



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 266 484**

51 Int. Cl.:
B01D 29/11 (2006.01)
B01D 29/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02722343 .7**
86 Fecha de presentación : **13.03.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1372809**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Dispositivo de filtración en vía líquida y en continuo que utiliza unos ultrasonidos de alta densidad de potencia.**

30 Prioridad: **13.03.2001 FR 01 03387**
01.06.2001 FR 01 07282

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

73 Titular/es: **SODEVA**
526, route des Gorges du Sierroz
73100 Gresy sur Aix, FR

72 Inventor/es: **Dubruque, Dominique;**
Vaxelaire, Philippe y
Boursier, Gilles

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Dispositivo de filtración en vía líquida y en continuo que utiliza unos ultrasonidos de alta densidad de potencia.

La presente invención se refiere a un dispositivo de filtración en vía líquida y en continuo que utiliza unos ultrasonidos de alta densidad de potencia.

La presente invención se refiere más particularmente a un dispositivo de filtración en vía líquida y en continuo que utiliza una unidad modular de tratamiento ultrasónico tubular que sirve a la vez de envolvente externa a un elemento cilíndrico filtrante y de fuente de ultrasonidos de alta densidad de potencia.

Dicha unidad modular de tratamiento se encuentra descrita de forma detallada en la patente francesa FR 2 671 737 o en la patente europea correspondiente EP 0 567 579.

En el campo de la filtración en vía líquida, se conocen ya un cierto número de dispositivos que comprenden, en el interior de una cuba de filtración en la que circula un líquido, unos elementos filtrantes que atraviesa el líquido y que retienen las partículas a filtrar.

Se conocen además unos dispositivos de limpieza y de regeneración de elementos filtrantes, por aplicación periódica de una contracorriente de líquido, eventualmente de forma simultánea con la utilización de una vibración ultrasónica en el seno de dicha cuba de filtración. Esta vibración puede ser creada por una fuente ultrasónica de vibración aplicada a dicha cuba, o bien sumergida en el interior de dicha cuba, en la proximidad de los elementos filtrantes.

El efecto de la limpieza obtenida gracias a la vibración ultrasónica es debido al fenómeno físico de cavitación en los líquidos, bien conocido por el experto en la materia.

Se conocen también unos dispositivos de filtración en los cuales se aplica de forma continua, durante el proceso de filtración, una vibración ultrasónica que proporciona una asistencia a la filtración.

Por ejemplo, con la ayuda de un sonotrodo cilíndrico recto tal como los corrientemente utilizados en el laboratorio, es posible forzar el paso de las partículas de tamaño inferior por la abertura de la malla o de los poros de dichos elementos filtrantes, a condición de que el extremo del sonotrodo esté suficientemente próximo a dichos elementos para que la amplitud de la vibración obtenida en el líquido en contacto con dichos elementos filtrantes, sea suficientemente grande.

Un dispositivo de este tipo queda limitado a unas aplicaciones de laboratorio, o a muy pequeños caudales, y no se presta por tanto a una utilización en línea en un proceso de fabricación, en razón de la geometría del sonotrodo cuya superficie vibrante útil es necesariamente demasiado pequeña.

Se conocen también unos dispositivos en los que se aplica una vibración ultrasónica a un recinto en el cual se sitúan los elementos filtrantes.

De manera general, este recinto no está acústicamente acordado con los elementos de creación y/o de propagación de dicha vibración, lo que limita la potencia acústica útil transmitida a nivel de los elementos filtrantes y no permite obtener una distribución homogénea de esta potencia sobre los elementos filtrantes.

Así, el documento EP 0 904 820 describe un dispositivo de filtración de este tipo en vía líquida y en

continuo que comprende un elemento filtrante dispuesto en el interior de una envolvente externa puesta en vibración ultrasónica por un convertidor ultrasónico.

Existen otras fuentes de vibraciones ultrasónicas, sumergibles en los líquidos, tales como los tubos buzos.

Éstos presentan una superficie vibrante útil importante. Generan sin embargo una densidad de potencia de cavitación limitada y a menudo insuficiente (inferior a 1 W/cm² de superficie filtrante) para mejorar sensiblemente un proceso de filtración.

Además, como en este caso el elemento filtrante sólo puede encontrarse en el exterior de los tubos ultrasónicos, la instalación presenta el inconveniente de ser obligatoriamente voluminosa y obligar a la utilización de filtros de grandes diámetros y de una envolvente tubular externa.

Hasta el presente, no existe por tanto ningún dispositivo de filtración en vía líquida que satisfaga las diferentes obligaciones siguientes:

- utilizar de forma continua una vibración ultrasónica para mejorar el proceso de filtración;
- obtener una repartición homogénea de la potencia ultrasónica de cavitación sobre el conjunto de la superficie filtrante;
- obtener, en contacto con la superficie, una densidad media de potencia ultrasónica netamente superior a 2 vatios por cm² de superficie filtrante;
- ser compacto;
- ser susceptible de una utilización industrial.

La presente invención ha tenido precisamente por objeto satisfacer todos los criterios anteriores.

De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de filtración comprende un elemento filtrante dispuesto en el interior de una envolvente puesta en vibración ultrasónica por un convertidor ultrasónico, caracterizado porque:

- la envolvente es un cuerpo metálico tubular de superficie interior cilíndrica y de sección recta circular, abierto por sus dos extremos de alimentación y de evacuación, presentando la superficie exterior de dicho cuerpo metálico tubular en la proximidad de la zona nodal una corona coaxial con dicho tubo y que forma resalte radialmente, estando esta corona equipada en su periferia con el convertidor ultrasónico que forma resalte radialmente y cuya frecuencia es igual a la frecuencia de vibración de dicha corona y a la frecuencia de vibración longitudinal de dicho cuerpo metálico tubular, constituyendo dicho cuerpo metálico tubular, dicha corona y dicho convertidor ultrasónico, en combinación, una unidad modular de tratamiento ultrasónico y porque,
- dicho elemento cilíndrico filtrante presenta una superficie mínima de filtración de aproximadamente 50 cm² y preferente-

mente de aproximadamente 80 cm² con una abertura de malla inferior a aproximadamente 20 μ m, y está dispuesto en el interior del cuerpo metálico tubular y de manera coaxial con este último entre sus extremos de alimentación y de evacuación, siendo la densidad nominal de potencia ultrasónica disipada en el interior del cuerpo metálico tubular superior a aproximadamente 2 vatios por cm² de superficie filtrante.

Según otra característica de la invención, la longitud del cuerpo metálico tubular es igual a un múltiplo entero de semilongitud de onda de la frecuencia de vibración ultrasónica suministrada por el convertidor, estando los diámetros interior y exterior de la corona determinados de manera que la frecuencia de vibración de dicha corona esté a la misma frecuencia de vibración ultrasónica que la suministrada por el convertidor.

Según otra característica de la presente invención, el elemento cilíndrico filtrante se elige entre unos filtros metálicos tejidos o no tejidos montados sobre un soporte metálico, filtros sintéticos tejidos o no tejidos montados sobre soporte metálico, filtros metálicos multicapas fritados y filtros minerales o metálicos fritados autoportantes.

Según una característica particular de la invención, el elemento cilíndrico filtrante se encuentra conectado al cuerpo metálico tubular por unas piezas de conexión ideadas de tal manera que el líquido a filtrar pase, o bien del exterior del elemento filtrante hacia el interior de este último, o bien, inversamente, del interior del elemento filtrante hacia el exterior de este último.

Según otra variante de la invención, las piezas de conexión entre el cuerpo metálico tubular y el elemento cilíndrico filtrante, así como el circuito de circulación del fluido a tratar están ideados de tal manera que la filtración se efectúa según un principio de filtración tangencial.

La invención se refiere también a un procedimiento de utilización del dispositivo de filtración, integrado en un circuito de circulación de líquido a filtrar, permitiendo este último medir la diferencia de presión existente entre la entrada y la salida del dispositivo y regular esta diferencia de presión ajustando el caudal de líquido en el circuito y/o la pérdida de carga corriente abajo de dicho dispositivo.

De manera general, la invención se refiere a un procedimiento de utilización de un dispositivo de filtración según la invención, integrado en un circuito de circulación de líquido a filtrar, permitiendo este último proceder a una limpieza periódica a contracorriente del elemento filtrante desde que la diferencia de presión existente entre la entrada y la salida de dicho elemento filtrante, excede de un valor de umbral predeterminado.

La invención se refiere también a un procedimiento de utilización de un dispositivo de filtración tal como el descrito anteriormente, según el cual la intensidad de cavitación en el líquido a filtrar puede ser ajustada por regulación de la potencia de la vibración ultrasónica y/o por la elección de la forma de un "booster" interpuesto entre el transductor ultrasónico y la superficie exterior de dicha corona que forma resalte radialmente en la proximidad de la zona nodal de

dicho cuerpo metálico tubular.

Finalmente, la presente invención permite la construcción de un filtro ultrasónico realizado por acoplamiento en serie o en paralelo de una pluralidad de unidades modulares de tratamiento ultrasónico tales como las descritas anteriormente que contienen un elemento cilíndrico filtrante coaxial, creando así un dispositivo multifiltros en línea. Un filtro ultrasónico de este tipo puede comprender varios convertidores alimentados en paralelo por el mismo generador.

La presente invención se describirá a continuación más en detalle haciendo referencia a dos modos de realización particulares ilustrados por las figuras anexas en las cuales las figuras 1 y 2 corresponden a un primer modo de realización del dispositivo de filtración simple y la figura 3 corresponde a un modo de realización para filtración tangencial. En estas figuras y en la continuación de la descripción, los elementos correspondientes están designados por las mismas referencias.

Tal como se ha representado en las figuras 1 a 3, la unidad modular 12 de tratamiento ultrasónico o reactor ultrasónico tubular 12 está principalmente constituida por tres elementos característicos esenciales. La unidad modular 12 comprende en primer lugar un cuerpo metálico tubular 11 que presenta una superficie interior 13 cilíndrica y de sección recta circular. El cuerpo metálico tubular 11 está abierto por sus dos extremos, es decir respectivamente por su extremo de alimentación 10 y por su extremo de evacuación 15. Estos dos extremos de alimentación y de evacuación 10, 15 serán acoplados a unos conductos de alimentación y de evacuación a su vez eventualmente provistos de bombas de circulación. Esta parte de la instalación no está representada dado que recurre a órganos totalmente clásicos bien conocidos por el experto en la materia.

La unidad modular 12 comprende también sobre la superficie exterior del cuerpo metálico tubular 11, en la proximidad de la zona nodal de esta última, una corona 17 coaxial con dicho tubo, formando dicha corona radialmente resalte hacia el exterior de la superficie libre del cuerpo tubular 11.

Finalmente, la unidad modular 12 comprende por lo menos un convertidor ultrasónico 19 que está dispuesto radialmente y de forma solidaria de dicha corona 17 en la periferia de esta última. La frecuencia de dicho convertidor 19 es igual a la frecuencia de vibración de dicha corona 17 y a la frecuencia de vibración longitudinal del cuerpo metálico tubular 11.

En la práctica, se utiliza por ejemplo como convertidor ultrasónico 19 un convertidor clásico, por ejemplo del tipo de excitación piezoeléctrica. Puede por ejemplo ser del tipo "tripleto de Langevin" tal como se encuentra descrito en la obra *High Intensity Ultrasonics* de B. Brown y J.E. Goodman.

Según el modo de realización particular representado en las figuras 1 a 3, la corona coaxial 17 está mecanizada en la masa del cuerpo metálico tubular 11. En este tipo de realización, la corona 17 se une a la superficie exterior del cuerpo tubular 11 por medio de curvas de unión 21. El cuerpo metálico tubular 11 presenta, según el modo de realización descrito, una longitud igual a una semilongitud de onda para la frecuencia que se desea utilizar. Debe observarse a este fin que la frecuencia de la vibración ultrasónica suministrada por el emisor o el convertidor 19 estará tam-

bién comprendida entre 5 y 100 kHz. En este modo de realización particular la longitud del cuerpo metálico tubular es rigurosamente igual a una semilongitud de onda de la frecuencia de liberación ultrasónica. Es sin embargo perfectamente posible, en el marco de la presente invención, recurrir a una parte metálica tubular de mayor dimensión, que se prolonga por ejemplo por uno o por dos lados de la corona coaxial 17 por una longitud igual a un múltiplo entero de la semilongitud de onda de la frecuencia suministrada, pudiendo la unión de esta parte metálica con la unidad modular por ejemplo sea realizada a nivel de los vientres de amplitud longitudinales (nudos de esfuerzos) por medio de fileteados, enmangados a forzamiento, soldaduras o análogo o bien también ser mecanizada en la masa.

En una realización particularmente ventajosa, la unidad modular 12 de tratamiento ultrasónico podrá ser un SONITUBE 20 ó 35 kHz comercializado por la sociedad SODEVA.

En el montaje de filtración simple ilustrado en las figuras 1 y 2, una bomba no representada hace penetrar el líquido a filtrar por uno de los extremos del reactor ultrasónico modular 12. El líquido a filtrar penetra por tanto en el elemento filtrante 14 por la pieza 16 ó 18. Si la pieza de entrada es la pieza 16, el líquido es filtrado por el elemento filtrante 14 del interior hacia el exterior, antes de salir de nuevo por los orificios 20 perforados en la pieza 18.

El gradiente de presión que existe en el dispositivo puede ser regulado ajustando el caudal de la bomba no representada, situada corriente arriba del dispositivo y/o ajustando la abertura de una válvula situada corriente abajo del dispositivo. Unas galgas de medición de presión, situadas corriente arriba y corriente abajo del dispositivo pueden ventajosamente completar el dispositivo, pudiendo el conjunto ser instalado, en caso necesario, en una instalación industrial mandada por un autómatas programable.

En otra variante del montaje de filtración simple, la pieza de entrada en el reactor ultrasónico modular 12 es la pieza 18; en esta variante, el líquido a filtrar penetra en dicho reactor ultrasónico modular 12 por los orificios 20 perforados en la pieza 18, y después es filtrado por el elemento filtrante 14 del exterior hacia el interior, antes de salir de nuevo por la pieza 16.

Haciendo referencia a la figura 3, en un ejemplo de montaje de filtración tangencial, los medios de obturación y de conexión 22 presentan una perforación suplementaria que permite una doble comunicación del reactor ultrasónico tubular 12 con el medio exterior. Una primera comunicación tiene lugar por la perforación central 24 y pone en comunicación el interior del elemento filtrante 14 con el medio exterior. Una segunda comunicación tiene lugar por la perforación suplementaria 26 y pone en comunicación el exterior del elemento filtrante 14.

En este montaje, el líquido a filtrar penetra en el reactor ultrasónico modular 12 por los orificios perforados en la pieza 28. Las flechas representadas en la figura 3 materializan los caminos de circulación del líquido. El líquido se divide en dos partes: la primera parte atraviesa y es filtrada por el elemento filtrante 14 del exterior hacia el interior, antes de salir de nuevo del reactor ultrasónico modular 12 por la perforación central 24 de la pieza 22, mientras que la segunda parte de líquido fluye tangencialmente al elemento filtrante 14 antes de salir de nuevo de dicho trayecto por

la perforación suplementaria 26.

Dos válvulas situadas corriente abajo del dispositivo, una sobre el circuito de la perforación central 24, la otra sobre el de la perforación suplementaria, permiten regular los caudales respectivos de cada circuito.

Ventajosamente, cuando la presente invención está dispuesta en el seno de un circuito de líquido, la misma puede constituir el objeto de una limpieza periódica a contracorriente del elemento filtrante, disparada preferentemente de forma automática, en cuanto la diferencia a presión que existe entre corriente arriba y corriente abajo de dicho elemento filtrante excede de un umbral predeterminado.

Como consecuencia de lo que precede, la presente invención utiliza de forma continua una vibración ultrasónica para mejorar el proceso de filtración. La misma permite así obtener una repartición homogénea de la potencia ultrasónica en contacto con la superficie filtrante.

Un primer ejemplo de utilización de montaje, de acuerdo con el ilustrado en las figuras 1 y 2 ha sido utilizado en la práctica de forma satisfactoria.

El reactor ultrasónico tubular 12 es un SONITUBE 35 kHz estándar de la sociedad SODEVA de 225 mm de longitud y 20 mm de diámetro interno, dispuesto en posición vertical.

El elemento filtrante 14 utilizado es del tipo Poremet 5 μ m absolutos; tiene un diámetro exterior de 12 mm y una longitud de 225 mm.

Una suspensión de carburo de titanio en agua, a razón de 15% en peso, en forma de polvo inferior a 2 μ m, es filtrado por la invención a fin de entrapar los residuos de fabricación y los aglomerados. La suspensión es bombeada a partir de un depósito agitado, con un caudal de 10 litros por minuto. La misma circula en el seno del reactor ultrasónico tubular 12 de abajo hacia arriba y atraviesa el elemento filtrante 14 del interior hacia el exterior.

El análisis granulométrico de la suspensión muestra que el pasante superior a 99% en masa de la fase sólida.

Sin embargo, sin ultrasonidos, la presión corriente arriba sube rápidamente y el líquido deja de pasar a través del elemento filtrante 14 después de aproximadamente 1 minuto. Hay colmatado de dicho elemento filtrante.

Con ultrasonidos, la presión permanece constante en cualquier punto del circuito, siendo la pérdida de carga en el seno del reactor ultrasónico tubular inferior a 100 mb. Al cabo de 12 minutos, o sea 120 litros de suspensión o 21 kg de polvo de carburo, el filtro ha retenido 3,6 g de partículas pero ha conservado su porosidad.

En un segundo ejemplo, el reactor ultrasónico tubular 12 es un SONITUBE 20 kHz estándar de la sociedad SODEVA de 370 mm de longitud y 50 mm de diámetro interno, dispuesto en posición vertical y montado en filtración tangencial, unas válvulas situadas corriente abajo de dicho elemento filtrante permiten modular la diferencia de presión entre corriente arriba y corriente abajo de dicho elemento filtrante.

El elemento filtrante utilizado es un filtro Poremet 10 μ m de 40 mm de diámetro y 30 mm de longitud.

Una suspensión de sílice molida en agua, a razón de 10% en masa, en forma de un polvo de granulometría comprendida entre menos de 1 μ m y 40 μ m, es fraccionada por la invención, por corte a 10 μ m.

La suspensión es en principio desaglomerada en la parte inferior del reactor ultrasónico tubular 12 que no comprende filtro. Una fracción de líquido pasa a través del elemento filtrante con la mayor parte de las partículas inferiores a 10 micrones mientras que una fracción más pequeña de líquido arrastra las otras partículas y permanece en el exterior del elemento filtrante antes de salir de dicho reactor. Durante la operación, se constata que las presiones permanecen constantes hasta el agotamiento de los 50 litros de suspensión.

Un tercer ejemplo utiliza un reactor ultrasónico tubular 12 de tipo SONITUBE 35kHz estándar de la sociedad SODEVA de 225 mm de longitud y 20 mm de diámetro interno, dispuesto en posición horizontal, de acuerdo con un modo de realización tal como el ilustrado en las figuras 1 y 2.

El elemento filtrante 14 es un filtro Poremet 2 μm ,

de un diámetro de 12 mm y de una longitud de 225 mm.

Se trata de filtrar una suspensión en agua de un polvo de alúmina a razón de 5% en masa destinada al pulido. El objetivo es eliminar las partículas superiores a 2 μm .

La suspensión es bombeada a un caudal de 5 litros por minuto. La diferencia de presión entre corriente arriba y corriente abajo del elemento filtrante no sobrepasa de 1 bar después de 20 mn, a pesar de la formación de una capa de rechazo de aproximadamente 3 mm alrededor del elemento filtrante.

Una simple operación a contracorriente sin ultrasónicos permite recuperar los rechazos regenerando al mismo tiempo el elemento filtrante por eliminación de todas la partículas encalladas en los poros de dicho elemento filtrante.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de filtración en vía líquida y en continuo, que comprende un elemento filtrante (14) dispuesto en el interior de una envolvente puesta en vibración ultrasónica (19) por un convertidor ultrasónico, **caracterizado** porque:

- la envolvente es un cuerpo metálico tubular (11) de superficie interior cilíndrica (13) y de sección recta circular, abierto por sus dos extremos de alimentación (10) y de evacuación (15), presentando la superficie exterior de dicho cuerpo metálico tubular en la proximidad de la zona nodal una corona (17) coaxial con dicho tubo y que forma resalte radialmente, estando esta corona equipada en su periferia con el convertidor ultrasónico (19) que forma resalte radialmente y cuya frecuencia es igual a la frecuencia de vibración de dicha corona (17) y a la frecuencia de vibración longitudinal de dicho cuerpo metálico tubular (11), constituyendo dicho cuerpo metálico tubular (11), dicha corona (17) y dicho convertidor ultrasónico (19), en combinación, una unidad modular (12) de tratamiento ultrasónico,

- dicho elemento cilíndrico filtrante (14) presenta una superficie mínima de filtración de aproximadamente 50 cm² y preferentemente de aproximadamente 80 cm² con una abertura de malla inferior a aproximadamente 20 µm, y está dispuesto en el interior del cuerpo metálico tubular (11) y de forma coaxial con este último entre sus dos extremos de alimentación (10) y de evacuación (15),

siendo la densidad nominal de potencia ultrasónica disipada en el interior del cuerpo metálico tubular superior a aproximadamente 2 vatios por cm² de superficie filtrante.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la longitud del cuerpo metálico tubular (11) es igual a un múltiplo entero de la semilongitud de onda de la frecuencia de vibración ultrasónica suministrada por el convertidor, estando los diámetros interior y exterior de la corona (17) determinados de manera que la frecuencia de vibración de dicha corona esté a la misma frecuencia de vibración ultrasónica que la suministrada por el convertidor (19).

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el elemento cilíndrico filtrante (14) se elige entre unos filtros metálicos tejidos o no tejidos montados sobre soporte metálico, filtros sintéticos tejidos o no tejidos montados sobre soporte metálico, filtros metálicos multicapas fritados y filtros minerales o metálicos fritados autoportantes.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1

a 3, **caracterizado** porque el elemento cilíndrico filtrante (14) está unido al cuerpo metálico tubular por unas piezas de unión ideadas de tal manera que el líquido a filtrar pase del exterior del elemento filtrante hacia el interior de este último.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el elemento cilíndrico filtrante (14) está unido al cuerpo metálico tubular por unas piezas de unión ideadas de tal manera que el líquido a filtrar pase del interior del elemento filtrante hacia el exterior de este último.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque las piezas de unión entre el cuerpo metálico tubular y el elemento cilíndrico filtrante, así como el circuito de circulación de fluido a tratar están ideados de tal manera que la filtración se efectúe según un principio de filtración tangencial.

7. Procedimiento de utilización de un dispositivo de filtración según una de las reivindicaciones 1 a 5, integrado en un circuito de circulación de líquido a filtrar, permitiendo este último medir la diferencia de presión existente entre la entrada y la salida del dispositivo y regular esta diferencia de presión ajustando el caudal de líquido en el circuito y/o la pérdida de carga corriente abajo de dicho dispositivo.

8. Procedimiento de utilización de un dispositivo de filtración según una de las reivindicaciones 1 a 3, integrado en un circuito de circulación de líquido a filtrar, permitiendo este último proceder a una limpieza periódica a contracorriente del elemento filtrante, en cuanto a la diferencia de presión existente entre la entrada y la salida de dicho elemento filtrante excede de un valor de umbral predeterminado.

9. Procedimiento de utilización de un dispositivo de filtración según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la intensidad de cavitación en el líquido a filtrar es ajustada por regulación de la potencia de la vibración ultrasónica y/o por la elección de la forma de un booster interpuesto entre el transductor ultrasónico y la superficie exterior de dicha corona que forma resalte radialmente en la proximidad de la zona nodal de dicho cuerpo metálico tubular.

10. Filtro ultrasónico, **caracterizado** porque está realizado por acoplamiento en serie o en paralelo de una pluralidad de unidades modulares de tratamiento ultrasónico según una de las reivindicaciones 1 a 6, que contienen un elemento cilíndrico filtrante según una de las reivindicaciones 1 a 6, de manera que creen un dispositivo multifiltro en línea.

11. Filtro ultrasónico según la reivindicación 10, **caracterizado** porque comprende varios convertidores alimentados en paralelo por el mismo generador.

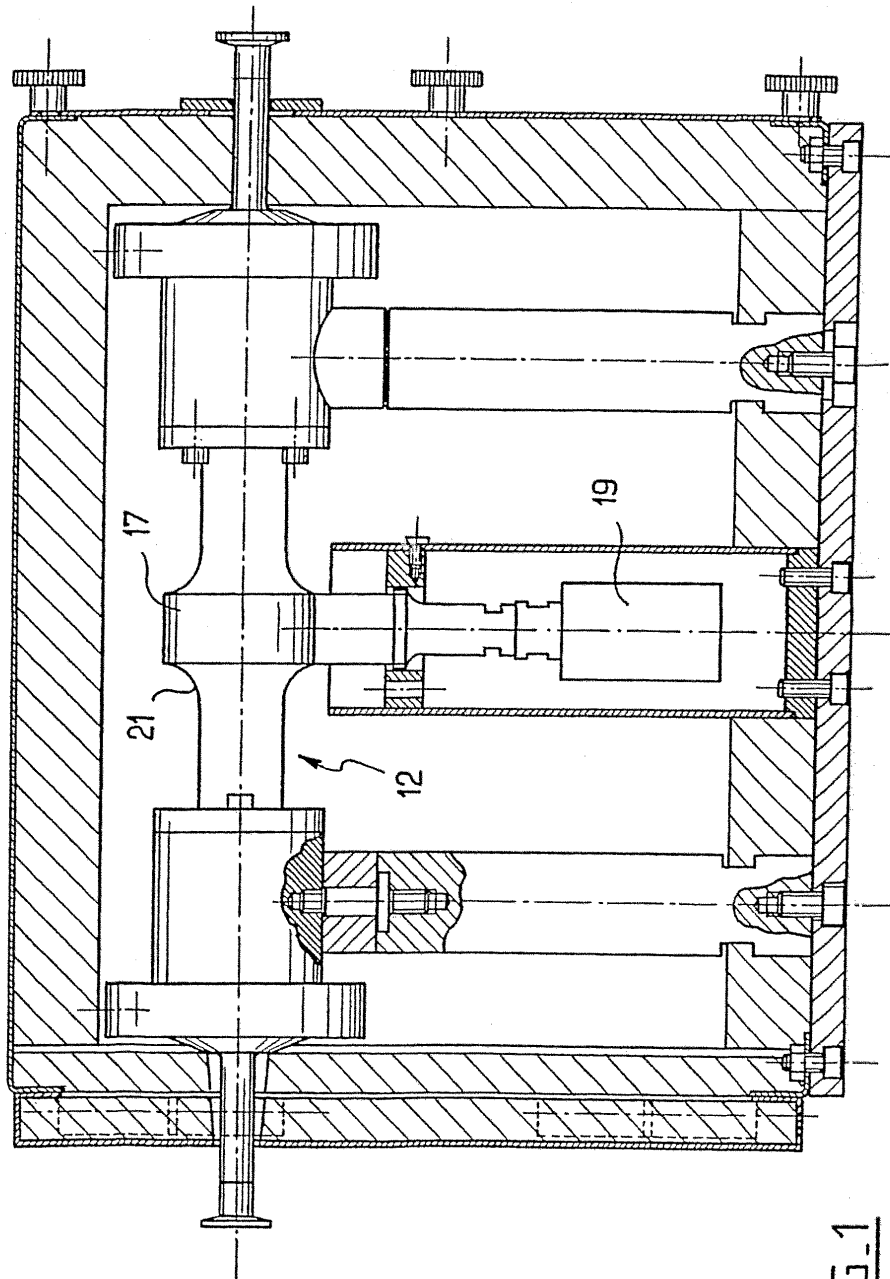


FIG. 1

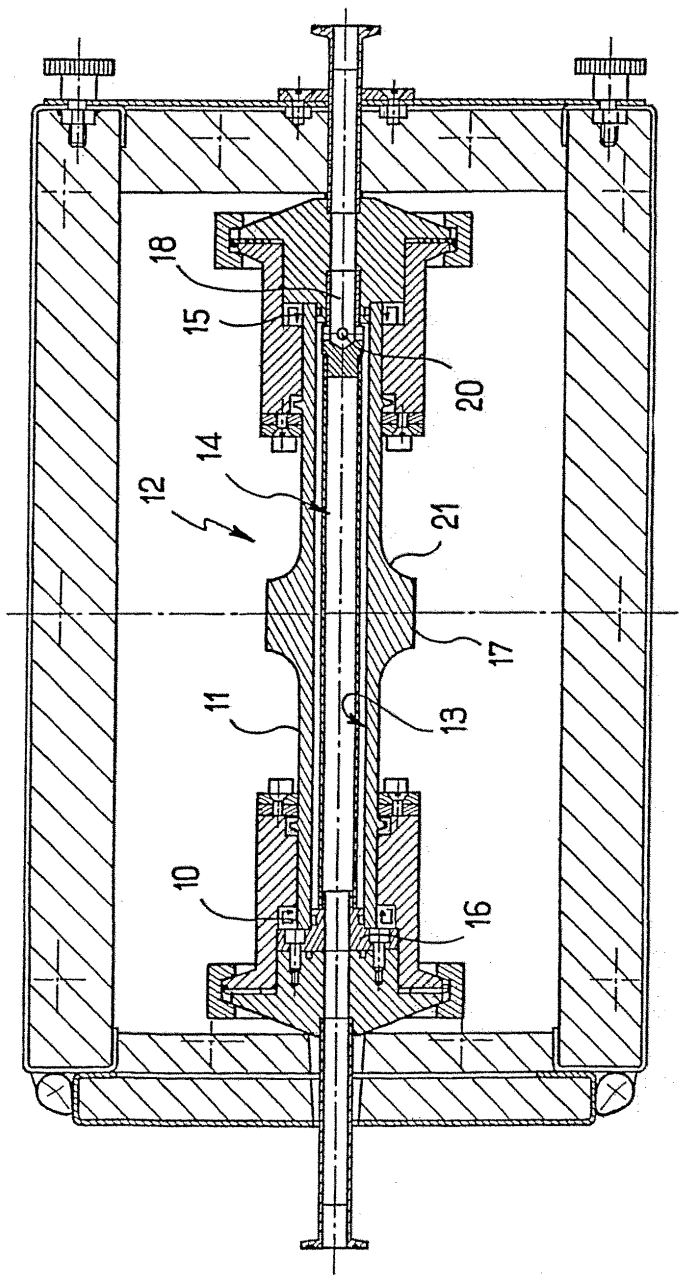


FIG. 2

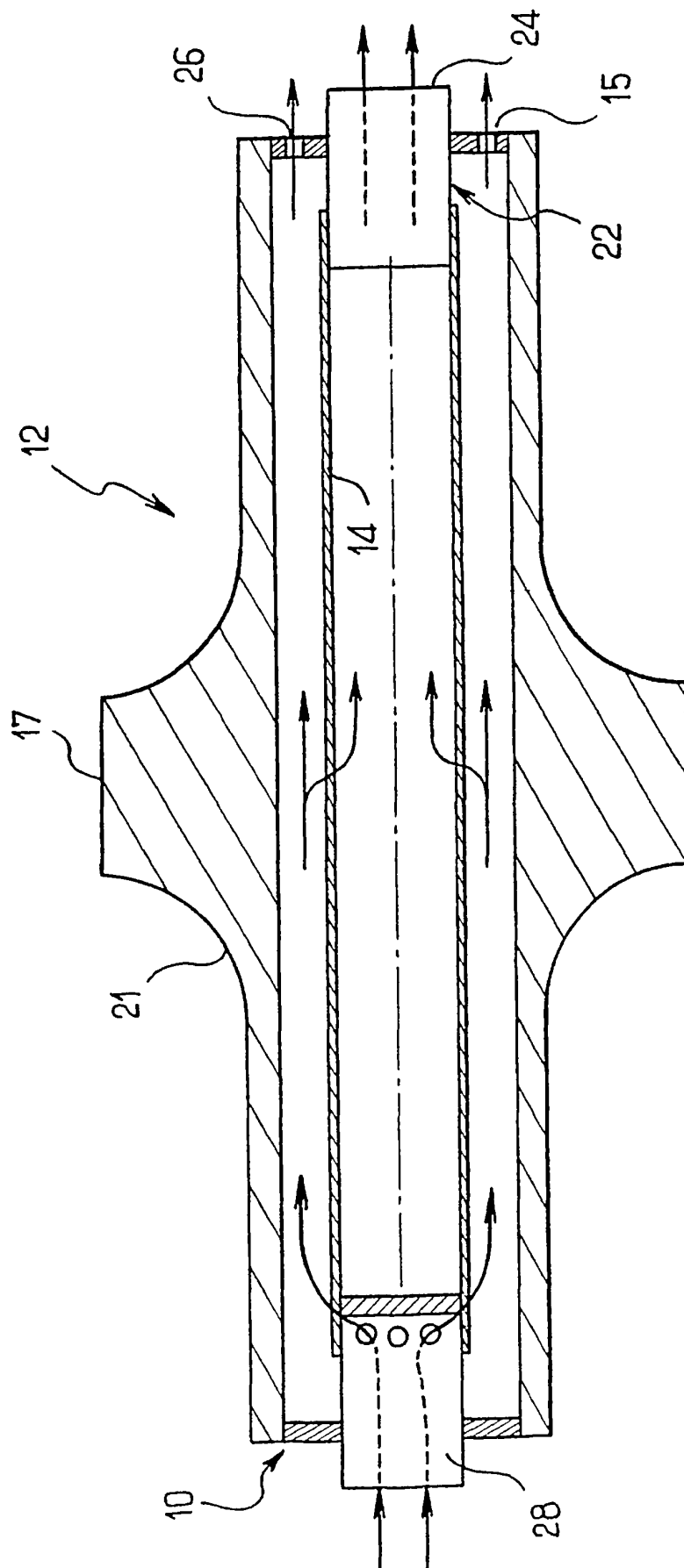


FIG. 3