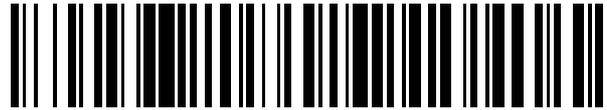


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 243**

51 Int. Cl.:

A23L 3/005 (2006.01)

A61L 2/12 (2006.01)

B01J 19/12 (2006.01)

H05B 6/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2009 E 09818234 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2343994**

54 Título: **Sistema electromagnético**

30 Prioridad:

23.09.2008 US 99434 P

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

20.04.2015

73 Titular/es:

**ASEPTIA, INC. (100.0%)
2021 Progress Court
Raleigh, NC 27608, US**

72 Inventor/es:

DROZD, JAMES MICHAEL

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 534 243 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema electromagnético

ANTECEDENTES

5 Existen numerosas aplicaciones en las que es necesario calentar un material a bombear a una temperatura específica. Ejemplos de ello incluyen el calentamiento de materiales alimenticios a una temperatura específica para su esterilización o pasteurización. Así, se requieren dispositivos y métodos para calentar materiales bombeables de una forma eficiente y eficaz.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 Con el fin de entender fácilmente las ventajas de la invención, la invención descrita brevemente más arriba se describirá de forma más particular con referencia a realizaciones específicas, que se ilustran mediante las figuras adjuntas. Teniendo en cuenta que dichas figuras representan únicamente realizaciones típicas de la invención y, por consiguiente, no han de considerarse como limitativas del alcance de ésta, más abajo se describen y explican realizaciones de la invención de forma más específica y detallada mediante el uso de estas figuras adjuntas, en las que:

- 15 Figura 1: ilustra una vista tridimensional de un sistema para procesar un material de acuerdo con una realización.
- Figura 2: ilustra una vista en sección transversal lateral de una cámara electromagnética de la Figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 20 Figura 3: ilustra una vista en sección transversal frontal de una cámara electromagnética de la Figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención.
- Figura 4: ilustra una vista en sección transversal frontal de una cámara electromagnética de la Figura 1 de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- Figura 5: ilustra una vista en sección transversal frontal de un sistema electromagnético de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- 25 Figura 6: ilustra la vista en sección transversal de una tubería dentro de la cámara electromagnética de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- Figura 7: ilustra una vista tridimensional del procesamiento de un material de acuerdo con otra realización.
- 30 Figuras 8-9: ilustran vistas en sección transversal frontal de cámaras electromagnéticas y vistas en sección transversal frontal de la tubería en su interior.
- Figura 10: ilustra la vista en sección transversal de una tubería dentro de la cámara electromagnética.
- Figura 11: ilustra una vista tridimensional de una cámara electromagnética con una tubería que la atraviesa.
- Figura 12: ilustra una vista en sección transversal lateral de un sistema electromagnético.
- 35 Figura 13: ilustra una vista de un sistema electromagnético.
- Figura 14: ilustra una vista en sección transversal frontal de la cámara electromagnética.
- Figura 15: ilustra vistas en sección transversal frontal de cámaras electromagnéticas y vistas en sección transversal frontal de la tubería en su interior.
- Figuras 40-41: ilustran diagramas de flujo de proceso posibles.
- 40 Figura 42: ilustra vistas en sección transversal lateral de posibles orientaciones de canal dentro de una cámara.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

45 En esta especificación, la referencia a "una realización" o un lenguaje similar significa que un rasgo, estructura o característica particular descritos en relación con la realización está incluido al menos en una realización de la presente invención. Por consiguiente, en toda esta especificación, la aparición de la frase "en una realización" o un lenguaje similar se puede referir en todos los casos a la misma realización, aunque no necesariamente.

50 Una realización de la presente invención es un sistema electromagnético para tratar materiales bombeables 139 con energía electromagnética 110. Ejemplos de estos materiales bombeables incluyen biomateriales, tales como materiales alimentarios, materiales farmacéuticos y otros materiales que son utilizados por un animal (como un ser humano u otro ser vivo). Ejemplos de materiales alimentarios incluyen sopas, puré de patatas, comida para perros o cualquier otro material que pueda ser ingerido por un animal. Ejemplos de materiales farmacéuticos incluyen medicamentos, cosméticos o cualquier otro artículo que pueda ser utilizado para cualquier fin por un animal. Los materiales bombeables se pueden bombear a través de la cámara 55 electromagnética a lo largo de una longitud 120 de la cámara.

Los materiales bombeables pueden ser homogéneos o heterogéneos. En el caso de materiales homogéneos, el producto es el mismo. El puré de plátano es un ejemplo de material homogéneo. Los materiales heterogéneos contienen productos diferentes. Por ejemplo, la sopa de pollo con fideos tiene fideos, pollo y caldo. Además, el material podría ser un material multifásico. Los materiales multifásicos podrían tener el mismo producto pero en diferentes formas. Por ejemplo, el puré de patatas con tropezones podría tener puré de patatas y trozos de patata.

Una realización de la presente invención es un método para calentar material bombeable multifásico y/o heterogéneo. El material se transporta o fluye por un canal a través de una cámara de energía electromagnética. Para transportar el material por un canal a través de la cámara de energía electromagnética se puede utilizar un dispositivo. Un ejemplo es una bomba para transportar el material por un canal a través de la cámara electromagnética. Otro ejemplo es utilizar la fuerza de la gravedad para transportar el material. El canal atraviesa la cámara de energía electromagnética en su longitud. Esta cámara está formada por un primer extremo 210 y un segundo extremo 212. El primer extremo 210 está donde el canal entra en la cámara. El segundo extremo 212 está donde el canal sale de la cámara.

Este canal podría ser una tubería cilíndrica. En una realización, el canal está orientado en dirección esencialmente paralela o con un ángulo pequeño con respecto a una superficie horizontal. La superficie horizontal podría ser el suelo o la Tierra. La superficie horizontal puede ser además perpendicular a la fuerza de la gravedad. Un ejemplo específico de un pequeño sería una elevación de 0,63 cm (1/4") por cada 30,48 cm (1 pie) de longitud horizontal. En otra realización, el canal podría estar tener una orientación prácticamente perpendicular, es decir vertical con respecto al suelo. En otra realización, el canal podría estar orientado con un ángulo pequeño con respecto al suelo, por ejemplo entre 0 grados y 40 grados con respecto al suelo. En otra realización, el ángulo pequeño puede ser inferior a 5 grados. En otra realización, el ángulo pequeño puede ser inferior a aproximadamente 1,2 grados.

El canal presentaría una composición que es virtualmente invisible a la frecuencia de la energía electromagnética utilizada. Esto significa que, cuando el canal está expuesto a la energía electromagnética utilizada, no se calienta significativamente en comparación con el material que se encuentra en su interior y que está expuesto a la energía electromagnética, pudiendo la energía electromagnética atravesar el canal de modo que puede ser absorbida por el material que se encuentra dentro de éste. Existen numerosos materiales de canal en gran medida transparentes a la energía electromagnética, incluyendo teflón, cerámica, vidrio, fibra de vidrio, Ultem, PEEK, TPX, Ultem y otros polímeros transparentes a la energía electromagnética, o cualquier combinación o laminado producido por combinaciones o capas de los materiales enumerados.

En una realización, el material se calienta rápidamente exponiéndolo a una energía electromagnética con una potencia relativamente alta. La energía electromagnética de alta potencia podría ser superior a 20 kW suministrados al material dentro de la cámara electromagnética. La energía electromagnética de alta potencia también podría ser inferior a 20 kW, por ejemplo de aproximadamente 1 kW a 20 kW. En una realización, el calentamiento rápido de un material sería el calentamiento del material a más de 70°C en menos de 10 minutos. En otra realización, el calentamiento rápido del material sería el calentamiento del material por encima de 85°C en menos de 15 minutos.

En otra realización se pueden emplear múltiples cámaras. Cada una de estas múltiples cámaras contiene el canal que atraviesa al menos una parte de cada una de las múltiples cámaras. Para las múltiples cámaras es posible utilizar una única fuente de energía electromagnética o múltiples fuentes de energía electromagnética, con el fin de suministrar energía electromagnética a cada una de las cámaras. En otra realización, la energía absorbida por el material en una cámara puede ser utilizada como fuente de energía en la cámara siguiente. La Figura 1 ilustra esta realización, donde una única fuente de energía electromagnética 110 trata la cámara 102. La energía atraviesa la cámara 102. La energía que no es absorbida por el material en la cámara 102 pasa después a la cámara 103. En otra realización, una única fuente de energía electromagnética se podría dividir y utilizar para tratar más de una cámara.

En otra realización se puede suministrar energía electromagnética (por ejemplo al menos 20 kW) simultáneamente a las múltiples cámaras, de modo que el material puede ser tratado con energía electromagnética en una o más cámaras. La energía electromagnética de alta potencia también podría ser inferior a 20 kW, por ejemplo de aproximadamente 1 kW a 20 kW. En una realización, el calentamiento rápido de un material sería calentar el material a más de 70°C en menos de 10 minutos mientras éste es tratado en las múltiples cámaras. En otra realización, el calentamiento rápido de un material sería calentar el material a más de 85°C en menos de 15 minutos mientras éste es tratado en las múltiples cámaras.

En el caso de los materiales multifásicos y/o heterogéneos, en otra realización, el material dentro del canal se trata en una parte de la sección transversal del canal dentro de la cámara con un nivel de energía menor que en otra parte de la sección transversal del canal dentro de la cámara. Por ejemplo, el tratamiento de una parte de la sección transversal con un nivel de energía menor que en otra parte podría calentar preferentemente

- una parte dentro de la sección transversal del canal por encima de otra área en una cámara electromagnética. Por ejemplo, la energía electromagnética en la cámara podría ser mayor en la parte superior del canal y menor en la parte inferior del canal. Esto significa que el material en la parte superior del canal recibiría más energía que el material en la parte inferior del canal. En una tubería, esto correspondería a un mayor calentamiento de la parte superior de la tubería. Este ejemplo se ilustra en la Figura 6. La Figura 6 ilustra una sección transversal de la tubería dentro de la cámara. En la Figura 6, la tubería tiene una parte superior de sección transversal 180 y una parte inferior de sección transversal 182. La letra de referencia "H" en la Figura 6 representa una parte de mayor exposición a la energía electromagnética 190 y la letra de referencia "C" en la Figura 6 representa una parte de menor exposición a la energía electromagnética 192.
- 5 Esto es útil en el caso de materiales multifásicos y/o heterogéneos debido a las diferencias de densidad y a las diferencias de flujo entre las partículas del material y el líquido del material. En otra realización, la cámara se diseña de modo que en algunas áreas de la misma hay un menor nivel de energía. Por ejemplo, la cámara se puede diseñar de modo que se obtenga el patrón de energía mostrado en la Figura 3, donde el nivel de energía es menor en la parte inferior y en la parte superior de la cámara.
- 10
- 15 En el caso de los alimentos heterogéneos y/o multifásicos (por ejemplo líquido con trozos sólidos), los valores de densidad del líquido y los trozos sólidos dotan a un sistema de tratamiento de la capacidad de calentar y conservar el producto apropiadamente. En un flujo prácticamente horizontal, antes de entrar a la región de calentamiento, los materiales con mayor densidad fluirán a lo largo de la parte inferior del interior de la tubería, los materiales con una densidad neutra fluirán por la cavidad interior de la tubería y los materiales de menor densidad (es decir, materiales flotantes) fluirán principalmente por la parte superior de la tubería. como ejemplo, un mejor calentamiento en la zona inferior de la tubería conduce a una mayor temperatura y una menor densidad de los materiales que fluyen por la parte inferior de la misma en comparación con los materiales que fluyen por su parte superior. La disminución de la densidad hace que estos materiales más calientes (tanto componentes fluidos como sólidos) se muevan hacia la parte superior de la tubería; y que los materiales más fríos (con mayor densidad) se muevan hacia la parte inferior de la tubería, donde tiene lugar de nuevo el calentamiento, lo que conduce a la repetición del movimiento desde la parte inferior hacia la superior de los materiales más calientes y el movimiento desde la parte superior hacia la inferior de los materiales más fríos.
- 20
- 25
- 30 Como fuente de energía electromagnética se puede utilizar energía de microondas. Esto incluye el uso de frecuencias industriales estándar de 915 MHz y 2450 MHz. En una realización preferente, se utiliza un generador de microondas de 915 MHz, que genera al menos 20 kW de energía de microondas. Se ha de entender que se pueden emplear otras frecuencias y otros niveles de potencia y que la presente invención no se limita a las frecuencias y los niveles de potencia específicos indicados explícitamente aquí.
- 35 Una realización de la presente invención es el tratamiento de un material bombeable. El tratamiento puede ser exponer el material a energía electromagnética. El tratamiento también puede ser calentar el material, endurecer el material, secar el material y/o realizar cualquier otra función sobre o con el material.
- 40 Tal como se ilustra en el ejemplo de realización de la Figura 1, el sistema electromagnético 100 incluye al menos una cámara 102 y al menos un canal 104. El sistema 100 puede incluir múltiples cámaras conectadas electromagnéticamente entre sí utilizando curvas de guía de ondas 108. El sistema 100 se puede conectar con un generador de microondas, que no se muestra en las figuras.
- Cada cámara 102 puede ser un recipiente metálico capaz de dirigir energía de microondas al interior de los materiales en la cavidad interior 106 de la cámara 102. La cámara 102 puede incluir una guía de ondas metálica con una extensión longitudinal 120 y una sección transversal (Figura 2) a lo largo de dicha longitud 120 de la cámara. Un ejemplo de cámara es una guía de ondas.
- 45 La Figura 2 muestra una sección transversal 115 a lo largo de la extensión longitudinal 120 de la cámara con un primer extremo 210 y un segundo extremo 212. La cámara 102 está limitada por dos superficies conductoras 200 y 202.
- 50 La Figura 3 ilustra una sección transversal 130 perpendicular a la extensión longitudinal 120 de la cámara. Esta sección transversal 130 incluye una altura 312 y una anchura 134, siendo la altura de la cámara 132 mayor que la anchura de la cámara 134. Esta configuración puede formar un modo TE₁₀ (u otro modo TE) dentro de la cámara 102. También son posibles otros patrones de energía en la cámara con la presente invención, consistiendo el aspecto clave en que el nivel de energía es menor en algún área cerca de las superficies conductoras 200 y 202 que en otra área de la cámara. La cámara 102 puede estar alineada de tal modo que la longitud 120 de la cámara 102 sea esencialmente paralela a una superficie horizontal 138 y la extensión en anchura de la cámara esté alineada paralela a una superficie horizontal 138, siendo la altura 132 de la cámara 102 perpendicular a una superficie horizontal 138. La superficie horizontal 138 podría ser el suelo o cualquier otra superficie horizontal que sea esencialmente perpendicular a la fuerza de la gravedad. En una realización, la altura de la cámara 132 es mayor que la anchura de la cámara 134. En otra realización, la cámara está orientada con respecto a una superficie horizontal de tal modo que el lado más largo (la altura
- 55

132) de la cámara es perpendicular o prácticamente perpendicular a la superficie horizontal y el lado más corto (la anchura 134) es paralelo o presenta un pequeño ángulo con respecto a la superficie horizontal en casi todas o en todas las partes a lo largo de la dirección longitudinal 110 de la cámara. La Figura 7 ilustra un ejemplo de esta realización. En otra realización, la cámara está orientada con respecto a la superficie horizontal de tal modo que tanto el lado más largo (la altura 132) de la cámara como el lado más corto (la anchura 134) son perpendiculares o prácticamente perpendiculares a la superficie horizontal. En otra realización, la cámara está orientada con respecto a una superficie horizontal de tal modo que el lado más largo (la altura 132) de la cámara es paralelo o presenta un pequeño ángulo con respecto a la superficie horizontal y el lado más corto (la anchura 134) es perpendicular o prácticamente perpendicular a la superficie horizontal. Un ejemplo específico de ángulo pequeño sería una elevación de 0,63 cm (1/4") por cada 30,48 cm (1 pie) de longitud horizontal. En una realización, un ángulo pequeño con respecto a una superficie horizontal es de 0 grados a 40 grados con respecto al suelo. En otra realización, el ángulo pequeño puede ser inferior a 5 grados.

El canal 104 puede ser cualquier tipo de paso que permita que los materiales 139 fluyan o sean bombeados dentro de una cavidad interior 140 del canal 104. Un ejemplo de canal 104 puede ser una tubería. Aunque una tubería 104 es únicamente un ejemplo del canal, aquí se hace referencia a la tubería 104 como canal con fines ilustrativos.

La tubería 104 pasa a través de al menos una parte de toda la extensión de una cámara 102 que expone el material a energía electromagnética. La cámara 102 está diseñada de tal modo que la cantidad de energía electromagnética en la parte inferior y la parte superior de la cámara es menor que la energía en el centro de la cámara. Un ejemplo de una cámara consistiría en una guía de onda que soporta un modo TE 10. La Figura 3 muestra este patrón de energía 160, en el que las flechas representan el campo eléctrico 162 de la energía electromagnética.

La tubería 104 tendría una composición tal que es relativamente invisible a la frecuencia de la energía electromagnética utilizada. Esto significa que, cuando el canal está expuesto a energía electromagnética, no se calienta significativamente en comparación con el material que se encuentra dentro del canal y que está expuesto a la energía electromagnética, pudiendo la energía electromagnética pasar a través del canal de modo que puede ser absorbida por el material que se encuentra en su interior. Tal como se ha descrito más arriba, existen numerosos materiales de canal en gran medida transparentes a la energía electromagnética, incluyendo teflón, cerámica, vidrio, fibra de vidrio, Ultem, PEEK, TPX, Ultem y otros polímeros transparentes a la energía electromagnética, o cualquier combinación o laminado producido por combinaciones o capas de los materiales enumerados.

Tal como se indica más arriba, como fuente de energía electromagnética se puede utilizar energía de microondas. Esto incluye el uso de frecuencias industriales estándar de 915 MHz y 2450 MHz. En una realización preferente se utiliza un generador de microondas de 915 MHz, que genera al menos 20 kW de energía de microondas.

La presente invención se refiere a un aparato diseñado de modo que la tubería entra en la cámara cerca de la parte inferior 150 de la cámara 102. La energía electromagnética suministrada a la sección transversal del material es mayor en una parte de la cámara que en otras partes de la misma. Por ejemplo, la energía electromagnética suministrada a la cámara es mayor cerca del centro de ésta y menor cerca de la parte superior o inferior de la misma cuando ésta está configurada para un modo TE 10. Esto se muestra en la Figura 3, que es una sección transversal de la cámara 102 configurada para un modo TE 10.

Como ilustra la Figura 2, la tubería entra en la cámara por una parte inferior, que corresponde a una cantidad menor de energía electromagnética 160 (tal como se ilustra en la Figura 3). Así, como ilustra la Figura 4, la tubería entra por la parte inferior de la cámara. La introducción de la tubería cerca de la parte inferior 150 de la cámara 102 reduce al mínimo la reflexión de la energía, aumentando al máximo la energía aplicada al material. Esto también sirve para exponer el material a la energía electromagnética de un modo más gradual. La tubería sale de la cámara alrededor del centro de la misma, como muestra la Figura 5.

La Figura 6 ilustra una sección transversal de la tubería de la Figura 4. En la Figura 6, la tubería tiene una parte superior de la sección transversal 180 y una parte inferior de la sección transversal 182. La letra de referencia "H" en la Figura 6 representa una parte de mayor exposición a la energía electromagnética 190 y la letra de referencia "C" en la Figura 6 representa una parte de menor exposición a la energía electromagnética 192.

Como ilustra la Figura 7, la cámara puede estar conectada con una o más curvas 170 a cada lado que conducen la energía electromagnética desde el generador hasta la cámara. Las curvas 170 tienen una abertura 172 para la tubería. Esta abertura 172 tiene cierres que evitan la fuga de energía electromagnética desde la cámara 102. En un ejemplo de realización, el cierre es un manguito metálico 176 que se une a la curva. El manguito metálico 176 es ligeramente mayor que el diámetro de la tubería, para permitir que ésta

pase a su través. El manguito 176 es más largo que una cuarta parte de la longitud de onda de la energía electromagnética.

5 Disponer la entrada de la tubería en un área de menor energía permite que la energía fluya al interior de la cámara más fácilmente. En primer lugar, esto reduce al mínimo las reflexiones y aumenta al máximo la energía que puede ser absorbida por el material. En segundo lugar, al comenzar en un punto de baja energía en la cámara, se produce un menor impacto sobre el material, es decir, un cambio más gradual de la temperatura del material. En tercer lugar, al comenzar con una menor energía, el material puede ser expuesto a la energía electromagnética durante un período de tiempo más largo. En cuarto lugar, cuando la tubería entra en la cámara se absorbe más energía en el área inferior o el área superior del material dentro de la tubería, dependiendo de si la tubería entra por la parte superior o por la inferior de la cámara. La entrada por la parte superior de la cámara implica más energía en la parte inferior del área de la tubería. La entrada por la parte inferior de la cámara implica más energía en la parte superior del área de la tubería. Esto podría resultar ventajoso en caso de materiales heterogéneos y/o multifásicos.

15 Otra posibilidad es que la cámara esté retorcida, tal como muestra la Figura 13. En esta realización, el patrón de energía donde la tubería entra y sale de la cámara se muestra en la Figura 14. La polarización del campo eléctrico se muestra en la Figura 14 mediante flechas. Así, la polarización del campo eléctrico gira a lo largo de la cámara. El campo eléctrico es el mecanismo para calentar la mayor parte de los biomateriales. Un patrón de campo eléctrico giratorio produce un calentamiento más uniforme. La Figura 15 muestra una alternativa en la que la tubería entra por el centro de la cámara y sale por el centro de las cámaras. Las variaciones en este caso incluyen la entrada o la salida de la tubería cerca de la parte superior o de la parte inferior. La cámara retorcida puede facilitar un calentamiento más uniforme de algunos materiales.

20 Cada una de las realizaciones arriba descritas se puede disponer en un sistema multicámara. Existe una serie de variaciones posibles. Las cámaras se pueden disponer horizontal o verticalmente o en cualquier combinación relativa entre sí. El material puede entrar y salir de cada cámara a través de las curvas. Al final de cada curva se utiliza un cierre para limitar la fuga de energía electromagnética. Entre las cámaras, el material se puede mezclar y/o controlar fuera del entorno de la energía electromagnética.

25 La Figura 1 ilustra una realización de un sistema de dos cámaras. El material 139 fluye a la primera cámara dentro de un canal 104. Este canal podría ser una tubería cilíndrica. El material dentro del canal entra en la cámara 102 a través de una abertura 172 en la curva 170. Desde la curva se extiende un cierre 174 que limita la energía electromagnética con respecto al entorno exterior. Un ejemplo de un cierre es un manguito metálico 176 que tiene un diámetro mayor que el canal y una longitud correspondiente al menos a una cuarta parte de la longitud de onda de la frecuencia de la energía electromagnética. El canal está dispuesto con un pequeño ángulo de elevación con respecto al suelo 138. El material 139 dentro del canal pasa a lo largo de la dirección longitudinal 110 de la primera cámara 102. La cámara tiene una parte superior 152 y una parte inferior 150. El material dentro del canal sale de la cámara 102 por la curva 108 a través de un cierre. Una vez que el material sale de la curva y los cierres, el material puede ser enviado a través de uno o más sistemas de mezcla 144 o sistemas de control 146. Después, el material pasa a una segunda cámara electromagnética 103. Esta realización permite una mezcla o control adicional del producto fuera del entorno de la energía electromagnética. Adicionalmente, este sistema podría prolongar el tiempo de exposición del material a la energía electromagnética, lo que reduce la densidad de potencia en el material. Esto permite un calentamiento uniforme de materiales que son sensibles a cambios rápidos de temperatura. Además, el sistema multicámara puede llevar a una huella más compacta.

30 Otra realización de la presente invención es un proceso que permite crear nuevos productos alimentarios y los productos alimenticios creados. El proceso utiliza energía electromagnética para calentar rápidamente un material cuando éste es bombeado o fluye a través de una cámara. En una realización, la energía electromagnética calienta el producto alimentario a una temperatura de al menos 70°C en menos de 10 minutos. En otra realización la energía electromagnética calienta el producto alimentario a una temperatura de al menos 85°C en menos de 15 minutos. En otra realización, la energía electromagnética calienta el producto alimentario a una temperatura de al menos 120°C en menos de 20 minutos. El producto se mantiene aproximadamente a la temperatura de salida de la cámara electromagnética durante un breve período de tiempo, por ejemplo menos de 5 minutos. El producto se enfría y se envasa sin exponerlo al entorno exterior. El envase se esteriliza y el producto se añade al envase en un entorno estéril.

35 En una realización de un nuevo producto creado se pueden preparar fresas en rodajas, en dados, en puré o enteras, o en cualquier combinación, en un envase que se puede almacenar en condiciones ambientales (es decir, sin refrigeración) durante al menos 6 meses sin que el producto se eche a perder. Además, la retención de la vitamina C en las fresas es mayor o igual al 90% del contenido de vitamina C antes del procesamiento. En otra realización, la retención de antocianina en las fresas es mayor o igual al 90% del contenido de antocianina antes del procesamiento. Para posibilitar el bombeo de las fresas se puede añadir puré de fresas o un fluido con una composición similar.

5 En una realización de un nuevo producto creado se pueden preparar arándanos en rodajas, en dados, en puré o enteros, o en cualquier combinación, en un envase que se puede almacenar en condiciones ambientales (es decir, sin refrigeración) durante al menos 6 meses sin que el producto se eche a perder. Además, la retención de la vitamina C en los arándanos es mayor o igual al 90% del contenido de vitamina C antes del procesamiento. Para posibilitar el transporte, por ejemplo por bombeo, de los arándanos se puede añadir puré de arándanos o un fluido con una composición similar, como zumo de uva blanca. Esta realización se puede extender a otros productos de bayas. Como ejemplos se incluyen moras, frambuesas, zarzamoras de Boysen y uvas. En otra realización de un nuevo producto creado se pueden preparar arándanos en rodajas, en dados, en puré o enteros, o en cualquier combinación, en un envase que se puede almacenar en condiciones ambientales (es decir, sin refrigeración) hasta 12 meses sin que el producto se eche a perder, siendo la retención de antocianina en los arándanos mayor o igual al 90% del contenido de antocianina antes del procesamiento.

15 En una realización de un nuevo producto creado se pueden preparar melocotones en rodajas, en dados, en puré o enteros, o en cualquier combinación, en un envase que se puede almacenar en condiciones ambientales (es decir, sin refrigeración) hasta 12 meses sin que el producto se eche a perder. Además, la retención de la vitamina C en los melocotones es mayor o igual al 90% del contenido de vitamina C antes del procesamiento.

20 En una realización de un nuevo producto creado se pueden preparar tomates en rodajas, en dados, en puré o enteros, o en cualquier combinación, en un envase que se puede almacenar en condiciones ambientales (es decir, sin refrigeración) hasta 12 meses sin que el producto se eche a perder. Además, la retención de la vitamina C en los tomates es mayor o igual al 90% del contenido de vitamina C antes del procesamiento. En otra realización, la retención de licopeno en los tomates es mayor o igual al 70% del contenido de licopeno antes del procesamiento. En una realización de la presente invención los tomates se acidifican antes de calentarlos rápidamente en la cámara electromagnética. Un método para llevar esto a cabo consiste en añadir ácido cítrico. En otra realización de la presente invención se añade un producto que ayuda a conservar la textura, como sal de calcio, cloruro de calcio, a los tomates antes de calentarlos rápidamente en la cámara.

25 En una realización se utiliza un sistema de uno o más generadores de microondas, guías de onda, aplicadores, bombas de circulación, cargas de agua e interfaces de cierre de microondas. Un elemento del subsistema es un aplicador de microondas de flujo excéntrico.

30 El aplicador de ondas de desplazamiento excéntrico consiste en un segmento de guía de ondas recto, dos codos de guía de ondas de metal de tipo codo H, cada uno provisto de un segmento cilíndrico de una tubería metálica, y un conducto de paso de flujo transparente a las microondas que transporta producto y que entra en el aplicador a través de un segmento cilíndrico de tubería metálica y sale del aplicador a través del otro segmento de tubo metálico opuesto. El lugar de entrada del tubo transparente a las microondas está en una posición descentrada con respecto a la sección transversal rectangular del segmento de guía de ondas recto en el extremo de entrada de producto y microondas. El lugar de salida del conducto de tubo transparente a las microondas que transporta producto está alineado aproximadamente con el punto central de la parte recta de la guía de ondas metálica.

35 40 En la configuración horizontal de la guía de ondas, el producto tratado fluye a lo largo de una ligera inclinación ascendente (al menos 0,63 cm, 1/4 de pulgada, de inclinación ascendente por 30,48 cm, 1 pie de longitud) para establecer un flujo que se pueda autodrenar en caso de pérdida de potencia, interrupción del proceso y/o subprocesado. En la configuración vertical del aplicador, el flujo de producto es autodrenable gracias a su dirección verticalmente ascendente.

45 50 Tal como muestran en líneas generales las figuras adjuntas, son posibles numerosas configuraciones de aplicadores verticales y/u horizontales. Las figuras mostradas no son limitativas, sino que únicamente sirven como algunas de las configuraciones posibles. La selección de elementos verticales y horizontales, su cantidad, su secuencia, la longitud de los aplicadores individuales y otros elementos de diseño se lleva a cabo en función de la naturaleza del material procesado, los niveles de tratamiento térmico deseados, el caudal y el suministro de energía previsto por segmento aplicador individual y para cualquier combinación de aplicadores en serie o en paralelo.

Existen otras numerosas realizaciones de la presente invención. Las Figuras 16-39 ilustran una serie de variaciones. Éstas incluyen múltiples secciones que podrían estar en una orientación horizontal o vertical de cualquier combinación de secciones horizontales y verticales. Las Figuras 40-41 muestran posibles diagramas de flujo de proceso para los elementos del proceso.

55 Las Figuras 16-39 ilustran el concepto constructivo de un aplicador de ondas de desplazamiento excéntrico simple, dos aplicadores excéntricos consecutivos y tres dispositivos aplicadores excéntricos consecutivos para el tratamiento térmico de alimentos, biomateriales y otros materiales. Las configuraciones presentadas

están concebidas como ilustrativas de algunas de las alternativas y realizaciones posibles de los dispositivos que constituyen el objeto de esta invención.

5 El alimento, biomaterial u otro material a procesar se introduce a través de un conducto transparente a las microondas (normalmente un tubo sanitario hecho de teflón, cerámica, vidrio, Ultem, PEEK, TPX, Ultem y otros polímeros transparentes a la energía electromagnética, o cualquier combinación o laminado producido por combinaciones o capas de los materiales enumerados) al mismo tiempo que se introduce energía de microondas, asegurando que la energía se suministra al material procesado gradualmente por una zona de exposición ampliada.

10 Un concepto modular y una configuración simple y sencilla del sistema también permiten una mayor flexibilidad para seleccionar los regímenes de flujo verticales frente a horizontales (ligeramente inclinados): el sistema se puede configurar para permitir determinados tipos de exposición de régimen de flujo adaptando características bioquímicas y biofísicas del material individual. Por ejemplo, si se espera que el material experimente determinados tipos de conversiones químicas y físicas, como fusión de lípidos, desnaturalización de proteínas y/o formación de gel o disgregación, el sistema se puede construir convenientemente a partir de
15 una secuencia de módulos aplicadores de microondas excéntricos para posibilitar que estos cambios se produzcan de forma ordenada, y segmentos de afluencia adicionales fuera del área de aplicación de microondas para reducir al mínimo la variabilidad extrema de la distribución de temperatura provocada por estos cambios y mejorar el control de la aplicación de energía térmica.

20 En conjunto, estas características de los dispositivos presentados y los sistemas montados utilizando estos dispositivos como componentes proporcionan un medio mucho más estable, predecible y controlable para aplicar un tratamiento rápido y uniforme a alimentos, biomateriales y otros materiales heterogéneos con estructura y propiedades dieléctricas y biofísicas variables para posibilitar la aplicación del tratamiento térmico.

25 En calentadores de flujo continuo que aplican campos de energía electromagnética avanzada, los alimentos y biomateriales bombeables se calientan y mueven simultáneamente, dependiendo la velocidad de calentamiento y la velocidad de movimiento a través del dispositivo de calentamiento de la potencia del campo, de la uniformidad del campo y, en consecuencia, la distribución de la potencia dentro del campo, de las propiedades dieléctricas de los materiales calentados, de la dependencia de las propiedades dieléctricas de los materiales calentados de la temperatura y las características físicas dependientes de la temperatura de
30 los materiales calentados, de propiedades termofísicas de los materiales calentados (como la conductividad térmica, la difusividad térmica, la densidad, la viscosidad, etc.), y del tiempo de permanencia dentro del calentador, es decir, el tiempo de exposición de los materiales calentados al campo electromagnético que resulta en un aumento de temperatura del material bombeado.

35 La uniformidad determina si todos los elementos dentro del alimento o biomaterial han sido tratados adecuadamente con un nivel apropiado de exposición de pasteurización o esterilización térmica, que resulta en la inactivación de todos los microorganismos de interés, ya sean microorganismos de importancia sanitaria pública (patógenos), ya sean microorganismos con capacidad para provocar una degradación de la calidad, una degradación y una limitación de la vida útil de los productos alimenticios o biomateriales sin poner en peligro al consumidor (microorganismos de degradación). Si la aplicación de este tratamiento no es uniforme y no se controla, cuantifica y vigila apropiadamente, se pueden obtener resultados de proceso no deseados:
40 un producto inseguro o inestable o un producto que necesita un sobreprocesamiento térmico hasta tal punto que la degradación y el deterioro resultante de los componentes nutricionales cualitativos, tales como vitaminas, otros nutrientes termosensibles, antioxidantes, colorantes, aromatizantes y compuestos que definen la textura e ingredientes, siendo tal que frustra las ventajas de aplicar una tecnología de calentamiento rápido avanzado.
45

Como muestra la Figura 39, el dispositivo ilustrado es un conjunto de paso de flujo giratorio que se puede integrar con intercambiadores de calor y mejora la igualación de la exposición espacial y temporal a la energía térmica y electromagnética durante el calentamiento avanzado de alimentos y biomateriales viscosos y heterogéneos.

50 Algunas realizaciones de la invención permiten la exposición a métodos de calentamiento térmico avanzado durante regímenes de flujo horizontales e inclinados hacia arriba, limitando así la longitud del recorrido de materiales con diferentes propiedades y velocidades de calentamiento asociadas. Además, la rotación de toda la zona de exposición de paso de flujo de forma repetitiva empuja los segmentos más densos del material hacia las zonas superiores del flujo y al mismo tiempo empuja los elementos y componentes menos densos y más flotantes hacia la parte inferior del flujo. En ambos casos, la velocidad del movimiento vertical
55 relacionado con la flotabilidad durante el bombeo de flujo horizontal es contrarrestada por la rotación radial de la zona de paso de flujo, consiguiéndose una equiparación eficaz tanto espacial (en casos donde el campo de energía no es uniforme) como temporal (donde las partículas más rápidas y flotantes son obstruidas en su progreso de flujo horizontal por colisiones con las partículas más densas y menos flotantes, que las

ralentizan, y al mismo tiempo las partículas más densas y menos flotantes resultan aceleradas por las colisiones con las partículas más rápidas). Además, el volteo continuo por rotación y el movimiento vertical de partículas resultante asegura una reducción al mínimo de la acumulación de partículas (gusanos de flujo) y se mantiene una carga relativamente uniforme de todos los componentes presentes.

- 5 Algunas realizaciones de la invención se pueden integrar convenientemente en dispositivos de calentamiento avanzado existentes y emergentes dentro de sistemas de procesamiento aséptico de flujo continuo y también utilizar para igualar la exposición de materiales a energía térmica y electromagnética dentro de campos de energía que están distribuidos de forma imperfecta y no uniforme en el espacio, posibilitando así el procesamiento de estos materiales mediante el uso de fuentes de energía menos costosas y más disponibles, como generadores de 2450 MHz.

- 10 Algunas realizaciones de la invención aquí descrita son el primer ejemplo del uso de componentes de material metálico no magnético, como etiquetas o añadidos para el tiempo de permanencia y la detección de la localización de partículas en configuraciones de procesamiento de flujo continuo multipunto, independientemente o en combinación funcional con etiquetas o implantes de material magnético y de detección de campos magnéticos.

Algunas realizaciones de la invención están enfocadas a la capacidad para distinguir entre diferentes partículas individuales durante el control y la detección en tiempo real, así como la capacidad para distinguir entre estados activados y no activados de implantes termosensibles.

- 20 Las áreas de aplicación para realizaciones de la presente invención consisten en el procesamiento de flujo continuo y por lotes de materiales sometidos a tratamiento térmico, con el objetivo de alcanzar un estado de pasteurización, estabilización (prolongación de la vida útil) o esterilización para alimentos y/o biomateriales multifásicos (con contenido de partículas). Adicionalmente, la invención también podría utilizarse en otros procesos en los que intervienen materiales espesos, altamente viscosos y de tipo suspensión espesa.

- 25 Algunos materiales metálicos no magnéticos (preferentemente aluminio, cobre o zinc) se utilizan como implantes, cerramientos, blindajes o envolturas dentro o alrededor de las partículas simuladas de alimentos o biomateriales, que opcionalmente llevan otras etiquetas y/o implantes termosensibles. Las partículas simuladas que portan las etiquetas o cerramientos metálicos pasan a través del sistema de procesamiento de flujo continuo.

- 30 El sistema puede estar equipado con segmentos de paso no metálicos (secciones de tubería) y (preferentemente) sensores, conmutadores y/o detectores de proximidad inductivos. Los detectores/sensores inductivos se utilizan para determinar y registrar el tiempo y el lugar de paso de partículas etiquetadas con el material metálico no magnético.

- 35 Opcionalmente se aplica un sistema asociado concurrente de etiquetas/implantes magnéticos y una red de sensores/detectores de campo magnético para posibilitar el control y detección de partículas simuladas etiquetadas magnéticamente (independientemente de implantes y etiquetas metálicos no magnéticos o en combinación con éstos).

- 40 Tanto los sensores/detectores de materiales metálicos no magnéticos como los sensores/detectores de campo magnético están configurados opcionalmente con más de un solo nivel de sensibilidad de detección. Esto se puede lograr seleccionando sensores (combinando los sensores inductivos capaces de detectar tamaños menores y mayores de implantes/recipientes metálicos, combinando sensores de campo magnético con diversos índices de sensibilidad, por ejemplo NVE AA002-02 - alta sensibilidad frente a NVE AAH-002-02 - sensibilidad ultraalta), y también ajustando la sensibilidad de los sensores aplicados *in situ* mediante la selección de las frecuencias de oscilación (para sensores/detectores de tipo inducción) o ajustando la tensión de operación en caso de sensores GMR NVE.

- 45 En la forma más simple, el sistema de control de flujo de partículas puede incluir únicamente sensores de tipo inducción, que controlan los tiempos de paso y el tiempo de permanencia de las etiquetas e implantes etiquetados con material metálico no magnético.

- 50 Otra realización es una combinación de localización por multidetección de detectores de tipo inducción de un solo nivel de sensibilidad y sensores de campo magnético GMR de un solo nivel de sensibilidad. Este sistema puede detectar y registrar independientemente los tiempos de paso y permanencia de las partículas etiquetadas metálicamente, etiquetadas magnéticamente y con etiquetas metálicas/magnéticas combinadas. Adicionalmente, los sistemas de este tipo pueden detectar el tiempo de paso y el estado de cambio térmico de las partículas simuladas etiquetadas metálicamente que contienen conmutadores termomagnéticos.

- 55 Hasta el momento en que esta partícula alcanza el estado activado del conmutador termomagnético dentro de la partícula, únicamente es detectada por los sensores inductivos detectores metálicos a lo largo del

recorrido de flujo continuo durante el proceso. Una vez alcanzado el estado activado del conmutador termomagnético dentro de la partícula circulante, la partícula es detectada tanto por sensores de tipo inducción como por sensores de campo magnético (GMR).

- 5 Otras realizaciones adicionales de la invención aplican múltiples niveles de sensibilidad de uno o de los dos tipos de detectores sin contacto para detección metálica no magnética (preferentemente inductiva) y/o magnética (preferentemente GMR).

Por ejemplo, si se seleccionan y aplican versiones de alta y baja sensibilidad para los detectores metálicos y magnéticos, o si éstas se logran mediante los ajustes arriba indicados, la siguiente tabla ilustra las combinaciones de etiquetas de partícula y/o las capacidades de detección que se pueden lograr.

Tipo de etiqueta/ implante de partícula		Detectado por tipo de sensor/detector y nivel de sensibilidad			
METÁLICO	MAGNÉTICO	METÁLICO	Nivel estándar	MAGNÉTICO	Nivel estándar
Ninguno	Pequeño	0	0	0	+
Ninguno	Grande	0	0	+	+
Pequeño	Ninguno	0	+	0	0
Grande	Ninguno	+	+	0	0
Pequeño	Pequeño	0	+	0	+
Pequeño	Grande	0	+	+	+
Grande	Pequeño	+	+	0	+
Grande	Grande	+	+	+	+

10

Por consiguiente, mediante la combinación de presencia/ausencia y tamaño de implantes metálicos y magnéticos se podrían detectar fácilmente ocho configuraciones diferentes de implante/etiqueta de partícula.

- 15 Cada una de las configuraciones/etiquetas de ID indicadas podría ser asignada opcionalmente a un tipo de implante termosensible predeterminado simple o múltiple: conmutadores termomagnéticos, cargas de esporas bacterianas, TTI enzimáticas, químicas y/o físicas.

Estos a su vez podrían tener asociada una funcionalidad de evaluación en tiempo real o post-proceso, para registro, análisis y almacenamiento.

- 20 Los organigramas y diagramas de bloques de las Figuras 40 y 41 ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de posibles aplicaciones de sistemas, métodos y productos de programa informático de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. A este respecto, cada bloque de los organigramas o diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, o una parte de un código que incluye una o más instrucciones ejecutables para aplicar la o las funciones lógicas especificadas. También se ha de señalar que, en algunas aplicaciones alternativas, las funciones indicadas en el bloque pueden tener lugar en un orden distinto al mostrado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados de forma sucesiva pueden de hecho ser ejecutados de forma esencialmente simultánea, o en algunos casos los bloques se pueden ejecutar en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad en cuestión. También se observará que cada bloque de los diagramas de bloques y/o ilustraciones de organigramas, y combinaciones de bloques de los diagramas de bloques y/o ilustraciones de organigramas, puede ser ejecutado por sistemas basados en *hardware* para uso especial que realizan las funciones o acciones especificadas, o combinaciones de *hardware* para uso especial e instrucciones de ordenador.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

1. Aparato para tratar un material bombeable, que comprende:
 - al menos una cámara (102) que forma una guía de ondas y que incluye:
 - una primera superficie conductora (202),
 - una segunda superficie conductora (200) opuesta a la primera superficie conductora (202),
 - un primer extremo (210), y
 - un segundo extremo (212); y
 un canal para posibilitar la transferencia del material bombeable a través de la guía de ondas desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la guía de ondas, incluyendo el canal:
 - un primer extremo de canal próximo a la primera superficie conductora (202), y
 - un segundo extremo de canal cercano a un punto central entre las dos superficies conductoras, y estando configurada la guía de ondas para recibir energía electromagnética procedente de una fuente, creando la energía electromagnética un campo electromagnético entre las superficies conductoras y siendo el campo electromagnético más bajo cerca de las superficies conductoras.

2. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque la energía electromagnética suministrada a la cámara es mayor cerca del centro de la cámara y menor cerca de la parte superior o la parte inferior de la cámara cuando ésta está configurada para un modo TE 10.

3. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque
 - el canal pasa a través de una abertura en una curva,
 - un manguito conductor que es ligeramente más grande que el canal se extiende desde la abertura en la curva, y
 - la longitud del manguito corresponde al menos a una cuarta parte de la longitud de onda de la energía electromagnética.

4. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque adicionalmente comprende múltiples cámaras y el canal atraviesa al menos una parte de cada una de las múltiples cámaras.

5. Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque adicionalmente comprende al menos un dispositivo dispuesto en el canal entre las cámaras para mezclar el material bombeable.

6. Método para exponer un material bombeable a energía electromagnética, que comprende:
 - proporcionar un aparato que incluye:
 - al menos una cámara (102) que forma una guía de ondas y que comprende:
 - una primera superficie conductora,
 - una segunda superficie conductora opuesta a la primera superficie conductora,
 - un primer extremo, y
 - un segundo extremo, y
 - un canal para posibilitar la transferencia del material bombeable a través de la guía de ondas desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la guía de ondas, incluyendo el canal:
 - un primer extremo de canal próximo a la primera superficie conductora (202), y
 - un segundo extremo de canal cercano a un punto central entre las dos superficies conductoras, y
 - transportar el material bombeable a través del canal e introducir energía electromagnética en la cámara para tratar el material.

7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque la cámara está diseñada de modo que la energía electromagnética suministrada a la cámara es mayor cerca del centro de la cámara y menor cerca de la parte superior o inferior de la cámara cuando ésta está configurada para un modo TE 10.

8. Método según una de las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado porque el canal se introduce en la guía de ondas de la cámara a través de al menos una curva.

9. Método según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque la energía electromagnética comprende una potencia de al menos 20 kW y el material tratado con la energía electromagnética alcanza una temperatura de al menos 70°C y es expuesto a la energía electromagnética durante menos de 10 minutos.

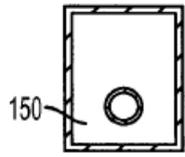


FIG. 4

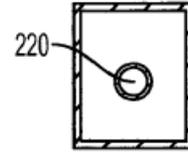


FIG. 5

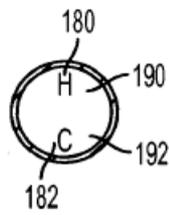


FIG. 6

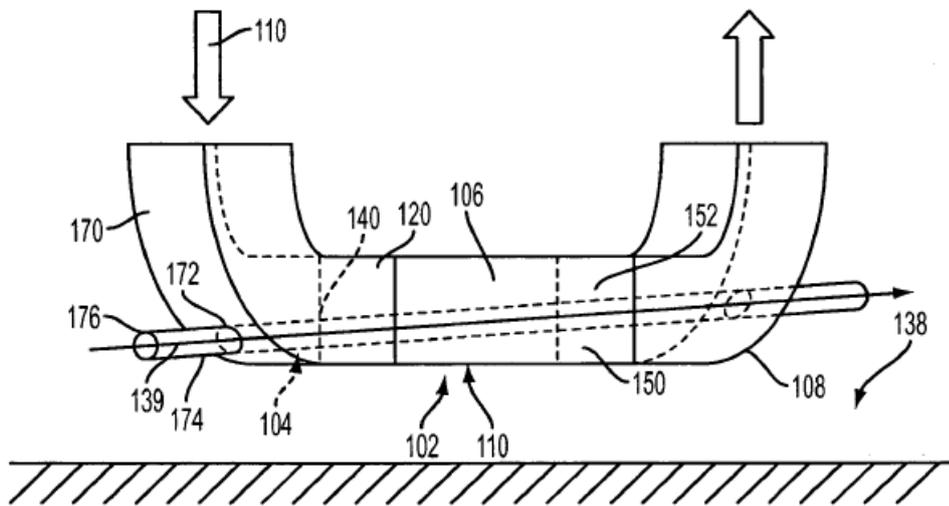


FIG. 7

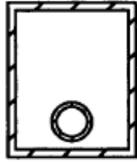


FIG. 8

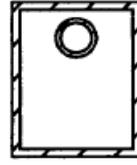


FIG. 9

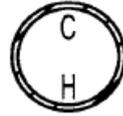
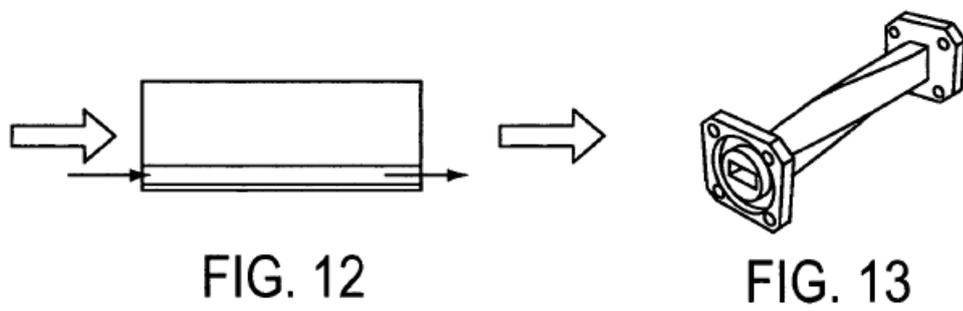
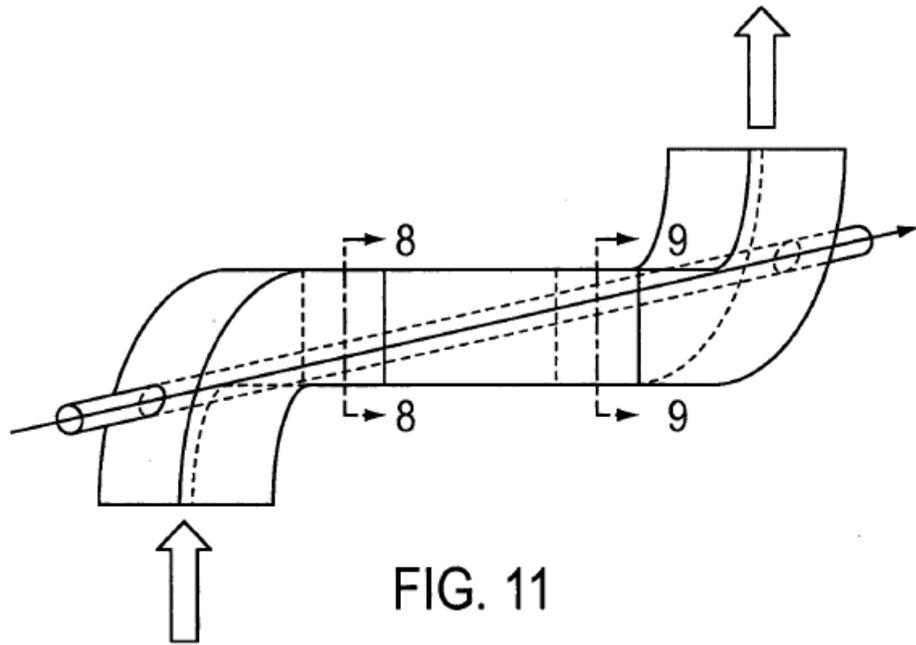


FIG. 10



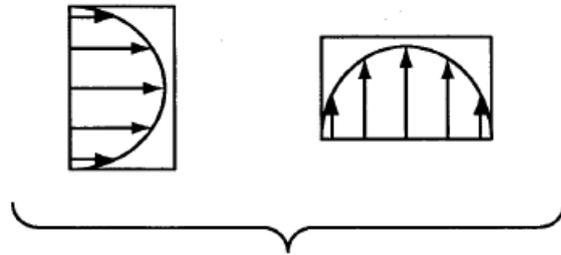


FIG. 14

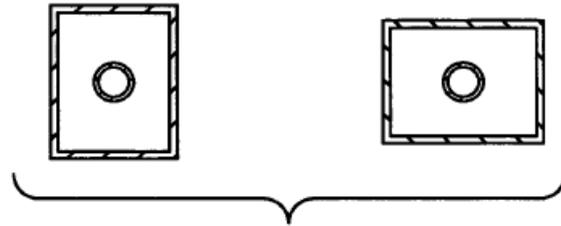


FIG. 15



Figura 16

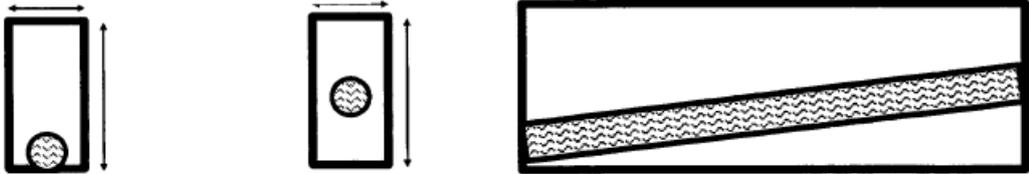


Figura 17



Figura 18



Figura 19

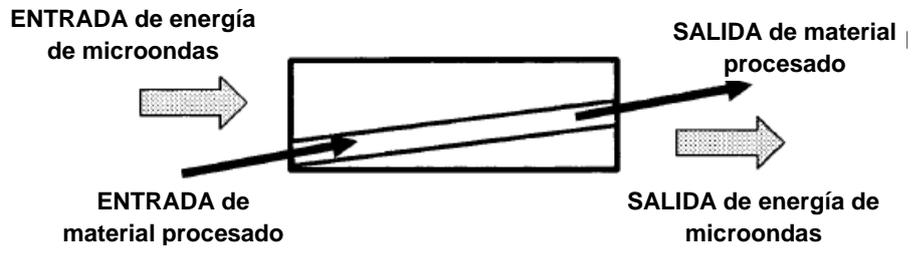


Figura 20

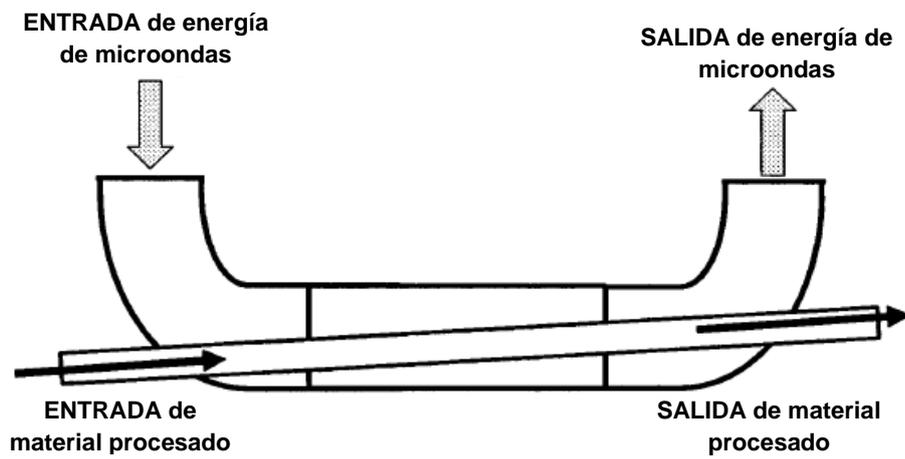
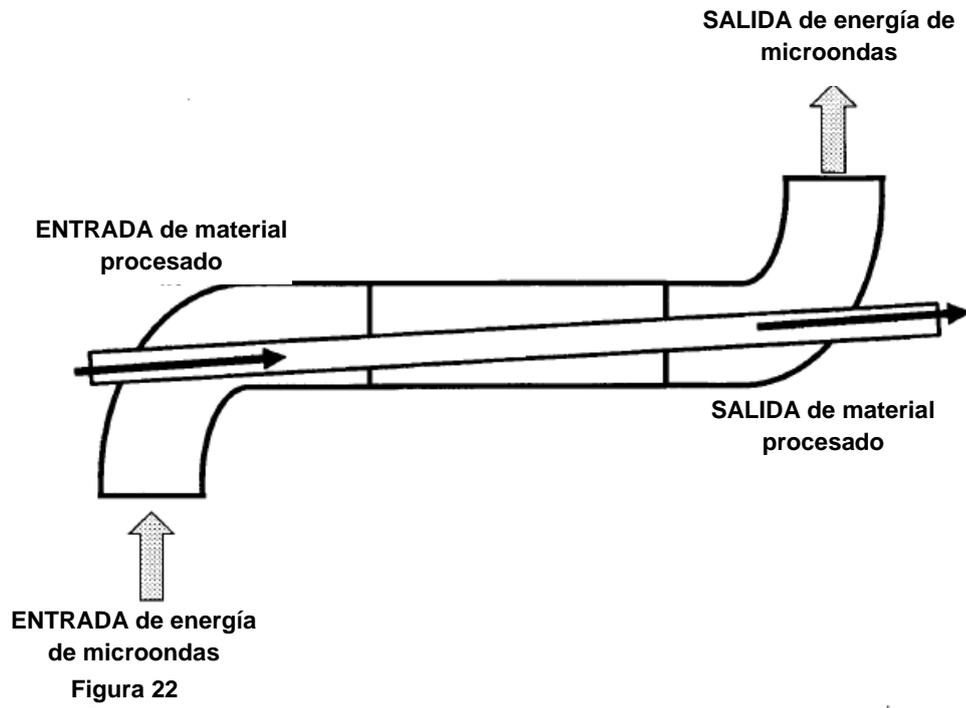


Figura 21



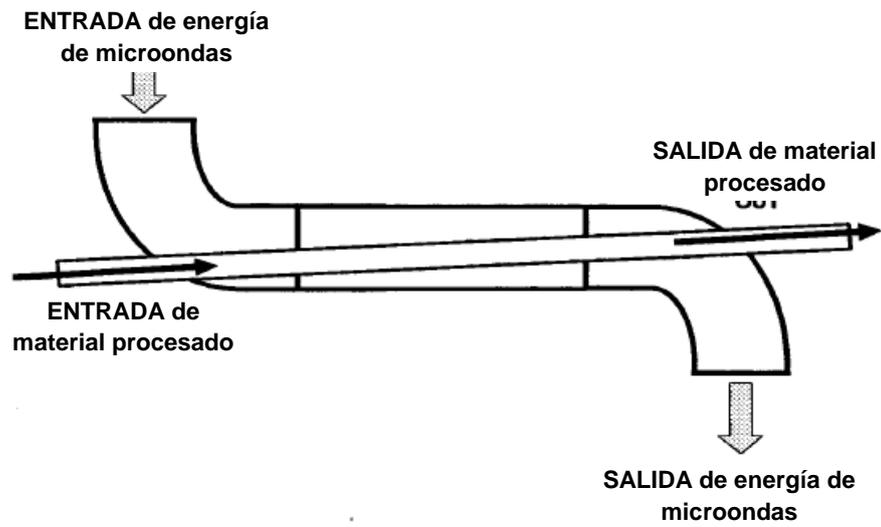


Figura 23

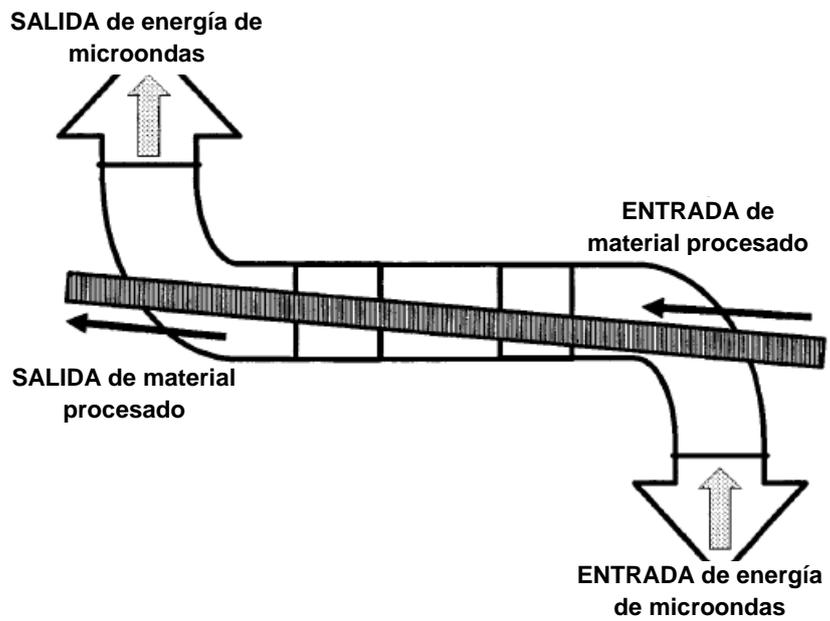


Figura 24

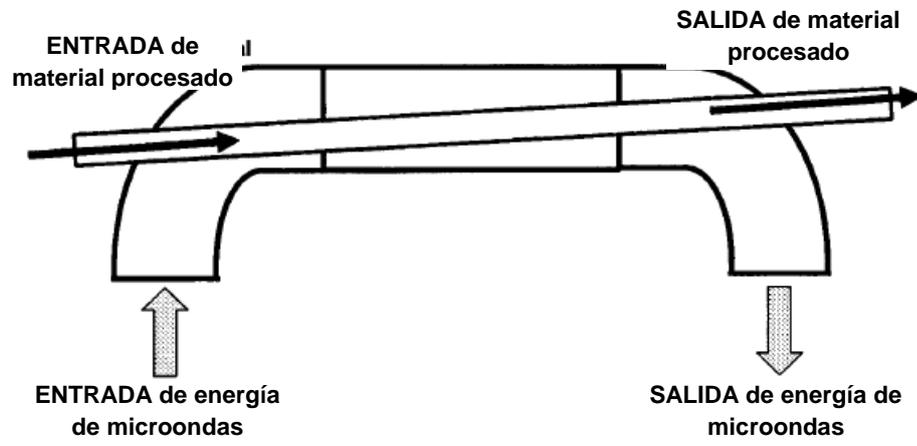


Figura 25

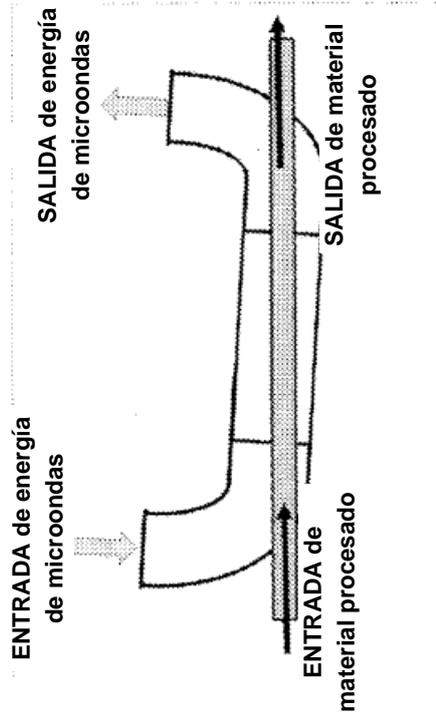


Figura 26

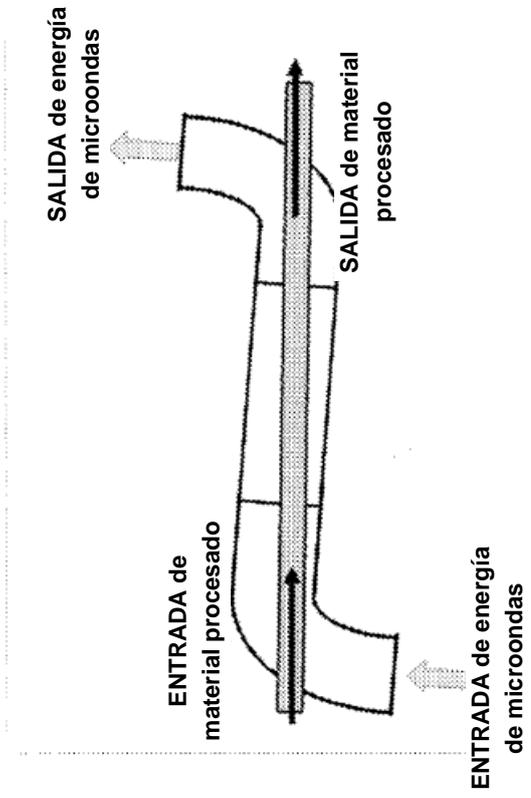


Figura 27

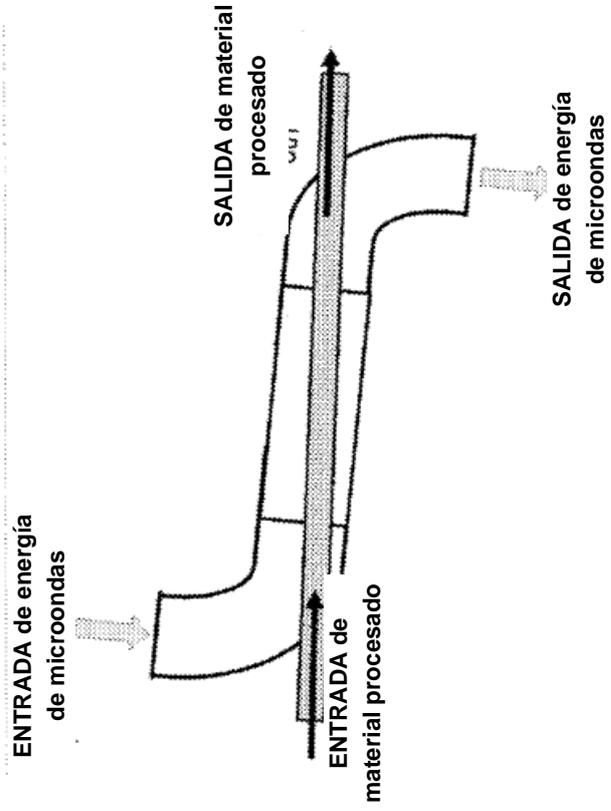


Figura 28

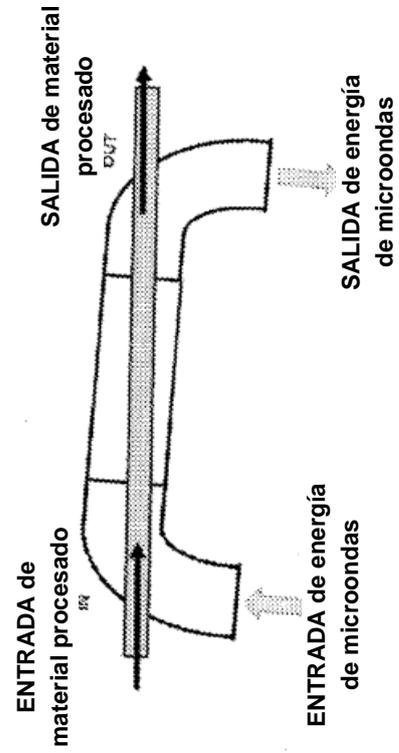


Figura 29

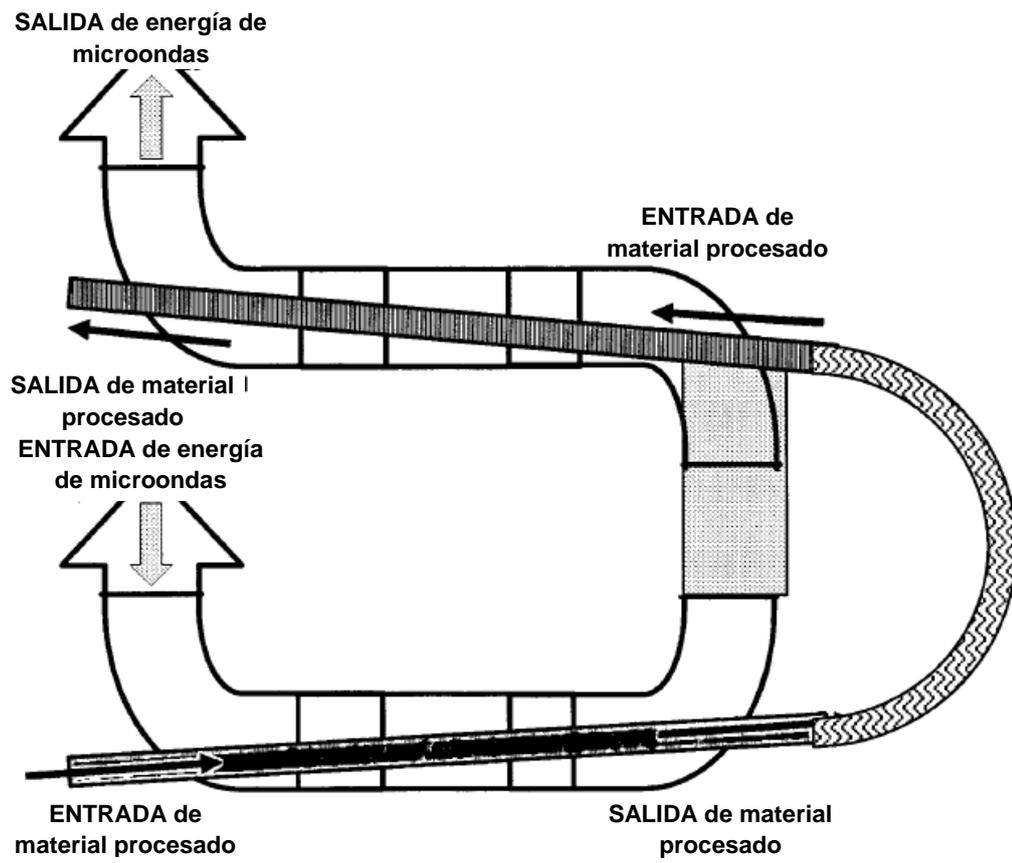


Figura 30

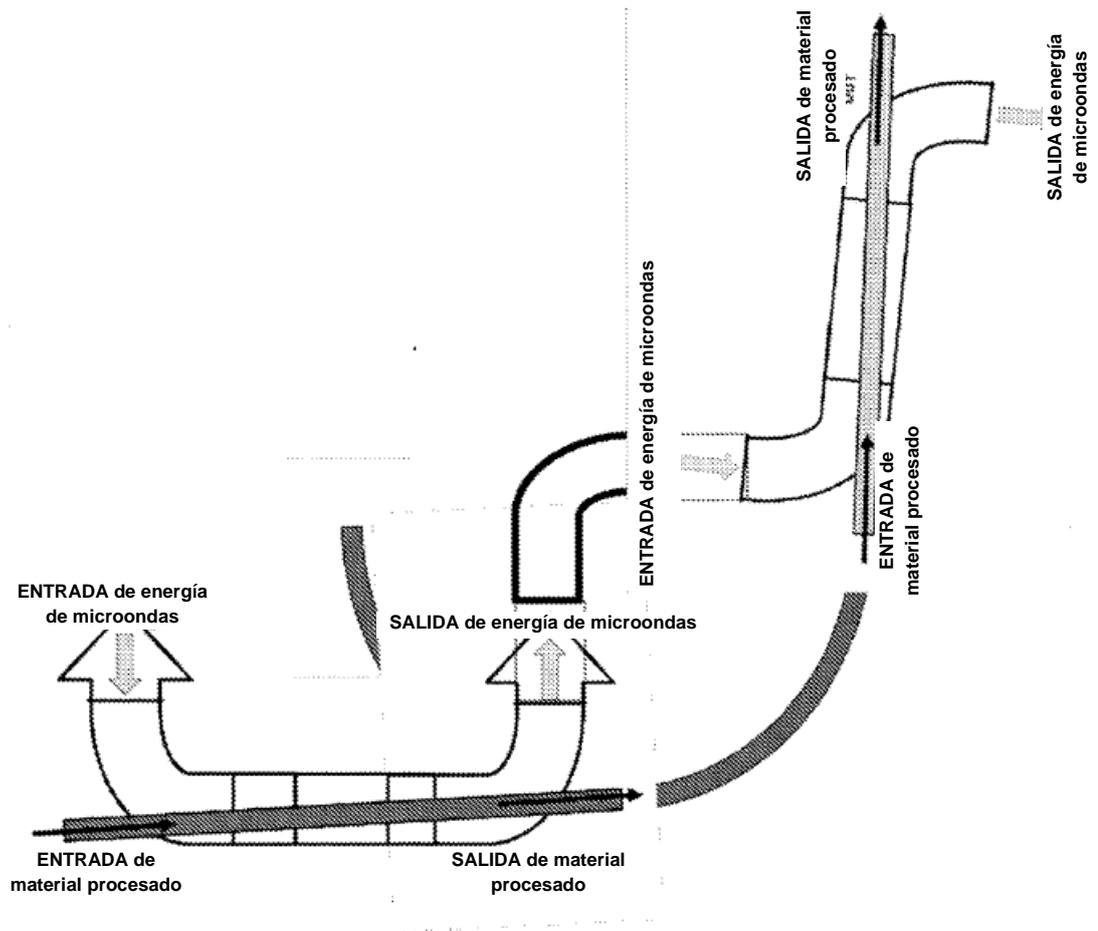


Figura 31

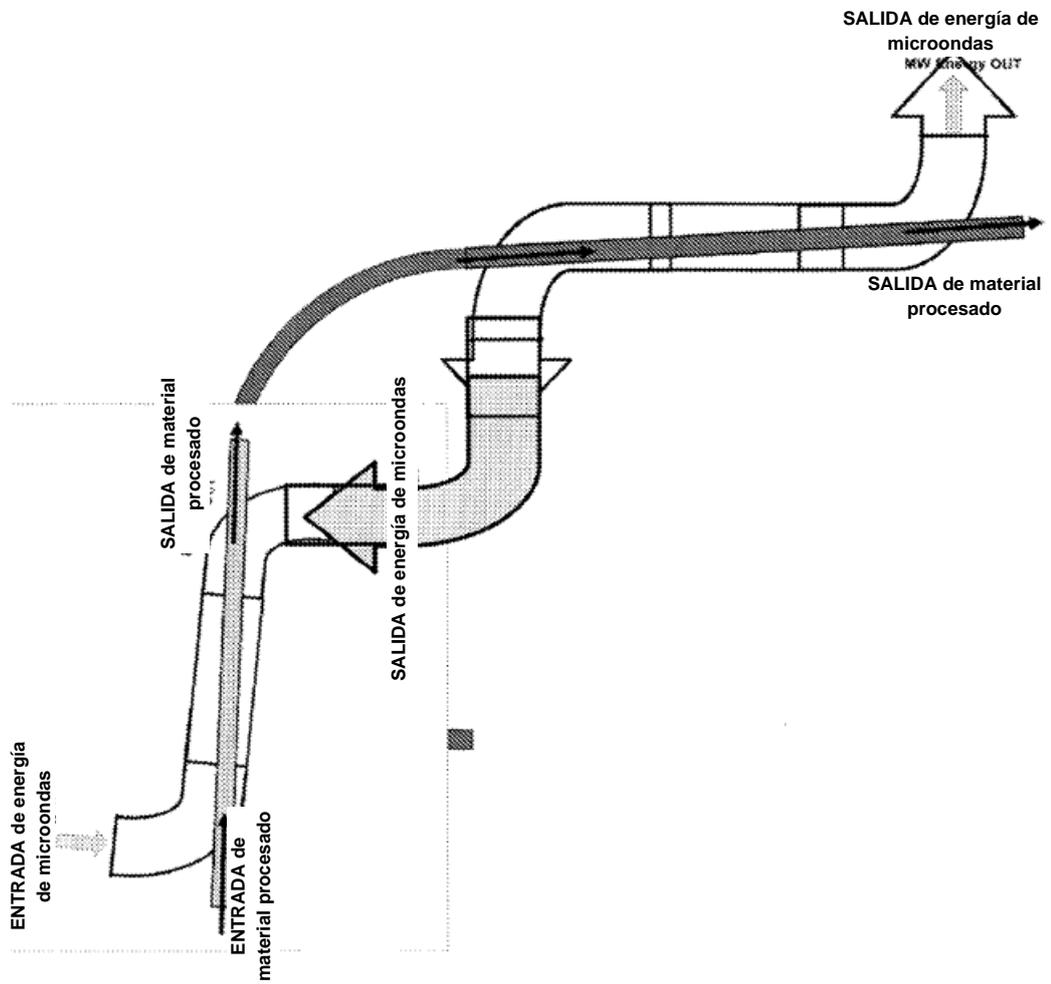


Figura 32

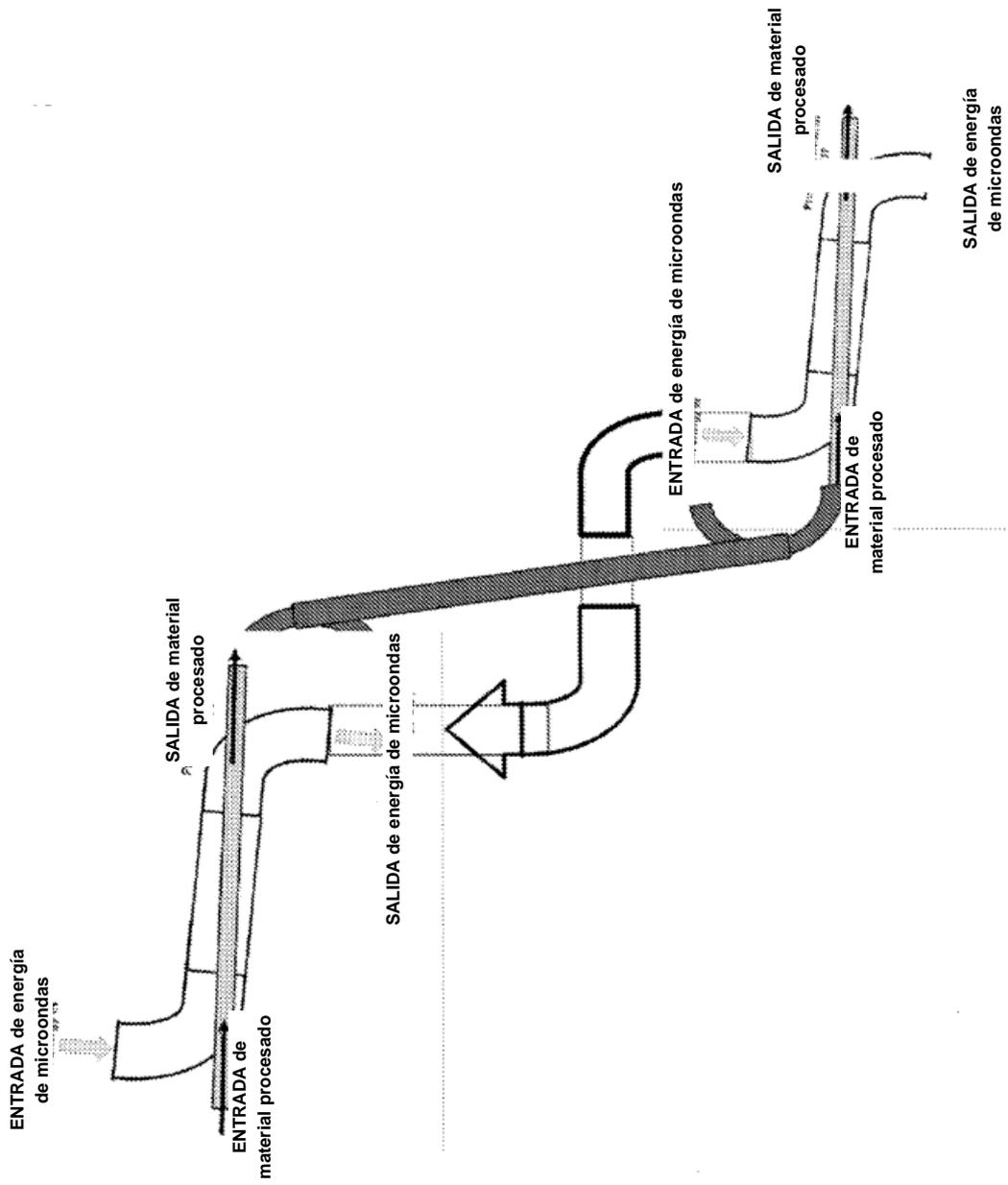


Figura 33

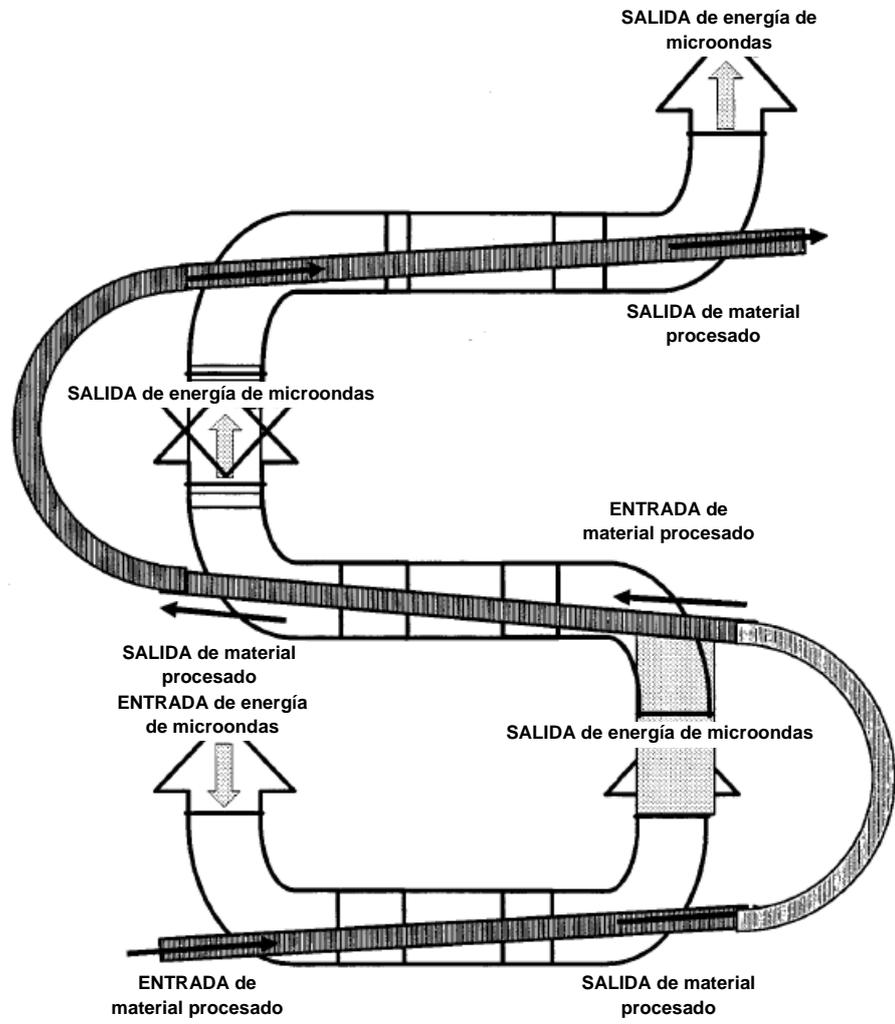


Figura 34

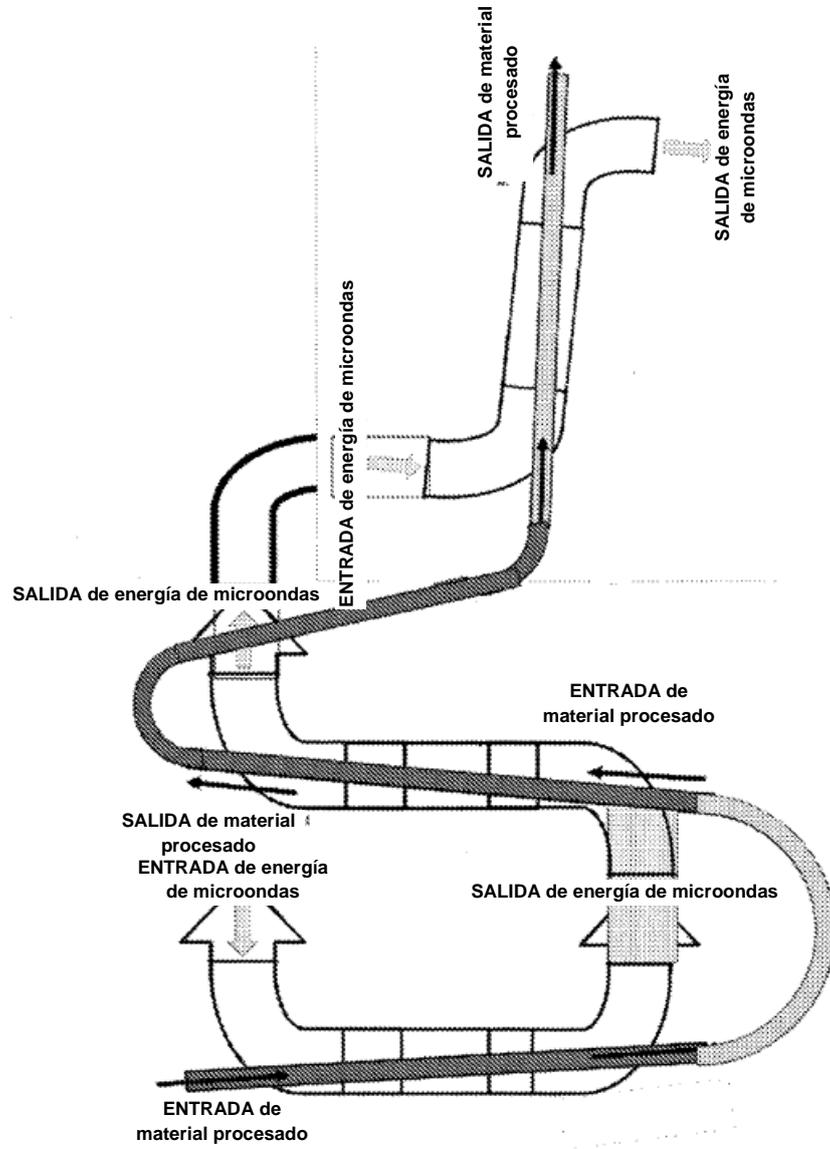


Figura 35

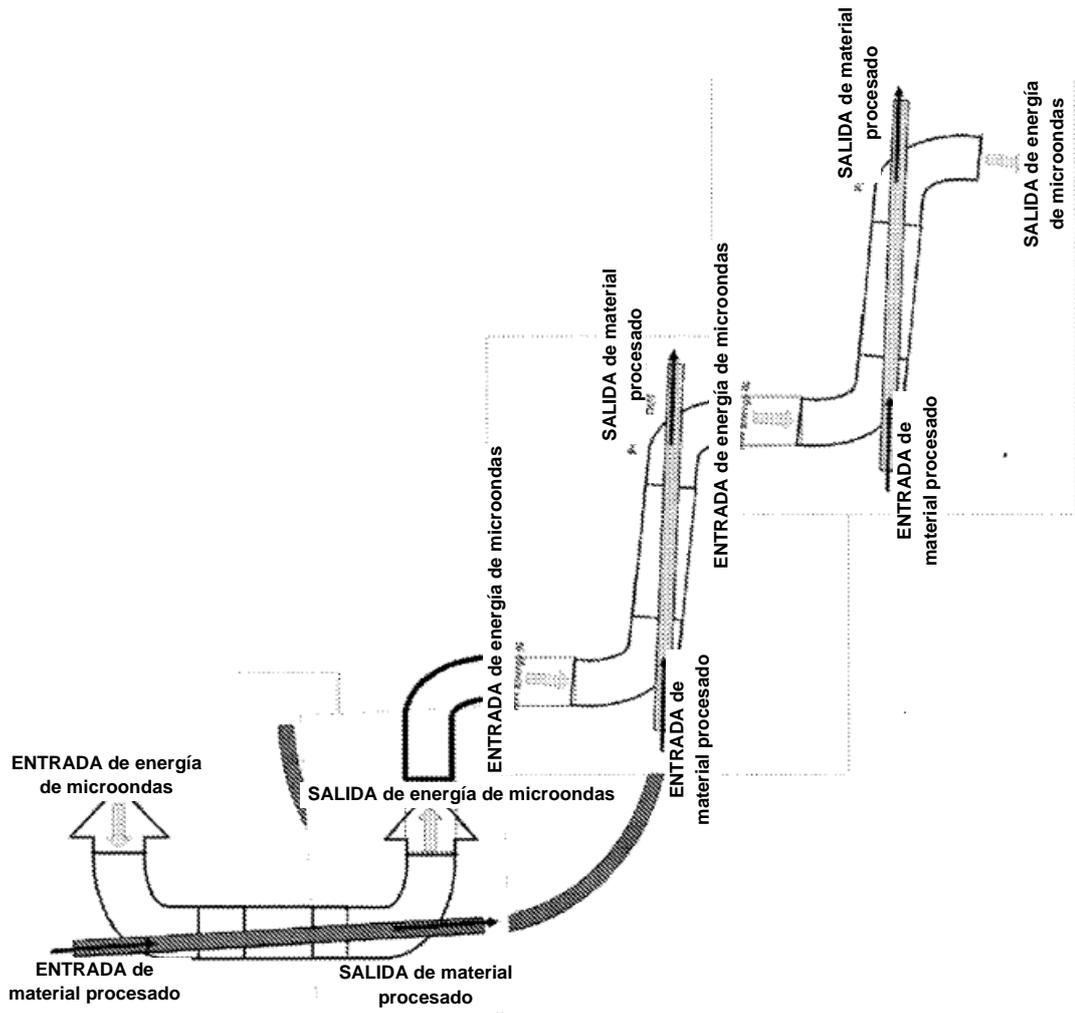


Figura 36

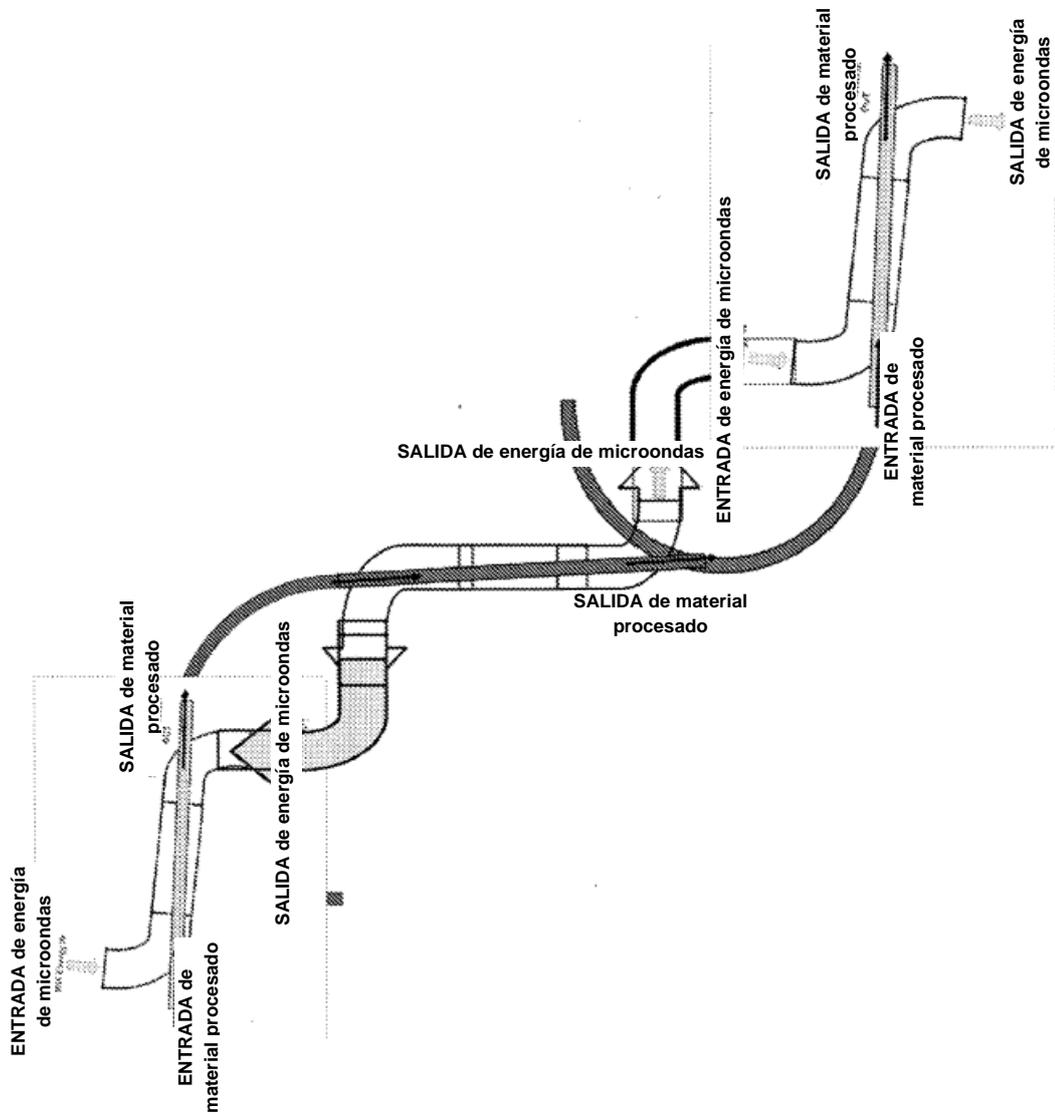


Figura 38

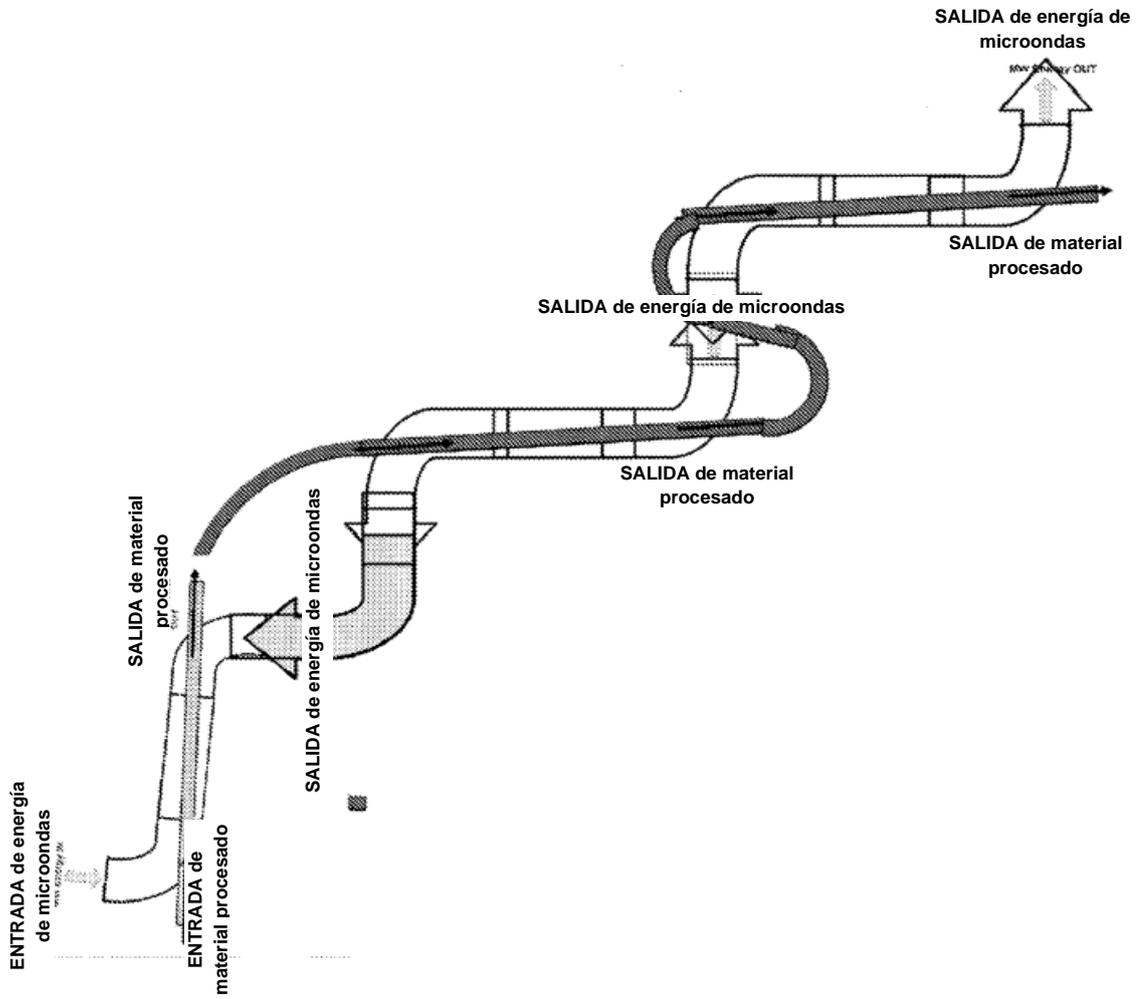


Figura 39

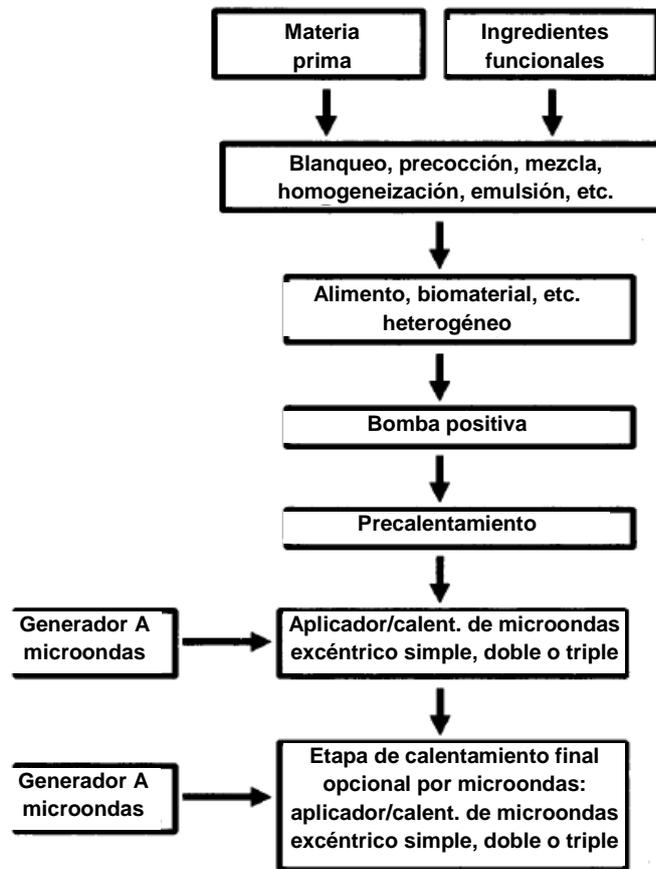


Figura 40

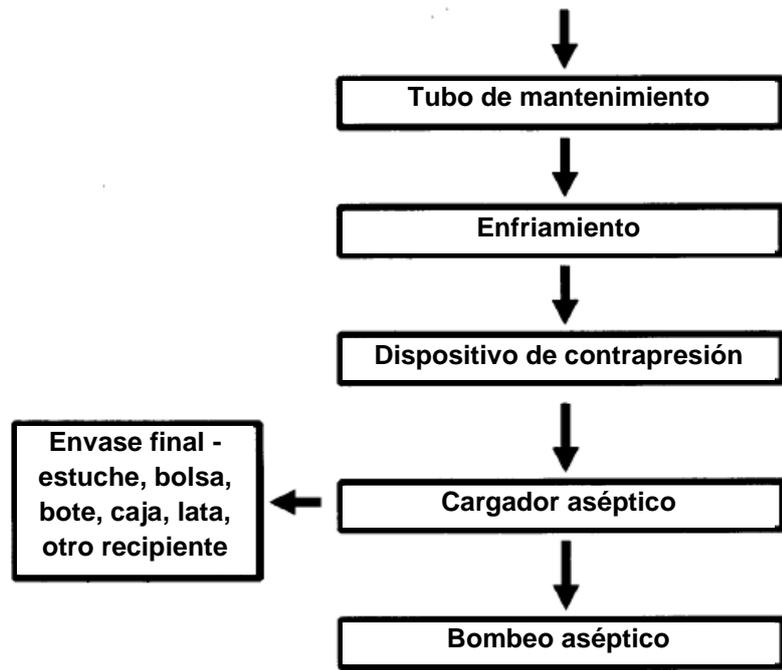


Figura 41

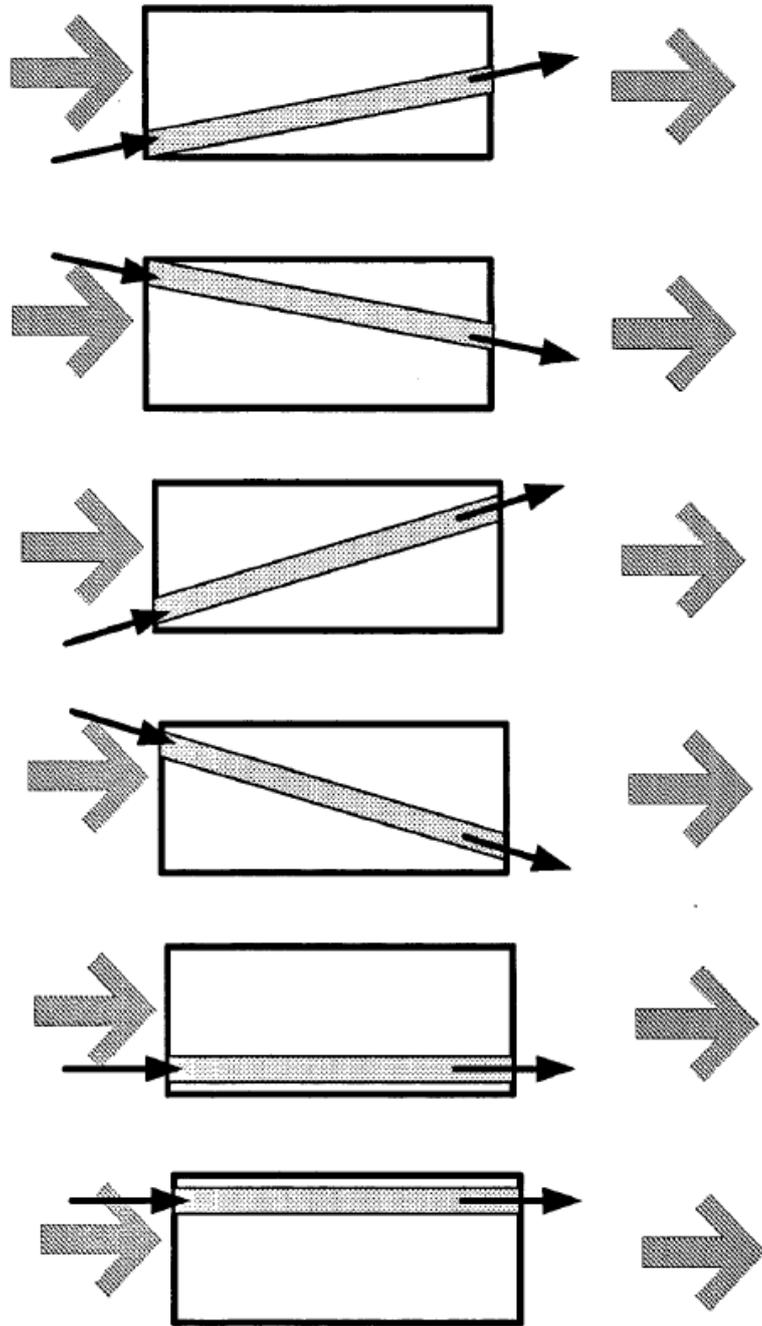


Figura 42