendida, tal y como se muestra en la Figura 5c, de nuevo hacia la posición retraída, tal y como se muestra en la Figura 5b, las placas de sellado 424, 426 se retraen una hacia la otra hacia la posición no sellada, tal y como se muestra en la Figura 5b. En la posición de no sellado, las placas de sellado 424, 426 están desenganchadas de las superficies de sellado enfrentadas 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 sellado 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 de sellado.

Nuevamente con referencia a las Figuras 1a y 1b, los artículos que salen de la zona de termalización 12, y pasan opcionalmente a través de la zona de ajuste de presión 14a, tal y como se describe antes, 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. Tal y como se lo utiliza en la presente memoria, el término "energía de microondas" se refiere a la energía electromagnética que presenta una frecuencia de entre 300 MHz y 30 GHz. En una realización, varias configuraciones de zona de calentamiento por microondas 16 pueden utilizar energía de microondas que presentan una frecuencia de aproximadamente 915 MHz o una frecuencia de aproximadamente 2,45 GHz, ambas habiendo sido designadas como frecuencias de microondas industriales. Además de la energía de microondas, la zona de calentamiento por microondas 16 puede utilizar opcionalmente una o más fuentes de calor, tal y como, por ejemplo, calor conductivo o convectivo u otros métodos o dispositivos de calentamiento convencionales. Sin embargo, al menos aproximadamente el 85 por ciento, al menos aproximadamente el 90 por ciento, al menos aproximadamente el 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.

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 donde el sistema de microondas 10 está configurado para esterilizar múltiples artículos, la temperatura umbral mínima (y la temperatura de funcionamiento mínima de la zona de calentamiento por microondas 16) puede ser de al menos aproximadamente 120°C, de al menos aproximadamente 121 °C, de al menos aproximadamente 122°C y/o de no más de aproximadamente 130°C, de no más de aproximadamente 128°C, o de no más de aproximadamente 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 aproximadamente 34,4738 kpa (5 psig), de al menos aproximadamente 68,9476 kpa (10 psig), de al menos aproximadamente 34,4738 kpa (15 psig), y/o de no más de aproximadamente 551,581 kpa (80 psig), de no más de aproximadamente 413,685 kpa (60 psig), o de no más de aproximadamente 275,79 kpa (40 psig). En una realización, la cámara de microondas presurizada puede ser una cámara rellena de líquido que presenta una presión de funcionamiento, de manera que los artículos que se están calentando puedan alcanzar una temperatura por encima del punto de ebullición normal del medio líquido empleado en la misma.

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 de estancia promedio de al menos aproximadamente 5 segundos, de al menos aproximadamente 20 segundos, de al menos aproximadamente 60 segundos y/o de no más de 10 minutos, de no más de 8 minutos, o de no más de 5 minutos. En las mismas u otras realizaciones, se puede configurar la zona de calentamiento por microondas 16 para aumentar la temperatura promedio de los artículos que se están calentando a al menos aproximadamente 20°C, a al menos aproximadamente 30°C, a al menos aproximadamente 40°C, a al menos aproximadamente 50°C, a al menos aproximadamente 75°C y/o a no más de aproximadamente 150°C, a no más de aproximadamente 125°C, o a no más de aproximadamente 100°C, a una velocidad de calentamiento de al menos aproximadamente 15°C por minuto (°C/min), al menos aproximadamente 25 °C/min, al menos aproximadamente 35°C/min y/o a no más de aproximadamente 75°C/min, a no más de aproximadamente 50°C/min, o a no más de aproximadamente 40°C/min.

Con referencia ahora a la Figura 6a, una realización de una zona de calentamiento por microondas 516 se ilustra como generalmente comprendiendo 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, ilustrados como lanzadores 522a-g en la Figura 6a, para descargar energía de microondas en el interior de la cámara de microondas 520. Tal y como se muestra en la Figura 6a, la zona de calentamiento por microondas 516 puede además comprender un sistema transportador 540 para transportar artículos 550 que se calentarán a través de la cámara de microondas 520. A continuación, se describirán en detalle cada uno de los componentes de la zona de calentamiento por microondas 516 según varias realizaciones no cubiertas de la presente invención.

El generador de microondas 512 puede ser cualquier dispositivo apropiado para generar energía de microondas de una longitud de onda deseada (λ). Los ejemplos de tipos de generadores de microondas apropiados pueden incluir, pero que no estar limitados a, magnetrones, klistrones, tubos de onda progresiva, y girotrones. A pesar de que se ilustra en la Figura 6a como si incluyera un único generador 512, se ha de comprender que el sistema de calentamiento por microondas 516 puede incluir una cantidad cualquiera de generadores dispuestos en cualquier configuración apropiada. 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 de 5, no más de 4, o no más de 3 generadores de microondas, dependiendo del tamaño y la disposición del sistema de distribución de microondas 514. A continuación, se describirán en detalle realizaciones específicas de una zona de calentamiento por microondas que incluye múltiples generadores.

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 variedad de formas transversales. Por ejemplo, en una realización, la cámara 520 puede tener una sección transversal generalmente circular o elíptica, mientras que, en otras realizaciones, puede tener una forma 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, se puede configurar para estar rellena al menos parcialmente con un medio líquido (una cámara rellena de líquido). La cámara de microondas 520 también puede estar configurada para recibir al menos una porción de la energía de microondas descargada de uno o más lanzadores de microondas 522 y, en una realización, puede estar configurada para permitir la formación de un patrón de onda estable (o estacionaria) en la misma. En una realización, al menos una dimensión de la cámara de microondas 520 puede ser de al menos aproximadamente 0,30 λ , de al menos aproximadamente 0,40 λ , o de al menos aproximadamente 0,50 λ , en donde λ es la longitud de onda de la energía de microondas descargada en la misma.

El sistema de distribución de microondas 514 comprende múltiples segmentos de guías o guía de ondas 518 para dirigir al menos una porción de la energía de microondas desde el generador 512 hasta la cámara de microondas 520. Las guías de onda 518 pueden estar diseñadas y construidas para propagar la energía de microondas de un modo predominante específico, que puede ser igual o diferente respecto del modo de la energía de microondas generada por el generador 512. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "modo" se refiere a un patrón de campo transversal generalmente fijo de energía de microondas. En una realización no cubierta de la presente invención, las guías de onda 518 pueden estar configuradas para propagar energía de microondas en un modo TE_{xy}, en donde x e y son números enteros dentro del intervalo 0 a 5. En otra realización no cubierta de la presente invención, las guías de onda 518 pueden estar configuradas para propagar energía de microondas en un modo TM_{ab}, en donde a y b son números enteros dentro del intervalo 0 a 5. Se ha de comprender que, tal y como se usa en la presente memoria, los intervalos de valores a, b, x, e y definidos arriba tal y como se utilizan para describir un modo de propagación de microondas se pueden aplicar en toda esta descripción. En una realización, el modo predominante de energía de microondas propagada a través de las guías de onda 518 y/o descargadas mediante lanzadores 522a-f puede seleccionarse del grupo que consiste en TE₁₀, TM₀₁, y TE₁₁.

Tal y como se muestra en la Figura 6a, un sistema de distribución de microondas 514 además comprende uno o más lanzadores de microondas 522a-f, definiendo cada uno al menos una abertura de lanzamiento 524a-f para descargar la energía de microondas en una cámara de microondas 520. A pesar de que se ilustra en la Figura 6a

como si incluyera seis lanzadores de microondas 522a-f, se ha de comprender que el sistema de distribución de microondas 514 puede incluir una cantidad cualquiera de lanzadores dispuestos en cualquier configuración apropiada. 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 iguales o diferentes tipos de lanzadores y, en una realización, al menos uno de los lanzadores 522a-f puede reemplazarse por una superficie reflectora (no se muestra) para reflejar al menos una porción de la energía de microondas descargada desde los otros lanzadores 522 hacia la cámara de calentamiento por microondas 520.

Cuando el sistema de distribución de microondas 514 incluye dos o más lanzadores, al menos algunos de los lanzadores pueden estar dispuestos generalmente sobre el mismo lado de la cámara de microondas 520. Tal y como se utiliza en la presente memoria, las palabras "lanzadores del mismo lado" se refieren a dos o más lanzadores posicionados generalmente sobre el mismo lado de una cámara de microondas. Dos o más lanzadores del mismo lado pueden también estar espaciados axialmente uno respecto de otro. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "espaciado axialmente" se refiere al espaciado en la dirección de transporte de los artículos a través del sistema de microondas (es decir, espaciado en la dirección de extensión del eje de transporte). Además, uno o más lanzadores 522 también pueden estar espaciados lateralmente de uno u otros lanzadores 522 del sistema. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "espaciado lateralmente" se refiere al espaciado en la dirección perpendicular a la dirección de transporte de los artículos a través del sistema de microondas (es decir, espaciado 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 el respectivo primer y segundo lado 521a,b de la cámara de microondas 520 y el lanzador 522a está espaciado axialmente del lanzador 522b y 522c, al igual que el lanzador 522e está espaciado axialmente de los lanzadores 522f y 522d.

Además, tal y como se muestra en la realización ilustrada 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. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "lanzadores opuestos" se refiere a dos o más lanzadores posicionados sobre lados generalmente opuestos de una cámara de microondas. En una realización, los lanzadores opuestos pueden estar enfrentados. Tal y como se usa en la presente memoria respecto de los lanzadores de microondas opuestos, el término "enfrentado" se refiere a lanzadores cuyos ejes de lanzamiento centrales están sustancialmente alineados unos con otros. En aras de la simplicidad, el eje de lanzamiento central 523c del lanzador 522c y el eje de lanzamiento central 523d del lanzador 522d son los únicos ejes de lanzador centrales ilustrados en la Figura 6a. Sin embargo, se ha de comprender que cada uno de los lanzadores 522a-f incluye unos ejes lanzadores similares.

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

En algunas realizaciones, la zona de calentamiento por microondas 516 puede incluir dos o más líneas de transporte que funcionan simultáneamente unas con otras. En las Figuras 6b y 6c se muestra un sistema transportador multi-línea 540 a modo de ejemplo. Tal y 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 con 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 espaciadas lateralmente, tal y como, por ejemplo, la primera, segunda y tercera línea de transporte 542a-c ilustradas 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 porciones 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 apropiado, incluyendo aquellos descritos previamente en detalle.

El sistema de calentamiento por microondas 516 ilustrado 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 la primera, segunda y tercera línea de transporte 542a-c puede estar configurada para recibir energía de microondas del respectivo primer, segundo y tercer grupo de lanzadores 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 ilustrados en la Figura 6b), mientras que, en la otra realización, un grupo de lanzadores puede incluir uno o más pares de lanzadores opuestos posicionados en diferentes lados de la cámara de microondas (por ejemplo, grupos que incluyen un par de lanzadores 522a y 522m, el grupo que incluye un par de lanzadores 522b y 522n, un grupo que incluye un par de lanzadores 522c y 522o, y un grupo que incluye un par de lanzadores 522d y 522p, tal y 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 escalonada (no se muestra) o pueden estar directamente opuestos unos respecto de los otros (por ejemplo, enfrentados), tal y como se ilustra en la Figura 6c. Según una realización, al menos un generador, ilustrado como generador 512a en la Figura 6b puede estar configurado para suministrar energía de microondas a al menos un grupo de lanzadores de microondas.

Tal y como se muestra particularmente en la Figura 6b, los lanzadores de microondas individuales 522 de línea de transporte adyacentes 542 pueden estar dispuestos en una configuración escalonada uno respecto del otro en la dirección de transporte. En una realización, uno o más lanzadores de microondas del mismo lado 522a-l pueden estar escalonados axialmente unos de otros. Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 6b, los lanzadores 522a-d asociados con la primera línea de transporte 542a están dispuestos en una configuración escalonada 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. Tal y como se utiliza en la presente memoria respecto de lanzadores de microondas del mismo lado, el término "escalonado/a axialmente" se referirá a lanzadores que están espaciados axialmente unos de otros en una distancia mayor a la mitad de la dimensión axial máxima de las aberturas de lanzamiento de los lanzadores. Tal y como se utiliza en la presente memoria respecto de lanzadores de microondas del mismo lado, el término "escalonado/a lateralmente" se referirá a lanzadores que están espaciados lateralmente unos de otros en una distancia mayor a la mitad de la dimensión lateral máxima de las aberturas de lanzamiento de los lanzadores.

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 una configuración sustancialmente alineada uno respecto del otro, tal y como se ilustra en las disposiciones de lanzadores 522a-d respecto de los lanzadores 522i-l que se muestran en la Figura 6b. De manera alternativa, al menos una porción de los lanzadores 522i-l asociada con la tercera línea de transporte 542c puede estar escalonada respecto de los lanzadores 522a-d de la primera línea de transporte 542a y/o segunda línea de transporte 542b (realización que no se muestra). A pesar de que en general se ilustra en la Figura 6b que existe un pequeño espacio o ni siquiera ningún espacio entre lanzadores de líneas de transporte adyacentes, se debe comprender que, en una realización, puede existir cierto espacio entre lanzadores de líneas adyacentes (por ejemplo, lanzadores 522a y 522e, lanzadores 522b y 522f, etc.). Además, los lanzadores individuales 522 pueden tener cualquier diseño o configuración apropiada y, en una realización, pueden incluir al menos una característica de una o más realizaciones no cubiertas de la presente invención que se describirán en detalle en la presente memoria.

Con referencia 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. Tal y como se muestra en la Figura 7a, un lanzador de microondas 622 está configurado para descargar energía de microondas a lo largo de un eje de lanzamiento central 660 hacia un sistema transportador 640 configurado para transportar múltiples artículos 650 dentro de la cámara de microondas 620 a lo largo del eje de transporte 642. En una realización, el eje de lanzamiento central 660 puede estar inclinado de manera que un ángulo inclinado de lanzamiento, β , está definido entre el eje de lanzamiento central 660 y un plano normal al eje de transporte 642, ilustrado como plano 662 en la Figura 7a. Según una realización, el ángulo inclinado de lanzamiento β puede ser de al menos aproximadamente 2°, de al menos aproximadamente 4°, de al menos aproximadamente 5° y/o de no más de aproximadamente 15°, no más de aproximadamente 10°, o no más de aproximadamente 8°.

Con referencia ahora a la Figura 7b, se muestra otra realización de un sistema de calentamiento por microondas 616 como si incluyera 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 de lanzamiento centrales inclinados 660a-c. En una realización en donde 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 estar sustancialmente paralelos unos respecto de los otros, tal y como se los ilustra generalmente en los ejes de lanzamiento centrales 660a,b de los lanzadores 622a,b ilustrados en la Figura 7b. Tal y como se usa en la presente memoria, el término "sustancialmente paralelo" significa paralelo dentro de los 5°. En la misma o en otra realización, los ejes de lanzamiento centrales de dos o más lanzadores, especialmente de los lanzadores opuestos, dentro de la zona de calentamiento por microondas 616 pueden estar sustancialmente paralelos o sustancialmente alineados, tal y 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 de lanzamiento centrales orientados tal y como se describe anteriormente, cada lanzador puede definir un respectivo ángulo de inclinación de lanzamiento β_n dentro de los intervalos descritos anteriormente. En una realización, cada uno de los ángulos de inclinación de lanzamiento β_n de cada lanzador puede ser sustancialmente igual, mientras que, en otra realización, al menos uno de los ángulos de inclinación de lanzamiento β_n puede ser sustancialmente diferente de uno o más ángulos de inclinación de lanzamiento.

Nuevamente con referencia 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 de manera parcial 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 el 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 través de las mismas. Las ventanas 526a-f pueden estar fabricadas de cualquier material apropiado, que incluye, pero no está limitado a, uno o más materiales termoplásticos o vidrios tal y como teflón con fibra de vidrio en su interior, politetrafluoroetileno (PTFE), polimetilmetacrilato (PMMA), polieterimida (PEI), alúmina, vidrio, y combinaciones de los mismos. En una realización, las ventanas 526a-f pueden tener un espesor promedio de al menos aproximadamente 4 mm, de al menos aproximadamente 6 mm, de al menos aproximadamente 8 mm y/o de no más de aproximadamente 20 mm, de no más de aproximadamente 16 mm, o de no más de aproximadamente 12 mm y puede soportar una diferencia de presión de al menos aproximadamente 275,79 kpa (40 psi), de al menos aproximadamente 344,738 (50 psi), de al menos aproximadamente 517,107 kpa (75 psi) y/o de no más de aproximadamente 1378,95 kpa (200 psi), de no más de aproximadamente 1034,21 kpa (150 psi), o de no más de aproximadamente 827,371 kpa (120 psi) sin romperse, resquebrajarse o fallar de otro modo.

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

La superficie del lado de la 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, tal y como se describe anteriormente, o no. En una realización, la ventana 726 puede ser sustancialmente plana e inclinada respecto de la horizontal (ilustrada en la Figura 8a), mientras que, en la misma o en otra realización, la superficie del lado de la cámara 725 de la ventana 726 puede incluir una o más convexidades (tal y como se muestra en la Figura 8b) o concavidades (tal y como se muestra en la Figura 8c). Cuando la superficie del lado de la cámara 725 no es sustancialmente plana, se pueden formar uno o más (o n) ángulos inclinados totales tal y como se describe más arriba. Dependiendo de la configuración exacta de la superficie del lado de la 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.

Tal y como se describe previamente, los lanzadores de microondas 522a-f ilustrados en la Figura 6a pueden tener cualquier configuración apropiada. En las Figuras 9a-f se ofrecen diferentes vistas de un lanzador de microondas 822 configurado según una realización no cubierta por la presente invención. Haciendo referencia inicialmente a la Figura 9a, se ilustra el lanzador de microondas 822 como si comprendiera un conjunto de paredes laterales enfrentadas 832a,b y un conjunto de paredes enfrentadas 834a,b, que de forma colectiva definen una abertura de lanzamiento sustancialmente rectangular 838. Cuando la abertura de lanzamiento 838 comprende una abertura de forma rectangular, puede tener un ancho (W_1) y una profundidad (D_1) definidos, 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 de extremo 834a,b, de manera que la longitud del borde terminal inferior de las paredes laterales 832a,b, ilustrada como W_1 en la Figura 9a, puede ser mayor que la longitud del borde terminal inferior de las paredes de extremo 834a,b, ilustradas en la Figura 9a con el identificador D_1 . Tal y como se muestra en la Figura 9a, la porción alargada de las paredes laterales 832a,b y las paredes de extremo 834a,b también pueden definir de manera colectiva una vía 837 a través de la cual se puede propagar la energía de microondas a medida que pasa desde la entrada de microondas 836 hasta al menos una abertura de lanzamiento 838 definida por el lanzador 822.

Quando se utiliza para descargar energía de microondas en una cámara de microondas, la abertura de lanzamiento 838 puede alargarse en la dirección de extensión de la cámara de microondas (no se muestra) o en la dirección de transporte de los artículos en la misma. Por ejemplo, en una realización, las paredes laterales 832a,b y las paredes de extremo 834a,b del lanzador 822 pueden configurarse de manera que la dimensión máxima de la abertura de lanzamiento 838 (que se muestra 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 la misma. 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 de extremo

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).

Las Figuras 9b y 9c respectivamente ofrecen vistas de un lado lateral 832 y una pared de extremo 834 del lanzador de microondas 822 ilustrado en la Figura 9a. Se ha de comprender que, mientras que en las Figuras 9b y 9c se muestra solo una de las paredes laterales o de extremo 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 de extremo 834 se puede ensanchar con forma acampanada de manera que la dimensión de entrada (ancho W_0 o profundidad D_0) sea más pequeña que la dimensión de salida (ancho W_1 o profundidad D_1), tal y como se ilustra respectivamente en las Figuras 9b y 9c. Cuando se ensancha, cada una de las paredes laterales y de extremo 832, 834 define los respectivos ángulos de ensanchamiento de ancho y profundidad, θ_w y θ_d , tal y como se muestra en las Figuras 9b y 9c. En una realización, los ángulos de ensanchamiento de ancho y/o de profundidad θ_w y/o θ_d pueden ser de al menos aproximadamente 2° , de al menos aproximadamente 5° , de al menos aproximadamente 10° , o de al menos aproximadamente 15° y/o de no más de aproximadamente 45° , no más de aproximadamente 30° , o no más de aproximadamente 15° . En una realización, los ángulos de ensanchamiento de ancho y profundidad θ_w y θ_d pueden ser iguales, mientras que, en otra realización, los valores de θ_w y θ_d pueden ser diferentes.

Según una realización, el ángulo de ensanchamiento de profundidad θ_d puede ser menor que el ángulo de ensanchamiento de ancho θ_w . En algunas realizaciones, el ángulo de ensanchamiento de profundidad θ_d puede ser de no más de aproximadamente 0° , de manera que la profundidad de entrada D_0 y la dimensión de salida D_1 del lanzador de microondas 822 son sustancialmente iguales, tal y como se ilustra en la realización ilustrada en la Figura 9d. En otra realización, el ángulo de ensanchamiento de profundidad θ_d puede ser menor que 0° , de manera que D_1 sea menor que D_0 , tal y como se muestra en la Figura 9e. Cuando el lanzador 822 comprende un ángulo de ensanchamiento de profundidad de menos de 0° 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 ancho menor o igual a la profundidad y/o ancho de la entrada del lanzador. A continuación, se describen en detalle realizaciones adicionales de lanzadores multi-aberturas.

Según una realización no cubierta por la presente invención, la profundidad D_1 de la abertura de lanzamiento 838 puede ser de no más de aproximadamente $0,625 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,5 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,4 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,35 \lambda$, o no de no más de aproximadamente $0,25 \lambda$, en donde λ es la longitud de onda del modo predominante de la energía de microondas descargada de la abertura de lanzamiento 838. Si bien se intenta que la teoría no condicione, 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 donde el lanzador de microondas 822 comprende n aberturas de lanzamiento, la profundidad de cada abertura de lanzamiento, d_n , puede ser de no más de aproximadamente $0,625 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,5 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,4 \lambda$, de no más de aproximadamente $0,35 \lambda$, o de no más de aproximadamente $0,25 \lambda$. Cuando el lanzador de microondas 822 tiene múltiples aberturas, cada abertura puede tener una profundidad que es la misma o diferente respecto de una o más de las otras aberturas de lanzamiento del mismo lanzador.

Con referencia ahora a las Figuras 10a-c., se ilustra otra realización de un lanzador de microondas 922 apropiado para utilizar en sistemas de calentamiento por microondas descritos en la presente memoria como si comprendiera una única entrada de microondas 936 y dos o más aberturas de lanzamiento, que se muestran como aberturas de lanzamiento o de descarga 938a-c, para descargar energía de microondas de las mismas. El lanzador de microondas 922 ilustrado en las Figuras 10a-c incluye una primera, una segunda, y una tercera abertura de lanzamiento 938a-c separadas, que están espaciadas lateralmente unas de otras. A pesar de que en la presente memoria se definen tres aberturas de lanzamiento, se ha de comprender que el lanzador 922 puede incluir cualquier cantidad apropiada 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 de la primera, la segunda y la tercera abertura de lanzamiento 938a-c puede ser de al menos aproximadamente $0,05 \lambda$, de al menos aproximadamente $0,075 \lambda$, o de al menos aproximadamente $0,10 \lambda$ y/o no más de aproximadamente $0,25 \lambda$, no más de aproximadamente $0,15 \lambda$, o no más de aproximadamente $0,1 \lambda$, en donde λ es la longitud de onda del modo predominante de energía de microondas descargada desde el lanzador 922.

En una realización, cada una de la primera, segunda y tercera abertura de lanzamiento está separada por uno o más tabiques divisorios (o tabique) 940a,b dispuestos dentro del interior del lanzador 922, tal como se muestra en las Figuras 10a-c. El tabique 940a,b típicamente tiene un espesor igual al espaciado deseado 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, tal y como se muestra particularmente en la Figura 10c. Tal y como se muestra en la Figura 10c, cada una de las vías 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 la L_1 , L_2 , y L_3 puede ser sustancialmente diferente. Según una realización, particularmente ilustrada en la Figura 10c, una o más vías 937a-c pueden ser más extensas

que una o más vías 937a-c distintas.

Cuando una o más vías 937a-c son de diferentes longitudes que una o más vías distintas, las dimensiones (L_1 , L_2 , y/o L_3) de las vías 937a-c pueden estar ajustadas de manera que la velocidad de fase de la energía de microondas que se propaga a través de ellas se acelere a un ritmo más veloz dentro de las vías de microondas más largas (por ejemplo, L_1 y L_3 en la Figura 10c) que a través de las vías más cortas (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 vías de microondas (la realización no se muestra) y la longitud de cada vía es sustancialmente la misma. Por lo tanto, es posible que se necesite poco o ningún control de la velocidad de fase de la energía de microondas que pasa a través de las vías de igual longitud.

En la misma o en otra realización, cada una de las aberturas de lanzamiento 938a-c puede definir una profundidad, d_{1-3} , tal y como se ilustra de forma 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_{1-3} puede ser diferente. Tal y como se menciona anteriormente, una o más de las d_{1-3} pueden tener no más de aproximadamente $0,625\lambda$, no más de aproximadamente $0,5\lambda$, no más de aproximadamente $0,4\lambda$, no más de aproximadamente $0,35\lambda$, o no más de aproximadamente $0,25\lambda$, en donde λ es la longitud de onda del modo predominante de energía de microondas descargada de la abertura de lanzamiento 938a-c. Además, en una realización, al menos una de las dimensiones d_{1-3} puede ser menor o igual que la profundidad d_0 de entrada 936, tal y como se describe en detalle previamente. Tal y 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.

Nuevamente 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 dispositivo 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. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "dispositivo de asignación de microondas" se refiere a cualquier dispositivo o artículo que funciona para dividir la energía de microondas en dos o más porciones separadas, según una relación predeterminada. Tal y como se utiliza en la presente memoria, 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 de asignación de microondas específico. Por ejemplo, un dispositivo de asignación de microondas configurado para dividir la energía que pasa por el mismo a una relación de energía 1:1 puede estar configurado para dividir la potencia que se introduce en el mismo en dos porciones sustancialmente iguales.

Sin embargo, en una realización no cubierta por la presente invención, al menos uno de los dispositivos de asignación de microondas, que se muestran como los iris inductivos 570a-h y como el divisor en forma de T 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 es de 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 través de ellos según una relación de energía predeterminada de al menos aproximadamente 1:1.5, de al menos aproximadamente 1:2, de al menos aproximadamente 1:3 y/o de no más de aproximadamente 1:10, no más de aproximadamente 1:8, o no más de aproximadamente 1:6.

Cada uno de los dispositivos de asignación 570a2-h y/o 5 utilizados por el sistema de distribución de microondas 514 puede estar configurado para descargar energía según la misma relación, o uno o más dispositivos de asignación 570a-h pueden estar configurados con una relación de potencia diferente. Los dispositivos de asignación 570a-h y 572 pueden estar configurados de manera que sustancialmente la misma cantidad de potencia se descargue desde cada uno de los lanzadores 522a-f, mientras que, en otra realización, los dispositivos de asignación 570a-h y 572 pueden estar diseñados de manera colectiva para desviar y descargar más potencia de uno o más lanzadores 522a-f, descargando menos potencia a través del resto de los lanzadores 522a-f. Las relaciones de potencia específicas utilizadas por cada uno de los dispositivos de asignación de microondas 570a-h y 572, así como el patrón y 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.

En la práctica, una cantidad inicial de potencia de microondas se introduce en el sistema de distribución de microondas 514 y puede estar dividida en dos porciones a medida que 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 que, en otra realización, una de las dos porciones puede tener más potencia que la otra. Tal y como se muestra en la Figura 6a, cada porción puede pasar a un dispositivo respectivo 525a,b, opcionalmente pasando a través del compensador de fases 530 antes de entrar al distribuidor 525a,b. Centrando ahora la

descripción en el distribuidor de microondas 525a, se ha de comprender que la operación análoga es aplicable a un distribuidor inferior 525b que se muestra en la Figura 6a.

La potencia de microondas que sale del divisor 572 y, de manera opcional, del compensador de fases 530 (realizaciones que se describirán en detalle a continuación) puede entonces pasar a través del 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 mediante la salida 524a. La primera fracción de microondas de distribución se puede propagar en sentido descendente a lo largo de la guía de ondas 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 de no más de aproximadamente 1:1, de no más de aproximadamente 0,95:1, de no más de aproximadamente 0,90:1, de no más de aproximadamente 0,80:1, de no más de aproximadamente 0,70:1 o de no más de aproximadamente 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 de 1:1.

Debido a que la primera fracción de microondas de distribución se propaga hacia los lanzadores 522b, posteriormente se puede dividir 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 la guía de ondas 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 de al menos aproximadamente 0,80:1, de al menos aproximadamente 0,90:1, de al menos aproximadamente 0,95:1 y/o de no más de aproximadamente 1,2:1, de no más de aproximadamente 1,1:1, de no más de aproximadamente 1,05:1, o puede ser de aproximadamente 1:1. Posteriormente, el resto de la energía de microondas (por ejemplo, la totalidad de la segunda fracción de microondas de distribución) puede estar dirigida al lanzador de microondas definitivo 522c y ser descargada desde la salida de lanzamiento 524c.

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

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, tal y como se muestra en una realización ilustrada en las Figuras 11a y 11b. De manera alternativa, 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 una guía de onda que se muestra en la Figura 6a.

En la Figura 11a se muestra una realización de un lanzador de microondas 1022 que incluye un iris inductivo dispuesto dentro del mismo. El lanzador 1022 puede incluir al menos un iris inductivo 1070 ubicado entre su entrada de microondas 1036 y una o más aberturas de lanzamiento 1038, tal y como se ilustra de forma general en las Figuras 11a y 11b. Tal y como se muestra en las Figuras 11a y 11b, el iris 1070 puede estar definido por un par de paneles de iris inductivo 1072a,b dispuestos en lados opuestos del lanzador 1022. A pesar de que se ilustra como acoplado a paredes de extremo enfrentadas más estrechas 1034a,b del lanzador 1022, se ha de comprender que el primero y segundo panel de iris 1072a,b también pueden estar acoplados a paredes laterales enfrentadas 1032a,b más anchas del lanzador 1022. Tal y 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 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 aproximadamente 25 por ciento, al menos aproximadamente 40 por ciento, o al menos aproximadamente 50 por ciento y/o no más de aproximadamente 75 por ciento, no más de aproximadamente 60 por ciento, o no más de aproximadamente 55 por ciento del área total de la vía de microondas 1037 en la ubicación en la que están dispuestas. Cuando el lanzador de microondas 1022 comprende dos o más aberturas de lanzamiento, tal y como se muestra en la Figura 11c, el primero y segundo panel de iris 1072a,b pueden estar configurados para obstruir al menos una porción de cada una de las aberturas de lanzamiento 1038a-c del lanzador 1022.

Tal y como se muestra en la Figura 11a, el primer y segundo panel de iris 1072a,b pueden ser sustancialmente coplanares y pueden ser sustancialmente normales al eje de lanzamiento central del lanzador de microondas 1022. En algunas realizaciones, los paneles de iris 1072a,b pueden estar espaciados 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 espaciados de la entrada de microondas 1036 del lanzador 1022 en al menos aproximadamente un 10 por ciento, al menos aproximadamente un 25 por ciento, o al menos aproximadamente un 35 por ciento de distancia mínima entre la entrada de microondas 1036 y la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022. Asimismo, los paneles de iris 1072a,b pueden estar espaciados de la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022 en al menos aproximadamente un 10 por ciento, 25 por ciento, o 35 por ciento de distancia máxima (L) medida entre la entrada de microondas 1036 y la abertura de lanzamiento 1038 del lanzador 1022.

Nuevamente con referencia a la Figura 6a, el sistema de distribución de microondas 514 se ilustra como si comprendiera uno o más dispositivos o para aumentar la uniformidad y/o fuerza 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 ubicación y fuerza de las bandas de interferencia constructiva del campo de microondas creado dentro de cada zona de calentamiento individual 580a-c, que están respectivamente definidas entre los pares de lanzadores 522a y 522f, 522b y 522e, y 522c y 522d. En una realización, dicho dispositivo puede ser un compensador de fases, representado esquemáticamente en la Figura 6a como dispositivo 530, capaz de funcionar para compensar por ciclos la fase de la energía de microondas que pasa a través del mismo.

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 estancia promedio dentro de cada zona de calentamiento individual 580a-c, de al menos aproximadamente 2 segundos, de al menos aproximadamente 10 segundos, de al menos aproximadamente 15 segundos y/o de no más de aproximadamente 1 minuto, de no más de aproximadamente 45 segundos, o de no más de aproximadamente 30 segundos. En una realización, el tiempo de estancia promedio para los artículos 550 puede ser mayor que la velocidad de compensación de fases (t) para la que está configurado el compensador de fases 530. Por ejemplo, la relación del tiempo de estancia promedio de los artículos que pasan a través de una de las zonas de calentamiento individuales 580a-c respecto de la velocidad de compensación de fases del dispositivo 530 puede ser de al menos aproximadamente 2:1, de al menos aproximadamente 3:1, de al menos aproximadamente 4:1, de al menos aproximadamente 5:1 y/o de no más de aproximadamente 12:1, de no más de aproximadamente 10:1, o de no más de aproximadamente 8:1.

El compensador de fases 530 puede ser cualquier dispositivo apropiado para compensar de manera rápida y por ciclos la fase de energía de microondas que pasa a través del sistema de distribución de microondas 514. Según una realización, el compensador de fases 530 puede estar configurado para compensar la energía de microondas que pasa a través del mismo a una velocidad de compensación de fase (t) de al menos aproximadamente 1,5 ciclos por segundo, de al menos aproximadamente 1,75 ciclos por segundos, o de al menos aproximadamente 2,0 ciclos por segundo y/o de no más de aproximadamente 10 ciclos por segundo, de no más de aproximadamente 8 ciclos por segundo, y/o de no más de aproximadamente 6 ciclos por segundo. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "velocidad de compensación de fases" se refiere al número de ciclos de compensación de fases completos finalizados por segundo. Un "ciclo de compensación de fases completo" se refiere a una compensación de fase desde 0° a 180° y nuevamente a 0°. A pesar de que se muestra incluyendo un único compensador de fases 530, se ha de comprender que dentro del sistema de distribución de microondas 514 se puede utilizar cualquier cantidad apropiada de compensadores de fases.

En una realización, el compensador de fases 530 puede comprender un dispositivo de sintonización tipo émbolo capaz de funcionar para que se mueva en forma generalmente lineal (por ejemplo, movimiento de arriba hacia abajo) dentro de un cilindro para así provocar que la fase de la energía de microondas que pase a través del mismo se compense por ciclos. Las Figuras 12a y 12b ilustran dos realizaciones de un dispositivo de sintonización tipo émbolo 1130a,b apropiado para utilizar en un sistema de distribución de microondas 514. La Figura 12a describe un compensador de fases de un único émbolo 1130a que incluye un émbolo 1132 capaz de funcionar para moverse dentro de un único cilindro 1134 mediante un accionador automático 1136. La Figura 12b ilustra otra realización de un compensador de fases que comprende un compensador de fases de múltiples émbolos que incluye múltiples émbolos 1132a-d dispuestos y capaces de funcionar para moverse dentro de diversos cilindros correspondientes 1134a-d. Los 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 vástago de leva giratorio 1138. Cualquiera de los dispositivos de sintonización tipo émbolo 1130a,b puede estar conectado a un acoplador, tal y como, por ejemplo, un acoplador híbrido de ranura corta (no se muestra en las Figuras 12a y 12b) y puede ser utilizado en un sistema de distribución de microondas 514 como un compensador de fases 530 tal y como se describe más arriba.

Otra realización de un compensador de fases apropiado se representa en las Figuras 13a-e. En comparación con el compensador de fases o los dispositivos de sintonización ilustrados en las Figuras 12a y 12b, los compensadores de fases ilustrados en las Figuras 13a-e son compensadores de fases giratorios. Por ejemplo, tal y como se muestra en las Figuras 13a-c, una realización de un compensador de fases giratorio 1230, también referido como un circuito corto de fase variable, puede comprender una sección fija 1210 que define una primera abertura sustancialmente rectangular 1212 y una sección giratoria 1240 posicionada próxima a dicha primera abertura 1212. Tal y como se

muestra en la Figura 13a, un espacio 1213 puede estar definido entre la sección giratoria 1240 y la sección fija 1210 y, en una realización, un surco de microondas (no se muestra) puede estar al menos parcialmente dispuesto dentro del espacio 1213 para evitar el escape de energía de microondas desde las secciones fijas y giratorias 1210 y 1240.

La sección giratoria 1240 comprende un alojamiento 1242 y múltiples placas sustancialmente paralelas y separadas 1244a-d que se reciben dentro del alojamiento 1242. Tal y 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. Tal y como lo indican las flechas 1290, 1292 en la Figura 13a, la sección giratoria 1240 puede estar configurada 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 abertura 1212, 1246, tal y como se muestra de forma general en las Figuras 13a-c.

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 las dimensiones L_H , W_H , y D_H son de al menos aproximadamente $0,5\lambda$, de al menos aproximadamente $0,65\lambda$, de al menos aproximadamente $0,75\lambda$ y/o de no más de aproximadamente 1λ , de no más de aproximadamente $0,9\lambda$, o de no más de aproximadamente $0,75\lambda$, en donde λ es la longitud de onda de la energía de microondas cuyo circuito corto de fase variable 1230 está configurado para pasar entre la primera y segunda abertura 1212 y 1246. En una realización, al menos una de las dimensiones W_H y D_H es de al menos aproximadamente $0,5\lambda$ y ambas no son de más de aproximadamente λ . Tal y 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 de no más de aproximadamente 1,5:1, de no más de aproximadamente 1,25:1, o de no más de aproximadamente 1,1:1.

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

Tal y 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 abertura 1212 y 1244. Cada una de las placas 1244a-d puede tener una distancia o longitud de extensión, que se muestra como L_e en la Figura 13b, de al menos aproximadamente $0,1\lambda$, de al menos aproximadamente $0,2\lambda$, de al menos aproximadamente $0,25\lambda$ y/o de no más de aproximadamente $0,5\lambda$, de no más de aproximadamente $0,35\lambda$, o de no más de aproximadamente $0,30\lambda$. Asimismo, tal y 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 aproximadamente $0,01\lambda$, de al menos aproximadamente $0,05\lambda$ y/o de no más de aproximadamente $0,10\lambda$, de no más de aproximadamente $0,075\lambda$, en donde λ es la longitud de onda de la energía de microondas introducida en el alojamiento 1242 mediante una primera abertura 1212. Las placas adyacentes 1244a-d pueden estar separadas mediante una distancia de espaciado, j , que puede ser mayor, aproximadamente igual, o menor que el espesor de cada placa. En una realización, j puede ser de al menos aproximadamente $0,01\lambda$, de al menos aproximadamente $0,05\lambda$ y/o no más de aproximadamente $0,10\lambda$, o de no más de aproximadamente $0,075\lambda$. Por lo tanto, en una realización, la relación del área de superficie acumulativa 1244a-d, generalmente ilustrada 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 aproximadamente 0,85:1, de al menos aproximadamente 0,95:1, o de al menos aproximadamente 0,98:1 y/o de no más de aproximadamente 1,15:1, de no más de aproximadamente 1,10:1, o de no más de aproximadamente 1,05:1.

El circuito corto de fase variable 1230 puede estar configurado para girar a una velocidad de al menos aproximadamente 50 revoluciones por minuto (rpm), de al menos aproximadamente 100 rpm, de al menos aproximadamente 150 rpm y/o de no más de aproximadamente 1000 rpm, de no más de aproximadamente 900 rpm, o de no más de aproximadamente 800 rpm respecto de un eje de rotación 1211, tal y como se ilustra en la Figura 13a. En una realización, al menos una porción del movimiento del circuito corto de fase variable giratorio 1230 puede llevarse a cabo mediante un impulsor 1270 acoplado a un accionador automático y/o a un sistema de control automático (no se muestra). En otra realización, al menos una porción del movimiento se puede llevar a cabo manualmente y puede, de manera opcional, incluir períodos en los que no gire.

En las Figuras 13e y 13f se ilustran, respectivamente, realizaciones adicionales de compensadores de fases giratorios 1233 y 1235 apropiados para utilizar en un sistema de distribución de microondas 514 de la Figura 6a. Tal y como se muestra en la realización ilustrada en la Figura 13e, el compensador de fases giratorio 1233 puede incluir un miembro de manivela giratorio 1237 acoplado mediante una varilla fijadora 1239 a un émbolo 1241 dispuesto dentro de una guía de onda 1243. A medida que el miembro de manivela 1237 gira tal y como lo indica la flecha 1261, la varilla 1239 facilita un movimiento general de arriba hacia abajo del pistón o émbolo 1241 dentro de la guía

de onda 1243, tal y como lo indica la flecha 1263 en la Figura 13e. Otra realización de un compensador de fases giratorio 1235 se ilustra en la Figura 13f, incluyendo una leva 1245 acoplada a una varilla seguidora 1247, que puede estar integrada con o acoplada a un émbolo 1241 dispuesto dentro de una guía de onda 1243. A media que la leva 1245 rota, la varilla seguidora 1247 mueve el émbolo o pistón 1241 con un movimiento general de arriba hacia abajo dentro del cilindro 1243, tal y como se indica de forma general con la flecha 1263. Asimismo, según una realización, el compensador 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 de la guía de onda 1243 en una dirección ascendente.

Además de ser utilizado como un compensador de fases giratorio, el circuito corto de fase variable 1230 (u opcionalmente, los compensadores de fases 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.

Ahora con referencia a la Figura 14a, se ilustra una realización de un sistema de distribución de microondas 1314 que utiliza dos circuitos cortos de fase variable 1330a,b como sintonizador de impedancia para cancelar o minimizar la potencia reflejada. Tal y como se representa en la Figura 14a, cada uno de los circuitos cortos de fase variable 1330a,b puede estar conectado a salidas adyacentes de un acoplador 1340, que puede ser un acoplador híbrido de ranura corta. Durante el funcionamiento, cada uno de los circuitos cortos de fase variable 1330a,b puede ajustarse individualmente a una posición deseada tal que el sintonizador de impedancia desintonice la energía reflejada del lanzador de microondas 1322 hacia el generador 1312. De acuerdo con una realización, uno o los dos circuitos cortos de fase variable 1330 a,b pueden además ajustarse según sea necesario durante el proceso de microondas con el fin de adaptarse a 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 de forma parcial utilizando un sistema de control automático (no representado).

Los circuitos cortos de fase variable tal y como se describen en la presente memoria también pueden utilizarse como sintonizadores de frecuencia para igualar la frecuencia de la cavidad con la frecuencia del generador. De acuerdo con esta realización, es posible acoplar directamente uno o más circuitos cortos de fase variable, representados como circuito corto 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 circuito corto de fase variable 1330c se puede rotar de manera continua o esporádica y es posible ajustar su posición de forma manual o automática según los cambios dentro de la cámara de microondas 1320 y/o los artículos que se están procesando en ella (no representados). Como resultado de este ajuste del circuito corto de fase variable 1330c, es posible igualar más rigurosamente la frecuencia de la energía de microondas dentro de la cavidad a la frecuencia del generador (no representada).

Nuevamente con referencia al sistema de calentamiento por microondas 510 ilustrado en la Figura 6a, es posible llevar a cabo de manera más rigurosa y eficaz el calentamiento de los artículos 550 que pasan 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 de alrededor. 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, es posible que se incremente 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 mediante régimen turbulento 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 Reynolds de al menos aproximadamente 4500, al menos aproximadamente 8000 o al menos aproximadamente 10.000.

En cuanto a estructura, 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 espaciados 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, en particular 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. Si bien se ilustran 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 espaciados uno de otro a lo largo de al menos una porción de la circunferencia de la cámara 1420, cada una posicionada para descargar un chorro de fluido hacia el eje central de elongación 1417 de la cámara 1420.

Tal y como se representa en la Figura 15a, los agitadores de chorro de fluido 1430a-d pueden estar posicionados a lo largo de uno o más lados de la cámara de microondas 1420 y se pueden disponer (de manera alternada) entre

uno o más lanzadores de microondas 1422. El uso de uno o más agitadores 1430a-d puede incrementar el coeficiente de transferencia de calor entre el medio fluido dentro de la cámara de microondas 1420 y los artículos 1450 mediante al menos aproximadamente 1 por ciento, al menos aproximadamente 5 por ciento, al menos aproximadamente 10 por ciento, o al menos aproximadamente 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/o operados de manera similar dentro de una o más zonas del sistema de microondas 10 incluyendo zonas de termalización y/o retención 12 y/o 20, ilustradas previamente en las Figuras 1a y 1b.

Nuevamente con 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 direccionados a una zona de retención de temperatura 20, en donde la temperatura de los artículos puede mantenerse en o por encima de determinada temperatura umbral mínima para un tiempo de estancia específico. Como resultado de esta etapa de retención, 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 retención 20 puede ser la misma que la temperatura mínima requerida dentro de la zona de calentamiento por microondas 16, y puede ser de al menos aproximadamente 120°C, al menos aproximadamente 121°C, al menos aproximadamente 122°C, y/o no más de aproximadamente 130°C no más de aproximadamente 128°C, o no más de aproximadamente 126°C. El tiempo de estancia promedio de los artículos que pasan a través de la zona de retención 20 puede ser de al menos aproximadamente 1 minuto, al menos aproximadamente 2 minutos, o al menos aproximadamente 4 minutos y/o no más de aproximadamente 20 minutos, no más de aproximadamente 16 minutos, o no más de aproximadamente 10 minutos. La zona de retención 20 puede ser operada 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 relleno con líquido.

Después de salir de la zona retención 20, los artículos calentados del sistema de microondas 10 pueden ser introducidos posteriormente en una zona de enfriamiento 22, en donde los artículos calentados pueden ser enfriados rápidamente por contacto con uno o más fluidos enfriados. En una realización, la zona de enfriamiento 22 puede estar configurada para enfriar los artículos en al menos aproximadamente 30°C, al menos aproximadamente 40°C, al menos aproximadamente 50°C, y/o no más de aproximadamente 100°C, no más de aproximadamente 75°C, o no más de aproximadamente 50°C durante un período de al menos aproximadamente 1 minuto, al menos aproximadamente 2 minutos, al menos aproximadamente 3 minutos y/o no más de aproximadamente 10 minutos, no más de aproximadamente 8 minutos, o no más de aproximadamente 6 minutos. Es posible utilizar cualquier tipo apropiado de fluido como fluido de enfriamiento 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.

De acuerdo con una realización generalmente ilustrada 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 en sentido descendente respecto de la zona de calentamiento por microondas 16 y/o la zona de retención 20, cuando proceda. 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 en sentido descendente respecto de la zona de enfriamiento 22, de forma tal que una porción sustancial o casi toda la zona de enfriamiento 22 funcione 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 tal que una porción 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 porción de la zona de enfriamiento 22 puede funcionar a aproximadamente la presión atmosférica. Cuando se retira de la zona de enfriamiento 22, los artículos enfriados pueden tener una temperatura de al menos aproximadamente 20°C, al menos aproximadamente 25°C, al menos aproximadamente 30°C, y/o no más de aproximadamente 70°C, no más de aproximadamente 60°C, o no más de aproximadamente 50°C. Una vez que se retiran de la zona de enfriamiento 22, los artículos tratados y enfriados pueden a continuación retirarse de la zona de calentamiento por microondas 10 para su posterior almacenamiento o uso.

De acuerdo con una realización no cubierta por la presente invención, se proveen uno o más métodos para controlar el funcionamiento del sistema de calentamiento por microondas 10, por ejemplo, para asegurar una exposición uniforme y continua a la energía de microondas para cada artículo o paquete que pasa a través del sistema de calentamiento por microondas 10. Las etapas más importantes de una realización de un método 1500 apropiado para controlar el funcionamiento del sistema de microondas 10 están representadas mediante bloques individuales 1510-1530 en la Figura 16.

Tal y 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, tal y como se representa con el bloque 1510. Los ejemplos de los parámetros del sistema de microondas pueden incluir, pero no estar limitados a, la potencia neta descargada, la velocidad del sistema transportador y la temperatura y/o velocidad de flujo del agua contenida dentro de la cámara de calentamiento por microondas. Posteriormente, tal y 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 meta correspondiente para el mismo parámetro con el fin de establecer una diferencia. En base a la diferencia, se pueden llevar a cabo una o más acciones para ajustar el funcionamiento del sistema de microondas 10, tal y 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 llevado a cabo cuando, por ejemplo, la magnitud de la diferencia es de al menos aproximadamente 5 por ciento, de al menos aproximadamente 10 por ciento, o de al menos aproximadamente 20 por ciento del valor del valor meta y/o del valor determinado para el parámetro del sistema de microondas específico. En una realización, al menos una porción del método descrito anteriormente puede llevarse a cabo utilizando un sistema de control automático.

En una realización, el sistema de calentamiento por microondas 10 puede utilizar las etapas básicas del método de control descrito anteriormente 1500 para garantizar el cumplimiento de requisitos en cuanto 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, uno o más parámetros del sistema de microondas pueden estar seleccionados del grupo que consiste de una potencia neta mínima descargada, una velocidad máxima de sistema de transporte, y una temperatura mínima y/o velocidad de flujo mínima 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 de al menos aproximadamente 120°C, de al menos aproximadamente 121 °C, de al menos aproximadamente 123°C y/o de no más de aproximadamente 130°C, de no más de aproximadamente 128°C, o de no más de aproximadamente 126°C, mientras que el caudal mínimo puede ser de al menos aproximadamente 3,78541 l/min (1 galón por minuto, gpm), de al menos aproximadamente 18,9271 l/min (5 gpm), o al menos aproximadamente 94,6353 l/min (25 gpm). La velocidad máxima del sistema transportador, en una realización, puede ser de no más de aproximadamente 16,4592 l/min (15 pies por segundo, fps), no más de aproximadamente 13,1674 km/h (12 fps), o no más de aproximadamente 10,9728 km/h (10 fps) y la potencia neta mínima descargada puede ser de al menos aproximadamente 50 kW, de al menos aproximadamente 75 kW, o de al menos aproximadamente 100 kW. Cuando se utiliza el método de control 1500 para garantizar la seguridad o cumplimiento de la normativa del producto, una o más de las acciones realizadas para ajustar el funcionamiento del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden incluir, pero no estar limitadas a, detener el sistema de transporte, apagar uno o más de los generadores, eliminar, aislar y volver a procesar o deshacerse de uno o más artículos expuestos a condiciones indeseables, y combinaciones de los mismos.

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 están calentando. Según esta realización, los parámetros de microondas pueden incluir la potencia neta descargada, la velocidad del sistema transportador y la temperatura y/o velocidad de flujo 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 de al menos aproximadamente 121 °C, de al menos aproximadamente 122°C, de al menos aproximadamente 123°C y/o de no más de aproximadamente 130°C, de no más de aproximadamente 128°C, o de no más de aproximadamente 126°C, mientras que el caudal puede ser de al menos aproximadamente 68,1913 l/min (15 galones por minuto, gpm), de al menos aproximadamente 136.383 l/min (30 gpm), o al menos aproximadamente 227.304 l/min (50 gpm). La velocidad del sistema transportador, en una realización, puede controlarse para que sea una velocidad de no más de aproximadamente 5.4864 km/h (5 pies por segundo, fps), no más de aproximadamente 7.68096 km/h (7 fps), o no más de aproximadamente 10.9728 km/h (10 fps) y la potencia neta descargada puede ser de al menos aproximadamente 75 kW, de al menos aproximadamente 100 kW, o al menos aproximadamente 150 kW. Cuando se utiliza el método de control 1500 para garantizar la calidad o uniformidad del producto, una o más de las acciones realizadas para ajustar el funcionamiento del sistema de calentamiento por microondas 10 pueden incluir, pero no estar limitadas a, detener el sistema de transporte, apagar uno o más de los generadores, eliminar, aislar y volver a procesar o deshacerse de uno o más artículos expuestos a condiciones indeseables, y combinaciones de los mismos.

Para realizar la comparación de la etapa 1520 del método 1500 que se muestra en la Figura 16, uno o más de los valores meta 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 meta, primero, creando un perfil de calentamiento recomendado para el tipo específico de artículo que será calentado utilizando un modelo a pequeña escala del sistema de microondas. Por ejemplo, en una realización, uno o más artículos de un tipo específico (por ejemplo, alimentos, dispositivos médicos, o fluidos médicos) son los primeros en cargarse 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 recomendado resultante determinado pueda aplicarse específicamente a ese tipo de artículo en un sistema de calentamiento a gran escala. En una realización, el artículo puede ser un tipo específico y/o tamaño de alimento empaquetado (por ejemplo, un paquete de carne listo para comer de 8 onzas) o puede ser un fluido médico envasado (por ejemplo, solución salina) o tipos específicos y/o envases de instrumental médico u odontológico.

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 procesos de calentamiento, se puede determinar el perfil de calentamiento recomendado para el artículo que se está calentando. Tal y como se

utiliza en la presente memoria, el término "perfil de calentamiento recomendado" se refiere a un conjunto de valores meta de una variedad de parámetros sugeridos o recomendados para utilizar cuando se calienta un tipo de artículo específico. Además de incluir valores meta, los perfiles de calentamiento recomendados 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 recomendado puede incluir al menos un valor meta para uno o más de los parámetros del sistema de microondas que incluye, pero no está limitado a, potencia neta descargada, distribución secuencial de potencia de microondas (es decir, especificaciones en cuanto a sincronización, ubicación y cantidad de energía de microondas descargada), temperatura y/o velocidad de flujo del fluido (por ejemplo, agua) en la cámara de microondas, y/o tiempo de estancia del artículo dentro de la cámara de microondas. Además, el perfil de calentamiento recomendado puede también incluir valores meta o mínimos para uno o más parámetros (por ejemplo, temperatura, velocidad de flujo o fluido, presión, y tiempo de estancia del artículo) relacionados con las zonas de termalización, retención y/o enfriamiento 16, 20, 22 del sistema de calentamiento por microondas 10.

Una vez se ha determinado el perfil de calentamiento recomendado, múltiples artículos de dicho tipo se pueden cargar en un sistema de calentamiento por microondas a gran escala y se pueden luego calentar según el perfil recomendado determinado con el sistema de microondas a pequeña escala, opcionalmente utilizando 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 presenta un volumen interno total de menos de 2,83168 m³ (100 pies cúbicos), de menos de 1,41584 m³ (50 pies cúbicos), o de menos de 0,849505 m³ (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 presenta un volumen interno total de al menos 2,83168 m³ (100 pies cúbicos), de al menos 7,079321 m³ (250 pies cúbicos), o de al menos 14.1584 m³ (500 pies cúbicos). Las etapas descritas anteriormente pueden repetirse en secuencia tantas veces como sea necesario para crear perfiles de calentamiento recomendados específicos para cualquier cantidad de artículos diferentes. Posteriormente, los valores meta de uno o más parámetros descritos anteriormente pueden estar determinados y ser utilizados en la etapa de comparación 1520 del método 1500 que se muestra en la Figura 16. A partir de ese momento y de acuerdo con la diferencia, se pueden ejecutar una o más acciones de las mencionadas anteriormente para garantizar que el producto final se caliente uniformemente.

Un aspecto de garantizar el calentamiento uniforme es garantizar que se descargue una potencia constante y cuantificable en la zona de calentamiento. En una realización, se ofrece un método para controlar la potencia neta descargada dentro del sistema de calentamiento por microondas 10. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "potencia neta descargada" se refiere a la diferencia entre la potencia directa y reflejada dentro de una guía de onda o lanzador. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "potencia directa" se refiere a la potencia que se propaga en una dirección deseada 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 para volver a la onda de guía o lanzador y dirigirse hacia el generador.

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 provisto en la Figura 17. Tal y como se representa en los bloques 1610 y 1620, se puede determinar un primer y segundo valor para la potencia neta descargada utilizando dos pares de acopladores direccionales independientes. 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 ofrecer un primer y segundo valor respectivo 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 salida del generador de microondas, mientras que el otro se puede utilizar como refuerzo o validación del otro.

Una vez que se han obtenido los valores de cada par de acopladores, el primer y segundo valor de potencia neta se pueden comparar para determinar una diferencia, tal y como se ilustra en el bloque 1630, y, de acuerdo con la diferencia, se puede actuar para ajustar el funcionamiento del sistema de calentamiento por microondas, tal y como se ilustra en el bloque 1640. En una realización, la acción se puede ejecutar cuando la diferencia excede un valor predeterminado, tal y como, por ejemplo, un valor que es de al menos aproximadamente 1 por ciento, de al menos aproximadamente 2 por ciento, o de al menos aproximadamente 5 por ciento del primer y/o segundo valor de potencia neta determinado previamente. En una realización, también se puede ejecutar una acción cuando la diferencia es de al menos aproximadamente 1 por ciento, de al menos aproximadamente 2 por ciento, o de al menos aproximadamente 3 por ciento del más bajo del primer y segundo valor de potencia neta. En otra realización, también se puede ejecutar una acción si uno del primer o segundo valor de potencia neta está por debajo de un mínimo predeterminado y/o por encima de 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 estar limitada a, apagar un generador o sistema transportador, aumentar o reducir la producción del generador, y/o eliminar, aislar, deshacerse de o volver a procesar uno o más artículos que se disponen dentro de la cámara de calentamiento por microondas cuando la diferencia supera el valor predeterminado.

Los sistemas de calentamiento por microondas no cubiertos por la presente invención pueden ser sistemas de calentamiento de escala comercial capaces de procesar un amplio 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 tal y como se describen en la presente memoria pueden estar configurados para lograr una velocidad de producción total de al menos aproximadamente 15 paquetes por minuto por línea de transporte, de al menos aproximadamente 20 paquetes por minuto por línea de transporte, de al menos aproximadamente 25 paquetes por minuto por línea de transporte, o de al menos aproximadamente 30 paquetes por minuto por línea de transporte, lo cual excede por lejos las velocidades que se pueden lograr con otros sistemas de calentamiento.

Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "paquetes por minuto" se refiere a la cantidad total de paquetes de comida lista para comer de 8 onzas rellenos de suero de leche que puede procesar un determinado sistema de calentamiento por microondas, según el siguiente procedimiento: Un paquete de comida listo para comer de 8 onzas relleno con pudín 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 ubicaciones equidistantes espaciadas a lo largo de cada eje x, y y z, que se originan desde el centro geométrico del paquete, tal y como se muestra en la Figura 18. El paquete luego se coloca en un sistema de calentamiento por microondas que será evaluado y calentado 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 que se demore en conseguir dicho perfil de temperatura, al igual que la información física y en cuanto a dimensiones del sistema de calentamiento, puede entonces utilizarse para calcular la velocidad de producción total en paquetes por minuto.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso continuo para calentar una pluralidad de artículos en un sistema de calentamiento por microondas, comprendiendo dicho proceso:

- 5 (a) termalizar dichos artículos en una zona de termalización para proporcionar de ese modo una pluralidad de artículos termalizados que tienen una temperatura sustancialmente uniforme;
- (b) introducir energía de microondas en una cámara (620; 720) de calentamiento por microondas en una zona (616) de calentamiento por microondas vía al menos un lanzador (622; 622a-c; 722) de microondas, en donde dicha introducción incluye propagar energía de microondas en dicha cámara (620; 720) de calentamiento por microondas junto con un primer eje central (660; 660a-c) de lanzamiento de dicho lanzador (622; 622a-c; 722) de microondas;
- 10 (c) calentar dichos artículos termalizados en dicha cámara (620; 720) de calentamiento por microondas con al menos una parte de dicha energía de microondas para de ese modo amentar la temperatura media de cada artículo en al menos 30°C, en donde el tiempo de estancia de dichos artículos en dicha cámara (620; 720) de calentamiento por microondas es al menos 20 segundos y no más de 10 minutos; y
- 15 (d) enfriar los artículos calentados en una zona de enfriamiento rápido,

en donde dichos artículos se hacen pasar a través de cada zona de termalización, dicha zona (616) de calentamiento por microondas y dicha zona de enfriamiento rápido vía al menos una línea de transporte que se extiende en una dirección de transporte, en donde dicho primer eje (660; 660a,c) de lanzamiento central está inclinado para definir un ángulo inclinado de lanzamiento de al menos 2° con un plano (662) normal a dicho eje (642) de transporte, y en donde dicho sistema de calentamiento por microondas tiene una velocidad de producción total de al menos 20 paquetes por minuto por línea de transporte.

2. El proceso de la reivindicación 1, en donde dicha etapa (b) de introducción incluye propagar la energía de microondas en dicha cámara (620) de calentamiento por microondas con al menos un par de lanzadores (622a,c) opuestos, dispuestos generalmente en las opuestas de dicha cámara (620) de calentamiento por microondas, en donde cada uno de los lanzadores de microondas (622a,c) de dicho par está orientado con un ángulo de inclinación de lanzamiento de al menos 2° con un plano normal a dicho eje de transporte.

3. El proceso de la reivindicación 2, en donde dichos lanzadores (622a,c) opuestos son lanzadores enfrentados.

4. El proceso de la reivindicación 2, en donde dichos lanzadores (622b,c) opuestos están escalonados uno respecto del otro a lo largo del eje central de alargamiento de dicha cámara (620) de calentamiento por microondas.

5. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde dicha zona de termalización está al menos parcialmente rellena de un medio líquido.

6. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde al menos una parte de dicha etapa (c) de calentamiento se lleva a cabo a una presión de al menos 68,9476 kpa.

7. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde al menos una parte de dicha termalización de la etapa (a) y/o dicho enfriamiento de la etapa (d) se lleva a cabo a diferente presión que dicho calentamiento de la etapa (c), que además comprende, posteriormente a dicha etapa de termalización (a) y/o al menos una parte de dicho enfriamiento de la etapa (d), haciendo pasar dichos artículos a través de al menos una zona de ajuste de presión para con ello al menos igualar parcialmente la presión entre dicha zona de termalización y dicha cámara de calentamiento por microondas y dicha zona de enfriamiento rápido.

8. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde dicha temperatura sustancialmente uniforme de dichos artículos que salen de dicha zona de termalización es al menos 20°C y no más de 70°C y en donde dichos artículos tienen un tiempo de estancia medio en dicha zona de termalización de al menos 2 minutos y no más de 20 minutos.

9. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el tiempo de estancia de dichos artículos en dicha cámara de microondas es al menos 30 segundos y no más de 8 minutos.

10. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que además comprende antes de dicho enfriamiento de la etapa (d), hacer pasar dichos artículos calentados a través de una zona de mantenimiento, en donde la temperatura de dichos artículos se mantiene a o por encima de una temperatura mínima especificada durante un periodo de tiempo de al menos 2 minutos y no más de 15 minutos en dicha zona de mantenimiento.

11. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde dicho primer ángulo de inclinación de lanzador no es mayor que 15°.

- 5 **12.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que además comprende generar energía de microondas que tiene una longitud de onda (λ) predominante con al menos un generador de microondas, en donde dicho lanzador de microondas define al menos una abertura de lanzamiento para descargar dicha energía de microondas en dicha cámara de calentamiento de microondas, en donde dicha abertura de lanzamiento tiene un ancho y profundidad, en donde dicho ancho es mayor que dicha profundidad, en donde dicha profundidad de dicha abertura de lanzamiento no es mayor que 0.50λ .
- 10 **13.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en donde dicho lanzador de microondas incluye una entrada y dos o más aberturas de lanzamiento para descargar dicha energía de microondas en dicha cámara de calentamiento por microondas.
- 10 **14.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en donde dicho sistema de calentamiento por microondas es un sistema de calentamiento por microondas presurizado y pasteuriza y/o esteriliza dichos artículos.
- 15 **15.** El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en donde dichos artículos comprenden envases que contienen productos alimentarios, fluidos médicos o instrumental médico.

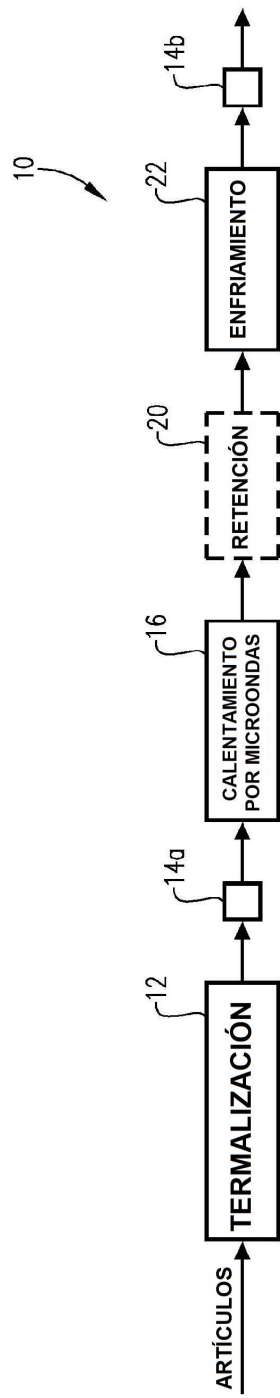


FIG. 1a

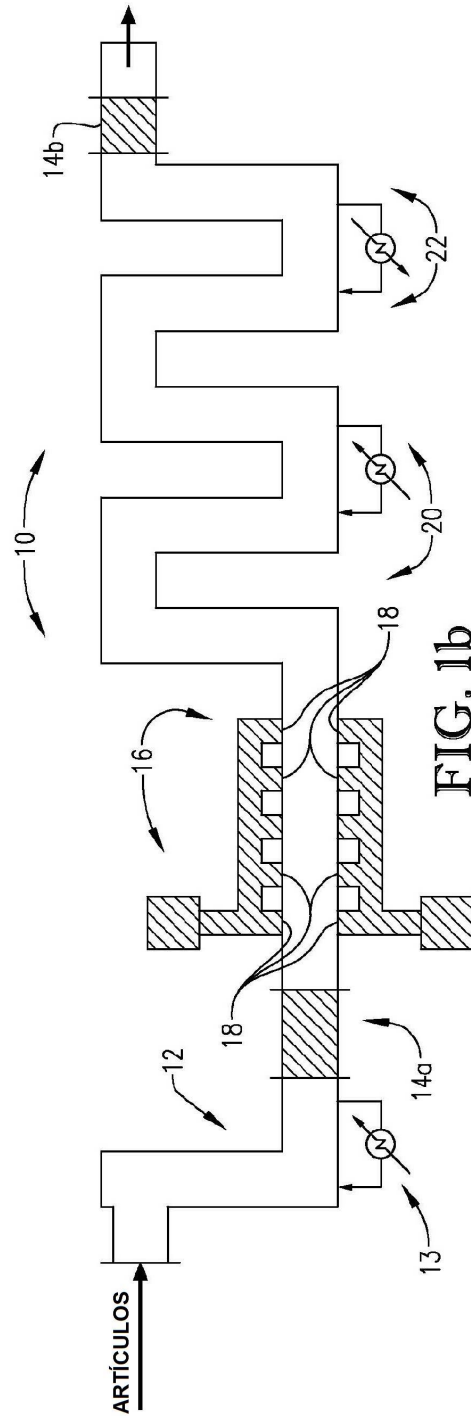


FIG. 1b

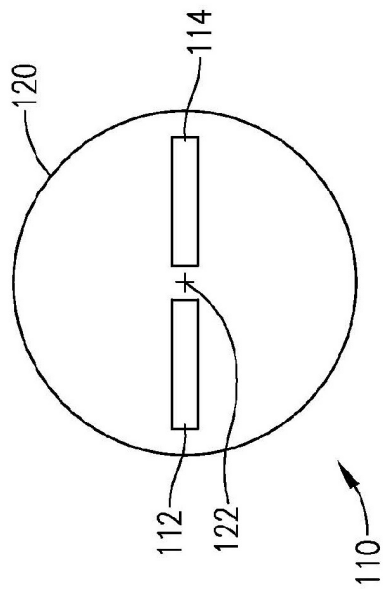


FIG. 2a

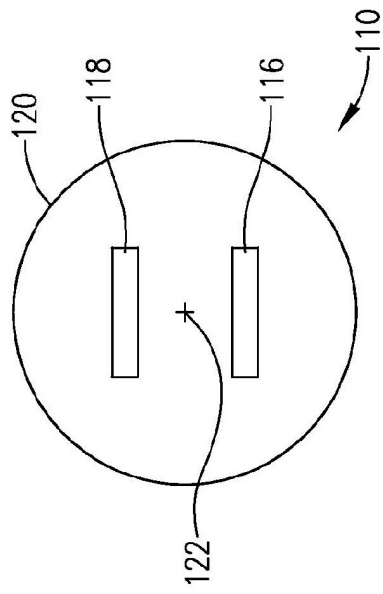


FIG. 2c

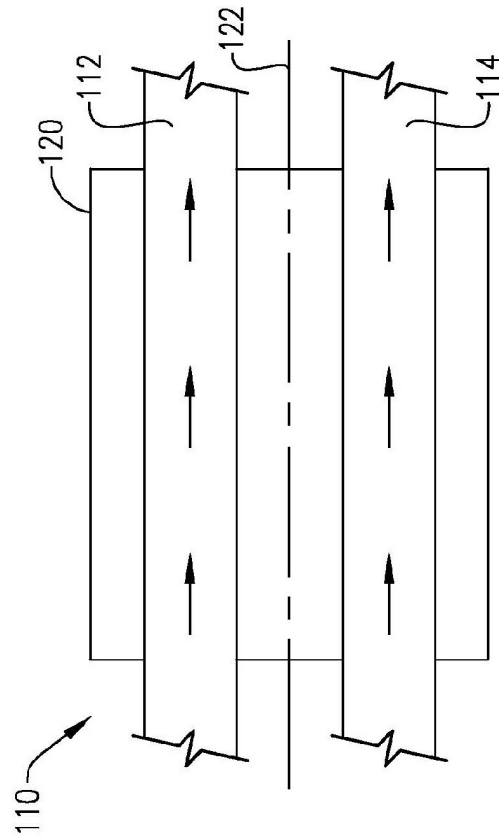


FIG. 2b

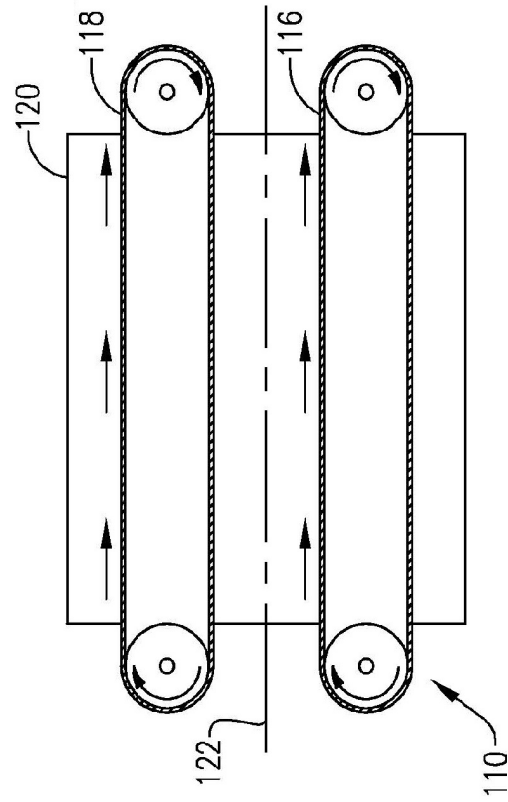


FIG. 2d

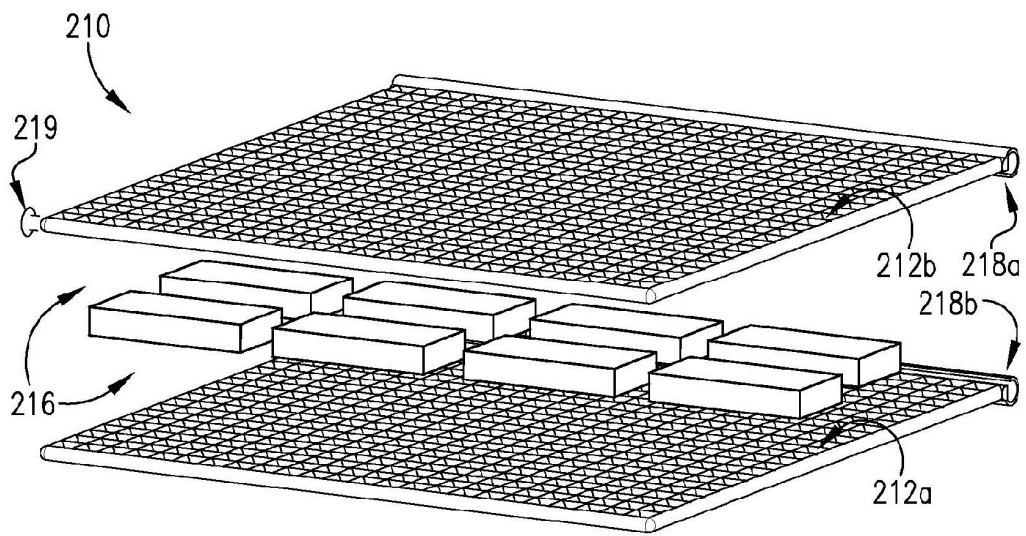


FIG. 3

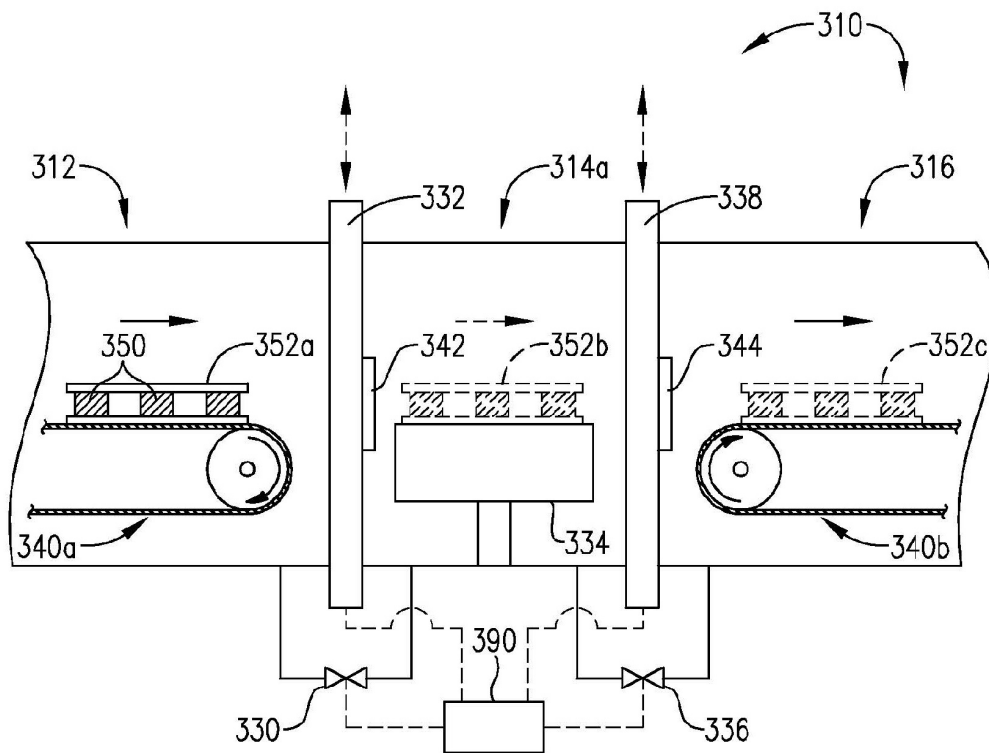


FIG. 4a

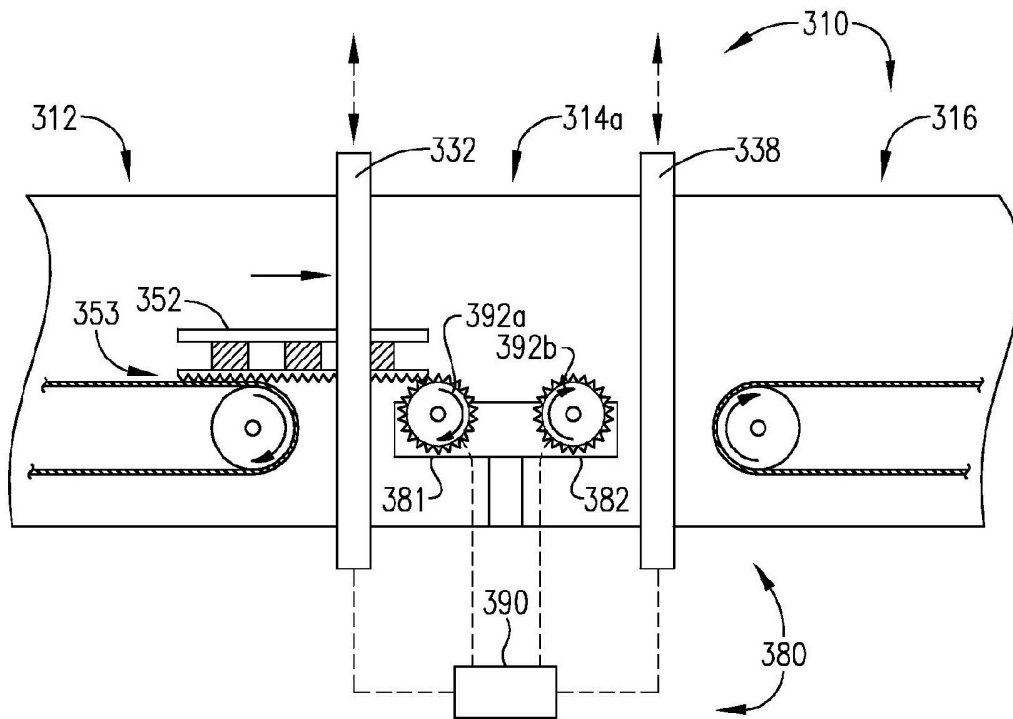


FIG. 4b

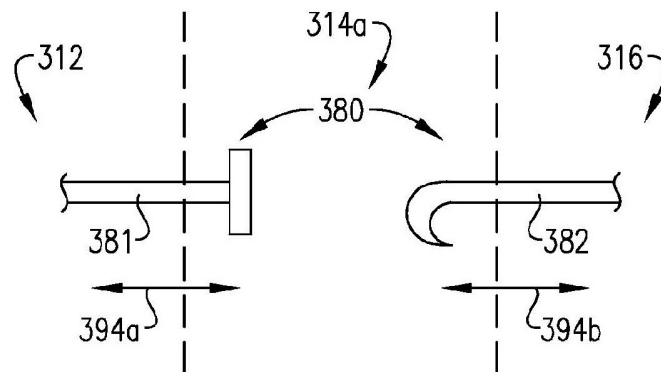


FIG. 4c

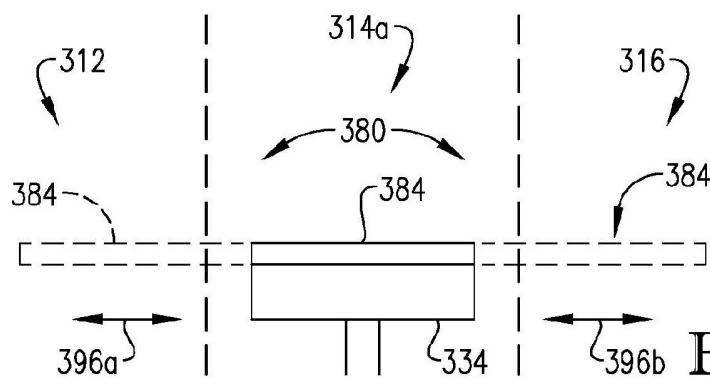
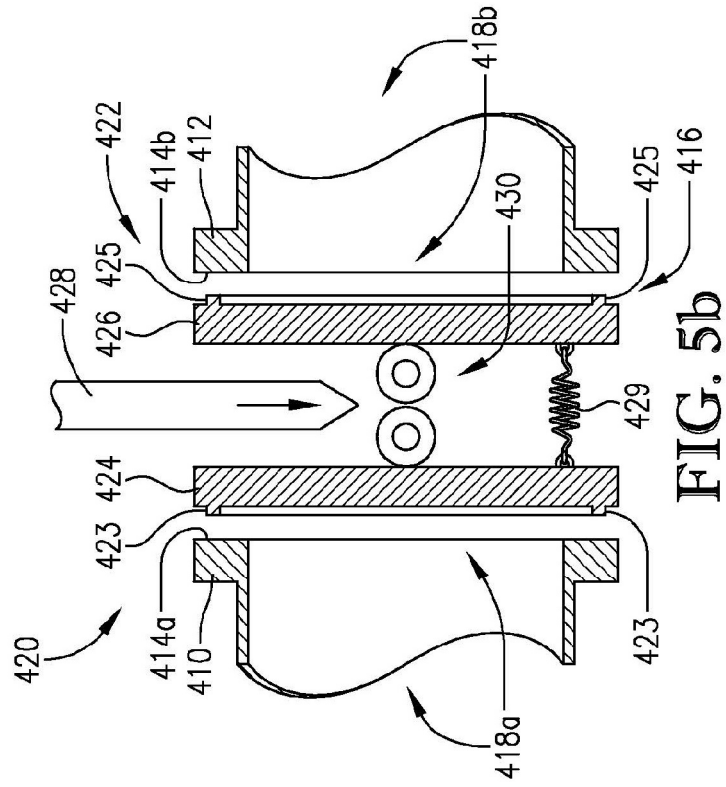
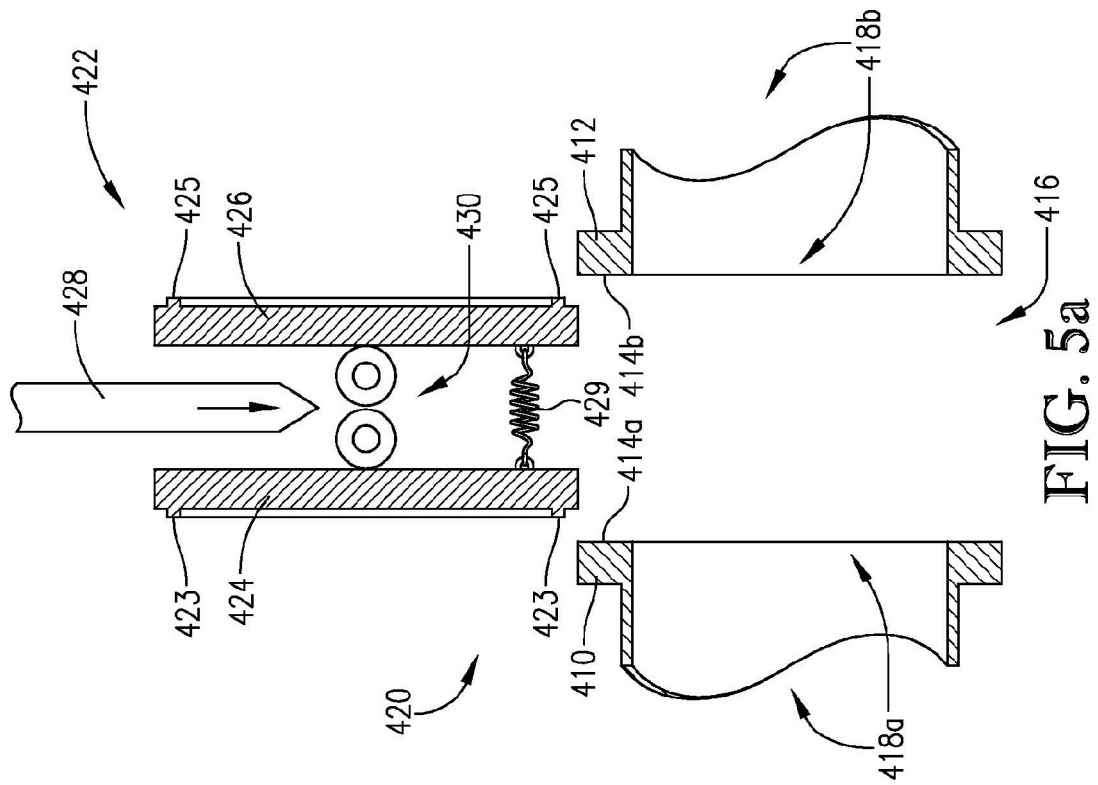
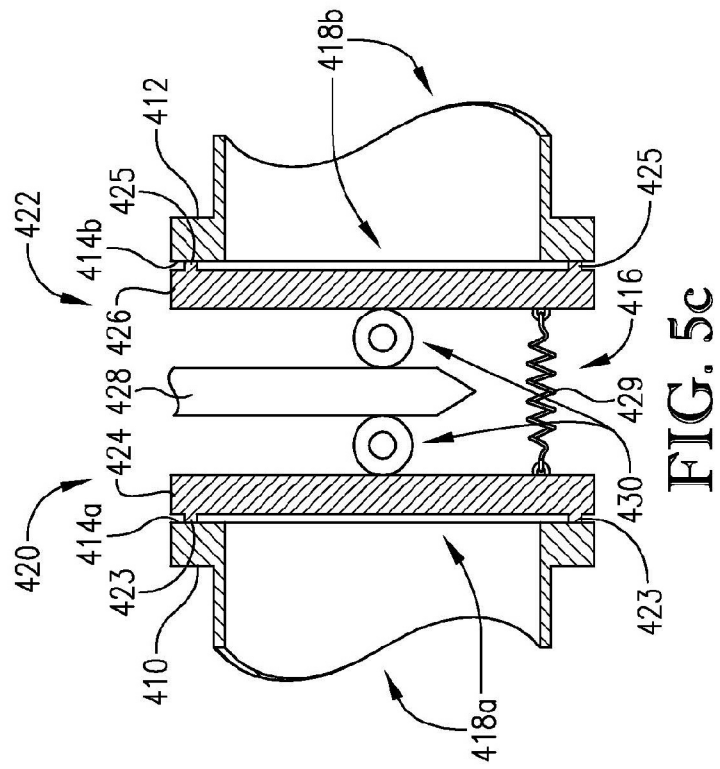
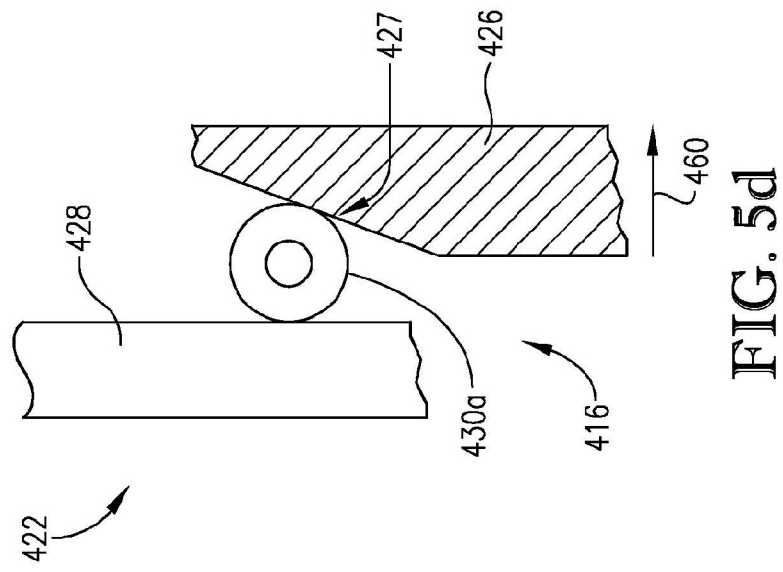
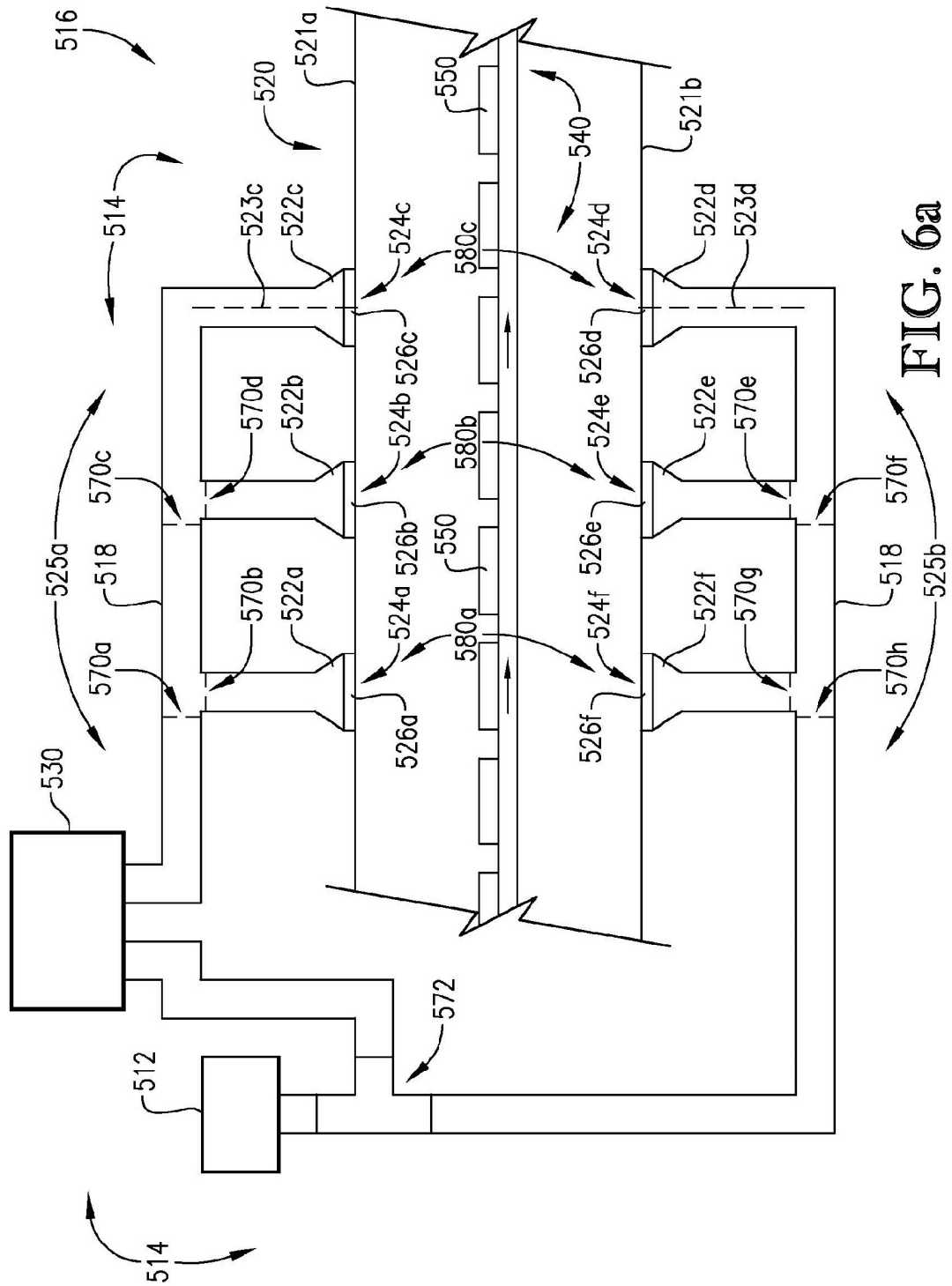


FIG. 4d







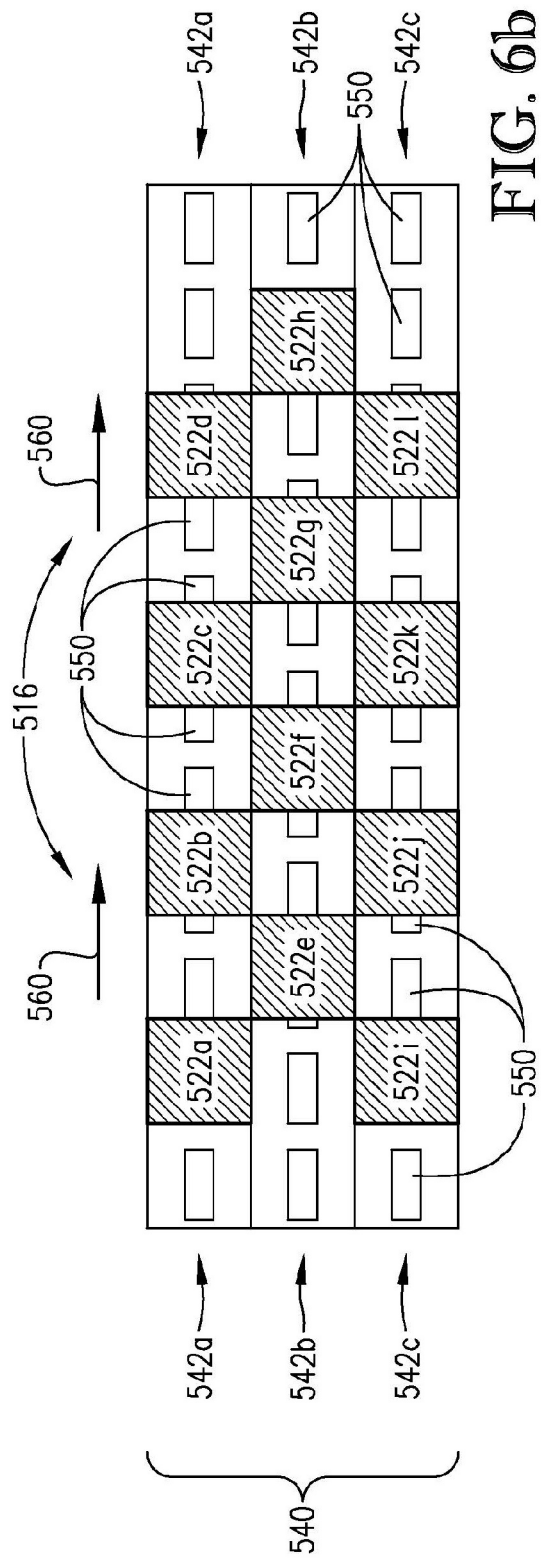


FIG. 6b

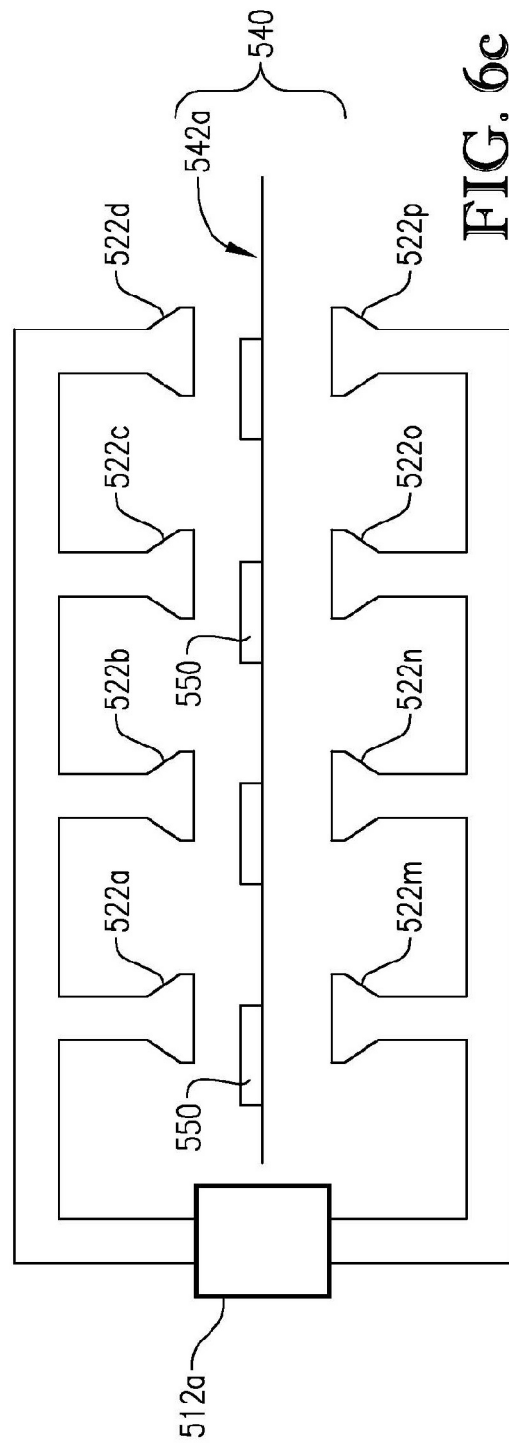
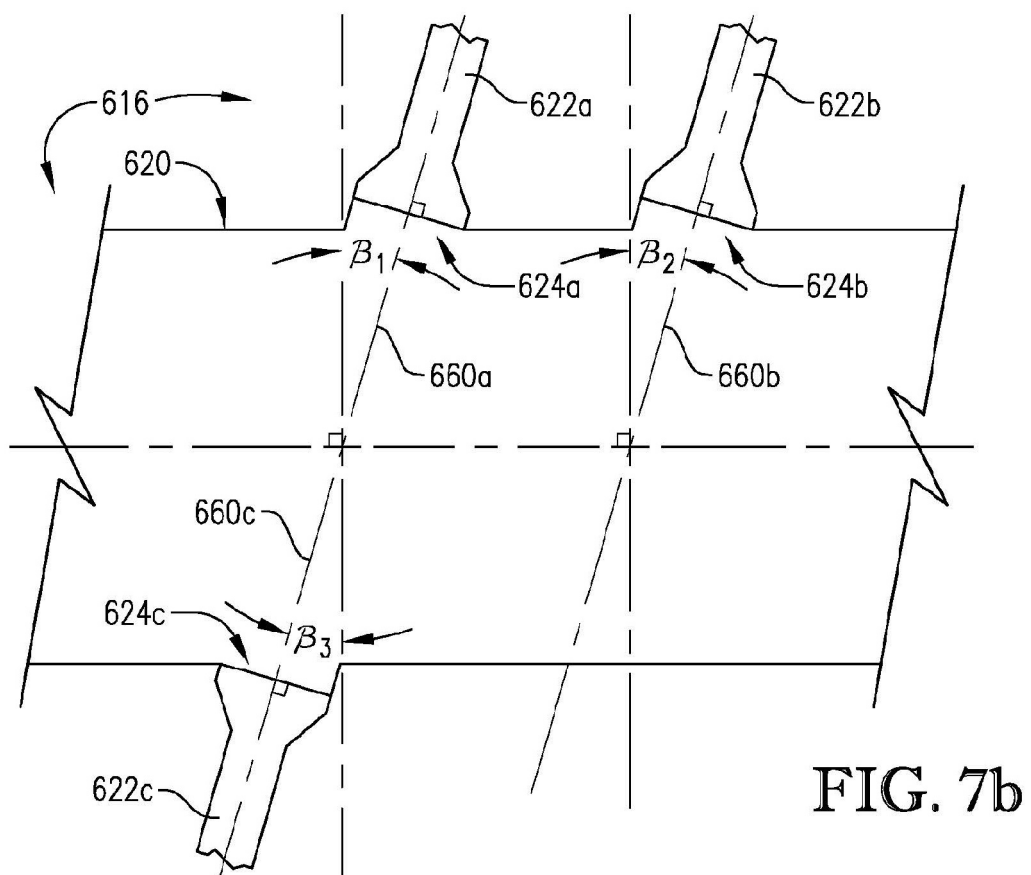
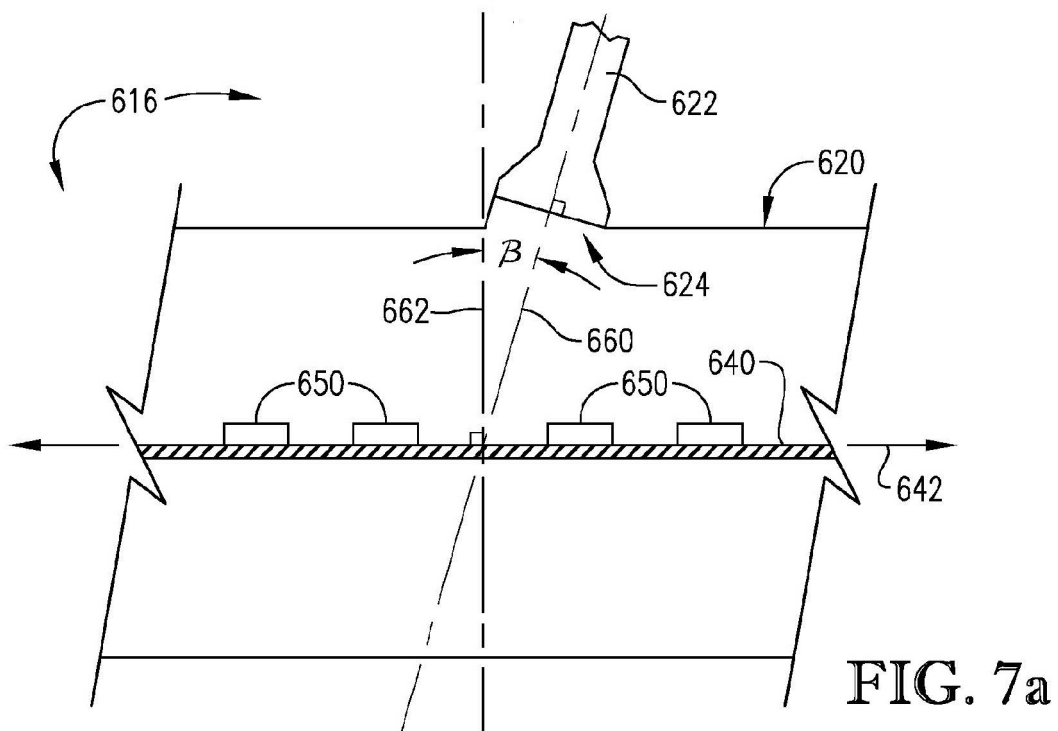
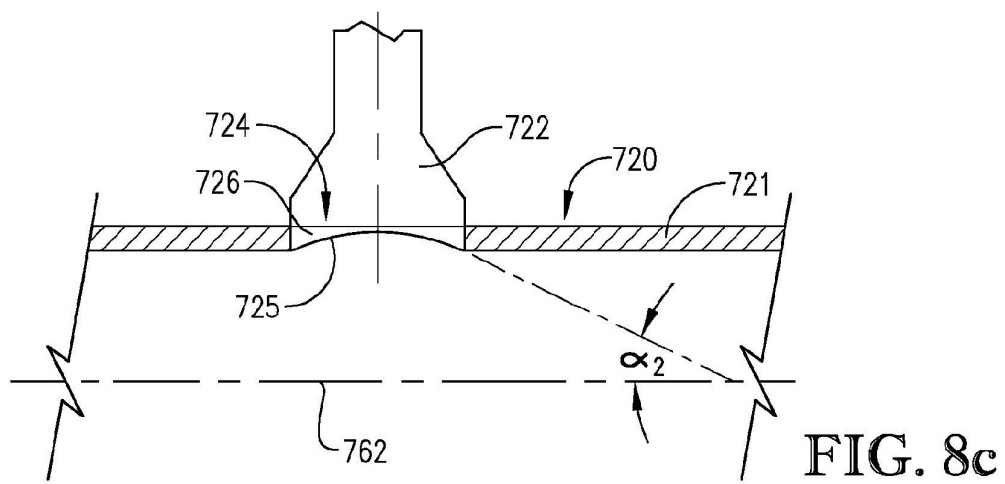
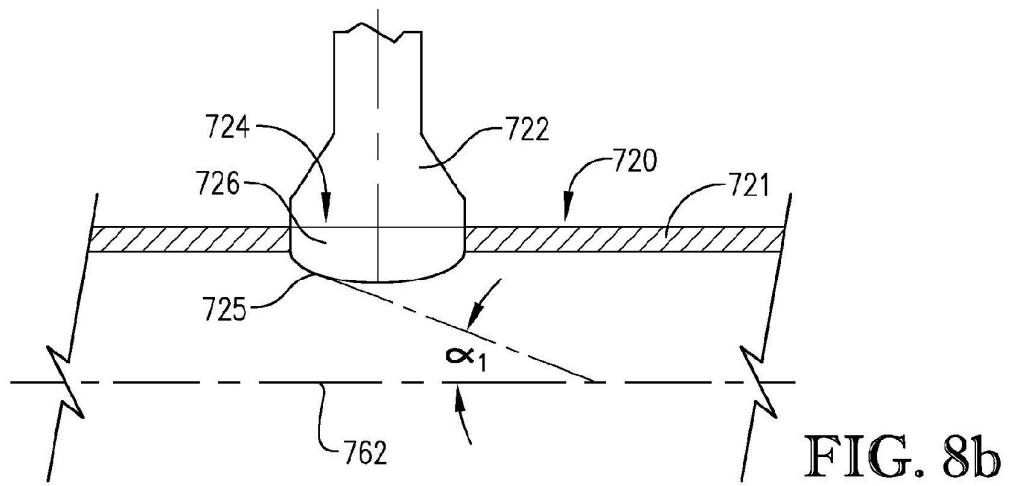
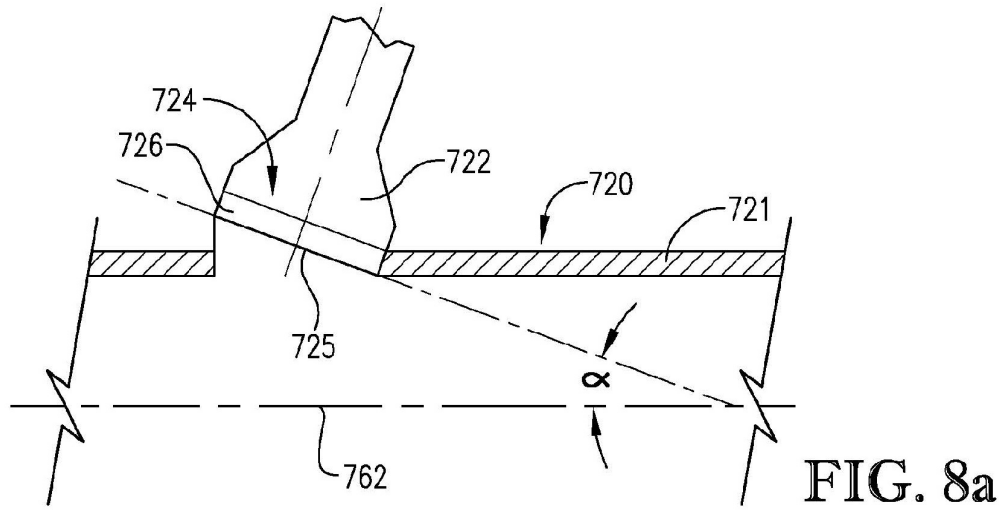
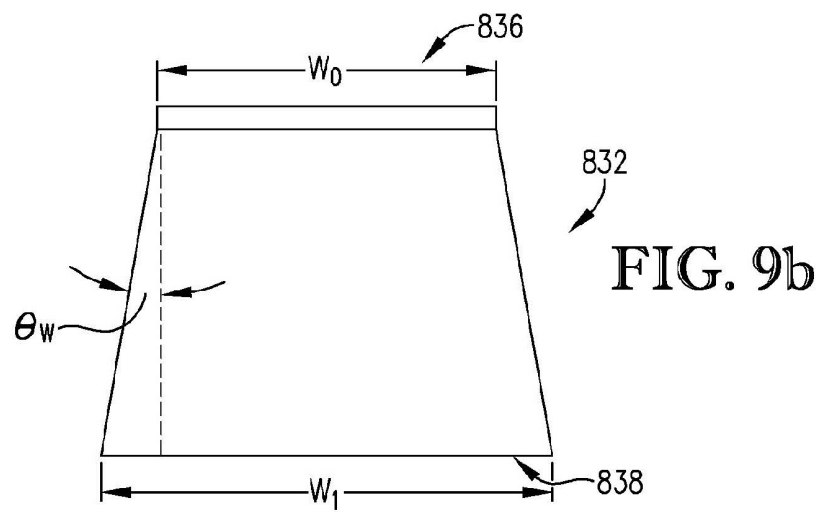
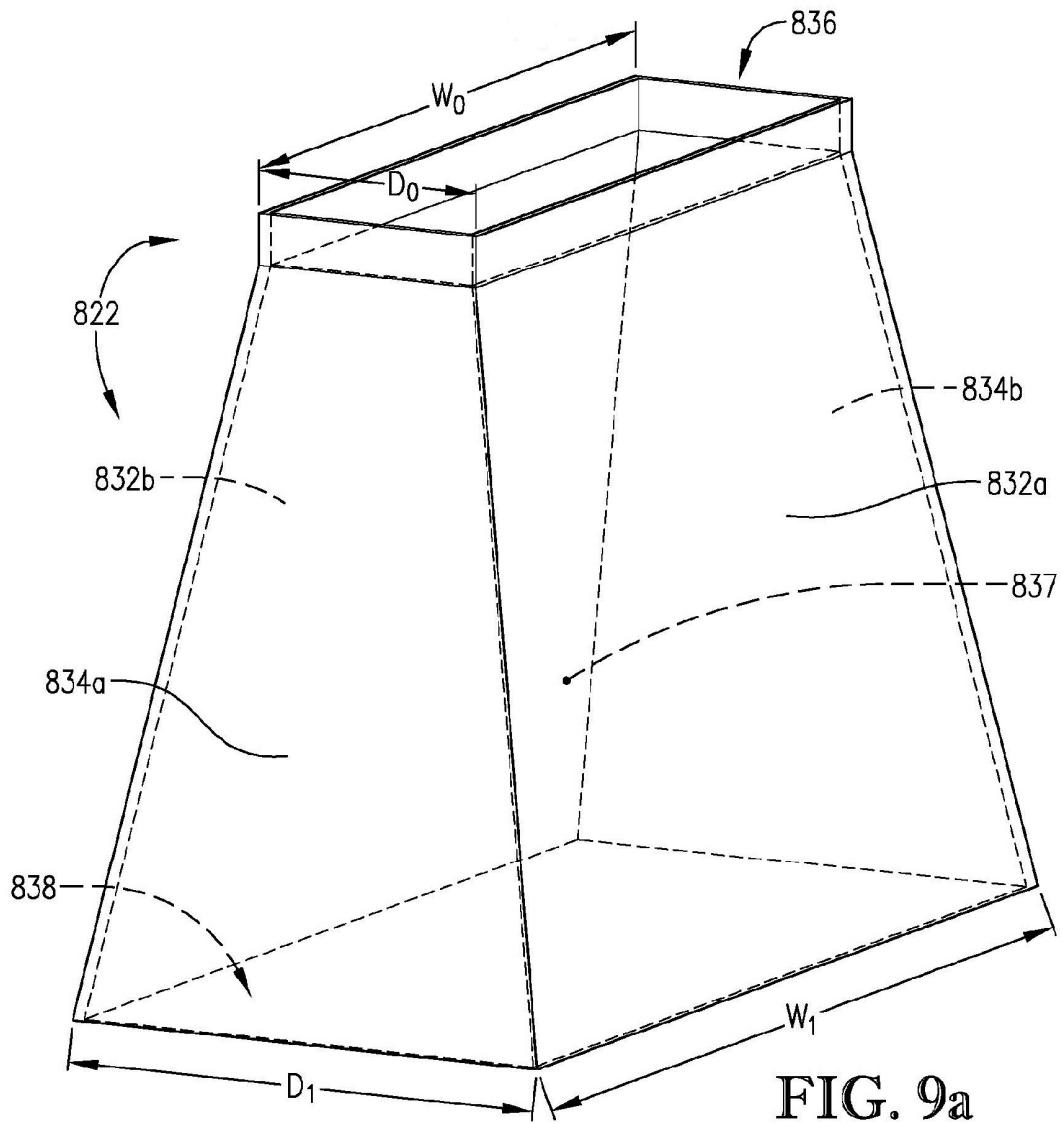
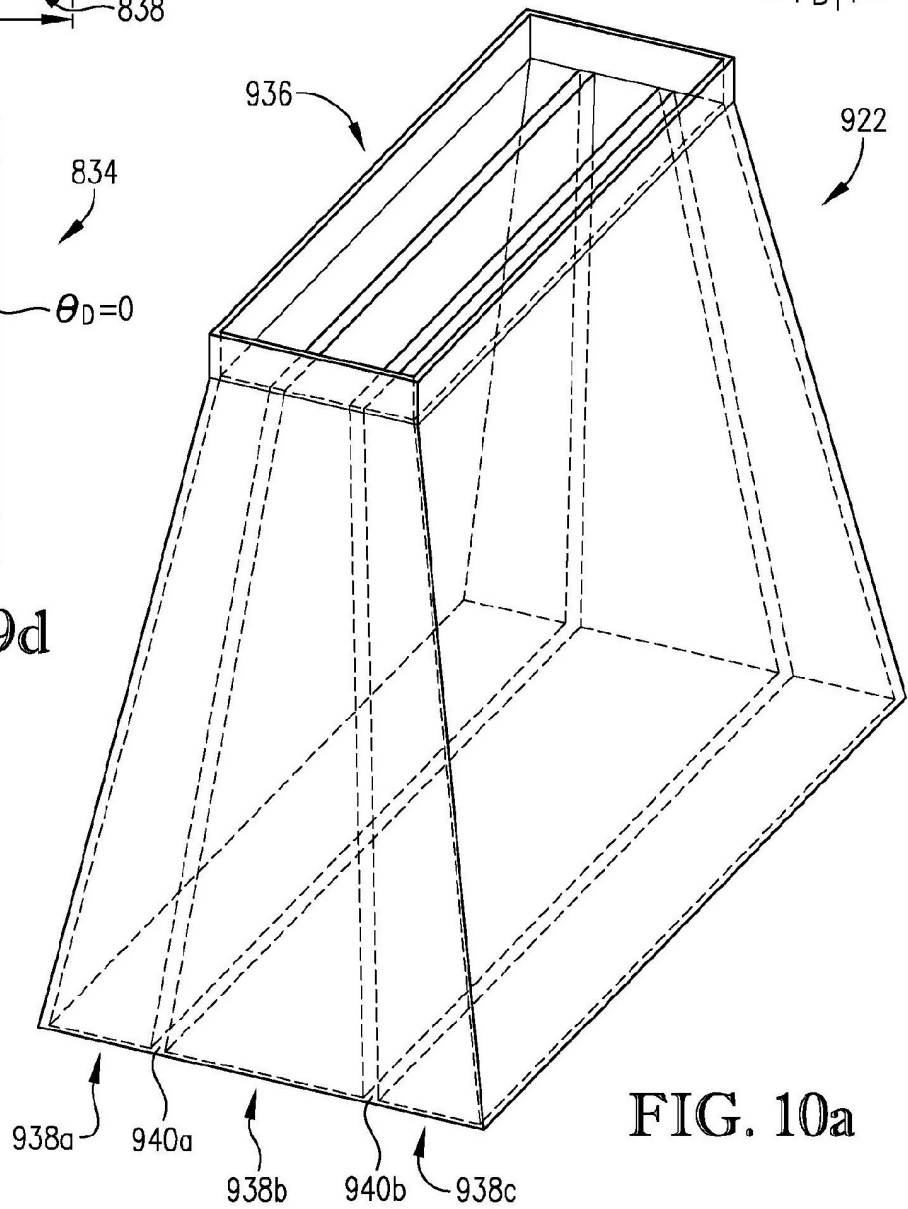
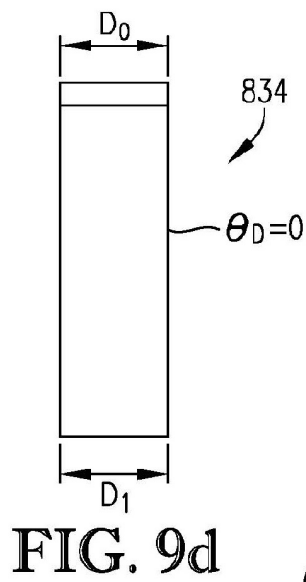
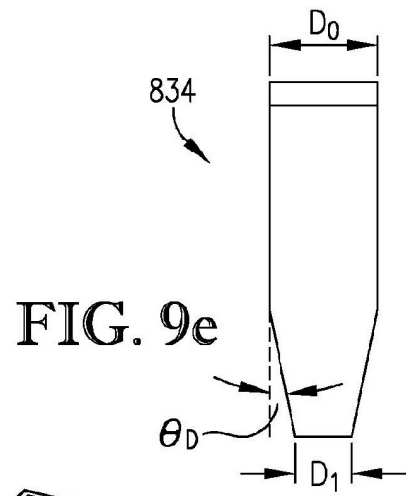
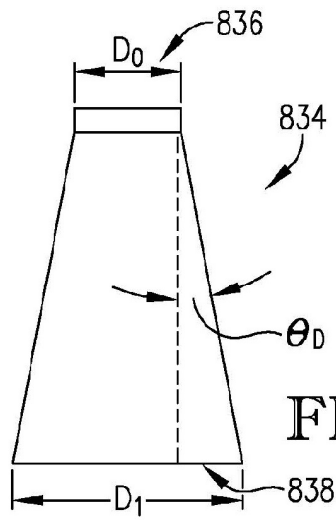


FIG. 6c









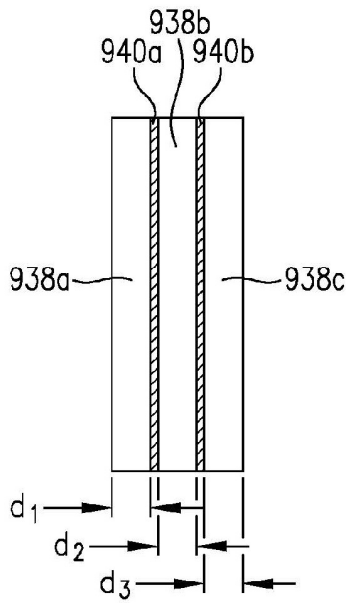


FIG. 10b

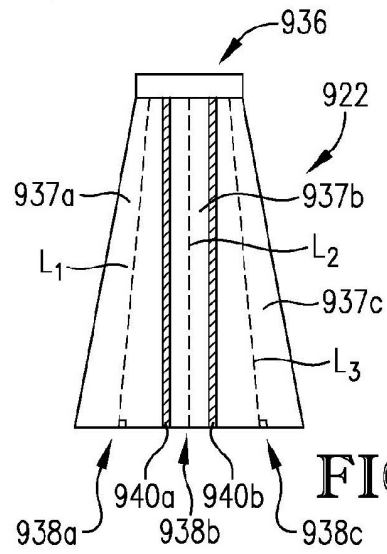


FIG. 10c

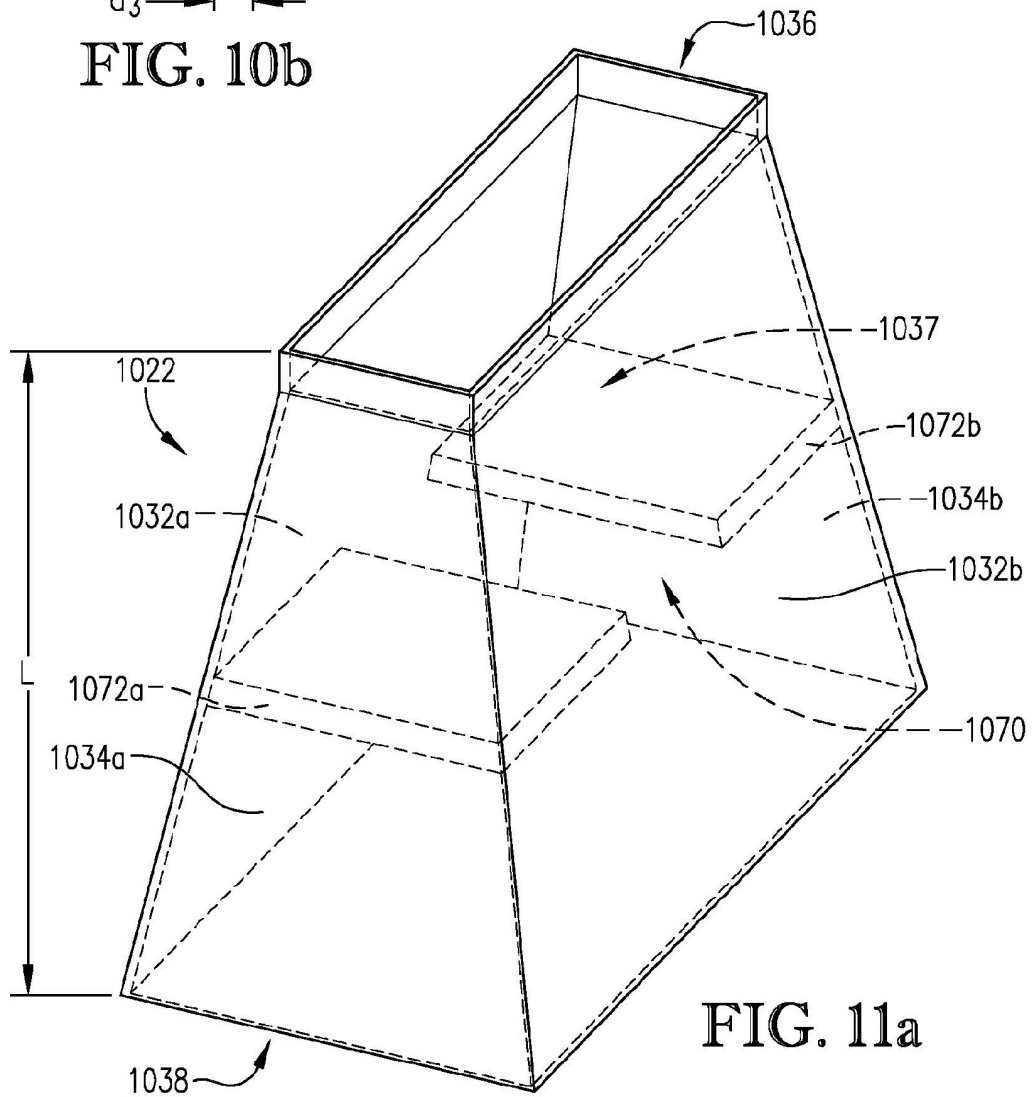


FIG. 11a

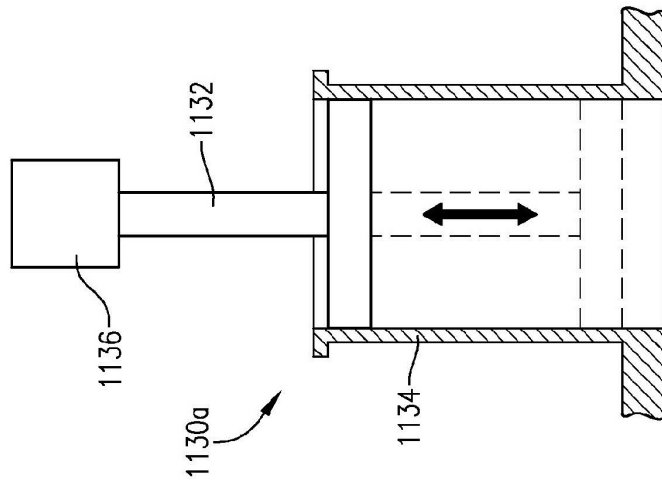


FIG. 12a

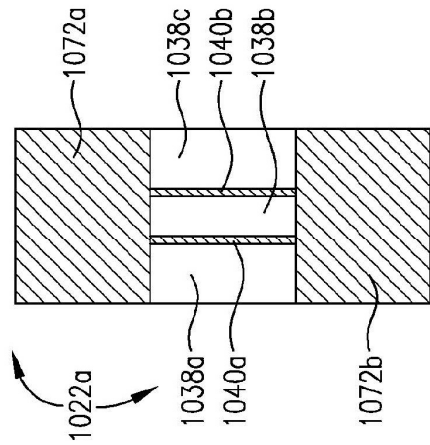


FIG. 11c

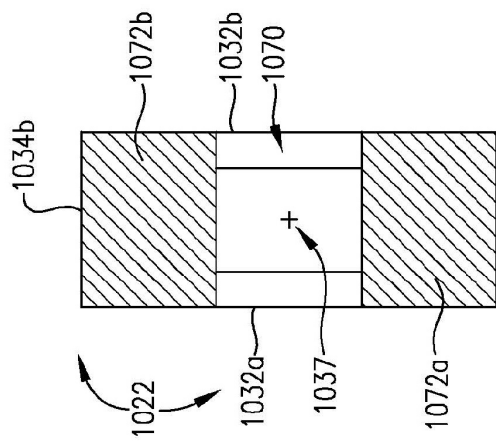


FIG. 11b

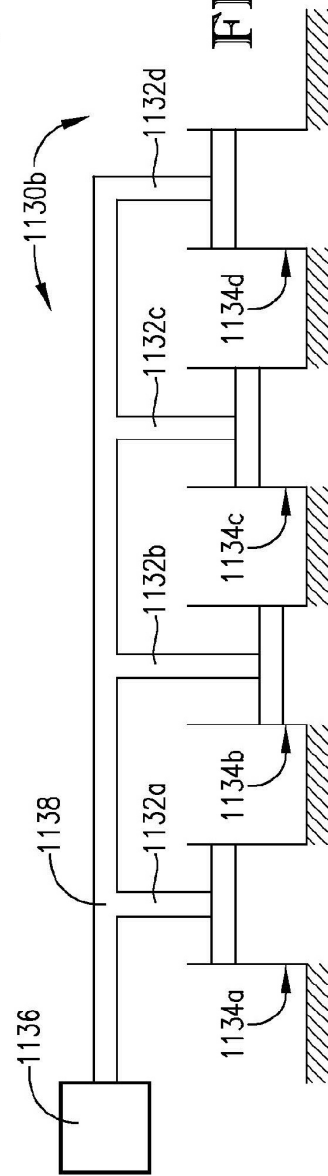
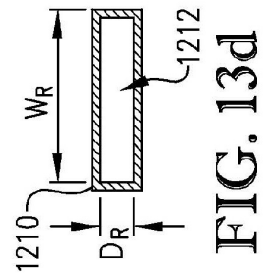
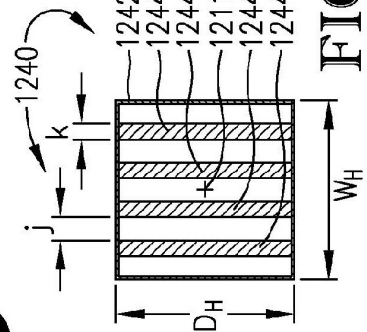
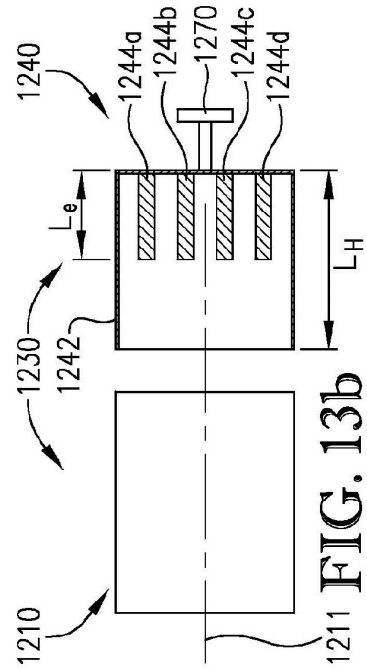
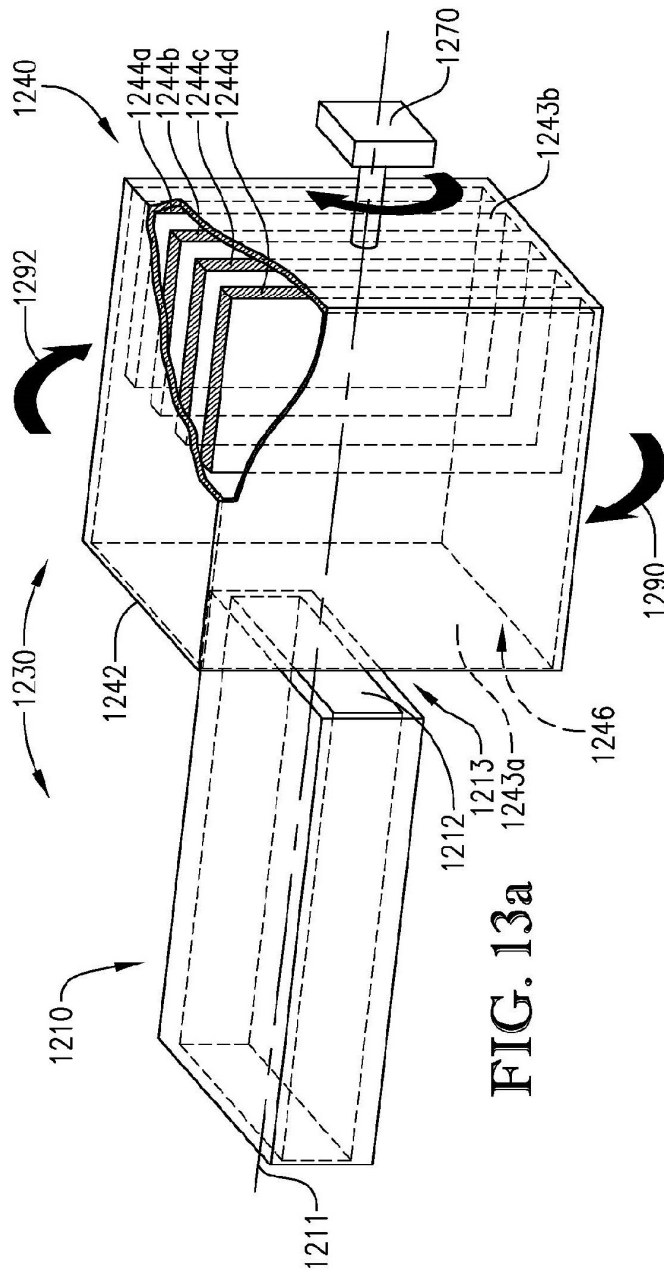
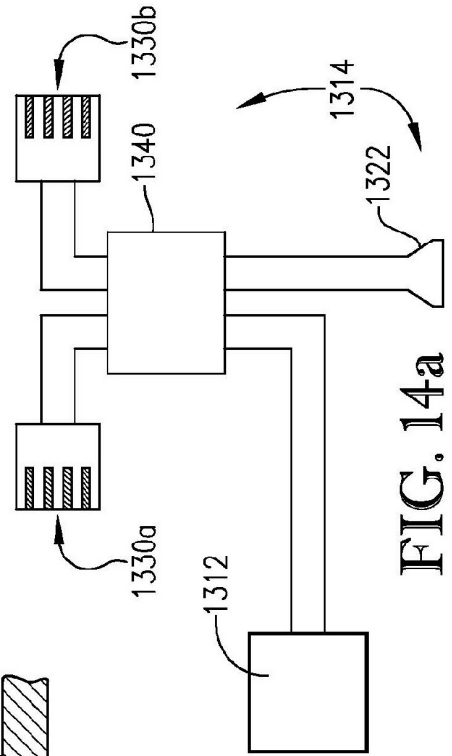
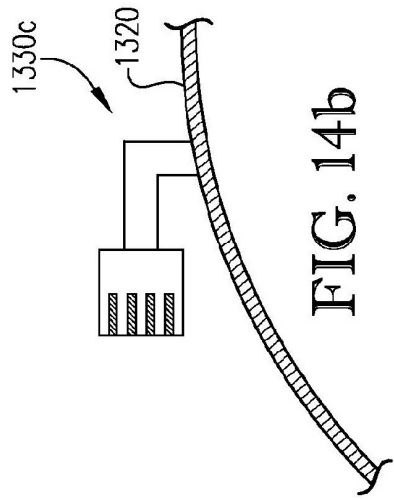
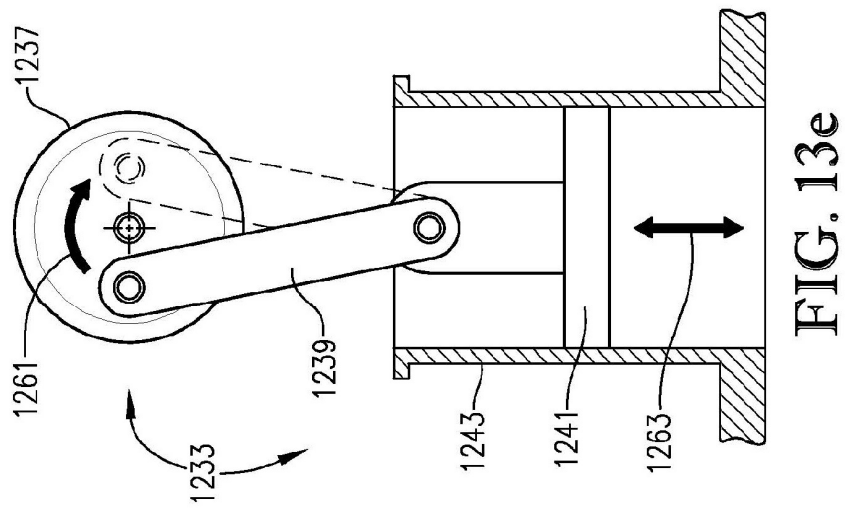
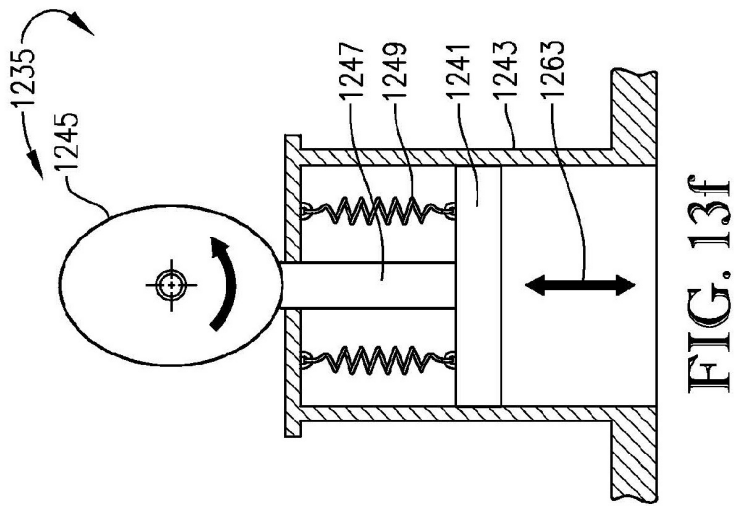


FIG. 12b





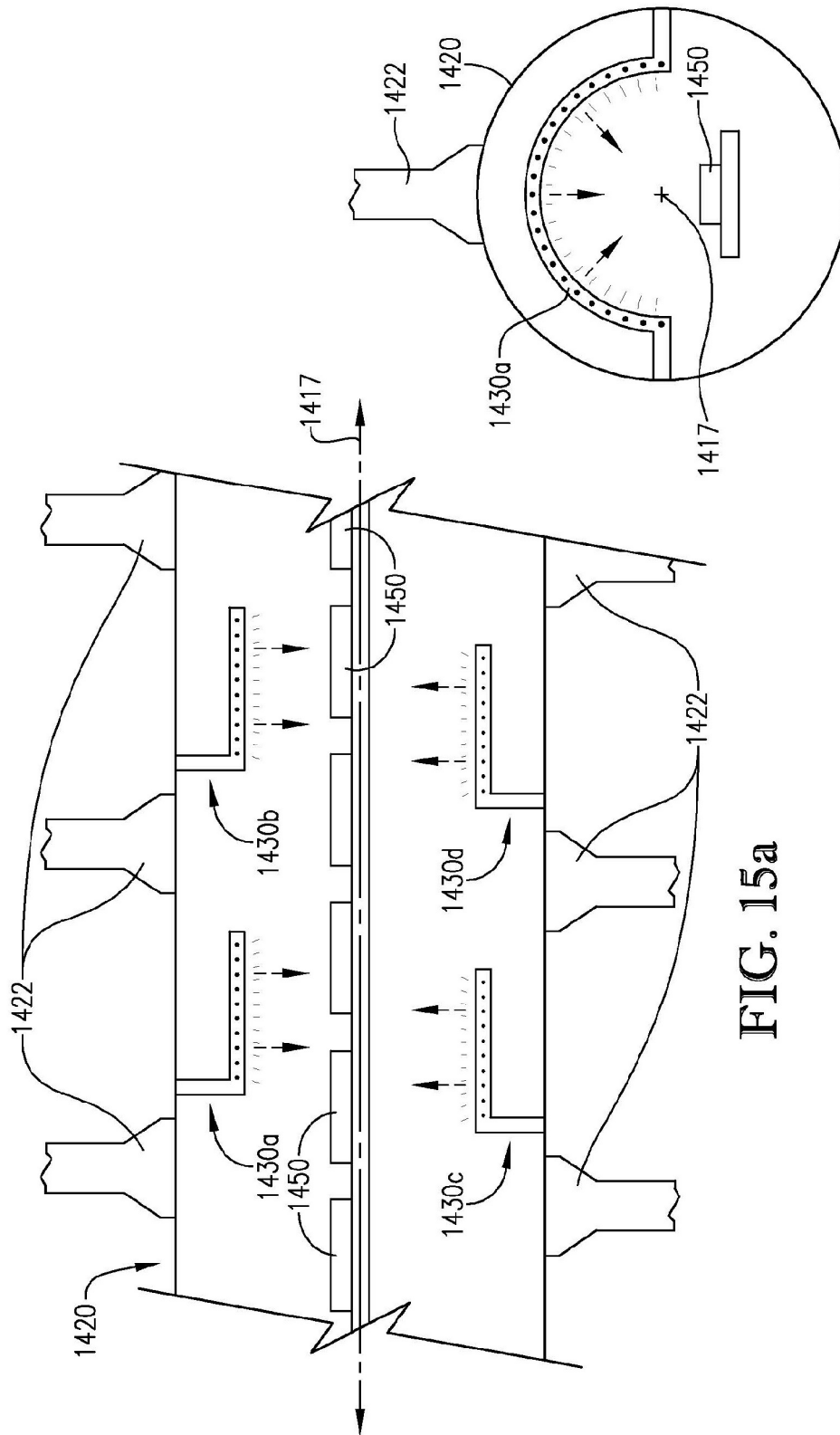


FIG. 15a

FIG. 15b

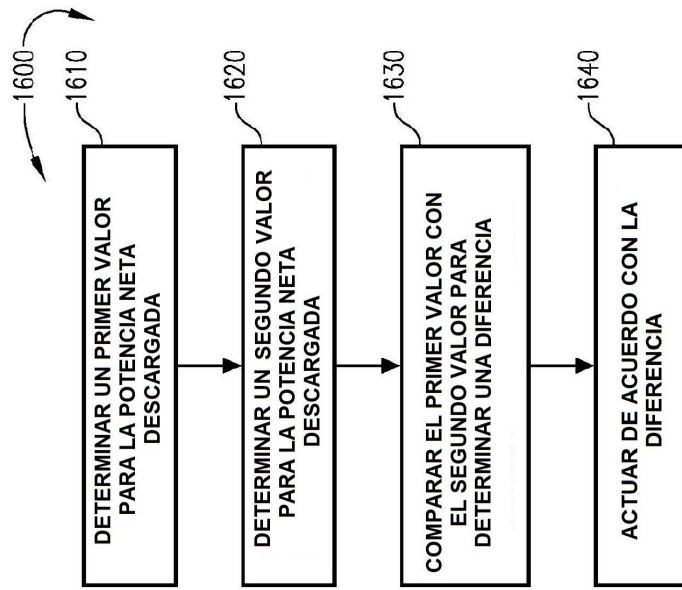


FIG. 17

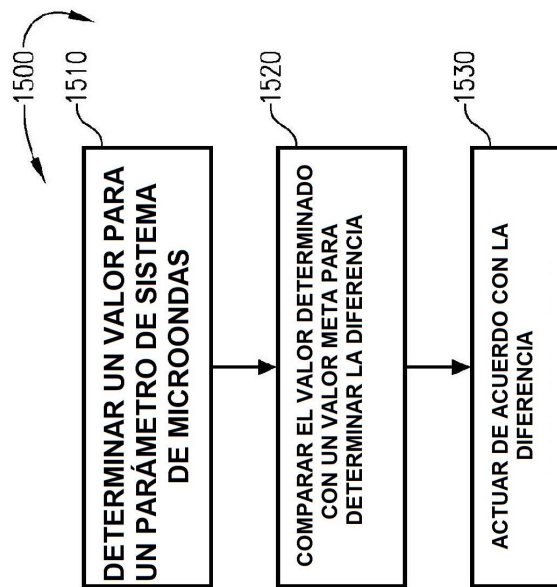


FIG. 16

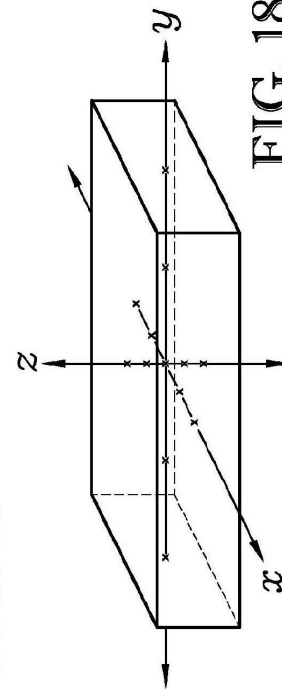


FIG. 18