



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0720671-2 B1

(22) Data do Depósito: 03/12/2007

(45) Data de Concessão: 13/12/2016



(54) Título: SISTEMA DE TRATAMENTO DE LÍQUIDO ULTRASÔNICO

(51) Int.Cl.: B01J 8/40; B01J 19/00; B01J 19/10

(30) Prioridade Unionista: 28/12/2006 US 11/617.515

(73) Titular(es): KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE , INC

(72) Inventor(es): ROBERT ALLEN JANSSEN; THOMAS DAVID EHLERT; JOHN GAVIN
MACDONALD; EARL C. MCCRAW; PATRICK SEAN MCNICHOLS

“SISTEMA DE TRATAMENTO DE LÍQUIDO ULTRASÔNICO”

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção refere-se genericamente a sistemas para o tratamento ultra-sônico de um líquido, mais especialmente, para o tratamento ultra-sônico de um líquido escoando em uma câmara de tratamento na qual está presente material particulado na câmara.

ANTECEDENTES

A reação líquida ou a câmara de tratamento encontram numerosas aplicações para melhorar o tratamento de líquidos, tais como um só componente líquido, reação e/ou mistura de líquido-líquido, reação e/ou mistura de líquido-gás e reação e/ou mistura de líquido-material particulado. Por exemplo, na formulação de tintas e outros materiais viscosos, dois ou mais componentes (pelo menos um sendo um líquido) são misturados simultaneamente em tal câmara de tratamento para formar a solução aplicável. Outros exemplos incluem a introdução simultânea de vários líquidos e gases para dentro da câmara, para promover certas reações. Isto incluiria o fluxo de água para dentro da câmara com a introdução e gases, tais como ar e/ou oxigênio e/ou ozônio, somente para mencionar alguns. Tais câmaras também poderiam ser utilizadas para induzirem várias reações químicas, tais como a decomposição de peróxido de hidrogênio, e reações de polimerização em emulsão e a criação de emulsões para mecanismos de polimerização em emulsão.

Em outras aplicações, as câmaras de tratamento podem ser usadas para a desaglomeração de partículas em uma corrente líquida. Isto incluiria a desaglomeração de nanopartículas, como os pigmentos usados na formulação de tintas. Mais a formulação simultânea de uma tinta utilizando estas partículas de nano-pigmentos. Este sistema também pode ter a exposição simultânea à luz ultravioleta (UV) para promover certas reações de sistemas fluidos ou fluido/gás ou fluido/gás/sólidos na câmara ultra-sônica. Outra aplicação poderia ser no campo médico, onde é utilizada uma câmara de tratamento na preparação de formulações farmacêuticas que são compostas de pós/líquidos e líquidos para administração para o uso.

Especialmente, com frequência, é vantajoso produzir-se a câmara com algum mecanismo de agitação através do qual é agitado o líquido dentro de uma coluna ou câmara alongada. Através da agitação do líquido, poderá ser provocada uma reação desejada (por exemplo, mistura ou outro resultado) e portanto capaz de ser obtida em uma operação de fluxo contínuo. Como resultado, as câmaras de tratamento que facilitam tal agitação são especialmente úteis em processos de tratamento de fluxo contínuo.

A agitação de um líquido poderá ser referida como agitação estática, na qual a agitação é provocada pelos parâmetros específicos de fluxo (por exemplo, vazão, pressão, etc) de um ou mais componentes líquidos através de uma coluna. Poderá também ocorrer a agitação estática através do direcionamento de um fluxo de líquido através de membros de

agitação estacionários, tais como uma construção do tipo de pá helicoidal ou outras estruturas colocadas na coluna ou câmara de fluxo que perturbam e portanto provocam turbulência no fluxo de líquido a ser tratado. A agitação dinâmica é provocada por movimentação, por exemplo, rotação, oscilação, vibração, etc, de um ou mais membros de agitação (por exemplo, pás, lâminas, etc.) dentro da câmara de tratamento através da qual escoo o fluido.

Um tipo especialmente útil de agitação mecânica do líquido resulta de cavitação ultra-sônica, uma agitação mais rigorosa no líquido. A cavitação ultra-sônica refere-se à formação, crescimento e colapso implosivo de bolhas no líquido devido à energização ultra-sônica das mesmas. Tal cavitação resulta de pontos no líquido preexistentes, tais como fendas cheias de gás em material particulado em suspensão ou micro-bolhas transitórias de eventos anteriores de cavitação. Quando o ultra-som passa através de um líquido, os ciclos de expansão exercem uma pressão negativa sobre o líquido, puxando as moléculas para fora uma da outra. Onde a energia ultra-sônica é suficientemente intensa, o ciclo de expansão cria cavidades no líquido quando a pressão negativa excede a tensão de tração local do líquido que varia de acordo com o tipo e pureza de líquido.

Bolhas pequenas de gás formadas pelas cavidades iniciais crescem com a absorção adicional da energia ultra-sônica. Sob condições apropriadas, estas bolhas sofrem um colapso violento, gerando pressões e temperaturas muito elevadas. Em alguns campos, como o que é conhecido como sono-química, as reações químicas tiram vantagens destas altas pressões e temperaturas causadas pela cavitação. No entanto, o crescimento e o colapso violento das próprias bolhas produz uma agitação desejavelmente rigorosa do líquido. A cavitação que ocorre na interface entre o líquido energizado ultra-sonicamente e uma superfície sólida é bastante assimétrica e gera jatos de líquido com alta velocidade, agitando ainda mais líquido. Este tipo de cavitação é especialmente útil, por exemplo, para facilitar uma mistura mais completa simultânea de dois ou mais componentes de uma solução líquida.

É conhecido recheiar-se algumas câmaras de tratamento com um leito de partículas, como na forma de um reator de leito fluidizado. As partículas estão portanto no caminho do fluxo do líquido dentro da câmara de tratamento e facilitam adicionalmente o tratamento do líquido. No entanto, quando tais partículas estão presentes na câmara, a câmara deve ser configurada para evitar que as partículas sejam carregadas (ou forçadas) para fora da câmaras pelo líquido que escoo dentro da mesma. Por exemplo, um elemento de peneira poderia bloquear a saída da câmara para impedir as partículas, mas não o líquido, de sair da câmara. Embora tal elemento de peneira possa ser efetivo, existe um risco de que as partículas se aglomerem ou se acumulem no elemento de peneira e reduzam o fluxo de líquido para fora da câmaras, dessa forma aumentando a pressão dentro da câmara.

Existe, portanto, a necessidade de uma câmara de tratamento de líquido ultra-

sônica de fluxo contínuo que tire vantagem dos benefícios da energia ultra-sônica para tratar um líquido em escoamento, especialmente quando as partículas são utilizadas em tal câmara de tratamento, ao mesmo tempo mantendo as condições de operação desejadas da câmara de tratamento.

5 SUMÁRIO

Em uma realização, uma câmara de tratamento ultra-sônica para o tratamento ultra-sônico de um líquido geralmente é composta de uma carcaça alongada tendo extremidades opostas longitudinalmente e um espaço interior, com a carcaça geralmente sendo fechada nas suas extremidades longitudinais e tendo uma conexão de entrada para receber o líquido no espaço interior da carcaça e uma conexão de saída através da qual o líquido é retirado da carcaça após o tratamento ultra-sônico do líquido. A conexão de saída é separada longitudinalmente da conexão de entrada, de tal forma que o líquido escoar longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça, da conexão de entrada para a conexão de saída. Um conjunto de orientação de ondas ultra-sônicas alongado se estende longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça e é operável em uma frequência ultra-sônica predeterminada para energizar ultra-sonicamente o líquido que escoar dentro da carcaça. O conjunto de direcionamento de ondas geralmente é composto de uma corneta ultra-sônica alongada colocada entre a conexão de entrada e a conexão de saída da carcaça e tendo uma superfície externa localizada para contato com o líquido que escoar dentro da carcaça, da conexão de entrada para a conexão de saída. O conjunto de orientação de ondas tem uma extremidade terminal separada longitudinalmente da conexão de saída da carcaça. Um membro de ondas permanentes é colocado dentro da carcaça longitudinalmente entre a conexão de saída da carcaça e a extremidade terminal do conjunto de orientação de ondas. O membro de ondas permanente é separado da extremidade terminal do conjunto de orientação de ondas para definir uma onda acústica permanente entre os mesmos na operação do conjunto de orientação de ondas, na frequência ultra-sônica predeterminada.

Em outra realização, um sistema de tratamento ultra-sônico para o tratamento ultra-sônico de um líquido, geralmente é composto de uma carcaça geralmente tubular alongada tendo extremidades opostas longitudinalmente e um espaço interior. A carcaça tem uma entrada para receber o líquido para dentro do espaço interior da carcaça e uma saída através da qual o líquido é retirado da carcaça após o tratamento ultra-sônico do líquido. A saída é separada longitudinalmente da entrada, de tal forma que o líquido escoar longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça, da entrada para saída. Uma corneta ultra-sônica alongada se estende longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça entre a entrada e a saída da carcaça. Um sistema de direcionamento é operável para vibrar ultra-sonicamente a corneta ultra-sônica, com o sistema de tratamento ultra-sônico sendo configurado de tal forma que a operação do sistema propulsor gere uma vibração mecânica da corneta dentro do

espaço interior da carcaça e adicionalmente gere uma onda acústica permanente dentro do espaço interior da carcaça.

Em uma realização de um processo para o tratamento ultra-sônico de um líquido em uma câmara de tratamento ultra-sônica composta de uma carcaça geralmente tubular, alongada, tendo uma entrada e uma saída separada longitudinalmente da entrada, o líquido é direcionado para dentro da carcaça na entrada da carcaça para o escoamento longitudinal dentro da carcaça na direção da saída da carcaça. A vibração ultra-sônica mecânica é gerada dentro da carcaça em contato direto com o líquido que escoar dentro da carcaça, com o contato direto sendo a montante da saída da carcaça. Uma onda acústica permanente é produzida dentro da carcaça, com a onda acústica permanente tendo um nó separado longitudinalmente da saída da carcaça.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é um esquema de uma realização de um sistema para o tratamento ultra-sônico de um líquido;

A figura 2 é uma elevação lateral de uma câmara de tratamento ultra-sônica do sistema da figura 1, com o leito de partículas não incluído na câmara de tratamento;

A figura 3 é uma seção em corte longitudinal da câmara de tratamento ultra-sônico da figura 2;

A figura 3A é uma vista fragmentada ampliada de uma porção da seção em corte da figura 3;

A figura 3B é uma vista plana de topo de uma coleira que forma parte da carcaça da câmara de tratamento ultra-sônica da figura 2;

A figura 4 é uma perspectiva frontal de uma realização alternativa de um conjunto de corneta; e

A figura 5 é uma seção em corte esquemática da câmara de tratamento ultra-sônica semelhante àquela da figura 3 durante a operação, de acordo com uma realização de um processo para o tratamento ultra-sônico de um líquido.

Os caracteres de referência correspondentes indicam as peças correspondentes em todos os desenhos.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Com referência agora aos desenhos, e especialmente à figura 1, em uma realização o sistema para o tratamento ultra-sônico de um líquido geralmente é composto de uma câmara de tratamento ultra-sônica, geralmente indicada em 21, que é operável para o tratamento ultra-sônico de um líquido como a vibração mecânica e com uma onda acústica permanente. O termo "líquido" utilizado aqui se destina a se referir a um só líquido componente, uma solução composta de dois ou mais componentes na qual pelo menos um dos componentes é um líquido, como uma mistura líquido-líquido, uma mistura líquido-gás ou

um líquido no qual é misturado material particulado, ou outros fluidos viscosos.

A câmara de tratamento ultra-sônico 21 é ilustrada esquematicamente na realização da figura 1 e é adicionalmente descrita aqui com referência ao uso da câmara de tratamento geralmente na forma de um reator de leito com recheio ou de leito fluidizado no qual a câmara é cheia, pelo menos em parte, com material particulado (genericamente referida aqui como partículas da câmara 24), tipicamente contas ou partículas com a forma esférica, para o tratamento de líquido quando o líquido passa através da câmara. Na realização específica ilustrada na figura 1, um sistema de tratamento de líquido 23 é configurado para utilizar a câmara de tratamento ultra-sônica 21 para misturar simultaneamente dois ou mais componentes de uma solução líquida.

Por exemplo, alguns usos considerados de mistura para câmara de tratamento ultra-sônico 21 incluem, sem limitação, a mistura de resinas e agentes de cura para a indústria plástica; a mistura de suspensões de polpa com aditivos químicos, tais como agentes de branqueamento, agentes de resistência úmida, amidos, corantes, enzimas, cargas, agentes anti-limo, aditivos de silicone, etc; compostos de mistura utilizados nas indústrias de papel e absorventes, tais como suspensões de argila para revestimentos, aditivos poliméricos, tais como resinas de resistência úmida, suspensões de amido, compostos de silicone, loções, suspensões de cargas, etc; resinas de mistura e agentes corantes, cargas, e outros compostos; fases imiscíveis de mistura para a preparação de emulsões, tais como emulsões de alimentos (por exemplo, para produtos de proteção contra o sol, loções para as mãos, compostos para batom, etc.), cosméticos, agentes de limpeza (incluindo nano-emulsões de óleo e água), compostos farmacêuticos, etc; agentes de colorir de misturas e outros compostos para a formação de cosméticos, tais como corantes para cabelos; suspensões de polpa de mistura com aditivos químicos, tais como agentes de branqueamento, agentes de resistência úmida, amidos, corantes, etc; e compostos de mistura utilizados nas indústrias de papel e absorventes tais como a suspensões de argila.

No entanto, entende-se que a câmara de tratamento de líquido ultra-sônica 21 poderá ser utilizada com sistemas de tratamento ultra-sônicos de líquidos diferentes daqueles para misturas, mas onde a passagem de um líquido através de um leito de material particulado, pelo menos em parte, é composto do tratamento desejado do líquido. Exemplos não limitantes incluem processamento e tratamento de alimentos; soluções de desgaseificação (por exemplo, a retirada de gases dissolvidos de soluções líquidas, tais como oxigênio, nitrogênio, amônia, etc); e a melhoria de reações químicas, por exemplo, como é comum em sono-química, onde é fornecida excitação para provocar a reação.

Exemplos adicionais incluem a desgaseificação de uma mistura para simplificar o tratamento subsequente e reduzir a formação de espaços vazios; a retirada de tinta de fibras na fabricação de papel reciclado, nas quais a energia ultra-sônica poderá auxiliar a remoção

das tintas (especialmente na presença de enzimas, detergentes, ou outros produtos químicos); a hidrogenação de óleos, queijo, ou outros alimentos, nos quais devem ser misturados gases e suspensões ou líquidos; a homogeneização de leite e outros compostos; o tratamento de águas servidas e/ou adubo, nos quais vários aditivos e bolhas de ar poderão necessitar ser misturados com uma suspensão; a fabricação de petroquímicos, tais como misturas lubrificantes, misturas de gasolina, misturas de ceras, etc, e compostos derivados de petroquímicos; o processamento de pastas (por exemplo, combinações de misturas de agentes a serem adicionados na farinha ou o processamento da própria pasta, o que poderá resultar em uma decomposição melhorada do gluten, etc). A câmara de tratamento ultrassônica 21 poderá também ser utilizada em reatores químicos envolvendo uma só ou fases múltiplas, incluindo suspensões.

Em outros usos considerados, a câmara de tratamento ultra-sônica 21 poderá ser utilizada para a remoção de bolhas de gás absorvido de soluções de revestimento que são utilizadas no revestimento em gravura, no revestimento por bastão meyer ou em qualquer outra aplicação de revestimento, onde é desejável remover-se as bolhas de ar de uma solução. A câmara de tratamento ultra-sônica 21 poderá também ser utilizada para a remoção de líquido ou de material sólido de uma solução, como quando as partículas da câmara são constituídas de um material adsorvente.

Especialmente, a câmara de tratamento ultra-sônica 21 é adequada para uso em sistemas de tratamento de líquido nos quais o tratamento ultra-sônico do líquido é desejado em linha, por exemplo, em um processo de fluxo contínuo no qual o fluido escoia continuamente através da câmara. No entanto, é considerado que a câmara de tratamento 21 poderia ser utilizada em um sistema de tratamento de líquido no qual o líquido é tratado de acordo com um processo em batelada, ao invés de um processo de fluxo contínuo e está de acordo com o escopo desta invenção.

Na realização ilustrada na figura 1, a câmara de tratamento ultra-sônico 21 geralmente é alongada e tem uma extremidade de entrada 25 (uma extremidade inferior na orientação da realização ilustrada) e uma extremidade de saída 27 (uma extremidade superior na orientação da realização ilustrada). O sistema 23 é configurado de tal forma que o líquido entra na câmara de tratamento 21, geralmente na extremidade de entrada 25 da mesma, e escoia geralmente longitudinalmente dentro da câmara (por exemplo, para cima na orientação da realização ilustrada) e sai da câmara geralmente na extremidade de saída da câmara.

Os termos "superior" e "inferior" são utilizados aqui de acordo com a orientação vertical da câmara de tratamento ultra-sônica 21 ilustrada nos vários desenhos e não se destinam a descrever a orientação necessária da câmara utilizada. Isto é, embora a câmara 21 seja muito adequadamente orientada verticalmente, com a extremidade de saída 27 da câ-

mara acima da extremidade de entrada 25 conforme ilustrado nos vários desenhos, fica entendido que a câmara poderá ser orientada com a extremidade de entrada acima da extremidade de saída, ou ela poderá ser orientada diferentemente de uma orientação vertical e permanecer dentro do escopo desta invenção.

5 Os termos axial e longitudinal se referem dimensionalmente aqui à direção no sentido do comprimento da câmara 21 (por exemplo, de extremidade para extremidade, como a direção vertical nas realizações ilustradas). Os termos transversal, lateral e radial, se referem aqui a uma direção normal à direção axial (por exemplo, longitudinal). Os termos interno e externo são também utilizados com referência a uma direção transversal para a direção axial da câmara de tratamento ultra-sônico 21, com o termo interno referindo-se a uma direção para o interior da câmara (por exemplo na direção do eixo longitudinal da câmara) e o termo exterior refere-se a uma direção para o exterior da câmara (por exemplo, longe do eixo longitudinal da câmara).

15 A extremidade de entrada 25 da câmara de tratamento ultra-sônica 21 está em comunicação fluida com um sistema de administração adequado, geralmente indicado em 29, que é operável para direcionar um ou mais componentes líquidos para, e mais adequadamente através, da câmara 21. Por exemplo, no sistema de tratamento ilustrado 23 da figura 1, o sistema de administração 29 é composto de várias bombas 31 (como uma bomba para cada componente da solução a ser misturado na câmara) operável para bombear os componentes respectivos de uma fonte correspondente (ilustrada esquematicamente na figura 1 como o número de referência 32) da mesma para a extremidade de entrada 25 da câmara 21 através de dutos adequados (ilustrado esquematicamente na figura 1 como o número de referência 33). Como um exemplo, quatro de tais bombas 31, as fontes de componentes e os dutos correspondentes 33 são mostrados na figura 1.

25 Fica entendido que o sistema de administração 29 poderá ser configurado para administrar menos de 4 (incluindo um), ou mais de quatro componentes para a câmara de tratamento 21 sem se afastar do escopo desta invenção. Também é considerado que os sistemas de administração diferentes daquele ilustrado na figura 1 e descritos aqui, poderão ser utilizados para a administração de um ou mais componentes para a extremidade de entrada 25 da câmara de tratamento ultra-sônico 21 sem se afastar do escopo desta invenção.

30 Com referência agora à figura 2, a câmara de tratamento ultra-sônico 21 do sistema de tratamento de líquido 23 é composta de uma carcaça 51 que define um espaço interior 53 da câmara através do qual o líquido administrado para a câmara escoia da extremidade de entrada 25 para a extremidade de saída 27 da mesma. A carcaça 51, adequadamente, é composta de um tubo alongado 55, definindo geralmente, pelo menos em parte, uma parede lateral 57 da câmara 21. Na realização ilustrada, a carcaça 51 é ainda composta de um colar de entrada 61 ligado e montado em uma extremidade do tubo 55 para definir a extre-

midade de entrada 25 da câmara 21.

A câmara 51 também é composta de uma tampa 63 ligada e fechando substancialmente a extremidade longitudinalmente oposta da parede lateral 57, e tendo pelo menos uma conexão de saída 65 (genericamente, uma saída) na mesma para definir genericamente a extremidade de saída 27 da câmara de tratamento 21. A tampa 63 também tem um elemento de peneira 66 mantido ligado na mesma e bloqueando a conexão de saída 65 (por exemplo, entre a conexão de saída e o espaço interior 53 da câmara 21) para inibir as partículas da câmara 24 de escoarem para fora da câmara através da conexão de saída juntamente com a solução de líquido. A parede lateral 57 (por exemplo, definida pelo tubo alongado 55) da câmara 21 tem uma superfície interna 67 que juntamente com a colar 61 e a tampa 63 definem o espaço interior 53 da câmara.

Na realização ilustrada, o tubo 55 geralmente é cilíndrico, de forma que a parede lateral da câmara 57 geralmente é anular na seção em corte. No entanto, é considerado que a seção em corte da parede lateral da câmara 57 poderá ser diferente de angular, como poligonal ou outro formato adequado, e permanecer dentro do escopo desta invenção. A parede lateral da câmara 57 da câmara ilustrada 21 é construída adequadamente de um material transparente, apesar de ser entendido que qualquer material adequado poderia ser utilizado, desde que o material seja compatível com os componentes líquidos que estão sendo tratados na câmara, com a pressão na qual a câmara se destina a operar, e outras condições ambientais dentro da câmara, como a temperatura.

Com referência específica à figura 3B, o colar de entrada 61 na extremidade de entrada 25 da câmara 21 geralmente é angular e tem pelo menos um, e mais adequadamente, uma quantidade de conexões de entrada 69a, 69b (genericamente, uma entrada) formada na mesma para receber os componentes da solução líquida no espaço interior 53 da câmara 21. Pelo menos uma conexão de entrada 69 é orientada geralmente tangencialmente em relação ao colar anular 61, de forma que o líquido escoe para dentro do espaço interior 53 da câmara 21 geralmente transversalmente à mesma, para produzir uma ação de espiral para o líquido quando ele entra na câmara. Mais adequadamente, na realização ilustrada, um par de conexões de entrada 69a, 69b são colocados alinhados em paralelo um com o outro e se estendem geralmente transversalmente em relação ao colar anular 61, com uma conexão 69 sendo designada aqui como a conexão de entrada externa e a outra conexão 69b sendo designada como a conexão de entrada interna.

Este arranjo de duas conexões de entrada tangenciais 69a, 69b é especialmente útil para iniciar a mistura de dois ou mais componentes simultaneamente, antes que a solução líquida seja adicionalmente submetida ao tratamento ultra-sônico dentro da câmara 21. Em um uso especialmente adequado deste arranjo, onde o líquido a ser tratado na câmara 21 é composto de dois ou mais líquidos, o líquido tendo a menor viscosidade é direcionado

para escoar para dentro da câmara através da conexão de entrada externa 69a, enquanto que o líquido tendo a viscosidade mais elevada é direcionado para escoar para dentro da câmara através da conexão de entrada interna 69b. O fluxo do ingrediente com viscosidade menor através da conexão de entrada externa 69a tem uma tendência de enviar o ingrediente de viscosidade maior para dentro do espaço interior 53 da câmara 21 para acelerar a velocidade na qual o ingrediente de viscosidade maior é introduzido para dentro da câmara.

Esta ação, combinada com a ação de espiral resultante da direção tangencial na qual os componentes líquidos são direcionados para dentro da câmara 21, facilita uma mistura inicial destes dois componentes antes que a solução líquida escoe ainda mais através da câmara para o tratamento ultra-sônico. Na realização ilustrada, o colar 61 também tem um conjunto tangencial adicional de conexões de entrada 69a, 69b, e um par de conexões de entrada orientadas geralmente verticalmente 71. Fica entendido, no entanto, que nenhuma das conexões 69a, 69b necessita ser orientada tangencialmente em relação ao colar 61 para permanecer dentro do escopo da invenção. Também fica entendido que a quantidade de conexões de entrada 69a, 69b, 71, poderá variar, e poderá ainda ser limitada a uma só conexão de entrada.

Um conjunto de orientação de onda ultra-sônico, geralmente indicado em 101, se estende longitudinalmente, pelo menos em parte, dentro do espaço interior 53 da câmara 21 para energizar ultra-sônicamente o líquido (e qualquer outros componentes da solução líquida) escoando através do espaço interior 53 da câmara, assim como para energizar ultra-sônicamente as partículas da câmara 24. Especialmente, o conjunto de orientação de onda ultra-sônica 101 da realização ilustrada se estende longitudinalmente da extremidade inferior ou de entrada 25 da câmara 21 até o espaço interior 53 da mesma para uma extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda colocado entre as conexões de entrada 69a, 69b e a conexão de saída 65. Mais adequadamente, o conjunto de orientação de onda 101 é montado, diretamente ou indiretamente, na carcaça da câmara 51 conforme será descrito posteriormente aqui.

O conjunto de orientação de onda ultra-sônica 101 adequadamente é composto de um conjunto de corneta alongado, geralmente indicado como 105, colocado inteiramente com o espaço interior 53 da carcaça 51 entre a conexão de entrada mais acima e a conexão de saída, para a sua imersão completa dentro do líquido que está sendo tratado dentro da câmara 21, e mais adequadamente, ele é alinhado coaxialmente com a parede lateral da câmara 57. O conjunto da corneta 105 tem uma superfície externa 107 que, juntamente com a superfície interna 67 da parede lateral 57 define um caminho de escoamento dentro do espaço interior 53 da câmara 21 ao longo da qual o líquido e outros componentes escoam através do conjunto da corneta dentro da câmara (esta porção do caminho de escoamento sendo genericamente referida aqui como zona de tratamento ultra-sônico). O conjunto da

corneta 105 tem uma extremidade superior 109 que define uma extremidade terminal do conjunto da corneta (e portanto a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda) e uma extremidade inferior oposta longitudinalmente 111. O conjunto de orientação de onda 101 da realização ilustrada é também composto de um impulsor 113 alinhado coaxialmente e conectado com uma extremidade superior do mesmo até a extremidade inferior 111 do conjunto de corneta 105. Fica entendido, no entanto, que o conjunto de orientação de onda 101 poderá ser composto somente do conjunto de corneta 105 e permanecer dentro do escopo desta invenção. Também é considerado que o impulsor 113 poderá ser colocado inteiramente no exterior da carcaça da câmara 51, com o conjunto de corneta 105 montado na carcaça da câmara 51, sem se afastar do escopo desta invenção.

O conjunto de orientação de onda ultra-sônico 101, e mais especialmente, o impulsor 113 na realização ilustrada na figura 3, é adequadamente montado sobre a carcaça da câmara 51, por exemplo, sobre o tubo 55 que define a parede lateral da câmara 57, na extremidade superior da mesma, e através de um membro de montagem 115 que é configurado para isolar de forma vibratória o conjunto de orientação de onda (que vibra ultrassonicamente durante a operação do mesmo) da carcaça da câmara de tratamento ultrassônico. Isto é, o membro de montagem 115 inibe a transferência da vibração mecânica longitudinal e transversal e o conjunto de orientação de onda 101 para a carcaça da câmara 51, ao mesmo tempo mantendo a posição transversal desejada do conjunto de orientação de onda (e especialmente, o conjunto de corneta 105) dentro do espaço interior 53 da carcaça da câmara e permitindo o deslocamento longitudinal e transversal do conjunto de corneta dentro da carcaça da câmara. Na realização ilustrada, o membro de montagem 115 também pelo menos em parte (por exemplo, juntamente com o impulsor 113) fecha a extremidade de entrada 25 da câmara 21.

Como um exemplo, o membro de montagem 115 da realização ilustrada geralmente é composto de um segmento externo anular 117 e se estende transversalmente ao conjunto de orientação de onda 101 em uma relação espaçada transversalmente da mesma, e um membro de flange 119 que interconecta o segmento externo com o conjunto de orientação de ondas. Embora o membro de flange 119 e o segmento externo transversal 117 do membro de montagem 115 se estendam continuamente em torno da circunferência do conjunto de orientação de onda 101, fica entendido que um ou mais destes elementos poderão ser descontínuos em relação ao conjunto de orientação de onda, como na forma de segmentos de uma roda, sem se afastarem do escopo desta invenção. O segmento externo 117 do membro de montagem 115 é especialmente configurado para ajustar-se contra o ombro 121 formado pela colar interno 61.

Como melhor visto na figura 3A, a dimensão interna da seção em corte (por exemplo, diâmetro interno) do colar 61 é direcionada para fora quando o colar se estende longitu-

dinalmente para baixo e para fora da parede lateral da câmara 57 para acomodar o membro de flange 119. Em uma realização especialmente adequada, o colar 61 tem um tamanho suficiente para ser separado transversalmente do membro do flange 119 para definir um espaço geralmente anular 123 entre os mesmos no qual o líquido administrado para a câmara 21 através das conexões de entrada 69a, 69b do colar entra no espaço interior 53 da câmara. Este espaço anular 123 facilita ainda mais a ação de espiral do líquido depois da entrada para dentro da câmara 21 através das conexões de entrada do colar 69a, 69b.

O membro de montagem 115 é dimensionado adequadamente na seção em corte transversal de forma que pelo menos uma margem da beirada externa do segmento externo 117, e mais adequadamente, uma porção transversal substancial do segmento externo, é encaixada no ombro 121 formado sobre o colar 61. Um sistema de fixação adequado (não mostrado), como uma quantidade de parafusos e porcas correspondentes (não mostradas), fixa o segmento externo 117 do membro de montagem 115 no ombro 121 formado pelo colar 61 para dessa forma ligar o impulsor 113 (e mais amplamente, o conjunto de orientação de onda 101) na carcaça da câmara 51.

O membro de flange 119, adequadamente, poderá ser construído relativamente mais fino do que o segmento externo 117 do membro de montagem 115 para facilitar a flexão e/ou o dobramento do membro de flange 119, em resposta à vibração ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101. Como um exemplo, em uma realização, a espessura do membro de flange 119 poderá estar na faixa de cerca de 0,2 mm a cerca de 5 mm, e mais adequadamente, de cerca de 2,5 mm. O membro de flange 119 do membro de montagem ilustrado 115 adequadamente tem um componente transversal interno 125 ligado no conjunto de orientação de onda 101 e que se estende geralmente transversalmente para fora do mesmo, mas para dentro do segmento externo 117 do membro de montagem, e um componente axial ou longitudinal 127 interconectando o componente interno transversal com o segmento externo do membro de montagem juntamente com o componente interno transversal e formando geralmente uma seção em corte geralmente com a forma de L do membro de flange 119. No entanto, é considerado que o membro de flange 119, poderá, ao contrário, ter uma seção em corte geralmente na forma de U ou outro formato de seção em corte adequado, como na forma de H, na forma de I, na forma de U invertido e semelhantes, e permanecer dentro do escopo desta invenção. Exemplos adicionais de configurações de membro de montagem adequado 115 são ilustradas e descritas na patente U.S. de número 6.676.003, a apresentação integral da qual é incorporada aqui como referência até o ponto em que ela é consistente aqui.

O componente longitudinal 127 do membro de flange ilustrado 119 é adequadamente ligado no segmento externo transversal 117 e ao componente interno transversal 125 do membro do flange, enquanto que o componente interno do membro do flange é ligado

com o conjunto de orientação de onda 101. Assim sendo, o membro de flange 119 é capaz de se dobrar e/ou de ser flexionando dinamicamente em relação ao segmento externo 117 do membro de montagem 115, em resposta ao deslocamento vibratório no conjunto de orientação de onda 101, para dessa forma isolar a carcaça da câmara 51 do deslocamento transversal e longitudinal do conjunto de orientação de onda.

Embora na realização ilustrada o segmento externo transversal 117 do membro de montagem 115 e o componente interno transversal 125 do membro do flange 119 sejam colocados geralmente em locais equilibrados longitudinalmente em relação um com o outro, fica entendido que eles poderão ser colocados geralmente no mesmo local (por exemplo, onde o membro de flange geralmente tem a forma U na seção em corte) ou em locais diferentes daqueles ilustrados na figura 3) sem se afastarem do escopo desta invenção.

Em uma realização especialmente adequada, o membro de montagem 115 é construído de uma só peça. Ainda mais adequadamente, o membro de montagem 115 poderá ser formado integralmente com o impulsor 113, e mais amplamente, com o conjunto de direcionamento de onda 101) conforme ilustrado na figura 3. No entanto, fica entendido que o membro de montagem 115 poderá ser construído separadamente do conjunto de orientação de onda 101 e permanecer dentro do escopo desta invenção. Fica também entendido que um ou mais componentes do membro de montagem 115 poderão ser construídos separadamente e ligados adequadamente e montados simultaneamente de outra forma.

Em uma realização adequada, o membro de montagem 115 é adicionalmente construído para ser geralmente rígido (por exemplo, resistente a deslocamento estático sob carga) de forma a manter o conjunto de orientação de onda 101 em alinhamento apropriado dentro do espaço interior 53 da câmara 21. Por exemplo, o membro de montagem rígido 115, em uma realização, poderá ser construído de um material não-elastomérico, mais adequadamente um metal, e ainda mais adequadamente, o mesmo metal do qual o impulsor 113 (e mais amplamente, o conjunto de orientação de onda 101) é construído. O termo rígido não é, no entanto, destinado a significar que o membro de montagem 115 é incapaz de flexão e/ou dobra dinâmica em resposta à vibração ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101. Em outras realizações, o membro de montagem rígido 115 poderá ser construído de um material elastomérico que é suficientemente resistente a deslocamento estático sob carga mas, de outra forma, é capaz de flexão e/ou dobra dinâmica em resposta à vibração ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101. Embora o membro de montagem 115 ilustrado na figura 3 seja construído de um metal, e mais adequadamente, e seja construído do mesmo material que o impulsor 113, é considerado que o membro de montagem poderá ser construído de outros materiais rígidos geralmente adequados sem se afastar do escopo desta invenção.

Um sistema adequado de direcionamento ultra-sônico 131 (mostrado esquemati-

camente na figura 1) incluindo pelo menos uma fonte de excitação (não mostrada) e uma fonte de energia (não mostrada) é colocado na parte exterior da câmara 21 e é ligado operativamente no impulsor 113 (e mais amplamente, no conjunto de orientação de onda 101) para energizar o conjunto de orientação de onda para vibrar mecanicamente ultra-sônicamente. Exemplos de sistemas de direcionamento ultra-sônico adequados 131 incluem um sistema do modelo 20A3000 disponível da Dukane Ultrasonics de St. Charles, Illinois, e um sistema de modelo 2000CS disponível da Herrmann Ultrasonics of Schaumburg, Illinois.

O sistema de direcionamento 131 adequadamente é capaz de operar o conjunto de orientação de onda 101 em uma frequência na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 100 kHz, mais adequadamente, na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 60 kHz, e ainda mais adequadamente, na faixa de cerca de 20 kHz a cerca de 40 kHz. Tais sistemas de direcionamento ultra-sônico 131 são bem conhecidos por aqueles adestrados na arte e não necessitam ser descritos adicionalmente aqui.

Com referência especial à figura 3, o conjunto de corneta 105 é composto de uma corneta geralmente cilíndrica, alongada, 133, tendo uma superfície externa 135, e dois ou mais membros de agitação (i.e., uma quantidade de) membros de agitação 137 ligados na corneta e que se estendem pelo menos em parte transversalmente para fora da superfície externa da corneta em uma relação de espaçamento longitudinal um do outro. A corneta 133 é adequadamente dimensionada para ter um comprimento igual a cerca de metade do comprimento de onda de ressonância (referido comumente de outra forma como metade do comprimento de onda) da corneta. Em uma realização específica, a corneta 133 é adequadamente configurada para ressonância nas faixas de frequência ultra-sônica citadas anteriormente, e mais adequadamente, a 20 kHz. Por exemplo, a corneta 133 poderá ser construída adequadamente de uma liga de titânio (por exemplo, Ti6Al4V) e dimensionada para a ressonância a 20 kHz. A corneta com meio comprimento de onda 133 operando em tais seqüências tem um comprimento (correspondente a meio comprimento de onda) na faixa de cerca de 4 polegadas a cerca de 6 polegadas, mais adequadamente, na faixa de cerca de 4,5 polegadas a cerca de 5,5 polegadas, ainda mais adequadamente, na faixa de cerca de 5,0 polegadas a cerca de 5,5 polegadas, e mais adequadamente, em um comprimento de cerca de 5,25 polegadas (133,4 mm). No entanto, fica entendido que a câmara de tratamento ultra-sônico 21 poderá incluir um conjunto de corneta 105 no qual a corneta 133 é direcionada para ter qualquer incremento de meio comprimento de onda sem se afastar do escopo desta invenção.

Na realização ilustrada, os membros de agitação 137 constituem uma série de seis anéis na forma de raspadores que se estendem continuamente ao redor da circunferência do membro de corneta 133 em uma relação espaçada longitudinalmente uma da outra e transversalmente (por exemplo, radialmente na realização ilustrada) para fora a partir da

superfície externa da corneta. Desta forma, o deslocamento vibratório de cada um dos membros de agitação 137 em relação à corneta 133 é relativamente uniforme em torno da circunferência da corneta. Fica entendido, no entanto, que os membros de agitação 137 não necessitam, cada um deles, ser contínuos em torno da circunferência da corneta 133. Por exemplo, os membros de agitação 137, ao contrário, poderão estar na forma de segmentos, lâminas, partes finas ou outros membros estruturais distintos que se estendem transversalmente para fora da superfície externa 135 da corneta 133.

Para apresentar um exemplo dimensional da corneta 133 da realização ilustrada da figura 3 tendo um comprimento de cerca de 5,25 polegadas (133,4 mm), um dos anéis 137 é colocado adequadamente adjacente à extremidade terminal da corneta 133 (e portanto ao conjunto de orientação de onda 101) e mais adequadamente, é separado longitudinalmente aproximadamente 0,063 polegadas (1,6 mm) da extremidade terminal do membro de corneta. Em outras realizações o anel mais superior 137 poderá ser colocado na extremidade terminal da corneta e permanecer dentro do escopo desta invenção. Os anéis 137 têm cada um deles em torno de 0,125 polegadas (3,2 mm) de espessura e são separados longitudinalmente um do outro (entre as superfícies de frente dos anéis) uma distância de cerca de 0,875 polegadas (22,2 mm).

Fica entendido que a quantidade de membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis, na realização ilustrada) poderão ser menos de ou mais de 6 sem se afastarem do escopo desta invenção. Também é considerado que em outras realizações, os membros de agitação 137 poderão ser omitidos inteiramente sem se afastarem do escopo desta invenção, a superfície externa da corneta 135 produzindo o único contato de vibração ultra-sônica mecânica com o líquido no caminho do fluxo dentro da câmara de tratamento 21. Fica ainda entendido que a separação longitudinal entre os membros de agitação 137 poderá ser diferente daquela ilustrada na figura 3 e descrita acima (por exemplo, próxima ou ainda mais separada). Embora os anéis 137 ilustrados na figura 3 sejam separados longitudinalmente e igualmente uns dos outros, é alternativamente considerado que onde mais de dois membros de agitação estão presentes, a separação entre os membros de agitação consecutivos longitudinalmente não necessita ser uniforme para permanecer dentro do escopo desta invenção.

Especialmente, os locais dos membros de agitação 137 são pelo menos em parte uma função do deslocamento vibratório pretendido dos membros de agitação com a vibração da corneta 133. Por exemplo, na realização ilustrada, a corneta 133 tem uma região nodal localizada geralmente centralmente longitudinalmente à corneta (por exemplo, entre o terceiro e o quarto anéis). Conforme utilizado aqui, a "região nodal" da corneta 133 refere-se a uma região ou segmento longitudinal do membro da corneta ao longo da qual ocorre pouco (ou nenhum) deslocamento longitudinal durante a vibração ultra-sônica da corneta e o deslocamento transversal (por exemplo, radial na realização ilustrada) da corneta geralmen-

te é maximizado. O deslocamento transversal da corneta 133, adequadamente, é composto da expansão transversal da corneta, mas poderá também incluir o movimento transversal (por exemplo, o dobramento) da corneta.

Na realização ilustrada, a configuração da corneta com meio comprimento de onda 5 133 é tal que a região nodal é especialmente definida por um plano nodal (i.e., um plano transversal ao membro da corneta no qual não ocorre nenhum deslocamento longitudinal, enquanto o deslocamento transversal geralmente é maximizado). Este plano é também algumas vezes referidos como ponto nodal. Assim sendo, os membros de agitação 137 (por 10 exemplo, na realização ilustrada, os anéis) que são colocados longitudinalmente ainda mais distantes da região nodal da corneta 133 experimentarão principalmente o deslocamento longitudinal, enquanto os membros de agitação estão longitudinalmente mais próximos da região nodal experimentarão uma quantidade aumentada de deslocamento transversal e uma quantidade reduzida de deslocamento longitudinal em relação aos membros de agitação longitudinalmente distal.

15 Fica entendido que a corneta 133 poderá ser configurada de forma que a região nodal não seja centralmente localizada longitudinalmente sobre o membro da corneta sem se afastar do escopo desta invenção. Também fica entendido que um ou mais dos membros de agitação 137 poderão está localizados longitudinalmente sobre a corneta para experimentar, tanto o deslocamento longitudinal como o transversal em relação à corneta na 20 vibração ultra-sônica do conjunto de corneta 105.

Ainda com referência à figura 3, os membros de agitação 137 são suficientemente 25 construídos (por exemplo, em material e/ou dimensão, como espessura e comprimento transversal, que é a distância que o membro de agitação se estende transversalmente para fora da superfície externa 135 da corneta 133) para facilitar a movimentação dinâmica, e especialmente a flexão/dobramento dinâmico dos membros de agitação em resposta à vibração ultra-sônica do membro da corneta. Em uma realização especialmente adequada, para uma determinada frequência ultra-sônica na qual o conjunto de orientação de onda 101 30 deve operar na câmara ultra-sônica (referida de outra forma aqui como a frequência predeterminada do conjunto de orientação de onda) de um líquido específico a ser tratado dentro da câmara 21, os membros de agitação 137 e a corneta 133 são construídos de forma adequada e são arranjados para operarem os membros de agitação no que é referido aqui como o modo de cavitação ultra-sônica na frequência predeterminada.

Conforme utilizado aqui, o modo de cavitação ultra-sônica dos membros de agitação 35 refere-se ao deslocamento vibratório dos membros de agitação suficiente para resultar em cavitação (i.e., a formação, crescimento, e colapso implosivo de bolhas em um líquido) do líquido sendo tratado na frequência ultra-sônica predeterminada. Por exemplo, quando o líquido que escoia dentro da câmara é composto de uma solução aquosa, e mais especial-

mente água, a frequência ultra-sônica na qual o conjunto de orientação de onda 101 deve ser operado (i.e., a frequência predeterminada) é em torno de 20 kHz, um ou mais dos membros de agitação 137 são adequadamente construídos para produzirem um deslocamento vibratório pelo menos de 1,75 mils (i.e., 0,00175 polegadas, ou 0,044 mm) para estabelecer um modo de cavitação dos membros de agitação. Fica entendido que o conjunto de orientação de onda 101 poderá ser configurado de forma diferente (por exemplo, em material, tamanho, etc) para obter um modo de cavitação desejado associado com o líquido específico que está sendo tratado. Por exemplo, quando a viscosidade do líquido que está sendo tratado é alterada, o modo de cavitação dos membros de agitação poderá necessitar ser alterado.

Em realizações especialmente adequadas, o modo de cavitação dos membros de agitação corresponde a um módulo de ressonância dos membros de agitação, onde o deslocamento vibratório dos membros de agitação é amplificado em relação ao deslocamento da corneta. No entanto, fica entendido que a cavitação poderá ocorrer sem os membros de agitação operarem no seu modo de ressonância, ou mesmo em um deslocamento vibratório que é maior do que o deslocamento da corneta, sem se afastarem do escopo desta invenção.

Em um exemplo dimensional adequado, uma relação entre o comprimento transversal pelo menos de um e mais adequadamente de todos os membros de agitação 137 e a espessura dos membros de agitação está na faixa de cerca de 2:1 a cerca de 6:1. Como outro exemplo, os anéis 137 ilustrados na figura 3, cada um deles se estende transversalmente para fora da superfície externa 135 da corneta 133 em um comprimento em torno de 0,5 polegadas (12,7 mm) e a espessura de cada anel é em torno de 0,125 polegadas (3,2 mm), de forma que a relação entre o comprimento transversal e a espessura de cada anel é em torno de 4:1. Fica entendido, no entanto, que a espessura e/ou o comprimento transversal dos membros de agitação 137 poderá ser diferente daquela dos anéis ilustrados na figura 3 sem se afastar do escopo desta invenção. Enquanto os membros de agitação 137 (anéis) da realização ilustrada cada um deles tendo o mesmo comprimento transversal e espessura, fica também entendido que os membros de agitação poderão ter espessuras e/ou comprimentos transversais diferentes.

Na realização ilustrada, o comprimento transversal do membro de agitação 137 também pelo menos em parte define o tamanho (e pelo menos em parte a direção) do caminho de fluxo ao longo do qual o líquido ou outros componentes escoáveis no espaço interior 53 da câmara 21 escoam através do conjunto da corneta 105. Por exemplo, a corneta 133 ilustrada na figura 3 tem um raio de cerca de 0,875 polegadas (22,2 mm) e o comprimento transversal de cada anel 137 é, conforme discutido acima, em torno de 0,5 polegadas (12,7 mm). O raio da superfície interna 67 da parede lateral da carcaça 57 é aproximadamente

1,75 polegadas (44,5 mm), de forma que a separação transversal entre cada anel e a superfície interna da parede lateral da carcaça é em torno de 0,375 polegadas (9,5 mm). É considerado que a separação entre a superfície externa da corneta 135 e a superfície interna 67 da parede lateral da câmara 57 e/ou entre os membros de agitação 137 e a superfície interna da parede lateral da câmara poderá ser maior ou menor do que o descrito acima, sem se afastar do escopo desta invenção.

Em geral, a corneta 133 poderá ser construída de um metal que tem propriedades mecânicas e acústicas adequadas. Exemplos de metais adequados para a construção da corneta 133 incluem, sem limitação, alumínio, monel, titânio, aço inoxidável, e algumas ligas de aço. Também é considerado que toda ou parte da corneta 133 poderá ser revestida com outro metal, como prata, platina e cobre, para mencionar alguns. Em uma realização especialmente adequada, os membros de agitação 137 são construídos com o mesmo material da corneta 133, e são mais adequadamente formados integralmente com a corneta. Em outras realizações, um ou mais membros de agitação 137, ao contrário, poderão ser formados separadamente da corneta 133 e ligados na mesma para formarem o conjunto de corneta 105.

Enquanto os membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis) ilustrados na figura 3 são relativamente planos, i.e., relativamente retangulares na seção em corte, fica entendido que os anéis poderão ter uma seção em corte que é diferente da retangular, sem se afastarem do escopo desta invenção. O termo seção em corte é utilizado neste caso para referir-se a uma seção em corte ao longo de uma direção transversal (por exemplo, radialmente na realização ilustrada) em relação à superfície externa da corneta 135). Adicionalmente, apesar dos membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis) ilustrados na figura 3 serem construídos somente para terem um componente transversal, é considerado que um ou mais dos membros de agitação poderão ter pelo menos um componente longitudinal (por exemplo, axial) para utilizarem a vantagem do deslocamento vibratório transversal da corneta (por exemplo, na e próximo da região nodal da corneta ilustrada na figura 3) durante a vibração ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101.

Por exemplo, a figura 4 ilustra uma realização alternativa de um conjunto de corneta 205 tendo 5 membros de agitação 237 que se estendem transversalmente para fora da superfície externa 235 da corneta 233. Embora cada um dos membros de agitação 237 tenha um componente transversal, por exemplo, na forma de um anel semelhante àqueles da figura 3, o membro de agitação mais central 237 também tem um componente anular longitudinal 241 fixado no componente transversal. Especialmente, o membro de agitação mais central 237 é colocado longitudinalmente geralmente na região nodal, e mais especialmente, no plano nodal da corneta 233 na realização ilustrada da figura 4, onde o deslocamento transversal da corneta 233 geralmente é maximizado durante a energização ultra-sônica da

mesma enquanto que o deslocamento longitudinal é geralmente minimizado. O componente longitudinal 241 é portanto capaz de movimentação dinâmica (por exemplo, flexão/dobra) em uma direção transversal, em resposta ao deslocamento transversal da corneta 233 na energização ultra-sônica da corneta.

5 É considerado que o componente longitudinal 241 não necessita se estender total-
mente longitudinalmente, i.e., paralelo à superfície externa da corneta 233, desde que o
componente longitudinal tenha algum vetor longitudinal ao mesmo. Também, enquanto na
realização ilustrada o membro de agitação 237 tendo o componente longitudinal 241 geral-
mente tem a forma de T na seção em corte, fica entendido que outras configurações de tal
10 membro de agitação são adequadas, como uma seção em corte na forma de L (com o com-
ponente longitudinal se estendendo para cima ou para baixo), uma seção em corte com for-
mato maior, ou outra seção em corte adequada. Também é considerado que um ou mais
orifícios poderão ser formados no membro de agitação 237 mais central, como no compo-
nente transversal e/ou os componentes longitudinais 241, para permitir que o fluido escoe
15 livremente em ambas as direções horizontal e vertical através deste membros.

Como melhor ilustrado na figura 3, a extremidade terminal 103 do conjunto de ori-
entação de onda 101 (por exemplo, a extremidade 109 da corneta 133, na realização ilus-
trada) é substancialmente separada longitudinalmente da conexão de saída 65 (generica-
mente, a saída) na extremidade de saída 27 da câmara 201 para produzir o que é referido
20 aqui como zona tampão (i.e., a porção do espaço interior 53 da carcaça da câmara 51 longi-
tudinalmente adiante da extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101)
para permitir uma mistura ou fluxo mais uniforme quando o líquido escoar a jusante da ex-
tremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 para extremidade de saída
27 da câmara. Por exemplo, em uma realização adequada, a zona tampão tem um volume
25 vazio (i.e., o volume daquela porção do espaço aberto 53 dentro da carcaça da câmara 51
dentro da zona tampão) no qual a relação entre o volume do espaço vazio da zona tampão
e o volume do espaço vazio no restante do espaço interior da carcaça da câmara à montan-
te da extremidade terminal do conjunto de orientação de onda, adequadamente, está na
faixa de cerca de 0,01 :1 a cerca de 5,0:1, e mais adequadamente, em torno de 1:1.

30 O fornecimento da zona tampão ilustrada é especialmente útil quando a câmara 21
é utilizada para a mistura de dois ou mais componentes simultaneamente para formar uma
solução líquida, como no sistema 23 da figura 1. Isto é, a separação longitudinal entre a ex-
tremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 e a conexão de saída 65 da
câmara 21 produz espaço suficiente para que o fluxo agitado da solução líquida misturada
35 geralmente se decante antes da solução líquida sair da câmara através da conexão de saí-
da. Isto é especialmente útil onde, conforme a realização ilustrada, um dos membros de agi-
tação 137 é colocado ou é adjacente à extremidade terminal da corneta 133. Embora tal

arranjo leve a uma mistura retroativa benéfica do líquido quando ele escoar através da extremidade terminal da corneta 133, é desejável que este fluxo agitado se decante pelo menos em parte antes de sair da câmara. Fica entendido, no entanto, que a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 dentro do espaço interior 53 da câmara 21 poderá ser colocado longitudinalmente próximo da conexão de saída 65 na extremidade de saída 27 da câmara, ou que a zona tampão poderá ainda ser substancialmente totalmente omitida, sem se afastar do escopo desta invenção.

O oposto, por exemplo, a extremidade mais próxima do conjunto de corneta 105 é adequadamente separada longitudinalmente do colar 61 para definir o que é referido aqui como uma zona de admissão de líquido na qual o espiral inicial de líquido dentro do espaço interior 53 da carcaça da câmara 51 ocorre a montante do conjunto de corneta 105. Esta zona de admissão é especialmente útil, onde a câmara de tratamento 21 é utilizada para misturar dois ou mais componentes simultaneamente, através do que a mistura inicial é facilitada pela ação em espiral na zona de admissão quando os componentes a serem misturados entram na carcaça da câmara 51. Fica entendido, no entanto, que a extremidade próxima do conjunto de corneta 105 poderá ser mais próxima do colar 61 do que é ilustrado na figura 3, e poderá ser substancialmente adjacente ao colar para omitir geralmente a zona de admissão, sem se afastar do escopo desta invenção.

Em uma realização especialmente adequada, a câmara de tratamento ultra-sônico 21 é ainda composta de um membro de onda permanente, geralmente indicado como 301, na forma de um refletor. O "membro de onda permanente" se destina a referir-se a um membro diferente do conjunto de orientação de onda 101 que juntamente com o conjunto de orientação de onda gera uma onda permanente entre os mesmos dentro da carcaça da câmara 51. O refletor 301 é colocado dentro do espaço interior 53 da câmara 21, e mais especialmente, na zona tampão entre a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 e a conexão de saída 65 da câmara 21 em uma relação oposta de separação longitudinal, com a extremidade terminal do conjunto de orientação de onda. A localização do refletor 301 na câmara 21 é também tal que o refletor é separado longitudinalmente da (por exemplo, abaixo da realização ilustrada) conexão de saída 65, e mais adequadamente, do elemento de peneira 66 da tampa 63. Na operação ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101, o refletor 301 atua em conjunto com o conjunto de orientação de onda (que atua neste caso como um transmissor ultra-sônico) para produzir uma onda acústica permanente dentro da zona tampão, e mais especialmente, entre a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda e o refletor.

É considerado que ao invés do refletor 301, o membro de onda permanente poderá ser outro gerador de onda, como um transmissor separado do conjunto de orientação de onda em uma relação oposta com a mesma e operável para gerar uma energia de onda

acústica ultra-sônica que viaja em uma direção oposta à energia de onda gerada pelo conjunto de orientação de onda, para em conjunto com o conjunto de orientação de onda produzir uma onda acústica permanente entre os mesmos.

Em uma realização especialmente adequada, o refletor 301 e o conjunto de orientação de onda 101 produzem uma onda acústica permanente entre as mesmas que tem pelo menos um nóculo, e que não tem nenhum nóculo no, ou adjacente à conexão de saída 65, e mais adequadamente no, ou adjacente ao elemento de peneira 65. Isto é, qualquer nóculo da onda permanente é separado longitudinalmente pelo menos da conexão de saída 65, e mais adequadamente, do elemento de peneira 66 da tampa 63. Por exemplo, a separação longitudinal entre a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 e o refletor 301 adequadamente corresponde à metade de um comprimento de onda acústico λ (i.e., meio comprimento de onda) onde o comprimento de onda λ da onda permanente é uma função do líquido que escoia dentro da zona tampão na câmara 21 e a frequência na qual o conjunto de orientação de onda (atuando como um transmissor) é operada. Especialmente,

$$\lambda = c/f$$

onde;

c = a velocidade do som através do líquido na câmara 21, e

f = a frequência de operação do conjunto de orientação de onda 101.

Na realização ilustrada, a posição do refletor 301 é adequadamente ajustável longitudinalmente em relação à extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 para ajustar a separação longitudinal entre o refletor e o conjunto de orientação de onda. Isto permite que o refletor 301 seja colocado seletivamente em relação ao conjunto de orientação de onda 101, dependendo da solução líquida que está sendo tratada e/ou da frequência de operação pré-determinada do conjunto de orientação de onda, para gerar uma onda permanente com meio comprimento de onda (ou uma onda permanente múltipla de meio comprimento de onda). Especialmente, um suporte 303 composto de dois ou mais postes de suporte 305 se estende através da tampa 63 para baixo para o espaço interior 53 da câmara 21, por exemplo, através da conexão de saída 65 e mais adequadamente, através do elemento de filtro 66 da tampa e é ajustavelmente móvel longitudinalmente em relação à tampa. O refletor 301, adequadamente, é fixado no suporte 303 para o movimento conjunto com o suporte em relação à tampa 63 e o conjunto de orientação de onda 101. O suporte 303 poderá ser ajustável manualmente ou ajustável mecanicamente através de um mecanismo adequado de ajuste (não mostrado).

O refletor 301 da realização ilustrada é composto de uma placa sólida geralmente circular dimensionada para uma relação suficientemente separada da parede lateral da câmara 57 de forma que o refletor não reduza substancialmente a vazão de líquido através do

elemento de filtro 66 e da conexão de saída 65. O refletor 301 é construído adequadamente a partir de um material que tem uma impedância acústica maior do que aquela do líquido que escoar dentro da câmara 21 (por exemplo, o líquido no qual a onda permanente é gerada), e mais adequadamente substancialmente maior. Por exemplo, em uma realização, o refletor 301 poderá ser construído de aço inoxidável. Fica entendido, no entanto, que o refletor 301 poderá ser construído de qualquer material adequado, tendo uma impedância maior do que aquela do líquido na câmara 21 e ainda permanecer dentro do escopo desta invenção. Também é considerado que o refletor 301 poderá ser diferente daquele na forma de placa e/ou outro diferente de circular sem se afastar do escopo desta invenção.

Conforme ilustrado na figura 3, as partículas da câmara 24 são adequadamente colocadas dentro do espaço interior 53 da câmara 21 até um nível abaixo (i.e., a montante de) do refletor 301, e mais adequadamente, abaixo (ou a montante) da extremidade terminal 63 do conjunto de orientação de onda 101, de forma que as partículas inicialmente não são colocadas (por exemplo, antes do fluxo de líquido através da câmara) dentro da zona tampão. Embora as partículas da câmara 24 sejam muito adequadamente esféricas no formato, é considerado que as partículas poderão ter qualquer formato sem se afastarem do escopo desta invenção. Também é considerado que as partículas 24 poderão ser compostas de qualquer material adequado, dependendo da função pretendida (por exemplo, adsorção, filtração, agitação, etc.) das partículas. Alguns exemplos não limitantes de materiais adequados de partículas incluem sílica, alumina, titânia (dióxido de titânio), carvão, mica, cobre, ferro, níquel, zinco, titânio, corundum (carbureto de silício) e cerâmica. Também é considerado que as superfícies das partículas poderão ser modificadas para fornecerem características adicionais às mesmas. Como um exemplo de partículas adequadas, a solicitação de patente americana copendente número de série 11/530.210, intitulada DELIVERY SYSTEMS FOR DELIVERING FUNCTIONAL COMPOUNDS TO SUBSTRATES AND PROCESSES OF USING THE SAME depositada em 8 de setembro de 2006, a apresentação integral da qual é incorporada aqui como referência, apresenta o uso de partículas adsorventes, tais como partículas de sílica ou alumina, para remover materiais desejados do líquido que escoar através da câmara de tratamento 21.

Na operação do sistema de tratamento de líquido 23 ilustrado na figura 1, um ou mais componentes 32 (com pelo menos um dos componentes sendo um líquido) são administrados (por exemplo, através das bombas 31 na realização ilustrada) por intermédio dos dutos 33 para as conexões de entrada 69a, 69b formadas no colar 61 da carcaça da câmara de tratamento 51. Como estes componentes entram no espaço interior 53 da câmara 21 através das conexões de entrada 69a, 69b, a orientação das conexões de entrada induz uma ação relativamente em espiral para iniciar a mistura destes componentes a montante do conjunto da corneta 105, como na zona de admissão de fluido do espaço interior da câ-

mara. A solução líquida escoa para cima dentro da câmara 21 através do conjunto de orientação de onda 101 e através do leito das partículas 24 da câmara entre o conjunto de orientação de onda e a parede lateral 57 da câmara.

5 O conjunto de orientação de onda 101, e mais especialmente, o conjunto de corneta 105, são direcionados pelo sistema de direcionamento 131 para vibrar mecanicamente em uma frequência ultra-sônica predeterminada. Em resposta à excitação ultra-sônica da corneta 133, os membros de agitação 137 que se estendem para fora a partir da superfície externa 135 da corneta 133 são flexionada/ dobrados dinamicamente em relação à corneta, ou se deslocam transversalmente (dependendo da posição longitudinal do membro de agitação em relação à região nodal da corneta). Quando se utiliza um conjunto de corneta 105, como aquele ilustrado na figura 4 com um dos membros de agitação 237 colocado na região nodal da corneta e tendo um componente longitudinal 241 separado transversalmente da corneta, o componente longitudinal do membro de agitação é flexionado/dobrado dinamicamente transversalmente em relação à corneta.

15 A solução líquida escoa continuamente e longitudinalmente ao longo do caminho de fluxo entre o conjunto da corneta 105 e a superfície interna 67 da parede lateral da câmara 57, de forma que a vibração ultra-sônica dos membros de agitação 137 agita a solução líquida (e, quando a solução líquida é composta de dois ou mais componentes, também facilita a mistura dos componentes). Em realizações especialmente adequadas, a movimentação 20 dinâmica dos membros de agitação provoca a cavitação no líquido para facilitar ainda mais a agitação da solução líquida. A energia ultra-sônica fornecida pelo conjunto de corneta 105 também atua sobre as partículas 24 da câmara para promover a movimentação relativa das partículas e para inibir as partículas contra o recheio e simultaneamente, i.e., para reduzir o risco de vazão reduzida ou de perda de pressão dentro da câmara de tratamento ultra-sônico 21. A movimentação vibratória fornecida para as partículas 24 também reduz a camada limite hidrodinâmica ao redor de cada partícula para facilitar uma reação aumentada (onde se pretende que ocorra uma reação dos componentes líquidos, ou uma reação entre o líquido e as partículas da câmara, como adsorção) dentro da câmara 21.

30 A operação ultra-sônica do conjunto de orientação de onda 101 também gera (juntamente com o refletor 301) uma onda acústica permanente (por exemplo, uma onda permanente dimensional) no líquido dentro da zona tampão entre a extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda e o refletor, com um ou mais nódulos da onda permanente separados longitudinalmente da conexão de saída 65, e mais especialmente, do elemento de filtro 66. Com uma referência especial à figura 5, quando o líquido que escoa para cima 35 além da extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101, ele poderá carregar parte das partículas da câmara 24 para dentro da zona tampão. A radiação acústica da onda permanente ao redor destas partículas 24 direciona as partículas para a posição mais

próxima dinamicamente estável, que é o nódulo da onda permanente com meio comprimento de onda (ou o módulo em cada meio comprimento de onda, se a distância entre o refletor 301 e o conjunto de orientação de onda 101 é um múltiplo de meio comprimento de onda). As partículas 24 se tornam assim geralmente "aprisionadas" nos nódulos da onda permanente longe do elemento de filtro 66 e da conexão de saída 65, conforme ilustrado na figura 5, para dessa forma inibir as partículas contra entupimento do elemento de filtro, e portanto a conexão de saída, ou reduzir de outra forma a vazão de líquido para fora da câmara 21.

Em algumas realizações, as partículas 24 estabilizadas nos nódulos da onda permanente se aglomerarão. Como tal aglomeração se torna mais pesada, as partículas aglomeradas cairão do nódulo de volta para baixo (por exemplo, contra a direção do fluxo através da câmara) para o leito principal de partículas na câmara 21.

Quando é desejada uma agitação adicional do líquido na câmara 21, um conjunto de anteparas (não mostrado) pode ser colocado dentro do espaço interior 53 da câmara, especialmente geralmente transversalmente adjacente à superfície interna 67 da parede lateral 57 e em uma relação geralmente transversalmente oposta ao conjunto de corneta 105. Tal conjunto de anteparas poderá ser composto de um ou mais membros de anteparas colocados adjacentes à superfície interna 67 da parede lateral da câmara 57 e estendendo-se pelo menos em parte transversalmente para dentro da superfície interna da parede lateral na direção do conjunto de corneta 105 em uma relação interceptada com os membros de agitação 137. Estes membros de anteparas facilitam o fluxo de líquido transversalmente para dentro sobre os membros de agitação que vibram ultrasonicamente 137 do conjunto de corneta 105. Um conjunto de anteparas adequado é descrito mais completamente na solicitação de patente U.S. copendente número de série 11/530.311 intitulada ULTRASONIC LIQUID TREATMENT CHAMBER AND CONTINUOUS FLOW MIXING SYSTEM depositada em 8 de setembro de 2006, a apresentação da qual é incorporada aqui como referência na medida em que ela é consistente com esta.

Em outra realização adequada, a parede lateral 57 da câmara de tratamento ultrassônico 21 poderá ser configurada e arranjada em relação ao conjunto de orientação de onda 101 para gerar uma onda acústica permanente intermediária com a vibração ultra-sônica do conjunto de orientação de onda. Especialmente, a parede lateral 57 da câmara poderá ser construída de um material que tenha uma impedância acústica que é substancialmente maior do que a do líquido que escoar dentro da câmara 21, e especialmente ao longo do caminho de fluxo entre o conjunto de orientação de onda 101 e a parede lateral da câmara. A superfície interna 67 da parede lateral 57 é adequadamente separada da superfície externa 135 da corneta ultra-sônica 133 em uma distância suficiente (baseada no líquido na câmara 21 e na frequência de operação do conjunto de orientação de onda 101) para gerar uma onda permanente com o meio comprimento de onda, onde a superfície externa da corneta

atua como um transmissor e a parede lateral da câmara atua como um refletor.

Com a operação do conjunto de orientação de onda 101 é produzida uma onda acústica permanente no líquido entre a superfície externa da corneta 135 e a superfície interna da parede lateral 67. Tal onda permanente, adequadamente tem pelo menos um nódulo separado da superfície interna da parede lateral 67 e da superfície externa da corneta 135. As partículas 24 da câmara no caminho de escoamento são direcionadas para, e geralmente são estabilizadas ou retidas em um ou mais nódulos da onda permanente para inibir as partículas contra a estagnação contra a parede lateral 57 e/ou contra a corneta 133, e para inibir as partículas contra serem carregadas pelo fluxo de líquido a jusante além da extremidade terminal 103 do conjunto de orientação de onda 101 para dentro da zona tampão.

Em outras realizações, como quando a câmara de tratamento ultra-sônico 21 é utilizada para misturar simultaneamente dois ou mais componentes para formar uma solução líquida, é considerado que as partículas da câmara 24 poderão ser obtidas (por exemplo, a câmara pareceria com o que é ilustrado na figura 2) sem se afastar do escopo desta invenção. Em tais realizações, a onda permanente longitudinal formada na zona tampão da câmara 21 (i.e., pelo conjunto de orientação de onda 101 e o refletor 301) é utilizada para reter pequenos contaminantes particulados que poderiam estar presentes nos componentes líquidos, dessa forma removendo efetivamente os contaminantes da solução líquida antes que a solução saia da câmara de tratamento.

Quando se introduz elementos da invenção atual ou realizações preferidas da mesma, os artigos "um", "uma", "o", e "o referido" se destinam a significar que existe um ou mais elementos. Os termos "composto de", "incluindo", e "tendo" se destinam a ser inclusive e significam que poderão haver elementos adicionais diferentes dos elementos listados.

Como poderão ser feitas várias alterações nas construções e métodos acima sem se afastarem do escopo da invenção, pretende-se que todo o material contido na descrição acima e mostrado nos desenhos anexos sejam interpretados como ilustrativos e não em um sentido de limitação.

REIVINDICAÇÕES

1. Câmara de tratamento ultra-sônico para o tratamento ultra-sônico de um líquido, a referida câmara de tratamento sendo **CARACTERIZADA** pelo fato de ser composta de:

5 uma carcaça alongada tendo extremidades longitudinalmente opostas e um espaço interior, a carcaça geralmente sendo fechada nas referidas extremidades longitudinais e tendo uma conexão de entrada para receber líquido para dentro do espaço interior da carcaça e uma conexão de saída através da qual o líquido é retirado da carcaça após o tratamento ultra-sônico do líquido, a conexão de saída sendo separada longitudinalmente da conexão de entrada de tal forma que o líquido escoe longitudinalmente dentro do espaço
10 interior da carcaça, da conexão de entrada para a conexão de saída,

um conjunto de orientação de onda ultra-sônico alongado que se estende longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça e sendo operável em uma frequência ultra-sônica predeterminada para energizar ultrasonicamente o líquido que escoar dentro da carcaça, o conjunto de orientação de onda sendo composto de uma corneta ultra-sônica alongada colocada entre a conexão de entrada e a conexão de saída da carcaça e tendo uma
15 superfície externa localizada para o contato com o líquido que escoar dentro da carcaça, da conexão de entrada para a conexão de saída, o conjunto de orientação de onda tendo uma extremidade terminal separada longitudinalmente da conexão de saída da carcaça; e

um membro de onda permanente colocado dentro da carcaça longitudinalmente no
20 meio entre a conexão de saída da carcaça e a extremidade terminal do conjunto de orientação de onda, o referido membro de onda permanente sendo separado da extremidade terminal do conjunto de orientação de onda para definir uma onda permanente acústica entre os mesmos durante a operação do conjunto de orientação de onda na referida frequência ultra-sônica predeterminada.

25 2. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do membro de onda permanente ser composto de um refletor.

3. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do conjunto de orientação de onda ser ainda composto de uma quantidade de membros de agitação distintos em contato com, e que se estendem transversalmente para fora da superfície externa da corneta entre a conexão de entrada e a conexão
30 de saída e em uma relação longitudinalmente espaçada uma da outra, os membros de agitação e a corneta sendo construídos e arranjados para a movimentação dinâmica dos membros de agitação em relação à corneta com a vibração ultra-sônica da corneta na referida frequência predeterminada e para operar no modo de cavitação ultra-sônica dos membros
35 de agitação e correspondente à frequência predeterminada e o líquido sendo tratado na câmara.

4. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADA pelo fato de ser adicionalmente composta de um leito de partículas colocado na câmara transversalmente no meio entre o conjunto de orientação de onda e a carcaça da câmara.

5 5. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato da posição longitudinal do membro de onda permanente dentro da câmara ser ajustável em relação ao conjunto de orientação de onda.

6. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato um da corneta e dos membros de agitação em conjunto definirem um conjunto de corneta do conjunto de orientação de onda, o conjunto de corneta sendo colocado inteiramente dentro do espaço interior da carcaça.

7. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de ser adicionalmente composta de um membro de montagem para a montagem do conjunto de orientação de onda na carcaça geralmente em uma das referidas extremidades longitudinais da mesma, o membro de montagem sendo construído para isolar substancialmente vibratoriamente a carcaça do conjunto de orientação de onda.

8. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato da corneta ter um comprimento de aproximadamente meio comprimento de onda.

9. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do membro de onda permanente ser separado da extremidade terminal do conjunto de orientação de onda por uma distância de aproximadamente metade de comprimento de onda.

10. Câmara de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato da carcaça ser adicionalmente composta de uma tampa em uma das referidas extremidades longitudinais e tendo a referida conexão de saída na mesma, a referida tampa tendo um membro de filtro entre o interior da câmara e a conexão de saída.

11. Sistema de tratamento ultrasônico para o tratamento ultrasônico de um líquido, o referido sistema de tratamento sendo **CARACTERIZADO** pelo fato de ser constituído de:

30 uma carcaça alongada, geralmente tubular, tendo extremidades longitudinalmente opostas e um espaço interior, a carcaça tendo uma entrada para receber líquido para dentro do espaço interior da carcaça e uma saída através da qual o líquido é extraído da carcaça após o tratamento ultra-sônico do líquido, a saída sendo separada longitudinalmente da entrada, de tal forma que o líquido escoe longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça, da entrada para a saída,

35 uma corneta ultra-sônica alongada que se estende longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça entre a entrada e a saída da carcaça; e

um sistema direcionador operável para vibrar ultra-sonicamente a corneta ultra-sônica;

o sistema de tratamento ultra-sônico sendo configurado de tal forma que a operação do sistema direcionador gera a vibração mecânica da corneta dentro do espaço interior da carcaça e adicionalmente gera uma onda acústica permanente dentro do referido espaço interior da carcaça.

12. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de ser adicionalmente composto de um leito de partículas colocadas na câmara transversalmente entre a corneta ultra-sônica e a carcaça.

10 13. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato da onda acústica permanente ser direcionada longitudinalmente dentro do espaço interior da carcaça com um nóculo da onda permanente separado longitudinalmente da saída da referida carcaça.

15 14. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de ser adicionalmente constituído de um membro de onda permanente no espaço interior da carcaça longitudinalmente entre a saída e a corneta ultra-sônica, através do que a onda acústica permanente é gerada entre a corneta ultra-sônica e o membro de onda permanente na operação do sistema de direcionamento.

20 15. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato da posição longitudinal do membro de onda permanente dentro do espaço interior da carcaça ser ajustável em relação à corneta ultra-sônica.

16. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato do sistema de direcionamento ser operável para vibrar a corneta ultra-sônica em uma frequência na faixa de cerca de 20 kHz a cerca de 40 kHz.

25 17. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato da carcaça ser configurada e arranjada em relação à corneta ultra-sônica para gerar uma onda acústica permanente dentro do referido espaço interior da carcaça entre a referida carcaça e a referida corneta ultra-sônica com um nóculo da onda acústica permanente separado tanto da carcaça como da corneta ultra-sônica.

30 18. Sistema de tratamento ultra-sônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato da corneta ultra-sônica ter um comprimento de aproximadamente meio comprimento de onda.

35 19. Processo para o tratamento ultra-sônico de um líquido em uma câmara de tratamento ultra-sônico, constituído de uma carcaça alongada, e geralmente tubular, tendo uma entrada e uma saída separada longitudinalmente da entrada, o referido processo sendo **CARACTERIZADO** pelo fato de ser composto de:

direcionamento do líquido para dentro da carcaça na entrada da carcaça para o es-

coamento longitudinal dentro da carcaça até a saída da carcaça;

a geração de vibração ultra-sônica mecânica dentro da carcaça em contato direto com o líquido que está escoando dentro da carcaça, o referido contato direto estando a montante da saída da carcaça; e

5 a geração de uma onda acústica permanente dentro da carcaça com a onda acústica permanente tendo um nóculo separado longitudinalmente da saída da carcaça.

20. Processo, conforme apresentado, de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de ser ainda constituído da formação de um leito de partículas na carcaça no caminho de fluxo de líquido, o líquido escoando longitudinalmente através do
10 leito de partículas dentro da referida carcaça, submetendo as partículas à vibração ultra-sônica mecânica dentro da carcaça e retendo parte das referidas partículas no nóculo da onda acústica permanente dentro da carcaça.

FIG. 1

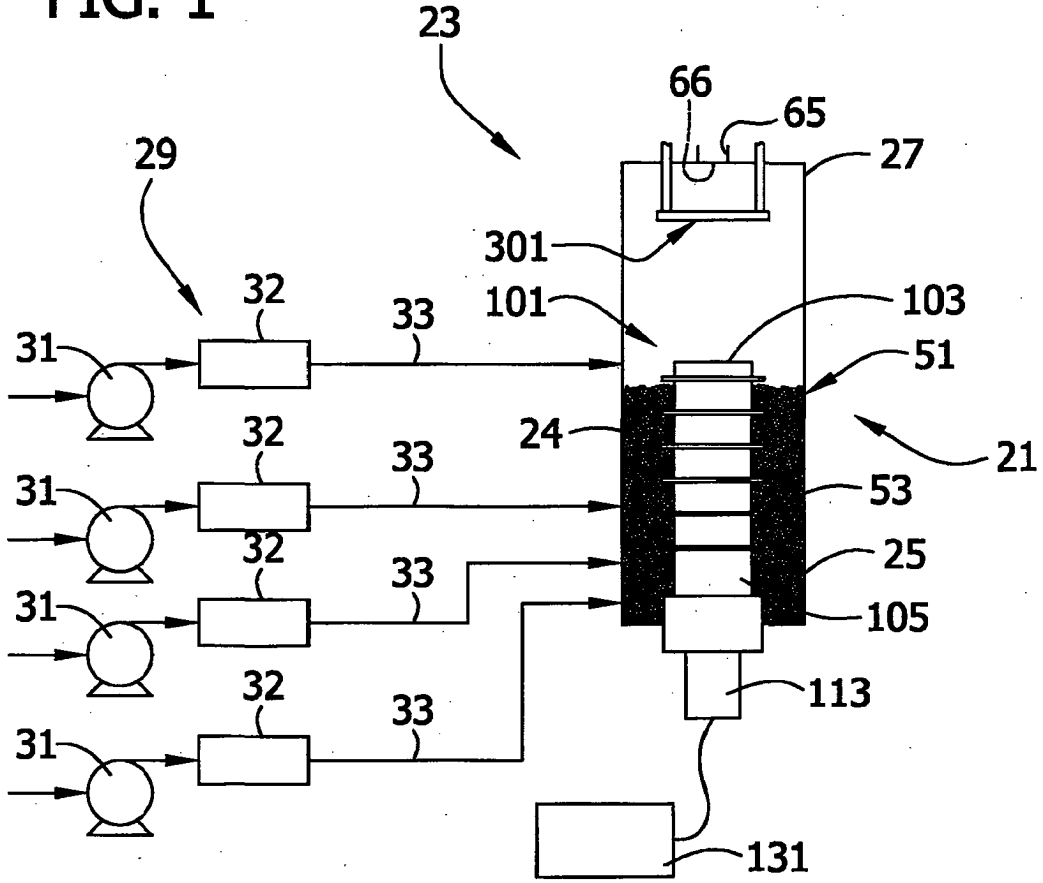


FIG. 2

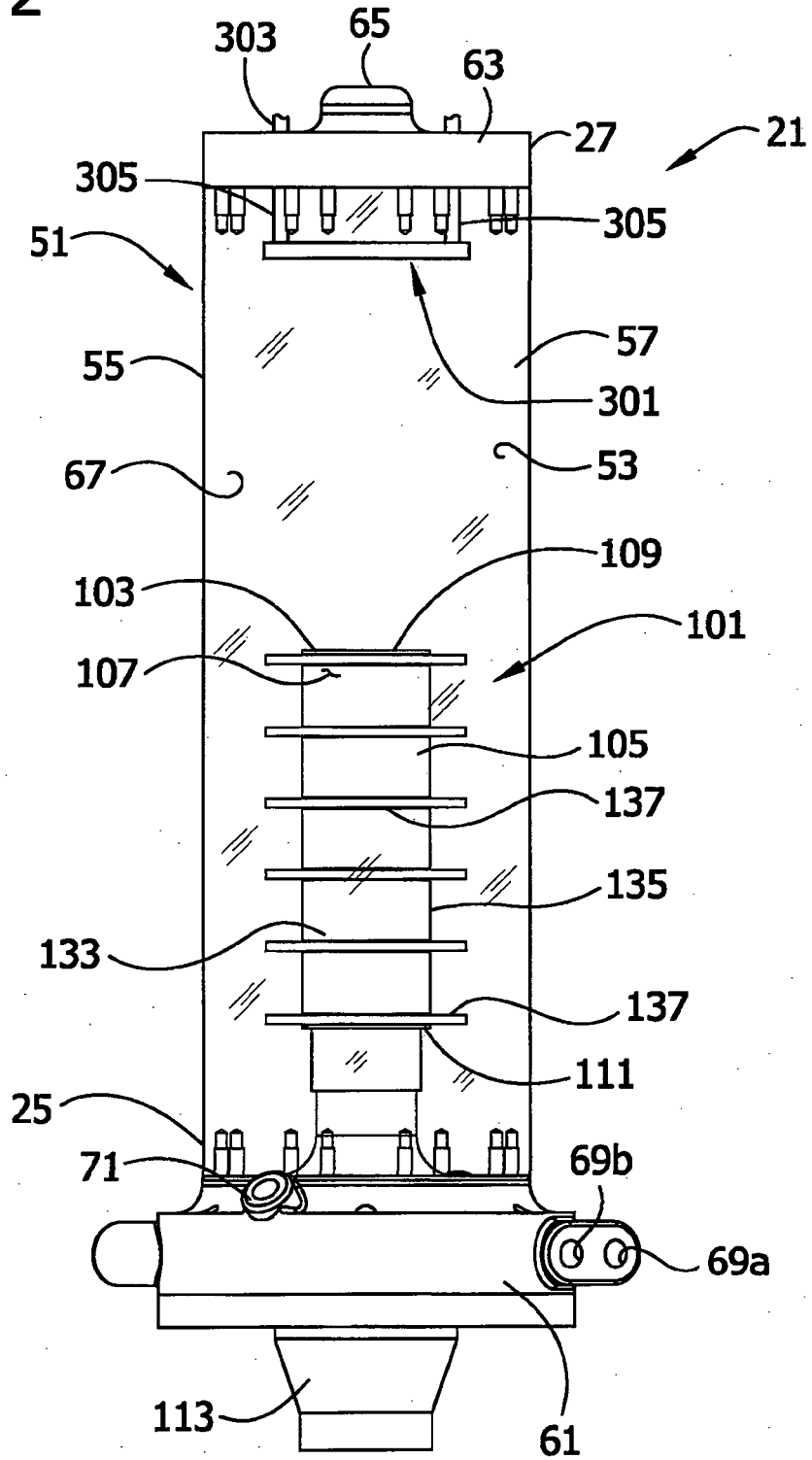


FIG. 3

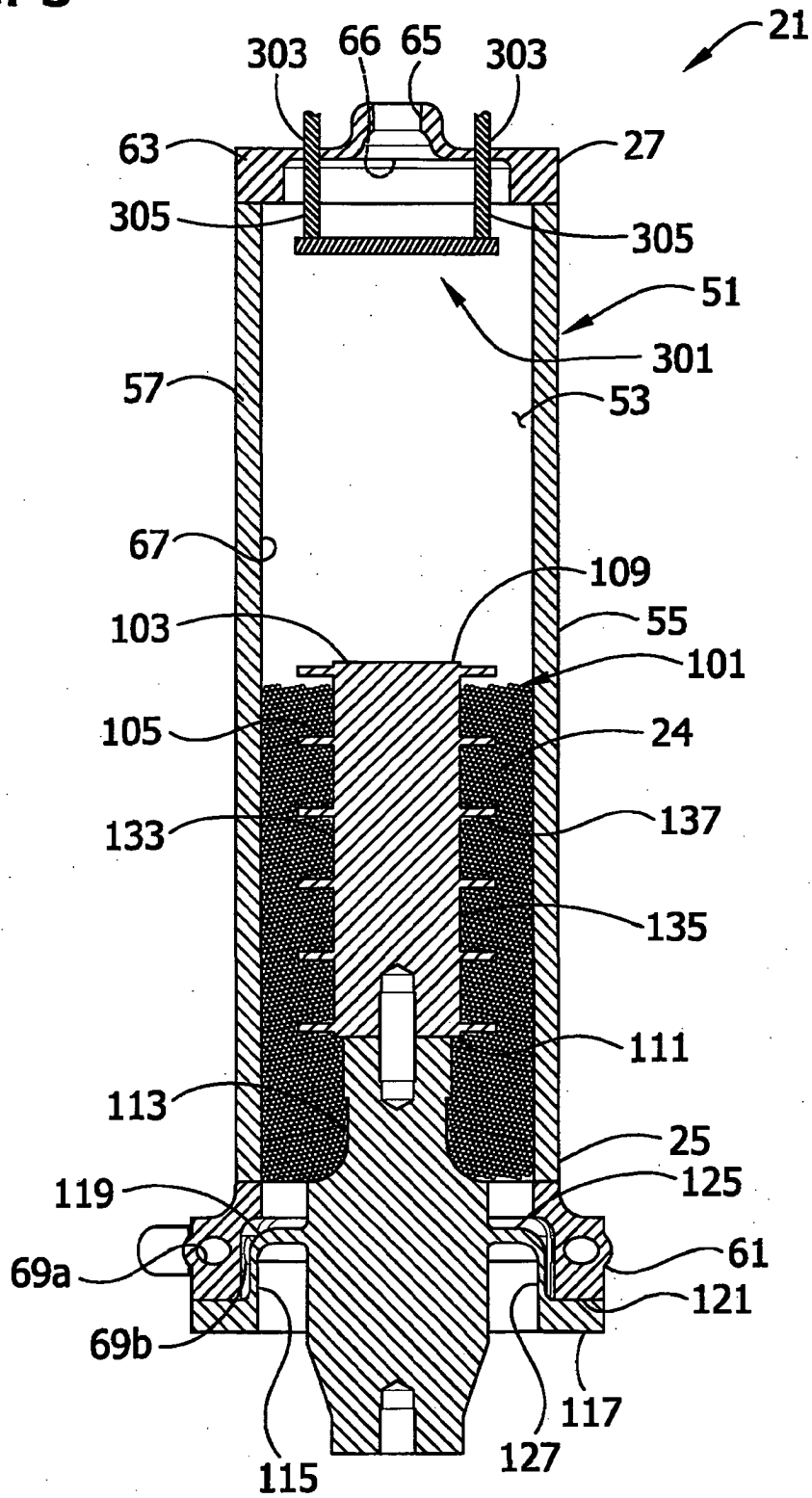


FIG. 3A

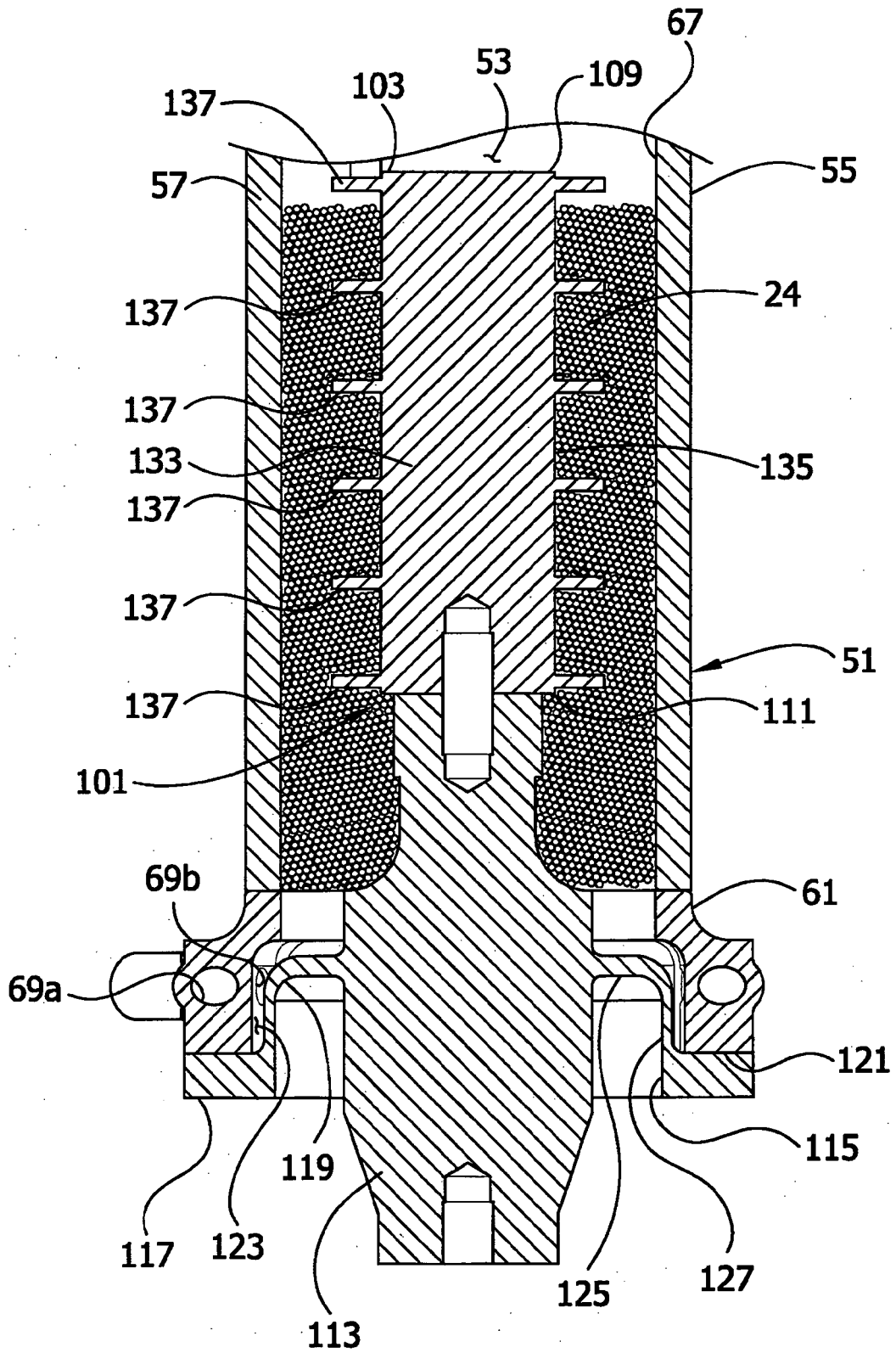


FIG. 3B

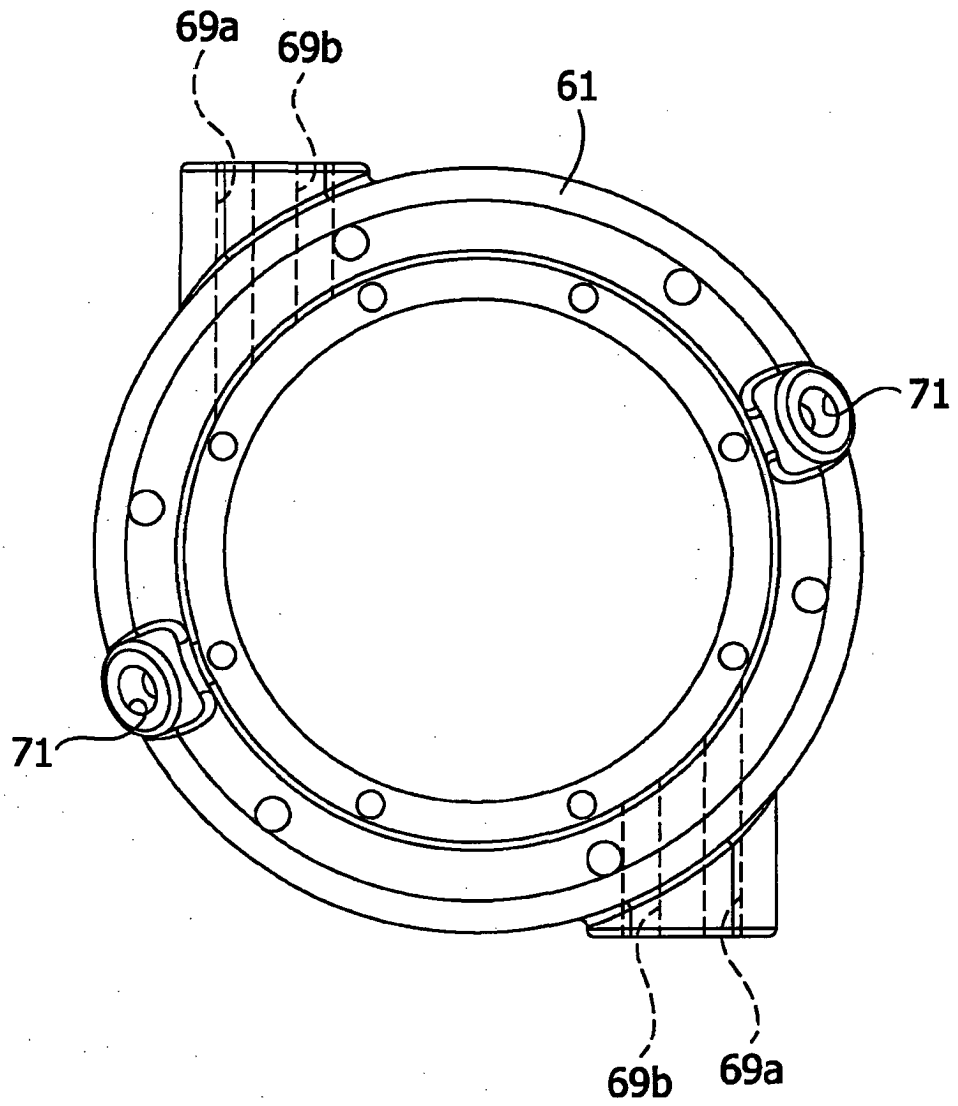


FIG. 4

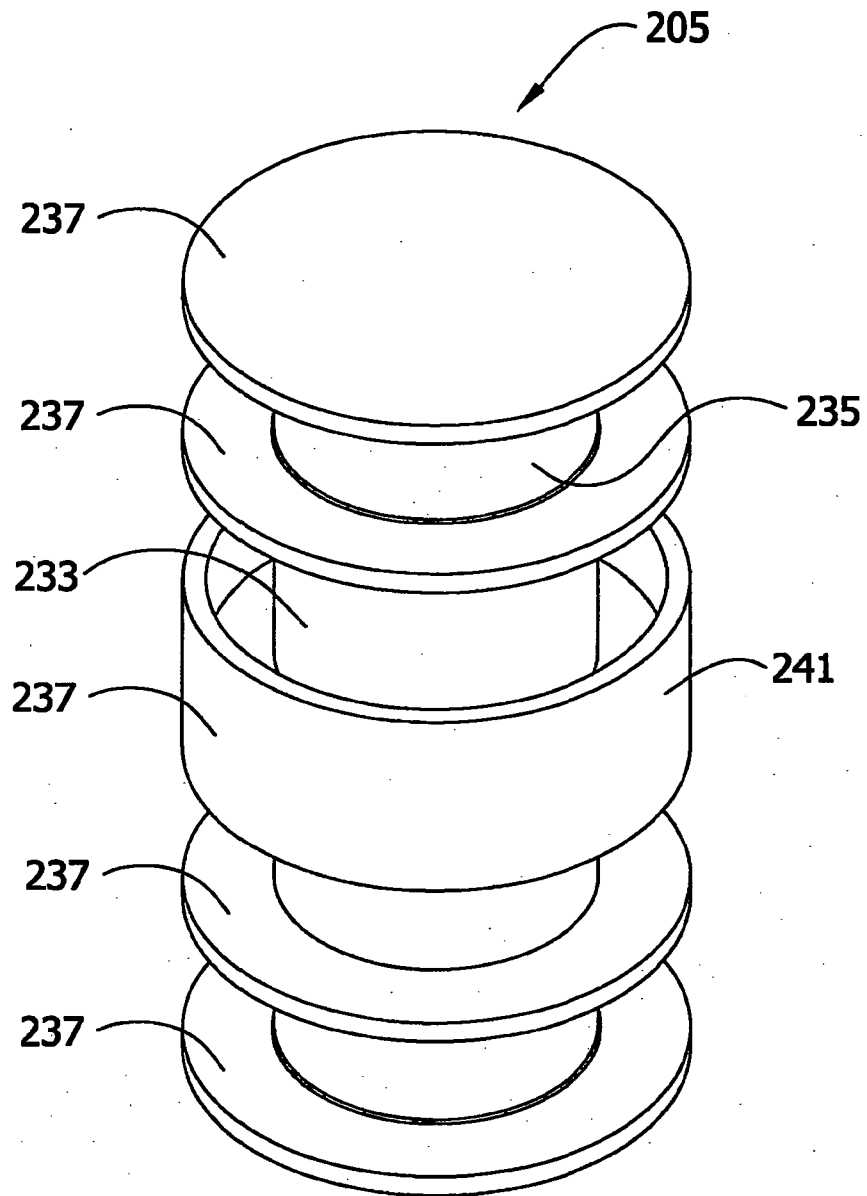


FIG. 5

