



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

(11) PI 0614802-6 B1

(22) Data do Depósito: 16/08/2006

(45) Data de Concessão: 14/02/2018



(54) Título: CICLONE SEPARADOR PARA A SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NUMA FRAÇÃO PESADA, MÉTODO PARA SEPARAR UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA, USO DO CICLONE SEPARADOR, E MONTAGEM PARA A SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA

(51) Int.Cl.: B01D 17/02; B01D 19/00; B04C 5/13; B04C 3/06; B04C 11/00; B01D 45/16; B01D 21/26; E21B 43/34

(30) Prioridade Unionista: 16/08/2005 NL 1029747

(73) Titular(es): FMC TECHNOLOGIES C.V.

(72) Inventor(es): ROBERT SCHOOK

CICLONE SEPARADOR PARA A SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NUMA FRAÇÃO PESADA, MÉTODO PARA SEPARAR UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA, USO DO CICLONE SEPARADOR, E MONTAGEM PARA A
5 SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA

A presente invenção está relacionada a um ciclone separador para separar uma mistura de líquidos e/ou gases na forma de uma fração pesada com um ou mais líquidos e/ou
10 gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa. A invenção também está relacionada à separação de uma tal mistura de líquidos e/ou gases na forma de uma fração pesada e uma fração leve.

15 Tais ciclones de separação, também referidos como hidrociclones, são usados principalmente, embora não exclusivamente, para separar óleo e água na indústria de petróleo. A fração leve, também referida como a fase leve, é formada aqui pelo óleo, enquanto que a fração pesada,
20 também referida como a fase pesada, é formada pela água. Em um tipo conhecido de hidrociclone uma mistura de líquidos e/ou gases é guiada por uma entrada tangencial ao interior do ciclone. Como um resultado da entrada tangencial a mistura que chega é colocada em rotação. Devido à diferença
25 de densidade entre a fração leve e a fração pesada a fase

leve será deslocada para uma região central na parte intermediária do ciclone, enquanto que a fração pesada é deslocada sob a influência das forças centrífugas para uma região periférica próxima da superfície interna do tubo ciclone. Um corpo de escoamento provido com um canal de descarga (também referido como "localizador de vórtice") pode posicionado na parte intermediária do ciclone.

Em um hidrociclone de fluxo reverso a fração leve muda de direção e é descarregada através do referido canal de descarga na direção do escoamento de saída da fase leve, e em seguida descarregado do escoamento de saída. O lado a partir do qual a fração leve é descarregada é também referido como transbordamento (usualmente denominado pela expressão em inglês "overflow") ou lado de rejeito. A fase pesada deixa o tubo ciclone no lado oposto da entrada, esse lado sendo também referido como o lado do subtransbordamento (usualmente denominado pela expressão em inglês "underflow"). É desejado, em princípio, que apenas a fase leve deixe o hidrociclone no lado de transbordamento. É o caso na prática que, a fim de conseguir operação estável do ciclone, uma quantidade desnecessariamente grande da fração pesada também deixe o ciclone no lado de transbordamento adicionalmente à fração leve.

Em ciclones de um outro tipo (também referido como hidrociclones de escoamento axial) a mistura que chega é fornecida de modo axial em lugar de tangencial, e a mistura

é colocada em rotação por meio de um elemento turbilhonador. O elemento turbilhonador compreende uma ou mais aletas direcionadoras curvas estacionárias que colocam a mistura que escoam por elas em rotação. Um tal hidrociclone de escoamento axial tem a vantagem de que existe uma menor queda de pressão e um padrão de escoamento rotacional mais uniforme ao longo do ciclone, por meio do que uma interface mais estável pode ser concretizada entre a fração leve e a fração pesada. Hidrociclones de escoamento axial podem ser, além disso, construídos com um comprimento total mais limitado.

Em ambos os tipos de ciclone são providas válvulas no lado do transbordamento e no lado do sub-transbordamento com as quais a pressão em cada um dos lados pode ser controlada. Pelo ajuste das válvulas a posição da interface entre a região central acima mencionada, na qual a fração leve está situada, e a região periférica, na qual a fração pesada é alocada, pode ser ajustada como requerido.

Uma desvantagem de ambos os tipos de hidrociclone é, todavia, que foi descoberto que, a fim de ser capaz de produzir uma razoável separação da fração leve (usualmente o óleo), 20 a 50 vezes o volume de fração leve da fração pesada precisa deixar a saída de transbordamento. Em ciclones axiais a porcentagem volumétrica da fração leve relativamente à fração pesada é, por exemplo, de cerca de 2%, e em ciclones tangenciais essa proporção é de cerca de

gases, a quantidade requerida de fração pesada arrastada com a fração leve é reduzida.

É também um objetivo da invenção prover um ciclone de separação, método e montagem na qual a separação pode
5 ser realizada de modo mais estável.

A fim de conseguir pelo menos um dos objetivos estabelecidos, é provido de acordo com um primeiro aspecto da invenção um ciclone de separação para separar uma
10 mistura de líquidos e/ou gases na forma de uma fração pesada com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa, o ciclone compreendendo;

- um tubo ciclone no qual um espaço de escoamento é
15 definido, onde o tubo ciclone é provido com uma entrada para a entrada da alimentação de uma mistura de pelo menos dois diferentes líquidos e/ou gases, uma saída da fração pesada para descarregar a fração pesada separada da mistura e uma saída da
20 fração leve para a descarga da fração leve separada da mistura;
- uma unidade de geração de rotação para colocar a mistura em rotação;
- um corpo de escoamento disposto de modo
25 substancialmente concêntrico no tubo ciclone, corpo no qual é provido um canal de descarga da fração

4%. Isso significa que a fração leve separada permanece por mais tempo misturada com a fração pesada, o que naturalmente, é indesejável em termos da eficiência de separação.

5 A partir do documento norte americano US 6.024.874 é conhecido um ciclone que é dotado com uma entrada tangencial para colocar uma mistura que chega em rotação. Isso leva a uma separação da mistura na forma de uma fração leve e uma fração pesada. Uma fração é descarregada através
10 de um canal de descarga e saída provida num corpo de escoamento disposto de modo central no ciclone, enquanto que a outra fração é descarregada através de uma parte canal com uma seção transversal decrescente na direção do fluxo. O ciclone conhecido não possui, todavia, válvulas
15 com as quais a pressão no lado da fração leve se descarrega e no lado da fração pesada a descarga pode ser ajustada, e com isso a posição da interface entre a região da fração leve e a região da fração pesada. A separação através do ciclone conhecido é desse modo menos estável e a eficiência
20 da separação é limitada.

É um objetivo da presente invenção prover um ciclone de separação, método e montagem com a qual uma maior eficiência de separação pode ser conseguida.

É também um objetivo da presente invenção prover um
25 ciclone de separação, método e montagem com a qual, durante a separação de uma das leve de uma mistura de líquidos e/ou

- leve conectado à descarga da fração leve, onde o canal de descarga tem na direção de escoamento uma seção transversal substancialmente decrescente ao longo de pelo menos uma parte do comprimento do canal de descarga;
- um primeiro elemento de controle de pressão conectado à saída da fração pesada para ajustar a taxa de fluxo da fração pesada a ser descarregada;
 - um primeiro elemento de controle de pressão conectado à saída da fração leve para ajustar a taxa de fluxo da fração leve a ser descarregada;
 - meios de controle para controlar o primeiro e segundo elemento de controle de pressão;
- onde os meios de controle estão adaptados para induzir a interface entre a fração pesada e a fração leve a fazer contato com o lado interno do canal de descarga durante o uso.

Mediante prover o canal de descarga para a fração leve pelo menos parcialmente com uma seção transversal decrescente na direção de escoamento foi descoberto possível para descarregar mais fração leve com uma pequena quantidade de fração pesada arrastada, onde a estabilidade do ciclone de separação é também mantida, ou mesmo melhorada. O dispositivo compreende um primeiro elemento de controle de pressão conectado à saída da fração pesada e um segundo elemento de controle de pressão conectado à saída

da fração pesada para o propósito de ajustar a taxa de fluxo, e desse modo a pressão de respectivamente a fração pesada e a fração leve a serem descarregadas. A taxa de fluxo desejada, e desse modo as pressões ocorrentes no lado de transbordamento e no lado de sub-transbordamento pode ser ajustada através do correto ajuste de cada um dos elementos de controle de pressão. O ajuste dos dois elementos de controle de pressão tem um efeito direto sobre a interface entre a fração pesada na fração leve, e desse modo sobre as propriedades de separação do ciclone.

Meios de controle são providos, por exemplo, um circuito eletrônico com o qual duas válvulas de controle providas nas respectivas saídas podem ser ajustadas, para o propósito de controlar os elementos de controle de pressão tal que a desejada relação de pressão diferencial estabelecida acima pode ser realizada.

Numa modalidade preferida da invenção a referida parte canal tem uma seção transversal que se reduz de modo substancialmente uniforme na direção de escoamento, tal como, por exemplo, uma forma substancialmente cônica. Nessa modalidade é relativamente simples posicionar a interface entre a fração leve e a fração pesada no espaço de escoamento tal que ela faça contato com o lado interno do canal de descarga. Foi descoberto que se essa interface faz contato com o lado interno do canal de descarga, praticamente a totalidade da fração pesada é removida,

enquanto que uma mínima quantidade da fração leve é ainda arrastada ao interior do canal de entrada e descarregada ao longo desse canal. Isso tem um grande efeito positivo na eficiência de separação do ciclone.

5 De acordo com uma outra modalidade preferida, a referida parte canal tem uma seção transversal progressivamente decrescente na direção de escoamento.

De acordo com uma outra modalidade preferida, a referida parte canal tem uma seção transversal
10 degressivamente decrescente na direção de escoamento.

De acordo com uma modalidade adicional, a referida parte canal é provida é próxima da abertura de influxo do canal de descarga ou, mais preferivelmente, conectante por sobre a abertura de influxo do canal de descarga. Isso
15 permite um ajuste simples e preciso do ponto de contato da interface entre a fração leve e a fração pesada dentro do canal de descarga, e desse modo da eficiência de separação do ciclone.

De acordo com uma determinada modalidade preferida,
20 a unidade de geração de rotação compreende uma ou mais aletas, ao longo das quais a mistura que entra pode ser guiada. As aletas guias são montadas em muitos casos entre a superfície interna do tubo ciclone e um elemento de fluxo disposto de modo central no tubo ciclone. Tais aletas
25 guias, as quais fazem parte daquilo que é também referido como um elemento de turbilhonamento, coloca a mistura que

chega em rotação, essa mistura fluindo preferivelmente -
embora não exclusivamente como discutido acima - de modo
axial no ciclone por meio de uma entrada, tal que em ponto
mais adiante das aletas seja criada uma região externa, na
5 qual substancialmente uma fração pesada se situe, e uma
região interna na qual se situe substancialmente a fração
leve. De modo alternativo ou adicional às aletas guias, a
unidade de geração de rotação pode também compreender um
elemento de entrada tangencial. Nessa modalidade a mistura
10 que chega é alimentada tangencialmente e colocada em
rotação. Também definida nessa modalidade mais adiante da
unidade de geração de rotação está a região externa na qual
uma fração substancialmente pesada está situada e uma
região interna na qual uma fração substancialmente leve
15 está situada.

Num tipo preferido de ciclone de separação, também
referido como ciclone de fluxo reverso, o elemento de fluxo
que é provido de modo substancialmente concêntrico no
espaço de escoamento e no qual a unidade de geração de
20 rotação está provida é integrado com o corpo de escoamento
acima mencionado no qual o canal de descarga está provido.
Uma vez o líquido (ou o gás) tenha sido colocado em rotação
pela unidade de geração de rotação do elemento de fluxo, a
fração leve é descarregada através do mesmo elemento de
25 fluxo (corpo de escoamento). A fração leve é, portanto,
alimentada de volta, enquanto que a fração pesada continua

em sua trajetória. Uma vantagem dessa modalidade é que o ciclone pode ser produzido numa forma extremamente compacta.

De acordo com uma outra modalidade preferida, todavia, o elemento de fluxo sobre o qual as aletas guias estão providas e o corpo de escoamento no qual o canal de descarga está provido são materializados individualmente, em que o corpo de escoamento é disposto a uma distância mais adiante do elemento de fluxo. Um tal ciclone é também referido como um ciclone de fluxo axial. Nessa modalidade ambas a fração pesada e a fração leve são descarregadas de modo axial e substancialmente sem reversão da direção de movimento, em que a última mencionada fração é descarregada através do canal de descarga provido em ponto mais adiante no corpo de escoamento. Nessa modalidade uma passagem pode preferivelmente ser definida entre o lado interno do ciclone e o lado externo do corpo de escoamento, essa passagem estando conectada à saída da fração pesada. Essa passagem permite a descarga da fração pesada sem a necessidade de que seja ajustada a direção de transporte da fração pesada.

Em uma modalidade adicionalmente preferida unidades redutoras de rotação podem ser providas na referida passagem para reduzir a rotação da fração pesada que flui ao longo dela, o que acarreta uma redução na queda de pressão no ciclone. Uma tal recuperação da pressão em

muitos casos não é necessária, e a unidade de redução de rotação pode ser dispensada.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, são providas no canal de descarga para a descarga de uma
5 fração leve uma ou mais unidades redutoras de rotação para reduzir a rotação da fração leve que flui através dela. Uma tal recuperação de pressão não é necessária em muitos casos, e as unidades redutoras de rotação podem ser dispensadas.

10 De acordo com uma modalidade preferida adicional, o ciclone separador compreende um elemento alongado, preferivelmente uma haste, disposta entre o primeiro e o segundo corpo de escoamento e que se estende de modo concêntrico relativamente ao canal de descarga para o
15 propósito de estabilizar a rotação da fração leve. A estabilização do escoamento da fração leve resulta numa interface menos irregular entre a fração leve e a fração pesada, tal que o ponto de contato da interface acima mencionada no canal de descarga pode ser mais facilmente
20 ajustado. Isso tem o resultado de que uma melhor separação pode ser realizada com uma quantidade reduzida de fração pesada arrastada.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, o elemento alongado se estende para dentro do canal de
25 descarga e preferivelmente até uma posição além da referida parte canal, isso melhorando adicionalmente a estabilidade

do ciclone, particularmente em situações gas-líquido.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, o canal de descarga se estende através do corpo de escoamento e através de pelo menos uma das aletas guia providas no
5 corpo de escoamento, tal que um ciclone extremamente compacto pode ser obtido.

Em uma outra modalidade preferida o ciclone compreende dois ciclones separadores acoplados de modo sucessivo, onde a fração pesada separada proveniente do
10 primeiro ciclone separador é conduzida ao segundo ciclone separador para o propósito de separação adicional numa fração pesada e uma fração leve. O segundo ciclone é aqui preferivelmente do tipo no qual o canal de descarga está disposto ao longo de uma aleta guia a fim de permitir a
15 descarga da fração leve.

De acordo com um outro aspecto da invenção, é provido um método para separar uma mistura de líquidos e/ou gases na forma de uma fração pesada com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma
20 fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa, o método compreendendo:

- guiar a mistura a ser separada por meio de uma entrada através de um espaço de escoamento definido num tubo ciclone;
- 25 - gerar rotação da mistura que flui através do espaço de escoamento para o propósito de separar a mistura

na forma de uma fração pesada e uma fração leve;

- guiar a fração pesada até uma saída de fração pesada;

- guiar a fração leve através de um canal de descarga num corpo de escoamento disposto de modo substancialmente concêntrico no tubo ciclone tal que a interface entre a fração pesada e a fração leve faça contato com o lado interno do canal de descarga da fração leve.

10 Quando o canal de descarga do ciclone possui uma seção transversal substancialmente decrescente na direção de escoamento ao longo de pelo menos uma parte do comprimento do canal de descarga, a etapa de guiar a fração leve através do canal de descarga preferivelmente consiste
15 do seu direcionamento tal que a referida interface faça contato com o lado interno da referida parte do canal de descarga.

Um ciclone separador do tipo descrito aqui é preferivelmente aplicado no método definido aqui.

20 Finalmente, é provido de acordo com um aspecto adicional da invenção uma montagem que compreende um vaso de separação provido com paredes de separação para subdividir o espaço interno do vaso de separação na forma de um compartimento de entrada, um compartimento de fração
25 pesada e um compartimento de fração leve, onde o vaso de separação é provido com um elemento de entrada para suprir

a mistura a ser separada ao compartimento de entrada, um elemento de saída da fração leve para a descarga da fração leve proveniente do compartimento de fração leve, e um elemento de saída da fração pesada para a descarga da fração pesada proveniente do compartimento de fração pesada, onde um número de ciclones separadores do tipo descrito aqui de acordo com a invenção dispostos em ambas as paredes de separação são providos no vaso de separação, e onde cada um dos ciclones separadores está disposto com sua entrada no compartimento de entrada, com sua saída de fração leve no compartimento de fração leve e com sua saída de fração pesada no compartimento de fração pesada.

Foi adicionalmente descoberto que um resultado excepcionalmente bom de separação pode ser conseguido quando uma mistura a ser separada é guiada primeiramente através de um ciclone do tipo de escoamento axial e em seguida através de um ciclone do tipo de escoamento reverso. De acordo com um outro aspecto da invenção, é, portanto, provido um ciclone separador para a separação de uma mistura de líquidos e/ou gases numa fração pesada com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa, o ciclone compreendendo:

- 25 - um tubo ciclone no qual um espaço de escoamento é definido, onde o tubo ciclone é provido com uma

entrada para a entrada da alimentação de uma
mistura de pelo menos dois diferentes líquidos e/ou
gases, uma saída da fração pesada para descarregar
a fração pesada separada da mistura, uma primeira
5 saída de fração leve para descarregar uma primeira
parte da fração leve separada da mistura e uma
segunda saída de fração leve para descarregar uma
segunda parte da fração leve separada da mistura;

- um primeiro elemento de fluxo provido com uma ou
10 mais aletas guia para colocar em rotação a mistura
que chega;

- um primeiro corpo de escoamento que está disposto
de modo substancialmente concêntrico no tubo
ciclone e no qual está provido um canal de descarga
15 de fração leve conectado à primeira saída da fração
leve;

- um segundo corpo de escoamento que está provido com
uma ou mais aletas guia e disposto de modo
substancialmente concêntrico no tubo ciclone e ao
20 longo do qual a fração pesada é guiada, onde um
canal de descarga é provido no segundo corpo de
escoamento e em pelo menos uma das aletas guias
para a descarga da fração leve separada da fração
pesada fornecida à segunda saída de fração leve. Um
25 resultado de separação excepcionalmente bom pode
ser obtido com esse dispositivo separador. A

construção do dispositivo pode além de tudo ser bastante compacta porque o canal de descarga para a segunda fração leve está disposto no corpo de escoamento e por conseguinte nas aletas guias propriamente.

Os canais de descarga no elemento de fluxo e/ou o corpo de escoamento são preferivelmente dos tipos descritos aqui com uma seção transversal substancialmente decrescente ao longo de pelo menos uma parte do comprimento do canal de descarga. Isso todavia não é essencial. Bons resultados de separação podem ser também obtidos com um dispositivo separador provido com um ou mais canais de descarga "retos".

De acordo com uma modalidade preferida a boca de entrada do canal de descarga da primeira fração leve está posicionada mais acima do primeiro corpo de escoamento, e a boca de entrada do canal de descarga da segunda fração leve está posicionada mais adiante do segundo corpo de escoamento, tal que uma melhorada eficiência de separação é provida com uma estrutura compacta do ciclone.

Vantagens, características e detalhes adicionais da invenção serão elucidados com base na descrição seguinte de um número de suas modalidades preferidas. É feita referência na descrição para as Figuras, nas quais:

A Figura 1 mostra uma seção longitudinal de um hidrociclone conhecido;

A Figura 2 mostra uma vista em perspectiva, em corte numa direção longitudinal, de uma primeira modalidade da presente invenção;

A Figura 3 mostra uma seção longitudinal da
5 primeira modalidade;

A Figura 4 mostra uma vista em perspectiva, em corte numa direção longitudinal, de uma segunda modalidade da presente invenção;

A Figura 5 mostra uma seção transversal da segunda
10 modalidade;

A Figura 6A mostra uma vista em perspectiva, em corte numa direção longitudinal, de uma modalidade preferida de uma montagem de acordo com a invenção;

A Figura 6B é um detalhe ampliado de um dos
15 ciclones de separação da montagem mostrada na Figura 5;

A Figura 7 mostra uma seção longitudinal de uma quarta modalidade preferida da invenção;

A Figura 8 mostra uma seção longitudinal de uma quinta modalidade preferida da invenção;

20 A Figura 9 mostra uma seção longitudinal de um corpo de escoamento provido com um canal de descarga de acordo com uma modalidade preferida adicional da invenção;

A Figura 10 é uma seção longitudinal de um corpo de escoamento provido com um canal de descarga de acordo ainda
25 com uma outra modalidade preferida da invenção;

As Figuras 11 e 12 mostram vistas em cortes

parciais em perspectiva de uma modalidade adicionalmente preferida da invenção; e

A Figura 13 mostra uma vista em corte parcial em perspectiva de um vaso de separação no qual estão dispostos um número de ciclones de acordo com a modalidade preferida das Figuras 11-13.

Em um hidrociclone do tipo tangencial ou axial a mistura que adentra ao espaço ciclone é colocada em rotação respectivamente por meio de um elemento de entrada tangencial e um elemento de turbilhonamento. Devido à diferença na densidade entre a fase leve, isto é, por exemplo, óleo, e a fase pesada, isto é, por exemplo, a água, o óleo é transportado para o centro do ciclone.

A Figura 1 mostra um exemplo de um hidrociclone de fluxo reverso da técnica existente, no qual o núcleo giratório da fração leve, isto é, a camada óleo, é descarregado através do canal de descarga no corpo de escoamento, enquanto que a mistura que gira na região externa do ciclone, isto é, a água, é descarregada através da saída de água. Em um hidrociclone do tipo fluxo reverso o óleo é descarregado juntamente com uma quantidade desnecessariamente grande de água na direção da saída do transbordamento, enquanto que a água limpa é conduzida na direção oposta para a saída do sub-transbordamento. No espaço de escoamento no ciclone está, portanto presente, uma interface água/óleo na qual o óleo e a água possuem

direções opostas.

A Figura 1 mostra três situações com diferentes posições da interface óleo/água. Na primeira situação (A) a região na qual o óleo está substancialmente situado está limitado por uma interface que faz contato com o lado externo do corpo de escoamento do ciclone. Nessa situação apenas uma parte do óleo é descarregada através do canal de descarga no corpo de escoamento, enquanto que o restante adentra à saída de água. A saída de água está, portanto, contaminada com uma quantidade de óleo, o que é indesejável. Na segunda situação (B) a interface se estende na direção do comprimento do canal de descarga e, portanto, não faz contato com o corpo de escoamento. Embora nessa situação a totalidade do óleo seja descarregada a partir da descarga de saída de óleo, a saída de óleo compreende ainda também uma grande quantidade de água, o que reduz a eficiência de separação do ciclone. Foi descoberto na prática ser difícil, senão impossível, ajustar a interface precisamente tal que apenas óleo seja descarregado através do canal de descarga enquanto que apenas uma quantidade mínima de óleo adentre à saída de água.

Foi além disso descoberto que ocorrem instabilidades como uma consequência do assim chamado fenômeno Kelvin-Helmholz. Se uma camada movediça de dois diferentes tipos de líquido está presente, essa camada se

torna instável por causa de, entre outros fatores, das diferenças em velocidade e densidade entre as duas camadas. Se essas diferenças são muito grandes, gotículas de um líquido podem adentrar ao fluxo do outro líquido, motivo pelo qual a estabilidade da interface é em grande parte perdida. Para um hidrociclone isso significa que partes do óleo já separado adentra à água e deixa o ciclone a partir da saída de água (no lado de sub-transbordamento). Isso significa na prática uma redução na eficiência de separação do ciclone. Devido à ocorrência do estabelecido acima em ciclones conhecidos uma grande quantidade de água é arrastada para a saída de óleo adicionalmente ao óleo na segunda situação (B), velocidades relativamente altas ocorrem no espaço de escoamento do ciclone como um resultado do grande fluxo volumétrico, através do que uma grande diferença em velocidade pode ocorrer entre o transbordamento e o sub-transbordamento. Isso provoca as acima mencionadas instabilidades de Kelvin-Helholz, resultando em comportamento instável de separação do ciclone.

As Figuras 2 e 3 mostram uma primeira modalidade preferida de um ciclone 1 de acordo com a invenção. O ciclone 1 compreende um tubo ciclone 2 que é construído na modalidade mostrada a partir de uma parte relativamente estreita 3 do tubo ciclone com uma seção transversal decrescente no sentido da extremidade externa direita, uma

parte relativamente larga 4 do tubo ciclone e uma parte intermediária 5 entre a parte 4 do tubo ciclone e a parte 3 do tubo ciclone. Um elemento de fluxo 6 está disposto no espaço interno 7 confinado pela parte larga 4 do tubo ciclone. Na modalidade descrita o elemento de fluxo tem uma seção transversal arredondada, embora isso nem sempre seja o caso. Uma aleta guia 8 ou uma pluralidade de aletas guias está disposta no elemento de fluxo e no lado interno da parte 4 do tubo ciclone. A aleta guia 8 consiste de uma placa a qual é encurvada tal que a mistura líquida (P_1) a ser separada que entra através da entrada 10 é guiada ao longo das aletas guias 8 e é desse modo colocada em rotação (P_2). Como um resultado da rotação os líquidos relativamente pesados, no exemplo de um separador óleo-água, serão direcionados sob a influência das forças centrífugas no sentido de uma região externa adjacente ao lado interno do tubo ciclone 2, enquanto que os líquidos relativamente leves, no referido exemplo o óleo, serão direcionados substancialmente ao centro do tubo ciclone. A interface (G) entre o óleo e a água é mostrada na Figura 3. Providos na posição da saída de água 11 ou mais adiante dela e na posição da saída de óleo 15 ou mais adiante dela estão unidades de controle de pressão (não mostradas) com as quais a velocidade local e, portanto, a pressão do transbordamento e do sub-transbordamento, respectivamente, podem ser ajustadas. As unidades de controle de pressão

através disso também provêem quanto à posição da interface óleo-água.

Através do canal de descarga 12 provido no corpo de escoamento 6 o óleo é conduzido desde a abertura de entrada 5 9 até a abertura de saída 15 (P_5 , P_6). A fração leve situada na região externa no lado interno do tubo ciclone 2 é guiada enquanto ainda está girando (P_3) na direção da saída da fase pesada 11, e descarregada da saída 11 (P_4).

Como mostrado nas Figuras 2 e 3, o canal de 10 descarga 12 no corpo de escoamento 6 para a descarga da fração leve é provido numa parte substancialmente reta 14 e uma parte substancialmente cônica 30. A parte cônica 13 se estende desde a abertura de entrada da alimentação 9 do canal de descarga e tem um diâmetro decrescente na direção 15 do escoamento (P_6). Como um resultado a posição da interface (G) entre a fração leve e a fração pesada pode ser ajustada num modo simples mediante operar as unidades de controle de pressão acima mencionadas tal que a interface faça contato com o canal de descarga 12 na 20 referida parte cônica 30. Devido à forma cônica existe no final das contas um risco grandemente reduzido que a interface corra paralela ao canal de descarga 12 e, portanto, não fará contato com seu lado interno, tal que uma fração pesada (água) seria arrastada com a fração leve 25 (óleo). Pelo fato da interface poder ser ajustada de modo simples e eficiente tal que ela faça contato com o canal de

descarga 12 num ponto aleatório, a fração leve (por exemplo óleo) é impedida de adentrar à saída de sub-transbordamento 11 ou a fração pesada (por exemplo, água) é impedida de adentrar à saída de transbordamento 15 em quantidades
5 substanciais.

As Figuras 4 e 5 mostram uma segunda modalidade preferida da invenção. Nessas Figuras referências numerais iguais denotam componentes iguais ou similares como aqueles na primeira modalidade. Em lugar da alimentação axial
10 através de uma entrada 10 a mistura a ser separada e a subsequente colocação em rotação da mistura de influxo através de seu direcionamento ao longo de uma ou mais aletas guias estacionárias 8, a mistura que chega é introduzida (P_7) através de uma ou mais entradas
15 tangenciais 16 para dentro do tubo ciclone fechado numa extremidade com a parede extrema 17. Em combinação com a superfície interna curva do tubo ciclone 2, aberturas de entrada 16 formam um elemento de entrada tangencial com o qual a mistura líquido que chega é colocada em rotação. Uma
20 vez a mistura líquida tenha sido colocada em rotação, ocorre um processo similar àquele descrito acima. A fração relativamente pesada (por exemplo, a água) da mistura é conduzida ao interior da região externa próxima do lado interno do tubo ciclone 2, enquanto que a fração
25 relativamente leve (o óleo) da mistura vem se dispor numa região central. Devido à parte cônica do canal de descarga

é também mais fácil nessa modalidade, utilizando as unidades de controle de pressão mencionadas acima, fazer a interface (G) entre a fração pesada e a fração leve ter contato com a superfície interna da parte cônica 13 do canal de descarga 12, tal que não apenas toda a fração leve seja descarregada da saída da fração leve 15, mas que absolutamente nenhuma fração pesada seja descarregada através dessa mesma saída de fração leve 15.

Nas Figuras 6A e 6B é mostrada uma terceira modalidade preferida da invenção. Nessa modalidade, um número de ciclones 25 substancialmente paralelos do tipo descrito aqui são dispostos num vaso de separação 20 disposto horizontalmente (ou de modo oblíquo ou vertical). O vaso de separação 20 está provido com uma primeira conexão 21 por meio da qual a mistura a ser separada pode ser suprida (P_M). O vaso de separação 20 é também provido com uma conexão de saída da fração leve 22, ao longo da qual a fração leve pode ser descarregada (P_L). Finalmente, uma conexão de fração pesada 23 é provida no lado à direita do vaso de separação 20 para a descarga (P_H) da fração pesada. Conexões conectantes 22 são providas com as respectivas unidades de controle de pressão 30, 31 com as quais a taxa de fluxo (volume por unidade de tempo) da mistura que flui através delas pode ser ajustada. Uma unidade de controle de pressão 30, 31 consiste, por exemplo, de uma válvula ajustável que é posicionada num

conduto e por meio do que mais ou menos líquido pode fluir por unidade de tempo através do conduto pertinente submetida à posição da válvula. O fluxo dividido entre a saída de transbordamento 22 e a saída de sub-
5 transbordamento 23 pode ser ajustado como requerido mediante ajustar cada uma das unidades de controle 30, 31, por exemplo, tal que uma específica relação de pressão diferencial (DPR) possa ser conseguida.

Três compartimentos podem ser distinguidos no vaso
10 20, em que os ciclones 25 estão dispostos numa primeira parede de separação 23 e uma segunda parede de separação 24. Um compartimento de entrada I está definido entre a primeira parede de separação 23 e a segunda parede de separação 24, enquanto que um compartimento de saída da
15 fração pesada (III) está definido no lado à direita da segunda parede e separação 24, e um compartimento de saída da fração leve (II) está definido no lado à esquerda da primeira parede de separação 23. Os ciclones 25 se estendem além das paredes de separação 23, 24, isso tal que os
20 líquidos que adentram através da entrada 21 possam apenas atingir os dois compartimentos de saída II, III através de um ou mais dos ciclones 25. Na modalidade apresentada os ciclones 25 são materializados na forma da modalidade que é apresentada nas Figuras 4 e 5 e o qual está provido com uma
25 entrada tangencial e com uma parte cônica 13 de canal de descarga 12, como mostrado em mais detalhes na ampliação da

Figura 6B. A mistura a ser separada que vem através da entrada 21 adentra os ciclones 25 (P_7) por meio de cada uma das aberturas de entrada tangencial 16, onde em seguida uma separação ocorre no modo descrito acima entre a fração pesada e a fração leve. A fração leve é descarregada através do canal de descarga 12 e adentra ao compartimento de saída de escoamento da fração leve II. A fração pesada continua em sua trajetória na direção da segunda parede de separação 24 e eventualmente adentra (P_9) ao compartimento da fração pesada III. A modalidade apresentada é possível de ser satisfeita com uma única unidade de controle de pressão 34 para a saída do transbordamento 22 e uma única unidade de controle de pressão 31 para a unidade de saída do sub-transbordamento. Em outras modalidades como descrito acima e como será descrito daqui em diante, cada um dos ciclones de separação pode estar provido com sua própria unidade de controle de transbordamento.

A Figura 7 mostra uma terceira modalidade preferida da invenção. Nessa modalidade preferida as mesmas referências numerais designam componentes iguais ou similares como nas modalidades descritas acima. Em um tubo ciclone 31 uma mistura a ser separada é suprida em modo axial (P_{10}) e colocada em rotação por meio de um ou mais elementos de turbilhonamento 34 providos num elemento de fluxo 32. A mistura colocada em rotação (P_{11}) adentra a um espaço de escoamento 43. O espaço de escoamento 43 forma um

canal de uma forma aleatória, por exemplo, cilíndrica, divergente, convergente ou uma combinação de divergente e convergente. Na modalidade apresentada uma primeira forma convergente e em seguida divergente é provida mediante

5 dispor um elemento adicional de fluxo 35 no tubo ciclone 31. Sob a influência da rotação da mistura fornecida a fração pesada é arremessada para fora e vem pousar na região externa próxima das paredes internas do tubo ciclone 31. A fração pesada é descarregada (P_{12}) por meio de um

10 canal anular de descarga 44 na direção da saída da fração pesada. Na modalidade apresentada um ou mais elementos anti-turbilhonamento 39, preferivelmente compreendendo uma ou mais aletas guias, estão dispostos no canal de descarga 44. Essas aletas guias possuem uma curvatura decrescente na

15 direção de escoamento em um modo tal que o grau de rotação da mistura que flui através dela é reduzida a fim de recuperar alguma medição de pressão. A fração leve, que nas modalidades descritas acima mudou de direção e foi descarregada através de um canal de descarga no corpo de

20 escoamento, é descarregada de acordo com essa modalidade sem reversão da direção de transporte. A fração leve adentra ao canal de descarga de fração leve 37 de um corpo de escoamento 36 disposto de modo central no tubo ciclone 31. O tubo de descarga 37 está provido com uma parte cônica

25 38 tal que, de modo similar como descrito acima, a interface entre a fração pesada e a fração leve pode fazer

contato com a superfície interna da parte cônica 38 de modo simples tal que a totalidade, ou praticamente a totalidade, da fração leve seja descarregada, enquanto que nenhuma ou absolutamente nada da fração pesada, seja arrastada e
5 descarregada (P_{13}) através do canal de descarga de fração leve 37.

A Figura 8 mostra uma modalidade adicionalmente preferida que é amplamente similar à modalidade apresentada na Figura 6A. Uma explanação adicional da operação dessa
10 modalidade é, portanto, omitida aqui na medida que ela é idêntica àquela da modalidade da Figura 6A. Na modalidade apresentada na Figura 8 uma haste central 40 está fixa à extremidade cônica externa 33 do elemento de fluxo 32. Na modalidade apresentada a haste se estende paralela ao tubo
15 ciclone e ao canal de descarga 37 provido no corpo de escoamento 36. Mediante dispor a haste 40 de modo central no tubo ciclone o movimento de rotação da fração leve na direção do canal de descarga 37 se torna mais estável, melhorando desse modo a eficiência de separação do ciclone.

20 Na modalidade apresentada a haste 40 está disposta ao longo de uma distância L (Figura 7), a distância L sendo tal que a extremidade externa da haste se projeta para dentro do canal de descarga além da região na qual a parte cônica do canal de descarga está situado. Em uma outra
25 modalidade (não mostrada) a haste central 40 se estende menos longe, por exemplo, apenas até uma posição antes da

boca 9 do canal de descarga 37. Em ambas as situações a haste central 40 provê quanto a um transporte mais estável da fase leve na direção de, e ao longo do canal de descarga 37.

5 Nas modalidades preferidas da invenção descritas acima o canal de descarga da fração leve está materializado com uma seção transversal decrescente na direção de escoamento (por exemplo, P_6) em que o canal de descarga 12 é provido com uma parte cônica 13. A parte do canal de
10 descarga na qual a seção transversal decresce, todavia não precisa ser de forma cônica, nem precisa produzir uma redução constante na seção transversal.

 Na Figura 9 é mostrado, por exemplo, uma modalidade na qual a parte curva 46 do canal de descarga 12 possui uma
15 curvatura crescente a partir da boca de influxo 49 do canal de descarga 12. As vantagens da invenção podem ser também percebidas nessa modalidade.

 A Figura 10 mostra uma outra modalidade preferida na qual a parte 44 do canal de descarga 12, em que um
20 diâmetro decrescente está definido da direção de escoamento, uma parte canal é provida na qual a curvatura se reduz na direção de transporte (P_6). As vantagens da invenção podem ser também percebidas nessa modalidade.

 As Figuras 11 e 12 apresentam uma modalidade
25 preferida adicional da invenção. Nessa modalidade dois ciclones axiais estão colocados sucessivamente tal que a

separação ocorre em dois estágios. Num primeiro estágio do ciclone de dois estágios 50 um primeiro ciclone 47 do tipo de fluxo axial provê quanto a uma primeira separação da mistura fornecida, enquanto que num segundo estágio um
5 segundo ciclone 48 do tipo de fluxo reverso ocasiona uma separação adicional da mistura. A mistura flui para dentro do primeiro ciclone 47 (P_{15}) e, de modo similar como descrito com referência à modalidade apresentada na Figura 7, é colocada em rotação por meio das aletas guias 52
10 dispostas num elemento de fluxo 51.

O primeiro ciclone 47 é do tipo de fluxo axial, que significa que a fração leve giratória é descarregada através de um canal de descarga 54 provido num corpo de escoamento 53 provido mais adiante do elemento de fluxo 51.
15 A fração pesada é descarregada através de um espaço de escoamento entre a carcaça externa 55 do ciclone e o corpo de escoamento 53. O corpo de escoamento está acoplado à carcaça externa 55 do ciclone utilizando um flange vertical 56. Providos no flange 56 estão aberturas circulares 57 ao
20 longo das quais a fração pesada fornecida pode ser guiada (P_{16}) na direção do segundo ciclone 48. Como estabelecido acima, a fração leve é descarregada (P_{17}) por meio do canal de descarga 54, do qual a boca de influxo 58 e a boca de escoamento 59 são mostradas. O canal de descarga 54 é,
25 portanto, formado tal que a fração leve seja internamente defletida e pode deixar o ciclone lateralmente através da

abertura de escoamento 59.

A fração pesada que flui para fora através das aberturas 57 adentra ao espaço de escoamento do segundo ciclone 48 (P_{17}). O segundo ciclone 48 é do tipo de fluxo reverso, onde a direção de escoamento da fração leve é revertida de modo similar como é o caso da modalidade mostrada na Figura 2. O ciclone 48 compreende um integrado corpo de escoamento/elemento de fluxo 61 sobre o qual aletas guias 62 estão dispostas e no qual um canal de descarga 64 é provido. Essas aletas guias colocam a fração pesada proveniente do primeiro ciclone 47 em rotação, por meio do que a fração pesada fornecida é novamente separada na forma de uma fração relativamente leve e uma fração relativamente pesada. Como já estabelecido acima, o segundo ciclone 48 é do tipo fluxo reverso, tal que a fração pesada continua em sua trajetória até a extremidade externa do segundo ciclone (P_{18}) enquanto que a fração leve é descarregada através de um canal de descarga 64 provido no elemento de fluxo 61. O canal de descarga 64 é aqui materializado tal que ele se prolonga no corpo de escoamento 61 e em seguida através de uma ou mais das aletas guias 62. A parte 65 do canal de descarga que se estende nas aletas guias 62 é mostrada nas Figuras. O canal de descarga 64 é provido com uma abertura de escoamento 69 ao longo da qual a fração leve separada deixa o ciclone 52.

A Figura 13 mostra uma modalidade de um vaso de

separação numa configuração similar àquela já discutida com referência à Figura 6A. Nessa modalidade um número de ciclones de dois estágios 50 estão dispostos num vaso de separação 70. O vaso de separação está provido com três
5 paredes 71, 72 e 73 as quais estão acopladas respectivamente às partes de acoplamento 74, 75 e 76 do ciclone duplo 50. O vaso de separação é desse modo dividido na forma de um primeiro compartimento I, um segundo compartimento II e um terceiro compartimento III, e um
10 quarto compartimento IV. A mistura para separação é fornecida (P_{20}) por meio de uma alimentação de mistura 75. Uma vez que a mistura é fornecida sob alta pressão, ela adentra ao primeiro compartimento I e se espalha sobre os ciclones 50 dispostos no vaso de separação 70. A fração
15 leve separada (por exemplo, óleo) proveniente do primeiro ciclone 51 é descarregada através da abertura de escoamento 59 e adentra ao segundo compartimento II. A fração leve separada por meio do segundo ciclone 62 adentra ao terceiro compartimento III por meio da abertura de escoamento 69 do
20 canal de descarga 64. A fração pesada restante (por exemplo, água) adentra ao quarto compartimento IV e pode ali ser descarregada por meio de uma saída 76. A fração leve no segundo compartimento II e terceiro compartimento III é descarregada por meio das respectivas saídas de
25 fração leve 77 e 78.

Suponha, por exemplo, que uma mistura de 20% de

óleo em água seja fornecida no primeiro compartimento I, uma parte do óleo é então separado no primeiro ciclone separador de fluxo axial 51. Essa parte adentra ao segundo compartimento II. A mistura restante, que agora compreende 5 apenas cerca de 1% de óleo, é então separada no segundo ciclone do tipo de fluxo reverso. O óleo separado adentra ao terceiro compartimento III, enquanto que a mistura restante, que compreende agora apenas cerca de 0,1% de óleo, adentra ao quarto compartimento IV. Em casos práticos 10 a mistura da fração pesada com uma quantidade muito pequena de fração leve que flui para fora por meio da saída 76 do quarto compartimento IV é também guiada através de um hidrociclone externo adicional. No caso de um separador água/óleo isso significa que a água finalmente resultante 15 tem uma pureza tal que ela possa ser drenada diretamente para as águas de superfície sem provocar um impacto ambiental.

Embora o primeiro e segundo ciclones de separação 47, 48 possuam um canal de descarga 54, 64 com uma parte 20 possuindo uma seção transversal decrescente, podem ser entretanto também vislumbradas modalidades nas quais ambos os canais de descarga possuam uma outra forma, por exemplo, uma seção transversal constante (tal como cilíndrica). A modalidade na qual um ou ambos os canais de descarga 25 possuem uma seção transversal substancialmente decrescente é todavia recomendada.

A invenção é apresentada acima com base na descrição de um exemplo no qual a mistura que chega é uma mistura de dois líquidos, isto é, óleo e água. Será evidente por aqueles usualmente versados na técnica que a
5 presente invenção pode ser também aplicada a uma outra mistura aleatória de um ou mais líquidos, uma mistura de um ou mais gases ou uma mistura de gases.

A presente invenção não está limitada às suas modalidades descritas aqui. Os direitos objetivados são
10 particularmente definidos pelas reivindicações apresentadas a seguir, inseridos no escopo das quais muitas modificações podem ser visualizadas.

- REIVINDICAÇÕES -

1. CICLONE SEPARADOR PARA SEPARAR UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA, com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa, o ciclone compreendendo:

- um tubo ciclone(2) no qual um espaço de escoamento(7) é definido, onde o tubo ciclone é provido com uma entrada(10) para a entrada da alimentação de uma mistura de pelo menos dois diferentes líquidos e/ou gases, uma saída da fração pesada(11) para descarregar a fração pesada separada da mistura e uma saída da fração leve(15) para a descarga da fração leve separada da mistura;
- uma unidade de geração de rotação(8) para colocar a mistura em rotação;
- um corpo de escoamento(6) disposto de modo substancialmente concêntrico no tubo ciclone, corpo no qual é provido um canal de descarga da fração leve(12) conectado à descarga da fração leve, onde o canal de descarga tem na direção de escoamento uma seção transversal substancialmente decrescente ao longo de pelo menos uma parte(13) do comprimento do canal de descarga(12);

caracterizado por

- um primeiro elemento de controle de pressão conectado à saída da fração pesada(11) para ajustar a taxa de fluxo da fração pesada a ser descarregada;
 - 5 - um segundo elemento de controle de pressão conectado à saída da fração leve(15) para ajustar a taxa de fluxo da fração leve a ser descarregada;
 - meios de controle para controlar o primeiro e segundo elemento de controle de pressão;
- 10 onde os meios de controle estão adaptados para induzir a interface(G) entre a fração pesada e a fração leve a fazer contato com o lado interno do canal de descarga(12) durante o uso.

2. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 15 1, caracterizado por os meios de controle estarem adaptados para induzir a interface a fazer contato com o lado interno da referida parte(13) do canal de descarga(12) durante o uso.

3. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 20 1, caracterizado por a referida parte(13) do canal possuir uma seção transversal que se reduz de forma substancialmente uniforme na direção de escoamento.

4. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por a referida parte do canal possuir uma 25 forma substancialmente cônica.

5. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação

1, caracterizado por a referida parte do canal possuir uma seção transversal progressivamente decrescente na direção de escoamento.

6. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida parte do canal possuir uma seção transversal degressivamente decrescente na direção de escoamento.

7. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por a parte do canal ser provida próxima da abertura de influxo do canal de descarga.

8. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por a parte do canal se conectar por sobre a abertura de influxo do canal de descarga.

9. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por a unidade de geração de rotação compreender uma ou mais aletas guias ao longo das quais a mistura de influxo pode ser guiada.

10. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por a unidade de geração compreender um elemento de entrada tangencial.

11. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por a unidade de geração de rotação compreender um elemento de fluxo provido de modo substancialmente concêntrico no espaço de escoamento e uma ou mais aletas guias dispostas entre o tubo ciclone e o

elemento de fluxo.

12. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por o corpo de escoamento e o elemento de fluxo estarem integrados.

5 13. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por o corpo de escoamento estar posicionado a alguma distância mais adiante relativamente ao elemento de fluxo no espaço de escoamento.

14. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma
10 das reivindicações 1 a 13, caracterizado por a passagem conectada à saída da fração pesada estar definida entre o lado interno do tubo ciclone e o lado externo do corpo de escoamento.

15. Ciclone separador, de acordo com a
15 reivindicação 14, caracterizado por uma ou mais unidades redutoras de rotação estarem providas na passagem para reduzir a rotação da fração pesada que flui através dela.

16. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma
das reivindicações 1 a 15, caracterizado por uma ou mais
20 unidades redutoras de rotação(39) estarem providas no canal de descarga par reduzir a rotação da fração leve que flui através dela.

17. Ciclone separador, de acordo com a
reivindicação 13, caracterizado por compreender um elemento
25 alongado(40), preferivelmente uma haste, disposta entre o primeiro e segundo corpo de escoamento e se estendendo de

modo concêntrico relativamente ao canal de descarga para o propósito de estabilizar a rotação da fração leve.

18. Ciclone separador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por o elemento alongado se
5 estender para dentro do canal de descarga(12), preferivelmente até uma posição além da referida parte do canal.

19. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado por estar adaptado
10 para separar a mistura que chega na forma de uma fração pesada contendo substancialmente água e uma fração leve contendo substancialmente óleo.

20. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado por o elemento de
15 fluxo possuir uma extremidade externa configurada de forma substancialmente cônica.

21. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado por o canal de
descarga da fração leve estar formado tal que a interface
20 entre a fração pesada e a fração leve faz contato com o lado interno do canal de descarga da fração leve.

22. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, caracterizado por o canal de
descarga se prolongar através do corpo de escoamento e
25 através de pelo menos uma das aletas guias providas no corpo de escoamento.

23. Ciclone separador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizado por compreender dois ciclones separadores acoplados sucessivamente, onde a fração pesada separada proveniente do primeiro ciclone separador é conduzida ao interior do segundo ciclone separador para o propósito de separação adicional numa fração pesada e uma fração leve.

24. MÉTODO PARA SEPARAR UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA, em um separador conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 23, com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente baixa, o método compreendendo:

- 15 - guiar a mistura a ser separada por meio de uma entrada através de um espaço de escoamento(7) definido num tubo ciclone;
- gerar rotação da mistura que flui através do espaço de escoamento(7) para o propósito de separar a mistura na forma de uma fração pesada e uma fração leve;
- 20 - guiar a fração pesada até uma saída de fração pesada(11);

caracterizado por compreender

- 25 - guiar a fração leve através de um canal de descarga num corpo de escoamento disposto de modo

substancialmente concêntrico no tubo ciclone tal que a interface entre a fração pesada e a fração leve faça contato com o lado interno do canal de descarga da fração leve(12).

5 25. Método, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por o canal de descarga possuir uma seção transversal substancialmente decrescente na direção de escoamento ao longo de pelo menos uma parte do comprimento do canal de descarga, e onde a etapa de guiar a fração leve
10 através do canal de descarga compreende direcionar tal que a referida interface faça contato com o lado interno da referida parte do canal de descarga.

 26. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 24 e 25, caracterizado por compreender a
15 separação de uma mistura óleo/água em uma fração pesada contendo substancialmente água e uma fração leve contendo substancialmente óleo.

 27. USO DO CICLONE SEPARADOR, caracterizado por ser de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 23.

20 28. MONTAGEM PARA SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA DE LÍQUIDOS E/OU GASES NA FORMA DE UMA FRAÇÃO PESADA, com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente alta e uma fração leve com um ou mais líquidos e/ou gases de uma massa específica relativamente
25 baixa, a montagem caracterizada por compreender:

- um vaso de separação provido com paredes de

separação para subdividir o espaço interno do vaso de separação na forma de um compartimento de entrada, um compartimento de fração pesada e um compartimento de fração leve, onde o vaso de separação é provido com um elemento de entrada para suprir a mistura a ser separada ao compartimento de entrada, um elemento de saída da fração leve para a descarga da fração leve proveniente do compartimento de fração leve, e um elemento de saída da fração pesada para a descarga da fração pesada proveniente do compartimento de fração pesada;

- um número de ciclones separadores de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores 1-23

dispostos em ambas as paredes de separação são providos no vaso de separação, e onde cada um dos ciclones separadores está disposto com sua entrada no compartimento de entrada, com sua saída de fração leve no compartimento de fração leve e com sua saída de fração pesada no compartimento de fração pesada.

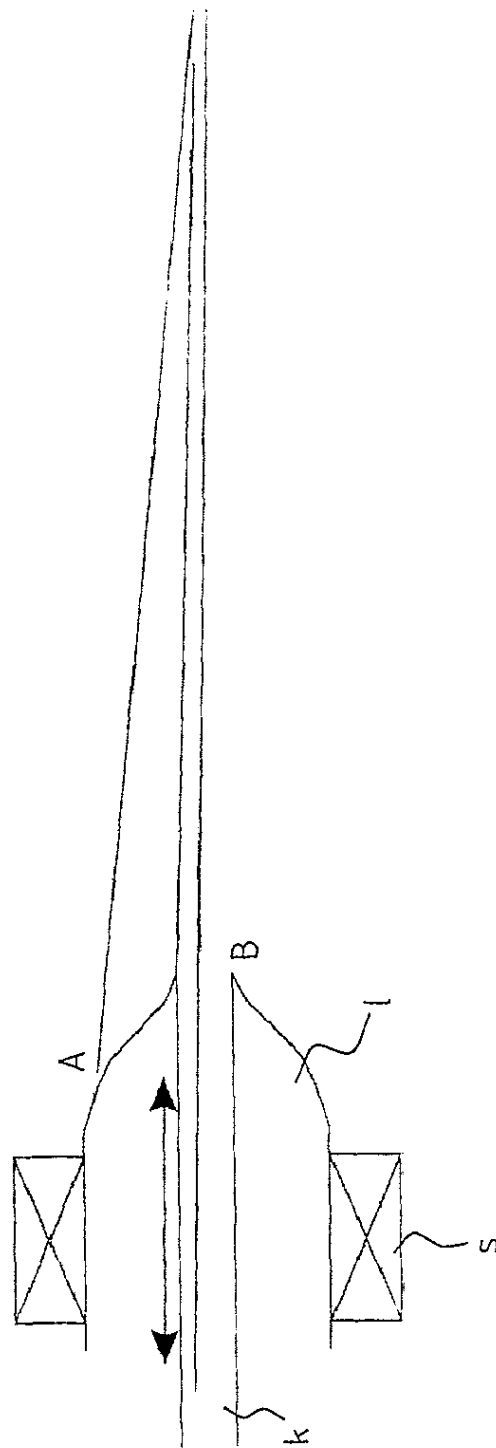
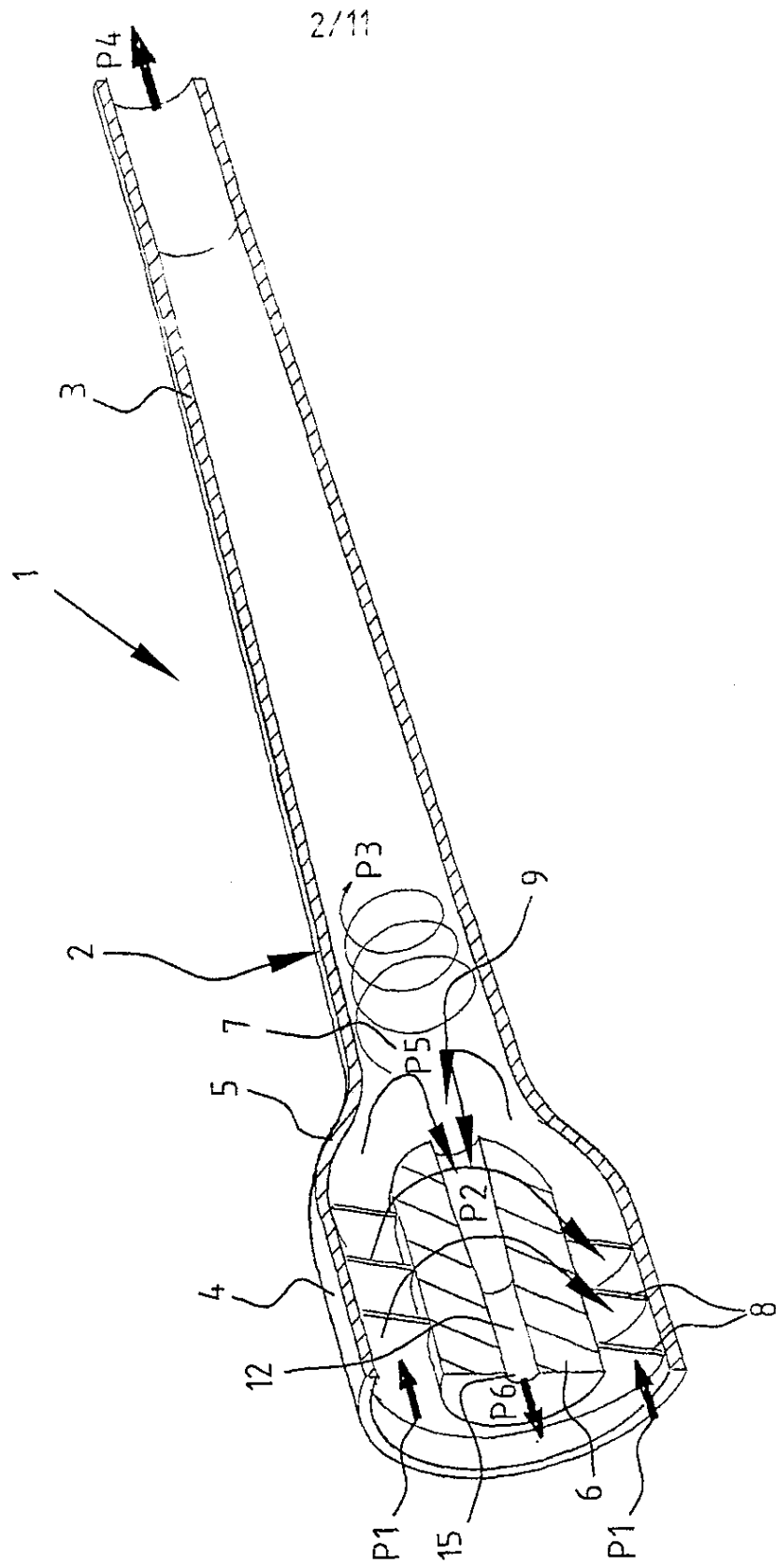


FIG. 1



2/11

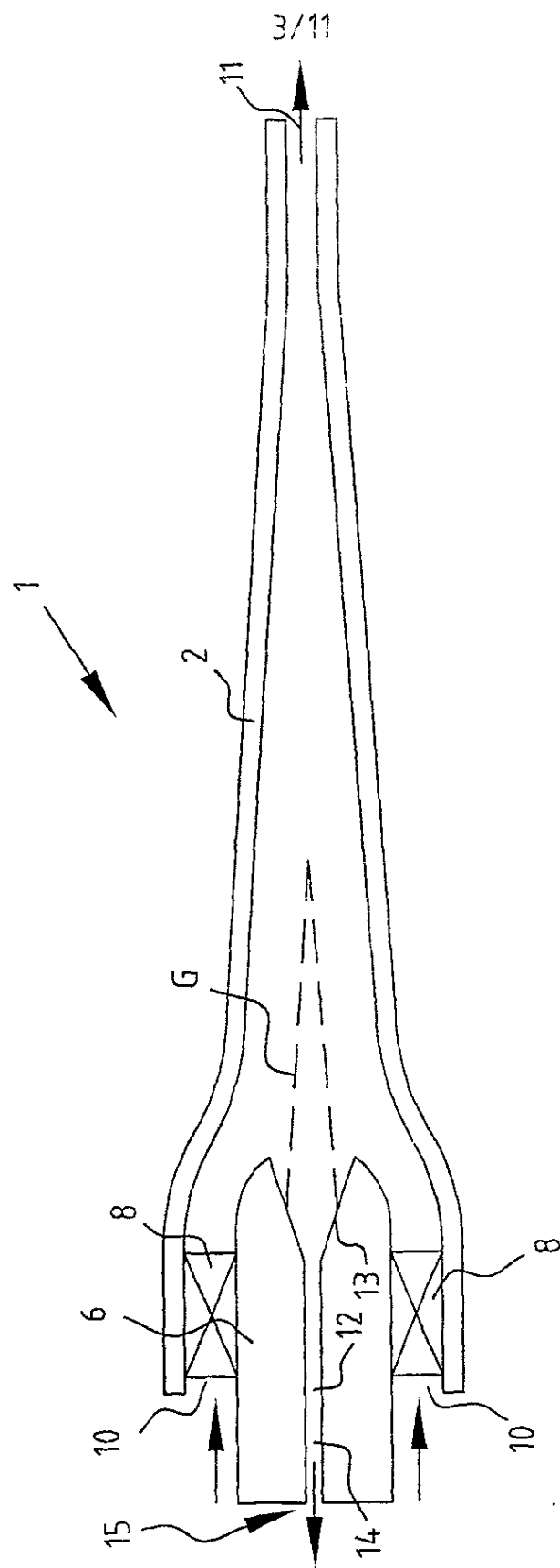


FIG. 3

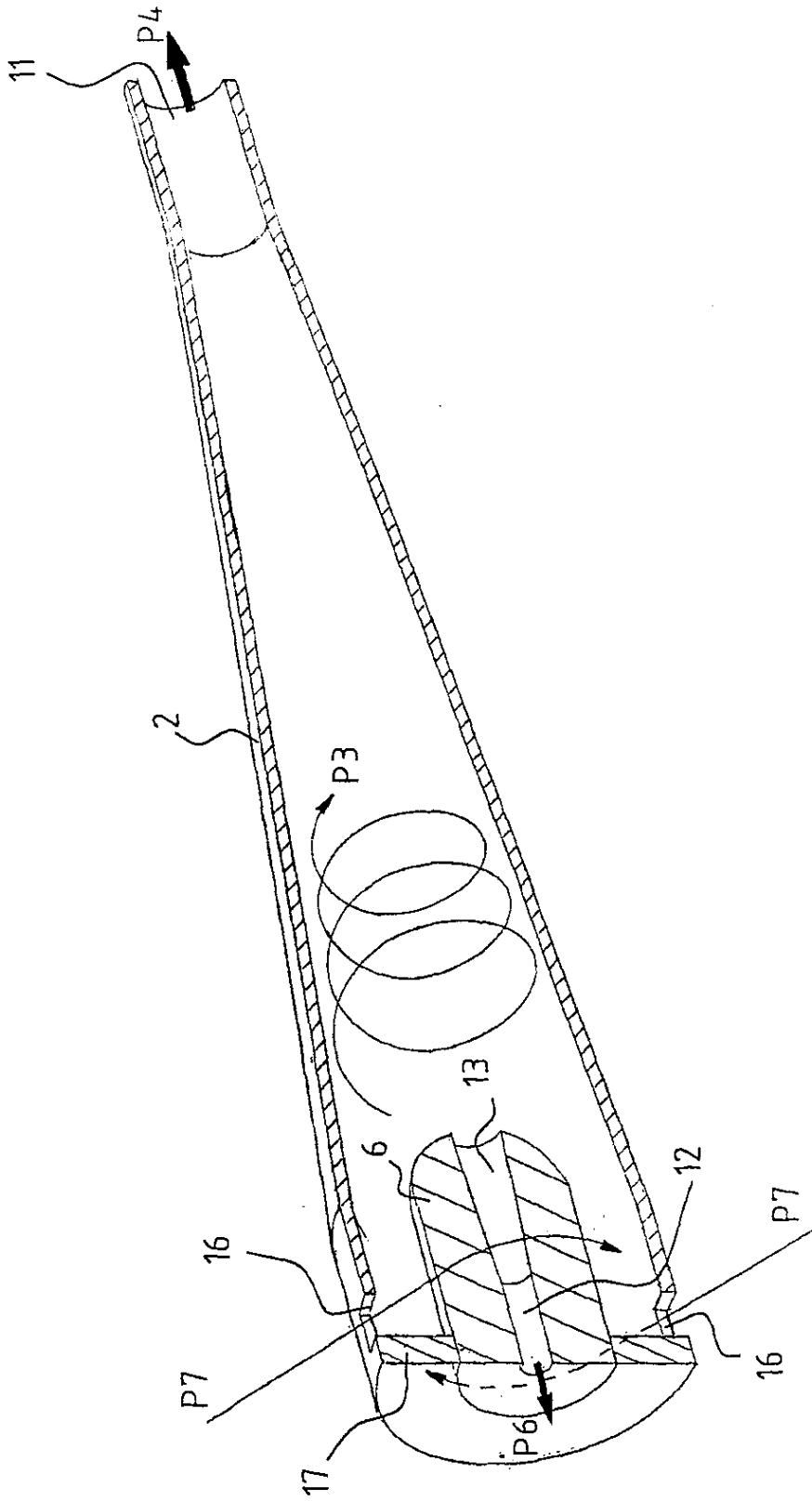


FIG. 4

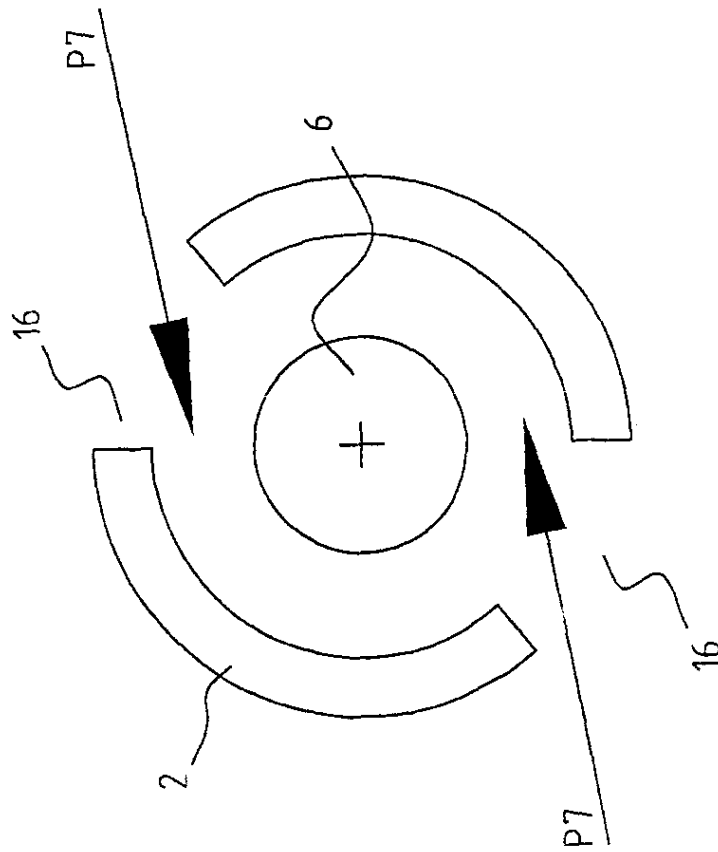


FIG. 5

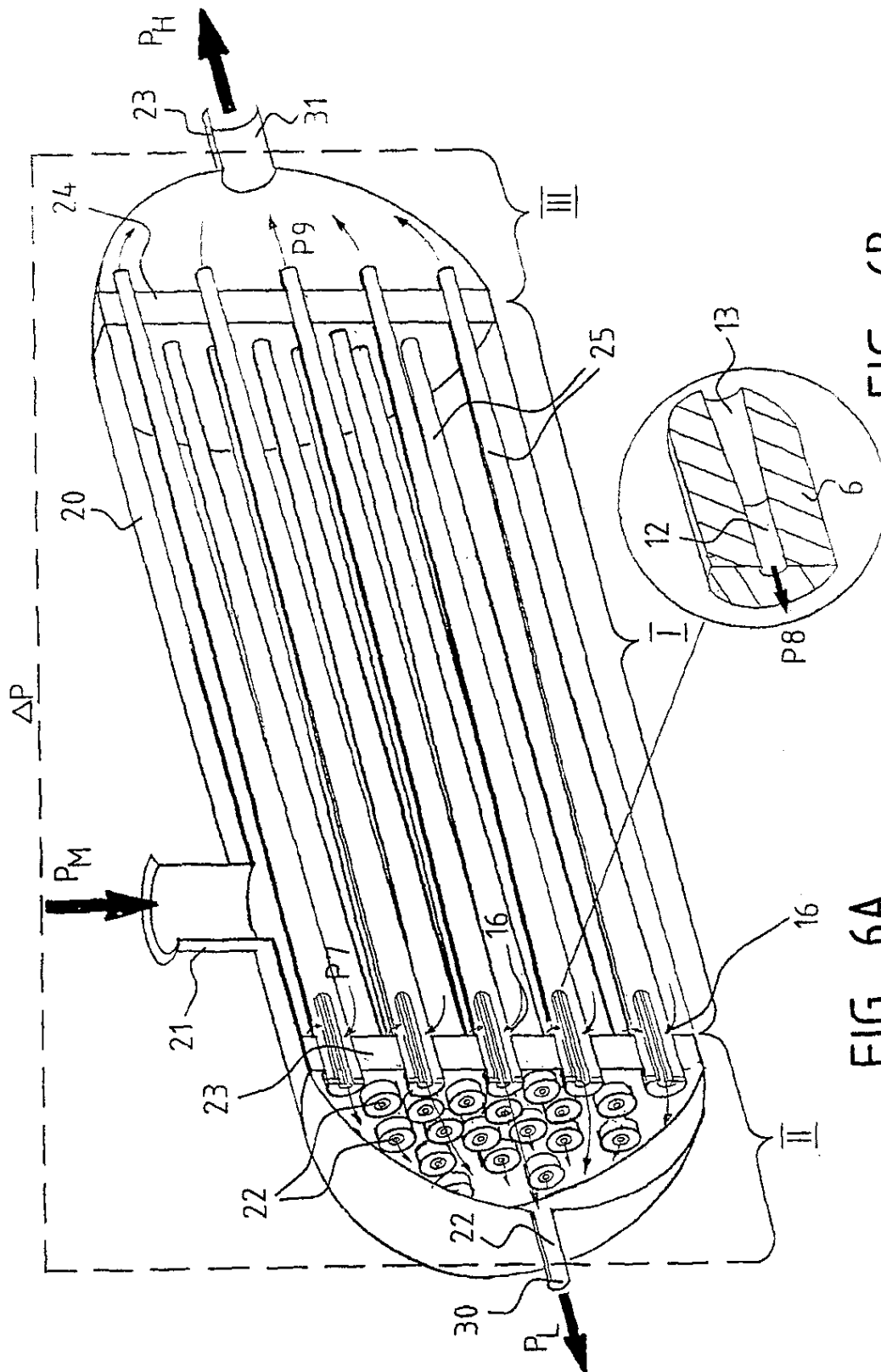


FIG. 6A

FIG. 6B

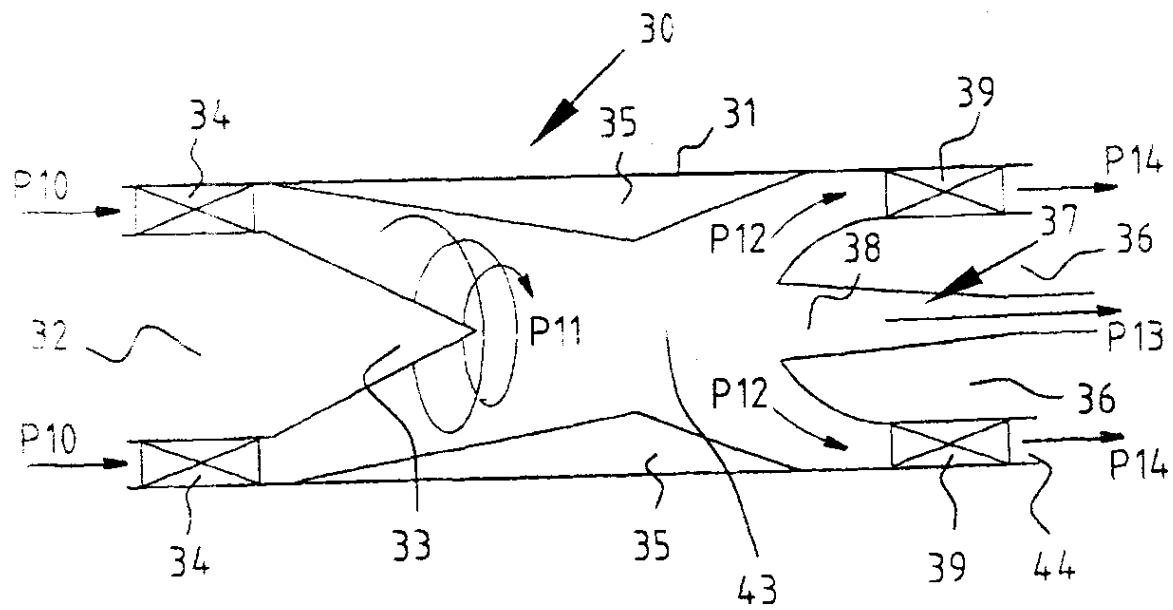


FIG. 7

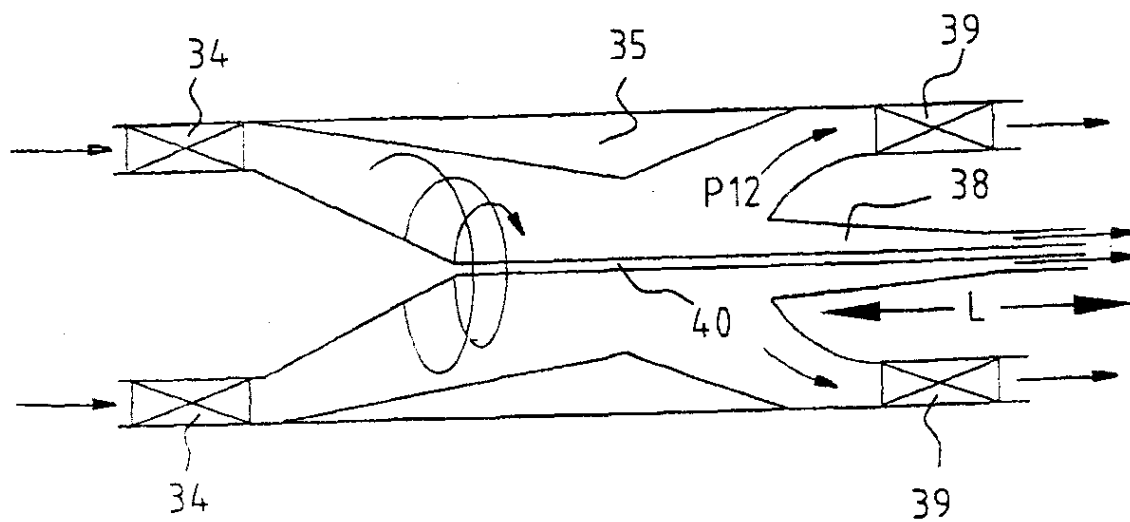
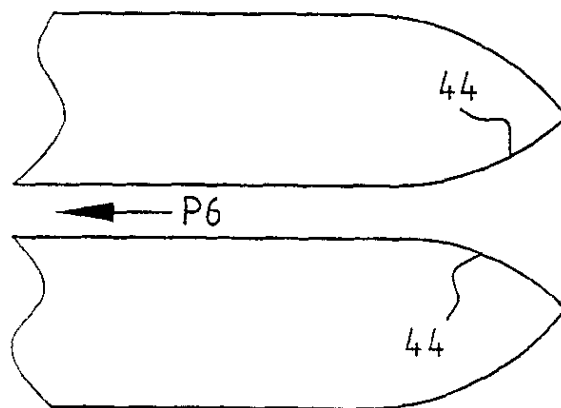
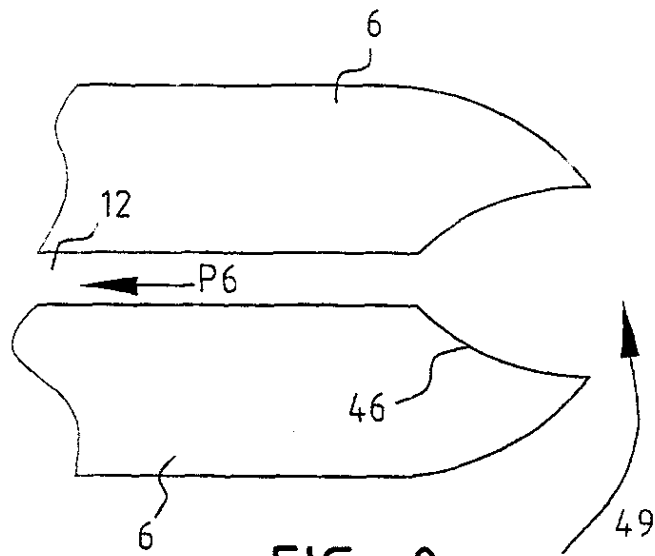


FIG. 8



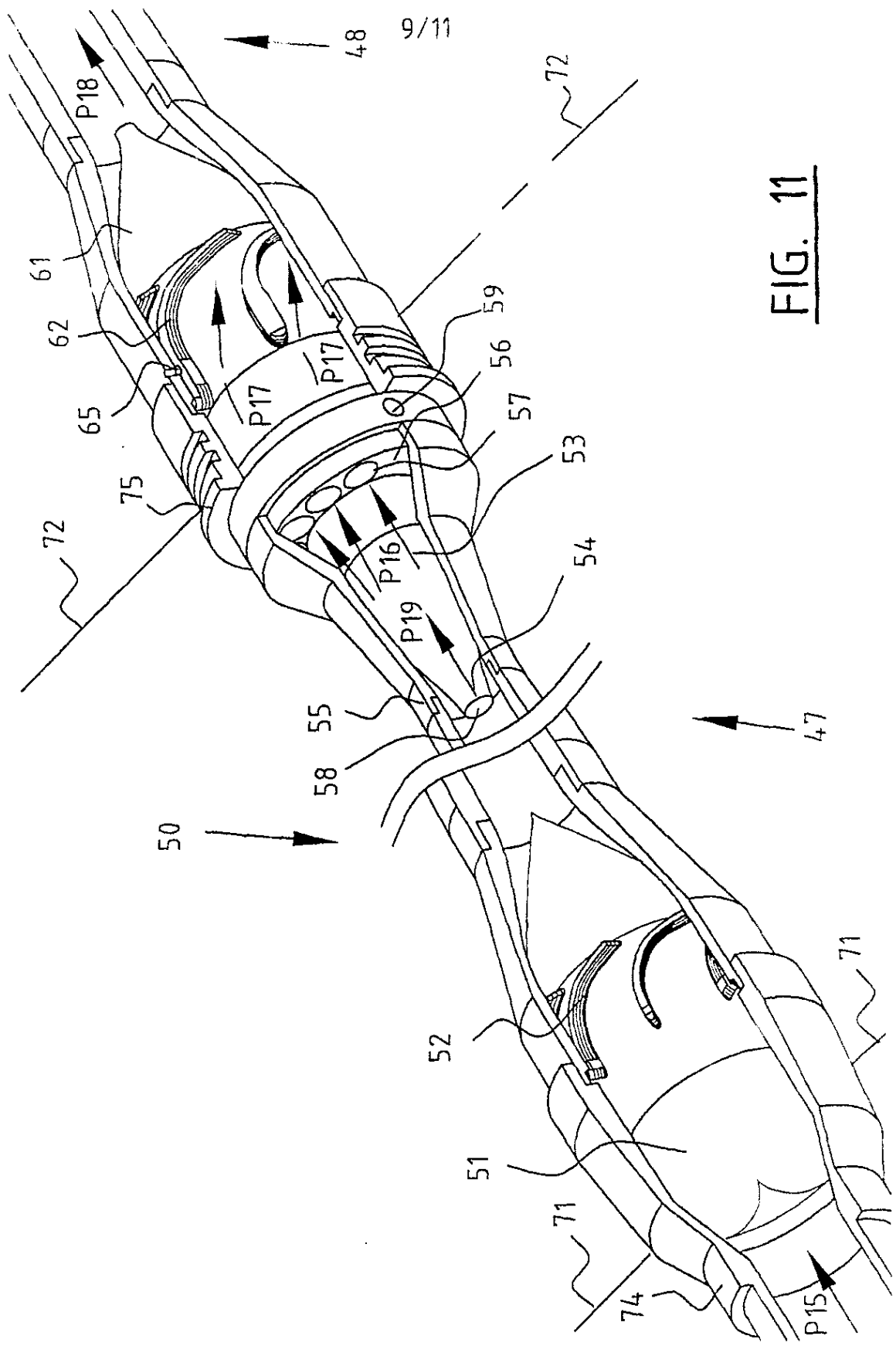


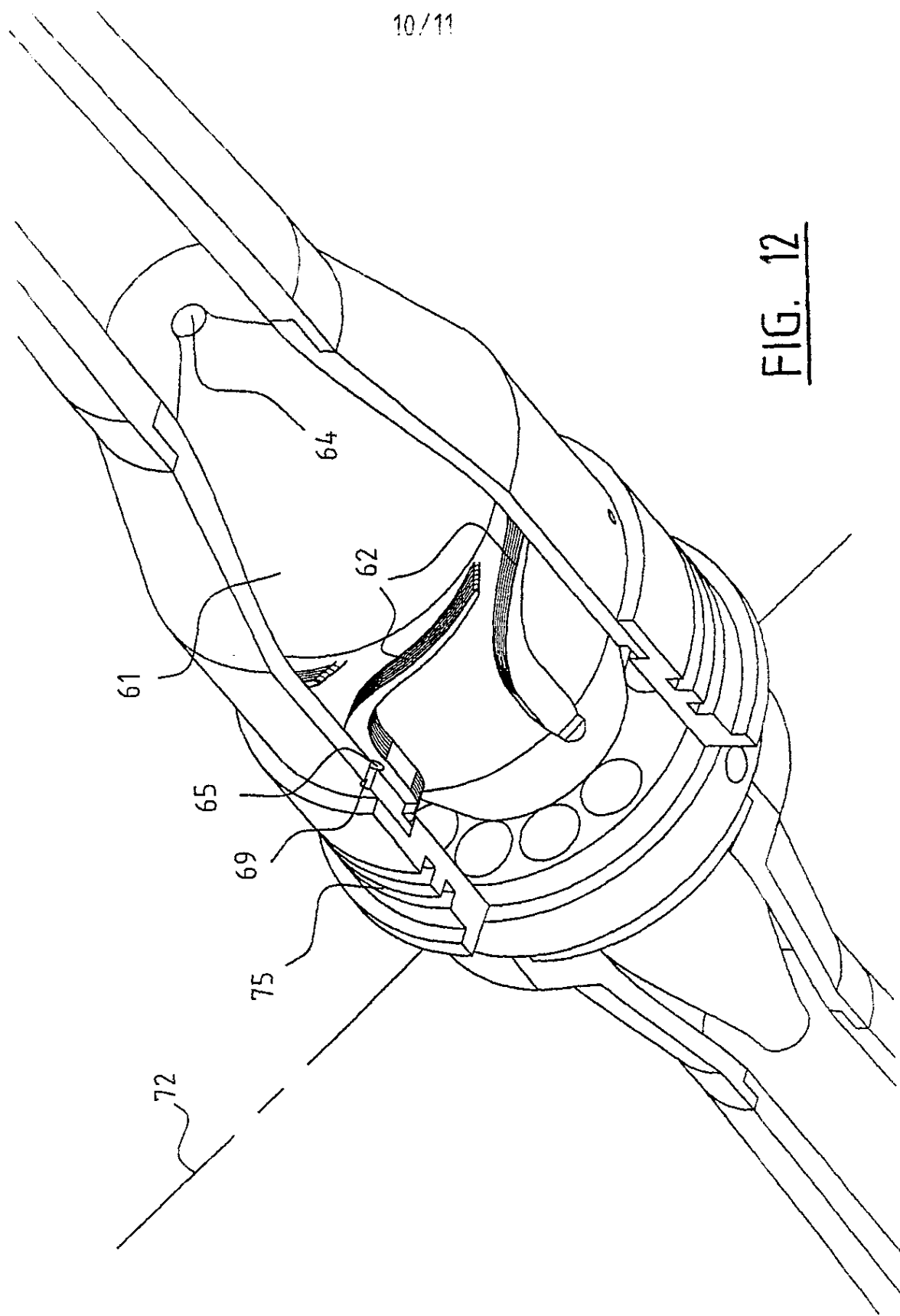
FIG. 11

8

26

10/11

FIG. 12



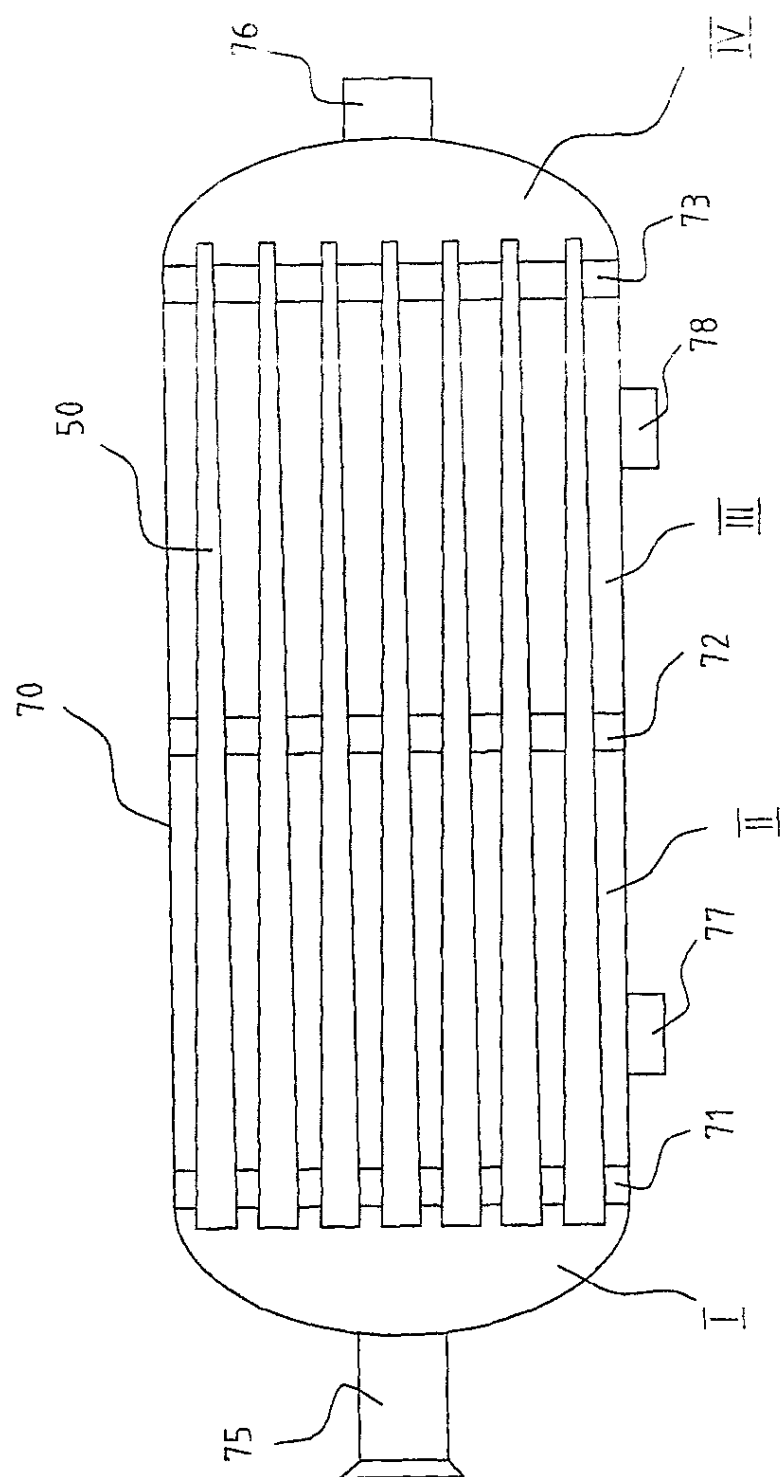


FIG. 13