

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 366**

51 Int. Cl.:

**B06B 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2011 E 11189063 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2591864**

54 Título: **Sonotrodo y dispositivo para reducir y eliminar la formación de espuma de productos líquidos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.10.2014**

73 Titular/es:

**TELSONIC HOLDING AG (50.0%)  
Industriestrasse 6b  
9552 Bronschhofen, CH y  
CAVITUS SOLUTIONS PTY LTD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BÜTTIKER, ALBERT;  
KELLER, HOLGER y  
BATES, DARREN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 515 366 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**

Sonotrodo y dispositivo para reducir y eliminar la formación de espuma de productos líquidos

5 La presente invención se refiere a un sonotrodo para generar un campo de ultrasonidos en procesos de producción industrial tales como procesos químicos o procesos relacionados con los alimentos, en los que se procesa un producto líquido, que genera durante el procesado una formación de espuma en la superficie superior del producto. La invención se refiere también a un dispositivo que comprende uno o más de tales sonotrodos para despumar.

10 En diferentes campos de la industria, la generación de espuma de un producto que se va a procesar es un problema inherente. En el campo de la industria de las bebidas, por ejemplo, principalmente con productos carbonatados tales como la cola y la cerveza, pero también con productos no carbonatados tales como zumos de frutas, etc., no solo existe durante el proceso de producción, sino también durante el envasado del producto en botellas o similares, el problema de que el producto genera una gran cantidad de espuma. La generación de espuma se traduce a menudo en una pérdida no deseada de producto, y también la contaminación de los recipientes en los que el producto se va a envasar, es un gran problema en estas industrias. Durante el proceso de envasado, la generación de demasiada espuma conduce a problemas con respecto al sellado de los recipientes, y además el proceso de la línea de envasado se ralentiza considerablemente debido a la espuma en la parte superior del producto. No obstante, también en otras industrias, la generación de espuma de productos líquidos es una cuestión problemática. Ejemplos de otras industrias son las industrias químicas, de derivados del petróleo, farmacéuticas y mineras. La espuma puede formarse en tanques, depósitos abiertos o en recipientes o botellas, en los que se envasa el producto. Debido a la espuma, existe también un problema con respecto a la capacidad/volumen de los depósitos, al equipo de procesamiento aguas abajo, tal como las bombas, los homogeneizadores, los pasteurizadores, las líneas de envasado y el equipo de filtración.

25 En la técnica anterior, las tecnologías convencionales utilizadas para reducir o para actuar en contra de la generación de demasiada espuma durante varios años habían implicado el uso de productos químicos anti-espuma. Sin embargo, en la industria alimentaria, el uso de productos químicos no es posible, y en otras industrias el uso de tales productos químicos para reducir la generación de espuma es bastante costoso. Además, los productos químicos pueden cambiar las características del producto líquido que se procesa en la línea de producción.

30 Además, se han sugerido los rompedores mecánicos de espuma en la técnica anterior, con el fin de limitar la generación de espuma durante el envasado de cerveza o refrescos de cola en botellas, por ejemplo. Otra solución a este tipo de problema consiste en dispositivos anti-espuma que utilizan ondas de ultrasonido para la destrucción de la espuma en la parte superior del producto líquido. En el documento WO 2004/024317 A1, por ejemplo, se describe un dispositivo de ultrasonidos para eliminar la creación de espuma en grandes recipientes. Este conocido dispositivo utiliza resonadores en forma de placa, redondos, montados en un dispositivo giratorio y están provistos de medios para cambiar el ángulo de la superficie de tratamiento de las placas del resonador de este dispositivo en la dirección del producto. A través del cambio del ángulo de los resonadores en forma de placa y del giro de los dos dispositivos, el campo de ultrasonidos se centra en un punto específico sobre la superficie del recipiente del producto. Este sistema es bastante grande en su construcción y difícil de implementar en líneas de envasado existentes sin modificaciones sustanciales. Además, este dispositivo ultrasónico conocido necesita medios complicados para controlar la creación del campo de ultrasonidos y para modificar permanentemente el ángulo de la radiación del campo de ultrasonidos enfocado.

45 En el documento WO 2007/118285 A1, se describe un sistema transductor ultrasónico adicional, que tiene un sonotrodo con una parte del cuerpo principal y una superficie de tratamiento de líquido en su extremo. La superficie de tratamiento de la espuma de este sonotrodo se provee de una multitud de cavidades con forma de cuerno. Debido a la multitud de cavidades, se puede emitir un campo de ultrasonidos más intenso. Sin embargo, también este tipo de tal dispositivo de tratamiento ultrasónico tiene desventajas en términos de la posibilidad de eliminar la generación de espuma en ciertas aplicaciones, por ejemplo, en las líneas de envasado para el envasado de bebidas en botellas o recipientes.

50 Una técnica anterior adicional según el documento US 2001/0032511 A1 describe un dispositivo de ultrasonidos para un escaneo tridimensional de la parte interior de un cuerpo o similar, a través de una zona estrecha. Este dispositivo de exploración ultrasónica tiene una multitud de elementos transductores ultrasónicos con el fin de enfocar el ultrasonido en una parte estrecha de la entrada al cuerpo y para proporcionar una gran imagen de exploración completa y tridimensional del órgano interno a examinar. Por consiguiente, el propósito de esta sonda de exploración ultrasónica tridimensional es, primero concentrar el campo ultrasónico y después permitir un examen ultrasónico ampliado de una manera tridimensional.

55 En vista de los mencionados inconvenientes de las soluciones de la técnica anterior, es un objeto de la presente invención proporcionar un sonotrodo y un dispositivo de ultrasonidos con al menos un sonotrodo, que son más eficientes y más flexible con respecto a la aplicación en líneas de producción existentes y con respecto a la eliminación de espuma y la reducción de la espuma en diferentes procesos de producción.

60

Es problema se soluciona mediante un sonotrodo con las características de la reivindicación 1 y mediante un dispositivo para generar un campo de ultrasonidos según las características de la reivindicación 7. Las realizaciones preferidas y las características de la invención se describen en las respectivas reivindicaciones dependientes.

5 El sonotrodo según la invención está provisto de una parte principal del cuerpo que tiene medios de conexión para la conexión del sonotrodo con un generador de alta frecuencia, y tiene una cara frontal, desde la que el campo de ultrasonidos se dirige hacia el lugar o área deseados del producto, o a la parte superior del producto que se va a despumar. El sonotrodo según la invención está caracterizado porque la parte principal del cuerpo tiene una forma de un elemento de bloque compacto, y porque la cara frontal es cóncava en su forma con respecto a una superficie del producto, de tal manera que el campo de ultrasonidos se enfoca y se dirige a un área específica de una espuma del producto que se va a tratar en una forma concentrada comparada con un ultrasonido no enfocado. Como un resultado de la forma cóncava de la cara frontal, el campo de ultrasonidos se concentra, en comparación con una cara frontal plana o convexa. La cavidad de la cara frontal según la invención se forma de tal manera que se logra un efecto aumentado de la despumación del producto líquido. La cara frontal cóncava del sonotrodo según la invención se forma, en particular, como una ranura redondeada o canal con una curvatura optimizada especialmente. La frecuencia ultrasónica de alta amplitud, que se introduce en el sonotrodo por medio de una pieza de conexión, se transmite eficazmente por la parte principal del cuerpo en forma de bloque a la cara frontal cóncava, de tal manera que la generación de espuma durante el procesamiento del producto líquido puede eliminarse y reducirse efectivamente.

20 Según una forma ventajosa, el sonotrodo puede proporcionarse con una salida de alta potencia, en particular con una salida de potencia ultrasónica en el aire de entre 1 y 10.000 vatios, de entre 2 y 1000 vatios, preferiblemente de 5 a 1 a 800 vatios, más preferiblemente de 10 a 700 vatios y aún más preferiblemente entre 20 y 600 vatios.

25 Según una forma ventajosa de realización de la invención, el dispositivo que comprende el sonotrodo se proporciona con una alta relación de amplitud, en particular, con una amplitud de ultrasonidos de desplazamiento pico a pico entre 1 y 150 micras, preferiblemente de 5 a 140 micras, más preferiblemente de 10 a 120 micras y aún más preferiblemente de 30 a 120 micras. A través de una extensa búsqueda, los inventores han descubierto que con estos rangos de una alta relación de amplitud es posible una destrucción y reducción de espuma altamente eficaz. Sorprendentemente, estas relaciones de alta frecuencia han resultado ser los más eficaces para el propósito de despumar los productos líquidos.

35 Según la invención, la parte principal del cuerpo es de una forma como un bloque rectangular que tiene una parte de diámetro reducido en el lado de la cara frontal, que se amplía en comparación con el último. Esto significa, el sonotrodo tiene en su región superior una parte en forma de bloque de una forma compacta con los medios para conectar el sonotrodo a un generador de alta frecuencia. Sin embargo, en la parte inferior, es decir, la parte más cerca de la cara frontal, que se proporciona para dirigir el campo de ultrasonidos sobre la espuma del producto, hay proporcionada un área de diámetro reducido, de modo que el sonotrodo tiene una forma como un árbol en sección transversal. Esta forma es la más eficaz para crear un campo de ultrasonidos de alta frecuencia con un sonotrodo compacto y – desde un primer punto de vista – formado de una manera bastante simple. Se ha demostrado que la porción ampliada de la cara frontal con una parte de diámetro reducido entre la parte del cuerpo a modo de bloque y la cara frontal es excelente para transmitir una gran cantidad de haces de ultrasonidos de alta frecuencia sobre el producto a tratar. Por lo tanto, el efecto de despumación se aumenta considerablemente por medio de este tipo de sonotrodo según la invención.

45 Según una forma ventajosa más de realización de la invención, entre la parte principal del cuerpo y la cara frontal del sonotrodo para generar el campo de ultrasonidos enfocado de alta amplitud, se proporciona una parte cónica en forma de cuello, con hendiduras laterales redondas a lo largo de un eje longitudinal L de la cara frontal cóncava, que tiene un eje longitudinal L, que es aproximadamente perpendicular a un eje longitudinal S del propio sonotrodo.

50 Según una forma ventajosa más de realización de la invención, el dispositivo del sonotrodo mejora la adaptación de impedancia con el aire y como consecuencia mejora la eficiencia de la salida de energía ultrasónica y la distancia de penetración a través del aire con suficiente energía para colapsar la espuma a las siguientes distancias lejos de la superficie emisora de la cara frontal del sonotrodo: 0,1 mm a 1000 mm, preferiblemente 0,2 mm a 500 mm, más preferiblemente entre 1 mm y 250 mm y la más preferible entre 10 mm y 100 mm.

60 Según una forma ventajosa más, el dispositivo del sonotrodo puede ser de una forma y tamaño tales que se podría incorporar en una tubería, canal abierto, tanque cerrado o abierto, depósito, recipiente (hecho de acero, plástico, vidrio, metal) que contiene un material capaz de fluir, de espuma, o de espuma y líquido, o de espuma, líquido y sólidos y los ultrasonidos, en una manera en que la energía emitida desde la superficie del sonotrodo o cara frontal cóncava romperían la espuma que pasa a través.

65 Según la invención, la cara frontal del sonotrodo tiene una forma rectangular con una concavidad redondeada en la dirección longitudinal L.

Según una forma ventajosa más de realización de la invención, el sonotrodo tiene una concavidad y su cara frontal, se forma como un segmento de un círculo con un radio de  $r = 2 \text{ cm}$  o más.

5 El sonotrodo según la invención está hecho preferiblemente de un material metálico, tal como acero (por ejemplo, acero inoxidable), aluminio, níquel, titanio o aleaciones de estos tipos de materiales. Los mejores resultados de la despumación se han logrado con un sonotrodo hecho de un material que tiene un alto grado de fuerza elástica resistente a la tracción (por ejemplo, aleación de titanio).

10 Según una forma ventajosa más de realización de la invención, la forma y la construcción del sonotrodo de tipo bloque es tal que la intensidad del sonido ultrasónico es de entre 10 a 200 dB, preferiblemente 50 a 190 dB, más preferiblemente de 70 a 180 dB, y lo más preferiblemente de 100 a 175 dB. Estos valores de intensidad de sonido ultrasónico han mostrado muy buenos resultados en la despumación de muy diferentes tipos de productos líquidos tales como bebidas (cola, cola dietética, bebidas de frutas carbonatadas dietéticas, bebidas de frutas carbonatadas a base de azúcar, bebidas de frutas no carbonatadas, cerveza de jengibre, cerveza de raíces, productos lácteos, bebidas lácteas de frutas, cerveza, todas las bebidas carbonatadas, bebidas sin carbonatar, caldos de fermentación, fluidos a base de proteína láctea, fluidos a base de proteína de soja, fluidos a base de proteína de suero lácteo, fluidos a base de aceite, etc.), así como productos químicos o farmacéuticos.

20 Según una característica ventajosa más del sonotrodo según la invención, la parte principal del cuerpo en forma de bloque se proporciona con una zona de conexión central circular para conectar un generador de ultrasonidos. A través de esta medida constructiva, el elemento de bloque del sonotrodo se forma, en su superficie superior, con una parte central de conexión en forma de disco, que ha resultado ser muy eficaz para la introducción y distribución del campo de ultrasonidos de alta amplitud desde el generador de alta frecuencia a la cara frontal, que emite el ultrasonido de alta frecuencia a la superficie del producto que se va a tratar.

25 La presente invención también se dirige a un dispositivo para despumar productos líquidos en procesos de producción industrial, tales como los procesos químicos, los procesos farmacéuticos o los procesos relativos a las bebidas, según las características de la reivindicación 7, que comprende un generador de ultrasonidos, un convertidor con una unidad de refrigeración y al menos un cable de alta frecuencia para la conexión de uno o más sonotrodos al generador. Según la invención, el dispositivo está caracterizado porque está provisto de al menos un sonotrodo en forma de bloque con una alta relación de amplitud según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6.

35 Según una forma preferida de realización, el dispositivo se proporciona con dos sonotrodos montados en un sonotrodo madre común de tal manera que ambos ejes longitudinales L de las caras frontales son substancialmente paralelos el uno al otro. Por medio de esto, se aumenta el efecto de despumación y se puede tratar un área más grande de producto al mismo tiempo.

40 Según un aspecto más del dispositivo de despumación según la invención, los sonotrodos se disponen con sus caras frontales en línea con una dirección de transporte de una línea de producción del producto que se va a tratar. Esto significa que los ejes longitudinales de las caras frontales están en la misma dirección que el transporte del producto o las botellas en la línea de producción. Se emite un campo de ultrasonidos bastante largo a través de esta medida.

45 De forma alternativa, los sonotrodos se disponen con sus caras frontales en un ángulo con respecto a una dirección de transporte de una línea de producción del producto que se va a tratar. Preferiblemente el ángulo entre el eje longitudinal L y la dirección del proceso de producción puede ser de  $\alpha = 90^\circ$  o más preferiblemente de  $\alpha = 45^\circ$ . Con este tipo de actuación lateral del campo de ultrasonidos respecto a la superficie del producto en algunas aplicaciones específicas, sorprendentemente, el tratamiento ha demostrado ser más eficaz.

50 Se describen otras ventajas, características y formas de realización en la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 la Fig. 1 es una vista en perspectiva de un primer ejemplo de realización del sonotrodo de la invención;

la Fig. 2a es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un dispositivo de sonotrodo según la invención, con dos sonotrodos en línea con el proceso de producción;

60 la Fig. 2b es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un dispositivo de sonotrodo según la invención, con dos sonotrodos dispuestos con un ángulo en comparación con el proceso de producción; y

la Fig. 2c es una vista en perspectiva de un ejemplo más de realización de un dispositivo de sonotrodo según la invención, con dos sonotrodos a un ángulo de  $90^\circ$  en relación al proceso de producción.

65 La Figura 1 muestra en una vista en perspectiva un primer ejemplo de realización de un sonotrodo según la invención. El sonotrodo 10 comprende en general dos partes diferentes: primero, en el lado superior, hay

proporcionada una parte principal 1 del cuerpo, y segundo, en la parte inferior, que es también la parte que se dirige al producto líquido que se va a tratar, hay una cara frontal 2, que según la invención tiene una concavidad en la dirección del producto (parte inferior en la Fig. 1). Aquí, la parte principal 1 del cuerpo tiene la forma rectangular o cuadrada de un elemento a modo de bloque compacto 40. En el extremo superior de la parte principal 1 del cuerpo, el sonotrodo 10, según este ejemplo de realización se proporciona con una zona de conexión central circular, que tiene la forma de una parte en forma de disco hecha del mismo material y en una pieza que el sonotrodo 10. En este ejemplo de realización, los bordes superiores de la parte principal 2 del cuerpo están ligeramente redondeados y los bordes laterales están achaflanados. En la mitad inferior del sonotrodo 10, hay proporcionado una parte de diámetro reducido 41, que en una vista en sección transversal tiene una forma de Y, con hendiduras laterales redondeadas y que se amplía al extremo inferior del sonotrodo 10 con el fin de formar una cara frontal rectangular 2 que tiene una concavidad 21 en la dirección del producto que se va a tratar. La concavidad 21 tiene un eje longitudinal L, que es perpendicular al eje longitudinal global S del sonotrodo 10 y su parte principal 1 del cuerpo.

La cara frontal cóncava 2 que se conecta a la parte principal 1 del cuerpo a través de la parte del diámetro reducido 41 resulta en una transmisión excelente de las frecuencias ultrasónicas de alta relación de amplitud desde el generador de ultrasonidos a la cara frontal 2, a partir de la cual el campo de ultrasonidos se va a emitir de una manera enfocada sobre la espuma de un producto, que se forma, por ejemplo, sobre la superficie superior de un producto líquido en un depósito de producción.

La concavidad de la cara frontal 2 se forma preferiblemente con un radio de  $r = 2$  cm o más. Por esto, el enfoque del campo de ultrasonidos se optimiza, en vista del propósito de despumación de los productos líquidos. Con la forma cóncava de la cara frontal 2, se crea un ultrasonido más enfocado y por lo tanto más concentrado. Esto aumenta el efecto de eliminación de la generación de espuma. Según la realización ventajosa del sonotrodo de la invención se proporciona una alta relación de amplitud, en particular con una amplitud de ultrasonidos de desplazamiento pico a pico entre 1 y 150 micras, preferiblemente de 5 a 140 micras, más preferiblemente de 10 a 120 micras y más preferiblemente de 30 a 120 micras. Estos valores son los mejores para eliminar la espuma en la mayoría de productos líquidos, en particular en bebidas tales como la cola o la cerveza.

La forma y la construcción del sonotrodo (10) según la invención es de tal manera que la intensidad del sonido ultrasónico es de aproximadamente entre 10 a 200 dB, preferiblemente 50 a 190 dB, más preferiblemente de 70 a 180 dB, y lo más preferiblemente de 100 a 175 dB. Con estos valores de intensidad, el sonotrodo 10 logra los mejores resultados y se impide la generación de espuma.

En las Figs. 2a a 2c se muestran tres ejemplos diferentes de realización de un dispositivo de sonotrodo según la invención con dos sonotrodos combinados. Estos dispositivos 20 tienen cada uno dos sonotrodos 10 montados en un sonotrodo madre común 4 o elemento base común. El sonotrodo madre 4 se conecta a un cable de alta frecuencia y a un generador de ultrasonidos (no mostrado) y transfiere la frecuencia directamente a ambos sonotrodos 10. Estos sonotrodos 10 son esencialmente de la misma forma y tienen las mismas características que la forma de realización descrita en conexión con la Fig. 1.

El sonotrodo madre 4 en los ejemplos de realización (Figs. 2a a 2c) es un elemento de bloque rectangular con una sección transversal en forma de I, es decir, las partes de los extremos ampliadas y un diámetro reducido en la sección media. La sección media del sonotrodo madre 4 se proporciona aquí con agujeros pasantes longitudinales con el fin de reducir el peso y de aumentar la transferencia del ultrasonido a los dos sonotrodos 10. Por lo tanto ambos sonotrodos 10 actúan con la misma cantidad y aumentada, de ultrasonidos.

La Fig. 2a muestra un ejemplo de realización en el que los ejes longitudinales L de los sonotrodos 10 están en línea o paralelos a la dirección de transporte de la línea de producción del producto que se va a tratar (cf. flechas en la Fig. 2a)

En la Fig. 2b se muestra un dispositivo 20 de ultrasonidos similar con la diferencia de que los dos sonotrodos 10 paralelos no están en línea con la dirección de transporte del producto 3 sino que se giran un ángulo de aproximadamente  $45^\circ$  (ángulo  $\alpha = 45^\circ$ ). En algunas áreas de aplicación esta disposición ha dado lugar a resultados mucho mejores.

El ejemplo adicional de realización según la Fig. 2c muestra a ambos sonotrodos 10 que están a un ángulo de  $90^\circ$  respecto a la dirección de transporte del producto 3 o de las botellas. Por medio de esto se aumenta la anchura del campo de ultrasonidos concentrado. El número de sonotrodos se puede aumentar y ser más de dos. Además, la forma de los sonotrodos 10 y del sonotrodo madre 4 se puede cambiar siempre y cuando las caras frontales 2 de los sonotrodos 10 se proporcionen con una concavidad que aumente el efecto de enfoque tal como se especifica en las reivindicaciones adjuntas.

El producto 3 o el líquido que se va a despumar mediante el sonotrodo 10 o el dispositivo 20 según la invención puede estar en un depósito, recipiente, etc. (en las Figs. 2a a 2c solo se indica esquemáticamente). O el producto se envasa en una línea de envasado en botellas individuales o similar. El sonotrodo y el dispositivo de la invención se adapta especialmente para ambas aplicaciones debido a su nuevo diseño de sonotrodo y al campo de ultrasonidos

altamente enfocado. Por lo tanto, la flexibilidad y la variación de las áreas de aplicación aumentan en gran medida para procesos de producción industrial muy diferentes respecto a la espuma que crean los líquidos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. El sonotrodo (10) para generar un campo de ultrasonidos en procesos de producción industrial tales como procesos químicos, de los alimentos, del petróleo, de los productos farmacéuticos, de las bebidas o procesos relacionados con la minería, para reducir y eliminar la formación de espuma de los productos líquidos con una forma compacta de una sola pieza del cuerpo del sonotrodo, en el que el sonotrodo (10) está provisto de una parte principal (1) del cuerpo que tiene medios de conexión para la conexión con un generador de alta frecuencia y que tiene una cara frontal (2) desde la que el campo de ultrasonidos se dirige hacia el lugar deseado o área del producto (3) que se va a despumar, caracterizado porque: la parte principal (1) del cuerpo tiene la forma de un elemento de bloque (40) rectangular o cuadrado que tiene una parte (41) de diámetro reducido en el lado de la cara frontal (2) que se amplía en comparación con este último; porque la cara frontal (2) es de forma cóncava, en relación a la superficie de un producto, para enfocar el campo de ultrasonidos a un área específica de una espuma (3) del producto que se va a tratar, de una forma concentrada en comparación con un ultrasonido no enfocado; y porque la mencionada cara frontal (2) tiene una forma rectangular con una concavidad (21) redondeada en la dirección del eje longitudinal (L) en forma de una ranura redondeada o canal.
- 20 2. El sonotrodo (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque entre la parte principal (1) del cuerpo y la cara frontal (2) para generar el campo de ultrasonidos enfocado, se proporciona una parte cónica en forma de cuello con hendiduras laterales redondas a lo largo de un eje longitudinal (L) de la cara frontal (2) cuyo eje (L) es aproximadamente perpendicular a un eje longitudinal (S) del sonotrodo.
- 25 3. El sonotrodo (10) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque en la mencionada concavidad (21) de la cara frontal (2) se forma, en su sección transversal, perpendicular a un eje longitudinal (S) del sonotrodo (10), como un segmento de un círculo con un radio de  $r = 2 \text{ cm}$  o más.
- 30 4. El sonotrodo (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el sonotrodo se fabrica de acero, aluminio, níquel, titanio o aleaciones de estos materiales.
- 35 5. El sonotrodo (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la mencionada parte principal (1) del cuerpo y la mencionada cara frontal (2) se forman en un cuerpo de una sola pieza hecha del mismo material, en particular titanio o una aleación que incluye titanio.
- 40 6. El sonotrodo (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la parte principal (1) del cuerpo en forma de bloque se proporciona con una zona (5) de conexión central circular para conectar a un generador de ultrasonidos.
- 45 7. El dispositivo (20) para despumar productos líquidos en procesos de producción industrial como los químicos, los farmacéuticos o los procesos relacionados con las bebidas, que comprende un generador de ultrasonidos, un convertidor con una unidad de refrigeración, al menos un cable de alta frecuencia para conectar el (los) sonotrodo(s) (10) al generador, caracterizado porque el mencionado dispositivo se proporciona con al menos un sonotrodo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6.
- 50 8. El dispositivo (20) según la reivindicación 7, caracterizado porque comprende medios para producir un ultrasonido de alta relación de amplitud, preferiblemente en el intervalo de una amplitud de ultrasonidos de desplazamiento pico a pico entre 1 y 150 micras, preferiblemente de 5 a 140 micras, más preferiblemente de 10 a 120 micras y más preferiblemente de 30 a 120 micras.
- 55 9. El dispositivo (20) según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque la intensidad del sonido ultrasónico generado es de entre 10 a 200 dB, preferiblemente 50 a 190 dB, más preferiblemente de 70 a 180 dB y lo más preferiblemente de 100 a 175 dB.
- 60 10. El dispositivo (20) según una de las reivindicaciones precedentes 7 a 9, caracterizado porque se proporcionan al menos dos sonotrodos (10), que se montan en un sonotrodo madre común (4) de tal manera que ambos ejes longitudinales L de las caras frontales son paralelos el uno al otro y tales que ambos campos de ultrasonidos se combinan en el área del producto (3) que se va a tratar con el fin de aumentar el efecto de despumación.
- 65 11. El dispositivo (20) según una de las reivindicaciones precedentes 7 a 10, caracterizado porque el (los) sonotrodo(s) (10) se dispone(n) lejos del producto (3) que se va a tratar de tal manera que la superficie de las caras frontales que emiten ultrasonidos (2) de los sonotrodos (10) están a una distancia de 0,1 mm a 1000 mm, preferiblemente 0,2 mm a 500 mm, más preferiblemente entre 1 mm y 250 mm y la más preferible entre 10 mm y 100 mm lejos del producto (3) que se va a tratar.

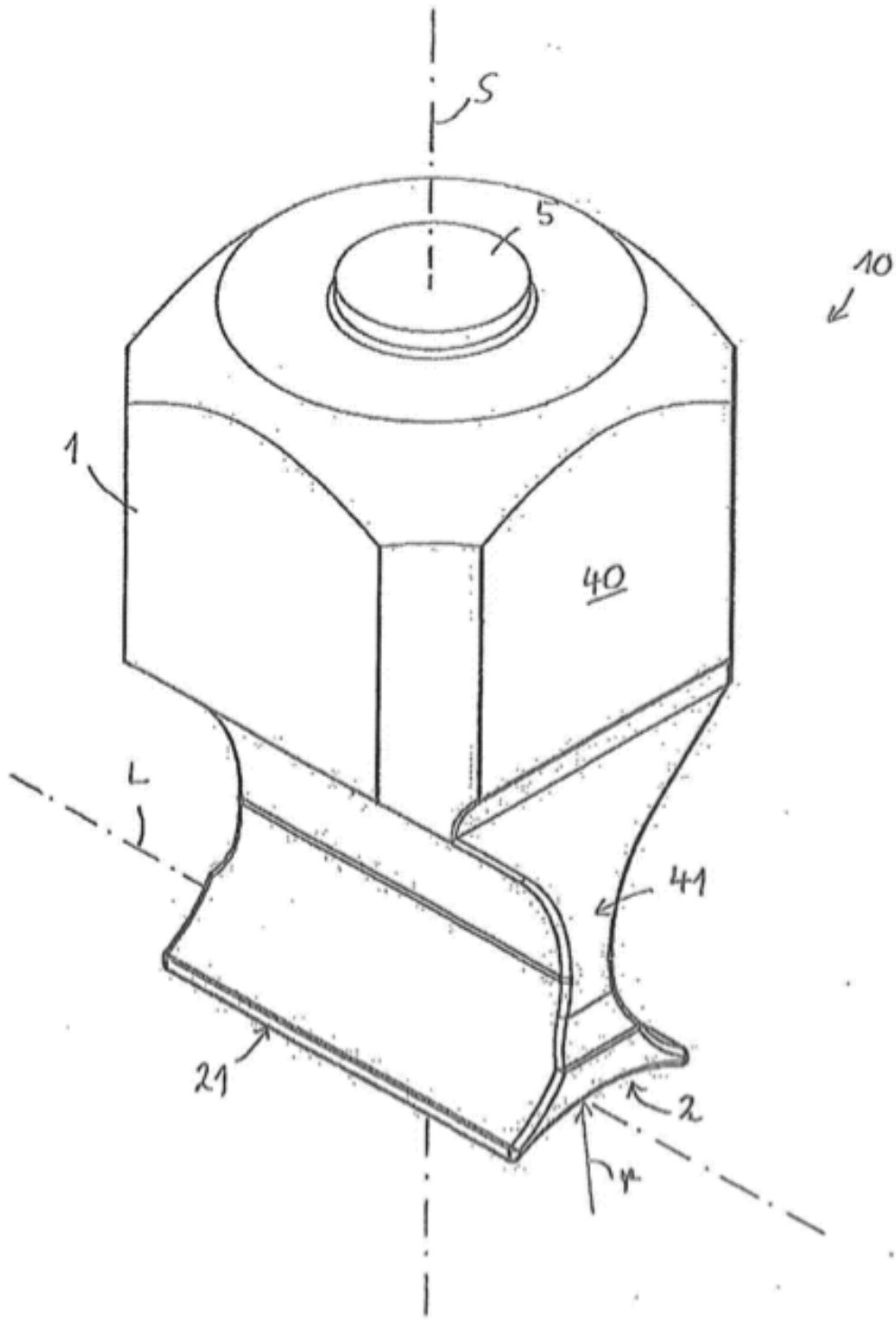


Fig. 1



