

**Señores
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
Bogotá, D.C.**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-052237-00005-0000

Fecha: 2009-03-25 10:13:35 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 17

Re.: Código 011-378-444
Expediente No. 07-52.237
Fase nacional de Solicitud
de Patente PCT
SULPHCO, INC.

En relación con el expediente de la referencia y dando cumplimiento a la última providencia recaída sobre este asunto por medio del presente escrito me permito manifestarles lo siguiente:

1. Por precisas instrucciones de mi representada modifíco el título de esta solicitud como sigue:

**APARATO GENERADOR DE VIBRACIONES ULTRASONICAS Y SU USO EN
SISTEMAS DE REACCIÓN**

2. Adjunto una nueva versión de la descripción y las reivindicaciones, debidamente revisada y corregida.
3. Se ha modificado la Reivindicación 16.
4. Se eliminaron las Reivindicaciones 31 a 43 sobre método.
5. Con respecto a las objeciones relacionadas con falta de novedad y nivel inventivo de esta solicitud mi representada no acepta estas conclusiones por cuanto el transductor piezoeléctrico (200) de US 5 900 690 se describe simplemente como un transductor magnetostrictivo sin ninguna descripción de su configuración. Los dos son presentados como transductores ultrasonido alternativos, y no como dos partes de un solo generado ultrasonido. En

56
94
93

ninguno se muestran o describen bucles, aparte de la bobina impulsora (270) que aparece en la figura donde se muestra el transductor magnetostrictivo (FIG 2B). Aún si se considera un bucle, esta bobina impulsora no cumple con la descripción del Solicitante de un transductor ultrasónico, debido a que no se describe como hecho de material magnetostrictivo. (La descripción indica que el transductor en sí está hecho de material magnetostrictivo pero no indica si se refiere a la bobina impulsora o a otro componente del transductor. Normalmente, las bobinas impulsoras están hechas de material conductivo que no es magnetostrictivo). Tampoco hay ninguna indicación de alrededor de qué está embobinada la bobina impulsora, si lo está.

en la
se-
compuso

6. Acompaño igualmente debidamente corregidas la carátula y el formulario petitorio.
7. Teniendo en cuenta lo dispuesto por el Consejo de Estado en sentencia proferida dentro del Expediente No. 7684 el 22 de Octubre de 2004 y acogida por esa Superintendencia mediante memorando interno de fecha 22 de Diciembre de 2004 dirigido a los funcionarios de la Delegatura de Propiedad Industrial, no se hace necesario acompañar comprobante de pago por concepto de modificación de la solicitud por cuanto el nuevo pliego reivindicatorio se presenta a instancia de la Superintendencia en cumplimiento de lo ordenado por el artículo 45 de la Decisión 486.

Renuncio al término faltante de traslado, y les solicito ordenar la publicación del extracto.

De Ustedes Atentamente,


LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON
T.P. No. 68.995 del C.S.J.

PETITORIO

Castillo Grau & Asociados

ABOGADOS

Espacio reservado para el adhesivo de radicación



FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

1

SOLICITUD DE:

☒

Patente de Invención

☐

Patente de Modelo de Utilidad

☒

Capítulo I

☐

Capítulo II

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: SULPHCO, INC.

Dirección: 850 Spice Islands Drive

Nacionalidad o domicilio: Sparks, Estado de Nevada, E.U.A.

Lugar de Constitución:

Teléfono: Fax:

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐C.E. ☐ Otro ☐

Número Cual

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE

Dirección: Carrera 13 No. 37-43 Piso 12

Teléfono: 285 7460 Fax: 285 9267

E-mail: info@castillograu.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐C.E. ☐ OTRO ☐

Cual

Número 79.397.879 de TP 68.995 del Bogotá C.S.J.

4

INVENTOR(ES)
(72)

Nombre: Rudolf W. GUNNERMAN - Charles I. RICHMAN

Dirección: Windy Hill Way - Bueno Vista, Apt. 7B

Nacionalidad o Domicilio: Reno; Nevada, E.U.A.

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2005/040566

Fecha: 10/11/2005

Publicación Internacional No. WO 2006/055368 A2

Fecha: 26/05/2006

6

Título (54) APARATO GENERADOR DE VIBRACIONES ULTRASONICAS Y SU USO EN SISTEMAS DE REACCION

7

Clasificación Internacional (51) G01N 29/04

8

Prioridad

SI

☒

No

☐(33) País de origen
E.U.A.(32) Fecha
18.11.2004(31) Número de Solicitud
10/994,166

9

Comprobante de pago N°:

Fecha:

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

58
11/ 96
92

APARATO GENERADOR DE VIBRACIONES ULTRASONICAS Y SU USO EN SISTEMAS DE REACCIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la Invención

Esta invención reside en el campo de equipo de procesamiento utilizado en el tratamiento de materiales en medios líquidos por ultrasonido.

2. Descripción de la Técnica Anterior

El uso de ultrasonido para impulsar reacciones químicas es bien conocido. Ejemplos de publicaciones que describen usos químicos de ultrasonido son Suslick, K.S., *Science*, Vol. 247, pag 1435 (1990) y Mason, T.J., *Practical Sonochemistry, A User's Guide to Applications in Chemistry and Chemical Engineering*, Ellis Norwood Publishers, West Sussex, Inglaterra (1991). De los varios sistemas de sonicación que han sido desarrollados, los conocidos como sistemas tipo "sonda" incluyen un transductor ultrasónico que genera energía ultrasónica y transmite esa energía a una bocina ultrasónica para amplificación.

Los generadores ultrasonido tienen por lo general una salida de energía limitada debido a la energía requerida para impulsar las vibraciones y el calor generado por los transductores ultrasónicos. A causa de estas limitaciones, el uso de ultrasonido para procesos químicos a grande escala ha tenido un éxito limitado. Un medio de lograr vibraciones ultrasónicas a una potencia relativamente alta es mediante el uso de transductores ultrasonido impulsados por magnetostricción, pero las frecuencias que se logran con los impulsores de magnetostricción son aún solo moderados en magnitud. Descripciones de los transductores de ultrasonido por magnetostricción y su uso en reacciones químicas aparecen en Ruhman, A.A., et al, US 6,545,060 B1 (expedida el 8 de abril de 2003) y su contraparte PCT WO 98/22277 (publicada el 28 de mayo de 1998), así como Yamazaki, N., et al. US 5,486,733, (expedida el 23 de enero de 1996), Kuhn, M.C. et al. US 4,556,467 (expedida el 3 de diciembre de 1985), Blomqvist P. et al) US 5,360,498 (expedida el 1 de noviembre de 1994) y Sawyer, H.T. US 4,168,295 (expedida el 18 de septiembre de 1979). La patente de Ruhman et al describe un transductor de magnetostricción que produce vibraciones ultrasónicas en un rector de flujo continuo en el cual las vibraciones son orientadas radialmente con respecto a la dirección del flujo y el rango de frecuencia se limita a un máximo de 30 kHz. La patente de Yamazaki et al describe una bocina ultrasónica a pequeña escala que opera a una potencia relativamente baja, en la cual la magnetostricción aparece como un grupo de posibles fuentes generadoras de vibración junto con elementos piezoeléctricos y elementos de tensión electrostrictivos. La patente de Kuhn et al describe un procesador de flujo continuo que

59
#77
#98

incluye una multitud de bocinas ultrasónicas y generadores que suministran frecuencias de menos de 100 kHz. La patente de Blomqvist et al describe un generador ultrasónico que utiliza un compuesto de polvo magnetostrictivo que opera a una frecuencia de resonancia de 23,5 kHz. La patente de Sawyer et al describe un tubo de reacción de flujo continuo con tres juegos de transductores ultrasónicos, cada juego contiene cuatro transductores y entrega ultrasonido a una frecuencia de 20 a 40 kHz. Estos sistemas son indicados para reacciones de alto rendimiento donde se requiera un rendimiento de alta reacción.

RESUMEN DE LA INVENCION

Se ha descubierto que se puede proveer ultrasonido a un sistema de reacción a energía alta y alta frecuencia por medio de un generador ultrasonido impulsado por un bucle de material magnetostrictivo bobinado con una bobina eléctrica a través de la cual se imponga un voltaje de oscilación. El voltaje de oscilación produce vibraciones ultrasónicas en el bucle y estas vibraciones son transmitidas a una bocina ultrasónica que se extiende al medio de reacción donde la bocina está en contacto directo con el/los reactivo(s). Preferiblemente, el bucle se conforma en forma y dimensiones al campo magnético producido por la corriente que pasa a través de la bobina. Preferiblemente, el generador ultrasonido se instala en un reactor de flujo continuo, donde induce una reacción química en un medio de reacción líquida que pasa a través del reactor. Por lo tanto, esta invención se refiere a un generador ultrasonido, a un reactor de flujo continuo que contiene el generador y a un método para usar el generador para llevar a cabo una reacción química que pueda mejorarse por ultrasonido. En algunas realizaciones de esta invención se incluye un componente sensor y un controlador para mantener las vibraciones ultrasónicas a un valor objetivo en términos de amplitud, frecuencia o ambos.

Esta invención es útil para realizar cualquier reacción química cuyo rendimiento, tasa de reacción, o ambos, puedan ser mejorados por medio de ultrasonido, y es particularmente útil para la desulfuración de crudo y fracciones de crudo. Los procesos que describen el uso de ultrasonido en el tratamiento de estos materiales se describen en la Patente U.S. No. 6,402,939 (expedida el 11 de junio de 2002), la Patente U.S. No. 6,500,219 (expedida el 31 de diciembre de 2002), la Patente U.S. No. 6,652,992 (expedida el 25 de noviembre de 2003), la Solicitud de Patente Publicada U.S. No. US 2003-0051988 A1 (publicada el 20 de marzo de 2003) y en la Solicitud de Patente Publicada U.S. No. 2004-0079680 A1 (publicada el 29 de abril de 2004). Todas las patentes, solicitudes de patente y publicaciones en general que se mencionan en esta descripción se incorporan en este contexto por referencia para todos los propósitos legales para los que puedan servir.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIGURA 1 es una sección cruzada de un reactor de flujo continuo con un generador ultrasonido de acuerdo con la presente invención, montada al reactor.

La FIGURA 2 es una vista superior del generador ultrasonido de la FIGURA 1.

La FIGURA 3 es una vista de extremo del transductor ultrasonido y componente sensor que son parte del generador ultrasónico de la FIGURA 2.

La FIGURA 4 es una vista lateral del transductor ultrasónico de la FIGURA 3.

La FIGURA 4 es una vista lateral del componente sensor de la FIGURA 3.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION Y REALIZACIONES PREFERIDAS

De acuerdo con esta invención, las vibraciones ultrasónicas son transmitidas a una bocina ultrasónica por medio de un transductor en forma de bucle que convierte de manera periódica voltajes variados a vibraciones mecánicas en el rango de ultrasonido por medio de magnetostricción. De este modo, el transductor ultrasónico en forma de bucle opera como un electromagneto y está formado de material magnetostrictivo, preferiblemente, una aleación magnética blanda. Las aleaciones magnéticas blandas son aleaciones que se vuelven magnéticas en presencia de un campo eléctrico pero conservan poco o ningún magnetismo cuando el campo es retirado. Las aleaciones magnéticas blandas son bien conocidas, y cualquiera de dichas aleaciones es indicada para uso en la presente invención. Algunos ejemplos son aleaciones hierro-silicona, aleaciones hierro-silicio-aluminio, aleaciones níquel-hierro y aleaciones hierro-cobalto, muchos de los cuales contienen elementos adicionales de aleación tales como cromo, vanadio y molibdeno. Algunos ejemplos de nombres comerciales bajo los que se venden estas aleaciones son HIPERCO® 27, HIPERCO® 35, 2V PERMENDUR® y SUPERMENDUR. Una aleación preferida actualmente es HIPERCO® Alloy 50A (High Temp Metals, Inc., Sylmar, California, EUA). Un material magnetostrictivo es un material que pasa por un cambio físico en tamaño o forma como el resultado de la aplicación de un campo magnético. Igualmente, en la técnica se conocen materiales magnetostrictivos, ya que son materiales que son aleaciones tanto magnetostrictivas como magnéticas blandas. En las realizaciones de la invención en las cuales también se emplea un magneto sensor, el magneto sensor está hecho igualmente de un material magnetostrictivo y nuevamente, preferiblemente, una aleación magnética blanda. Para conveniencia, la misma aleación puede utilizarse tanto para el transductor como para el magneto sensor.

El tamaño del bucle puede variar dependiendo de la energía requerida para lograr la conversión o rendimiento que se busca en la reacción química. En la mayoría de los casos se logran mejores resultados con un bucle que se alargado, es decir, uno cuyo largo sea mayor que su ancho. Los bucles preferidos son aquellos que tengan rangos de largo entre 5cm y 50cm, o más preferiblemente, entre 9cm y 30cm. También se prefieren bucles alargados que se formen de dos secciones rectas, paralelas longitudinales, unidas

99
61
100

en los extremos, con un espacio entre las secciones longitudinales que varía entre 0,5cm y 5cm y más preferiblemente, entre 1cm y 3cm de ancho.

En realizaciones especialmente preferidas, el bucle está hecho de una pila de placas delgadas y planas de material magnetostrictivo unidas para formar un laminado que contenga una capa de material dieléctrico entre cada par de placas adyacentes. Las capas dieléctricas son preferiblemente una resina plástica o un adhesivo de cerámica. El número de placas en la pila puede variar y no es crítico sino para acomodar el nivel deseado de potencia e intensidad de las vibraciones ultrasónicas. Sin embargo, en la mayoría de los casos se lograrán mejores resultados con 50 a 1,000 placas, o preferiblemente, con 100 a 400 placas. El espesor de cada placa también puede variar, aunque se prefieren placas delgadas con el fin de reducir pérdidas de corriente inducida (eddy). En realizaciones preferidas, el espesor de una sola placa varía entre 4 micrones y 400 micrones, y más preferiblemente, entre 50 micrones y 250 micrones. En una realización actualmente preferida, se usan 400 placas, cada una con un espesor de 100 micrones, con una capa de 25 micrones de resina dieléctrica entre cada par adyacente de placas. Cuando se incluye un magneto sensor, preferiblemente el magneto sensor tiene forma de bucle, y en realizaciones particularmente preferidas, el largo y ancho del magneto sensor son los mismos que los del bucle transductor. El magneto sensor también es preferiblemente una pila de placas delgadas y planas, más preferiblemente de las mismas dimensiones de las placas del bucle transductor.

En un método actualmente preferido para la fabricación de las placas que se usan en las pilas de placas, cada placa es cortada de una lámina de material crudo de aleación magnética con el espesor deseado, y cada placa es cortada a un largo igual a la mitad del largo de onda de la frecuencia de resonación deseada. De este modo, para una frecuencia de resonancia de 17,5 kHz, por ejemplo, el largo preferido de cada placa es de 12,7 a 14,0 cm (5,0 a 5,5 pulgadas). Igualmente, para una frecuencia de resonancia de 35 kHz, el largo de placa preferido es de entre 6,5 a 7,0 cm (2,55 y 2,75 pulgadas). La abertura central alargada de cada placa es cortada lo suficientemente grande como para que permita el paso del cable eléctrico para formar las bobinas a cada lado de la abertura. Una vez cortadas, las placas pueden tratarse al calor para maximizar su desempeño como componentes de un transductor ultrasonido. En un método de tratamiento actualmente preferido, las placas son calentadas en una atmósfera inerte a una tasa de entre 556°C/hora (1,000 grados F/hora) y 482°C (900°F), luego de 222°C/hora (400 grados F/hora) a 885°C (1,625 F), luego remojadas a 885°C (1,625°F) por varias horas (preferiblemente de 3 a 4 horas), luego enfriadas de 1,7° C/hora (3,2 grados F/hora) a 316°C (600°F) y finalmente enfriadas a temperatura ambiente. Luego, el número deseado de placas se une con el adhesivo dieléctrico para formar una pila. Una vez unida, la pila de placas es juntada a la bocina ultrasónica, o a un bloque de soporte en el cual se monta la bocina. En un método actualmente preferido, la unión se logra soldando el transductor a la superficie de la bocina o bloque con un material de soldadura de plata.

El bucle transductor es bobinado con una bobina de alambre eléctricamente conductivo y cuando un bucle sensor está presente, el bucle sensor también es bobinado con alambre eléctricamente conductivo. Los bobinados alrededor del bucle transductor están dispuestos y orientados para producir vibraciones magnetostrictivas en el bucle cuando un voltaje variado es impuesto a través de los bobinados. Para un resultado máximo, los bobinados alrededor del bucle transductor son bobinados preferiblemente en una dirección tal que la bobina alrededor de una sección longitudinal del bucle quede en dirección opuesta a la de la bobina alrededor de la otra sección a lo largo. Cuando un voltaje es aplicado en ambos bobinados, las polaridades magnéticas que surgen de la corriente que resulta están en direcciones opuestas y se crean fuerzas magnetostrictivas en dirección paralela a la dimensión longitudinal del bucle. Cuando un bucle sensor esté presente, los bobinados alrededor de ambos lados del bucle sensor son preferiblemente un solo bobinado que circunda un lado y continúa al otro, de modo que los bobinados alrededor de ambos lados queden en serie. Ambos lados del bucle sensor se bobinan preferiblemente para que tengan la misma polaridad magnética y el magneto sensor como un todo responda a las vibraciones producidas por el magneto impulsor con un efecto magnetostrictivo inverso que genera oscilaciones de campo magnético en el bucle sensor. A la vez, las oscilaciones del campo magnético producen oscilaciones de voltaje en las bobinas alrededor del bucle sensor. Las oscilaciones de voltaje pueden ser enviadas a un controlador y comparadas con un valor objetivo.

La bocina ultrasónica puede tener cualquier forma y tamaño convencionales conocidos que en la técnica anterior se pueden conocer para bocinas ultrasónicas en general. Por ejemplo, la bocina puede tener forma de barra, preferiblemente de sección cruzada circular, y de largos adecuados que pueden variar entre 5cm y 100cm, dependiendo del tamaño del reactor, y preferiblemente entre 10cm y 50cm, con un diámetro de entre 3cm y 30cm, y preferiblemente de entre 5cm y 15cm. El bucle del transductor ultrasónico está unido operacionalmente a la bocina, es decir por medio de una conexión física que transmita a la bocina las vibraciones mecánicas del bucle. Los metales de los que la bocina puede estar hecha son bien conocidos en la técnica de ultrasonido. Algunos ejemplos de estos metales son acero, acero inoxidable, níquel, aluminio, titanio, cobre y varias aleaciones de estos metales. Se prefieren aluminio y titanio.

El transductor puede ser propulsado por cualquier voltaje de oscilación. Las oscilaciones pueden asumir cualquier forma de onda, variando por ejemplo de una forma de onda senoide a una forma de onda rectangular. "Forma de onda rectangular" significa un voltaje de corriente directa que alterne entre un valor positivo constante y una línea base con cambios de voltaje por pasos entre uno y otro. Las formas de onda rectangulares que se prefieren en la práctica de esta invención son aquellas en las que la línea de base es un voltaje negativo en lugar de un voltaje cero, y preferiblemente, aquellas en las que los voltajes positivos y negativos alternantes son de la misma

101
63
102

magnitud. Las amplitudes de voltaje preferidas son entre 140 voltios y 300 voltios, prefiriéndose una sola fase de 220 voltios, y los vatajes preferidos son entre 12 kilovatios y 20 kilovatios. Se seleccionará la frecuencia de la oscilación de voltaje para lograr la frecuencia ultrasonido deseada. Las frecuencias preferidas están entre 10 y 30 kilohertz, más preferiblemente entre 17 y 20 kilohertz.

Los transductores ultrasonido según esta invención serán más efectivos cuando se enfríen durante su uso. El enfriamiento del bucle transductor y el bucle sensor, cuando estén presentes, puede hacerse de manera conveniente envolviendo estos bucles en una cubierta o carcasa a través de la cual pasa o circula un refrigerante. Preferiblemente, el generador ultrasonido es montado a una cuba de reacción con la bocina ultrasonido sobresaliendo dentro del interior de la cuba, mientras que el transductor, el sensor y la cubierta refrigerante quedan fuera de la cuba. Generalmente, el agua es un medio refrigerante efectivo y conveniente.

Los generadores ultrasonido según esta invención pueden usarse bien sea en reactores discontinuos para estimular reacciones discontinuas o reactores de flujo continuo para reacciones que se hagan de manera continua. Se prefieren los reactores de flujo continuo.

Si bien esta invención es susceptible a una variedad de implementaciones y configuraciones, un estudio detallado de realizaciones específicas podrá ofrecer al lector una completa comprensión de los conceptos de esta invención y la forma como se pueden aplicar. En las Figuras se muestra una realización de este tipo.

La FIGURA 1 es una sección cruzada axial de un reactor de flujo continuo (11) en el cual un medio de reacción está expuesto a ultrasonido según esta invención. El reactor consiste de una cámara de reacción (12) con un puerto de entrada (13) para la entrada del medio de reacción sin tratar y puertos de salida, de los cuales se muestran dos (14, 15), a través de los cuales el medio de reacción tratado sale de la cámara. Montada al reactor está la bocina ultrasónica (16) cuyo extremo distal (17) se extiende al interior de la cámara de reacción (12). El extremo proximal (18) de la bocina está unido a un bloque conector (21) que a la vez está unido a un transductor ultrasónico (22). El bloque conector (21) actúa como transmisor de vibración del transductor (22) a la bocina (16), y como guíaondas y como reforzador para aumentar la amplitud de las vibraciones ultrasónicas producidas por el transductor (22). El transductor (22) está unido por medio de una caja de uniones (23) a una unidad eléctrica (24) la cual incluye una fuente de poder, un amplificador y un controlador.

El transductor ultrasónico (22) en este ejemplo es un bucle alargado, con dos lados longitudinales (31, 32) que son rectos y paralelos y están unidos a la parte superior y a la parte inferior por medio de las secciones conectoras (33, 34), respectivamente. Más adelante se describen los bobinados asociados con el bucle envuelven las secciones longitudinales y se muestran en las FIGURAS 3 y 4. Se puede incluir un bucle sensor pero

64
702
103

en esta vista no está visible debido a que el bucle sensor tiene el mismo perfil que el bucle transductor (22). El bucle transductor (22) y el extremo superior del bloque (21) están envueltos en una carcasa (35) externa al reactor. El refrigerante pasa continuamente a través de la carcasa, ingresa por un puerto de entrada (36) y sale por un puerto de salida (37).

La mezcla de reacción líquida que ingresa al puerto de entrada (13) del reactor fluye hacia fuera por la superficie del extremo distal (17) de la bocina ultrasónica con un flujo constante continuo y poco o ningún volumen muerto. La bocina (16) tiene una forma cilíndrica con un extremo distal plano (17) y aunque las dimensiones pueden variar dentro del alcance de esta invención, preferiblemente, el extremo distal puede ser circular con un diámetro que varía entre 3cm y 30cm, más preferiblemente entre 5cm y 15cm. Igualmente, el espacio (38) entre el piso (39) de la cuba de reacción y el extremo distal (17) de la bocina puede variar, aunque para mejores resultados en la mayoría de las aplicaciones, el ancho del espacio es menor de 3,0cm, preferiblemente menos de 2,0cm y más preferiblemente menos de 1,5cm. Preferiblemente, el ancho mínimo del espacio es de 0,5cm y más preferiblemente de 1,0cm. Preferiblemente, la relación del área de superficie del extremo distal de la bocina (17) al volumen de la cámara de reacción es de $0,5^{-1}$ o superior, y más preferiblemente varía entre $0,5\text{cm}^{-1}$ y 5cm^{-1} . En una realización actualmente preferida, el extremo distal tiene un diámetro de 7,6cm (3,0pulgadas) y el espacio 1,3cm (0,5 pulgada). La cámara de reacción (12), la bocina ultrasónica (16) y el bloque conector (21) no se limitan a formas en particular, sino que están formados de manera conveniente y económica como cuerpos de revolución alrededor de un eje común (40).

La FIGURA 2 es una vista superior del transductor ultrasónico (22), un magneto sensor (41) y la superficie de contacto del bloque conector (21). El perfil del magneto sensor (41) es idéntico al del transductor (22), es decir, ambos son bucles del mismo alto y ancho, aunque el magneto sensor tiene un espesor menor. Tanto el transductor como el magneto sensor están formados por pilas de placas metálicas delgadas (42, 43) de material magnetostrictivo, unidas con un adhesivo dieléctrico (44). Las placas del transductor (22) se dividen en dos grupos (45, 46), separados por un espacio (47) para facilitar el enfriamiento mediante la provisión de un área de superficie adicional para contacto con el refrigerante circulante.

Los bobinados se muestran en las vistas laterales presentadas en las FIGURAS 3, 4 y 5. La vista de la FIGURA 3 muestra los bordes de las pilas de láminas mientras que las FIGURAS 4 y 5 muestran las superficies anchas de las pilas de lámina.

En las FIGURAS 3 y 4 se ven los bobinados alrededor del bucle transductor. Tal como se muestra en estas Figuras, los bobinados alrededor de cada lado del bucle están separados de los bobinados alrededor del otro lado del bucle, mientras que cada lado tiene un solo bobinado que envuelve ambos grupos de láminas (45, 46) de la pila. De este

modo, una sola bobina de cable (48) envuelve todas las láminas que forman el lado izquierdo (49) del bucle (FIGURA 5), y al hacerlo, abarca el espacio (47) entre los dos grupos de láminas, y otra bobina independiente (50) envuelve todas las láminas al lado derecho (51), abarcando igualmente el espacio (47). Las dos bobinas (48, 50) son bobinadas en direcciones opuestas y se aplican voltajes de modo que la polaridad magnética generada a un lado del bucle por la corriente en el bobinado que envuelve ese lado, queda opuesta a la polaridad magnética generada al otro lado al tiempo que se generan fuerzas magnetostrictivas en la dirección que indica la flecha (52).

En las FIGURAS 3 y 5 se ven los bobinados alrededor del bucle sensor (41). Se usa un bobinado continuo (53) que envuelve un lado del bucle y continúa luego al otro lado. Con este bobinado, los cambios magnéticos cambiantes generados por los magnetos impulsores crean un voltaje en el bobinado por inducción magnética, sustancialmente sin ningún efecto magnetostrictivo.

Los componentes eléctricos, incluida la fuente de alimentación, el amplificador y el controlador son componentes convencionales que se consiguen de proveedores comerciales y que son fácilmente adaptables para realizar las funciones que se describen arriba. En realizaciones actualmente preferidas, se utiliza un generador de forma de onda arbitrario controlado por computador, tal como el Agilent 3322A o el Avantek 712 con una salida DAC (convertidor digital a análogo) o una unidad de microprocesador, un generador de forma de onda controlado por voltaje diseñado de un circuito integrado 8038. El generador de forma de onda arbitraria es auto sintonizado por un DAC de salida en un microprocesador o por funciones en un computador LabVIEW® (National Instruments Corporation, Austin, Texas, EUA) en el cual el software de impulsos controla el generador de forma de onda arbitraria para maximizar la salida ultrasónica ajustando la frecuencia de impulsos a la frecuencia de resonancia del transductor. Los componentes de impulsos positivos y negativos también pueden ajustarse para dar un componente DC total que maximice el efecto magnetostrictivo. Otras propiedades de seguridad que se utilizan en un microprocesador o computador LabVIEW® incluyen sensores de temperatura que detecten las fallas de energía y los incrementos súbitos de energía.

Componentes eléctricos preferidos consisten de transistores bipolares de rejilla integrada (IGBT) *integrated gate bipolar transistors*) en una configuración de energía de puente completo. La configuración de energía de puente completo utiliza cuatro transistores IGBT formados en una configuración de dos amplificadores de contratase (PP) de medio puente. Cada sección de medio puente es impulsada por un tren de impulsos rectangular asimétrico, el cual es 180 grados fuera de fase. La simetría (e s decir, las cantidades relativas de los componentes de impulsos positivos y negativos) de los impulsos que impulsan cada sección de medio puente pueden optimizarse para una máxima energía de salida ultrasonido. Cada IGBT está aislado de la fuente de señal por medio de un transistor impulsor de opto aislamiento. Los componentes sensores miden una señal de retorno AC generada por las vibraciones en el bucle sensor. La frecuencia

de los impulsos de salida asimétricos dales se optimiza detectando las desviaciones en el bucle sensor o detectando la entrega de energía de salida al bucle transductor ultrasónico.

La anterior descripción es principalmente para propósitos de ilustración. Para las personas versadas en la técnica serán fácilmente aparentes otras variaciones en los componentes del aparato y del sistema, su disposición, los materiales utilizados, las condiciones de operación y demás propiedades que se describen aquí que estén dentro del alcance de la invención.

66
704
703

REIVINDICACIONES:

1. Un aparato para generar vibración ultrasónica, caracterizado por:

una bocina ultrasónica,

un transductor ultrasónico en forma de bucle de un material magnetostrictivo unido operacionalmente a dicha bocina ultrasónica; dicho transductor ultrasónico se bobina con bobinas impulsoras dispuestas para producir fuerzas magnetostrictivas en dicho transductor ultrasónico en respuesta a voltajes aplicados a través de dichas bobinas impulsoras, y

una fuente de energía para imponer periódicamente un voltaje variado a través de dichas bobinas impulsoras.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho transductor ultrasónico es más largo que ancho y comprende dos secciones longitudinales paralelas unidas en ambos extremos.
3. El aparato de la reivindicación 2, en donde dichas secciones longitudinales están separadas por un espacio de entre 0,5cm y 5cm.
4. El aparato de la reivindicación 2, en donde dichas secciones longitudinales están separadas por un espacio de entre 1cm y 3cm.
5. El aparato de la reivindicación 1, en donde el transductor ultrasónico está compuesto por una pluralidad de láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de material dieléctrico.
6. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho transductor ultrasónico está compuesto de entre 50 y 1,000 láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de resina dieléctrica; cada lámina varía en espesor entre 4 micrones y 400 micrones.
7. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho transductor ultrasónico comprende de 100 a 400 láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de resina dieléctrica; cada lámina varía en espesor entre 50 micrones y 250 micrones.
8. El aparato de la reivindicación 6, en donde cada una de dichas láminas tiene entre 5cm y 50 cm de largo.
9. El aparato de la reivindicación 6, en donde cada una de dichas láminas tiene entre 9cm y 30cm de largo.
10. El aparato de la reivindicación 2, en donde dichas bobinas impulsoras comprende una primera bobina impulsora bobinada alrededor de una sección longitudinal

105
67
106

106 68
107

y una segunda bobina impulsora bobinada alrededor de otra sección longitudinal, dichas primera y segunda bobinas impulsoras están bobinadas en direcciones opuestas.

11. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho transductor ultrasónico está unido a dicha bocina ultrasónica mediante soldadura con una aleación de soldadura de plata.

12. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho voltaje que varía periódicamente es un voltaje de impulsos a una frecuencia entre 10 y 30 kilohertz. = 13

13. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho voltaje que varía periódicamente es un voltaje de impulsos a una frecuencia entre 10 y 30 kilohertz y un vataje de entre 12 y 30 kilovatios. P

14. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende un magneto sensor de material magnetostrictivo bobinado con una bobina sensora; dicho magneto está dispuesto de tal modo que las vibraciones en dicho transductor ultrasónico son transmitidas a dicho magneto sensor y generan un voltaje de oscilación en dicha bobina sensora.

15. El aparato de la reivindicación 14, en donde dicho magneto es en forma de bucle y tanto el transductor ultrasónico como dicho magneto sensor son alargados con secciones longitudinales paralelas; las secciones longitudinales paralelas de dicho magneto son aproximadamente iguales de largas que las secciones longitudinales de dicho transductor ultrasónico.

16. Un reactor de flujo continuo para el tratamiento continuo de un material líquido con ultrasonido, dicho reactor de flujo continuo comprende: ?

un vaso de reacción con puertos de entrada y salida, y

un generador de vibración ultrasónica según la reivindicación 1, la bocina ultrasónica del generador de vibración ultrasónica está montado a dicho vaso de reacción y se extiende al interior del mismo.

17. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 16, en donde dicho transductor ultrasónico es más largo que ancho y comprende dos secciones longitudinales paralelas unidas a ambos extremos. 12

18. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 17, en donde dichas secciones longitudinales están separadas por un espacio de entre 0,5cm y 5cm. 13

19. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 17, en donde dichas secciones longitudinales están separadas por un espacio de entre 1cm y 3cm. 14

20. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 16, en donde el transductor ultrasónico está compuesto por una pluralidad de láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de material dieléctrico.

21. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 16, en donde dicho transductor ultrasónico está compuesto de entre 50 y 1,000 láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de resina dieléctrica; cada lámina varía en espesor entre 4 micrones y 400 micrones.

22. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 16, en donde dicho transductor ultrasónico comprende de 100 a 400 láminas de material magnetostrictivo que alternan con capas de resina dieléctrica; cada lámina varía en espesor entre 50 micrones y 250 micrones.

23. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 21, en donde cada una de dichas láminas tiene entre 5cm y 50 cm de largo.

24. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 21, en donde cada una de dichas láminas tiene entre 9cm y 30cm de largo.

25. El reactor de flujo continuo de la reivindicación 17, en donde dichas bobinas impulsoras comprende una primera bobina impulsora bobinada alrededor de una sección longitudinal y una segunda bobina impulsora bobinada alrededor de otra sección longitudinal, dichas primera y segunda bobinas impulsoras están bobinadas en direcciones opuestas.

26. El aparato de la reivindicación 16, en donde dicho transductor ultrasónico está unido a dicha bocina ultrasónica mediante soldadura con una aleación de soldadura de plata.

27. El aparato de la reivindicación 16, en donde dicho voltaje que varía periódicamente es un voltaje de impulsos a una frecuencia entre 10 y 30 kilohertz.

28. El aparato de la reivindicación 16, en donde dicho voltaje que varía periódicamente es un voltaje de impulsos a una frecuencia entre 10 y 30 kilohertz y un vataje de entre 12 y 30 kilovatios.

29. El aparato de la reivindicación 16, que además comprende un magneto sensor de material magnetostrictivo bobinado con una bobina sensora; dicho magneto está dispuesto de tal modo que las vibraciones en dicho transductor ultrasónico son transmitidas a dicho magneto sensor y generan un voltaje de oscilación en dicha bobina sensora.

30. El aparato de la reivindicación 29, en donde dicho magneto es en forma de bucle y tanto el transductor ultrasónico como dicho magneto sensor son alargados con

secciones longitudinales paralelas; las secciones longitudinales paralelas de dicho magneto son aproximadamente iguales de largas que las secciones longitudinales de dicho transductor ultrasónico.

108
10970
48
15

