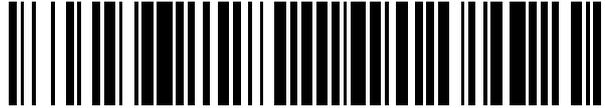


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 481**

51 Int. Cl.:

**D06B 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2016 PCT/IB2016/054693**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017 WO17025867**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2016 E 16757351 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 3332058**

54 Título: **Aparato para procesamiento de material textil y método de fabricación**

30 Prioridad:

**08.08.2015 IN 3002MU2015**

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

**10.03.2020**

73 Titular/es:

**REDDY, KONREDDY VENKAT (50.0%)  
Geratex Machinery Pvt. Ltd., Plot No. 119, Karjan  
Vemardi Road, Village Juni Jetherdi, Karjan  
Vadodara 391240, IN y  
VYAS, HIMALIBAHEN K. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**REDDY, KONREDDY VENKAT y  
VYAS, KEYURKUMAR PARSHURAM**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 747 481 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

Aparato para procesamiento de material textil y método de fabricación

### 5 Referencia cruzada

Los conceptos subyacentes, pero no necesariamente el lenguaje, de la solicitud de patente provisional de India n.º 3002/MUM/2015 presentada el 8 de agosto de 2015 a partir de la cual esta solicitud reivindica beneficio de prioridad. La solicitud de patente mencionada anteriormente y los contenidos como divulgación en la misma forman parte de esta memoria descriptiva y se tratan como si se diera a conocer en su totalidad en esta memoria descriptiva.

### Campo técnico

La materia objeto se refiere generalmente a un aparato de procesamiento de material textil y a un método de fabricación del aparato. Más específicamente, la materia objeto se refiere a un aparato y método de fabricación de aparato para impregnación de fluidos y productos químicos en hilado y/o material textil y/o tejido.

### Antecedentes

A lo largo de un período de tiempo, los hilados utilizados en la industria textil han pasado a ser más finos, más densos, más resistentes y con menos vellosidad. Ahora, hilados más densos y resistentes pueden soportar el entorno con tensión de las máquinas de tejeduría. Los hilados se aplican con el producto químico de unión y/o almidón sintetizado y/o natural para hacer a los mismos suficientemente resistentes para soportar tensiones de máquina de tejeduría y preparación de tejeduría de alta velocidad. Esto no sólo ha dado lugar a una mayor velocidad de producción de material textil, sino que también ha hecho posible aumentar la densidad del material textil. Ambos, el hilado y el material textil de los mismos han pasado a ser tan densos que el espacio intrahilo, es decir, espacio dentro del hilado y interhilo, es decir, espacio entre hilados adyacentes, se han reducido considerablemente. Los espacios interhilo y intrahilo reducidos son deseables por varias razones, como el acabado fino y, aparte de eso, la mejora de otras cualidades. Al mismo tiempo, limita también la capacidad de absorción del hilado y del material textil del mismo. La limitación de la capacidad de absorción del hilado y del material textil no es deseable en el transcurso del procesamiento de material textil. A menudo varios procesos se ven afectados negativamente por la reducción de capacidad de absorción de un hilado o material textil. Tales procesos incluyen el procesamiento húmedo como el gaseado, desapretado, blanqueamiento, mercerizado, teñido y lavado, etc. La industria ha aplicado varias técnicas para aumentar la capacidad de absorción del hilado y el material textil. Sin embargo, estas técnicas son o bien de uso intensivo de tecnología, costosas, menos viables desde el punto de vista comercial o bien tienen problemas relacionados con escalar las condiciones de laboratorio a las condiciones de la industria. Los documentos de patente en relación con los documentos de número EP 0 969 131 A1, US 3 688 527 y WO99/37844 muestran algunas soluciones que se discuten con más detalle con referencia a la materia objeto al final de la memoria descriptiva.

Por tanto, es deseable un aparato que aborde los problemas anteriores. La materia objeto proporciona solución a los problemas anteriores y a otros.

### Sumario

Según un aspecto, la materia objeto proporciona un aparato que comprende: un primer tanque (107) comprende una primera y una segunda pared, un primer transductor (107), en el que el primer transductor (107) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una primera longitud de onda al interior del primer tanque (101), y el primer tanque (101) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias de las ondas ultrasónicas dentro del primer tanque (101), y un elemento de disposición (109.1 y 109.2) adaptado para disponer de un material textil (131) al interior del primer tanque (101) a una primera distancia del primer transductor (107), caracterizado porque la primera distancia se determina basándose en la primera longitud de onda y, en el que el primer transductor (107) está acoplado a la primera pared (103) y la segunda pared (105) está configurada para reflejar las ondas ultrasónicas y la primera pared (103) y la segunda (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) dando como resultado múltiples zonas de cavitación y en el que el aparato está configurado para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de una primera frecuencia, en la que la primera frecuencia corresponde a la primera longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a la primera distancia, la primera distancia se determina basándose en la primera frecuencia. En una realización, el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) están configurados para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo entre 0,2 W/cm<sup>2</sup> y 2 W/cm<sup>2</sup>. En una segunda realización, el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) están adaptados para transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica al interior del primer tanque (101). En una tercera realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) comprende una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y la primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) está adaptada para disponer de múltiples iteraciones del material textil (131) a través del primer tanque (101) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) una distancia, en la que la distancia se determina

basándose en la primera longitud de onda. En una cuarta realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponden a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del primer tanque (101). En una quinta realización, un segundo transductor (207), en el que el segundo transductor (207) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una segunda longitud de onda al interior de un segundo tanque (201), y el segundo tanque (201) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias dentro del segundo tanque (201); y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) secuencialmente en el interior del primer tanque (101) y el segundo tanque (201). En una sexta realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a una segunda distancia desde el segundo transductor (207) al interior del segundo tanque (201), en el que la segunda distancia se determina basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está adaptado para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del segundo tanque (201) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) por una tercera distancia, en el que la tercera distancia se determina basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponde a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del segundo tanque (201). En una séptima realización, el segundo transductor (207) y la geometría del segundo tanque (201) están configurados para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$  y están adaptados para transmitir al menos  $8 \text{ W/L}$  de energía ultrasónica al interior del segundo tanque (201).

Según otro aspecto, la materia objeto proporciona un método de fabricación de un aparato que comprende: proporcionar un primer tanque (101) en el que el primer tanque (101) comprende una primera pared (103) y una segunda pared (105); configurar la segunda pared (105) para reflejar las ondas ultrasónicas y la primera pared (103) y el segundo (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) que da lugar a múltiples zonas de cavitación; proporcionar un elemento de disposición (109.1 y 109.2) configurado para disponer un material textil (131) a una primera distancia del primer transductor (107) y al interior del primer tanque (101), caracterizado porque la primera distancia se determina basándose en una primera longitud de onda; acoplar un primer transductor (107) a la primera pared (103) del primer tanque (101), en el que el primer transductor (107) está configurado para transmitir ondas ultrasónicas de la primera longitud de onda al interior del primer tanque (101); y configurar el aparato para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de una primera frecuencia, en la que la primera frecuencia corresponde a la primera longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a la primera distancia, la primera distancia se determina basándose en la primera frecuencia. En una octava realización, el método incluye configurar el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) para: exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$ ; y transmitir al menos  $8 \text{ W/L}$  de energía ultrasónica al interior del primer tanque (101). En una novena realización, proporcionar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) incluye proporcionar una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y adaptar la primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del primer tanque (101), en el que cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) una distancia determinada basándose en la primera longitud de onda. En una décima realización, proporcionar el elemento de disposición incluye adaptar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) para disponer cada una de las iteraciones del material textil (131) en una ubicación que corresponde a la ubicación de un antinodo del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formadas al interior del primer tanque (101).

### Breve descripción de los dibujos

La materia objeto se describirá a continuación con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la figura 1 muestra un diagrama esquemático de un aparato según una realización de la materia objeto;

la figura 1a muestra otro diagrama esquemático de un aparato según una realización de la materia objeto;

la figura 2 muestra un diagrama esquemático de un aparato según otra realización de la materia objeto;

la figura 3 muestra un diagrama esquemático de un aparato según aún otra realización de la materia objeto;

la figura 4 muestra más detalles esquemáticos de un aparato según una realización de la materia objeto; y

la figura 5 muestra un método según una realización de la materia objeto.

### Descripción detallada

Será evidente para una persona, después de leer esta memoria descriptiva, que la siguiente discusión está

destinada únicamente a fines ilustrativos y no a limitar a las realizaciones descritas, y que la materia objeto puede ponerse en práctica sin apartarse del espíritu de la materia objeto en otras realizaciones diferentes a las realizaciones discutidas en el presente documento. La materia objeto se está describiendo con el fin meramente explicativo, con la ayuda de un ejemplo de un aparato para impregnación de productos químicos líquidos y de desencolado en hilado y material textil. Sin embargo, para una persona, después de leer esta especificación, será muy evidente que la materia objeto puede ponerse en práctica en otras aplicaciones de impregnación de fluido, por ejemplo, en procesos de blanqueamiento, mercerización, teñido, tratamiento químico y lavado. También debe entenderse que la terminología utilizada a lo largo de la discusión anterior y futura es con el propósito de describir únicamente realizaciones particulares, y no se pretende que sea limitante. Debe observarse que, como se utiliza en el presente documento, las formas singulares “un”, “una” y “el”, “la” incluyen referencias plurales, a menos que el contexto disponga claramente lo contrario. También debe entenderse que los transductores ultrasónicos de longitud de onda  $\lambda$  se comentan solo para la explicación. Para una persona experta en la técnica, después de leer esta memoria descriptiva, será muy evidente que los transductores convenientes producen ondas ultrasónicas en un intervalo de longitud de onda  $\lambda \pm \Delta\lambda$ , donde  $\Delta\lambda$  es un intervalo de longitud de onda pequeño alrededor de la longitud de onda  $\lambda$  y que la materia objeto puede adaptarse en consecuencia para las longitudes de onda  $\lambda \pm \Delta\lambda$  sin apartarse del espíritu básico de la solución dada a conocer. Será evidente para una persona que el texto “tamaño” o “productos químicos de unión y tamaño” mencionados en esta descripción, a menos que se indique lo contrario, se utilizan para referirse a una capa de productos químicos de unión y almidón natural o sintético aplicados al hilado antes de tejer. Debe entenderse además que, a lo largo de la discusión siguiente, el texto “tanque”, “transductor(es)”, “elemento de disposición”, longitud de onda, etc. se refieren a una realización general de la materia objeto y se aplican *mutatis mutandis* a cada una de las realizaciones discutidas en el presente documento y a otras realizaciones que pueden lograrse poniendo en práctica la materia objeto.

Para satisfacer una necesidad básica de la industria de un proceso consistente, de bajo coste, respetuoso con el medio ambiente, fiable y repetible, la materia objeto proporciona una solución para la impregnación de hilado/material textil utilizando tecnología ultrasónica. La materia objeto se centra en la geometría del equipo y la distancia entre el transductor y el material textil, la ubicación de los transductores y en proporcionar un entorno eficaz para provocar la impregnación de un fluido en el material textil. La materia objeto proporciona la geometría del equipo para establecer ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias y la colocación de material textil en una ubicación predeterminada basándose en varios parámetros tales como, energía ultrasónica por centímetro cuadrado sobre material textil, energía ultrasónica por litro de fluido y tiempo de contacto de material textil y fluido, el uso efectivo de ondas ultrasónicas reflejadas que forman un patrón de ondas estacionarias. Además, la materia objeto proporciona una solución para el manejo de una variedad de materiales textiles, por ejemplo, algodón, lana, poliéster y otros hilados que tienen diferentes características de absorción y requisitos para impregnación proporcionando una disposición controlada electrónicamente de material textil en un tanque y una disposición controlada electrónicamente de material textil y características de ondas ultrasónicas, tales como, características de barrido.

La figura 1 muestra un aparato 100 según una realización de la materia objeto. En esta figura 1 se muestra un primer tanque 101, una primera pared 103, una segunda pared 105, un primer transductor 107, bloques 109.1 y 109.2 (elemento de disposición), una primera pluralidad de rodillos 111, 117, 119, 125, 115, 113, 121 y 123, una entrada 127, una salida 129 y un material textil 131 (también denominado indistintamente hilado o tejido).

El aparato 100 está configurado para impregnar el material textil 131 con un fluido que se llena al interior del primer tanque 101. En general, el aparato 100 se emplea para impregnar el material textil 131 con agua y otros productos químicos, por ejemplo, productos químicos de desencolado, productos químicos de blanqueamiento, etc. En algunas realizaciones, el material textil 131 se impregna antes del procesamiento en húmedo del material textil 131. Será evidente para una persona en la técnica, tras leer esta memoria descriptiva, que el aparato ilustrado en la figura 1 y otras figuras descritas en el presente documento, pueden aplicarse y configurarse igualmente para impregnar hilado y material textil y que puede haber equipo y hardware adicionales no mostrados en la figura 1 y otras figuras descritas en el presente documento, pero pueden requerirse para las operaciones del aparato. Este equipo y hardware adicionales pueden incluir, pero no se limitan a, bombas de recirculación, compresores, secciones de impregnación adicionales, bombas dosificadoras químicas para mantener la concentración química al interior del primer tanque 101, accionamientos de motor para rodillos de presión y otros rodillos, sensores de nivel, controladores de nivel, controladores de nivel, válvulas neumáticas, controladores lógicos programables (PLC), interfaces humano-máquina (HMI) para control y visualización, generadores ultrasónicos y suministros de energía.

El funcionamiento del aparato 100 puede entenderse de la siguiente manera. Como se muestra en la figura 1, los bloques 109.1 y 109.2 juntos forman un elemento de disposición. El material textil 131 puede configurarse para arrastrarse a través de los elementos de disposición 109.1 y 109.2. El elemento de disposición tiene la primera pluralidad de rodillos 111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123. Será evidente para la persona, tras leer esta memoria descriptiva, que un motor (no mostrado) puede hacer rodar el material textil 131 y provocar que el material textil 131 pase a través del elemento de disposición 109.1 y 109.2, tal como se indica en la figura 1. Una combinación de rodillos 111, 115 y 113 de la primera pluralidad de rodillos provoca que el material textil 131 haga la primera iteración a través del primer tanque 101, exponiendo de ese modo el material textil 131 al fluido lleno al interior del primer tanque 101 y las ondas ultrasónicas que el primer transductor 107 introduce al interior del primer tanque 101. Del mismo modo, combinaciones de rodillos 113 y 117; 117, 119 y 121; y 121, 123 y 125 de la primera pluralidad de

rodillos, respectivamente, provocan que el material textil 131 realice una segunda, tercera y cuarta iteración a través del primer tanque 101, funcionando en conjunto entre sí. Cada uno de la primera pluralidad de rodillos 111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123 depende del número de iteración que el material textil 131 necesita realizar a través del primer tanque 101. El elemento de disposición está configurado para suspender y/o disponer el material textil 131 al interior del primer tanque 101 y mantener el material textil en movimiento de manera continua. El funcionamiento técnico adicional del aparato será evidente a partir de la discusión posterior.

La construcción del aparato 100 puede entenderse de la siguiente manera. El aparato 100 tiene el primer tanque 101. El primer tanque 101 comprende la primera pared 103 y la segunda pared 105. La primera pared 103 está dotada del primer transductor 107. El primer transductor 107 está acoplado a la primera pared 103 y el primer transductor 107 está configurado para generar ondas ultrasónicas de una primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ). El material de la primera pared 103 y la segunda pared 105 se selecciona de manera que reflejan de manera óptima las ondas ultrasónicas al interior del primer tanque 101. La distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105 se determina de tal manera que las ondas ultrasónicas transmitidas al interior del primer tanque 101 establecen un patrón de ondas sustancialmente estacionarias. En la figura 1 la distancia mostrada es 3 veces la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ). Debe pasar a ser evidente para una persona que, con respecto a esta descripción y a efectos de brevedad, las ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias se denominan ondas estacionarias u ondas ultrasónicas estacionarias.

Alternativamente, características basadas en el tamaño del primer tanque 101 del primer transductor 107, puede determinarse la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ). En una realización, la altura del primer tanque 101 y la distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105 pueden determinarse basándose en una longitud del material textil (131) que discurre a través del primer tanque (101) y el número de iteraciones que el material textil 131 realiza a través del fluido del primer tanque 101. En algunas realizaciones, se determina la longitud del material textil 131 al interior del primer tanque 101 basándose en la velocidad de trama de material textil en funcionamiento de producción continua y una duración de tiempo durante la cual se desea que el material textil 131 y el fluido activo de manera ultrasónica permanezca en contacto (también denominado "tiempo de contacto"). Además, basándose en el tiempo de contacto requerido para el tipo de material textil particular, y la velocidad de producción, etc., puede calcularse la longitud de material textil 131 en el bloque 100. Por ejemplo, si T es el tiempo de contacto y S es la velocidad de producción que la longitud L puede calcularse como  $L = T \times S$ . En el ejemplo mostrado puede ajustarse la altura del bloque 100 según la longitud L o puede ajustarse la anchura para adaptarse al número de iteraciones del material textil 131.

El elemento de disposición 109.1, 109.2 dispone el material textil 131 al interior del primer tanque 101 de tal manera que las ondas ultrasónicas producidas por el primer transductor 107 discurren en dirección sustancialmente perpendicular del material textil 131. El material textil 131 se dispone de manera sustancialmente longitudinal a través del primer tanque 101. Tras leer esta memoria descriptiva, debe ser evidente que la distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105 del primer tanque 101 es sustancialmente cercana a un número que es igual a la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ) multiplicada por un número entero (n). En una realización, el número entero (n) puede depender del número de iteraciones del material textil 131 a través del primer tanque 101. Por ejemplo, en la figura 1 el número de iteración que hace el material textil 131 a través del primer tanque 101 es 4, y la distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105 del primer tanque 101 puede ser 3 veces ( $\lambda_1$ ), es decir, el número entero (n) es 3. Será evidente, además, después de leer esta memoria descriptiva que el ejemplo de la figura 1 muestra que cada una de las iteraciones de material textil 131 está espaciada entre sí al menos por una primera distancia que es sustancialmente cercana a  $\lambda_1/2$  que es la mitad de la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ).

En algunas realizaciones, la geometría del primer tanque 101 se determina basándose en la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ) y la energía de ondas ultrasónicas que es necesario que se transmita al primer tanque 101. Por ejemplo, si la energía que es necesario que se transmita es de 8 W/L, entonces basándose en la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ), puede determinarse la distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105. Basándose en la distancia entre la primera pared 103 y la segunda pared 105, pueden determinarse la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ) y características del primer transductor 107, la altura de la primera pared 103 y la segunda pared 105 de modo que se transmiten 8 W/L de energía ultrasónica al primer tanque 101. En un ejemplo, se selecciona la altura vertical de las paredes primera y segunda 103, 105 y el primer transductor 107 basándose en el tiempo durante el que se desea que se exponga el material textil 131 a las ondas ultrasónicas, el fluido, la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ), energía/litro de ondas ultrasónicas transmitidas por el primer transductor 107 al primer tanque 101 y energía/cm<sup>2</sup> de las ondas ultrasónicas a las que se desea que se exponga el material textil 131. En algunas realizaciones, puede utilizarse la calidad y el tipo de material textil 131 para determinar la geometría del primer tanque 101. La geometría del primer tanque 101 también puede decidirse por la anchura de trama del material textil 131. El primer tanque 101 está dotado de la entrada 127 y la salida 129 para permitir la entrada y la salida del fluido respectivamente. En un ejemplo, el primer transductor 107 puede ser de 25 kHz, 4000 W para un área de superficie de una iteración de material textil 131 de 7200 cm cuadrados expuesta al primer transductor 107. En este caso, los W/cm<sup>2</sup> efectivos son ligeramente superiores a 0,5 W/cm<sup>2</sup>.

La figura 1a muestra otra realización de un aparato 700 según una realización de la materia objeto. La realización

muestra un primer tanque 701, una primera pared 703, una segunda pared 705, un primer transductor 707, bloques 709.1 y 709.2, una primera pluralidad de rodillos 711, 713, 721 y 725, una entrada 727, una salida 729 y un material textil 731. La discusión de la realización 100 de la figura 1 se aplica *mutatis mutandis* para la realización 700 mostrada en la figura 1a, la única diferencia en las dos realizaciones es la configuración del elemento de disposición 109.1, 109.2 y los bloques 709.1 y 709.2 respectivamente. A partir de la figura 1a puede observarse que el material textil 731 se dispone al interior del primer tanque 701 y hace múltiples iteraciones a través del primer tanque 701. Cada una de las iteraciones se separa de la iteración adyacente por un tercer elemento distante, y el tercer elemento distante se determina por la longitud de onda de ondas ultrasónicas producidas por el primer transductor 707. Será evidente para una persona, tras leer esta memoria descriptiva, que el elemento de disposición puede tener una configuración diferente a la que se muestra en la figura 1 y la figura 1a, sin apartarse del espíritu de la materia objeto. Además, también debe entenderse a partir de figura 1a que, en algunas realizaciones, alguna iteración de material textil (por ejemplo, la iteración soportada por los rodillos 717 y 713) puede disponerse al interior del primer tanque 701 basándose en la primera longitud de onda de modo que la mayoría de las iteraciones del material textil se disponen a distancia del primer transductor 707 que es un múltiplo entero de la mitad de la primera longitud de onda.

La figura 2 muestra la materia objeto según otra realización, en la que, el aparato comprende el bloque 100 de la figura 1 acoplado a un bloque 200. En cuanto a la construcción y funcionamiento del bloque 200 y los correspondientes números de referencia del bloque 200, la discusión de la figura 1 se aplica *mutatis mutandis*. El bloque 200 es sustancialmente similar al del bloque 100 excepto porque el bloque 200 comprende segundo(s) transductor(es) 207. En algunas realizaciones, los segundos transductores 207 pueden generar ondas ultrasónicas de una segunda longitud de onda ( $\lambda_2$ ). En algunas realizaciones la segunda longitud de onda ( $\lambda_2$ ) puede ser igual o es diferente de la primera longitud de onda ( $\lambda_1$ ). En algunas realizaciones, puede haber más de dos segundos transductores 207. En algunas realizaciones, la entrada 127 está acoplada a la salida 229 del bloque 200. El material textil 131 se dispone secuencialmente en el interior del primer tanque 101 y el segundo tanque 201.

La figura 3 muestra otra realización 300 de la materia objeto. En esta realización 300, el bloque 100 de la figura 1 está dotado del bloque 200, tal como se describe con referencia a la figura 2 y está además dotado de una desbobinadora 301, rodillos de presión 303 y 311, un bloque 305, una salida 325 de un tanque de fluido 315, una fuente de fluido 307, un tanque de desgasificación 317, una entrada de vapor 327, una válvula 309 y una bobinadora 313.

El funcionamiento y la construcción de la realización 300 puede entenderse de la siguiente manera. El material textil 131 se desbobina de la desbobinadora 301 y se somete a un proceso de impregnación de 3 etapas a través de los bloques 305, 100 y 200. Una vez que el material textil 131 ha pasado a través de los bloques 305, 100 y 200 el material textil 131 se transporta y bobina en la bobinadora 313. El material textil 131 se somete a tracción por los rodillos de presión 303 y 311. Los rodillos de presión 303 y 311 pueden acoplarse a impulsores primarios tales como motores eléctricos (no mostrados).

El bloque 305 comprende el tanque de fluido 315 y la salida 325. En una realización, el tanque de fluido 315 recibe fluido del bloque 100, es decir, la salida 129 puede acoplarse a una entrada del tanque de fluido 315. En el bloque 305, se humecta el material textil 131. La humectación del material textil puede ayudar a adaptar el material textil 131 para exponer el mismo a cavitación ultrasónica y a formar núcleos en su superficie. Por ejemplo, someter el material textil 305 puede eliminar grandes burbujas que se forman en la superficie del material textil 131 cuando se introduce el material textil en el fluido, sin embargo, no elimina las burbujas más finas en el espacio interhilo que se envían al bloque 100 junto con el material textil 131. La humectación adicional puede ayudar a eliminar el encolado duro no deseado. Una pluralidad de rodillos puede disponerse en el bloque 305 para facilitar que el material textil 131 pase a través del fluido en una pluralidad de iteraciones.

La construcción y el funcionamiento de la figura 1 y la figura 2 se aplica *mutatis mutandis* a los bloques 100 y 200. Según una realización, el bloque 307 puede proporcionarse para suministrar fluido. El bloque 307 puede comprender el tanque de desgasificación 317 y la entrada de vapor 327. Proporcionar el tanque de desgasificación 317 y la entrada de vapor 327 mejora la impregnación utilizando ultrasonidos, que pasa a ser mediante la eliminación de los gases disueltos del fluido. Los gases disueltos reducidos en el fluido reducen el efecto de amortiguación y mejora la cavitación debido a las ondas ultrasónicas. El tanque de desgasificación 317 está dotado de la entrada de vapor 327 que libera corriente de burbujas de vapor en el fluido que provocan desgasificación y ajuste de la temperatura del fluido. En otra realización, la desgasificación del fluido también puede lograrse desgasificando con ultrasonidos. El volumen del tanque de desgasificación 317 y el fluido requerido se proporciona basándose en el peso del material textil 131 que es necesario que se impregne. En algunas realizaciones, el volumen del fluido se basa en el procesamiento necesario del material textil 131 en kg/hora y el fluido requerido para hacer ese proceso en L/kg del material textil 131. En una realización, basándose en el flujo de fluido del tanque de desgasificación 317, el agente humectante y el producto químico de desencolado están sumidos en el bloque 200. En algunas realizaciones, los agentes humectantes pueden estar sumidos en el bloque 200 o el bloque 100 o una combinación de 100, 200 y 305 según los requisitos de impregnación.

El tanque de desgasificación 317 está acoplado a la entrada 227 del bloque 200 a través de la válvula 309 que

5 controla la velocidad de flujo del fluido al bloque 200 y también a los bloques posteriores, en concreto, 100 y 305. En un ejemplo, el fluido en cada bloque 100, 305 y 200 fluye por debajo de la superficie de nivel de fluido del tanque de cada bloque 100, 200 y 305 en cada uno de los bloques 100, 200 y 305 para reducir la posibilidad de atrapar aire por el fluido mientras fluye y el exceso de fluido fluye de un bloque a otro comenzando desde el bloque 200 hasta el bloque 100 y luego al bloque 305 y, finalmente, el fluido sale de la salida 325.

10 Según una posibilidad, el bloque 100, 200 y 305 puede dotarse de una o más bombas de circulación (no mostradas). En una posibilidad, la bomba de circulación puede bombear el fluido desde la parte inferior del tanque y alimentarlo de nuevo al tanque. Según un aspecto, la materia objeto proporciona que la bomba de circulación del respectivo bloque 100, 200 y 305 esté configurada de manera que la bomba descarga el fluido en la parte superior de los respectivos tanques 315, 101, y 201, sin embargo, el nivel al que la bomba descarga el fluido está por debajo del nivel de fluido en respectivos tanques. En otro ejemplo, el fluido que circula de la parte inferior a la parte superior en cada bloque 100, 200 y 305 puede proporcionar una concentración uniforme de fluido. En algunas realizaciones, la descarga de fluido en la parte superior de la sección está por debajo de la superficie de nivel de fluido a baja velocidad de flujo para evitar la posibilidad de atrapamiento de aire en el fluido mientras que circula el fluido dentro del primer tanque 101 o el segundo tanque 201. Debe entenderse que pueden proporcionarse una o más bombas para el fluido que circula en un tanque dado. En una realización, la energía ultrasónica puede utilizarse de manera efectiva situando los transductores 107 y 207 de manera que las ondas ultrasónicas emitidas por el transductor 107 y 207 se encuentran en la dirección natural del flujo del fluido que es del bloque 200 al bloque 100 y así sucesivamente, como se muestra en la figura 3. La corriente ultrasónica en la misma dirección que el flujo de fluido ayuda en la igualación de concentración localizada dentro del fluido.

20 En la realización ilustrada 300, puede observarse que existe una única etapa de impregnación 305 que funciona sin transductores ultrasónicos y las otras dos etapas, en concreto los bloques 100 y 200, emplean transductores ultrasónicos para impregnar el material textil 131. En algunas realizaciones, puede proporcionarse una operación de secado entre el rodillo de presión 311 y la bobinadora 313.

25 En una realización, el aparato 300 se monitoriza y se controla utilizando controladores lógicos programables (PLC) en cada etapa para garantizar la consistencia y fiabilidad de procesos. Si se produce un cambio en el tipo y las condiciones de proceso de material textil, los controladores lógicos están programados adecuadamente para adaptarse a los cambios de los mismos. El uso de PLC proporciona una mayor consistencia y fiabilidad del proceso. Además, el PLC proporciona flexibilidad para adaptarse a los cambios en el tipo de material textil y compensar los cambios en las condiciones de proceso. En una realización, puede utilizarse un sensor piezoeléctrico para controlar la energía de transductor ultrasónico para la adaptación automática de las necesidades de proceso y del tipo de material textil.

30 En una realización, un generador ultrasónico funciona con una frecuencia de barrido en una banda cercana a la frecuencia de funcionamiento principal del transductor ultrasónico. En general, una longitud de onda de onda ultrasónica dentro de un fluido puede no permanecer constante debido a cambios en el funcionamiento industrial y factores ambientales como el cambio de temperatura o concentración del fluido. Además, mantener la distancia del material textil 131 de manera sustancialmente precisa a una distancia de múltiplos enteros de  $\lambda/2$  en el bloque 100 puede no ser factible de manera práctica debido a la estructura elástica del material textil 131, el movimiento del material textil 131 alrededor de las combinaciones de rodillos 113 y 117; 117, 119 y 121; y 121, 123 y 125 puede dar lugar a cambios en la distancia del material textil 131 con respecto a la primera pared 103. Estos problemas también surgen en las otras etapas de impregnación, tal como en el bloque 200. La materia objeto supera estos problemas prácticos proporcionando generadores ultrasónicos y transductores ultrasónicos 107, 207 que son capaces de alterar la frecuencia/longitud de onda de su operación. Es decir, la adaptación del aparato de la materia objeto para funcionar en una frecuencia de barrido. En consecuencia, la longitud de onda de operación de manera rápida y continua para adaptarse a los cambios en la distancia del material textil 131 con respecto a los transductores 107, 207 y otras condiciones de funcionamiento, por ejemplo, temperatura y concentración. En una realización, se cambian la frecuencia y la longitud de onda para adaptarse a un cambio en la posición del material textil 131. Proporcionar una frecuencia de barrido de manera continua ayuda a mejorar la fiabilidad y repetibilidad del proceso de impregnación en condiciones de funcionamiento cambiantes. La frecuencia de barrido de los generadores ultrasónicos puede adaptarse a cambios en las condiciones ambientales, tales como un ligero movimiento de trama, cambios de temperatura y cambios de concentración de fluido.

35 Además, la disposición del material textil 131 según la materia objeto al interior del primer tanque 101 o al interior del segundo tanque 201 también explica la atenuación de las ondas ultrasónicas. La naturaleza (flexibilidad y transparencia para ondas ultrasónicas, y material textil que tiene mucho menor espesor que la longitud de onda) del material textil 131 es de tal manera que deja las ondas ultrasónicas sustancialmente inalteradas y provoca una cantidad insignificante de atenuación. Esta característica permite que un solo transductor puede utilizarse para exponer el material textil 131 a campo/ondas ultrasónicas múltiples veces mediante el despliegue de múltiples iteraciones del material textil 131 a través del primer tanque 101. Esta característica aumenta el tiempo de contacto del material textil 131, el fluido y el campo ultrasónico. Esto reduce el número de transductores y el requisito de energía del transductor, al tiempo que mejora el tiempo de contacto y, por lo tanto, ayuda a que la solución alcance estándares industriales y comercialmente aceptables. Disponer iteraciones del material textil 131 según la materia

objeto garantiza el tiempo de contacto del material textil sustancialmente uniforme, fiable y aumentado al tiempo que se optimiza el número de transductores y el tamaño del aparato.

5 Por lo general, cuando una impregnación basada en ultrasonidos se somete a prueba en laboratorio, a menudo se  
 10 somete a prueba en una pieza de un material textil, por lo tanto, no tiene en cuenta los desafíos relacionados con el  
 15 escalado del modelo a escala industrial. Uno de los desafíos que plantea el escalado del proceso a los lanzamientos  
 20 a escala industrial son los requisitos de energía de la configuración de escala industrial, donde la energía que se  
 25 requiere por la configuración de escala industrial es muchas veces la energía requerida por la configuración de  
 laboratorio y el escalado del requisito de energía pasa a ser prohibitivamente alto. Según otro problema planteado al  
 ampliar la configuración de laboratorio a la configuración industrial es la introducción de rodillos para la alimentación  
 continua de material textil. Puesto que la introducción de rodillos da como resultado un aumento en el tamaño de la  
 configuración y, por lo tanto, también requiere un aumento de tamaño, energía y número de transductores  
 ultrasónicos que no es práctico para la industria debido a que el requisito de energía de los transductores es  
 prohibitivamente alto para la industria. Además, utilizar un tamaño más pequeño de rodillos no es deseable ya que  
 un tamaño más pequeño de rodillo provoca un problema de arrugas con el material textil. El tamaño de los rodillos  
 es aproximadamente de 100 mm a 200 mm, lo que puede ser generalmente un estándar de la industria. La materia  
 objeto aborda el desafío anterior mediante la introducción de los rodillos de manera efectiva, al tiempo que se  
 dispone el material textil 131 a una distancia de la fuente del ultrasonido tal como se enseña con referencia a la  
 figura 1, la figura 2 y la figura 3. La energía de ultrasonidos se utiliza de manera efectiva porque, el material textil 131  
 se dispone de acuerdo con la longitud de onda del ultrasonido y el tamaño del tanque en el que el ultrasonido se  
 irradia sobre el material textil 131 se selecciona basándose en la longitud de onda. La energía del ultrasonido se  
 distribuye de manera sustancialmente uniforme, sin mucha atenuación, al interior del primer tanque 101 porque el  
 tamaño del primer tanque 101 está en el orden de los múltiplos de longitud de onda del ultrasonido, por lo tanto, la  
 formación de ondas estacionarias y la cavitación sustancialmente uniforme se producen al interior del primer tanque  
 101.

Basándose en la velocidad de flujo de fluido en el bloque 200 de la bomba dosificadora, el agente humectante y  
 otros productos químicos pueden añadirse al bloque 200. Según un aspecto de la materia objeto, la cantidad de  
 agente humectante y otro producto químico requerida para el procesamiento de material textil según la materia  
 objeto puede ser considerablemente menor en comparación con los métodos convencionales. En algunas  
 realizaciones, la materia objeto puede demostrar una reducción en la cantidad de agente humectante hasta una  
 quinta parte o hasta una cuarta parte del uso normal en la industria. La velocidad de flujo de agua al bloque 200 del  
 tanque de desgasificación puede regularse con la válvula 309 basándose en la velocidad en kg/hora de material  
 textil.

La difusión es un fenómeno, que ocurre en el material textil, sin tener en cuenta el volumen del fluido. Además, la  
 energía ultrasónica requerida es mayor cuanto mayor volumen del fluido se utiliza. Por tanto, es deseable mantener  
 el volumen del fluido lo más bajo en cuanto al volumen más pequeño mientras que se deja la difusión sin afectar, lo  
 cual ayuda en la conservación de energía del transductor ultrasónico. Si bien es deseable que el volumen del fluido  
 se mantenga en su mínimo, sin embargo, la reducción de volumen del fluido debe acompañarse con el aumento de  
 la velocidad del fluido a través del tanque con el fin de mantener una concentración efectiva de fluidos. Sin embargo,  
 la velocidad aumentada de fluido a través del tanque disminuye el efecto ultrasónico. Eso está más allá de cierto  
 punto, la reducción adicional del volumen del fluido en los tanques pasa a ser contraproducente porque la velocidad  
 de fluido requerida comienza a alterar el efecto de ultrasonido sobre el material textil. Proporcionar el tamaño del  
 tanque en el orden de la longitud de onda y disponer el material textil según la materia objeto aborda este conflicto  
 entre la velocidad de fluido, el volumen de fluido y la energía ultrasónica y proporciona una solución eficaz para la  
 impregnación de material textil.

Será evidente para una persona, después de leer esta memoria descriptiva, que la mayoría del efecto ultrasónico  
 sobre material textil es con cavitación ultrasónica y microchorros generados con colapso de cavitación, aparte de la  
 onda de presión y corriente acústica. Se forma una capa saturada de fluido cerca de la superficie de material textil,  
 que impide que el fluido fresco impregne para igualar la concentración de fluido dentro del material textil y la  
 concentración de fluido en el tanque. El fenómeno de cavitación ultrasónica rompe esta capa de fluido saturada  
 cerca de material textil formando una capa límite de difusión, habilitando de ese modo una mejor difusión para  
 impregnación y también igualación de concentración de fluido localizada cerca de material textil. Disponer el material  
 textil a una distancia que está en múltiplos de  $\lambda/2$  es ventajoso porque los fenómenos de cavitación son los más  
 altos a tales distancias, a las que está expuesto el material textil 131. La formación y el colapso de burbujas de  
 cavitación en las proximidades cercanas del material textil 131 o dentro de los poros interhilo del material textil 131  
 mejora además la impregnación, ya que crea microchorros y microcorrientes que dispersa fluidos en el espacio  
 intrahilo e interhilado del material textil 131. La solución dada en la materia objeto logra un mayor tiempo de contacto  
 de material textil con fluido activo de manera ultrasónica para mover material textil 131 de manera continua. La  
 misma discusión se aplicó también a los bloques 100, 200 *mutatis mutandis*.

El funcionamiento de la materia objeto según una realización puede entenderse con la ayuda de la figura ilustrativa  
 4. La figura 4 muestra diagrama esquemático para la facilidad de comprensión de la materia objeto. Se muestran en  
 la figura 4: un transductor ultrasónico 503 que produce ondas ultrasónicas de longitud de onda  $\lambda$ , una pared proximal

505, una pared distante 501, iteraciones de material textil 502, 507, 509, 511 y/o 519.

5 El transductor 503 está acoplado a la pared proximal 505. En algunas realizaciones, la distancia entre el transductor 503 y la pared proximal 505 es insignificante. En algunas realizaciones, cuando hay una distancia no insignificante entre el transductor 503 y la pared proximal 505, el patrón de ondas estacionarias y las dimensiones/configuración del aparato se determina por la distancia entre el transductor 503, la pared proximal 505 y la pared distante 501. La pared proximal 505 se selecciona de un material que puede pasar las ondas ultrasónicas desde un lado con menos atenuación en una dirección, mientras que refleja las ondas de manera sustancialmente total desde el otro lado. En algunas realizaciones, la pared proximal 505 es una fuente ultrasónica. El patrón de ondas ultrasónicas estacionarias se forma entre la pared proximal 505 y la pared distal 501. El patrón de ondas estacionarias de ultrasonidos genera el mayor fenómeno de cavitación en posiciones, que están a una distancia que es múltiplos enteros de  $\lambda/2$ . La distancia se determina desde la pared proximal 505 o el transductor 503. Por tanto, los materiales textiles 502, 507, 509, 511 y/o 519 están separados a una distancia en múltiplos de  $\lambda/2$  del transductor 503, tal como se muestra en la figura 4. En algunas realizaciones, la distancia entre la pared distante 501 y la pared proximal 505 puede ser un múltiplo entero de la longitud de onda  $\lambda$ .

20 El patrón de ondas estacionarias crea antinodos de presión en  $(n \times \lambda/2)$  y nodos de presión en  $(2n+1) \lambda/4$  (donde "n" es un número entero). De esta manera, la presión ultrasónica efectiva en múltiplos de distancias  $\lambda/2$  será casi el doble, dando lugar a cavitaciones en regiones donde se dispone el material textil 502, 507, 509, 511 y/o 519. Además, la diferencia de presión ultrasónica entre los antinodos de presión en  $n\lambda/2$  y los nodos de presión en  $(2n+1) \lambda/4$  ayuda en la distribución uniforme de la concentración de fluido con microflujo de baja velocidad. La colocación geométrica de hilado/tejido/material textil se guía de manera que hilado/tejido/material textil permanezca en el lugar de antinodos de presión que son zonas de cavitación más altas.

25 El material textil 502, 507, 509, 511 y/o 519 impregnado según la materia objeto proporciona varias ventajas, como se mencionó anteriormente. Los procesos anteriores se rigen generalmente por procesos físicos de intercambio de fluidos entre material textil por convección y difusión. Generalmente, la parte de impregnación de líquido entre hilado (interhilo) de material textil resulta de la convección, que es un proceso físico comparativamente más rápido que la difusión. Sin embargo, la impregnación de fluido dentro del hilado (intrahilo), la cual es la mayor parte de la impregnación total y resulta de la difusión. Es decir, el proceso principal de impregnación implica difusión. La difusión depende de las características de superficie de hilado y es generalmente difícil de mejorar. La materia objeto proporciona una solución a este problema empleando ultrasonidos de manera efectiva para mejorar ambos procesos físicos de impregnación de material textil, la convección y la difusión.

35 La materia objeto proporciona varias flexibilidades en el procesamiento del material textil, por ejemplo, la cantidad de absorción de fluido por el material textil puede mejorarse sin realizar grandes cambios en el sistema. En general, las soluciones existentes requieren repetir los procesos de humectación o hacer discurrir el material textil varias veces a través de fluido. Los procesos industriales actuales se basan en el método de intercambio de concentración entre el material textil y el fluido moviendo el material textil varias veces a través de fluido. La materia objeto proporciona una mejora con respecto a estos procesos. Los métodos existentes no sólo fallan al proporcionar los resultados deseados, sino también, dificultan la producción, dejan fluidos residuales, el desperdicio de agua es alto, consumen energía, dan como resultado un mayor uso de productos químicos y efluentes peligrosos para el medio ambiente, hacen un uso intensivo de recursos en cuanto a tamaño de equipo, coste de funcionamiento, infraestructura, etc., temperaturas más altas de proceso y mayor tiempo de contacto de material textil con fluido para aumentar la impregnación. Por tanto, estos métodos no son deseables.

50 Además, existen intentos de mejorar el proceso de difusión aumentando el flujo a través del material textil mediante chorros de fluido de alta velocidad o tratamientos de temperatura más alta. Sin embargo, los chorros de fluido de alta velocidad fallan al proporcionar impregnación uniforme, especialmente cuando el material textil en sí mismo no está tejido uniformemente y las altas temperaturas tienden a dañar el material textil, y son procesos lentos. La materia objeto elimina el requisito de chorros de fluido de alta velocidad o alta temperatura y proporciona una impregnación sustancialmente uniforme.

55 La materia objeto además aborda desafíos relacionados con el desarrollo de una aplicación a escala industrial de impregnación de material textil basada en ultrasonidos. La aplicación industrial de la impregnación de material textil basada en ultrasonidos es un desafío porque la onda de presión ultrasónica puede provocar que se mueva el material textil. Tal característica de material textil requiere el requisito de energía de ultrasonidos en términos de  $W/cm^2$  en lugar de cálculo de limpieza estándar normal en  $W/L$ . Además, la anchura de trama industrial y el tamaño de rodillo es generalmente superior a 1800 mm y 100 mm respectivamente. Por tanto, para aplicaciones industriales, el aumento de la escala de los aparatos de impregnación por ultrasonido da como resultado requisitos de energía ultrasónica prohibitivamente superiores a lo que es práctico. La materia objeto resuelve este problema ajustando y seleccionando de manera óptima la geometría del tanque y los transductores, e iteraciones de material textil en el tanque, para aprovechar cavitaciones provocadas por las ondas ultrasónicas de manera que la energía ultrasónica requerida en una unidad de área de material textil ( $W/cm^2$ ) para un tiempo de contacto dado se logra sin comprometer la energía ultrasónica requerida en el tanque para una unidad dada de fluido ( $W/L$ ). Además, la

materia objeto proporciona desgasificación y control del flujo y la dirección del flujo de fluido, lo cual mejora la eficacia de la impregnación basada en ultrasonidos, ya que el fluido no desgasificado generalmente afecta de manera negativa a la impregnación ultrasónica. La materia objeto también proporciona flexibilidad de construcción del aparato porque la operación de ondas ultrasónicas sobre el material textil es sustancialmente independiente de la gravedad, el tanque y los transductores pueden desplegarse horizontal o verticalmente o en cualquier ángulo adecuado, con ajustes apropiados sin afectar a la eficiencia del aparato.

La figura 5 muestra un método 600 según una realización de la materia objeto. En el bloque 601, el método proporciona un primer tanque y en el bloque 603 se acopla un primer transductor al primer tanque. Según el método, el primer transductor está configurado para transmitir ondas ultrasónicas de una primera longitud de onda al primer tanque y el primer tanque está configurado para formar un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque. En el bloque 605 el método incluye proporcionar un elemento de disposición. El elemento de disposición está configurado para disponer un material textil a una primera distancia del primer transductor y al primer tanque. La primera distancia se determina basándose en la primera longitud de onda. El bloque 605 incluye además el bloque 615 y el bloque 625. En el bloque 615 el elemento de disposición incluye proporcionar una primera pluralidad de rodillos y adaptar la primera pluralidad de rodillos para disponer múltiples iteraciones del material textil a través del primer tanque, donde cada una de las iteraciones del material textil se separa de la iteración adyacente del material textil una distancia determinada basándose en la primera longitud de onda. En el bloque 625, el método proporciona la adaptación del elemento de disposición para disponer cada una de las iteraciones del material textil en una ubicación que corresponde a la ubicación de un antinodo del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del primer tanque. En el bloque 607, el método incluye además configurar el primer transductor y la geometría del primer tanque para provocar que el material textil con respecto a energía ultrasónica en un intervalo de entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$  y transmitir al menos  $8 \text{ W/L}$  de energía ultrasónica al interior del primer tanque. En el bloque 609, el método proporciona la configuración del aparato para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de una primera frecuencia, en la que la primera frecuencia corresponde a la primera longitud de onda y el elemento de disposición está configurado para disponer el primer material textil a la primera distancia, la primera distancia se determina basándose en la primera frecuencia.

Mientras que la materia objeto puede ser susceptible de diversas modificaciones y de formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplo en los dibujos y se han descrito en el presente documento. Pueden ponerse en práctica realizaciones o modificaciones alternativas sin apartarse del espíritu de la materia objeto. Los dibujos mostrados son dibujos esquemáticos y pueden no estar a escala. Aunque los dibujos muestran algunos rasgos de la materia objeto, pueden omitirse algunos rasgos. En algunos otros casos, pueden destacarse algunos rasgos, mientras que otros no. Además, los métodos dados a conocer en el presente documento pueden realizarse de la manera y/o el orden en los que se explican los métodos. Alternativamente, los métodos pueden realizarse de una manera o un orden diferente a los que se explican sin apartarse del espíritu de la materia objeto. Debe entenderse que no se pretende que la materia objeto se limite a las formas particulares dadas a conocer. En su lugar, la materia objeto cubre todas las modificaciones, equivalentes y alternativas dentro del alcance de la materia objeto tal como se describió anteriormente.

En la descripción anterior, al describir la materia objeto, pueden haberse utilizado algunos de los nombres comerciales, así como algunos nombres comerciales de expresión que incluyen marcas comerciales u otras materias objeto con derechos de autor, el solicitante ha tenido el mayor cuidado en reconocer la propiedad de la materia objeto comercial. Sin embargo, si el solicitante ha omitido inadvertidamente cualquier reconocimiento de este tipo, el solicitante declara que cualquier omisión de este tipo es involuntaria y sin ninguna intención malintencionada, y el solicitante declara que, en caso de que se ponga a la atención del solicitante cualquier omisión inadvertida de este tipo, el solicitante está dispuesto a tomar acciones que el solicitante considere adecuadas para reconocer dicha propiedad comercial.

Los documentos de patente que se refieren a los números EP 0 969 131 A1, US 3 688 527 y WO99/37844 muestran algunas soluciones. Mientras que estos documentos tratan de alcanzar alguna solución que emplee ultrasonidos en la limpieza, estos documentos están sometidos a varias limitaciones, que incluyen las comentadas anteriormente relacionadas con experimentos a escala de laboratorio y la inviabilidad a escala comercial y otros desafíos técnicos.

Específicamente, el documento EP 0 969 131 A1 da a conocer un dispositivo para tratar material textil, que comprende un tanque (2) para contener líquido de tratamiento (3), medios de transporte (4) para transportar un sustrato de material textil (7) que debe tratarse a través del tanque (2), un transductor (8) para generar vibraciones ultrasónicas en el líquido de tratamiento (3), un elemento de interferencia (19) colocado opuesto al transductor para delimitar en conjunto una cavidad de vibración (13), en el que el transductor (8), junto con el elemento de interferencia (19), está diseñado para generar un patrón de interferencia en la cavidad de vibración (13) de vibraciones ultrasónicas que se amplifican entre sí, en el que se produce un área de concentración (11) de energía de vibración intensificada a una distancia del transductor (8) y del elemento de interferencia (19), en el que los medios de transporte (4) están diseñados para guiar el sustrato de material textil (7) a través del área de concentración (11), y en el que la energía de las vibraciones ultrasónicas está destinada a disiparse mediante cavitación en el área de concentración (11) en la ubicación del sustrato de material textil (7).

Aunque el documento EP 0 969 131 A1 intenta emplear una solución de ondas ultrasónicas en la industria textil, no reconoce los desafíos relacionados con la obtención de un área de concentración estable (11), en la que la energía de las vibraciones ultrasónicas está destinada a disiparse mediante cavitación. Puesto que el área de concentración (11) es altamente susceptible a los parámetros físicos del medio. La posición del área de concentración (11) cambia con la presión, la temperatura, etc. De hecho, en algunos casos, el área de concentración (11) puede no estar alineada de manera sustancialmente vertical, tal como prevé el documento EP 0 969 131 A1, debido a cambios de temperatura del medio a diferentes alturas en un tanque dado. Además, el documento EP 0 969 131 A1 proporciona una solución compleja que emplea varios transductores, enfocados cada uno en diferentes direcciones, elementos de interferencia y una unidad de ultrasonidos 9. La presente materia objeto resuelve al menos ambos problemas asociados con el documento EP 0 969 131 A1. La presente materia objeto configura las paredes del tanque en sí mismo, eliminando completamente la necesidad de una unidad ultrasónica independiente 9. Además, el aparato de la presente materia objeto funciona en una frecuencia de barrido. Estos rasgos permiten que el aparato garantice que el material textil permanece en la zona de cavitación, bien mediante el ajuste de los rodillos que disponen el material textil en el tanque, o bien disponiendo el material textil de manera diagonal/oblicua (como se muestra en la figura 1a) basándose en la frecuencia de barrido.

Además, la unidad de ultrasonido 9 del documento EP 0 969 131 A1 requiere múltiples combinaciones de transductores y elementos de interferencia (siendo el elemento de interferencia los transductores en sí mismos) y alguna disposición de enfoque para guiar las ondas ultrasónicas, en una dirección específica, al tanque. Esta disposición del documento EP 0 969 131 A1 no sólo hace que la solución del documento EP 0 969 131 A1 prácticamente no sea viable, sino que también la hace más compleja. Esto se debe a que, cuando varios transductores, enfocándose cada uno de ellos en diferentes direcciones, (véase la figura 1, elementos 8 del documento EP 0 969 131 A1) hacen pasar varias ondas ultrasónicas a través de un solo medio continuo, el medio no ve estas ondas como ondas independientes procedentes de diferentes fuentes/direcciones. En cambio, el medio ve una convolución de ondas. Es más, ningún transductor es un transductor ideal, que produciría exactamente la misma frecuencia cada vez. Además, los parámetros físicos del medio también pueden alterar la frecuencia del ultrasonido. De manera práctica, lograr un patrón de ondas estacionarias a partir de esta convolución de ondas es, si no imposible, entonces ciertamente difícil y puede ser una cuestión de azar. Por la misma razón, la zona de cavitación puede desplazarse basándose en una frecuencia resultante que el medio observa y los parámetros físicos (temperatura, etc.) del medio. Por tanto, obtener una solución comercialmente viable usando el documento EP 0 969 131 A1 es prácticamente imposible.

Estos y otros desafíos se resuelven con la presente materia objeto. La presente materia objeto podría resolver estos problemas, porque la presente materia objeto aprovecha varias características técnicas, por ejemplo, configurando el aparato para funcionar en la frecuencia de barrido. Esta característica se ha detallado en el párrafo [0033] de la memoria descriptiva en detalle con referencia a la figura 1 y la figura 1a. En esa figura 1a se muestra una realización exagerada de la presente materia objeto, en la que el material textil se dispone en el tanque en el que al menos una iteración está dispuesta oblicua o diagonalmente.

Como se explica en los párrafos [0023] y [0033] de la memoria descriptiva, el aparato puede configurarse para funcionar basándose en la frecuencia de barrido y disponer material textil usando los rodillos, en consecuencia, de varias maneras. Será evidente para una persona en la técnica que el material textil puede mantenerse en la zona de cavitación de varias maneras, lo que puede incluir la combinación de ajuste de rodillos y ajuste de frecuencia, etc. En una realización, el aparato puede estar configurado para resolver estos problemas disponiendo el material textil de manera diagonal/oblicua (mostrado en la figura 1a) de modo que el material textil pase a través de la máxima parte a través de la zona de cavitación, entendiéndose que la pendiente de la diagonal/oblicuidad puede determinarse basándose en la frecuencia de barrido. En aún otra realización, el aparato puede estar configurado para resolver estos problemas ajustando las posiciones de los rodillos (véase el párrafo [0046]). En otra realización adicional, el aparato puede estar configurado para resolver estos problemas ajustando las posiciones de material textil (véase el párrafo [0046]). En otra realización, el aparato puede estar configurado para resolver estos problemas (véase el párrafo [0033]) seleccionando o alterando de manera adaptativa la frecuencia de transductor, y ajustando las posiciones de material textil (véase el párrafo [0046]).

Además, el documento EP 0 969 131 A1 también falla en la prueba de viabilidad comercial debido a que solo se puede tratar una sola iteración de material textil en un momento dado, mientras que la materia objeto utiliza eficientemente la energía y el tiempo habilitando la disposición de material textil en múltiples iteraciones sin comprometer las ventajas de las zonas de cavitación y, por lo tanto, la materia objeto proporciona una solución mejor y más barata.

Del mismo modo, el documento US 3 688 527 da a conocer un método y un aparato para limpiar contaminantes unidos mecánicamente de una trama resiliente en un medio de fluido. En este caso, el documento US 3 688 527 se desvía de la presente materia objeto, la mayoría de las veces el material textil es bastante delicado y no resiliente. Por lo tanto, el documento US 3 688 527 muestra un tipo de sonotrodo de transductor, generalmente utilizado para operaciones de corte y soldadura. Emplear el documento US 3 688 527 en la industria textil sólo daría como resultado un material textil dañado. Por lo tanto, a pesar de que el documento US 3 688 527 es público desde 1972,

no está disponible en el mercado una solución a escala industrial que emplee ultrasonidos para procesar material textil.

5 El documento WO99/37844 es otro documento, el documento no comenta ni los problemas abordados por la presente materia objeto ni proporciona una solución de los mismos. Además, para tratar diferentes lados del material textil, el documento WO99/37844 requiere dos transductores, uno para cada lado del material textil. No proporciona ninguna indicación o motivación para disponer el material textil basándose en o bien la frecuencia de barrido o bien la longitud de onda correspondiente.

10 También puede observarse que incluso una combinación de los documentos mencionados anteriormente no daría como resultado la solución de la presente materia objeto porque ninguno de los documentos citados enseña, sugiere o proporciona ninguna motivación, solo o en combinación, para alcanzar la materia objeto. Se hace hincapié en el hecho de que ninguno de los documentos anteriores configura el primer tanque en sí mismo disponiendo la primera pared y la segunda pared del primer tanque de manera que el patrón de ondas sustancialmente estacionarias se forme al interior del primer tanque. De este modo, la presente materia objeto elimina el requisito de cualquier unidad de ultrasonido independiente 9 del documento EP 0 969 131 A1 y el artículo 34 del documento US 3 688 527, respectivamente. Aunque el documento WO99/37844 no discute ninguna característica de este tipo de obtención del patrón de ondas sustancialmente estacionarias. Esta característica, por sí sola, de la presente materia objeto no sólo reduce la complejidad del diseño, sino que también hace que la presente materia objeto sea comercialmente más ventajosa.

Al menos por las razones anteriores, la presente materia objeto no sólo es superior, sino también deseable en comparación con cualquiera de los documentos EP 0 969 131 A1, US 3 688 527 y WO99/37844 o una combinación de los mismos. De hecho, parece que debido a las dificultades técnicas y comerciales comentadas anteriormente con los documentos EP 969 131 A1 y WO99/37844, estos documentos no se examinaron hasta el extremo lógico de la solicitud.

La presente materia objeto proporciona un aparato que comprende: un primer transductor (107), caracterizado porque el primer transductor (107) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una primera longitud de onda al interior de un primer tanque (101), y caracterizado porque el primer tanque (101) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias de las ondas ultrasónicas dentro del primer tanque (101); y un elemento de disposición (109.1 y 109.2) adaptado para disponer un material textil (131) al interior del primer tanque (101) a una primera distancia del primer transductor (107), en el que la primera distancia se determina basándose en la primera longitud de onda y, en el que el primer tanque (101) comprende una primera pared (103) y una segunda pared (105), el primer transductor (107) está acoplado a la primera pared (103) y la segunda pared (105) está configurada para reflejar las ondas ultrasónicas y la primera pared (103) y la segunda (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) dando como resultado múltiples zonas de cavitación y en el que el aparato está configurado para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de una primera frecuencia, en el que la primera frecuencia corresponde a la primera longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a la primera distancia, la primera distancia se determina basándose en la primera frecuencia. En una realización, el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) se configuran para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo de entre 0,2 W/cm<sup>2</sup> y 2 W/cm<sup>2</sup>. En una segunda realización, el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) se adaptan para transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica al primer tanque (101). En una tercera realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) comprende una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y la primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) se adapta para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del primer tanque (101) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) una distancia, en la que la distancia se determina basándose en la primera longitud de onda. En una cuarta realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponden a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del primer tanque (101). En una quinta realización, el aparato comprende un segundo transductor (207), en el que el segundo transductor (207) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una segunda longitud de onda a un segundo tanque (201), y el segundo tanque (201) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias de las ondas ultrasónicas dentro del segundo tanque (201); y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) secuencialmente en el interior del primer tanque (101) y el segundo tanque (201). En una sexta realización, el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a una segunda distancia desde el segundo transductor (207) hasta el segundo tanque (201), en el que la segunda distancia se determina basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está adaptado para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del segundo tanque (201) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) por una tercera distancia, en la que la tercera distancia se determina basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponden a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del segundo tanque (201). En una séptima realización, el

segundo transductor (207) y la geometría del segundo tanque (201) se configuran para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo de entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$  y se adaptan para transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica al segundo tanque (201).

5 Según otro aspecto, la presente materia objeto proporciona un método de fabricación de un aparato que comprende:  
proporcionar un primer tanque (101) en el que el primer tanque (101) comprende una primera pared (103) y una  
segunda pared (105); caracterizado por acoplar un primer transductor (107) a la primera pared (103) del primer  
tanque (101), en el que el primer transductor (107) están configurados para transmitir ondas ultrasónicas de una  
10 primera longitud de onda al primer tanque (101); configurar la segunda pared (105) para reflejar las ondas  
ultrasónicas y la primera pared (103) y la segunda (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas  
de sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) dando como resultado múltiples zonas de  
cavitación; proporcionar un elemento de disposición (109.1 y 109.2) configurado para disponer un material textil  
(131) a una primera distancia desde el primer transductor (107) y al interior del primer tanque (101), en el que la  
15 primera distancia se determina basándose en la primera longitud de onda; y configurar el aparato para que funcione  
en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor  
de una primera frecuencia, en la que la primera frecuencia corresponde a la primera longitud de onda y el elemento  
de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a la primera distancia, la  
primera distancia se determina basándose en la primera frecuencia. En una primera realización, el método incluye  
20 configurar el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) para: exponer el material textil (131) a  
energía ultrasónica en un intervalo de entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$ ; y transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica  
al primer tanque (101). En una segunda realización, proporcionar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) incluye  
proporcionar una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y adaptar la primera  
pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) para disponer múltiples iteraciones del material textil  
(131) a través del primer tanque (101), en el que cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración  
25 adyacente del material textil (131) una distancia determinada basándose en la primera longitud de onda. En una  
tercera realización, proporcionar incluye adaptar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) para disponer cada una  
de las iteraciones del material textil (131) en un lugar que corresponde a la ubicación de un antinodo del patrón de  
ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del primer tanque (101).

## REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende:
  - 5 un primer tanque (107) que comprende una primera y una segunda pared (103, 105),  
 un primer transductor (107), en el que dicho primer transductor (107) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una primera longitud de onda al interior de dicho primer tanque (101), y dicho primer tanque (101) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias de ondas ultrasónicas dentro del primer tanque (101); y un elemento de disposición (109.1 y 109.2) adaptado para disponer un material textil (131) al interior del primer tanque (101) a una primera distancia de dicho primer transductor (107), caracterizado porque dicha primera distancia se determina basándose en dicha primera longitud de onda y, en el que el primer transductor (107) está acoplado a la primera pared (103) y la segunda pared (105) está configurada para reflejar las ondas ultrasónicas y la primera pared (103) y la segunda (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) dando como resultado múltiples zonas de cavitación y en el que el aparato está configurado para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de una primera frecuencia, en el que dicha primera frecuencia corresponde a dicha primera longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a dicha primera distancia, dicha primera distancia se determina basándose en dicha primera frecuencia.
  2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) están configurados para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo de entre 0,2 W/cm<sup>2</sup> y 2 W/cm<sup>2</sup>.
  3. Aparato según la reivindicación 1, en el que el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) están adaptados para transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica al interior del primer tanque (101).
  4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento de disposición (109.1 y 109.2) comprende una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y la primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) están adaptados para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del primer tanque (101) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) una distancia, en el que la distancia se determina basándose en la primera longitud de onda.
  5. Aparato según la reivindicación 4, en el que el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponden a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formadas en el primer tanque (101).
  6. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende un segundo transductor (207), en el que el segundo transductor (207) está adaptado para transmitir ondas ultrasónicas de una segunda longitud de onda al interior de un segundo tanque (201), y el segundo tanque (201) está configurado para establecer un patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias de las ondas ultrasónicas dentro del segundo tanque (201); y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer secuencialmente el material textil (131) en el interior del primer tanque (101) y el segundo tanque (201).
  7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está configurado para disponer el material textil (131) a una segunda distancia del segundo transductor (207) en el interior del segundo tanque (201), en el que la segunda distancia se determina basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) está adaptado para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del segundo tanque (201) y cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) por una tercera distancia, en el que se determina la tercera distancia basándose en la segunda longitud de onda y el elemento de disposición (109.1 y 109.2) dispone cada una de las iteraciones del material textil (131) en ubicaciones que corresponden a ubicaciones de antinodos del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del segundo tanque (201).
  8. Aparato según la reivindicación 7, en el que el segundo transductor (207) y la geometría del segundo tanque (201) están configurados para exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo comprendido entre 0,2 W/cm<sup>2</sup> y 2 W/cm<sup>2</sup> y están adaptados para transmitir al menos 8 W/L de energía ultrasónica al interior del segundo tanque (201).
  9. Método de fabricación de un aparato que comprende:

- proporcionar un primer tanque (101) que comprende una primera pared (103) y una segunda pared (105);
- 5 configurar la segunda pared (105) para reflejar las ondas ultrasónicas de un primer transductor (107) y la primera pared (103) y la segunda (105) están separadas entre sí para establecer el patrón de ondas sustancialmente estacionarias al interior del primer tanque (101) dando como resultado múltiples zonas de cavitación;
- 10 proporcionar un elemento de disposición (109.1 y 109.2) configurado para disponer un material textil (131) a una primera distancia de dicho primer transductor (107) y en el interior del primer tanque (101), caracterizado porque dicha primera distancia se determina basándose en una primera longitud de onda;
- 15 acoplar dicho primer transductor (107) a la primera pared (103) del primer tanque (101), en el que el primer transductor (107) está configurado para transmitir ondas ultrasónicas de dicha primera longitud de onda al interior del primer tanque (101); y
- 20 configurar el aparato para funcionar en una frecuencia de barrido de ondas ultrasónicas, la frecuencia de barrido es una banda de frecuencias alrededor de dicha primera frecuencia,
- 25 10. Método según la reivindicación 9, en el que el método incluye configurar el primer transductor (107) y la geometría del primer tanque (101) para: exponer el material textil (131) a energía ultrasónica en un intervalo de entre  $0,2 \text{ W/cm}^2$  y  $2 \text{ W/cm}^2$ ; y transmitir al menos  $8 \text{ W/L}$  de energía ultrasónica al interior del primer tanque (101).
- 30 11. Método según la reivindicación 9, en el que proporcionar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) incluye proporcionar una primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) y adaptar la primera pluralidad de rodillos (111, 117, 119, 125, 113, 115, 121 y 123) para disponer múltiples iteraciones del material textil (131) a través del primer tanque (101),
- 35 en el que cada iteración del material textil (131) se separa de la iteración adyacente del material textil (131) una distancia determinada basándose en la primera longitud de onda.
- 40 12. Método según la reivindicación 11, en el que proporcionar el elemento de disposición incluye adaptar el elemento de disposición (109.1 y 109.2) para disponer cada una de las iteraciones del material textil (131) en una ubicación que corresponde a la ubicación de un antinodo del patrón de ondas ultrasónicas sustancialmente estacionarias formado en el interior del primer tanque (101).

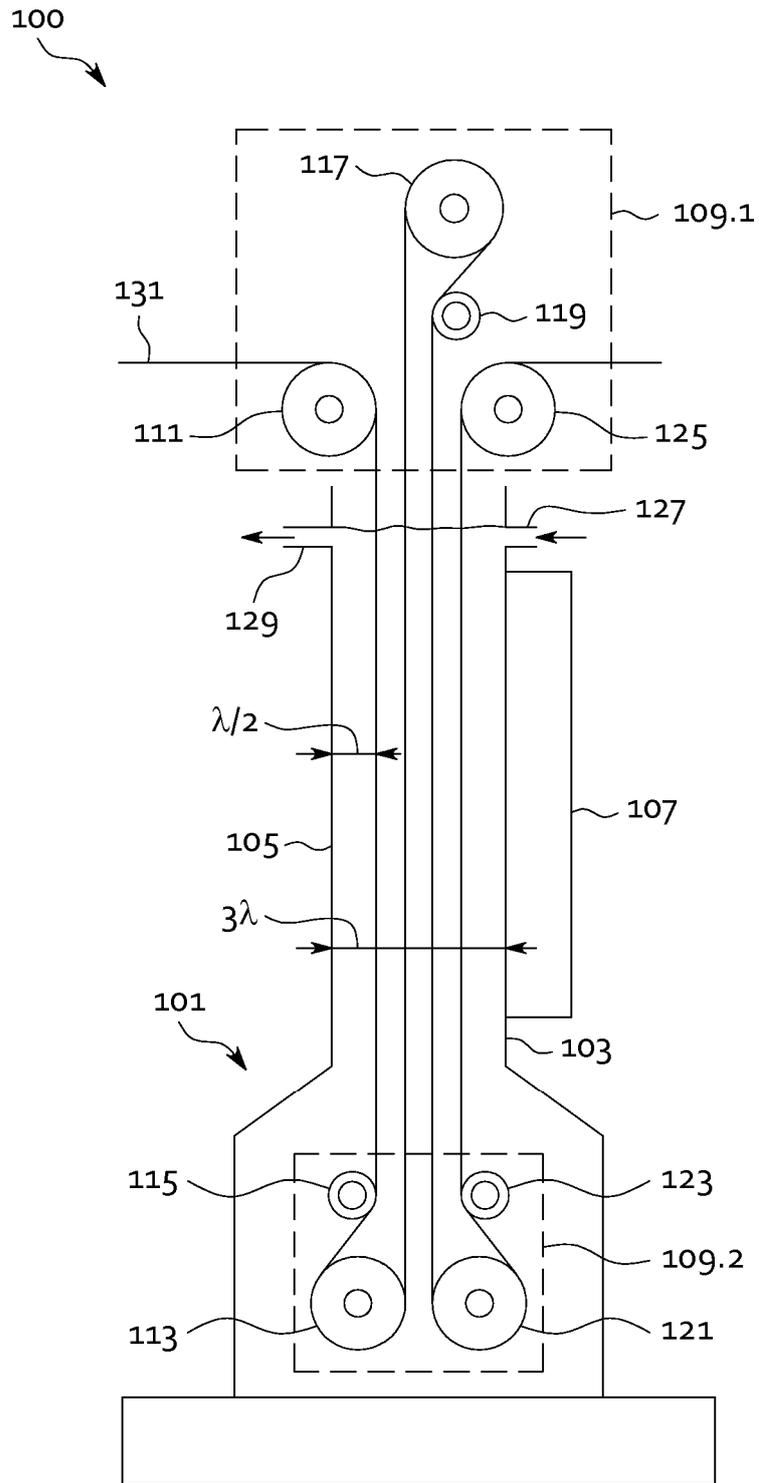


FIG. 1

700

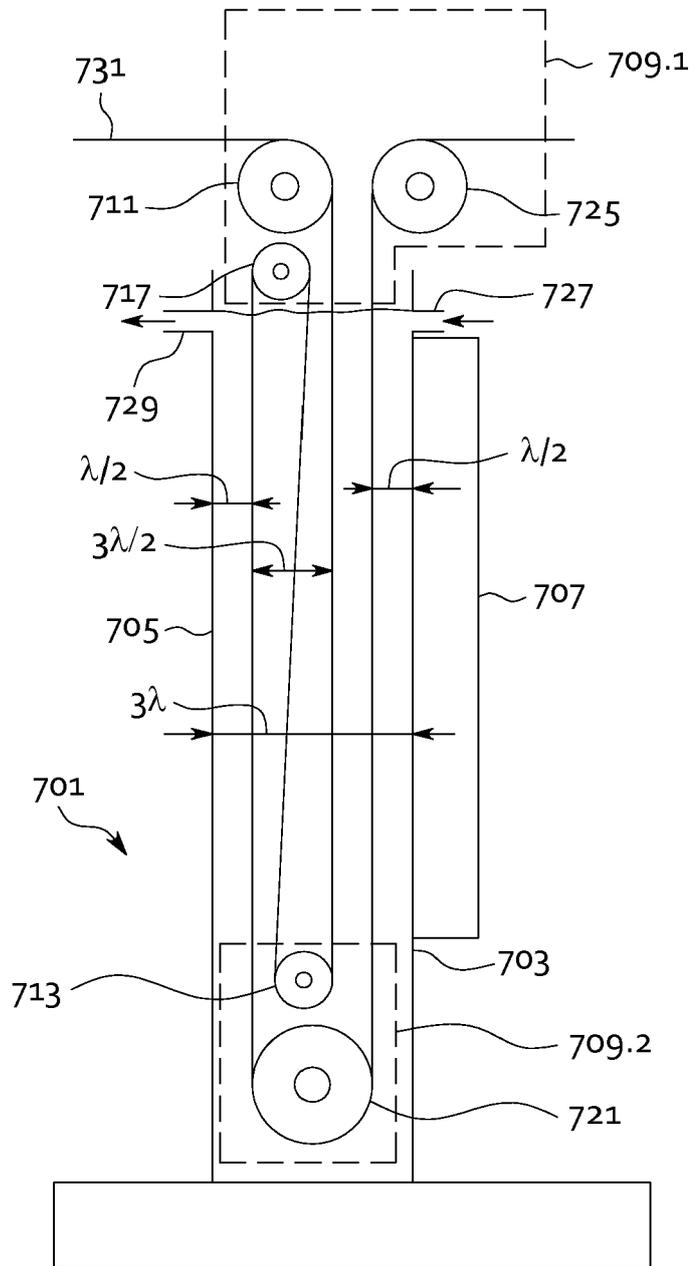


FIG. 1a

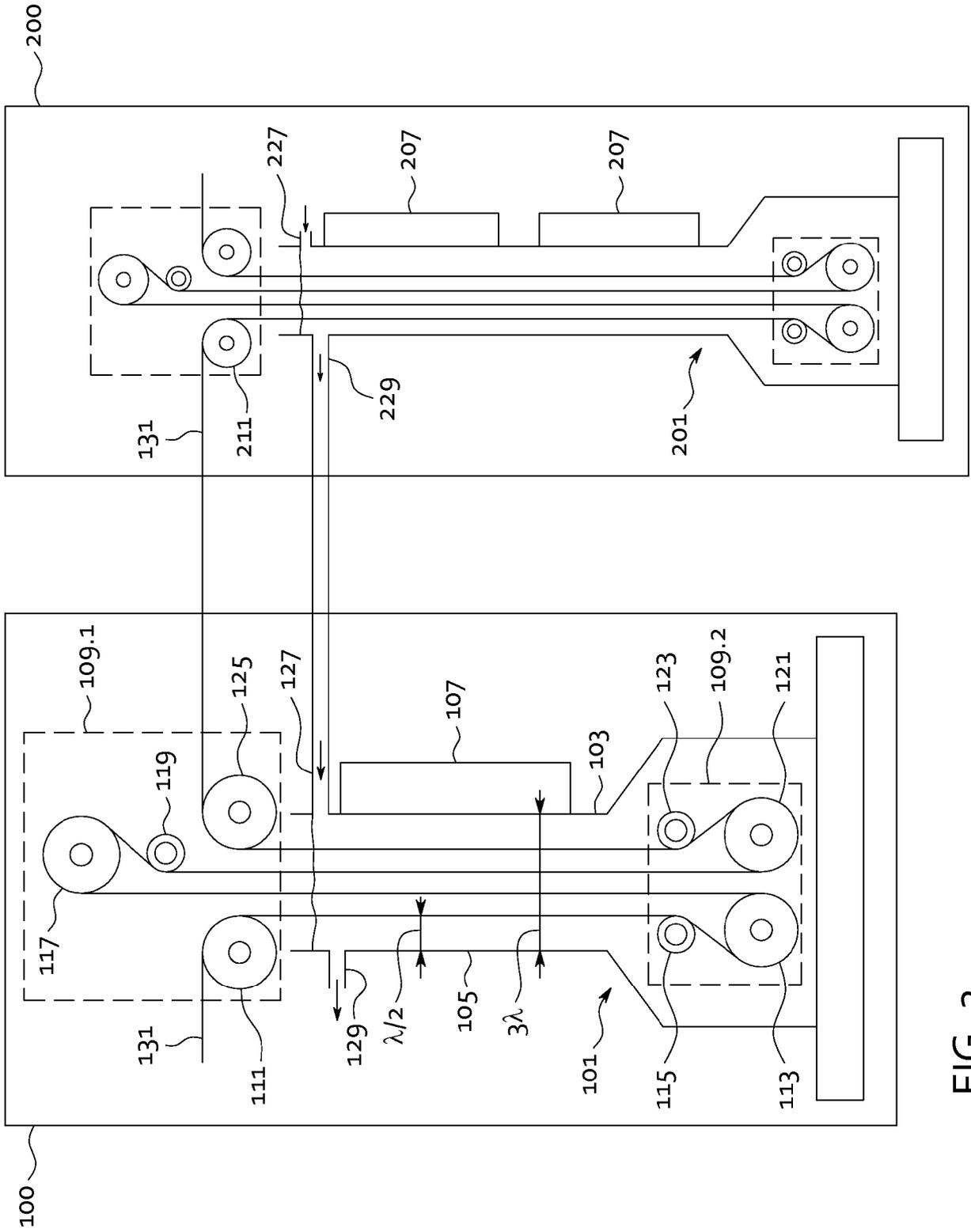


FIG. 2

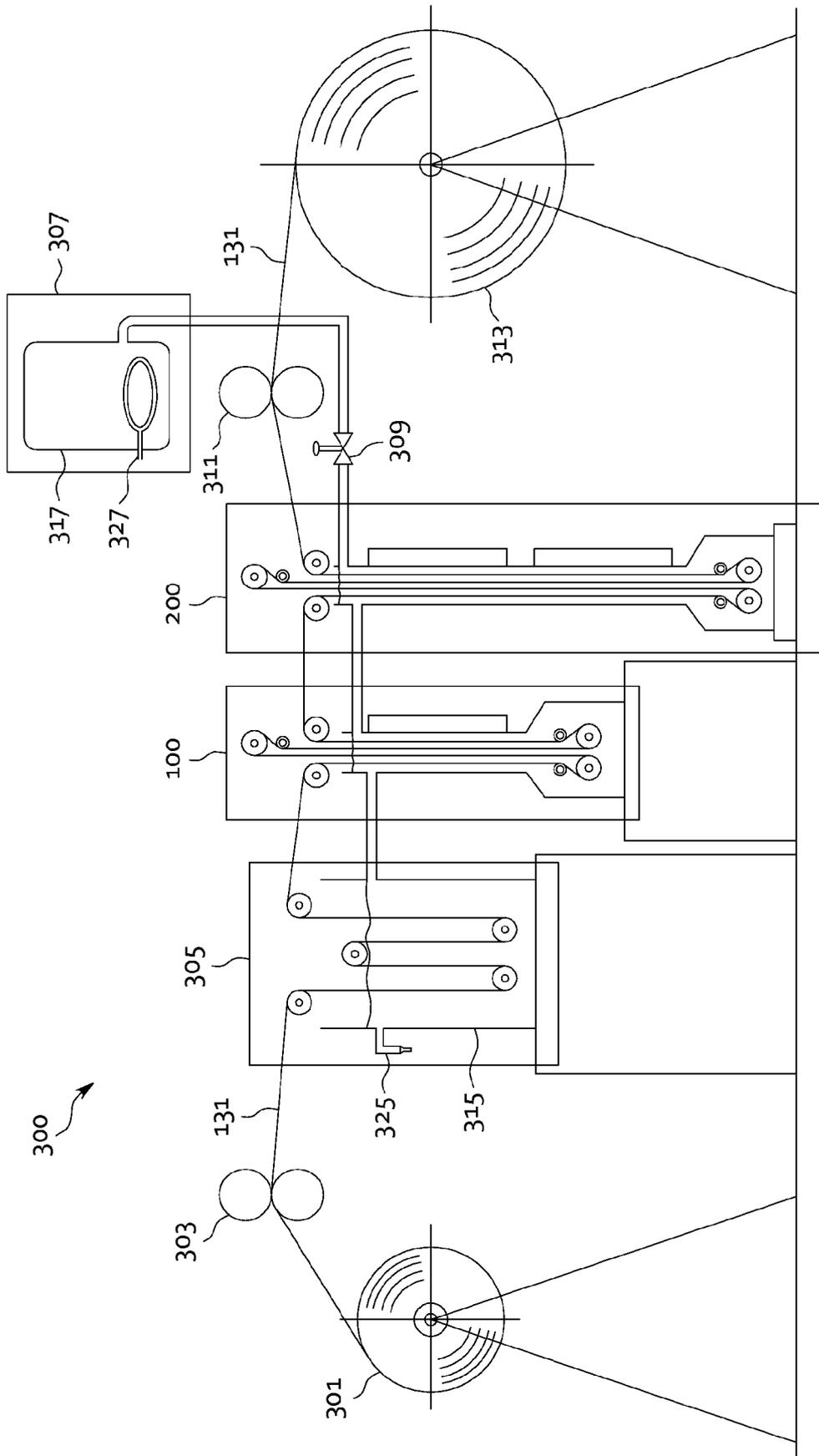


FIG. 3

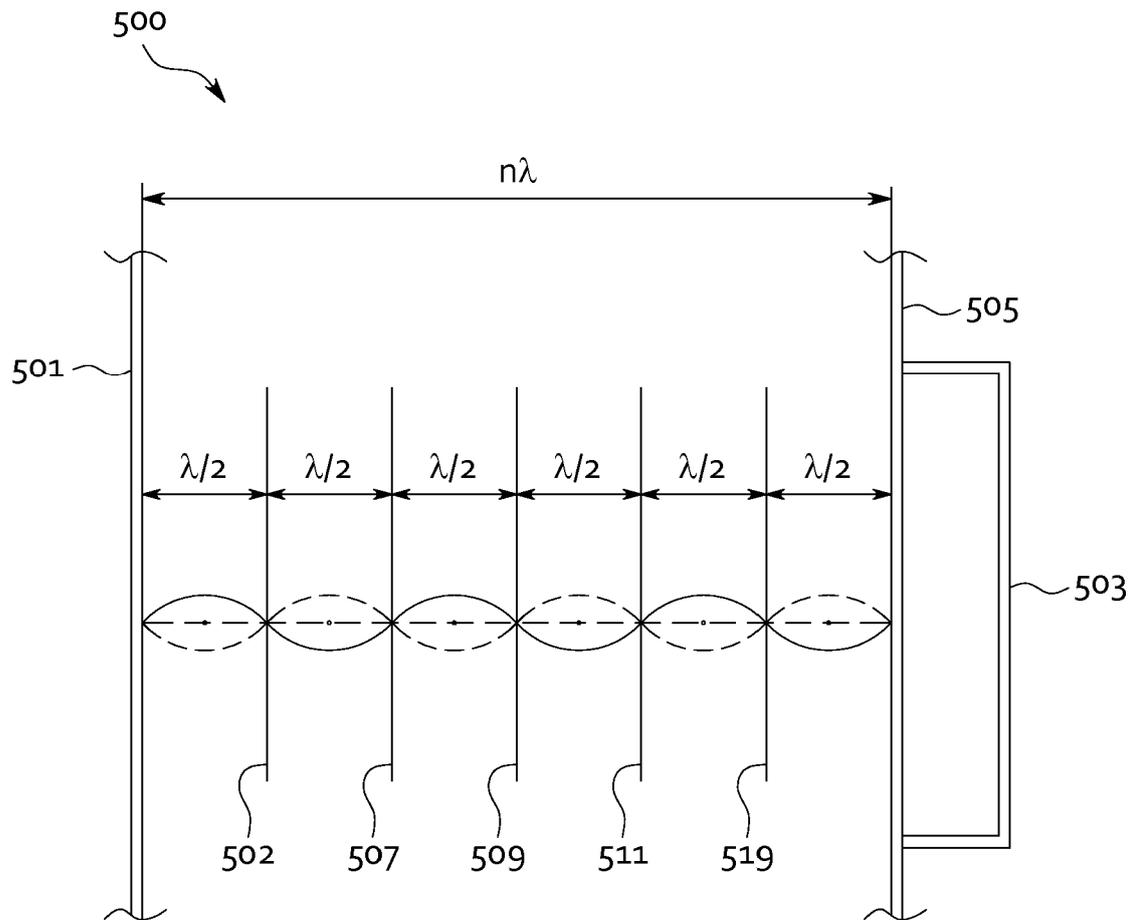


FIG. 4

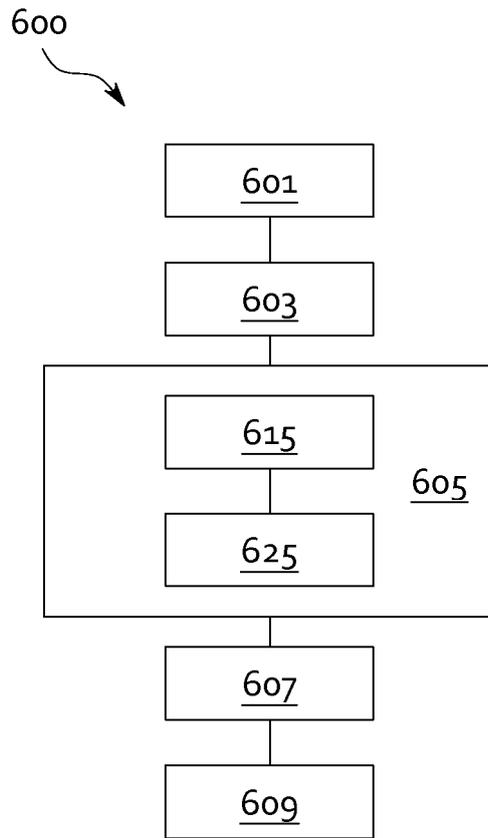


FIG. 5