



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

(11) PI 0708547-8 B1

(22) Data do Depósito: 02/03/2007

(45) Data de Concessão: 06/02/2018



(54) Título: DISPOSITIVO DE PROCESSAMENTO DE FLUIDO MULTIFÁSICO

(51) Int.Cl.: B01D 19/00

(30) Prioridade Unionista: 03/03/2006 US 60/778,688

(73) Titular(es): DRESSER-RAND COMPANY

(72) Inventor(es): JAMES M. SOROKES

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO DE PROCESSAMENTO DE FLUIDO MULTIFÁSICO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um maquinário de fluidos, e mais especificamente a um maquinário para manipular fluxos de fluido multifásicos.

[002] Uma variedade de dispositivos para manipular fluxos de fluido multifásicos, tais como os separadores, os compressores e as bombas, é conhecida. Um separador funciona basicamente para separar um fluxo de fluido em diferentes fases, tais como porções de líquido e gasosas, e/ou pode ser utilizado para remover matéria sólida de um fluxo de fluido. Os compressores e as bombas basicamente funcionam para respectivamente comprimir os gases e pressurizar os líquidos, freqüentemente para o propósito de transportar um fluido. Tipicamente, quando um fluxo de fluido está composto tanto de porções de líquido quanto gasosas, o fluxo de fluido é primeiramente separado, e então as porções gasosas são direcionadas para um compressor e as porções de líquido são direcionadas para uma bomba de modo a serem separadamente tratadas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[003] Em um aspecto, a presente invenção é uma máquina para processar um fluxo de fluido multifásico que inclui uma mistura de pelo menos um gás e um líquido. A máquina de processamento de fluidos compreende um alojamento que tem uma câmara interna, uma entrada conectada fluidamente com a câmara interna e fluidamente conectável com uma fonte do fluxo multifásico, e uma primeira e uma segunda saídas. Um separador está disposto dentro da câmara de alojamento, está acoplado fluidamente com a entrada de modo que o fluxo de fluido flua geralmente para o separador, e está configurado para separar geralmente o fluxo de fluido em uma porção substancialmente gasosa e uma porção substancialmente líquida. Um compressor está

disposto dentro da câmara de alojamento e está acoplado fluidamente com o separador de modo que a porção gasosa flua para dentro do compressor, o compressor estando configurado para comprimir a porção gasosa e descarregar a porção gasosa comprimida através da primeira saída de alojamento. Ainda, uma bomba está disposta dentro da câmara de alojamento e tem uma entrada acoplada fluidamente com o separador, a bomba estando espaçada geralmente verticalmente do separador de modo que as porções de líquido fluam pelo menos parcialmente por gravidade do separador para a entrada de bomba. A bomba está configurada para pressurizar as porções de líquido e descarregar as porções de líquido pressurizadas através da segunda saída de alojamento.

[004] Em outro aspecto, a presente invenção é novamente uma máquina de processamento de fluidos para processar um fluxo de fluido multifásico que inclui pelo menos porções de fluido gasoso e líquido. A máquina de processamento de fluidos compreende um alojamento que inclui uma câmara interna, um eixo geométrico central que estende-se através da câmara, uma superfície interna que estende-se circunferencialmente ao redor do eixo geométrico e pelo menos parcialmente definindo a câmara, uma entrada conectada fluidamente com a câmara de alojamento e configurada para receber o fluxo multifásico, e uma primeira e uma segunda saídas conectadas fluidamente com a câmara. Um separador disposto dentro da câmara de alojamento, está acoplado fluidamente com a entrada de modo que o fluxo de fluido flua geralmente da entrada para o separador, e está configurado para separar geralmente o fluxo de fluido em uma porção substancialmente gasosa e uma porção substancialmente líquida. Um compressor está disposto dentro da câmara de alojamento de modo a ficar axialmente espaçado do separador, está fluidamente acoplado com o separador de modo a receber a porção gasosa do separador e que tem uma saí-

da conectada fluidamente com a primeira saída de alojamento. O compressor está configurado para comprimir a porção gasosa e descarregar a porção gasosa comprimida através da primeira saída de alojamento, o compressor tendo uma superfície externa espaçada para dentro da superfície interna de alojamento de modo a definir pelo menos uma passagem de fluxo que estende-se geralmente paralela com o eixo geométrico de alojamento. Ainda, uma bomba está disposta dentro da câmara de alojamento de modo a estar axialmente espaçada do separador de modo que o compressor fique disposto geralmente entre o separador e a bomba. A bomba tem uma entrada acoplada fluidamente com o separador através da pelo menos uma passagem de fluxo de modo a receber a porção de líquido do separador, a bomba estando configurada para pressurizar as porções de líquido e descarregar a porção de líquido pressurizada através da segunda saída de alojamento.

[005] Em um aspecto adicional a presente invenção é também uma máquina de processamento de fluidos para processar um fluxo de fluido multifásico com uma porção gasosa e porções de líquido. A máquina de processamento de fluidos compreende um alojamento que inclui uma câmara interna, uma superfície circunferencial interna que define pelo menos parcialmente a câmara, uma entrada que estende-se para dentro da câmara e configurada para receber o fluxo multifásico, e duas saídas que estendem-se para fora da câmara. Um separador disposto dentro da câmara de alojamento, está acoplado fluidamente com a entrada de modo que o fluxo de fluido flua para o separador, e está configurado para separar geralmente o fluxo de fluido em uma porção substancialmente gasosa e uma porção substancialmente líquida. Um compressor está disposto dentro da câmara de alojamento geralmente sob o separador, tem uma entrada acoplada fluidamente com o separador de modo a receber o fluxo gasoso do separador, e

está configurado para comprimir o fluxo gasoso e descarregar o fluxo gasoso comprimido do alojamento através da primeira saída. O compressor ainda tem uma superfície externa espaçada para dentro da superfície interna de alojamento de modo que um canal de fluxo geralmente anular está definido entre as duas superfícies, o canal de fluxo estando acoplado fluidamente com o separador. Também, uma seção de câmara de coletor está definida dentro da câmara de alojamento geralmente sob o separador, a seção de câmara de coletor estando acoplada fluidamente com o canal de fluxo anular e com a segunda saída de alojamento, e configurada para conter uma quantidade de líquido.

[006] Em ainda outro aspecto, a presente invenção é mais uma vez uma máquina de processamento de fluido multifásicos. A máquina de processamento de fluidos multifásicos compreende um alojamento que tem uma câmara interna, uma entrada conectada fluidamente com a câmara interna e fluidamente conectável com uma fonte do fluxo multifásico, e uma primeira e uma segunda saídas. Um separador está disposto dentro da câmara de alojamento, está acoplado fluidamente com a entrada de modo que o fluxo de fluido flua geralmente para o separador, e está configurado para separar geralmente o fluxo de fluido em uma porção substancialmente gasosa e uma porção substancialmente líquida. Um compressor está disposto dentro da câmara de alojamento, tem uma carcaça com uma câmara interna e uma entrada que estende-se para dentro da câmara, e pelo menos um impulsor disposto dentro da câmara de carcaça. O impulsor tem uma entrada e está configurado para comprimir a porção gasosa, o compressor estando configurado para descarregar a porção gasosa comprimida através da primeira saída de alojamento. O separador está disposto dentro da entrada de carcaça de modo que a porção de gás flua geralmente diretamente do separador para dentro da carcaça de compressor. Ain-

da, uma bomba está disposta dentro da câmara de alojamento, tem uma entrada acoplada fluidamente com o separador, de modo a receber a porção de líquido, e está configurada para pressurizar as porções de líquido e descarregar as porções de líquido pressurizado através da segunda saída de alojamento.

BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DOS DESENHOS

[007] O sumário acima, assim como a descrição detalhada das modalidades preferidas da presente invenção, serão melhor compreendidas quando lidos em conjunto com os desenhos anexos. Para o propósito de ilustrar a invenção, estão mostradas nos desenhos, os quais são diagramáticos, as modalidades que são presentemente preferidas. deve ser compreendido, no entanto, que a presente invenção não está limitada às disposições e às instrumentalidades precisas mostradas. Nos desenhos:

[008] Figura 1 é uma vista em corte transversal axial de uma máquina de processamento de fluidos multifásicos de acordo com a presente invenção;

[009] Figura 2 é uma vista partida, ampliada, de uma porção superior da máquina de processamento de fluidos, que mostra um separador, uma câmara de pressão e uma entrada de compressor da máquina de processamento de fluidos;

[0010] Figura 3 é uma vista em corte transversal radial da máquina de processamento de fluidos feita através da linha 4-4 da Figura 2;

[0011] Figura 4 é uma vista em perspectiva de topo, grandemente ampliada, do separador;

[0012] Figura 5 é uma vista em corte transversal axial, grandemente ampliada, de um separador;

[0013] Figura 6 é uma vista partida, ampliada, de uma porção central da máquina de processamento de fluidos, que mostra um compressor e uma passagem de fluxo de líquido da máquina de proces-

samento de fluidos;

[0014] Figura 7 é uma vista em corte transversal radial da máquina de processamento de fluidos feita através da linha 7-7 da Figura 6;

[0015] Figura 8 é uma vista em perspectiva de topo, grandemente ampliada, de um impulsor do compressor;

[0016] Figura 9 é uma vista partida, ampliada, de uma porção inferior da máquina de processamento de fluidos, que mostra uma bomba e um conjunto de aleta ajustável da máquina de processamento de fluidos;

[0017] Figura 10 é uma vista em corte transversal radial da máquina de processamento de fluidos feita através da linha 10-10 da Figura 9;

[0018] Figura 11 é uma vista em corte transversal radial da máquina de processamento de fluidos feita através da linha 11-11 da Figura 9;

[0019] Figura 12 é uma vista plana de topo de uma placa de defletor para distribuir o fluxo de líquido para dentro da bomba; e

[0020] Figura 13 é uma vista em corte transversal axial de uma máquina de processamento de fluidos multifásicos alternativa, na qual a bomba é substituída por um coletor de fluido.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0021] Certas terminologias são utilizadas na descrição seguinte por conveniência somente e não limitação. As palavras "superior", "para cima", "baixo" e "para baixo" designam direções nos desenhos aos quais referência é feita. As palavras "interno", "para dentro" e "externo", "para fora" referem-se a direções na direção de, e afastando de, respectivamente, uma linha de centro designada ou um centro geométrico de um elemento que está sendo descrito, o significado específico ficando prontamente aparente do contexto da descrição. Ainda, como aqui utilizado, a palavra "conectado" pretende incluir as conexões dire-

tas entre dois membros sem nenhum outro membro disposto entre os mesmos e as conexões indiretas entre os membros nas quais um ou mais outros membros estão interdispostos aos mesmos. A terminologia inclui as palavras especificamente acima mencionadas, seus derivados, e palavras de importância similar.

[0022] Referindo agora ao desenhos em detalhes, em que números iguais são utilizados para indicar os elementos iguais por toda parte, está mostrada nas Figuras 1-13 uma máquina de processamento de fluidos multifásicos 10 para processar um fluxo de fluido multifásico F que inclui uma mistura de pelo menos um gás G e um líquido L. A máquina de processamento de fluidos 10 basicamente compreende um alojamento 12 que tem uma câmara interna 13, e um separador 14, um compressor 16, e uma bomba 18 ou um coletor de líquido 20 (Figura 13), cada um disposto dentro da câmara de alojamento 13. O alojamento 12 tem uma entrada 22 conectada fluidamente com a câmara interna 13 e conectável fluidamente com uma fonte S_F do fluxo de fluido multifásico F, e uma primeira e uma segunda saídas 24A, 24B. O separador 14 está acoplado fluidamente com a entrada de alojamento 22, de modo que o fluxo de fluido F flua geralmente para o separador 14, e está configurado para separar geralmente o fluxo de fluido F em uma porção substancialmente gasosa G e uma porção substancialmente líquida L. O compressor 16 está acoplado fluidamente com o separador 14 de modo que a porção gasosa de fluxo G flua para dentro do compressor 16, e está configurado para comprimir a porção gasosa G e descarregar a porção gasosa G comprimida através da primeira saída ou de "gás" 24A. De preferência, o compressor 16 está disposto geralmente sob o separador 14, e está mais de preferência localizado geralmente entre o separador 14 e a bomba 18. No entanto, o compressor 16 pode alternativamente estar espaçado geralmente horizontalmente do (isto é, em oposição a verticalmente mais baixo ou

sob), ou mesmo geralmente acima do separador 14, de modo que o separador 14 fique disposto geralmente entre o compressor 16 e a bomba 18.

[0023] Ainda, a bomba 18 tem uma entrada acoplada fluidamente com o separador 14, e está de preferência espaçada geralmente verticalmente do, de modo a ficar localizada geralmente sob, o separador 14 de modo que a porção de líquido de fluxo L flua pelo menos parcialmente por gravidade do separador 14 para a entrada de bomba 18. No entanto, o separador 14 e/ou a bomba 18 podem estar configurados de modo que a porção de líquido de fluxo L flua substancialmente pela sucção gerada pela bomba 18, especificamente quando o separador 14 e a bomba 18 estão horizontalmente espaçados, ou por qualquer outro meio apropriado. Em qualquer caso, a bomba 18 está configurada para pressurizar a porção de líquido L do fluxo de fluido F e descarregar a porção de líquido L pressurizada através da segunda saída ou de "líquido" 24B. Alternativamente, a máquina de fluidos 10 pode ao invés ter um coletor de líquido 20 disposto geralmente sob o compressor 16 e acoplado fluidamente com o separador 14 e com a segunda saída de alojamento 24B, o coletor 20 tendo uma câmara 21 configurada para conter uma quantidade de "volume acumulado" VL das porções de líquido L, como mostrado na Figura 13.

[0024] Como melhor mostrado na Figura 1, a máquina de processamento de fluidos 10 de preferência ainda compreende um eixo de acionamento 30 que estende-se geralmente verticalmente através da câmara de alojamento 13 e rotativo ao redor de um eixo geométrico central 31. Cada um do separador 14, do compressor 16, e da bomba 18 tendo pelo menos um membro rotativo 40, 64, e 84, respectivamente, conectado com o eixo 30 e espaçados verticalmente ao longo do eixo geométrico de eixo 31. Como tal, a rotação do eixo de acionamento 30 ao redor do eixo geométrico 31 geralmente opera cada um do

separador 14, do compressor 16, e da bomba 18, como abaixo descrito em maiores detalhes. Alternativamente, a máquina de processamento de fluidos 10 pode incluir dois ou mais eixos separados (estruturas não mostradas) cada um acionando girável um ou mais do separador 14, do compressor 16, e da bomba 18. Mais ainda, a máquina de processamento 10 de preferência ainda compreende um motor 32 conectado com o eixo 30 e configurado para girar o eixo 30 ao redor do eixo geométrico central 31, o motor 32 de preferência estando montado em uma extremidade 12a ou 12b do alojamento 12, como abaixo discutido em mais detalhes.

[0025] Referindo às Figuras 1, 6 e 7, o alojamento 12 de preferência inclui uma superfície interna 25 que define pelo menos parcialmente a câmara de alojamento 13 e o compressor 16 tem uma superfície externa 27 espaçada da superfície interna de alojamento 25. Como tal, pelo menos uma passagem de fluxo de líquido 34 está pelo menos parcialmente definida entre as duas superfícies 25, 27, a passagem de fluxo 34 estando configurada para acoplar fluidamente o separador 14 com a bomba 18. De preferência, o alojamento 12 ainda tem uma linha de centro ou eixo geométrico 29 e a superfície interna de alojamento 25 estende-se circunferencialmente ao redor da linha de centro 29 do eixo geométrico de eixo 31 de preferência sendo geralmente colinear com o eixo geométrico de alojamento 29 quando o eixo de acionamento 30 está disposto dentro do alojamento 12. O compressor 16 de preferência tem uma linha de centro 15 a qual é colinear com o eixo geométrico de eixo 31, a superfície externa de compressor 27 estendendo-se circunferencialmente ao redor da linha de centro 15 e estando radialmente espaçada para dentro da, de modo a ficar disposta coaxialmente dentro, da superfície interna de carcaça 25. Como tal, uma primeira porção 36 da passagem de fluxo de líquido 34 é geralmente anular e estende-se tanto geralmente ao longo quanto geralmente ao

redor do eixo geométrico de alojamento 29. De preferência, a porção anular de passagem de líquido 36 tem um orifício de entrada anular 36a acoplado fluidamente com uma câmara de pressão 56 (abaixo descrita) definido ao redor do separador 14 e um orifício de saída anular 36b acoplado fluidamente com a entrada de bomba 28. Especificamente, a passagem de fluxo de líquido 34 de preferência ainda inclui uma porção que estende-se geralmente radialmente 37 definida entre o compressor 16 e a bomba 18 e acoplado diretamente fluidamente com a entrada de bomba 28. Como tal, a porção radial de passagem de líquido 37 conecta fluidamente a porção de passagem anular 36, e assim a câmara de pressão 56 e o separador 14, com a entrada de bomba 28.

[0026] Com a disposição preferida do separador 14, do compressor 16 e da bomba anular 18, a porção anular 36 da passagem de fluxo de líquido 34 estende-se geralmente verticalmente de modo que a gravidade pelo menos parcialmente inicia o fluxo do líquido através da passagem de fluxo 34, como acima discutido. Mais especificamente, o separador 14 está configurado para direcionar o líquido geralmente radialmente para fora na direção da superfície interna de alojamento 25, de modo que as porções de líquido L fluam para dentro do canal de fluxo de líquido 34 e após isto fluam pelo menos parcialmente por gravidade para a entrada de bomba 28, tal fluxo de preferência sendo adicionalmente iniciado ou "acionado" por sucção na entrada de bomba 28. Ainda, a porção radial 37 da passagem de fluxo de líquido 34 de preferência estende-se geralmente horizontalmente entre a porção anular vertical 37 e a entrada de bomba 28.

[0027] Referindo às Figuras 1-5, o separador 14 de preferência inclui um corpo 40 girável ao redor de um eixo geométrico central 41, o corpo de separador 40 tendo uma primeira e uma segunda extremidades 40a, 40b, respectivamente. A primeira extremidade de corpo ou

"superior" 40a tem uma primeira abertura ou de "fluxo de entrada" 42 acoplada fluidamente com a entrada de alojamento 22 de modo a receber o fluxo de fluido F e a segunda extremidade de corpo ou "inferior" 40b tem uma segunda abertura ou de "saída de gás" 44 acoplada fluidamente com o compressor 16. Uma superfície de separação interna 46 estende-se circunferencialmente ao redor do eixo geométrico 41 e geralmente entre a primeira e a segunda extremidades de corpo 40a, 40b. Ainda, a superfície de separação 46 define uma câmara de separação 48 e está inclinada geralmente radialmente para fora em uma direção d_1 na direção da primeira extremidade de corpo 40a. Com esta estrutura, conforme o corpo de separador 40 gira ao redor do eixo geométrico 41, as porções de líquido L do fluxo de fluido F contactam a superfície de separação interna 46 e são direcionadas geralmente radialmente para fora afastando do eixo geométrico de corpo 41 e geralmente axialmente para baixo, e além, da primeira extremidade de corpo 40a. Em outras palavras, a força centrífuga gerada pela rotação do separador 14 faz com que as porções de líquido L relativamente mais pesadas que contactam a superfície de separação interna 46 rotativa deslizem para cima e para fora ao longo da superfície externa inclinada 50 até que as porções de líquido sejam projetadas ou "lançadas" da extremidade de corpo superior 40a em um percurso em espiral na direção da superfície interna de alojamento 25. Como tal, as porções de líquido L são direcionadas para fluir de volta para fora através da primeira abertura de corpo 42 enquanto que o restante do fluxo de fluido F, isto é, as porções substancialmente gasosas G, fluem na direção descendente d_2 através da segunda abertura de corpo 44, e após isto para dentro do compressor 16.

[0028] Ainda, o separador 14 de preferência ainda inclui uma superfície de separação externa 50 que estende-se circunferencialmente ao redor do eixo geométrico de corpo 41 e geralmente entre a primeira

e a segunda extremidades de corpo 40a, 40b. Como com a superfície interna 46, a superfície de separação externa 50 está inclinada geralmente radialmente para fora na direção d_1 na direção da primeira extremidade de corpo 40a. Como tal, conforme o corpo de separador 40 gira ao redor do eixo geométrico 41, as porções de líquido L do fluxo de fluido F que contactam a superfície de separação externa 50 são direcionadas geralmente radialmente para fora afastando do eixo geométrico de corpo 41 e geralmente axialmente na direção da primeira extremidade de corpo 40 de modo a ser direcionada geralmente na direção da superfície interna de alojamento 25. Em outras palavras, as forças centrífugas fazem com que as porções de líquido L relativamente mais pesadas que contactam a superfície de separação externa 50 rotativa deslizem para cima e para fora ao longo da superfície de separação externa inclinada 50 até que sejam projetadas / lançadas da extremidade de corpo superior de separador 40a em um percurso geralmente espiral na direção da superfície interna de alojamento 25. Mais ainda, o separador 14 está de preferência localizado dentro da câmara de alojamento 13 de modo que a primeira extremidade, superior, de corpo de separador 40a, e assim a abertura de entrada de fluxo de fluido 42, fique espaçada geralmente verticalmente para cima em relação à entrada de alojamento 22. Como tal, o fluxo de fluido F tende a contactar ou fluir através da superfície de separação externa 50 antes de entrar no separador 14, o que contribui para a separação das porções de líquido L do fluxo de fluido F, como abaixo discutido em detalhes adicionais.

[0029] Referindo agora às Figuras 1 e 2, o alojamento 13 de preferência ainda inclui uma parede geralmente côncava 54 disposta dentro da câmara interna 13 de modo a definir uma câmara de pressão 56, e o separador 14 está disposto pelo menos parcialmente dentro da câmara de pressão 56. A parede de pressão de alojamento 54 está dis-

posta em relação à entrada de alojamento 22 de modo que o fluxo de fluido multifásico F seja direcionado para fluir radialmente ao redor do eixo geométrico de separador 41 e/ou geralmente paralelo em relação ao eixo geométrico 41 antes de entrar na abertura de separador 42. Como tal, o fluxo de fluido F de preferência contacta a parede de pressão 54 antes de entrar no separador 14 de modo que as porções de líquido L tendem a aderir na parede de pressão 54. A parede de pressão 54 estende-se geralmente radialmente através da extremidade superior da câmara de alojamento 13 e tem uma extremidade superior fechada 54a disposta geralmente sobre a linha de centro de alojamento 29 e uma borda inferior 54b que estende-se circunferencialmente ao redor da linha de centro 29 e disposta geralmente contra a superfície interna de alojamento 25. Como tal, as porções de líquido L que aderem na parede de pressão 54 tendem a fluir na direção da borda de parede 54b e após isto para dentro e através da passagem de fluxo de líquido 34 preferida, como acima descrito e em detalhes adicionais abaixo.

[0030] Referindo agora às Figuras 1 e 6-8, o compressor 16 é de preferência um compressor centrífugo 59 que inclui basicamente uma carcaça 60 disposta dentro do alojamento 12 e que define uma câmara interna 62 e pelo menos um impulsor rotativo 64 disposto dentro da câmara de carcaça 62 e que tem uma entrada 65. A carcaça 60 tem uma abertura de entrada 61 configurada para receber uma porção do separador 14 e uma saída 63 acoplada fluidamente com a primeira saída gasosa de alojamento 24A. De preferência, o corpo de separador 40 está disposto dentro das ou estende-se através da entrada de carcaça de compressor 61, de modo que a segunda extremidade de corpo de separador 40b fique disposta dentro da câmara de compressor 42, por meio disto acoplando fluidamente a saída de gás de separador 44 com a entrada de impulsor 65. Mais especificamente, a segunda

extremidade de corpo de separador 40b está de preferência localizada geralmente adjacente à entrada de impulsor 65, de modo que as porções gasosas G fluam para fora da saída de separador 44 e substancialmente diretamente para dentro da entrada de impulsor 65. Como tal, não existe necessidade de nenhum componente (por exemplo, um cano ou tubo) para direcionar a porção de gás de fluxo G do separador 14 para dentro do compressor 16. No entanto, o separador 14 e o compressor 16 podem estar alternativamente dispostos de modo que a extremidade de saída de separador 40b fique disposta dentro da abertura de impulsor 65, ou mesmo espaçada por uma distância substancial da abertura 65. Por exemplo, o separador 14 pode estar disposto inteiramente externamente à carcaça de compressor 62 com a saída de gás de separador 44 estando fluidamente acoplada com a abertura de entrada de carcaça de compressor 61, de modo que a porção de gás de fluxo G flua através da abertura de entrada de carcaça 61 antes de entrar na entrada de impulsor 65.

[0031] Ainda, os um ou mais impulsores 64 estão cada um configurados para comprimir as porções de fluido gasoso G que fluem para dentro da entrada de impulsor 65 e descarregar as porções gasosas G através da saída de carcaça 63, as quais após isto fluem através da primeira saída de alojamento 24A, como abaixo descrito em mais detalhes. Mais de preferência, o compressor centrífugo 59 é um compressor centrífugo de "múltiplos estágios" que tem uma pluralidade de estágios de compressão 66, cada estágio de compressão 66 incluindo um impulsor 64 e um conjunto de canal de fluxo fixo 68 disposto ao redor do impulsor 64. Cada conjunto de canal de fluxo fixo 68 inclui um canal difusor 70, um canal de curva de retorno 72, um canal de retorno 74 e uma aleta de guia 76. Como tal, as porções gasosas G comprimidas que fluem radialmente para fora em um "turbilhão" de um estágio de compressão 66 fluem para fora através do canal difusor 70, direcio-

nadas de volta radialmente para dentro conforme estas fluem através do canal de curva de retorno 72 e do canal de retorno 74, e são direcionadas pela aleta de guia 76 geralmente axialmente para dentro de um estágio de compressor 66 adjacente, ou com o estágio 66 final, através da saída de carcaça 63.

[0032] Referindo às Figuras 1 e 9-12, a bomba 18 é de preferência uma bomba rotativa, mais de preferência uma bomba centrífuga 80 que inclui basicamente uma carcaça 82 e um impulsor rotativo 84. A carcaça 82 é disponível dentro do alojamento 12 e tem uma câmara interna 86, um bocal de sucção 87 que estende-se axialmente, que provê a entrada de bomba 28 e um bocal de saída ou descarga 88 acoplado fluidamente com a segunda saída de líquido de alojamento 24B. O impulsor 84 está configurado para pressurizar as porções de líquido L que fluem para dentro do bocal de sucção 81 e direcionar o líquido pressurizado L_p na direção do bocal de descarga 88, e após isto para o a segunda saída de alojamento 24B. Mais especificamente, o impulsor 84 de preferência tem uma pluralidade de aletas circunferenciais espaçadas, que estendem-se geralmente radialmente 83 configuradas para direcionar o líquido radialmente para fora do impulsor rotativo 84, por meio disto imprimindo energia cinética ao líquido. Também, a carcaça 82 está adicionalmente configurada para prover uma câmara de voluta 89 definida geralmente entre o impulsor 84 e o bocal de descarga 88, a qual funciona para desacelerar o líquido pressurizado que flui do impulsor 84, como é bem conhecido daqueles versados na técnica de bombas e de maquinário de fluido.

[0033] Com a estrutura básica acima descrita, a máquina de processamento de fluidos 10 da presente invenção basicamente funciona como segue. Um fluxo de fluido multifásico F entra no alojamento 12 através da entrada de alojamento 22 e flui para dentro da câmara de pressão 56, turbilhona ao redor do e flui para dentro do separador 14.

As porções de líquido L são separadas das porções restantes substancialmente gasosas G do fluxo de fluido F, e são direcionadas para dentro da passagem de fluxo de líquido 34. Geralmente simultaneamente, as porções gasosas G fluem para dentro da entrada de compressor 26 e são pressurizadas ou comprimidas de modo que a pressão de gás seja incrementalmente aumentada conforme as porções de gás G fluem através de cada estágio de compressor 66. As porções de gás pressurizadas G_P são descarregadas do compressor 16 e fluem para fora do alojamento através da saída de gás de alojamento 24A. Ainda, as porções de líquido L separadas que entram na passagem de fluxo de líquido 34 fluem por gravidade (e sucção) através da porção vertical de passagem 36, e assim ao redor do compressor 16, e então através da porção horizontal de passagem 37 sob o compressor 16 e para dentro da entrada de bomba 28. A bomba centrífuga 80 preferida então pressuriza as porções de líquido L_P conforme as porções L_P são aceleradas radialmente para fora pelo impulsor 84, e as porções de líquido pressurizado L_P fluem para fora do alojamento através da saída de líquido 24B. De preferência, as porções de gás e de líquido pressurizados G_P , L_P são mescladas ou remisturadas em um tubo de saída comum 23 conectado com ambas as saídas de alojamento 24A, 24B, de modo que o fluxo de fluido pressurizado F_P seja adicionalmente processado ou utilizado, mas os dois fluxos pressurizados G_P , L_P podem alternativamente permanecer distintos de modo a serem após isto separadamente processados ou utilizados.

[0034] Tendo descrito os componentes básicos e as funções acima, estes e outros elementos da máquina de processamento de fluidos da presente invenção estão abaixo descritos em maiores detalhes.

[0035] Referindo às Figuras 1, 2, 4, 6, 7 e 9-11, o alojamento 12 de preferência inclui um corpo tubular geralmente circular 90 com extremidades axiais 90a, 90b opostas e duas paredes de extremidades ci-

líntricas geralmente circulares 92, 94 dispostas em uma extremidade de corpo 90a, 90b, respectivamente. O corpo tubular 90 tem uma superfície interna 91 que provê a superfície circunferencial interna de alojamento 25, de modo que a câmara de alojamento 13 tem uma forma geralmente cilíndrica, e uma superfície circunferencial externa 93 oposta. Ainda, cada parede de extremidade de alojamento 92, 94 envolve a extremidade mais próxima 90a, 90b do corpo tubular 90 e tem uma abertura de eixo central geralmente circular 92a, 94a configurada para receber uma porção do eixo de acionamento 30. A primeira parede de extremidade ou superior 92 é de preferência relativamente mais espessa do que a segunda parede de extremidade inferior 94 e inclui uma cavidade em forma geralmente tronco-cônica 95. Com esta estrutura, a parede de extremidade superior 92 provê a parede de pressão 54, e a cavidade de parede de extremidade 95 provê a câmara de pressão 56, como acima descrito. Alternativamente, a câmara de pressão 56 pode ser provida por um corpo em forma de disco separado (não mostrado) disposto geralmente adjacente à parede de extremidade superior 92. Ainda, a parede de extremidade inferior de alojamento 94 de preferência inclui um conjunto de mancal 89 disposto pelo menos parcialmente dentro da abertura de parede 94a e configurado para suportar o eixo de acionamento 30.

[0036] De preferência, a entrada de alojamento 22 e cada saída de alojamento 24A, 24B inclui uma seção de tubo ou de cano geralmente circular separada 96, 97, 98, respectivamente, que estende-se para fora da superfície externa 93 do corpo tubular de alojamento 90. O tubo de entrada 96 está localizado geralmente mais próximo da extremidade superior de corpo 90a e de preferência tem uma linha de centro 96a que estende-se geralmente perpendicularmente à linha de centro de alojamento 29 e espaçado abaixo da entrada de fluido de separador 42, de modo que o fluxo de fluido F tende a "turbilhonar ao redor" da

linha de centro 29, e assim ao redor do separador 14, quando da entrada na câmara de pressão 56, como acima descrito. Também, o tubo de entrada 96 é conectado ou conectável com a fonte do fluxo de fluido (não mostrada), de preferência por um ou mais tubos (nenhum mostrado). Mais ainda, cada um dos dois tubos de saída 97, 98 está disposto geralmente adjacente à extremidade inferior de corpo de alojamento 90b e estão cada um alinhados geralmente radialmente com a saída do compressor 16 e da bomba 18, respectivamente, de modo que o segundo tubo de saída de líquido 97 fique espaçado geralmente axialmente abaixo do primeiro tubo de saída de gás 98, como mostrado na Figura 1. De preferência, os dois tubos de saída 97, 98 estão conectados juntos de modo a estender para dentro de um único conduto de saída 100, de modo que as porções gasosa e líquida pressurizadas G_P , L_P sejam mescladas após a respectiva compressão e pressurização. No entanto, os dois tubos de saída 97, 98 podem ser separadamente conectados a uma tubulação adicional (não mostrada) de modo que as porções de fluido e gasosa pressurizadas G_P , L_P permaneçam separadas para uma utilização independente ou um tratamento separado adicional.

[0037] Como mostrado na Figura 1, o alojamento 12 também de preferência inclui um alojamento de motor tubular geralmente circular 102 que tem uma extremidade axial interna 102a disposta geralmente contra a e presa na extremidade superior de corpo tubular 90a, mas pode alternativamente ser montada na extremidade inferior de corpo de alojamento 90b. O alojamento de motor 102 tem um furo interno que provê uma câmara de motor 104 para alojar o motor 32 preferido, como acima discutido. Pela disposição do alojamento de motor 102 verticalmente acima do restante dos componentes de máquina de processamento, a chance de intrusão de líquido no motor 32 é minimizada. No entanto, a câmara de motor 104 pode ser de outro modo provi-

da, tal como por exemplo, montando o alojamento 102 na extremidade inferior 90b do alojamento tubular 90, formando o alojamento 102 como uma porção integral superior do corpo tubular 90 definido pelo espaçamento da parede de extremidade superior 92 axialmente para dentro, por um alojamento separado espaçado do corpo anular 90, etc. (nenhum mostrado), ou o motor 32 pode até ser diretamente montado no alojamento 102 sem nenhuma cobertura ou alojamento.

[0038] Ainda, o motor 32 é de preferência um motor elétrico 106 configurado para girar o eixo 30 ao redor de seu eixo geométrico 31, mas pode alternativamente ser um motor hidráulico, uma turbina a vapor ou gás, ou qualquer outro motor ou "acionador principal" apropriado. O eixo 30 preferido inclui uma barra circular alongada 108 posicionada dentro da máquina de fluidos 10 de modo a estender longitudinalmente através da câmara de alojamento 13 e que tem as porções superior e inferior 108a, 108b dispostas dentro das aberturas de eixo de parede de extremidade de alojamento 92a, 94a. O corpo de eixo 108 tem uma superfície de montagem externa 109 configurada para aceitar pelo menos um componente rotativo 40, 64 e 84 do separador 14, do compressor 16 e da bomba 18, como acima discutido e em detalhes adicionais abaixo. Ainda, o eixo 30 é de preferência diretamente acionado pelo motor 32, como acima descrito, mas pode alternativamente ser acionado através de um trem de engrenagens, um acionamento de correia ou outro meio de transmissão apropriado (nenhum mostrado).

[0039] Referindo às Figuras 1-5, o corpo de separador 40 está de preferência construído como um tambor geralmente cônico 110 que inclui um membro de cubo tubular interno 112, um membro tubular externo 114 disposto coaxialmente ao redor de uma porção do membro de cubo 112, e uma pluralidade de aletas 116 que estendem-se entre os e conectam os membros tubulares interno e externo 112, 114. O

membro de cubo interno 112 está de preferência formado como um tubo geralmente circular e tem um furo central 113, uma porção 108c do corpo de eixo 108 estando disposta dentro do furo 113 de modo a montar o separador 14 no eixo 30. Referindo especificamente à Figura 5, o membro tubular externo 114 tem uma extremidade de entrada superior, geralmente circular 114a com um primeiro diâmetro D_1 , uma extremidade de saída inferior, geralmente circular 114b com um segundo diâmetro D_2 . O primeiro diâmetro D_1 é maior do que o segundo diâmetro D_2 , de modo que o membro tubular externo 114 conifica para dentro em uma direção d_2 para baixo ao longo do eixo geométrico 41. Como tal, o membro tubular externo 114 tem superfícies interna e externa, geralmente cônicas 115, 117 que provêem as superfícies de separação interna e externa 46, 50, respectivamente. Cada superfície cônica 115, 117 estende-se circunferencialmente ao redor do membro de cubo 112, a superfície interna 115 faceando geralmente na direção da extremidade superior de membro externo 114a e a superfície externa 117 faceando geralmente na direção da extremidade inferior de corpo 114b.

[0040] Com a estrutura de separador acima, a máquina de fluxo multifásico 10 provê a função de separar o fluxo de fluido F em pelo menos as porções gasosa e líquida G, L geralmente no modo seguinte. O fluxo de fluido F flui através da entrada de alojamento 22 de modo a turbilhonar inicialmente ao redor da câmara de pressão 56 e ao redor do separador 14, fazendo com que algumas das porções de líquido L adiram na parede de pressão 54 e outras porções de líquido L adiram na superfície de separação externa 50. As porções de líquido L sobre a parede de pressão 54 fluem por gravidade na direção da passagem de fluxo de líquido 34. A rotação do corpo de separador 40 faz com que as porções de líquido L sobre a superfície de separação externa 50 fluam radialmente para fora ao longo da mesma até serem projetadas radi-

almente para fora na direção da parede de pressão 54, e após isto fluem ou diretamente para dentro da passagem 34 ou da parede 54 para dentro da passagem 34. Ainda, o restante do fluxo de fluido F é aspirado para dentro da abertura superior de separador 42 por sucção na entrada de compressor 26, de modo que as porções de líquido L restantes contactem a superfície de separação interna 46. Como com a superfície externa 50, as porções de líquido L sobre a superfície interna 46 são feitas fluir radialmente para fora ao longo da superfície 46 até serem projetadas ou lançadas radialmente para fora na direção da parede de pressão 54, para após isto fluir diretamente ou indiretamente para dentro da passagem de fluxo de líquido 34. As porções substancialmente gasosas G do fluxo de fluido então fluem através da entrada de compressor 26.

[0041] Apesar do separador de tambor cônico 110 com as superfícies de separação cônicas interna e externa 115, 117 ser presenteemente preferido, está dentro do escopo da presente invenção construir o separador 14 em qualquer outro modo apropriado que permita que a máquina de processamento de fluidos 10 funcione geralmente como aqui descrito. Por exemplo, o separador 14 pode ser construído como um separador rotativo que tem somente uma das superfícies de separação inclinadas interna e externa 46, 50, a outra superfície 50 ou 46 sendo substancialmente vertical ou de outro modo formada (por exemplo, uma superfície externa cônica e um furo geralmente circular, um corpo geralmente cilíndrico com um furo cônico, etc.). Ainda por exemplo, o separador 14 pode ser formado como qualquer outro tipo apropriado de dispositivo separador de fluidos, tal como um separador ciclônico cilíndrico, um separador rotativo em linha, ou um tanque separador, e/ou pode ser configurado para remover o material sólido do fluxo de líquido ou separar o fluxo de líquido em duas ou mais porções de líquido de densidade variável. A presente invenção abrange estas e

outras construções apropriadas do separador 14, e o escopo da presente invenção em nenhum modo está limitado a nenhum tipo e/ou disposição específico do separador 14.

[0042] Referindo às Figuras 1, 6 e 7, a carcaça de compressor 60 inclui uma parede tubular geralmente circular 120 e uma primeira e uma segunda paredes de extremidade geralmente circulares, que estendem-se radialmente 124A, 124B dispostas em cada extremidade axial da parede tubular 120. A parede tubular de carcaça 120 tem superfícies circunferenciais interna e externa 121, 122, a superfície interna 121 definindo a câmara de compressor 62. A superfície externa de corpo tubular 122 provê a superfície externa de compressor 27 como acima descrito; especificamente, a superfície interna de corpo 122 está espaçada radialmente para dentro da superfície interna de alojamento 91 de modo a por meio disto formar a porção vertical de passagem de líquido geralmente anular 36, como acima descrito. Ainda, cada parede de extremidade de carcaça 124A, 124B inclui uma abertura central 125A, 125B, respectivamente. A abertura de parede de extremidade superior 125A está configurada para receber uma porção do separador 14 preferido, e assim provê a entrada de compressor 26, e a abertura de parede de extremidade inferior 125B está dimensionada para receber uma porção do eixo de acionamento 30, de modo que o eixo 30 estenda-se pelo menos parcialmente através da mesma.

[0043] De preferência, o compressor 16 está montado dentro da máquina de fluido multifásico 10 por uma pluralidade de membros de suporte 126 espaçados circunferencialmente ao redor do eixo geométrico de alojamento 29 e configurados para montar o compressor 16 coaxialmente dentro do alojamento 12, como acima discutido. Cada membro de suporte 126 de preferência inclui ou está formado como um montante alongado, que estende-se verticalmente 128 que estende-se entre a superfície interna de parede de alojamento 91 e a super-

fície externa de parede de alojamento 122 e está configurado para conectar o alojamento 60 com o alojamento 12. Ainda, cada montante 128 está formado de uma barra retangular alongada 127 que tem uma borda vertical externa 127a presa na superfície interna de alojamento 91 e uma borda vertical interna 127b oposta presa com a superfície externa de carcaça 122, como indicado na Figura 7. Ainda, os montantes 127 cada um estende-se substancialmente através do comprimento axial inteiro da porção vertical de passagem de líquido 36, de modo que a passagem de fluxo de líquido 34 fique por meio disto dividida em uma pluralidade de seções de passagem vertical 39 (vide Figura 7). Apesar dos montantes 128 serem presentemente preferidos, a carcaça de compressor 60 pode ficar retida dentro do alojamento 12 por qualquer meio apropriado, tal como por exemplo, um ou mais blocos de suporte (nenhum mostrado) configurados para suportar e espaçar o compressor 16 radialmente dentro da câmara de alojamento 13, etc.

[0044] Referindo agora às Figuras 1 e 6-8, como acima discutido, o compressor 16 é de preferência um compressor centrífugo de múltiplos estágios 59 que tem uma pluralidade de estágios de compressão 66, por exemplo cinco estágios 66A, 66B, 66C, 66D e 66E como apresentado, que cada um inclui um impulsor rotativo 64 e um conjunto de canal de fluxo fixo 68. Os impulsores 64 estão montados no eixo 30 de modo a ficarem espaçados verticalmente ao longo do eixo geométrico de eixo 31 e cada conjunto de canal de fluxo 68 está disposto geralmente entre o impulsor 64 associado e a superfície interna de corpo de carcaça 121. Cada impulsor 64 basicamente inclui um cubo geralmente cilíndrico 130, uma capa geralmente cônica 132 espaçada axialmente do cubo 130 e uma pluralidade de lâminas radiais 134 que estendem-se entre o cubo 130 e a capa 132 e espaçadas circunferencialmente umas das outras. Cada entrada de impulsor 65 está geralmente definida entre a capa 132 e cubo 130 associados (ou capa 132 e eixo

30) de modo a ser geralmente anular, e cada impulsor 64 ainda tem uma pluralidade de saídas circunferencialmente espaçadas 138 definidas entre as extremidades de lâmina radial 134a. Como tal, o fluido (isto é, as porções gasosas G) flui geralmente axialmente para dentro de cada entrada de impulsor 65 e é então direcionado radialmente para fora do eixo geométrico de eixo 31 através da série de saídas 138, de modo que a pressão da porção de gás G progressivamente aumenta conforme este passa através de cada estágio de compressão 66. Ainda, cada conjunto de canal de fluxo 68 está de preferência montado dentro da carcaça 10 montando os vários componentes estruturais (não indicados) do conjunto de canal 68 ao redor de um impulsor 64 montado sobre o eixo 30 de modo a formar um estágio de compressor 66, e está configurado para prover um canal difusor 70, um canal de curva de retorno 72, um canal de retorno 74 e uma aleta de guia 76, cada tal componente sendo geralmente conhecido na técnica de compressores centrífugos.

[0045] Com a estrutura de compressor acima, as porções gasosas G fluem para dentro do compressor 14 através da entrada de carcaça 61 (isto é, conforme a porção de gás G passa para a saída de gás de separador 44) e então flui da saída de separador 44 geralmente diretamente para dentro da entrada 65 do impulsor 64 do primeiro estágio 66A. As porções gasosas G são aceleradas pelas lâminas rotativas 134 para fluírem tanto radialmente quanto tangencialmente das saídas de impulsor 138 de modo a "turbilhonar" em um modo geralmente em espiral através do canal difusor 70 associado, são curvadas de volta na direção do eixo 30 pelo canal de curva de retorno 72 conectado, de modo que este turbilhonamento é removido dentro do canal de retorno 74 conforme o fluido flui de volta na direção do eixo 30, e são desviadas pela aleta de guia 76 para fluírem axialmente para dentro da entrada de impulsor 136 do segundo estágio de compressor ou adjacente

66B. Este padrão de fluxo é repetido através do segundo, terceiro, quarto estágios 66B, 66C e 66D, etc. No entanto, o conjunto de canal de fluxo 68 do último estágio de compressor 66E inclui somente um canal difusor 95 que direciona o fluxo para dentro de uma voluta 140 antes de fluir para fora da saída de compressor 63 e para a primeira saída de gás de alojamento 24A.

[0046] Apesar de um compressor centrífugo de múltiplos estágios 59 como acima descrito ser presentemente preferido, o compressor 16 pode alternativamente ser construído como um compressor centrífugo de estágio único (não mostrado) ou qualquer outro tipo de compressor capaz de comprimir um gás, tal como por exemplo, um compressor alternativo, um compressor helicoidal rotativo, etc. Está dentro do escopo da presente invenção construir um compressor 16 nesta ou em outra configuração apropriada que seja capaz de comprimir as porções gasosas G em um modo tal que a máquina de fluido multifásico 10 seja capaz de funcionar geralmente como aqui descrito.

[0047] Referindo às Figuras 9-12, o dispositivo de processamento de fluidos 10 de preferência ainda inclui um conjunto de canal de líquido 150 que inclui uma placa geralmente circular 152 disposta geralmente entre o compressor 16 e a bomba 18 e um membro de canal tubular 153 conectado com a placa 152 e disposto ao redor do eixo de acionamento 30 de modo a estender geralmente axialmente ao longo do mesmo. A placa de fluxo 150 tem uma borda circunferencial externa 150a que está disposta contra a superfície interna de alojamento 25 e é pelo menos parcialmente curva geralmente para cima. Como tal, a porção horizontal de canal de fluxo de líquido 37 está definida entre a placa de fluxo 152 e a parede de extremidade inferior de compressor 124B e tem uma seção curva 37a definida entre a borda curva de placa 152a e a borda inferior, externa da carcaça de compressor 60. Ainda, o membro de canal tubular 153 estende-se geralmente para baixo

da placa 152 e provê um canal geralmente vertical 155 que acopla fluidamente a passagem de fluido 34 com a entrada de bomba 28. Apesar do conjunto de canal de fluxo 150 ser preferido, a máquina de fluido 10 pode ser construída sem tal conjunto, de modo que o canal horizontal de líquido 37 é definido geralmente entre a carcaça de compressor 60 e a carcaça de bomba 80 e as porções de líquido L fluem diretamente para dentro da entrada de bomba 28.

[0048] De preferência, um defletor ou placa defletora 154 está disposto ao redor do eixo de acionamento 30 na extremidade superior 153a do membro de canal tubular 153 de modo a ficar geralmente centrado dentro da placa de fluxo 152. Ainda, o defletor 154 tem uma pluralidade de aberturas 156 que acoplam fluidamente o separador 14 e a bomba 18, isto é, através da passagem de fluxo de líquido 34 e do canal vertical 155, e está configurado para distribuir geralmente as porções de líquido L que fluem para o defletor 154 geralmente ao redor da entrada de bomba 28. Mais ainda, a máquina de processamento de fluidos 10 também de preferência inclui um conjunto regulador de fluxo de líquido 160 configurado para variar uma taxa de fluxo das porções de líquido L do separador 14 para a entrada de bomba 28. De preferência, o conjunto regulador de fluxo 160 de preferência inclui um conjunto de aleta ajustável 162 disposto geralmente entre o separador 14 e a bomba 18, mais de preferência montado no membro de canal tubular 153 geralmente mais próximo da extremidade inferior de membro 153b. O conjunto de aleta 162 inclui uma pluralidade de aletas rotativas ou articuláveis 164 montadas no membro de canal 153 e um atuador 166, de preferência um motor 167, operativamente conectado com as aletas 164 e configurado para girar as aletas 164. Uma pluralidade de aberturas 165 (Figura 10) está cada uma definida entre cada par de aletas adjacentes 164, de modo que a rotação das lâminas 164 aumenta ou diminui alternativamente o tamanho das aberturas 165 (e de

preferência também fecha as aberturas 165), de modo a ajustar a capacidade da bomba 18 dependente da taxa de fluxo volumétrico das porções de líquido L para a bomba 18. Ainda, o conjunto regulador de fluxo 160 também de preferência inclui um sensor de fluxo (não mostrado) acoplado com o motor 167 e configurado para detectar a taxa de fluxo através da passagem de fluxo de líquido 34 e um controlador (não mostrado) acoplado com o sensor e o motor 167. O controlador está configurado para operar o motor 167 e ajustar as aberturas de aleta 165 para corresponder geralmente diretamente com a taxa de fluxo de líquido detectada. Em outras palavras, as aletas 164 são giradas de modo a aumentar o tamanho das aberturas 165 quando a taxa de fluxo de líquido é relativamente maior e para alternativamente girar as aletas 164 para diminuir ou até fechar as aberturas 165 quando a taxa de fluxo detectada é relativamente menor ou substancialmente zero.

[0049] Referindo às Figuras 9-11, a carcaça de bomba 82 de preferência inclui uma porção de corpo principal "em forma de rosca" geralmente circular 170 que tem superfícies superior e inferior 172A, 172B e um perímetro circunferencial externo 173. O impulsor de bomba 84 de preferência inclui um cubo geralmente circular 176 e uma pluralidade de placas alongadas 178 espaçadas circunferencialmente ao redor do cubo 176 e cada uma provendo uma das aletas 83. As placas 178 cada uma estende-se geralmente radialmente e pelo menos parcialmente axialmente de modo a ter uma forma geralmente em espiral. Uma pluralidade de passagens de fluxo 180 está definida entre cada par de placas de aleta 178 adjacentes e cada uma tem uma entrada 180a conectada fluidamente com o bocal de sucção de carcaça 87 e uma saída 180b no perímetro circunferencial externo 176a. Como tal, as porções de líquido L que fluem para dentro do bocal de sucção 87 entram em uma ou mais das entradas de passagem 180a e são acele-

radas pelas aletas rotativa 83 para fluir tanto radialmente quanto tangencialmente para fora das saídas de passagem 180b de modo a "turbilhonar" em um modo geralmente em espiral para dentro da câmara de voluta 89. As porções de líquido L desaceleram dentro da câmara de voluta 89 de modo que a pressão de líquido é aumentada, e então as porções de líquido pressurizado L_P fluem para fora do bocal de descarga 88 para dentro da saída de líquido de alojamento 24B, após isto mesclando com as porções de gás pressurizado G_P que fluem para fora da saída de gás de alojamento 24A, como acima discutido.

[0050] Apesar de uma bomba centrífuga 80 ser presentemente preferida, a bomba 18 pode alternativamente ser qualquer outro tipo apropriado de bomba rotativa, tal como uma bomba de engrenagens ou uma bomba helicoidal, uma bomba alternativa tal como uma bomba de pistão, ou qualquer outro tipo de bomba (nenhum mostrado).

[0051] Será apreciado por aqueles versados na técnica que mudanças poderiam ser feitas nas modalidades acima descritas sem afastar-se do seu amplo conceito inventivo. É compreendido, portanto, que esta invenção não está limitada às modalidades específicas descritas, mas pretende cobrir as modificações dentro do espírito e do escopo da presente invenção como definido geralmente nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina de processamento de fluidos (10) para processar um fluxo de fluido multifásico (F) que inclui uma mistura de pelo menos um gás e um líquido, a máquina de processamento de fluidos compreendendo:

um alojamento (12) que tem uma câmara interna (13), uma entrada (22) conectada fluidamente com a câmara interna (13) e fluidamente conectável com uma fonte (S_F) do fluxo multifásico, e uma primeira e uma segunda saídas (24A, 24B);

um separador (14) disposto dentro da câmara (13) de alojamento, acoplado fluidamente com a entrada (22) de modo que o fluxo de fluido flua geralmente para o separador (14), e configurado para separar geralmente o fluxo de fluido em uma porção substancialmente gasosa (G) e uma porção substancialmente líquida (L);

um compressor (16) disposto dentro da câmara (13) de alojamento e estando acoplado fluidamente com o separador (14) de modo que a porção gasosa flua para dentro do compressor, o compressor estando configurado para comprimir a porção gasosa e descarregar a porção gasosa comprimida através da primeira saída (24A) de alojamento (12); e

uma bomba (18) disposta dentro da câmara (13) de alojamento e que tem uma entrada (28) acoplada fluidamente com o separador (14), a bomba (18) estando configurada para pressurizar a porção de líquido e descarregar a porção de líquido pressurizada através da segunda saída (24B) de alojamento (12),

caracterizada pelo fato de que a bomba (18) espaçada geralmente verticalmente do separador (14) de modo que as porções líquidas fluam pelo menos parcialmente por gravidade do separador (14) para a entrada de bomba (28).

2. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com

a reivindicação 1, compreendendo ainda uma secção de câmara de colector (20) definida dentro da câmara de alojamento (13) geralmente por baixo do separador (14), sendo a câmara de colector acoplada de forma fluida com o compressor (16) e com a abrindo a segunda saída (24B), sendo a câmara coletora configurada para conter uma quantidade de líquido

3. Máquina de processamento de fluidos (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) é disposto geralmente entre o separador (14) e a bomba (18); ou geralmente acima do separador (14) de modo que o separador (14) fique disposto geralmente entre o compressor (16) e a bomba;

o separador (14) inclui um corpo (40) girável ao redor de um eixo geométrico central (41), o corpo de separador (14) tendo uma primeira extremidade (40a) com uma abertura (42) acoplada fluidamente com a entrada de alojamento (22) de modo a receber o fluxo de fluido, uma segunda extremidade (40b) com uma abertura (44) acoplada fluidamente com o compressor, e uma superfície de separação interna (46) que estende-se circunferencialmente ao redor do eixo geométrico (41) e geralmente entre a primeira e a segunda extremidades de corpo, a superfície de separação (46) definindo uma câmara de separação (48) e sendo inclinada geralmente radialmente para fora em uma direção da primeira extremidade de corpo de modo que conforme o corpo de separador gira ao redor do eixo geométrico (41), as porções de líquido do fluxo de fluido que contactam a superfície de separação (46) são direcionadas geralmente radialmente para fora afastando do eixo geométrico de corpo e geralmente axialmente na direção da primeira extremidade de corpo de modo a fluir através da primeira abertura de corpo enquanto que o restante do fluxo de fluido flui através da segunda abertura de corpo;

o alojamento (12) tem um eixo geométrico central (31) e

inclui uma parede geralmente côncava (54) disposta dentro da câmara interna (13) de modo a definir uma câmara de pressão (56), o separador (14) sendo girável ao redor do eixo geométrico central (31) e disposto pelo menos parcialmente dentro da câmara de pressão (56), a parede de pressão de alojamento (54) estando disposta com relação à entrada de modo que o fluxo de fluido multifásico seja direcionado para fluir pelo menos um de radialmente ao redor do eixo geométrico e geralmente paralelo em relação ao eixo geométrico antes de entrar na entrada de separador, ou

a carcaça do compressor (60) inclui uma parede geralmente tubular (120) que tem uma superfície circunferencial externa (122), e a caixa possui uma superfície circunferencial interior (25), sendo a superfície interna da carcaça espaçada radialmente para dentro da superfície interna da carcaça de modo que para formar uma passagem de fluxo de líquido geralmente anular, e uma pluralidade de suportes alongados (128) que se estendem entre a superfície interna da carcaça e a superfície exterior da carcaça e configurados para ligar a carcaça com o alojamento.

4. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o alojamento (12) inclui uma superfície interna (25) que define pelo menos parcialmente a câmara de alojamento (13) e o compressor (16) tem uma superfície externa (27) espaçada da superfície interna do alojamento (12) de tal modo que pelo menos uma passagem de fluxo de líquido (34) seja pelo menos parcialmente definida entre as duas superfícies, a passagem de fluxo de líquido acoplando fluidamente o separador (14) com a bomba (18).

5. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o compartimento (16) tem um eixo central (15), e a superfície externa (27) do compressor se

prolonga circumferencialmente em torno da superfície do eixo central do compressor e é espaçada radialmente para dentro da superfície exterior da carcaça (122) de tal modo que pelo menos uma porção da passagem de fluxo de líquido (34) é geralmente anular e a passagem de fluxo inclui opcionalmente uma porção geralmente horizontal, geralmente radialmente prolongada (37) definido entre o compressor e a bomba e acoplado de forma fluida com a entrada da bomba (28);

pelo menos uma porção da passagem de fluxo de líquido (34) se estende geralmente verticalmente de tal forma que a gravidade inicia, pelo menos parcialmente, o fluxo do líquido através da passagem de fluxo;

ou o separador (14) está configurado para direcionar o líquido geralmente em direção à superfície interna (25) da carcaça de modo que o líquido flua para dentro do canal de fluxo de líquido (34) e, em seguida, flui pelo menos parcialmente por gravidade para a entrada da bomba (28).

6. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um eixo (30) que se prolonga geralmente verticalmente através da câmara de alojamento (13) e que pode rodar em torno de um eixo central (29), cada um do separador (14), o compressor (16) e a bomba (18) tendo pelo menos um membro rotativo (40, 64, 84) conectado com o eixo de modo que a rotação do eixo geralmente opera cada um do separador (14), o compressor e a bomba, estando os elementos rotativos espaçados verticalmente ao longo do eixo do eixo; e opcionalmente um motor (32) conectado com o eixo é configurado para rodar o eixo em torno do eixo central.

7. A máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o separador (14) inclui um corpo (40) rotativo em torno de um eixo central (41), tendo o

corpo separador uma primeira extremidade (40a) com uma abertura (42) acoplada de forma fluida com a entrada (22) do alojamento de modo a receber o corrente de fluido, uma segunda extremidade (40b) com uma abertura (44) acoplada de forma fluida com o compressor (16), e uma superfície de separação interna (46) que se prolonga circunferencialmente em torno do eixo e geralmente entre as primeiras e segundas extremidades do corpo, a superfície de separação definindo uma câmara de separação (48) e sendo inclinada geralmente radialmente para fora em uma direção em direção à primeira extremidade do corpo, de modo que, à medida que o corpo do separador roda em torno do eixo, as porções líquidas da corrente de fluido que contata a superfície de separação são direcionadas geralmente radialmente para fora para fora da eixo do corpo e geralmente axialmente em direção à primeira extremidade do corpo de modo a fluir através da primeira abertura do corpo enquanto um restante da corrente de fluido flui através da segunda abertura do corpo; e

ou o invólucro (12) tem uma superfície interna (25) que se estende amplamente verticalmente definindo pelo menos parcialmente a câmara interior (13); a primeiro extremidade do corpo separador é espaçada geralmente verticalmente para cima em relação à entrada da caixa; e o corpo separador tem ainda uma superfície de separação externa (50) que se prolonga circunferencialmente em torno do eixo e, geralmente, entre as primeiras e as segundas extremidades do corpo (40a, 40b), a superfície de separação externa sendo angulada geralmente radialmente para fora em uma direção em direção à primeira extremidade do corpo de modo que, à medida que o corpo separador roda em torno do eixo, as porções líquidas da corrente de fluido que contatam a superfície de separação externa são dirigidas geralmente radialmente para fora do eixo do corpo e geralmente axialmente em direção à primeira extremidade do corpo de modo a serem dirigidas geralmente em dire-

ção ao interior da caixa superfície;

ou o corpo de separação (40) inclui um elemento de cubo tubular interno (112); um membro tubular exterior (114) conectado e disposto geralmente coaxialmente em torno do cubo, tendo o membro tubular uma extremidade de entrada (114a) de entrada geralmente circular, com um primeiro diâmetro (D1), uma extremidade de saída (114b) geralmente mais circular, com um segundo diâmetro (D2), sendo o primeiro diâmetro maior do que o segundo diâmetro e uma superfície interna (115) geralmente cônica que fornece a superfície de separação, a superfície cônica que se prolonga circunferencialmente em torno do cubo e que está voltada geralmente em direção à extremidade superior; e uma pluralidade de palhetas alongadas (116) que se prolongam entre e ligam os elementos tubulares internos e externos.

8. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) tem uma caixa (60) com uma câmara interior (62) e uma abertura de entrada (61) que se estende para dentro da câmara e o separador (14) está disposto dentro da abertura da caixa de modo que a parte de gás flui diretamente do separador na câmara do compressor; e opcionalmente o separador (14) inclui um corpo (40) rotativo em torno de um eixo central (41), tendo o corpo separador uma primeira extremidade (40a) com uma abertura (42) acoplada de forma fluida com a entrada do alojamento de modo a receber a corrente de fluido e uma segunda extremidade oposta (40b) com uma abertura de saída de gás (44); e o compressor (16) tem pelo menos um impulsor (64) disposto dentro da câmara de invólucro e tendo uma entrada (65), sendo a segunda extremidade (40b) do corpo de separação disposta geralmente ao lado do impulsor (64), de modo que a parte de gás flui do gás separador saída para a entrada do impulsor.

9. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com

a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) inclui uma caixa (60) disposta dentro do alojamento (12) e que define uma câmara interior (62), a caixa tendo uma entrada (61) acoplada de forma fluida com o separador (14) e uma saída (63) acoplada de forma fluida com a primeira saída da caixa (24A); e pelo menos um impulsor rotativo (64) disposto dentro da câmara de invólucro e configurado para comprimir porções de fluido gasoso fluindo para a entrada da carcaça do compressor; o compressor opcionalmente inclui ainda uma pluralidade de estágios de compressão (66), cada estágio de compressão incluindo um impulsor rotativo (64) e um conjunto de canal de fluxo fixo (68) disposto em torno do impulsor, o conjunto de canal de fluxo inclui um canal de difusor (70) um canal de dobra de retorno (72), um canal de retorno (74) e uma pá de guia (76).

10. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a bomba (18) inclui uma carcaça (82) posicionável dentro da cobertura e tendo uma câmara interior (86), uma abertura de entrada (87) que fornece a entrada da bomba (28) e uma abertura de saída (88) acoplada de forma fluida com a segunda saída de caixa (24B); e um impulsor rotativo (84) posicionável dentro da câmara de carcaça e configurado para comprimir líquido que flui para dentro da entrada da bomba e direcionar o fluido em direção à abertura de saída da carcaça; e a máquina de processamento de fluido (10) opcionalmente compreende ainda um defletor (154) disposto geralmente entre o compressor (16) e a bomba (18) e tendo uma pluralidade de aberturas (156) acoplado de forma fluida o separador (14) e a bomba, configurando o defletor para distribuir geralmente líquido que flui para o defletor geralmente em torno da entrada da bomba; e se a máquina de processamento de fluido compreender o defletor, a máquina de processamento de fluido opcionalmente compreende ain-

da

um conjunto de aleta ajustável (162) disposto geralmente entre o separador e a bomba e configurado para variar uma taxa de fluxo de porções de líquido do separador para a entrada da bomba.

11. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o alojamento (12) inclui ainda um eixo central (29) que se estende através da câmara (13), e uma superfície interior (25) que se prolonga circunferencialmente em torno do eixo e que define pelo menos parcialmente a câmara, em que a entrada (22) do alojamento está configurado para receber a corrente multifásica, e em que as primeira e segunda saídas (24A, 24B) do alojamento estão ligadas de forma fluídica com a câmara; o compressor (16) está disposto dentro da câmara do alojamento de modo a ser espaçado axialmente a partir do separador (14), e inclui uma saída conectada de forma fluida com a primeira saída (24A) do invólucro e uma superfície externa (27) espaçada para dentro do superfície interna de alojamento (25) de modo a definir pelo menos uma passagem de fluxo (34) que se prolonga geralmente paralelamente ao eixo do alojamento; e a bomba (18) está disposta dentro da câmara de alojamento (13) de modo a ser espaçada axialmente a partir do separador (14), de modo que o compressor esteja disposto geralmente entre o separador e a bomba, e em que a entrada (28) da bomba é acoplado de forma fluida com o separador através da pelo menos uma passagem de fluxo de modo a receber a porção de líquido do separador.

12. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) tem um eixo central (15) que se prolonga geralmente colinearmente com o eixo do alojamento (31) e a superfície externa (27) do compressor externo do alojamento se estende geralmente circunferen-

cialmente em torno do eixo do compressor de modo que a passagem de fluxo (34) seja geralmente anular; ou o invólucro (12) inclui um corpo tubular geralmente circular (90) que proporciona a superfície interior (25) do alojamento e o compressor inclui um alojamento cilíndrico (60) geralmente circular disposto no interior do corpo da carcaça e proporcionando a superfície interior (121) do alojamento tal que a passagem de fluxo (34) é geralmente anular.

13. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) tem o eixo central (15) que se prolonga geralmente de forma colinear com o eixo do alojamento (31) e a superfície externa (27) do compressor externo do alojamento se estende geralmente circunferencialmente em torno do eixo do compressor de modo que a passagem de fluxo (34) seja geralmente anular; e a máquina de processamento de fluido (10) compreende ainda uma pluralidade de elementos de suporte (126) espaçados circunferencialmente em torno do eixo do alojamento e configurados para montar o compressor dentro do alojamento, cada par adjacente de elementos de suporte definindo uma seção de passagem de fluxo geralmente dividida (39) da passagem de fluxo.

14. Máquina de processamento de fluido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o alojamento (12) inclui ainda uma superfície circunferencial interior (25) definindo pelo menos parcialmente a câmara (13), e a entrada se estende para dentro da câmara e está configurada para receber a corrente multifásica; o compressor (16) está disposto dentro da câmara do alojamento geralmente por baixo do separador (14); o compressor inclui uma entrada (61) acoplada de modo fluido com o separador (14) de modo a receber a parte gasosa do separador (14) e uma superfície externa (27) espaçada para dentro da superfície interior (25) do alojamento de modo que um canal de fluxo geralmente anular (34) é definido entre

as duas superfícies, sendo o canal de fluxo acoplado de forma fluida com o separador; e a seção da câmara do colector (20) é acoplada de forma fluida ao canal de fluxo anular.

15. Máquina de processamento de fluidos (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o compressor (16) tem uma carcaça (60) com uma câmara interna (62) e uma entrada (61) que estende-se para dentro da câmara (62) de carcaça (60), e pelo menos um impulsor (64) disposto dentro da câmara (62) de carcaça (60) e configurado para comprimir a porção gasosa, pelo menos uma porção do separador (14) estando disposta dentro da entrada (61) de carcaça (60) de modo que a porção de gás flua geralmente diretamente do separador (14) para dentro da câmara de compressor (16); e opcionalmente,

o alojamento (12) tem uma superfície interna (25) que define pelo menos parcialmente a câmara de alojamento (13),

o compressor (16) tem uma superfície externa (27) espaçada para dentro da superfície interna (25) de alojamento de modo a definir pelo menos uma passagem de fluxo (34) que estende-se geralmente paralela com o eixo geométrico (31) de alojamento, e

a entrada (26) de bomba está acoplada fluidamente com o separador (14) através da pelo menos uma passagem de fluxo de modo a receber a porção de líquido do separador (14).

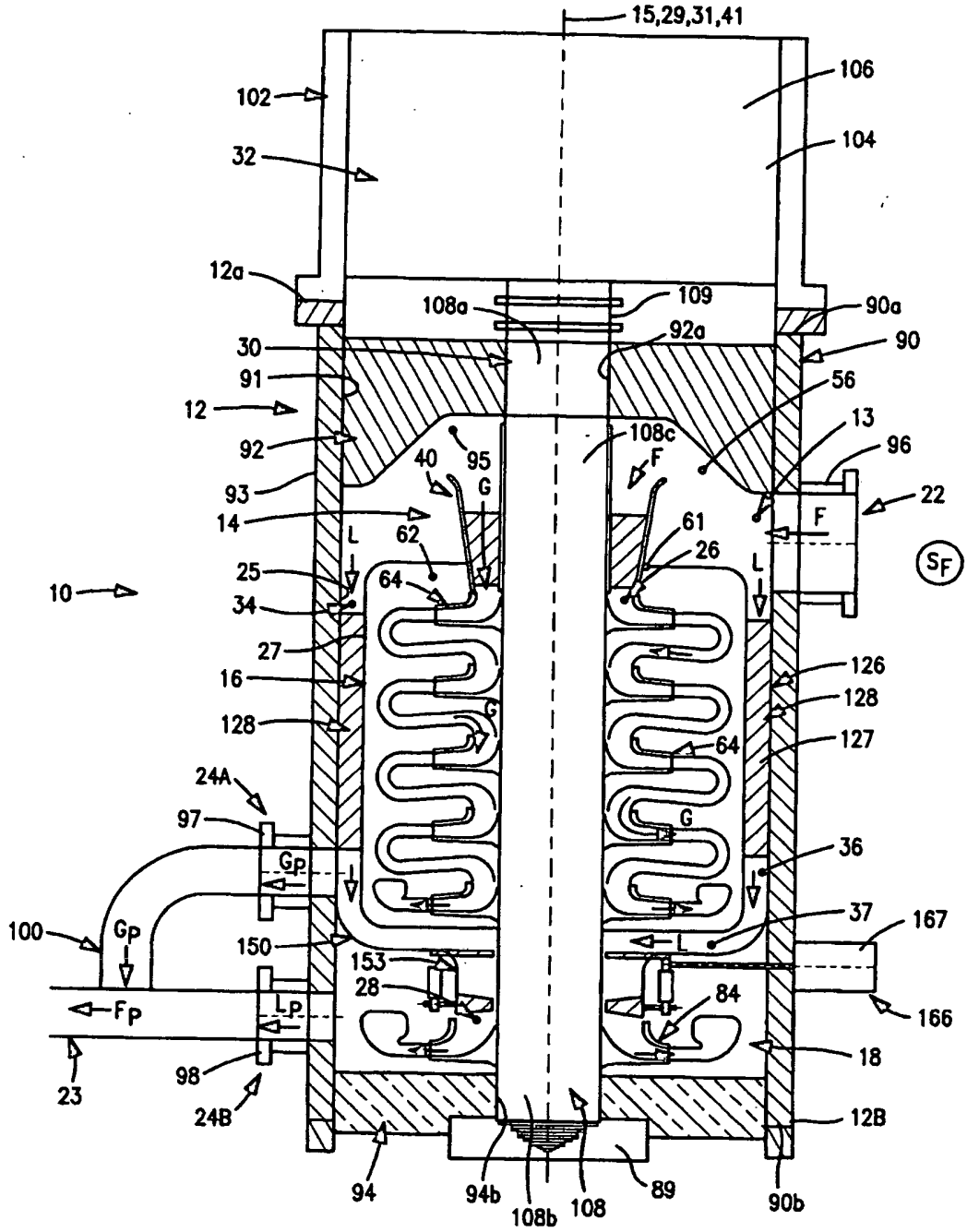


FIG. 1

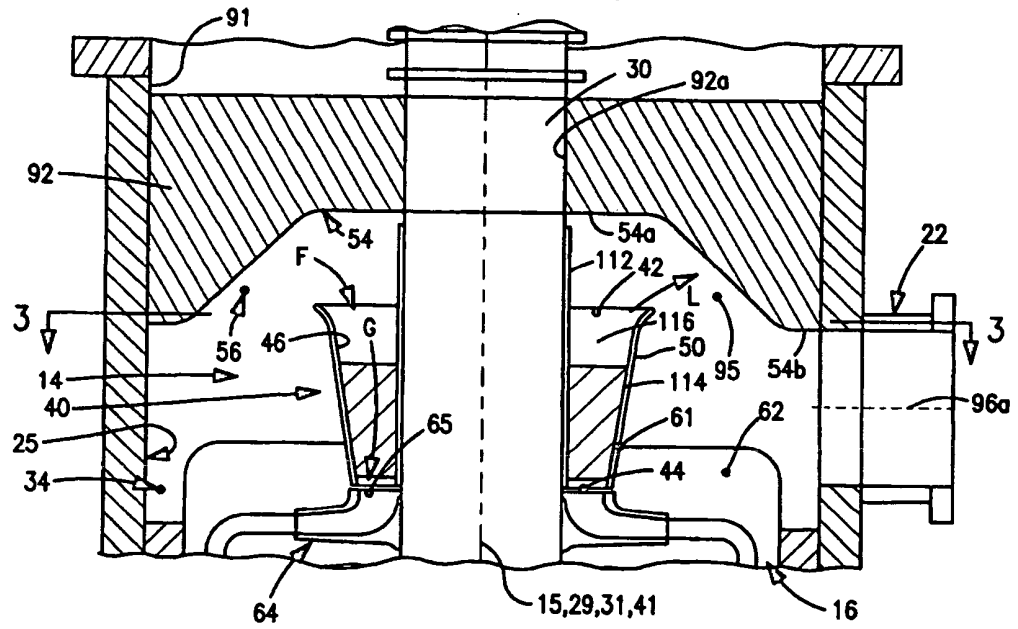


FIG. 2

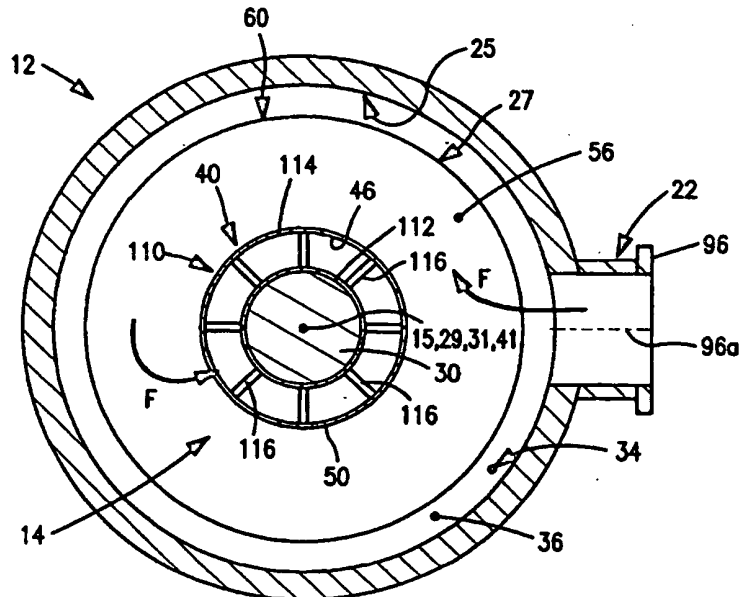


FIG. 3

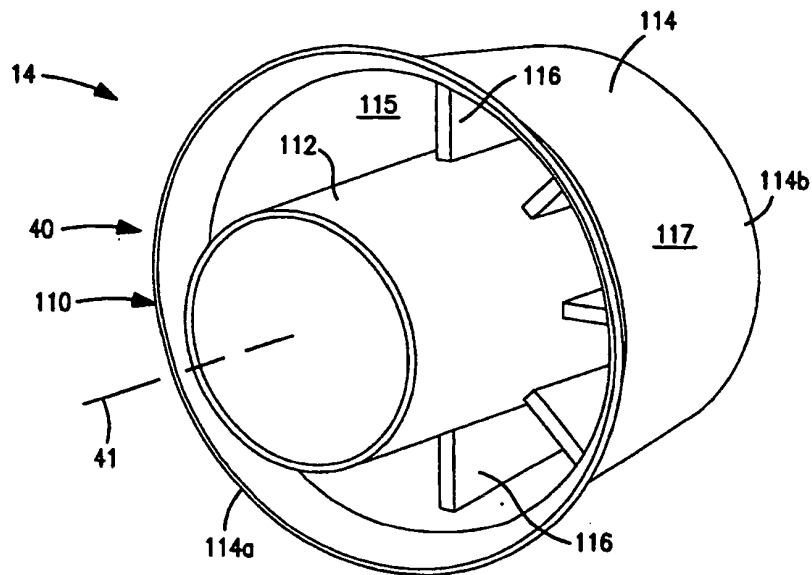


FIG. 4

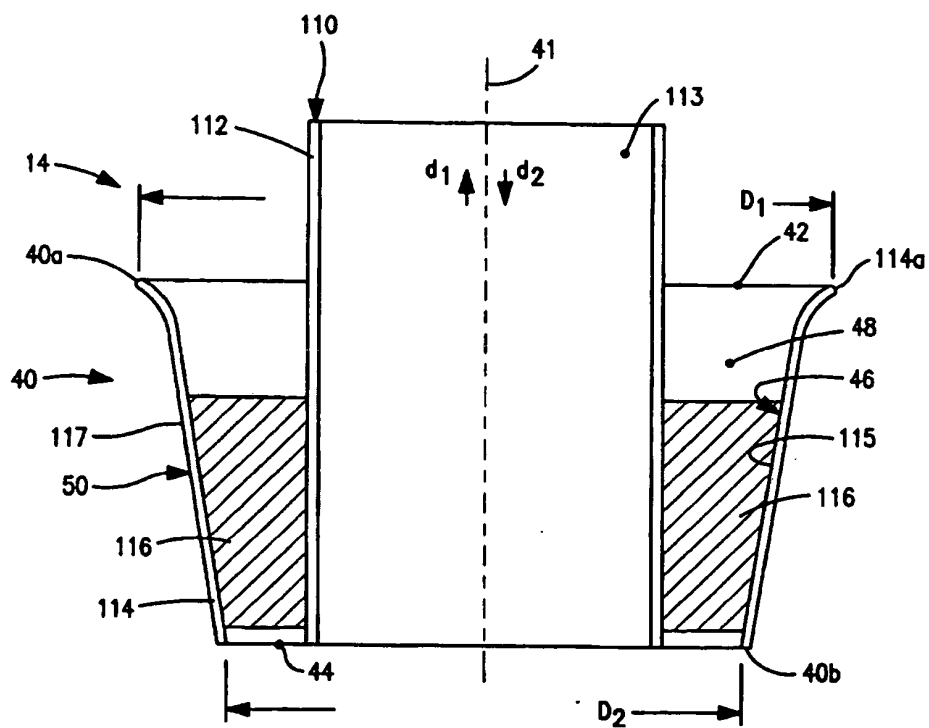


FIG. 5

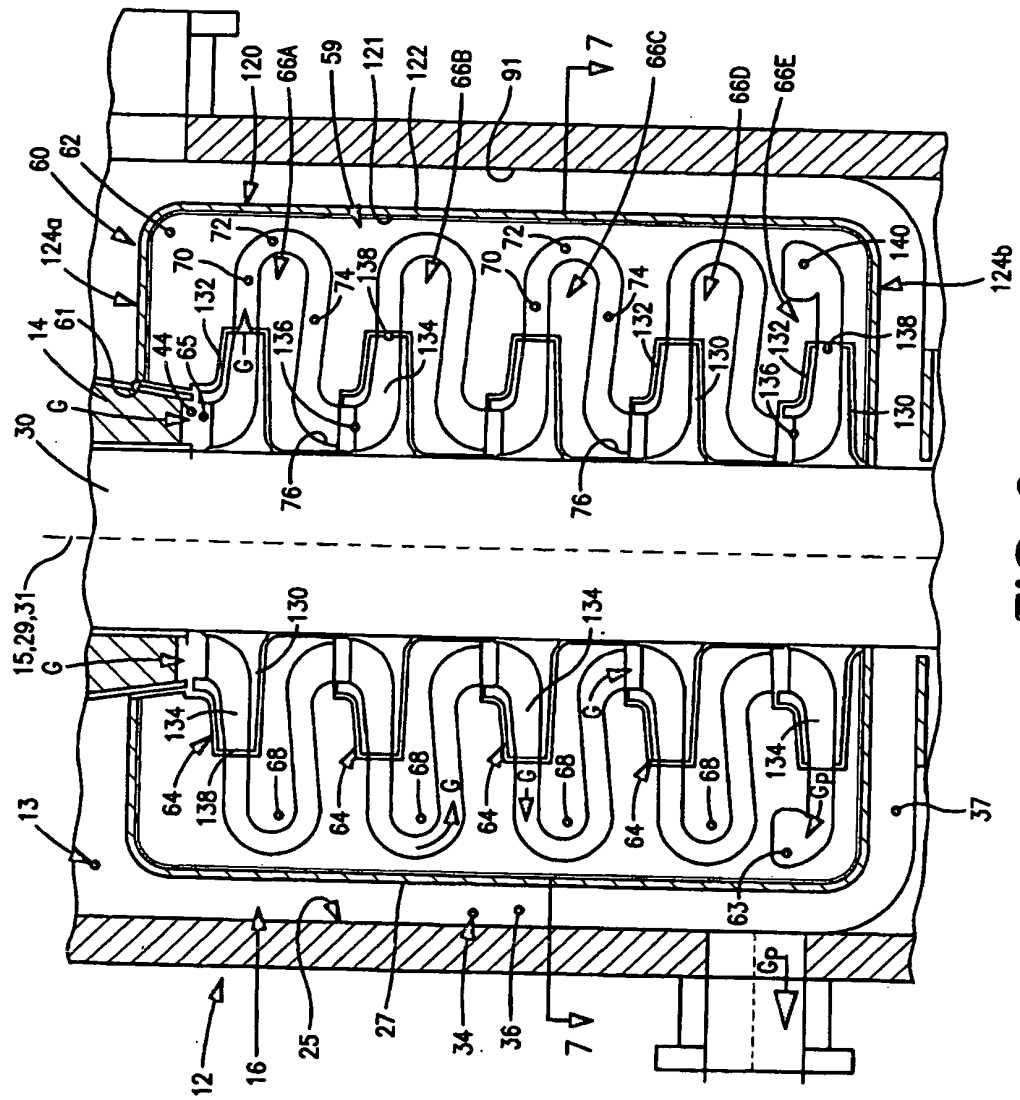


FIG. 6

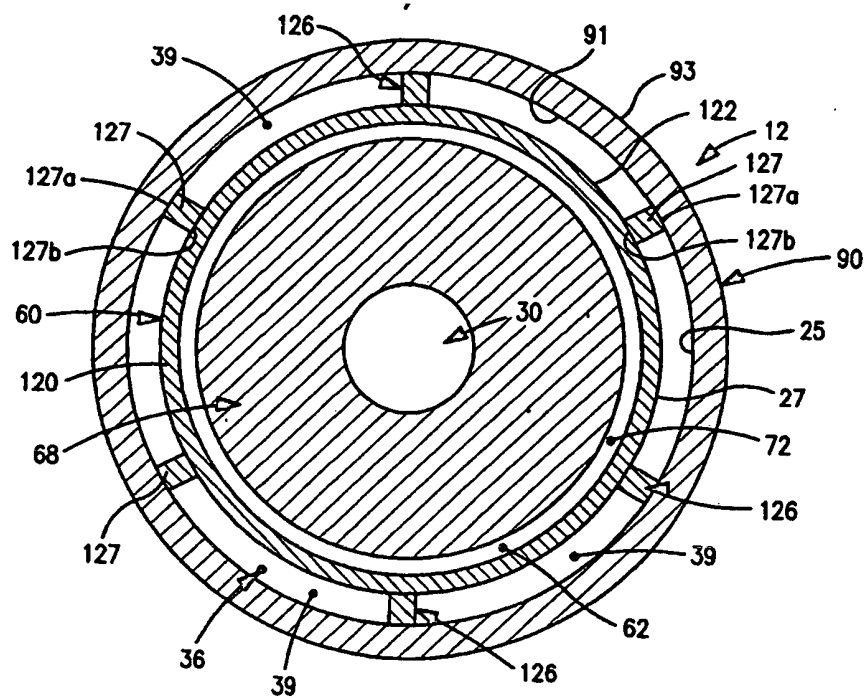


FIG. 7

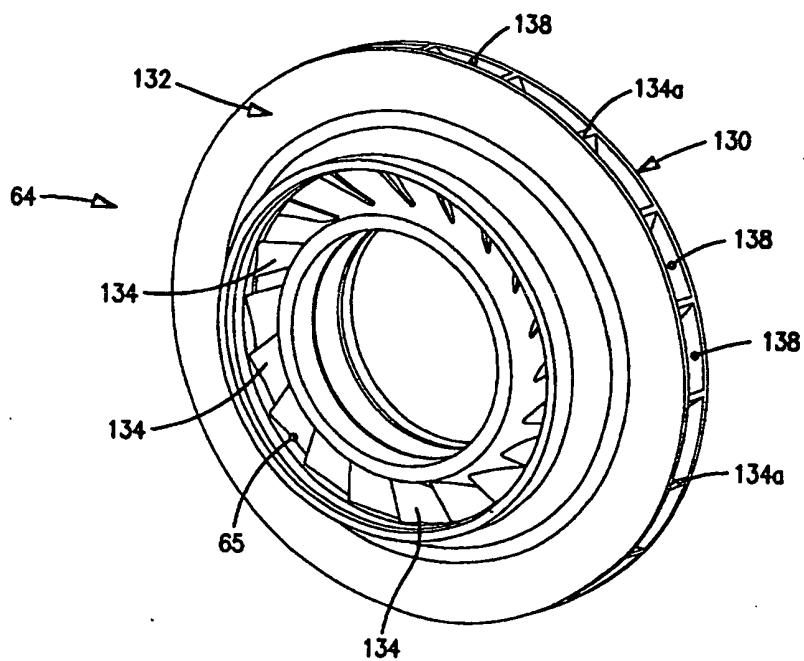


FIG. 8

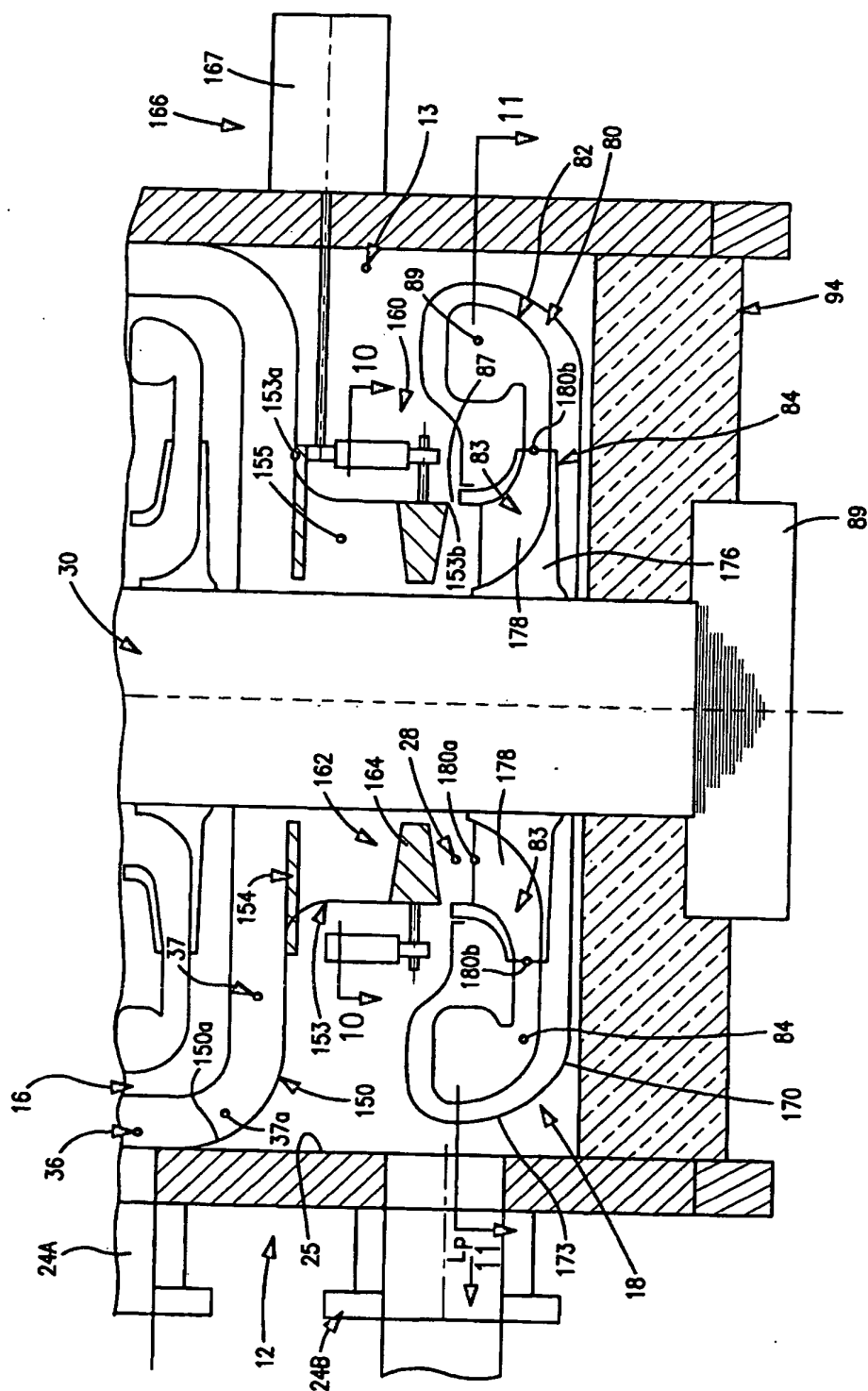


FIG. 9

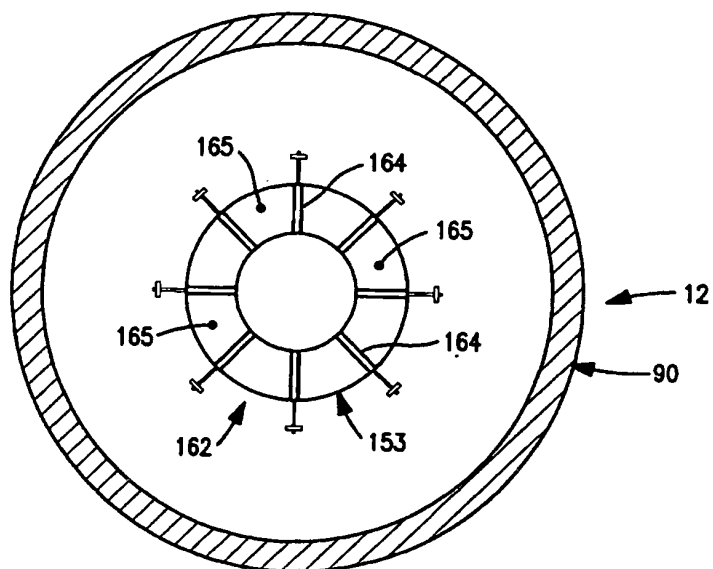


FIG. 10

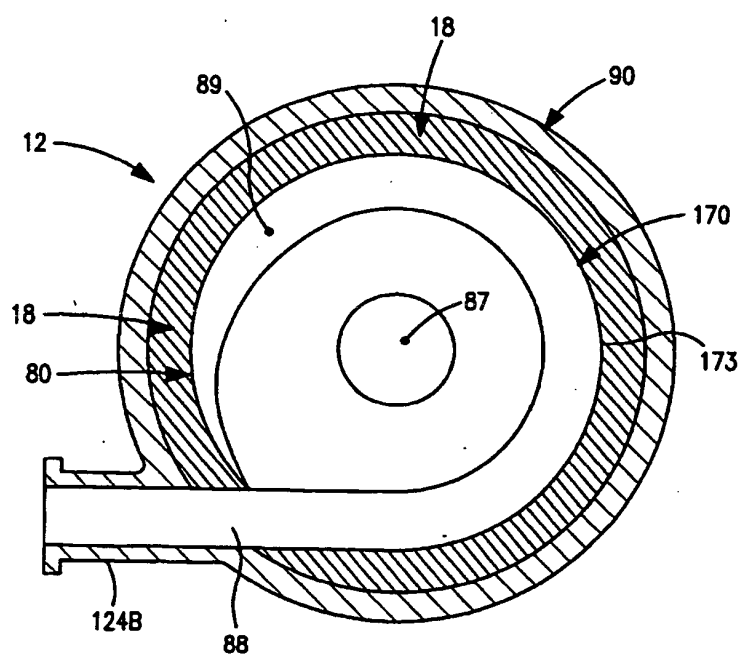
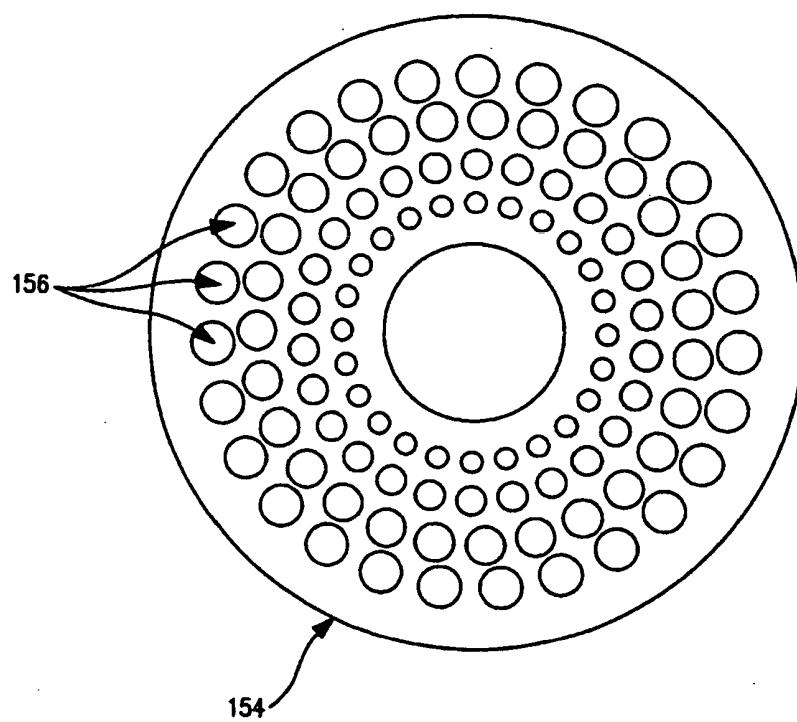


FIG. 11

**FIG. 12**

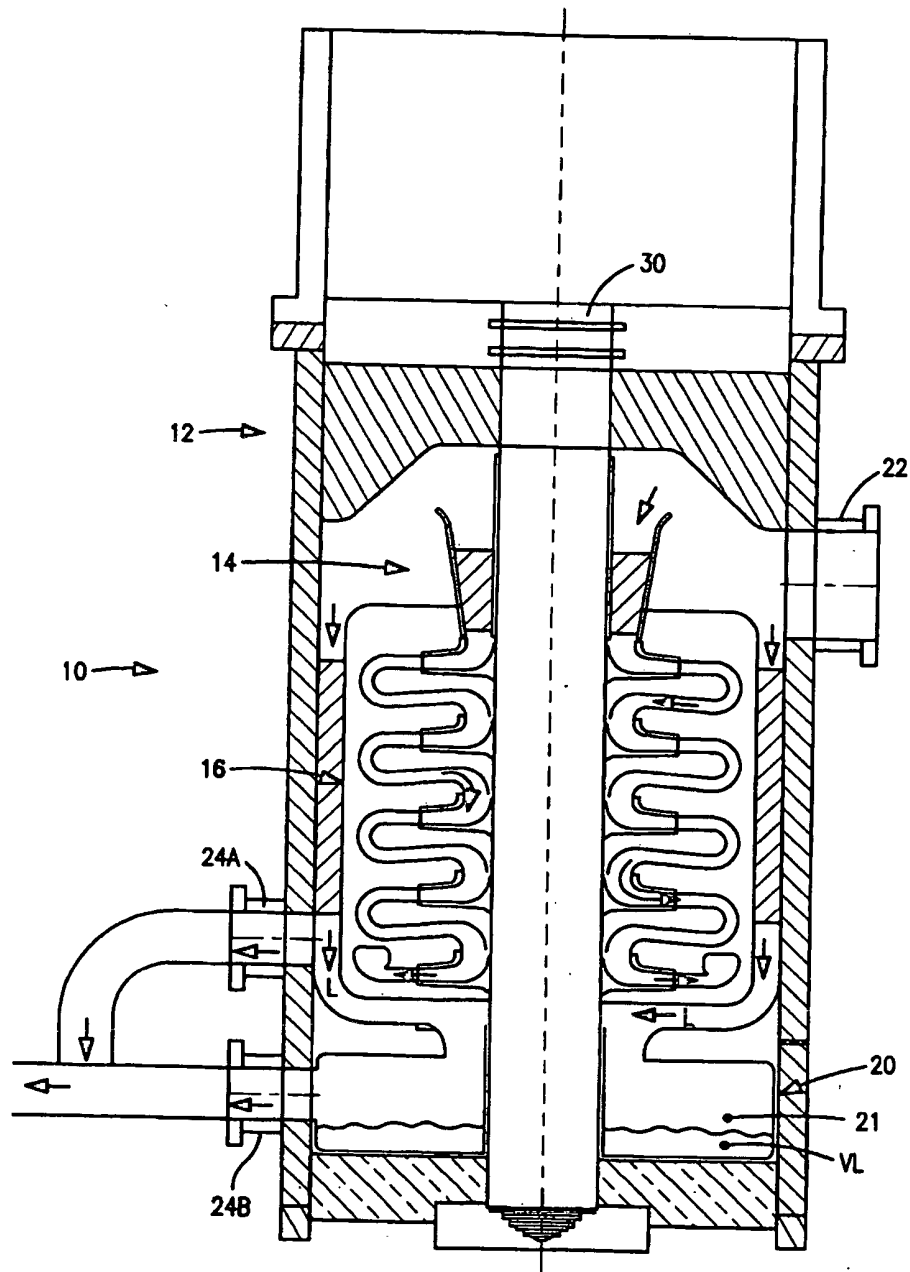


FIG. 13