



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

(11) PI 0716472-6 B1

(22) Data do Depósito: 07/09/2007

(45) Data de Concessão: 29/08/2017



(54) Título: SISTEMA DE TRATAMENTO ULTRASSÔNICO

(51) Int.Cl.: B01J 19/10

(30) Prioridade Unionista: 08/09/2006 US 11/530.311

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

(72) Inventor(es): ROBERT ALAN COOL; THOMAS DAVID EHLERT; PATRICK SEAN MCNICHOLS

“SISTEMA DE TRATAMENTO ULTRASSÔNICO”

Campo da Invenção

Esta invenção em geral refere-se a sistemas para tratar de modo ultrassônico uma substância, e mais particularmente a um sistema de tratamento ultrassônico para de modo
5 ultrassônico agitar uma substância.

Antecedentes

A agitação de soluções líquidas encontra numerosas aplicações para intensificar o tratamento de um líquido tal como líquido de componente simples, mistura de líquido-líquido, mistura de líquido-gás e mistura de líquido-material particulado. Por exemplo, na formulação
10 de tintas, pinturas e outros materiais viscosos, dois ou mais componentes (pelo menos um sendo um líquido) são misturados para formar a solução aplicável. Outros exemplos incluem a introdução simultânea de vários líquidos e gases na câmara para promover certas reações. Isto incluiria o fluxo de água na câmara com a introdução de gases tais como ar e/ou oxigênio e/ou ozônio, apenas para citar alguns. Também esta câmara pode ser usada para
15 induzir uma variedade de reações químicas tais como a decomposição de peróxido de hidrogênio, reações de polimerização de emulsão e a criação de emulsões para mecanismos de polimerização de emulsão.

Em outras aplicações, este sistema pode ser usado para a desaglomeração de partículas em um fluxo líquido. Isto incluiria a desaglomeração de nanopartículas tais como
20 pigmentos usados na formulação de tintas. Mais a formulação simultânea de uma tinta usando estas partículas de nanopigmentos. Este sistema pode também ter a exposição simultânea à luz ultravioleta (UV) para promover certas reações dos fluidos ou fluido/gás ou sistemas de fluido/gás/sólidos na câmara ultrassônica. Outra aplicação poderia ser no campo médico onde este sistema de mistura é usado na preparação de formulações farmacêuticas que são compostas de pós/líquidos e líquidos para dispensação para o uso.
25

Em particular, tais tratamentos de agitação se emprestam para sistemas de tratamento de fluxo do tipo contínuo em que o líquido é tratado enquanto se move continuamente pelo sistema, usualmente através de uma coluna ou câmara alongada. Agitando o líquido, a reação desejada (por exemplo, mistura ou outro resultado) pode ser despachada e, desse
30 modo, capaz de ser alcançada em uma operação de fluxo contínuo.

Agitação de um líquido pode ser referida como agitação estática, em que a agitação é causada pelos parâmetros de fluxo particulares (por exemplo, taxa de fluxo, pressão, etc.) do um ou mais componentes líquidos através de uma coluna. Agitação estática pode também ocorrer direcionando um fluxo de líquido passado em membros agitadores estacionários, tais como uma construção do tipo cata-vento helicoidal ou outras estruturas dispostas
35 na coluna de fluxo ou câmara que rompem e desse modo provocam turbulência do fluxo do

líquido a ser tratado. Agitação dinâmica é provocada mediante movimento, por exemplo, girando, oscilando, vibrando, etc. De um ou mais membros agitadores (por exemplo, cata-ventos, pás de hélice, etc.) dentro da câmara de tratamento através da qual o líquido flui.

Um tipo particularmente útil de agitação dinâmica do líquido resulta da cavitação ultrassônica, uma agitação mais rigorosa, no líquido. Cavitação ultrassônica refere-se à formação, crescimento e colapso implosivo de bolhas no líquido devido à energização ultrassônica do mesmo. Tal cavitação resulta de pontos fracos preexistentes no líquido, tais como fendas enchidas de gás na substância particulada suspensa ou microbolhas transientes dos eventos de cavitação anteriores. À medida que a ultrassom passa por um líquido, os ciclos de expansão exercem pressão negativa no líquido, puxando as moléculas para longe umas das outras. Onde a energia ultrassônica for suficientemente intensa, o ciclo de expansão cria cavidades no líquido quando a pressão negativa exceder a resistência à tração local do líquido, que varia de acordo com o tipo e pureza do líquido.

Bolhas de gás pequenas formadas pelas cavidades iniciais crescem sob absorção adicional da energia ultrassônica. Sob as condições apropriadas, estas bolhas sofrem um colapso violento, gerando pressões e temperaturas muito altas. Em alguns campos, tais como os conhecidos como sonoquímica, as reações químicas levam vantagem destas pressões e temperaturas altas tiradas através da cavitação. Porém, o crescimento e colapso violento das bolhas em si fornecem uma agitação desejavelmente rigorosa do líquido. Cavitação que ocorre na interface entre o líquido de modo ultrassônico energizado e uma superfície sólida é bastante assimétrica e gera jatos de velocidade alta do líquido, agitando também o líquido. Este tipo de cavitação é particularmente útil, por exemplo, facilitando uma mistura mais completa junto de dois ou mais componentes de uma solução líquida.

Outro exemplo de uma aplicação em que as substâncias são agitadas inclui a mistura de soluções que se separaram total ou parcial em componentes diferentes compondo a solução líquida. A separação pode ser dois ou mais líquidos que se separam em fases diferentes em que o(s) líquido(s) mais denso(s) repousará(ao) abaixo do(s) líquido(s) menos denso(s). A separação pode também ser onde um material particulado repousa abaixo do líquido. É comum que a solução líquida separada/parcialmente separada tenha que ser remisturada antes de poder ser usada.

Em ainda outro exemplo, algumas substâncias depositam-se com o passar do tempo. Ou seja, elas solidificam-se, parcialmente solidificam-se, ou tornam-se gelatinosas. Frequentemente estas substâncias têm que ser preparadas para fluir (por exemplo, menos viscosas) antes de elas poderem ser usadas. Tipicamente, estas substâncias são aquecidas usando um aquecedor externo em que uma fonte de aquecimento é colocada no lado de fora do recipiente retendo a substância. A fonte de calor é depois ativada para aquecer o recipiente e assim a substância. A substância, uma vez aquecida, torna-se mais preparada

para fluir. Porém, este tipo de processo de aquecimento pode ser relativamente lento e ineficiente.

Sumário

Em um aspecto, um sistema de tratamento ultrassônico para de modo ultrassônico tratar uma substância em geral compreende um corno ultrassônico alongado posicionável dentro da substância e excitável para vibrar de modo ultrassônico para energizar a substância. O corno tem um eixo geométrico longitudinal e uma superfície externa para contato com a substância. O sistema também compreende um membro agitador disposto no corno ultrassônico e girável ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno durante a vibração ultrassônica do corno para agitar a substância.

Em outro aspecto, um método de modo ultrassônico de tratar uma substância disposta dentro de um recipiente em geral compreende posicionar um corno ultrassônico dentro do recipiente com pelo menos uma porção do corno submersa na substância. O corno é de modo ultrassônico excitado para assim de modo ultrassônico energizar a substância. Um membro agitador é girado dentro da substância enquanto o corno ultrassônico é excitado para agitar a substância à medida que a substância é de modo ultrassônico energizada.

Breve Descrição dos Desenhos

Fig. 1 é um esquemático de um sistema de mistura de acordo com uma modalidade de um sistema para de modo ultrassônico tratar um líquido ilustrado na forma de um sistema de mistura de solução de tinta e incorporando uma câmara de tratamento ultrassônico para de modo ultrassônico tratar um líquido;

Fig. 2 é uma elevação lateral de uma câmara de tratamento ultrassônico para de modo ultrassônico tratar um líquido;

Fig. 3 é um corte transversal longitudinal (por exemplo, vertical) da câmara de tratamento ultrassônico da Fig. 2;

Fig. 3A é uma vista fragmentada aumentada de uma porção do corte transversal da Fig. 3;

Fig. 3B é uma vista de cima de topo de um colar que faz parte do alojamento da câmara de tratamento ultrassônico da Fig. 2;

Fig. 4 é uma perspectiva explodida de um conjunto de corno e um conjunto de defletor da câmara de tratamento ultrassônico da Fig. 2;

Fig. 5 é uma perspectiva frontal de uma modalidade alternativa de um conjunto de corno;

Fig. 6 é um corte transversal longitudinal fragmentado e aumentado similar ao da Fig. 3A mas ilustrando uma modalidade alternativa de um conjunto de defletor;

Fig. 7 é uma perspectiva frontal de outra modalidade alternativa de um conjunto de defletor;

Fig. 8 é uma vista explodida do mesmo;

Fig. 9 é um corte transversal longitudinal (por exemplo, vertical) do mesmo;

Fig. 10 é uma elevação lateral de um dispositivo de tratamento ultrassônico com partes do mesmo estando desintegradas para mostrar os componentes internos, o dispositivo de tratamento ultrassônico sendo suportado por uma estrutura de suporte; e

Fig. 11 é uma elevação lateral de um dispositivo de tratamento ultrassônico tendo outra modalidade.

Caracteres de referência correspondentes indicam partes correspondentes ao longo dos desenhos.

Descrição Detalhada

Com referência particular agora à Fig. 1, em uma modalidade, um sistema para de modo ultrassônico tratar um líquido em geral compreende uma câmara de tratamento ultrassônico, em geral indicada em 21, que é operável para de modo ultrassônico tratar um líquido. O termo "líquido" como aqui usado é intencionado referir-se a um líquido de componente simples, uma solução compreendida de dois ou mais componentes, em que pelo menos um dos componentes é um líquido tal como uma mistura de líquido-líquido, uma mistura de líquido-gás ou um líquido no qual a substância particulada é levada consigo, ou outros fluidos viscosos.

A câmara de tratamento ultrassônico 21 é ilustrada esquematicamente na Fig. 1 e também descrito aqui com referência em usar a câmara de tratamento em um sistema de mistura, em geral indicado em 23, usado para formar uma solução líquida misturando dois ou mais componentes, em que pelo menos um dos componentes é um líquido, aplicando energia ultrassônica à solução dentro da câmara, e mais particularmente a um tal sistema de mistura para formar uma solução de tinta líquida de dois ou mais componentes de tinta. Porém, é entendido que a câmara de tratamento ultrassônico 21 ilustrada e descrita aqui pode ser usada com sistemas de mistura para formar soluções líquidas diferentes de soluções de tintas líquidas. É também entendido que a câmara de tratamento ultrassônico 21 pode ser usada em sistemas de tratamento ultrassônico de líquido diferente para mistura mas onde agitação ultrassônica do líquido compreende pelo menos em parte o tratamento desejado do líquido.

Em particular, a câmara de tratamento ultrassônico 21 é adequada para o uso em sistemas de tratamento de líquido em que agitação ultrassônica do líquido é desejada em um processo de fluxo contínuo em-linha, por exemplo, em que o fluido flui continuamente através da câmara. Exemplos de outros usos contemplados da câmara de tratamento ultrassônico incluem, sem limitação, mistura de soluções, pinturas e outros materiais viscosos (por exemplo, diferentes de soluções de tinta); processamento e tratamento alimentícios; soluções de desgasificação (por exemplo, gases dissolvidos extraído de soluções líquidas

tais como oxigênio, nitrogênio, amônia, etc.); e intensificação de reações químicas, por exemplo, como é comum em sonoquímica onde excitação é dada a uma reação química para despachar a reação. É contemplado, entretanto, que a câmara de tratamento 21 pode ser usada em um sistema de tratamento de líquido em que o líquido é tratado de acordo com um processo de batelada em vez de um processo de fluxo contínuo e permanece com o escopo desta invenção.

Exemplos adicionais de usos de mistura contemplados para a câmara de tratamento ultrassônico 21 incluem, sem limitação, mistura de resinas e agentes de cura para a indústria de plástico; mistura de pastas de polpa com aditivos químicos tais como agentes alvejantes, agentes de resistência à umidade, amidos, tinturas, enzimas, enchedores, agentes antilodo, aditivos de silicone, etc.; mistura dos compostos usados nas indústrias de papel e tecido, tais como pastas de argila para revestimentos, aditivos poliméricos tais como resinas de resistência à umidade, suspensões de amido, compostos de silicone, loções, suspensões de enchedor, etc.; mistura de resinas e corantes, enchedores, e outros compostos; mistura de fases imiscíveis para preparar emulsões, tais como emulsões alimentícias (por exemplo, para produtos bloqueadores solares, loções de mão, compostos de batom, etc.), cosméticos, agentes de limpeza (incluindo nanoemulsões de óleo e água), compostos farmacêuticos, etc; e mistura de corantes e outros compostos para formar cosméticos tais como tinturas de cabelo.

Outros usos contemplados da câmara de tratamento ultrassônico 21 incluem, sem limitação, desgasificação de uma mistura para simplificar o tratamento subsequente e reduzir a formação de vácuo; remoção de tinta de fibras recicladas de fabrico de papel, em que a energia ultrassônica pode ajudar na remoção das tintas (particularmente na presença de enzimas, detergentes, ou outros químicos); hidrogenação de óleos, queijo, ou outros produtos alimentícios, em que gás e pastas ou líquidos devem ser misturados; homogeneização de leite e outros compostos; incorporação em biorreatores e unidades de fermentação, em que células delicadas devem ser misturadas com nutrientes e outros compostos sem cisalhamento mecânico intenso, que poderia danificar as células; tratamento de água residual e/ou adubo, em que uma variedade de aditivos e bolhas de ar podem necessitar ser misturados com uma pasta; fabricação de petroquímicos tais como misturas de lubrificante, misturas de gasolina, misturas de cera, etc., e compostos derivados dos petroquímicos; processamento de pasta (por exemplo, misturar combinações de agentes a ser adicionados à farinha ou processar a própria pasta, que pode resultar em decomposição melhorada do glúten etc.). A câmara de tratamento ultrassônico 21 pode também ser usada em reatores químicos que envolvem fases simples ou múltiplas, incluindo pastas.

Em outros usos contemplados, a câmara de tratamento ultrassônico 21 pode ser usada para remover bolhas de gás capturadas de soluções de revestimento que são usadas

para revestimento por relevo, revestimento com barra Meyer ou qualquer outra aplicação de revestimento onde for desejável remover bolhas de ar de uma solução.

Na modalidade ilustrada da Fig. 1, a câmara de tratamento ultrassônico 21 é em geral alongada e tem uma extremidade de entrada geral 25 (uma extremidade inferior na orientação da modalidade ilustrada) e uma extremidade de saída geral 27 (uma extremidade superior na orientação da modalidade ilustrada). O sistema 23 é configurado de modo que fluído entra na câmara de tratamento 21 em geral na extremidade de entrada 25 da mesma, flui em geral longitudinalmente para dentro da câmara (por exemplo, para cima na orientação da modalidade ilustrada) e sai da câmara em geral na extremidade de saída da câmara.

Os termos “superior” e “inferior” são aqui usados de acordo com a orientação vertical da câmara de tratamento ultrassônico 21 ilustrada nos vários desenhos e não são intencionados a descrever uma orientação necessária da câmara em uso. Isto é, embora a câmara 21 seja mais adequadamente orientada de modo vertical, com a extremidade de saída 27 da câmara acima da extremidade de entrada 25, como ilustrado nos vários desenhos, é entendido que a câmara pode ser orientada com a extremidade de entrada acima da extremidade de saída, ou pode ser orientada diferente de que em uma orientação vertical e permanece dentro do escopo desta invenção.

Os termos axial e longitudinal se referem direcionalmente aqui à direção longitudinal da câmara 21 (por exemplo, extremidade-à-extremidade, tal como a direção vertical nas modalidades 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 usados em referência a uma direção transversal à direção axial da câmara de tratamento ultrassônico 21, com o termo interno referindo a uma direção para o interior da câmara (por exemplo, para o eixo geométrico longitudinal da câmara) e o termo externo referindo a uma direção para o exterior da câmara (por exemplo, longe do eixo geométrico longitudinal da câmara).

A extremidade de entrada 25 da câmara de tratamento ultrassônico 21 está em comunicação fluida com um sistema de liberação adequado, em geral 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 mistura de solução de tinta líquida ilustrado 23 da Fig. 1, o sistema de liberação 29 compreende uma pluralidade de bombas 31 (tais como uma bomba para cada componente de tinta a ser misturado) operável para bombear os respectivos componentes de uma fonte correspondente (ilustrada esquematicamente na Fig. 1 como número de referência 32 da mesma) para a extremidade de entrada 25 da câmara 21 por meio de conduítes adequados (ilustrados esquematicamente na Fig. 1 como número de referência 33). Como um exemplo, quatro tais bombas 31, fontes de componente e conduítes correspondentes 33 são mostrados na Fig. 1 para liberar uma combinação de

componentes de tinta incluindo, por exemplo componentes usados para formar uma solução de tinta pigmentada tal como, sem limitação, uma dispersão de pigmento, água, glicerina, um aglutinante, um tensoativo e/ou um biocida, ou componentes para formar uma solução de tinta reativa tal como, sem limitação, uma tintura ou lago, água, glicerina, um tensoativo, um biocida e um aglutinante, ou componentes para formar outras soluções de tinta líquida.

Entende-se que o sistema de liberação 29 pode ser configurado para liberar menos que quatro (incluindo um), ou mais de quatro componentes à câmara de tratamento 21 sem abandono do escopo desta invenção. É também contemplado que sistemas de liberação diferentes daqueles ilustrados na Fig. 1 e descritos aqui podem ser usados para liberar um ou mais componentes para a extremidade de entrada 25 da câmara de tratamento ultrassônico 21 sem abandono do escopo desta invenção.

O sistema de mistura de tinta 23 da modalidade ilustrada também compreende um sistema de pós-processamento, em geral indicado em 35, em comunicação fluida com a extremidade de saída 27 da câmara de tratamento ultrassônico 21 para processar solução líquida (por exemplo, a solução de tinta) após a solução líquida sair da câmara. O sistema de mistura 23 ilustrado compreende um ou mais calibradores de pressão de 37 (dois são ilustrados na Fig. 1) para monitorar a pressão do líquido no sistema de mistura. Uma ou mais unidades de filtro 39a, 39b podem também ser dispostas a jusante ao longo da trajetória de fluxo da solução líquida da câmara de tratamento 21 para filtrar o material particulado, tal como sujeira, restos ou outros contaminantes que possam estar presentes na solução líquida (por exemplo, de estar inicialmente presente em um ou mais dos componentes liberados para a câmara) da solução líquida. Por exemplo, na modalidade ilustrada, uma primeira unidade de filtro 39a é construída para filtrar a jusante partículas de tamanho maior que cerca de 0,5 micron e uma segunda unidade de filtro 39b da primeira unidade de filtro é construída para também filtrar partículas de tamanho maior que cerca de 0,2 micron. Porém, é entendido que apenas uma, ou mais que duas unidades de filtro 39a, 39b, podem ser usadas, ou que as unidades de filtro podem ser omitidas completamente, sem abandono do escopo desta invenção.

Ainda referindo à Fig. 1, o sistema de pós-processamento 35 pode também compreender uma unidade de desgasificação e remoção de bolhas 41 que é operável para remover bolhas de gás da solução líquida (por exemplo, a solução de tinta) após o tratamento ultrassônico na câmara de tratamento 21. Em uma modalidade particularmente adequada, a unidade de desgasificação e remoção de bolhas 41 compreende um contactor de membrana convencional. A construção e operação dos contactores de membrana são bem conhecidas àqueles versados na técnica e não são descritas, portanto em outro detalhe aqui. Um exemplo de um contactor de membrana adequado é aquele disponível de Membrana of Charlotte, Carolina do Norte, U.S.A sob o nome comercial SuperPhobic. Uma ou mais unidades de

sensor 43 podem também ser fornecidas para monitorar várias características da solução líquida (por exemplo, a solução de tinta) tal como, sem limitação, pH, condutividade, viscosidade, temperatura, cor, tensão de superfície e outras características.

Seguindo pós-processamento, o líquido tratado pela câmara de tratamento ultrassônico 21 pode ser direcionado para um recipiente de armazenamento ou dispositivo operacional (qualquer um deste é indicado esquematicamente pelo número de referência simples 45) tendo quaisquer de várias aplicações. Por exemplo, o sistema de mistura de solução de tinta líquida 23 da Fig. 1 pode liberar solução de tinta diretamente em uma cabeça a jato de tinta para liberação contínua da solução de tinta sobre substratos, ou bombeada diretamente em um revestidor, tal como uma matriz de ranhura, gravura, tela de seda, barra de Meyer, laminador, pulverização ou outro revestidor adequado para o uso em revestir substratos com solução de tinta. Exemplos de outras aplicações incluem, sem limitação, a liberação do líquido tratado a um bico de pulverização para atomização, ou a liberação do líquido tratado a uma moldagem por injeção ou uma moldagem por injeção reativa. Qualquer sistema (não mostrado) usado para liberar o líquido tratado a um aplicador pode ser disposto a jusante do sistema de pós-processamento (tal como sistema de pós-processamento 35), ou o sistema de pós-processamento pode ser omitido e um sistema (não mostrado) pode comunicar-se diretamente com a porta de saída 65 da câmara 21 para liberar o líquido tratado a um aplicador subsequente.

Com referência agora à Fig. 2, a câmara de tratamento ultrassônico 21 do sistema de tratamento de líquido 23 compreende um alojamento 51 que define um espaço interior 53 da câmara através daquele líquido liberado aos fluxos da câmara da extremidade de entrada 25 para a extremidade de saída 27 da mesma. O alojamento 51 adequadamente compreende um tubo alongado 55 em geral definindo, pelo menos em parte, uma parede lateral 57 da câmara 21. O tubo 55 pode ter uma ou mais portas de entrada (uma tal porta de entrada sendo ilustrada na Fig. 2 e indicada em 59) formada ela através da qual um ou mais componentes a ser tratados dentro da câmara 21 são liberados ao espaço interior 53 da mesma. Na modalidade ilustrada, o alojamento 51 também compreende um colar de entrada 61 que é conectado e montado em uma extremidade do tubo 55 para também definir (junto com a porta de entrada 59) a extremidade de entrada 25 da câmara 21.

O alojamento 51 também compreende um fechamento 63 conectado e substancialmente fechando a extremidade longitudinalmente oposta da parede lateral 57, e tendo pelo menos uma porta de saída 65 nesta para em geral definir a extremidade de saída 27 da câmara de tratamento 21. A parede lateral 57 (por exemplo, definida pelo tubo alongado 55) da câmara 21 tem uma superfície interna 67 que junto com o colar 61 e o fechamento 63 define o espaço interior 53 da câmara. Na modalidade ilustrada, o tubo 55 é em geral cilíndrico de forma que a parede lateral da câmara 57 é em geral anular em corte transversal. Porém, é

contemplado que o corte transversal da parede lateral da câmara 57 pode ser diferente de anular, tal como poligonal ou outra forma adequada, e permanece dentro do escopo desta invenção. A parede lateral da câmara 57 da câmara ilustrada 21 é adequadamente construída de um material transparente, embora se entenda que qualquer material adequado possa ser usado contanto que o material seja compatível com os componentes líquidos que são tratados na câmara, a pressão na qual a câmara é intencionada a operar, e outras condições ambientais dentro da câmara tais como temperatura.

Com referência particular à Fig. 3B, o colar de entrada 61 na extremidade de entrada 25 da câmara 21 é em geral anular e tem pelo menos uma, e mais adequadamente uma pluralidade de portas de entrada 69a, 69b formadas na mesma para receber os componentes da solução líquida no espaço interior 53 da câmara 21. Pelo menos uma porta de entrada 69a é orientada em geral de forma tangencial com relação ao colar anular 61 de forma que o líquido flui para dentro do espaço interior 53 da câmara 21 em geral tangencialmente a esta para dar uma ação de rotação ao líquido à medida que entra na câmara. Mais adequadamente, na modalidade ilustrada, um par de portas de entrada 69a, 69b é disposto em alinhamento paralelo com cada e estende-se em geral tangencialmente com relação ao colar anular 61, com uma porta 69a sendo designada aqui como a porta de entrada externa e a outra porta 69b que é designada a porta de entrada interna.

Este arranjo de porta de entrada tangencial dual 69a, 69b é particularmente útil para iniciar a mistura de dois ou mais componentes antes da solução líquida ser também submetida ao tratamento ultrassônico dentro da câmara 21. Em um uso particularmente adequado deste arranjo onde o líquido a ser tratado na câmara 21 compreende dois ou mais líquidos, o líquido tendo a viscosidade mais baixa é direcionado para fluir para dentro da câmara por meio da porta de entrada externa 69a enquanto o líquido tendo a viscosidade mais alta é direcionada para fluir para dentro da câmara por meio da porta de entrada interna 69b. O fluxo do ingrediente de viscosidade inferior através da porta de entrada externa 69a tem uma tendência de puxar o ingrediente de viscosidade mais alta para o espaço interior 53 da câmara 21 para acelerar a taxa na qual o ingrediente de viscosidade mais alta é introduzido na câmara.

Esta ação, combinada com a ação de rotação resultante da direção tangencial em que os componentes líquidos são direcionados para a câmara 21, para facilitar uma mistura inicial destes dois componentes antes da solução líquida fluir também através da câmara para tratamento ultrassônico. Se componentes adicionais forem para ser adicionados à mistura, tais componentes podem ser liberados no espaço interior 53 da câmara 21 por meio da porta de entrada 59 formada na parede lateral da câmara 57. Na modalidade ilustrada, o colar 61 também tem um grupo tangencial adicional de portas de entrada e um par de portas de entrada em geral verticalmente orientadas 71. Porém, é entendido que nenhuma das

portas 69a, 69b necessitam ser orientadas tangencialmente com relação ao colar 61 para permanecer dentro do escopo desta invenção. É também contemplado que o colar 61 pode ser omitido completamente de modo que todos os componentes a ser misturados são liberados à porta de entrada 59 formada na parede lateral da câmara 57.

Um conjunto de guia de onda ultrassônico, em geral indicado em 101, estende-se longitudinalmente pelo menos em parte dentro do espaço interior 53 da câmara 21 para de modo ultrassônico energizar o líquido (e qualquer outro componente da solução líquida) fluindo através do espaço interior 53 da câmara. Em particular, o conjunto de guia de onda ultrassônico 101 da modalidade ilustrada estende-se longitudinalmente da extremidade inferior ou de entrada 25 da câmara 21 para cima para dentro do espaço interior 53 da mesma para uma extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda disposto intermediário na porta de entrada superior (por exemplo, porta de entrada 59 onde está presente, ou do contrário, portas de entrada 69a, 69b). Mais adequadamente, o conjunto de guia de onda 101 é montado, direta ou indiretamente, no alojamento da câmara 51 como será descrito depois aqui.

O conjunto de guia de onda ultrassônico 101 compreende adequadamente um conjunto de corno alongado, em geral indicado em 105, disposto completamente com o espaço interior 53 do alojamento 51 intermediário à porta de entrada superior e à porta de saída para submersão completa dentro o líquido sendo tratado dentro da câmara 21, e mais adequadamente é alinhado coaxialmente com a parede lateral da câmara 57. O conjunto de corno 105 tem uma superfície externa 107 que junto com a superfície interna 67 da parede lateral 57 uma trajetória de fluxo define dentro do espaço interior 53 da câmara 21 ao longo da qual componentes líquidos e outros fluem além do conjunto de corno dentro da câmara (esta porção da trajetória de fluxo sendo amplamente referida aqui como a zona de tratamento ultrassônico). O conjunto de corno 105 tem uma extremidade superior 109 que define uma extremidade terminal do conjunto de corno (e, portanto, a extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda) e uma extremidade inferior 111 longitudinalmente oposta. O conjunto de guia de onda 101 da modalidade ilustrada também compreende um intensificador 113 coaxialmente alinhado e conectado a uma extremidade superior do mesmo à extremidade inferior 111 do conjunto de corno 105. Porém, é entendido que o conjunto de guia de onda 101 pode compreender apenas o conjunto de corno 105 e permanece dentro do escopo desta invenção. É também contemplado que o intensificador 113 pode ser disposto completamente exterior ao alojamento da câmara 51, com o conjunto de corno 105 montado no alojamento da câmara 51 sem abandono do escopo desta invenção.

O conjunto de guia de onda ultrassônico 101, e mais particularmente o intensificador 113 na modalidade ilustrada da Fig. 3, é adequadamente montado no alojamento da câmara 51, por exemplo, no tubo 55 que define a parede lateral da câmara 57, na extremi-

dade superior do mesmo por um membro de montagem 115 que é configurado para de modo vibratório isolar o conjunto de guia de onda (que vibra de modo ultrassônico durante a operação do mesmo) do alojamento de câmara de tratamento ultrassônico. Ou seja, o membro de montagem 115 inibe a transferência de vibração mecânica longitudinal e transversal do conjunto de guia de onda 101 para o alojamento da câmara 51 mantendo a posição transversal desejada do conjunto de guia de onda (e em particular o conjunto de corno 105) dentro do espaço interior 53 do alojamento da câmara e permitindo deslocamento longitudinal e transversal do conjunto de corno dentro do alojamento de câmara. Na modalidade ilustrada, o membro de montagem 115 também pelo menos em parte (por exemplo, junto com o intensificador 113) fecha a extremidade de entrada 25 da câmara 21.

Como um exemplo, o membro de montagem 115 da modalidade ilustrada em geral compreende um segmento externo anular 117 estendendo-se transversal ao conjunto de guia de onda 101 em relação transversamente espaçada com este, e um membro de flange 119 que interconecta o segmento externo ao conjunto de guia de onda. Embora o membro de flange 119 e o segmento externo transversal 117 do membro de montagem 115 estendam-se continuamente ao redor da circunferência do conjunto de guia de onda 101, é entendido que um ou mais destes elementos podem ser descontínuos ao redor do conjunto de guia de onda tal como da maneira de raios de roda, sem abandono do escopo desta invenção. O segmento externo 117 do membro de montagem 115 é particularmente configurado para assentar-se contra um ombro 121 formado pelo colar de entrada 61.

Como melhor visto na Fig. 6, a dimensão transversal interna (por exemplo, diâmetro interno) do colar 61 é escalonado para fora à medida que o colar estende-se longitudinalmente para baixo longe da parede lateral da câmara 57 para acomodar o membro de flange 119. Em uma modalidade particularmente adequada, o colar 61 é suficientemente dimensionado para ser espaçado transversalmente do membro de flange 119 para definir um intervalo em geral anular 123 entre eles em que líquido liberado à câmara 21 por meio das portas de entrada 69a, 69b do colar entra no espaço interior 53 da câmara. Este intervalo anular 123 também facilita a ação de rotação do líquido sob entrada dentro da câmara 21 por meio das portas de entrada do colar 69a, 69b.

O membro de montagem 115 é adequadamente dimensionado em corte transversal de forma que pelo menos uma margem de borda externa do segmento externo 117, e mais adequadamente uma porção transversal substancial do segmento externo é assentada no ombro 121 formado no colar 61. Um sistema de fixação adequado (não mostrado), tal como uma pluralidade de parafusos e porcas correspondentes (não mostradas), prendem o segmento externo 117 do membro de montagem 115 ao ombro 121 formado pelo colar 61 para assim conectarem o intensificador 113 (e mais amplamente o conjunto de guia de onda 101) ao alojamento da câmara 51.

O membro de flange 119 pode ser adequadamente construído relativamente mais fino que o segmento externo 117 do membro de montagem 115 para facilitar flexão e/ou curvatura do membro de flange 119 em resposta à vibração ultrassônica do conjunto de guia de onda 101. Como um exemplo, em uma modalidade, a espessura do membro de flange 119 pode ser na faixa de cerca de 0,2 mm a cerca de 5 mm, e mais adequadamente cerca de 2,5 mm. O membro de flange 119 do membro de montagem 115 ilustrado tem um componente transversal interno 125 adequadamente conectado ao conjunto de guia de onda 101 e estendendo-se em geral transversalmente para fora dele 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 e junto com o componente interno transversal em geral formando um corte transversal em geral em forma de L do membro de flange 119. Porém, é contemplado que o membro de flange 119 pode do contrário ter um corte transversal em geral em forma de U ou outra forma transversal adequada tal como uma forma H, uma forma I, uma forma U invertida e outros e permanece dentro do escopo desta invenção. Exemplos adicionais de configurações adequadas do membro de montagem 115 são ilustrados e descritos na patente U. S. No. 6.676.003, a revelação inteira desta é incorporada aqui por referência à medida que é consistente com esta.

O componente longitudinal 127 do membro de flange ilustrado 119 é adequadamente posicionado em balanço ao segmento externo transversal 117 e ao componente interno transversal 125 do membro de flange, enquanto o componente interno do membro de flange é colocado em balanço ao conjunto de guia de onda 101. Consequentemente, o membro de flange 119 é capaz de dinamicamente flexionar-se e/ou curvar-se com relação ao segmento externo 117 do membro de montagem 115 em resposta ao deslocamento vibratório do conjunto de guia de onda 101 para assim isolar o alojamento da câmara 51 de deslocamento transversal e longitudinal do conjunto de guia de onda.

Embora na modalidade ilustrada o segmento externo transversal 117 do membro de montagem 115 e o componente interno transversal 125 do membro de flange 119 estejam dispostos em geral em localizações longitudinalmente descentradas com relação um ao outro, é entendido que eles podem ser dispostos em geral na mesma localização (por exemplo, onde o membro de flange for em geral em forma de U em corte transversal) ou em localizações diferentes daquelas ilustradas na Fig. 3) sem abandono do escopo desta invenção.

Em uma modalidade particularmente adequada, o membro de montagem 115 é de construção de pedaço simples. Até mesmo mais adequadamente, o membro de montagem 115 pode ser formado integralmente com o intensificador 113 (e mais amplamente com o conjunto de guia de onda 101) como ilustrado na Fig. 3. Porém, é entendido que o membro de montagem 115 pode ser construído separado do conjunto de guia de onda 101 e perma-

nece dentro do escopo desta invenção. É também entendido que um ou mais componentes do membro de montagem 115 podem ser separadamente construídos e adequadamente conectados ou do contrário montados entre eles.

Em uma modalidade adequada, o membro de montagem 115 é construído também para ser em geral rígido (por exemplo, resistente ao deslocamento estático sob carga) para reter o conjunto de guia de onda 101 em alinhamento apropriado dentro do espaço interior 53 da câmara 21. Por exemplo, o membro de montagem rígido 115, em uma modalidade, pode ser construído de um material não-elastomérico, mais adequadamente metal, e até mesmo mais adequadamente o mesmo metal que do intensificador 113 (e mais amplamente o conjunto de guia de onda 101) é construído. Porém, o termo rígido não é intencionado significar que o membro de montagem 115 seja incapaz de flexão e/ou curvatura dinâmicas em resposta à vibração ultrassônica do conjunto de guia de onda 101. Em outras modalidades, o membro de montagem rígido 115 pode ser construído de um material elastomérico que é suficientemente resistente ao deslocamento estático sob carga, mas é do contrário capaz de flexão e/ou curvatura dinâmicas em resposta à vibração ultrassônica do conjunto de guia de onda 101. Embora o membro de montagem 115 ilustrado na Fig. 3 seja construído de um metal, e mais adequadamente construído do mesmo material que o intensificador 113, é contemplado que o membro de montagem possa ser construído de outros materiais rígidos em geral adequados sem abandono do escopo desta invenção.

Um sistema de acionamento ultrassônico adequado 131 (mostrado esquematicamente na Fig. 1) incluindo pelo menos um excitador (não mostrado) e uma fonte de alimentação (não mostrada) é disposto exterior da câmara 21 e operativamente conectado ao intensificador 113 (e mais amplamente ao conjunto de guia de onda 101) para energizar o conjunto de guia de onda para vibrar de modo ultrassônico mecanicamente. Exemplos de sistemas de acionamento ultrassônico adequados 131 incluem um sistema Modelo 20A3000 disponível de Dukane Ultrasonics de St. Charles, Illinois, e um sistema Modelo 2000CS disponível de Herrmann Ultrasonics de Schaumburg, Illinois.

Em uma modalidade, o sistema de acionamento 131 é capaz de operar o conjunto de guia de onda 101 a uma frequência na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 100kHz, mais adequadamente na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 60 kHz, e até mesmo mais adequadamente na faixa de cerca de 20 kHz a cerca de 40 kHz. Tais sistemas de acionamento ultrassônico 131 são bem conhecidos àqueles versados na técnica e não necessitam ser também descritos aqui.

Com referência particular à Fig. 3, o conjunto de corno 105 compreende um corno alongado em geral cilíndrico 133 tendo uma superfície externa 135, e dois ou mais (isto é, uma pluralidade de) membros agitadores 137 conectados ao corno e estendendo-se pelo menos em parte transversalmente para fora da superfície externa do corno em relação longi-

tudinalmente espaçada um com outro. O corno 133 é adequadamente dimensionado para ter um comprimento igual a cerca de meio comprimento de onda ressonante (do contrário comumente referido como metade do comprimento de onda) do corno. Em uma modalidade particular, o corno 133 é configurado para ressonar nas faixas de frequência ultrassônica adequada previamente recitada, e adequadamente em 20 kHz. Por exemplo, o corno 133 pode ser adequadamente construído de uma liga de titânio (por exemplo, Ti6Al4V) e dimensionado para ressonar em 20 kHz. A metade do comprimento de onda no corno 133 operando em tais frequências desse modo tem um comprimento (correspondendo à metade do comprimento de onda) na faixa de cerca de 101,6 mm (4 polegadas) a cerca de 152,4 mm (6 polegadas), mais adequadamente na faixa de cerca de 114,3 mm (4,5 polegadas) a cerca de 139,7 mm (5,5 polegadas), até mesmo mais adequadamente na faixa de cerca de 127,0 mm (5,0 polegadas) a cerca de 139,7 mm (5,5 polegadas), e adequadamente um comprimento de cerca de 133,4 mm (5,25 polegadas). Porém, é entendido que a câmara de tratamento ultrassônico 21 pode incluir um conjunto de corno 105 em que o corno 133 é dimensionado para ter qualquer incremento da metade de comprimento de onda sem abandono do escopo desta invenção.

Na modalidade ilustrada, os membros de agitação 137 compreendem uma série de seis anéis em forma de arruela que se estendem continuamente entre si ao redor da circunferência do membro de corno 133 em relação longitudinal e transversalmente espaçada (por exemplo, radialmente na modalidade ilustrada) para fora da superfície externa do corno. Nesta maneira, o deslocamento vibracional de cada um dos membros de agitação 137 com relação ao corno 133 é relativamente uniforme ao redor da circunferência do corno. Porém, é entendido que os membros agitadores 137 não necessitam cada um ser contínuo ao redor da circunferência do corno 133. Por exemplo, os membros de agitação 137 podem ser do contrário na forma de raios, lâminas, alhetas ou outros membros estruturais distintos que se estendem transversalmente para fora da superfície externa 135 do corno 133.

Para fornecer um exemplo dimensional, para o corno 133 da modalidade ilustrada da Fig. 3 tendo um comprimento de cerca de 133,4 mm (5,25 polegadas), um dos anéis 137 é adequadamente disposto adjacente à extremidade terminal do corno 133 (e consequentemente do conjunto de guia de onda 101), e mais adequadamente é longitudinalmente espaçado cerca de 1,6 mm (0,063 polegada) da extremidade terminal do membro de corno. Em outras modalidades, o anel superior 137 pode ser disposto na extremidade terminal do corno e permanecer dentro do escopo desta invenção. Os anéis 137 são cada cerca de 3,2 mm (0,125 polegada) em espessura e é longitudinalmente espaçado um do outro (entre as superfícies de revestimento dos anéis) a uma distância de cerca de 22,2 mm (0,875 polegada).

É entendido que o número de membros agitadores 137 (por exemplo, os anéis na

modalidade ilustrada) pode ser menos ou mais que seis sem abandono do escopo desta invenção. É também entendido que o espaçamento longitudinal entre os membros de agitação 137 pode ser diferente como ilustrado na Fig. 3 e descrito acima (por exemplo, ou mais próximo ou mais espaçado uns dos outros). Embora os anéis 137 ilustrados na Fig. 3 sejam igualmente de modo longitudinal espaçados um do outro, é contemplado alternativamente que onde mais de dois membros agitadores estiverem presentes o espaçamento entre os membros agitadores longitudinalmente sucessivos não necessita ser uniforme para permanecer dentro do escopo desta invenção.

Em particular, as localizações dos membros de agitação 137 são pelo menos em parte uma função do deslocamento vibratório intencionado dos membros agitadores sob vibração do corno 133. Por exemplo, na modalidade ilustrada, o corno 133 tem uma região nodal localizada em geral de modo longitudinal centralmente do corno (por exemplo, entre os terceiro e quarto anéis). Como aqui usado, a “região nodal” do corno 133 refere-se a uma região ou segmento longitudinal do membro de corno ao longo do qual pequeno deslocamento longitudinal (ou nenhum) ocorre durante a vibração ultrassônica do corno e deslocamento transversal (por exemplo, radial na modalidade ilustrada) do corno é em geral maximizado. Deslocamento transversal do corno 133 adequadamente compreende expansão transversal do corno mas pode também incluir movimento transversal (por exemplo, curvatura) do corno.

Na modalidade ilustrada, a configuração do corno de meio comprimento de onda 133 é de modo que a região nodal particularmente definida em um plano nodal (isto é, um plano transversal ao membro de corno ao qual nenhum deslocamento longitudinal ocorre enquanto deslocamento transversal é em geral maximizado) está presente. Este plano é também às vezes referido como um ponto nodal. Consequentemente, os membros agitadores 137 (por exemplo, na modalidade ilustrada, os anéis) que estão dispostos longitudinalmente também da região nodal do corno 133 experimentarão deslocamento primariamente longitudinal enquanto os membros agitadores que estão longitudinalmente mais próximos da região nodal experimentarão uma quantidade aumentada de deslocamento transversal e uma quantidade diminuída de deslocamento longitudinal com relação aos membros agitadores longitudinalmente distais.

É entendido que o corno 133 pode ser configurado de forma que a região nodal seja diferente de centralmente localizada longitudinalmente no membro de corno sem abandono do escopo desta invenção. É também entendido que um ou mais dos membros de agitação 137 podem ser localizados longitudinalmente no corno para experimentar deslocamento longitudinal e transversal com relação ao corno sob vibração ultrassônica do conjunto de corno 105.

Ainda referindo à Fig. 3, os membros de agitação 137 são suficientemente constru-

idos (por exemplo, em material e/ou dimensão tal como espessura e comprimento transversal, que é a distância que o membro agitador estende-se transversalmente para fora da superfície externa 135 do corno 133) para facilitar o movimento dinâmico, e em particular flexão/curvatura dinâmicas dos membros agitadores em resposta à vibração ultrassônica do membro de corno. Em uma modalidade particularmente adequada, para uma frequência de modo ultrassônico dada conjunto de guia de onda 101 será operado na câmara ultrassônica (do contrário referida aqui como a frequência predeterminada do conjunto de guia de onda) e um líquido particular a ser tratado dentro da câmara 21, os membros de agitação 137 e o corno 133 são adequadamente construídos e dispostos para operar os membros agitadores em que é referido aqui como um modo de cavitação ultrassônica na frequência predeterminada.

Como aqui usado, o modo de cavitação ultrassônica dos membros agitadores refere-se ao deslocamento vibracional dos membros agitadores suficiente para resultar em cavitação (isto é, a formação, crescimento, e colapso implosivo das bolhas em um líquido) do líquido sendo tratado na frequência ultrassônica predeterminada. Por exemplo, onde o líquido que flui dentro da câmara compreender uma solução aquosa, e mais particularmente água, e a frequência ultrassônica na qual o conjunto de guia de onda 101 é para ser operado (isto é, a frequência predeterminada) é cerca de 20 KHZ, um ou mais dos membros de agitação 137 são adequadamente construídos para fornecer um deslocamento vibracional de pelo menos 1,75 mils (isto é, 0,044 mm, ou 0,00175 polegada) para estabelecer um modo de cavitação dos membros agitadores. É entendido que o conjunto de guia de onda 101 pode ser configurado diferentemente (por exemplo, em material, tamanho, etc.) para alcançar um modo de cavitação desejado associado ao líquido particular sendo tratado. Por exemplo, à medida que a viscosidade do líquido sendo tratado altera, o modo de cavitação dos membros agitadores pode necessitar ser alterado.

Em modalidades particularmente adequadas, o modo de cavitação dos membros agitadores corresponde a um modo ressonante dos membros agitadores por meio do qual deslocamento vibracional dos membros agitadores é amplificado com relação ao deslocamento do corno. Porém, é entendido que cavitação pode ocorrer sem os membros agitadores operando em seu modo ressonante, ou até mesmo em um deslocamento vibracional que é maior que o deslocamento do corno, sem abandono do escopo desta invenção.

Em um exemplo dimensional adequado, uma razão do comprimento transversal de pelo menos um e mais adequadamente todos os membros de agitação 137 para a espessura do membro agitador é na faixa de cerca de 2:1 a cerca de 6:1. Como outro exemplo, os anéis 137 ilustrados na Fig. 3 cada um estende-se transversalmente para fora da superfície externa 135 do corno 133 em um comprimento de cerca de 12,7 mm (0,5 polegada) e a espessura de cada anel é cerca de 3,2 mm (0,125 polegada), de forma que a razão de com-

primento transversal para espessura de cada anel é cerca de 4:1. É entendido, porém que a espessura e/ou o comprimento transversal dos membros de agitação 137 podem ser diferentes daqueles dos anéis ilustrados na Fig. 3 sem abandono do escopo desta invenção. Também, embora os membros de agitação 137 (anéis) da modalidade ilustrada cada têm o mesmo comprimento transversal e espessura, é entendido que os membros agitadores podem ter espessuras e/ou comprimentos transversais diferentes.

Na modalidade ilustrada, o comprimento transversal do membro de agitação 137 também pelo menos em parte define o tamanho (e pelo menos em parte a direção) da trajetória do fluxo ao longo da qual os componentes fluíveis líquidos ou outros no espaço interior 53 da câmara 21 fluem além do conjunto de corno 105. Por exemplo, o corno 133 ilustrado na Fig. 3 tem um raio de cerca de 22,2 mm (0,875 polegada) e o comprimento transversal de cada anel 137 é, como debatido acima, cerca de 12,7 mm (0,5 polegada). O raio da superfície interna 67 da parede lateral do alojamento 57 é cerca de 44,5 mm (1,75 polegada) de forma que o espaçamento transversal entre cada anel e a superfície interna da parede lateral de alojamento é cerca de 9,5 mm (0,375 polegada). É contemplado que o espaçamento entre a superfície externa do corno 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 de câmara pode ser maior ou menor que descrito acima sem abandono do escopo desta invenção.

Em geral, o corno 133 pode ser construído de um metal tendo propriedades acústicas e mecânicas adequadas. Exemplos de metais adequados para construção do corno 133 incluem, sem limitação, alumínio, monel, titânio, aço inoxidável, e alguns aços de liga. É também contemplado que todo ou parte do corno 133 pode ser revestida com outro metal tal como prata, platina e cobre para mencionar alguns. Em uma modalidade particularmente adequada, os membros de agitação 137 são construídos do mesmo material que o corno 133, e é formado mais de modo adequado integralmente com o corno. Em outras modalidades, um ou mais dos membros de agitação 137 podem ser formados do contrário separados do corno 133 e conectados a este para formar o conjunto de corno 105.

Embora os membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis) ilustrados na Fig. 3 sejam relativamente planos, isto é, relativamente retangulares em corte transversal, é entendido que os anéis podem ter um corte transversal que seja diferente de retangular sem abandono do escopo desta invenção. O termo corte transversal é usado nesta circunstância para referir-se a um corte transversal tirado em uma direção transversal (por exemplo, radialmente na modalidade ilustrada) com relação à superfície externa do corno 135). Adicionalmente, embora os membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis) ilustrados na Fig. 3 sejam construídos apenas para ter um componente transversal, é contemplado que um ou mais dos membros agitadores podem ter pelo menos um componente longitudinal (por e-

xemplo, axial) para tirar proveito do deslocamento vibracional transversal do corno (por exemplo, na e próximo da região nodal do corno ilustrado na Fig. 3) durante a vibração ultrassônica do conjunto de guia de onda 101.

Por exemplo, Fig. 5 ilustra uma modalidade alternativa de um conjunto de corno 205 tendo cinco membros agitadores 237 transversalmente estendendo-se para fora da superfície externa 235 do corno 233. Embora cada um dos membros agitadores 237 tenha um componente transversal, por exemplo, na forma de um anel similar àquele da Fig. 3, o membro agitador mais central 237 também tem um componente longitudinal anular 241 preso ao componente transversal. Em particular, o membro agitador mais central 237 está longitudinalmente disposto em geral na região nodal, e mais particularmente no plano nodal do corno 233 na modalidade ilustrada da Fig. 5, onde o deslocamento transversal do corno 233 é em geral maximizado durante energização ultrassônica do mesmo enquanto o deslocamento longitudinal é em geral minimizado. O componente longitudinal 241 é desse modo capaz de movimento dinâmico (por exemplo, flexão/curvatura) em uma direção transversal em resposta ao deslocamento transversal do corno 233 sob energização ultrassônica do corno.

É contemplado que o componente longitudinal 241 não necessita estender-se completamente longitudinal, isto é, paralelo à superfície externa do corno 233, contanto que o componente longitudinal tenha algum vetor longitudinal para este. Também, embora na modalidade ilustrada o membro agitador 237 tendo o componente longitudinal 241 seja em geral em forma de T em corte transversal, entende-se que outras configurações de um tal membro agitador são adequadas, tais como um corte transversal em forma de L (com o componente longitudinal que estende-se para cima ou para baixo), um corte transversal em forma de sinal de mais, ou outro corte transversal adequado. É também contemplado que um ou mais orifícios podem ser formados no membro agitador mais central 237, tal como no componente transversal e/ou os componentes longitudinais 241 para permitir o fluido fluir livremente tanto na direção horizontal como vertical através deste membro.

Como melhor ilustrado na Fig. 3, a extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda 101 (por exemplo, do corno 133 na modalidade ilustrada) é substancialmente de modo longitudinal espaçado da porta de saída 65 na extremidade de saída 27 da câmara 21 para fornecer o que é referido aqui como uma zona de tampão (isto é, a porção do espaço interior 53 do alojamento da câmara 51 longitudinalmente além da extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda 101) para permitir uma mistura mais uniforme dos componentes a jusante à medida que o líquido flui da extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda 101 para a extremidade de saída 27 da câmara. Por exemplo, em uma modalidade adequada, a zona de tampão tem um volume nulo (i.e, o volume daquela porção do espaço aberto 53 dentro do alojamento da câmara 51 dentro da zona de tampão) em que a razão deste

volume nulo da zona de tampão para o volume nulo do restante do alojamento da câmara espaço interior a montante da extremidade terminal do conjunto de guia de onda é adequadamente na faixa de cerca de 0,01:1 a cerca de 5,0:1, e mais adequadamente cerca de 1:1.

5 Fornecer a zona de tampão ilustrada é particularmente adequado onde a câmara 21 for usada para misturar os componentes para formar uma solução líquida tal como na solução de sistema de mistura de tinta 23 da Fig. 1. Isto é, o espaçamento longitudinal entre a extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda 101 e a porta de saída 65 da câmara 21 provê espaço suficiente para o fluxo agitado da solução líquida misturada para em geral repousar-se antes da solução líquida sair da câmara por meio da porta de saída. Isto é
10 particularmente útil onde, como na modalidade ilustrada, um dos membros de agitação 137 estiver disposto ou adjacente à extremidade terminal do corno 133. Embora um tal arranjo leve à remistura benéfica do líquido à medida que flui além da extremidade terminal do corno 133, é desejável que este fluxo agitado repouse pelo menos em parte antes de sair da câmara. Porém, entende-se que a extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda
15 101 dentro do espaço interior 53 da câmara 21 pode ser disposto longitudinalmente mais próximo da porta de saída 65 na extremidade de saída 27 da câmara, ou que a zona de tampão pode ser omitida até mesmo substancialmente por completo, sem abandono do escopo desta invenção.

A extremidade oposta, por exemplo, mais proximal do conjunto de corno 105 é adequadamente de modo longitudinal espaçado do colar 61 para definir o que é referido aqui
20 como uma zona de aporte de líquido em que a rotação inicial do líquido dentro do espaço interior 53 do alojamento da câmara 51 ocorre a montante do conjunto de corno 105. Esta zona de aporte é particularmente útil onde a câmara de tratamento 21 é usada para misturar dois ou mais componentes por meio do qual a mistura inicial é facilitada pela ação de rota-
25 ção na zona de aporte à medida que os componentes a ser misturados entram no alojamento da câmara 51. É entendido, entretanto, que a extremidade proximal do conjunto de corno 105 pode estar mais próximo do colar 61 que é ilustrado na Fig. 3, e pode estar substancialmente adjacente ao colar para em geral omitir a zona de aporte, sem abandono do escopo desta invenção.

30 Ainda referindo à Fig. 3, um conjunto de defletor, em geral indicado em 145 é disposto dentro do espaço interior 53 da câmara 21, e em particular em geral transversalmente adjacente à superfície interna 67 da parede lateral 57 e em geral transversalmente oposto em relação ao conjunto de corno 105. Em uma modalidade adequada, o conjunto de defletor 145 compreende um ou mais membros defletores 147 dispostos adjacentes à superfície
35 interna 67 da parede lateral do alojamento 57 e estendendo-se pelo menos em parte transversalmente para dentro da superfície interna da parede lateral em direção ao conjunto de corno 105. Mais adequadamente, o um ou mais membros defletores 147 estendem-se

transversalmente de modo longitudinal para dentro da parede lateral da superfície interna do alojamento 67 para uma posição intersticial com os membros de agitação 137 que se estendem para fora da superfície externa 135 do membro de corno 133. O termo “longitudinalmente intersticial” é aqui usado para significar que uma linha longitudinal paralela ao eixo geométrico longitudinal do corno 133 passa através dos membros de agitação 137 e dos membros defletores 147. Como um exemplo, na modalidade ilustrada, o conjunto de defletor 145 compreende cinco membros defletores em geral anulares 147 (isto é, estendendo-se continuamente ao redor do corno 133) longitudinalmente intersticial com os seis anéis 137 do conjunto de corno 105.

Como um exemplo mais particular, os cinco membros defletores anulares 147 ilustrados na Fig. 3 são da mesma espessura que os anéis do conjunto de corno 137 (isto é, 3,2 mm (0,125 polegada)) e é longitudinalmente espaçados um do outro (por exemplo, entre faces contrárias dos membros defletores sucessivos) igual ao espaçamento longitudinal entre os anéis (isto é, 22,2 mm (0,875 polegada)). Cada um dos membros defletores anulares 147 tem um comprimento transversal (por exemplo, para dentro da superfície interna 67 da parede lateral do alojamento 57) de cerca de 12,7 mm (0,5 polegada) de forma que as bordas mais internas dos membros defletores estendem-se transversalmente para dentro além das bordas mais externas dos membros de agitação 137 (por exemplo, os anéis). Porém, é entendido que os membros defletores 147 não necessitam estender-se transversalmente para dentro além das bordas mais externas dos membros de agitação 137 do conjunto de corno 105 para permanecerem dentro do escopo desta invenção.

Será apreciado que os membros defletores 147 desse modo estendem-se para dentro da trajetória de fluxo do líquido que flui para dentro do espaço interior 53 da câmara 21 além do conjunto de corno 105 (por exemplo, dentro da zona de tratamento ultrassônico). Como tal, os membros defletores 147 inibem o líquido de fluir ao longo da superfície interna 67 da parede lateral da câmara 57 além do conjunto de corno 105, e mais adequadamente os membros defletores facilitam o fluxo do líquido transversalmente para dentro em direção ao conjunto de corno para fluir nos membros agitadores do conjunto de corno para assim facilitar a energização ultrassônica (isto é, agitação) do líquido.

Para inibir borbulhagem contra estagnação ou do contrário acúmulo ao longo da superfície interna 67 da parede lateral 57 e ao longo da face no lado inferior de cada membro defletor 147, por exemplo, como resultado da agitação do líquido, uma série de entalhes 149 (aberturas amplas) é formado na borda externa de cada um dos membros defletores para facilitar o fluxo de gás (por exemplo, bolhas de gás) entre as bordas externas dos membros defletores e a superfície interna da parede lateral da câmara. Por exemplo, na modalidade quatro ilustrada, tais entalhes são formados na borda externa de cada um dos membros defletores 147 em relação igualmente espaçada entre si. É entendido que abertu-

ras podem ser formadas nos membros defletores 147 diferente das bordas externas onde os membros defletores tocam o alojamento, e permanecem dentro do escopo desta invenção. É também entendido, que estes entalhes 149 podem ser do contrário omitidos.

É também contemplado que os membros defletores 147 não necessitam ser anulares ou do contrário estenderem-se continuamente ao redor do corno 133. Por exemplo, os membros defletores 147 podem estenderem-se descontinuamente ao redor do corno 133, tais como na forma de raios, bombas, segmentos ou outras formações estruturais distintas que se estendem transversalmente para dentro da superfície interna adjacente 67 da parede lateral do alojamento 57. O termo “continuamente” em referência aos membros defletores 147 que se estendem continuamente ao redor do corno não excluem uns membros defletores como sendo dois ou mais segmentos arqueados dispostos em relação de toque de extremidade-à-extremidade, isto é, contanto que nenhum intervalo significativo seja formado entre tais segmentos.

Por exemplo, como melhor ilustrado na Fig. 4, os membros defletores 147 são formados adequadamente separados do tubo 55 e são montados nos conjuntos de barra de suporte 151 (quatro tais conjuntos de barra são usados na modalidade ilustrada). Os conjuntos de barra de suporte 151 são dimensionados em comprimento para estenderem-se da extremidade de saída 27 da câmara (e mais adequadamente do fechamento 63) abaixo através de cada um dos membros defletores. Os conjuntos de barra de suporte 151 são presos (tais como sendo de modo rosqueável preso) ao fechamento 63 para em geral fixar o conjunto de defletor 145 no lugar dentro do espaço interior 53 da câmara 21.

Mais particularmente, cada um dos membros defletores anulares 147 da modalidade ilustrada é de construção de duas peças (cada pedaço sendo semianular) para facilidade de ajuntar o conjunto de defletor ao redor do conjunto de corno 105. Por exemplo, um conjunto dos pedaços do membro defletor 147 é montado em um par dos conjuntos de barra de suporte 151 e um conjunto dos pedaços do membro defletor correspondente é montado no outro par dos conjuntos de barra de suporte de forma que quando todos os conjuntos de barra de suporte estão no lugar dentro do espaço interior 53 da câmara 21 a forma anular de cada membro defletor é formada.

Na modalidade ilustrada, cada conjunto de barra de suporte 151 compreende uma pluralidade de segmentos de barra distintos, por exemplo, com um segmento de barra estendendo-se entre e de modo rosqueável conectado aos pedaços do membro defletor 147. É contemplado, entretanto, que cada conjunto de barra 151 pode compreender uma barra simples e os membros defletores 147 formados integralmente ou formados separados e conectados a uma tal barra simples. É também entendido que os membros defletores 147 podem ser de construção de pedaço simples, ou construído de mais de dois pedaços, sem abandono do escopo desta invenção. É também contemplado que os membros defletores

147 podem ser suportados adequadamente no espaço interior 53 da câmara 21 diferente de pelos conjuntos de barra de suporte 151 da modalidade ilustrada e permanecem dentro do escopo desta invenção. Em outras modalidades adequadas, por exemplo, os membros defletores 147 podem ser formados do contrário integralmente com o tubo 55 do alojamento da câmara 51, ou formados separados do tubo e presos à superfície interna 67 da parede lateral do alojamento 57.

Também, embora os membros defletores 147 ilustrados nas Figs. 3 e 4 sejam cada em geral planos, por exemplo, tendo um corte transversal em geral retangular fino, é contemplado que um ou mais dos membros defletores podem cada ser diferentes do corte transversal em geral plano ou retangular para também facilitar o fluxo das bolhas de gás ao longo do espaço interior 53 da câmara 21. O termo corte transversal é usado nesta circunstância para referir-se a um corte transversal tirado em uma direção transversal (por exemplo, radialmente na modalidade ilustrada) com relação à superfície externa do corno 135.

Por exemplo, Fig. 6 ilustra uma modalidade alternativa de um conjunto de defletor 345 compreendido de uma pluralidade de membros defletores distintos, anulares 347 em relação longitudinalmente espaçada uns dos outros. Cada um dos membros defletores 347 tem faces opostas 353, 355 e tem uma espessura não-uniforme, e em particular a espessura diminui à medida que o membro defletor estende-se para dentro longe da parede lateral da câmara 57. Na modalidade ilustrada, os membros defletores 347 são em geral triangulares em corte transversal. Mais adequadamente, cada membro defletor 347 é construído de forma que a face inferior 353 do membro defletor estende-se diferentemente na direção transversal e em particular a face inferior é angulada com relação à parede lateral da câmara 57 para estender em parte longitudinalmente para a extremidade de saída da câmara 21. É também contemplado que ambas as faces inferior e superior 353, 355 podem ser anguladas com relação à parede lateral da câmara 57 e estender-se em parte longitudinalmente para a extremidade de saída da câmara 21 sem abandono do escopo desta invenção.

Figuras 7-9 ilustram outra modalidade alternativa de um conjunto de defletor 545 útil facilitando o fluxo das bolhas de gás ao longo do espaço interior da câmara. Nesta modalidade, há uma pluralidade de segmentos defletores distintos 546, cada tendo uma parede externa longitudinal 548 para tocar contra a parede lateral da câmara, e um par de membros defletores 547 na forma de segmentos arqueados que são presos à parede externa para estenderem-se circunferencialmente em parte ao redor do corno (não mostrado mas similar ao corno 133 da modalidade da Fig. 3). Como melhor visto na Fig. 9, a posição longitudinal de cada um dos membros defletores arqueados 547 gradualmente varia à medida que o segmento estende-se em uma direção circunferencial. Os segmentos defletores 546 são cada montados nos conjuntos de barra de suporte adequados 551 como previamente descritos.

Em operação, de acordo com uma modalidade da solução de sistema de mistura de tinta 23 ilustrada na Fig. 1, o(s) um ou mais tinta componentes 32 (com pelo menos um dos componentes sendo um líquido) a ser misturados são liberados (por exemplo, pelas bombas 31 na modalidade ilustrada) por meio dos conduítes 33 para as portas de entrada 69a, 69b formadas no colar 61 do alojamento da câmara de tratamento 51. Assim que estes componentes entram no espaço interior 53 da câmara 21 por meio das portas de entrada 69a, 69b, a orientação das portas de entrada induz uma ação relativamente giratória para iniciar a mistura destes componentes a montante do conjunto de corno 105, tal como na zona de aporte de fluido do espaço interior da câmara.

De acordo com uma modalidade de um processo para tratar líquido tais como a solução de tinta, enquanto a solução líquida continua fluindo para cima dentro da câmara 21, o conjunto de guia de onda 101, e mais particularmente o conjunto de corno 105, é dirigido pelo sistema de acionamento 131 para vibrar a uma frequência ultrassônica predeterminada. Em resposta à excitação ultrassônica do corno 133, os membros de agitação 137 que se estendem dinamicamente para fora da superfície externa 135 do corno 133 flexionam-se/curvam-se com relação ao corno, ou deslocam-se transversalmente (dependendo da posição longitudinal do membro agitador com relação à região nodal do corno). Quando usar um conjunto de corno 205 tal como aquele ilustrado na Fig. 5 com um dos membros agitadores 237 dispostos na região nodal do corno e tendo um componente longitudinal 241 transversalmente espaçado do corno, o componente longitudinal do membro agitador dinamicamente flexiona-se/curva-se transversalmente com relação ao corno.

Solução líquida continuamente flui longitudinalmente ao longo da trajetória de fluxo entre o conjunto de corno 105 e a superfície interna 67 da parede lateral do alojamento 57 de forma que a vibração ultrassônica dos membros de agitação 137 induz mistura junto dos vários componentes sendo misturados. Em modalidades particularmente adequadas, o movimento dinâmico dos membros agitadores causa cavitação no líquido para também facilitar a agitação, e em particular mistura no sistema 23 da Fig. 1, da solução líquida. Os membros defletores 147 rompem o fluxo longitudinal do líquido ao longo da superfície interna 67 da parede lateral do alojamento 57 e repetidamente direcionam o de fluxo transversalmente para dentro para fluir nos membros agitadores vibratórios 137.

À medida que a solução líquida misturada flui longitudinalmente a jusante além da extremidade terminal 103 do conjunto de guia de onda 101 para a zona de tampão, uma remistura inicial da solução líquida também ocorre como resultado do movimento dinâmico do membro de agitação 137 na ou adjacente à extremidade terminal do corno 133. Também o fluxo a jusante da solução líquida, por exemplo, dentro da zona de tampão, resulta na solução agitada que fornece uma mistura mais uniforme dos componentes antes de sair da câmara de tratamento 21 por meio da porta de saída 65 para pós-processamento subse-

quente pelo sistema de pós-processamento 35.

Figura 10 ilustra uma modalidade de um sistema, indicada em geral em 220, para de modo ultrassônico tratar uma substância. O termo substância é aqui usado para referir-se a uma substância líquida, sólida, semissólida ou gelatinosa. O sistema da Fig. 10 compre-
5 ende um dispositivo de tratamento ultrassônico, indicado em geral em 221, suportado por estrutura de suporte adequada, indicada em geral em 222, para uso particular em um processo do tipo batelada em que uma substância sólida, semissólida ou gelatinosa é contida dentro de um recipiente C e de modo ultrassônico tratada (por exemplo, em um processo de tratamento do tipo batelada) pelo dispositivo de tratamento ultrassônico render a substância
10 mais pronta para fluir. Porém, é entendido que o dispositivo de tratamento ultrassônico desta modalidade pode ser usado por misturar líquidos ou quaisquer dos outros usos expostos acima com relação às modalidades anteriores.

Adicionalmente, embora o dispositivo de tratamento ultrassônico 221 seja ilustrado na Fig. 10 como sendo usado com um recipiente C em geral aberto para tratar uma substância dentro do mesmo em um processo do tipo batelada, é entendido que este dispositivo
15 pode ser usado com o processo de fluxo mais fechado, contínuo e câmara de tratamento das modalidades anteriores sem abandono do escopo desta invenção.

A estrutura de suporte ilustrada 222 em geral compreende uma base 230, uma coluna 232 que se estende para cima da base, e um braço de suporte 224 que se estende da
20 coluna em geral na extremidade superior da mesma e tendo uma porção de montagem 226 em uma extremidade distal do braço para montar o dispositivo de tratamento ultrassônico 221 na estrutura de suporte. A estrutura de suporte 222 também compreende um alojamento 228 para cobrir uma extensão superior do dispositivo de tratamento ultrassônico 221 quando o dispositivo for montado na estrutura de suporte. A base 230 da estrutura suporte
25 ilustrada 222 em geral define uma plataforma na qual o recipiente C está localizado para tratamento da substância dentro do recipiente. Como um exemplo, na modalidade ilustrada o recipiente C é um tambor, ou cilindro, e mais particularmente um tambor de 55 galões. Porém, é entendido que o recipiente C pode ser de tamanho menor ou maior que um tambor de 55 galões, e pode ser diferente que em forma de tambor ou cilindro sem abandono do
30 escopo desta invenção. É também contemplado que a base 230 não necessita definir uma plataforma na qual o recipiente C está localizado, de modo que o recipiente simplesmente repousa-se no chão ou outra superfície na qual a estrutura de suporte estava, ou localizado em uma plataforma (não mostrada) ou outra estrutura (não mostrada) que seja separada da estrutura de suporte 222.

35 Em uma modalidade particularmente adequada, o braço 224 é dobrado ou do contrário articulado para a coluna 232, de forma que o braço e assim o dispositivo de tratamento ultrassônico 221 pode ser pivotado ou do contrário movido com relação à coluna, base 230

e recipiente C para posicionar o dispositivo em uma localização transversal desejada, profundidade (isto é, diminuída e elevada) e ângulo dentro do recipiente. Em outra modalidade adequada, a coluna 230 pode ser ajustável em comprimento (isto é, altura na modalidade ilustrada) de forma que a estrutura de suporte 222 pode acomodar recipientes C de várias alturas. É entendido que a estrutura de suporte 222 pode ter configurações e modos de operação diferentes que os ilustrados na Fig. 10 e descritos acima sem abandono do escopo desta invenção.

O dispositivo de tratamento ultrassônico 221 compreende um conjunto de guia de onda ultrassônico, indicado em geral em 301, operável a uma frequência ultrassônica predefinida para de modo ultrassônico energizar a substância dentro do recipiente C. O conjunto de guia de onda ultrassônico ilustrado 301 adequadamente compreende um corno ultrassônico alongado 305 tendo uma superfície externa 333 e uma extremidade terminal 303, e tendo também um eixo geométrico longitudinal que, na modalidade da Fig. 10, define um eixo geométrico longitudinal do conjunto de guia de onda inteiro. O corno alongado ilustrado 305 é dimensionado para ter um comprimento igual a cerca de seis meio-comprimentos de onda do corno. Porém, é entendido que o comprimento do corno pode ser maior ou menor que cerca de seis meios-comprimentos de onda sem abandono do escopo desta invenção.

O corno 305 desse modo tem regiões nodais múltiplas localizadas em geral longitudinalmente ao longo do corno. Como aqui usado, uma “região nodal” do corno 305 refere-se a uma região longitudinal ou segmento do corno ao longo do qual pequeno deslocamento longitudinal (ou nenhum) ocorre durante a vibração ultrassônica do corno e deslocamento transversal (por exemplo, radial na modalidade ilustrada) do corno é em geral maximizado. Deslocamento transversal do corno 305 adequadamente compreende expansão transversal do corno mas pode também incluir movimento transversal (por exemplo, curvatura) do corno. Na modalidade ilustrada, a configuração do corno ultrassônico 305 é de modo que as regiões nodais são particularmente definidas através de planos nodais (isto é, um plano transversal ao corno ao qual nenhum deslocamento longitudinal ocorre enquanto o deslocamento transversal é em geral maximizado) está presente. Este plano é também às vezes referido como um ponto nodal. Para o corno ultrassônico 305 ilustrado, a extremidade terminal 303 do corno 305 define uma região antinodal, e mais particularmente um plano antinodal ou ponto do corno no qual deslocamento longitudinal do corno é em geral maximizado durante a vibração ultrassônica do corno enquanto o deslocamento transversal é em geral minimizado. Porém, é entendido que o corno 305 pode ser configurado de forma que uma região ou plano nodal esteja disposto na extremidade terminal 303 do corno 305 sem abandono do escopo desta invenção.

O conjunto de guia de onda ilustrado 301 também compreende um intensificador 313 coaxialmente alinhado e conectado ao corno ultrassônico 305 em uma extremidade su-

perior do corno. Um sistema de acionamento ultrassônico adequada 331 para de modo ultrassônico acionar o conjunto de guia de onda 301 compreende pelo menos um excitador (não mostrado) e uma fonte de alimentação (não mostrada) operativamente conectados ao intensificador 313 (e mais amplamente ao conjunto de guia de onda 301) para energizar o conjunto de guia de onda para vibrar mecanicamente o corno 305 a uma frequência ultrassônica. Exemplos de sistemas de acionamento ultrassônico adequados 331 incluem um sistema Modelo 20A3000 disponível de Dukane Ultrasonics de St. Charles, Illinois, e um sistema Modelo 2000CS disponível de Herrmann Ultrasonics de Schaumburg, Illinois. O intensificador 313 pode ser operativamente conectado ao excitador empregando qualquer técnica ou dispositivo convencional. Por exemplo, potência elétrica pode ser direcionada com condutores elétricos adequados a um conjunto de anel coletor convencional 314, e o conjunto de anel coletor pode ser empregado operativamente para direcionar a potência elétrica ao excitador. O excitador pode usar a potência elétrica para gerar a energia ultrassônica desejada, e direcionar a energia ultrassônica ao corno 305.

O dispositivo de tratamento ultrassônico 221 é adequadamente montado na extremidade distal do braço de suporte para permitir rotação do corno ultrassônico 305 ao redor de seu eixo geométrico longitudinal, e mais particularmente, na modalidade ilustrada, para permitir rotação do conjunto de guia de onda inteiro 301 ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno. Como um exemplo, na modalidade da Fig. 10 o conjunto de guia de onda 301 é montado no braço de suporte 224 pelo menos em parte por um mancal 354 adequado de forma que o conjunto de guia de onda inteiro é girável com relação à estrutura de suporte 222 e o recipiente C ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno ultrassônico.

Um sistema de acionamento adequado, em geral indicado em 342, é também montado na estrutura de suporte 222 (por exemplo, na modalidade ilustrada é montado no braço de suporte 224) está acionando a conexão com o conjunto de guia de onda 221 para acionar a rotação do conjunto de guia de onda, e conseqüentemente o corno ultrassônico 305. O sistema de acionamento ilustrado 342 compreende um motor de acionamento 344, uma primeira polia 346 rotatoriamente acionada pelo motor, uma segunda polia 352 conectada ao conjunto de guia de onda 221 e uma correia de acionamento 350 operativamente conectando a segunda polia à primeira polia. Conseqüentemente, a operação do motor 344 para girar a primeira polia aciona rotação do conjunto de guia de onda 221 por meio da correia 352 e segunda polia 352. É entendido que sistemas de acionamento alternativos podem ser usados para girar o corno ultrassônico sem abandono do escopo desta invenção. Em uma modalidade particularmente adequada, o sistema de acionamento 342 é controlável para variar a velocidade rotacional do conjunto de guia de onda 301. Isto é, a velocidade rotacional do corno ultrassônico 305 pode ser seletivamente acelerada ou reduzida.

Com referência ainda à Fig. 10, o conjunto de guia de onda ultrassônico 301 tam-

bém compreende pelo menos um membro agitador, em geral indicado em 337, suportado e mais adequadamente montado no corno 305 para rotação conjunta com o corno ao redor de seu eixo geométrico longitudinal e estendendo-se pelo menos em parte transversalmente para fora da superfície externa do corno. Na modalidade ilustrada, o membro agitador 337

5 adequadamente compreende uma hélice tendo um centro 340 e uma pluralidade de lâminas 338 (duas lâminas sendo mostradas na hélice da Fig. 10) estendendo-se para fora do centro. Cada uma das lâminas 338 são adequadamente trançadas ou chanfradas ao longo de uma porção de seu comprimento para facilitar o movimento da substância pelas lâminas sob rotação das lâminas dentro da substância. É entendido que a hélice pode ter qualquer número de lâminas e que as lâminas podem ter uma configuração diferente que a ilustrada na

10 Fig. 10 sem abandono do escopo desta invenção.

O membro agitador 337 da modalidade ilustrada é adequadamente montado no corno 305 em uma região ou plano nodal do corno para minimizar a exposição do membro agitador para vibração longitudinal do corno. Mais adequadamente, o membro agitador 337

15 é montado no corno 305 pelo menos em parte por um membro isolante 360 adequado que isola o membro agitador 337 do deslocamento transversal do corno durante a vibração ultrassônica do mesmo. Desta maneira, exposição do membro agitador 337 ao deslocamento tanto longitudinal como transversal do corno 305 durante a vibração ultrassônica é reduzida. Como um exemplo, o membro isolante 360 da modalidade ilustrada compreende uma luva

20 resiliente adequada que circunda o corno ultrassônico em geral na região nodal na qual o membro agitador 337 está localizado. O centro 340 do membro agitador encaixa-se na luva resiliente e prende, com grampo, a luva entre o centro e a superfície externa do corno ultrassônico 305.

É entendido, entretanto, que em outras modalidades o membro agitador 337 pode

25 ser localizado longitudinalmente no corno 305 diferente de em uma região nodal do corno. Em uma tal modalidade, a estrutura isolante adequada pode ser usada para isolar o membro agitador 337 da vibração longitudinal do corno. Em outras tais modalidades, o membro agitador 337 pode ser montado no corno 305 sem ser vibratoriamente isolado deste de forma que as lâminas 338 do membro agitador são de modo ultrassônico excitadas juntamente com o corno, tal como da mesma maneira que os anéis descritos nas modalidades anteriores, embora as lâminas estejam sendo giradas.

30

Na modalidade ilustrada da Fig. 10, o membro agitador 337 está adequadamente localizado na região nodal mais próxima da extremidade 303 terminal do corno ultrassônico 305 de forma que o membro agitador será disposto tão profundo quanto possível na substância dentro do recipiente C quando o dispositivo de tratamento ultrassônico 221 for posicio-

35 nado dentro do recipiente. Porém, é entendido que o membro agitador 337 pode ser localizado diferente de próximo da extremidade terminal 303 do corno 305, tal como substanci-

almente em qualquer lugar ao longo do corno incluindo na extremidade terminal do mesmo, sem abandono do escopo desta invenção. É também contemplado que mais de um membro agitador 337 podem ser montados no corno 305 para rotação entre os mesmos.

Por exemplo, Fig. 11 ilustra uma modalidade de um sistema 221' em que o dispositivo de tratamento ultrassônico 221' tem quatro membros agitadores 337' montados no corno em relação longitudinal, coaxial entre eles. O espaçamento longitudinal entre os membros agitadores 337' pode ser diferente de como ilustrado na Fig. 11 (por exemplo, ou mais próximos ou mais espaçado uns dos outros). Embora os membros agitadores 337' ilustrados na Fig. 11 sejam igualmente espaçados ao longo do corno 305, é contemplado alternativamente que onde mais de dois membros de mistura estiverem presentes o espaçamento entre os membros agitadores longitudinalmente sucessivos não necessitam ser uniforme para permanecer dentro do escopo desta invenção.

Embora na modalidade ilustrada da Fig. 11 os membros agitadores 337 sejam, cada um, hélices, entende-se que pelo menos um dos membros agitadores pode ser configurado diferente de um os outros membros agitadores. Por exemplo, um ou mais dos membros agitadores 337 podem compreender um dos anéis usados como membros agitando nas modalidades anteriores. Também, nas modalidades ilustradas das Figs. 10 e 11, os membros agitadores 337 (as hélices) são montados no corno para rotação em conjunto com o corno. Porém, em outras modalidades, é contemplado que o corno pode ser estacionário enquanto os membros agitadores são montados no corno para rotação com relação ao corno ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno. Em uma tal modalidade, o sistema de acionamento 342 seria operativamente conectado ao(s) membro(s) agitador(es) 337 em vez do conjunto de guia de onda inteiro.

Em operação, de acordo com uma modalidade de um processo para tratar uma substância, o recipiente C contendo a substância a ser tratada é colocado na base 230 da estrutura de suporte 222, ou do contrário em baixo do dispositivo de tratamento ultrassônico 221, com o topo do recipiente aberto. O conjunto de guia de onda 221 é diminuído de forma que pelo menos a porção do corno ultrassônico 305 no qual o membro agitador 337 (ou membros) é submerso na substância a ser tratada. O corno ultrassônico 305 é de modo ultrassônico acionado (por meio do excitador e intensificador) para de modo ultrassônico excitar o corno para assim de modo ultrassônico energizar a substância dentro do recipiente C. Simultaneamente, o sistema de acionamento 342 é operado para girar o corno 305, e consequentemente as lâminas 338 do membro agitador 337, para também agitar ou misturar a substância enquanto é de modo ultrassônico energizada. O conjunto de guia de onda 301 pode ser movido ao redor e dentro da substância, tal como alterando o ângulo do conjunto com relação ao recipiente, elevando e diminuindo o conjunto dentro do recipiente e/ou transversalmente movendo o conjunto dentro do recipiente, para facilitar uma agitação mais

completa através da substância. Como um exemplo particular, onde a substância for uma substância sólida, semissólida ou gelatinosa, tal como banha ou cera, energizar de modo ultrassônico a substância usando o corno ultrassônico enquanto simultaneamente girando substancialmente o membro agitador dentro da substância aumenta a taxa na qual a substância é tornada fluível mais facilmente para outro processamento da substância.

Ao introduzir elementos da presente invenção ou modalidades preferidas da mesma, os artigos “um”, “uma”, “o/a”, e “dit(a)” são intencionados significar que há um ou mais dos elementos. Os termos “compreendendo”, “incluindo”, e “tendo” são intencionados ser inclusivos.

Ao introduzir elementos da presente invenção ou modalidades preferidas da mesma, os artigos “um”, “uma”, “o/a”, e “dito(a)” são intencionados significar que há um ou mais dos elementos. Os termos “compreendendo”, “incluindo”, e “tendo” são intencionados ser inclusivos e significa que pode haver elementos adicionais diferentes dos elementos listados.

Como várias alterações poderiam ser feitas nas construções e métodos acima sem abandono do escopo da invenção, é intencionado que todo o assunto contido na descrição acima e mostrado nos desenhos em anexo deva ser interpretado como ilustrativo e não em um sentido limitativo.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tratamento ultrassônico para de modo ultrassônico tratar uma substância, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema de tratamento ultrassônico compreende um corno ultrassônico alongado posicionável dentro da substância e excitável para vibrar-se para de modo ultrassônico energizar a substância, o dito corno tendo um eixo geométrico longitudinal e uma superfície externa para contato com a substância, o dito sistema adicionalmente compreendendo um membro agitador disposto no corno ultrassônico e girável ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno durante a vibração ultrassônica do dito corno para agitar a substância, o membro agitador sendo montado no corno ultrassônico por um membro isolante para, pelo menos em parte, isolar o membro agitador da vibração do corno ultrassônico.

2. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema compreende estrutura de suporte para suportar o corno ultrassônico dentro da substância, o corno sendo girável com relação à estrutura de suporte ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno, o membro agitador sendo montado no corno para rotação em conjunto com o corno ao redor do eixo geométrico longitudinal do dito corno.

3. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o membro isolante isola o membro agitador de pelo menos um dentre deslocamento longitudinal e deslocamento transversal do corno.

4. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o membro agitador compreende um centro que circunda a superfície externa do corno, o membro isolante compreendendo uma luva construída de um material resiliente, a dita luva sendo disposta entre o centro e a superfície externa do corno.

5. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corno ultrassônico tem pelo menos uma região nodal, o membro agitador sendo disposto no corno em geral na dita região nodal.

6. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o membro agitador compreende uma hélice tendo uma pluralidade de lâminas dispostas para estenderem-se transversalmente para fora com relação à superfície externa do corno.

7. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada uma da pluralidade de lâminas é trançada ao longo de uma porção de seu comprimento.

8. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende um sistema de aciona-

mento para acionar a rotação do corno ultrassônico, o dito sistema de acionamento compreendendo um motor, uma primeira polia acionada pelo motor, uma segunda polia operativamente conectada ao corno, e uma correia de modo acionável conectando as primeira e segunda polias.

5 9. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema de acionamento é um sistema de acionamento de velocidade variável.

10 10. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corno ultrassônico tem uma extremidade terminal, o membro agitador sendo disposto no corno em geral adjacente à extremidade terminal do corno.

11. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corno ultrassônico tem um comprimento maior que um comprimento de onda.

15 12. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema compreende uma pluralidade de membros agitadores dispostos no dito corno em relação longitudinal uns para com os outros, pelo menos um dos membros agitadores sendo girável ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno.

20 13. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada um dos membros agitadores é girável ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno.

25 14. Sistema de tratamento ultrassônico, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corno ultrassônico tem uma pluralidade de regiões nodais, cada um dos membros agitadores estando dispostos no corno em uma respectiva das regiões nodais.

30 15. Sistema de tratamento ultrassônico para de modo ultrassônico tratar uma substância, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema de tratamento ultrassônico compreende um corno ultrassônico alongado posicionável dentro da substância e excitável para vibrar-se para de modo ultrassônico energizar a substância, o dito corno tendo um eixo geométrico longitudinal e uma superfície externa para contato com a substância, o dito sistema adicionalmente compreendendo uma pluralidade de membros agitadores dispostos no corno ultrassônico e em relação longitudinal entre si, pelo menos um dos membros agitadores sendo girável ao redor do eixo geométrico longitudinal do corno durante a vibração ultrassônica do dito corno para agitar a substância, o pelo menos um dos membros agitadores sendo montado no corno ultrassônico por um membro isolante para, pelo menos em parte, isolar o membro agitador da vibração mecânica do corno.

35

FIG. 2

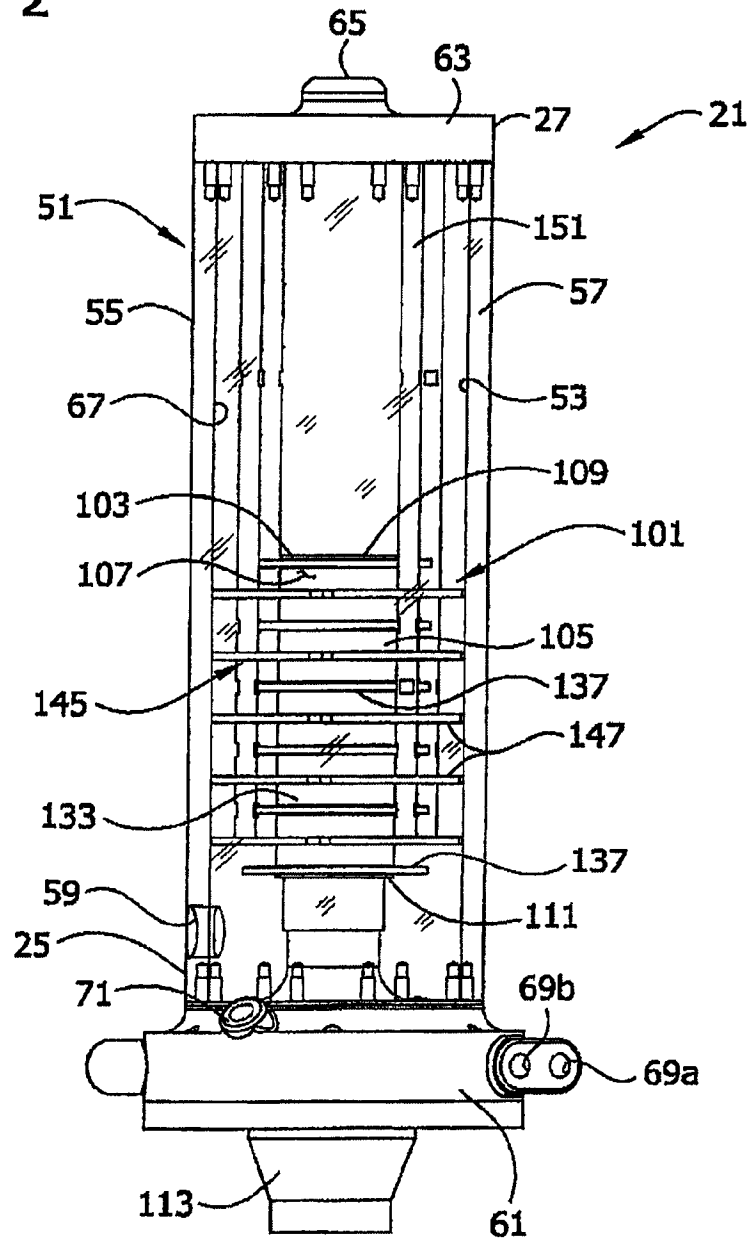


FIG. 3

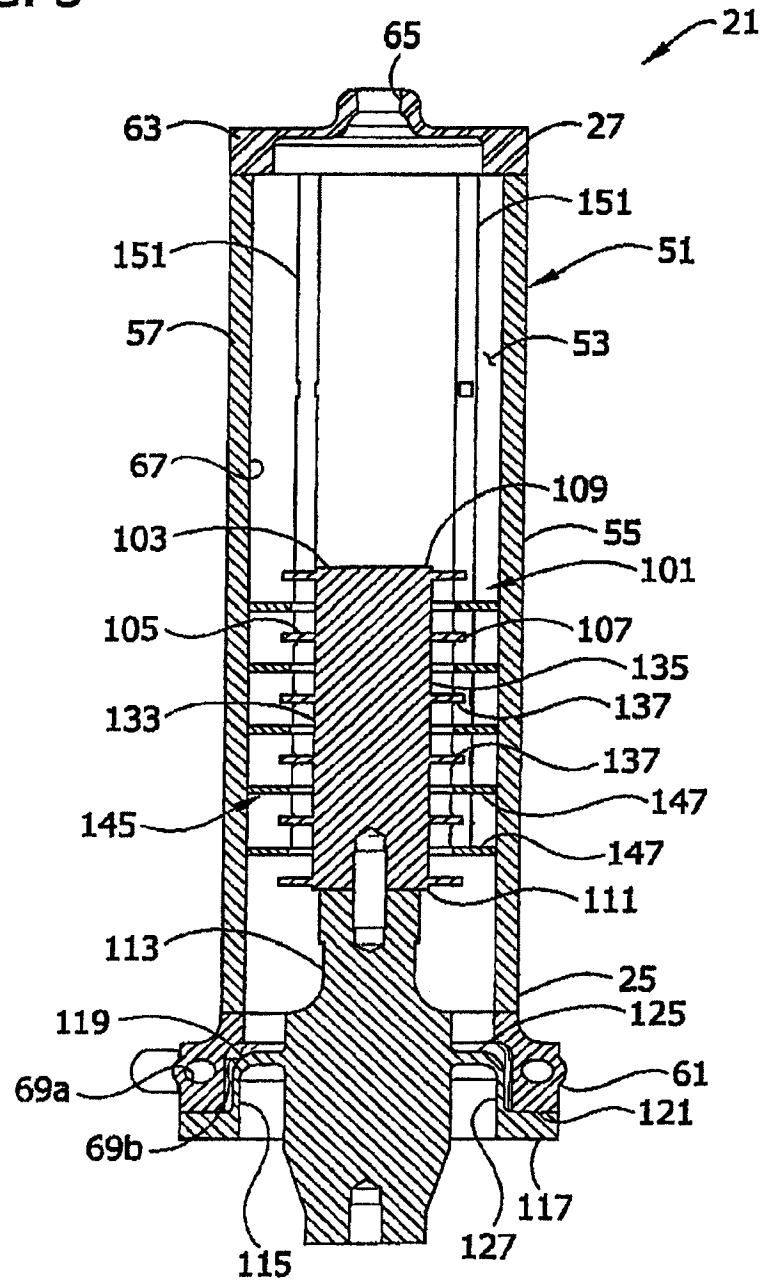


FIG. 3A

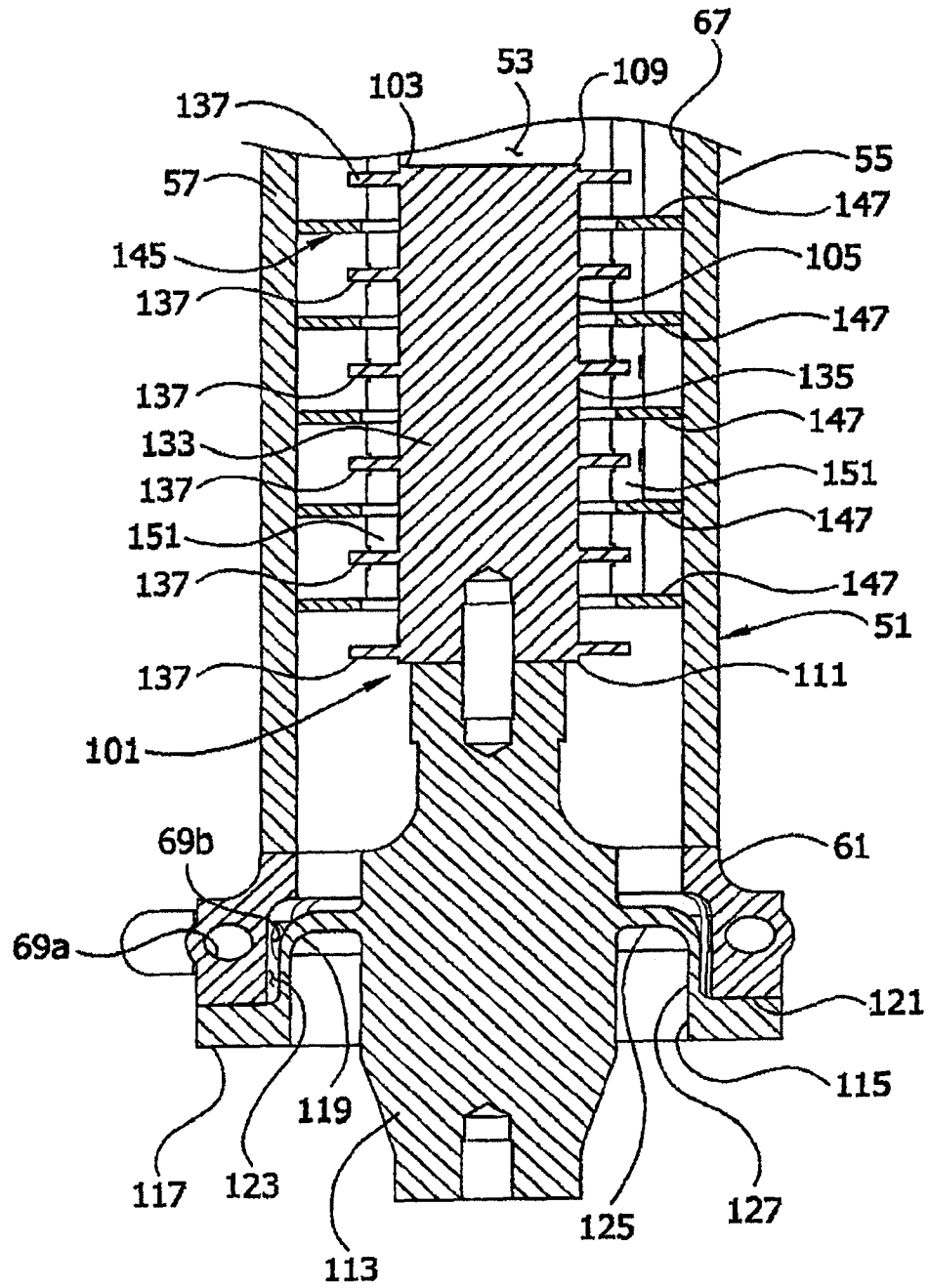


FIG. 3B

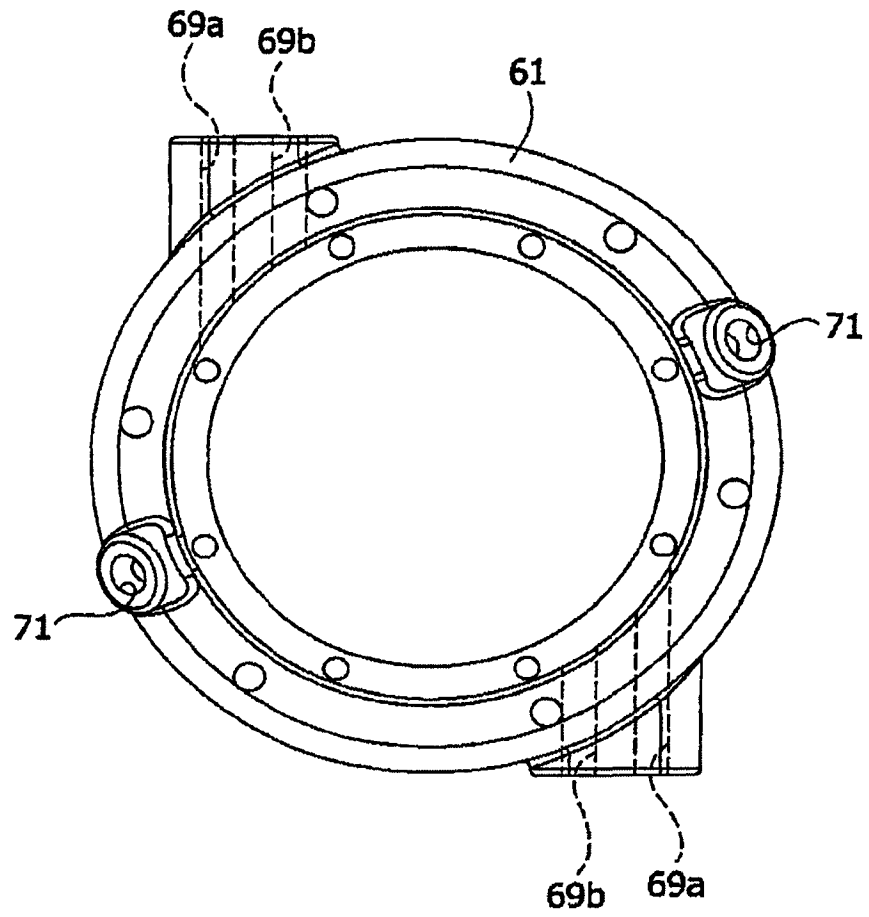


FIG. 4

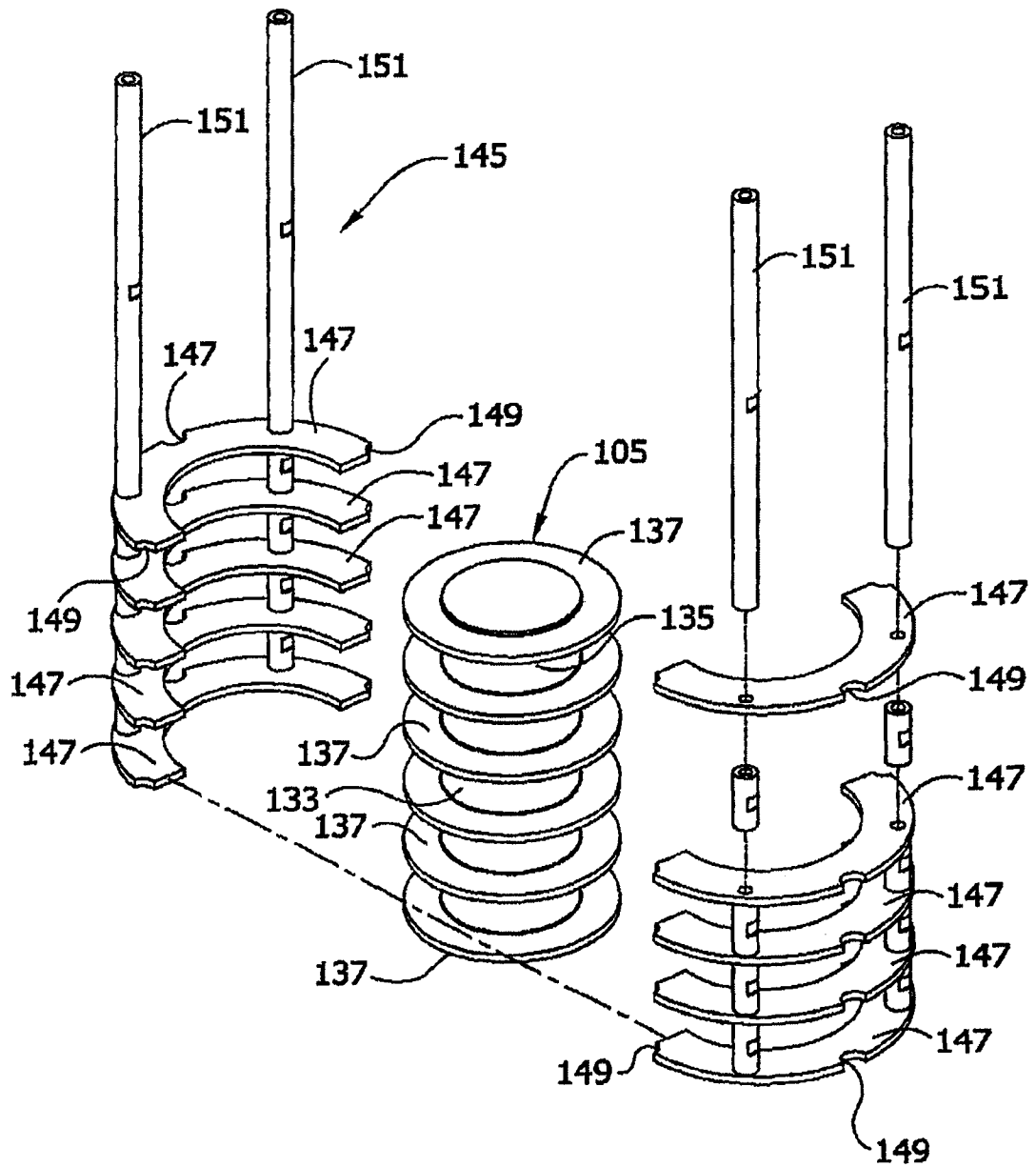


FIG. 5

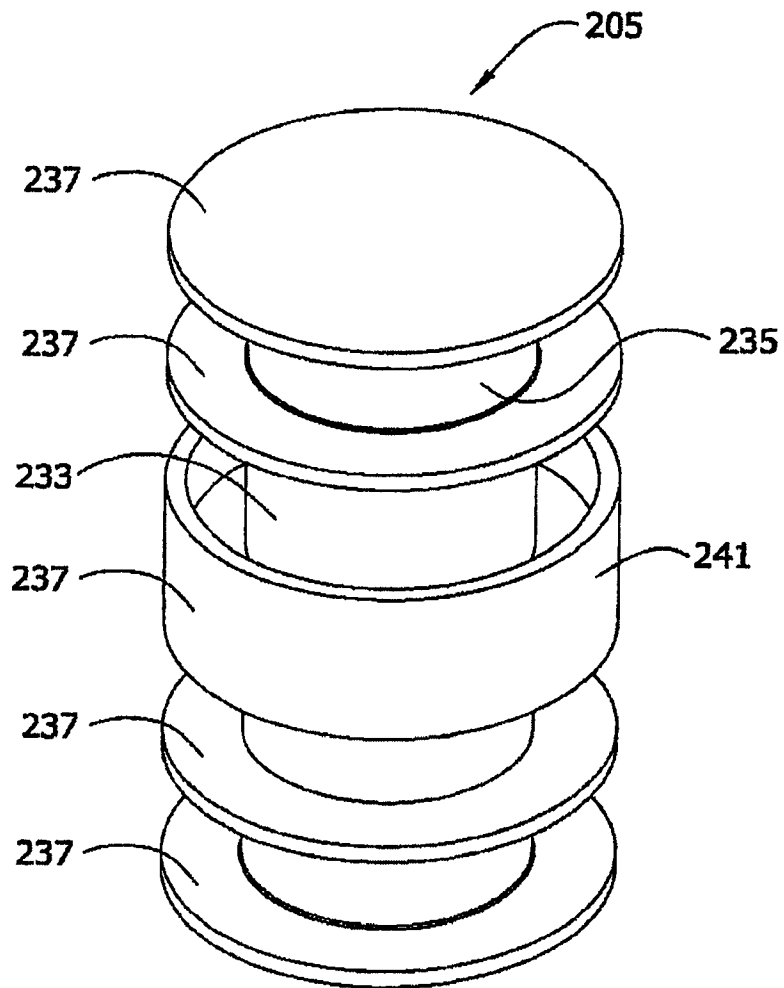


FIG. 6

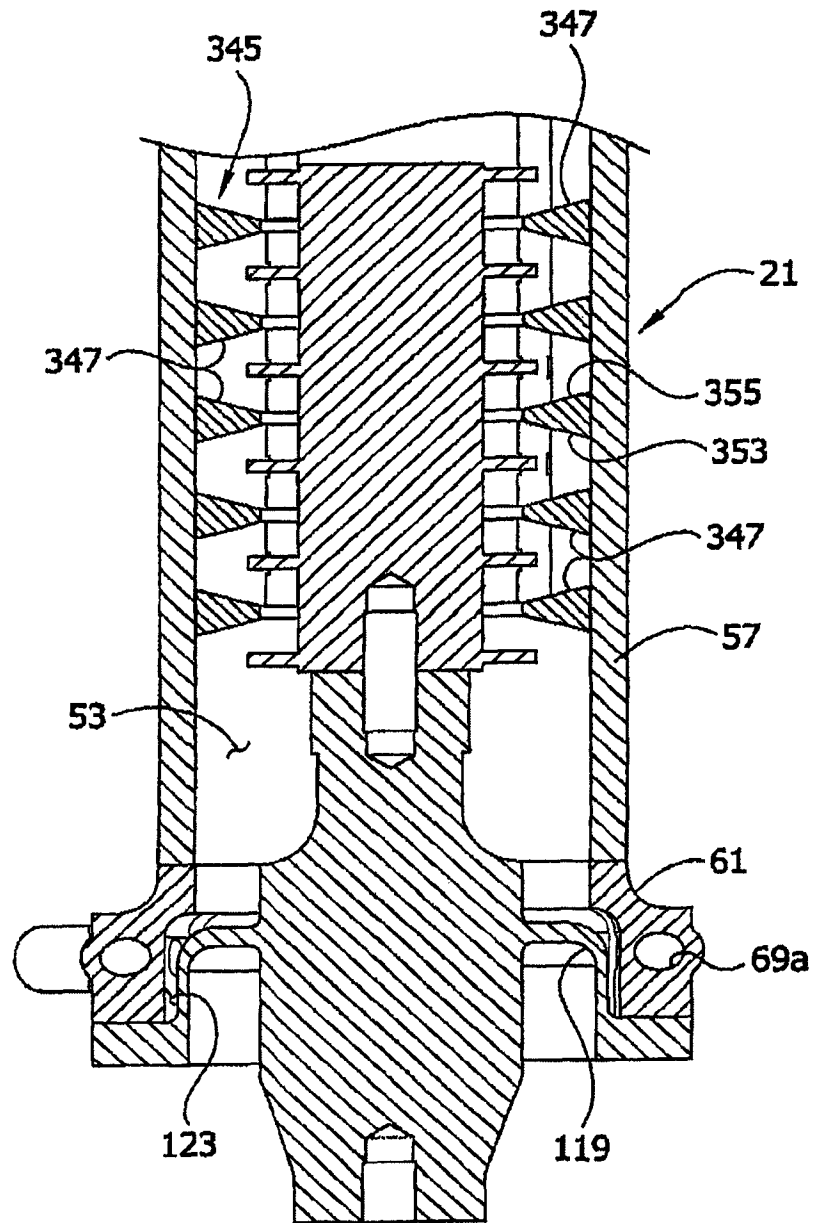


FIG. 7

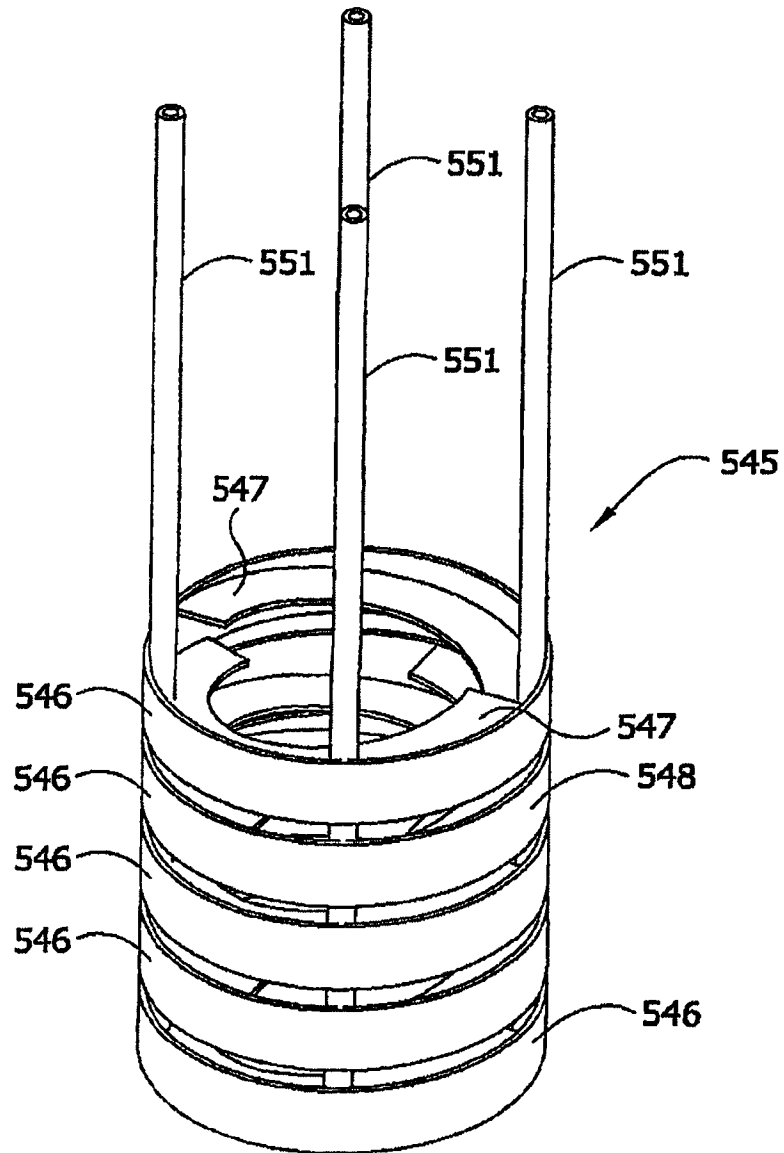


FIG. 8

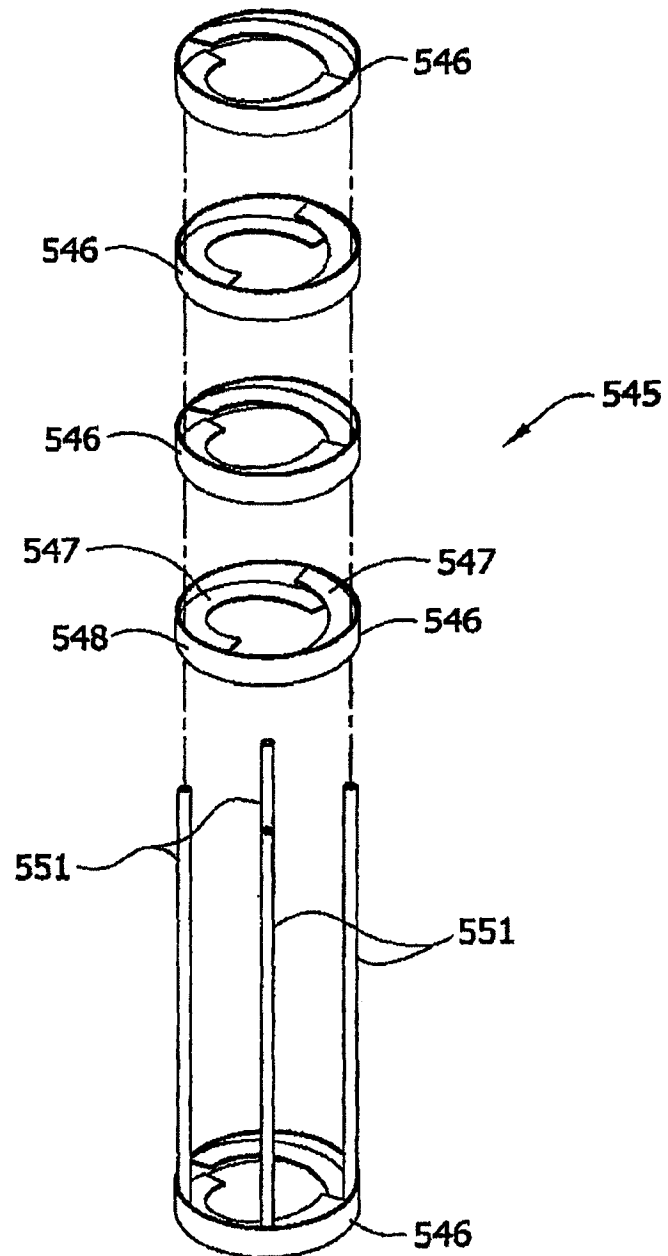
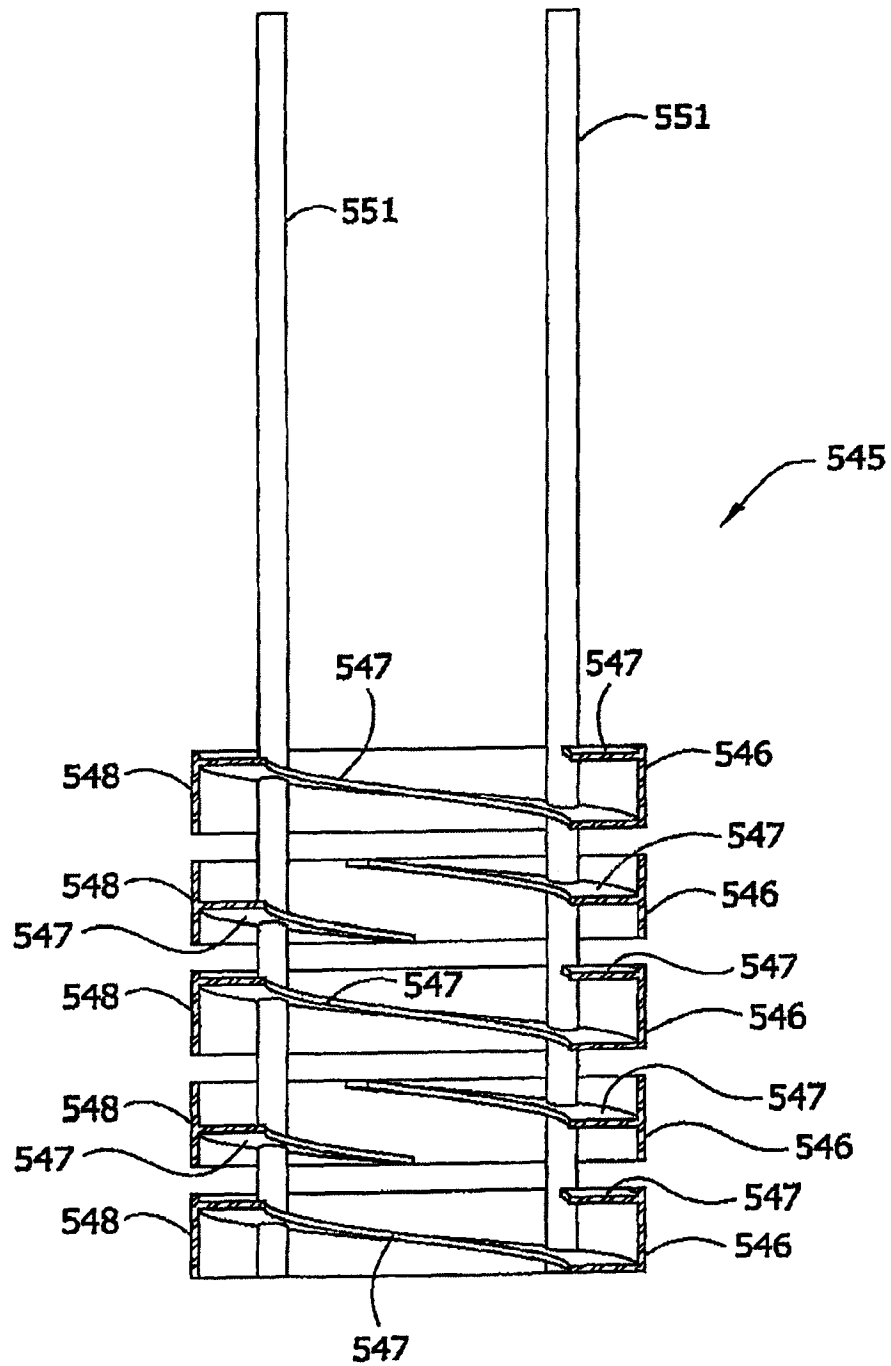


FIG. 9



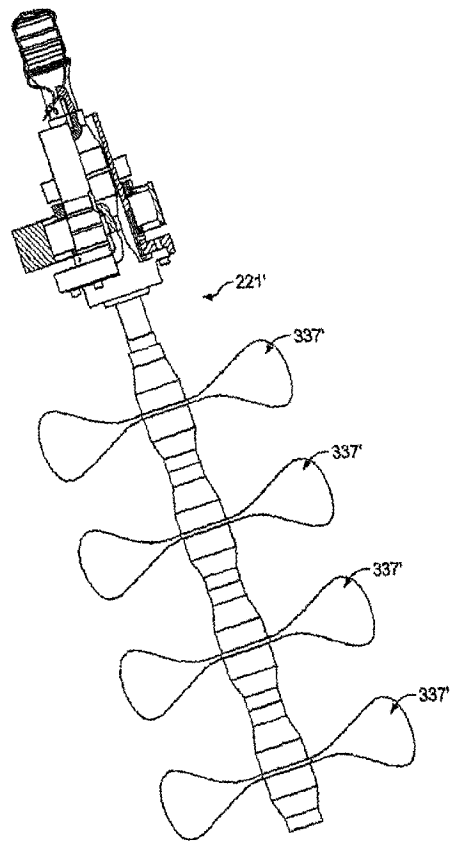


FIG. 11