



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

(21) **PI0900960-4 A2**

(22) Data de Depósito: 25/03/2009
(43) Data da Publicação: 13/07/2010
(RPI 2062)



(51) *Int.Cl.*:
B01D 61/36

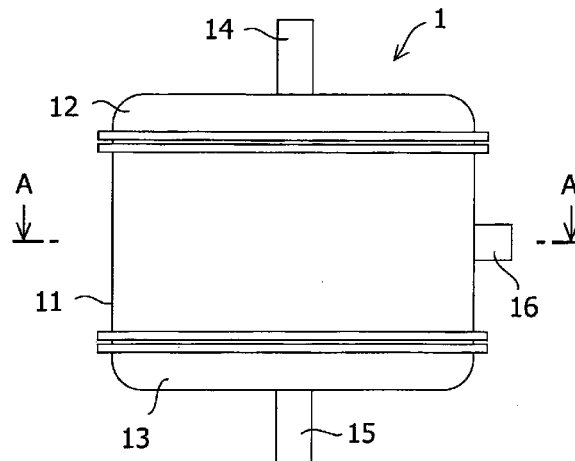
(54) Título: **RECIPIENTE DE MEMBRANA**

(30) Prioridade Unionista: 13/11/2008 JP 2008-290783

(73) Titular(es): Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

(72) Inventor(es): Haruaki Hirayama, Hideo Kashiwagi, Shinya Tachibana, Yukio Tanaka

(57) **Resumo:** São fornecidas membranas modulizadas para separação de água em um grande número de unidades. Um recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para a separação de água do fluido tratado inclui uma parte de carcaça 11 que tem um bocal de saída de fluido permeado 16 e que contém um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado; uma parte do canal superior 12 tendo um bocal de entrada de fluido tratado 14 e que se liga com a extremidade superior da parte da carcaça 11 e uma parte do canal inferior 13 que tem um bocal de saída de fluido tratado 15 e que se liga com a extremidade inferior da parte da carcaça 11.





“RECIPIENTE DE MEMBRANA”

Fundamentos da Invenção

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um recipiente de membrana que contém membranas para a separação em água. Em particular, a presente invenção refere-se a um recipiente de membrana em que as membranas para a separação em água são modularizadas em um grande número de unidades para diminuir o tamanho de uma planta. Além disso, a presente invenção refere-se a um recipiente de membrana em que a área exposta da superfície externa do recipiente de membrana é diminuída para reduzir a perda por radiação.

10 Descrição da Técnica Relacionada

Como uma fonte de combustível como um combustível fóssil alternativo, o etanol tem atraído atenção e o tamanho do mercado do mesmo está previsto para ser de 55 milhões de quilolitros em 2010. No entanto para usar o etanol como um combustível, um produto bruto obtido de uma matéria-prima biológica tal como milho deve ser destilado e refinado de modo a estar desidratado até pelo menos 99,5 % em peso. Convencionalmente, na desidratação, uma solução aquosa diluída de etanol é destilada em uma coluna de destilação de modo a ser concentrada até um ponto próximo ao ponto azeotrópico de um sistema de etanol-água e então a solução é desidratada.

20 Como um processo para a desidratação, é disponível um método em que é adicionado um agente de arraste e a desidratação é realizada por destilação azeotrópica. Entretanto, este método requer um processo em que um sistema de três componentes é destilado azeotropicamente e ainda, que o agente de arraste seja recuperado. Portanto, este método tem alguns inconvenientes pelo fato de que são necessárias grandes quantidades de energia térmica.

25 Também é disponível um outro método em que um grande número de tanques como peneira molecular estão dispostos e a desidratação é realizada enquanto estes tanques são alterados para modo em batelada. Este método também tem um inconveniente pelo fato de que a regeneração do tanque como peneira molecular consome grandes quantidades de energia.

30 Para superar os inconvenientes citados, a Publicação do Pedido de Patente Japonesa Não Examinada N°. 58-21629, Publicação do Pedido de Patente Japonesa Não Examinada N°. 02-229529 e outras publicações similares divulgam uma técnica em que é usado um elemento que não possui os inconvenientes descritos acima, tal como uma membrana para separação de água. No entanto, um desidratador que usa a membrana para separação de água tem problemas de grande tamanho e fraca sustentabilidade.

35

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção foi realizada em vista das circunstâncias acima e consequentemente, um objetivo da mesma é fornecer um recipiente de membrana em que as membranas que separam a água são modularizadas em um grande número de unidades para facilitar o aumento de tamanho da membrana para separação de água e para diminuir as dimensões de uma planta equipada com um desidratador que usa as membranas para separação de água. Além disso, um outro objetivo da presente invenção é diminuir a área exposta de uma superfície externa do recipiente de membrana e desse modo reduzir a perda de calor por radiação por modularização das membranas para separação de água em um grande número de unidades.

Para se atingir o objetivo acima, a presente invenção fornece um recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para separar a água do fluido tratado, incluindo uma parte da carcaça que tenha uma saída de fluido permeado e contendo um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado; uma parte superior do canal que tem uma entrada de fluido tratado e que se liga com a extremidade superior da carcaça e uma parte inferior do canal que tem uma entrada de fluido tratado e que se liga com a extremidade inferior da parte da carcaça. Neste recipiente de membrana, é providenciada uma entrada de fluido tratado na parte superior do canal ou parte inferior do canal e uma saída de fluido tratado é providenciada na parte superior do canal ou na parte inferior do canal. A saída de fluido permeado, a entrada de fluido tratado e a saída de fluido tratado são geralmente formadas como um bocal de saída de fluido permeado, um bocal de entrada de fluido tratado e um bocal de saída de fluido tratado, respectivamente.

No recipiente de membrana de acordo com a presente invenção, a parte da carcaça de preferência tem uma parede de reforço que se estende na direção do comprimento da mesma. Neste caso, a parede de reforço de preferência tem pelo menos um furo de passagem.

Além disso, no recipiente de membrana de acordo com a presente invenção, é preferível que as partes superior e inferior do canal tenham cada peça de placa terminal, que a parte da carcaça tenha uma parte de placa terminal nas posições correspondentes às peças de placa terminal é preferível que as partes inferiores do canal cada uma tenha uma peça de placa terminal, que a parte da carcaça tenha uma parte da placa terminal em posições que correspondam às partes da placa terminal das partes superior e inferior do canal e que uma placa divisória seja ainda fornecida entre as partes da placa terminal das partes superior e inferior do canal e a placa terminal da parte da carcaça.

No recipiente de membrana de acordo com a presente invenção, a parte do canal de preferência tem pelo menos uma parte de vapor d'água para a aplicação de calor ao fluido tratado. Além disso, uma parte de vapor d'água para a aplicação de calor ao fluido tratado é de preferência ainda fornecida sobre a superfície externa da parte da carcaça.

5 É de preferência fornecido um dispositivo de medição de temperatura para monitorar a temperatura do fluido tratado. Além disso, é de preferência fornecido um dispositivo de medição da concentração para monitorar a concentração do fluido tratado.

10 No recipiente de membrana de acordo com a presente invenção, o fluido tratado é geralmente uma solução aquosa orgânica. O componente orgânico da solução aquosa orgânica é de preferência um componente orgânico selecionado do grupo que consiste de alcoóis tais como etanol, propanol, isopropanol e glicol, ácidos carboxílicos tal como ácido acético, éteres tais como dimetil éter e dietil éter, aldeídos tal como acetaldeído, cetonas tais como acetona e metil etil cetona e ésteres tal como éster acetato de etila e é de preferência solúvel em água.

15 De acordo com a presente invenção, é fornecido um recipiente de membrana em que é empregada a configuração descrita acima e as membranas para separação de água são modularizadas em uma unidade de um grande número para facilitar o aumento em tamanho da membrana para separação de água em uma planta equipada com um desidratador que usa as membranas para separação de água.

20 Além disso, de acordo com a presente invenção, é fornecido um recipiente de membrana em que é empregada a configuração descrita acima e as membranas para separação de água são modularizadas em um grande número de unidades para diminuir o tamanho de uma planta equipada com um desidratador que usa as membranas para separação de água.

25 Além disso, de acordo com a presente invenção, é fornecido um recipiente de membrana em que é empregada a configuração descrita acima e as membranas para separação de água são modularizadas em um grande número de unidades para melhorar a sustentabilidade, por exemplo, para o controle da impermeabilidade ao ar do recipiente de membrana em uma planta equipada com um desidratador que usa as membranas para se-
30 paração de água.

35 De acordo com a presente invenção, é fornecido um recipiente de membrana em que é empregada a configuração descrita acima e as membranas para separação de água são modularizadas em um grande número de unidades para diminuir a área exposta de uma superfície externa do recipiente de membrana, reduzindo desse modo a perda de calor por radiação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIG. 1(a) é uma vista de frente que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção;

5 A FIG. 1(b) é uma vista da seção horizontal que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção;

A FIG. 1(c) é uma vista da seção lateral que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção;

A FIG. 2 é uma vista de topo que apresenta um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção e o espaço de instalação do mesmo;

10 A FIG. 3 é uma vista de topo que apresenta uma modalidade de uma unidade de um recipiente de membrana em que muitos recipientes de membranas de acordo com a presente invenção estão dispostos em paralelo;

A FIG. 4(a) é uma vista de frente de um aquecedor de vapor d'água localizado na superfície lateral de um recipiente de membrana de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A FIG. 4(b) é uma vista de topo de aquecedores de vapor d'água dispostos sobre as superfícies laterais de um grande número de recipientes de membrana de acordo com uma modalidade da presente invenção;

20 A FIG. 5 é uma vista da seção que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana do tipo em série de acordo com a presente invenção;

A FIG. 6 é um diagrama esquemático que apresenta uma modalidade de um sistema de desidratação que usa recipientes de membrana de acordo com a presente invenção;

A FIG. 7(a) é uma vista de topo que apresenta esquematicamente uma parte de membrana do tipo monólito para separação em água;

25 A FIG. 7(b) é uma vista da seção que apresenta esquematicamente uma parte de membrana do tipo monólito para separação em água;

A FIG. 8(a) é uma vista de topo que apresenta esquematicamente uma parte de membrana do tipo tubular para separação em água;

30 A FIG. 8(b) é uma vista da seção que apresenta esquematicamente uma parte de membrana do tipo tubular para separação em água e

A FIG. 9 é um gráfico que apresenta a relação entre a velocidade de fluxo do lado principal e a velocidade de fluxo de permeação em um exemplo de um recipiente de membrana do tipo em série de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

35 Será agora descrita com mais detalhes uma modalidade de um recipiente de mem-

brana de acordo com a presente invenção com referência aos desenhos anexos. Na modalidade descrita a seguir, é apresentado um número específico de recipientes de membrana. Entretanto, a presente invenção não está limitada à modalidade descrita a seguir.

5 A FIG. 1(a) é uma vista de frente que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção.

10 O recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção inclui uma parte da carcaça 11, uma parte do canal superior 12, uma parte do canal inferior 13, um bocal de entrada de fluido tratado 14, um bocal de saída de fluido tratado 15 e um bocal de saída de fluido permeado 16. A parte da carcaça 11 é um cilindro que tem uma seção transversal elíptica e a parte do canal superior 12 e a parte do canal inferior 13 estão ligados a ambas as extremidades superior e inferior da parte da carcaça 11 através dos recheios 12a e 13a, respectivamente. A parte da carcaça 11 é dotada do bocal de saída do fluido permeado 16 e as partes do canal superior e inferior 12 e 13 são dotadas do bocal de entrada de fluido tratado 14 e do bocal de saída do fluido tratado 15, respectivamente.

15 A FIG. 1(b) é uma vista da seção horizontal, considerada ao longo da linha A-A da FIG. 1(a), que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção. Além disso, a FIG. 1(c) é uma vista da seção lateral, considerada ao longo da linha B-B da FIG. 1(b), que apresenta uma modalidade de um recipiente de membrana de acordo com a presente invenção. O recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção pode conter muitas partes de membrana para separação de água 710 dispostas em paralelo. A FIG. 1 apresenta um exemplo em que as partes de membrana do tipo monolito são usadas como partes 710 da membrana para separação de água. No entanto, também podem ser usadas partes de membrana do tipo tubular.

25 Como apresentado nas FIGS. 1(b) e 1(c), a parte da carcaça 11 é um cilindro que tem uma seção transversal elíptica e a curvatura do círculo de cada uma das mesmas coincide com a curvatura do círculo da parte 710 da membrana para separação de água. Além disso, para evitar que a estrutura da parte da carcaça 11 seja deformada pela temperatura ou pela pressão, paredes de reforço 17 estão dispostas na parte da carcaça 11. Como apresentado nas FIGS. 1(b) e 1(c), as paredes de reforço 17 podem ser formadas de modo a dividir as partes individuais 710 da membrana para separação de água. Entretanto, a configuração das paredes de reforço 17 não é limitada a esta modalidade. Além disso, a parede de reforço 17 é dotada de pelo menos um furo de passagem. Desse modo, um fluido escoar no todo da parte da carcaça 11. O recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção pode ser usado em qualquer uma de uma posição horizontal, de uma posição vertical e de uma posição inclinada.

35

A FIG. 2 é uma vista de topo que apresenta um recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção e o espaço de instalação do mesmo. Na FIG. 2, D representa o espaço de instalação para instalar o recipiente de membrana e L representa a largura do espaço de trabalho, a largura do espaço de tubulação e a medida da largura do espaço.

5 Convencionalmente, o grande número de partes da membrana para separação de água foi incorporado à carcaça cilíndrica e um grande número de partes cilíndricas da carcaça foi instalada de acordo com a quantidade a ser tratada. Portanto, o recipiente de membrana convencional tem um inconveniente de precisar um grande espaço de instalação. Em contraste, na presente invenção, o grande número de partes 710 da membrana para separação

10 de água é incorporado ao recipiente de membrana 1 de acordo com a quantidade a ser tratada como apresentado na FIG. 2. Desse modo, o espaço de instalação D pode ser diminuído. Por exemplo, supõe-se que o número N de recipientes de membrana esteja presente e um espaço de trabalho D para a instalação do recipiente de membrana 1 é 0,5 m. Neste caso, comparado à configuração convencional, o espaço de trabalho pode ser diminuído por

15 um fator de $1/(N-1)$. Os detalhes dos mesmos são descritos a seguir.

Espaço de instalação convencional:

$$(N \times D + 0,5 \times 2 \times N) \times (D + 0,5 \times 2) = N (D + 1)^2$$

Espaço de instalação da presente invenção:

$$(N \times D + 0,5 \times 2) \times (D + 0,5 \times 2) = (ND + 1) (D + 1)$$

20 Espaço de instalação convencional:

Convencional espaço de instalação / Espaço de instalação da presente invenção

$$N (D + 1) / (ND + 1)$$

$$= ((ND + 1) + (N - 1)) / (ND + 1)$$

$$= 1 + (N - 1) / (ND + 1)$$

25 Além disso, utilizando-se o recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção, a área da parede externa da carcaça é diminuída. A seguir, a área da superfície da parede externa do recipiente de membrana de acordo com a presente invenção é comparado com a área da superfície da parede externa convencional.

Área da superfície da parede externa convencional:

30 $\pi D \times N \times L$ (L: comprimento da membrana)

Área da superfície da parede externa da presente invenção:

$$(\pi D + (N - 1) \times D) \times L$$

Área da superfície da parede externa convencional / Área da superfície da parede externa da presente invenção:

35 $\pi D \times N \times L / ((\pi D + (N - 1) \times D) \times L)$

$$= \pi N / (N + \pi - 1)$$

$$= \pi - (\pi^2 - \pi)/(N + \pi - 1)$$

Isto é, digamos, na configuração convencional, a área da superfície da parede externa da carcaça em contato com a atmosfera aumenta por um fator de N de acordo com o número N das partes da membrana para separação de água. Por outro lado, na presente invenção, utilizando-se o recipiente de membrana 1, $(\pi^2 - \pi)/(N + \pi - 1)$ se aproxima de zero quando o número N das partes da membrana para separação de água for infinito. Na presente invenção, portanto, cada vez o número de partes 710 da membrana para separação de água aumenta de um, a área da superfície da parede externa da carcaça pode ser diminuída por um fator de aproximadamente três comparado com a configuração convencional.

Além disso, a membrana para separação de água usada na presente invenção separa água pela utilização do método de pervaporação em que o lado do suprimento é uma fase líquida e o lado de permeação é uma fase gasosa. Neste método de separação, quanto o componente que se permeia muda na fase de líquido para gasoso, a temperatura do fluido tratado diminui pelo calor latente de vaporização. A membrana para separação de água pode, além disso, ser usada para a separação em uma fase gasosa ou em uma fase líquida não envolvendo uma mudança de fase em um método sem ser o método de pervaporação.

Geralmente, a taxa de permeação de membrana para separação de água é diminuída bastante por uma diminuição na temperatura do fluido tratado. Portanto, para manter constante a temperatura de fluido tratado, é necessário um meio de aquecimento tal como um aquecedor com vapor d'água. Em contraste, o recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção pode reduzir a perda de calor por radiação diminuindo a área da superfície externa da parede da carcaça. Portanto, por utilização do recipiente de membrana de acordo com a presente invenção, a diminuição na temperatura do fluido tratado pode ser evitada sem o uso de um meio de aquecimento.

Além disso, convencionalmente, para fornecer o fluido tratado, deve ser instalado um tubo para cada carcaça. O recipiente de membrana 1 de acordo com a presente invenção não precisa ser montado com um tubo separadamente porque o fluido tratado é fornecido pelas partes do canal superior e inferior 12 e 13 ligados a ambas as extremidades da parte da carcaça 11.

A FIG. 3 é uma vista de topo que apresenta uma modalidade de uma unidade de um recipiente de membrana 30 em que um grande número de recipientes de membrana 1 de acordo com a presente invenção está disposto em paralelo. Como apresentado na FIG. 3, muitos recipientes de membrana 1 estão dispostos em paralelo. Desse modo, pode ser conseguido facilmente um aumento apropriado em escala de acordo com a quantidade a ser

tratada. Neste caso, os recipientes de membrana 1 podem estar dispostos de modo que a superfície externa da parede da carcaça de um recipiente de membrana 1 entra em contato com a superfície externa da parede da carcaça de um outro recipiente de membrana 1. A perda de calor por radiação pode desse modo ser reduzida eficazmente.

5 Para evitar uma diminuição na temperatura do fluido tratado, o aquecedor de vapor d'água pode estar disposto nas partes do canal superior e inferior 12 e 13. Alternativamente, o aquecedor de vapor d'água pode estar disposto na superfície lateral do recipiente de membrana 1. A FIG. 4(a) é uma vista de frente do aquecedor de vapor d'água localizado na superfície lateral do recipiente de membrana de acordo com a presente invenção. Para tornar constante a temperatura do fluido tratado, um aquecedor de vapor d'água em ziguezague 41 está disposto na superfície lateral do recipiente de membrana. Além disso, a FIG. 4(b) é uma vista de topo dos aquecedores de vapor d'água dispostos sobre as superfícies laterais de um grande número de recipientes de membrana de acordo com a presente invenção. Os aquecedores de vapor d'água em ziguezague 41 estão dispostos nos espaços
10 entre os recipientes de membrana. Dispondo os aquecedores de vapor d'água apropriadamente, pode ser evitada a diminuição da temperatura do fluido tratado. Pode-se evitar que a taxa de permeação da membrana para separação de água diminua. É apresentado um tipo de aquecedor de vapor d'água em ziguezague comum. No entanto, o tipo do aquecedor de vapor d'água não está limitado ao tipo em ziguezague descrito acima e, além disso, também
15 pode ser usado um aquecedor de vapor d'água em ziguezague de um outro tipo.
20

 A seguir, é explicado um recipiente de membrana 5 do tipo em série de acordo com a presente invenção. A FIG. 5 é uma vista de seção que apresenta uma modalidade do recipiente de membrana do tipo em série de acordo com a presente invenção. No recipiente de membrana 1 apresentado na FIG. 1, muitas partes de membranas para separação de água
25 710 estão dispostas em paralelo na parte da carcaça 11. Portanto, o fluido tratado passa através das respectivas partes de membrana para separação de água 710 ao mesmo tempo. Em contraste, no recipiente de membrana 5 apresentado na FIG. 5, o fluido tratado passa através das respectivas partes da membrana para separação de água 710 uma depois da outra.

30 Como o recipiente de membrana 1 apresentado na FIG. 1, o recipiente de membrana 5 apresentado na FIG. 5 contém muitas partes de membrana para separação de água 710 em paralelo. O recipiente de membrana 5 inclui uma parte da carcaça 51, uma parte do canal superior 52, uma parte do canal inferior 53, um bocal de entrada de fluido tratado 54, um bocal de saída de fluido tratado 55 e um bocal de saída de fluido permeado 56. A parte
35 da carcaça 51 é um cilindro que tem uma seção transversal elíptica e a parte do canal supe-

rior 52 e a parte do canal inferior 53 estão ligadas a ambas as extremidades superior e inferior da parte da carcaça 51 pelos recheios 52a e 53a, respectivamente. A parte da carcaça 51 é fornecida com o bocal de saída do fluido permeado 56 e a parte do canal superior e inferior 52 é fornecida com o bocal de entrada do fluido tratado 54 e o com o bocal de saída do fluido tratado 55. As placas divisórias 58 são fornecidas como partes do canal superior e inferior 52 e 53 em um estado de ser inserida nas partes de placa terminal 58a. O fluido tratado é obrigado a passar através das partes da membrana para separação de água 710 uma depois da outra pelas placas divisórias 58. Desse modo, a velocidade de escoamento do fluido tratado pode ser aumentada e, portanto o movimento da substância pode ser acelerado.

A FIG. 6 é um diagrama esquemático que apresenta uma modalidade de um sistema de desidratação 100 que usa os recipientes de membrana de acordo com a presente invenção. No sistema de desidratação 100 desta modalidade, supõe-se que o etanol bruto seja um fluido tratado a ser desidratado. Em relação à concentração da solução aquosa de etanol bruto, supõe-se uma solução aquosa que tenha uma concentração de etanol de 94,5 até 94,8 % em peso. Isto é, digamos, o etanol bruto que contém etanol como um componente orgânico é usado como o fluido tratado. O produto fluido obtido finalmente, isto é, o produto etanol (etanol desidratado) tem uma concentração de etanol de 99,5 até 99,8 % em peso.

O sistema de desidratação 100 desta modalidade é constituído principalmente de recipientes de membrana 101 a 110, partes de vapor d'água 121 a 132 e um resfriador 133. Cada um dos recipientes de membrana 101 a 110 tem pelo menos uma membrana para parte de separação de água 710.

O princípio do sistema de desidratação 100 desta modalidade é o método de pervaporação em que o lado principal da membrana é uma fase líquida e o lado secundário da mesma é uma fase gasosa. O líquido que permeou a membrana é vaporizado por uma pressão reduzida sobre o lado secundário e o calor latente de vaporização é fornecido pelo calor latente de calor do lado principal para o lado secundário. Portanto, a temperatura de entrada do recipiente de membrana 101 é aumentada pela parte do vapor d'água 131 aquecedores de vapor d'água intermediários 121 a 130 estão dispostos entre os recipientes de membrana 102 a 110, pelos quais a diminuição da temperatura pode ser tornada pequena. Desse modo, pode ser melhorado o desempenho de separação da água da membrana.

Aqui a seguir, é explicada a parte da membrana para separação de água 710. A parte da membrana para separação de água 710 é um dispositivo para separação de água de uma solução aquosa orgânica pelo método de pervaporação. A solução aquosa orgânica é uma mistura de água e de um líquido solúvel em água. Como o líquido solúvel em água,

podem ser citados etanol, metanol, álcool isopropílico, ácidos como ácido acético e cetonas tal como acetona. No entanto, o líquido solúvel em água não está limitado a estes líquidos.

A FIG. 7 (a) é uma vista de topo da membrana do tipo monolito para separação em água

5 A FIG. 7 (b) é uma vista da seção que apresenta esquematicamente uma parte de membrana do tipo monolito para separação em água 710. Além disso, a FIG. 7(b) é uma vista da seção da membrana do tipo monolito para a parte da separação de água 710, sendo uma vista da seção considerada ao longo da linha C-C da FIG. 7 (a). A parte da membrana do tipo monolito para separação de água 710 é configurada fornecendo um grande número de percursos de fluxo 710c para a solução aquosa orgânica, que são uma ou mais partes ocas que se estendem na direção ascendente e descendente para permitir que a solução aquosa orgânica passe através dos mesmos, em uma membrana em coluna para separação de água 710d. Habitualmente, na parte da membrana para separação de água que tenha uma tal configuração, o percurso do fluxo 710c para a solução aquosa orgânica na membrana para separação de água é denominado lado primário ou lado de fornecimento da membrana e o lado de fora da membrana para separação de água 710d é denominado o lado secundário ou o lado de permeação.

Na separação na membrana realizada pelo método de pervaporação que usa uma tal membrana para separação da parte de água, a parte da membrana para separação de água 710 é de preferência fornecida de modo que a direção do percurso do fluxo seja paralela à direção vertical. Neste caso, é fornecida uma solução aquosa orgânica por uma entrada 710a no lado inferior na direção vertical enquanto que a pressão sobre o lado de permeação da parte da membrana para separação de água 710 é reduzida, sendo obrigada a escoar na direção oposta da gravidade e é descarregada de uma saída 710b no lado superior na direção vertical. Por esta operação, a água na solução aquosa orgânica é mudada para vapor d'água e o vapor d'água é retirado para o lado de permeação da superfície lateral da membrana em coluna para separação de água 710d. Como um resultado, a solução aquosa orgânica recuperada da saída 710b da parte da membrana para separação de água é desidratada.

30 A membrana para separação de água do tipo monolito 710 apresentada na FIG. 7 é apresentada esquematicamente. Como um exemplo, pode ser usada a parte da membrana para separação de água dotada de trinta orifícios cada um tendo um diâmetro de 3 mm em uma membrana em coluna para separação de água que tenha um diâmetro de 30 mm. Como um outro exemplo, pode ser usada a parte da membrana para separação de água dotada de duzentos orifícios cada um tendo um diâmetro de 2 mm em uma membrana em colu-

na para separação de água que tenha um diâmetro de 150 a 200 mm. O comprimento da parte da membrana para separação de água pode ser determinado apropriadamente por um perito na técnica de acordo com o desempenho desejado para a membrana. Como um exemplo, pode ser usada a parte da membrana para separação de água que tem um comprimento na faixa de 150 mm a 1 m.

A seguir, é explicada a parte da membrana para separação de água do tipo tubular. A FIG. 8 (a) é uma vista de topo de uma membrana do tipo tubular para separação em água 810. Além disso, a FIG. 8 (b) é uma vista da seção, considerada ao longo da linha D-D da FIG. 8 (a), da parte da membrana para separação de água do tipo tubular 810. A membrana para separação de água do tipo tubular 810 é uma membrana para separação de água do tipo tubular 810d dotada de apenas um percurso de fluxo 810c para solução aquosa orgânica. A parte da membrana para separação de água do tipo tubular 810 tem o mesmo modo de instalação e efeito de operação como aquelas da parte da membrana para separação de água do tipo monólito. Como um exemplo, pode ser usada uma parte de membrana para separação de água do tipo tubular que tenha um diâmetro externo de 10 mm e um diâmetro interno de 7 mm. Como um outro exemplo, pode ser usada uma parte de membrana para separação de água do tipo tubular que tenha um diâmetro externo de 30 mm e um diâmetro interno de 22 mm. Em relação ao comprimento, como um exemplo, pode ser usada uma parte da membrana para separação de água do tipo tubular que tenha um comprimento na faixa de desde 150 mm até 1 m.

Como a membrana para separação de água que constitui a parte da membrana para separação de água, pode ser usada uma membrana porosa inorgânica em que os orifícios da ordem dos nanômetros ou menores são controlados com precisão. A membrana porosa que tem orifícios finos consegue um efeito de seleção da molécula de permitir que pequenas moléculas de gases passem através e excluem grandes moléculas de gases e exibam um comportamento de difusão de ativação em que o fator de permeação do mesmo aumenta com o aumento na temperatura. Como um exemplo de uma membrana porosa que tem orifícios finos, podem ser mencionadas uma membrana de carbono, uma membrana de sílica e uma membrana de zeólita. Nesta modalidade, como a membrana para separação de água é adequada uma membrana inorgânica à base de sílica ou de zeólita para separação de água que tem orifícios finos de 10 Angstroms ou menos.

Além disso, a membrana inorgânica para separação de água descrita na Patente Japonesa N°. 2808479 pode, além disso, ser aplicada. A membrana inorgânica para separação de água descrita na Patente Japonesa N°. 2808479 é uma membrana compósita para separação resistente a ácido obtida por realização da sílica gel obtida por hidrólise de alco-

xissilano que contém um grupo etóxi ou um grupo metóxi nos orifícios finos de um corpo poroso inorgânico. O formato, o tamanho e o material da parte da membrana para separação de água podem ser selecionados apropriadamente por um perito na técnica de acordo com o uso pretendido.

5 Além disso, todos os recipientes de membrana 101 a 110 podem ser os mesmos e alguns dos recipientes de membrana podem ser diferentes. Por exemplo, os recipientes de membranas equipados com as partes da membrana para separação de água do tipo tubular e os recipientes de membrana equipados com as partes da membrana para separação de água do tipo monólito podem ser dispostos alternadamente. Além disso, os recipientes de
10 membrana respectivos podem ter um número diferente de partes de membrana para separação de água.

O resfriador 133 pode ser um resfriador capaz de resfriar uma solução aquosa orgânica a alta temperatura que tinha passado através dos recipientes de membrana 101 a 110 a uma temperatura comum. Como o resfriador 133, pode ser usado um trocador de calor comum.
15

Além disso, o sistema de desidratação 100 desta modalidade pode ser configurado de modo que seja instalado um detector na saída do recipiente de membrana. O detector pode monitorar continuamente o estado do recipiente de membrana e pode realizar detecção on-line de um defeito. O detector detecta uma variação na temperatura e na concentração.
20 Por exemplo, quando a quantidade de permeação for diminuída por entupimento, o detector detecta que a diminuição na temperatura de saída no lado principal é pequena. Além disso, quando a quantidade de permeação for aumentada por um defeito produzido na membrana, o detector pode detectar que a diminuição na temperatura no lado secundário é grande. Além disso, o detector pode detectar que a concentração de saída do lado principal variou por meio da quantidade de permeação. Quando o detector detecta uma variação anormal na
25 temperatura e na concentração, o sistema de desidratação 100 interrompe o fornecimento de etanol bruto para os recipientes de membrana 101 a 110. Desse modo a parte rompida da membrana para separação de água no recipiente de membrana pode ser substituída facilmente.

30 O sistema de desidratação 100 desta modalidade pode ser configurado de modo que seja fornecido um meio para extração de líquido sobre o lado secundário. Como o meio para extração de líquido, pode ser usado uma TLV (armadilha de bombeamento GP/GT). A TLV é uma bomba mecânica na qual é usado vapor d'água ou ar comprimido como um gás de operação para enviar líquido de drenagem ou de rejeito sob pressão e realiza o controle
35 de suprimento do gás de operação pela troca de válvulas de fornecimento e de exaustão

devido ao movimento de uma bóia em um corpo. A TLV é de dois tipos: um tipo GP exclusivamente usado para enviar líquido de drenagem, de rejeito e similares sob pressão e um tipo GT que incorpora a armadilha.

5 Aqui a seguir, são explicadas as características da TLV. Primeiro, a TLV é uma bomba mecânica que não requer eletricidade. Especificamente, não são necessários de modo algum controle de nível, eletricidade e seleção. Em segundo lugar, a TLV é uma bomba para drenagem a alta temperatura sem cavitação. Além disso, a TLV tem uma ampla faixa que pode ser usada e grande capacidade. Especificamente, a faixa que pode ser usada é de 0,3 até 10,5 kg/cm² e a capacidade é de 6650 kg/hora (em cujo intervalo de tempo 10 quando a pressão contrária é de 1 kg e a pressão de vapor d'água de operação é de 7 kg). Além disso, a capacidade é de 3,0 kg/hora (no intervalo de tempo quando a quantidade de drenagem for de 1T/H, a pressão contrária é de 1 kg e a pressão de vapor d'água de operação é de 3,4 kg).

15 Além disso, a TLV pode ser usada como uma armadilha de grande capacidade porque ela pode ser usada para uma aplicação em que variam as pressões positivas e negativas. Além disso, os tubos de entrada e de saída e os tubos de fornecimento e de exaustão não precisam ser separados porque a manutenção pode ser realizada no estado em que os tubos são instalados. Finalmente, a TLV é altamente confiável porque ele tem um mecanismo de ação de pressão com alavanca sem comparação.

20 [Exemplo 1]

No sistema de desidratação 100 que usa os recipientes de membrana 5 de acordo com a presente invenção, foi medida a relação entre a velocidade do fluxo sobre o lado principal e a velocidade do fluxo de permeação. A FIG. 9 é um gráfico que apresenta esta relação. Quando a velocidade do fluxo no lado principal aumentou por um fator de seis, o movimento global da substância foi acelerado significativamente. Isto demonstrou que foi melho- 25 rada a atividade de separação da água.

REIVINDICAÇÕES

1. Recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para separar água do fluido tratado, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

5 uma parte da carcaça que tem uma saída de fluido permeado e que contém um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado;

uma parte do canal superior que tem uma entrada de fluido tratado e que se liga com a extremidade superior da carcaça e

10 uma parte do canal inferior que tem uma saída de fluido tratado e que liga com a extremidade inferior da parte da carcaça.

2. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte da carcaça compreende uma parede de reforço que se estende na direção longitudinal da mesma.

3. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADO** 15 pelo fato de que a parede de reforço tem pelo menos um furo de passagem.

4. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que cada uma das partes do canal superior e inferior têm uma parte de placa; a parte da carcaça tem uma placa terminal nas posições correspondentes às partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e também é fornecida uma placa divisória 20 entre as partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e a placa terminal da parte da carcaça.

5. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte do canal tem pelo menos uma parte de vapor d'água para aplicação de calor ao fluido tratado.

25 6. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que uma parte de vapor d'água para aplicação de calor ao fluido tratado é fornecida ainda sobre a superfície externa da parte da carcaça.

7. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de temperatura para monitorar a temperatura do 30 fluido tratado.

8. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de concentração para monitorar a concentração do fluido tratado.

35 9. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido tratado é uma solução aquosa orgânica.

10. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente orgânico da solução aquosa orgânica é um componente orgânico selecionado de um grupo que consiste de alcoóis tais como etanol, propanol, isopropanol e glicol, ácidos carboxílicos tal como ácido acético, éteres tais como dimetil éter e dietil éter, aldeídos tal como acetaldeído, cetonas tais como acetona e metil etil cetona e ésteres tal como éster acetato de etila é solúvel em água.

11. Recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para separar água do fluido tratado, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

uma parte da carcaça que tem uma saída de fluido permeado e que contém um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado;

uma parte do canal superior que tem uma entrada de fluido tratado e uma saída de fluido tratado e que se liga com a extremidade superior da carcaça e

uma parte do canal inferior que se liga com a extremidade inferior da parte da carcaça.

12. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte da carcaça tem uma parede de reforço que se estende na direção longitudinal da mesma.

13. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parede de reforço tem pelo menos um furo de passagem.

14. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que cada uma das partes do canal superior e inferior têm uma parte de placa; a parte da carcaça tem uma placa terminal nas posições correspondentes às partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e é também fornecida uma placa de separação entre as partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e a placa terminal da parte da carcaça.

15. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte do canal tem pelo menos uma parte de vapor d'água para a aplicação de calor ao fluido tratado.

16. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que uma parte de vapor d'água para a aplicação de calor ao fluido tratado é fornecida sobre a superfície externa da parte da carcaça.

17. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de temperatura para monitorar a temperatura do fluido tratado.

18. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de concentração para monitorar a concentração do fluido tratado.

5 19. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido tratado é uma solução aquosa orgânica.

10 20. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 19, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente orgânico da solução aquosa orgânica é um componente orgânico selecionado de um grupo que consiste de alcoóis tais como etanol, propanol, isopropanol e glicol, ácidos carboxílicos tal como ácido acético, éteres tais como dimetil éter e dietil éter, aldeídos tal como acetaldeído, cetonas tais como acetona e metil etil cetona e ésteres tal como o éster acetato de etila é solúvel em água.

21. Recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para separar a água do fluido tratado, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende

15 uma parte da carcaça que tem uma saída de fluido permeado e que contém um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado;

uma parte do canal superior que se liga com a extremidade superior da carcaça e

uma parte do canal inferior que tem uma entrada de fluido tratado e uma saída de fluido tratado e que se liga com a extremidade inferior da parte da carcaça.

20 22. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte da carcaça compreende uma parede de reforço que se estende na direção longitudinal da mesma.

23. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 22, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parede de reforço tem pelo menos um buraco de passagem.

25 24. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que cada uma das partes do canal superior e inferior tem uma parte de placa terminal; a parte da carcaça tem uma placa terminal nas posições correspondentes às partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e uma placa divisória também é fornecida entre as partes da placa terminal das partes do canal superior e inferior e a placa terminal da parte da carcaça.

30 25. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte do canal tem pelo menos uma parte de vapor d'água para aplicação de calor ao fluido tratado.

35 26. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que também é fornecida uma parte de vapor d'água para aplicação de calor ao

fluido tratado na superfície externa da parte da carcaça.

27. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de temperatura para monitorar a temperatura do fluido tratado.

5 28. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é fornecido um detector de concentração para monitorar a concentração do fluido tratado.

29. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 21, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido tratado é uma solução aquosa orgânica.

10 30. Recipiente de membrana de acordo com a reivindicação 29, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente orgânico da solução aquosa orgânica é um componente orgânico selecionado do grupo que consiste de alcoóis de alcoóis tais como etanol, propanol, isopropanol e glicol, ácidos carboxílicos tal como ácido acético, éteres tais como dimetil éter e dietil éter, aldeídos tal como acetaldeído, cetonas tais como acetona e metil etil cetona e
15 ésteres tal como o éster acetato de etila é solúvel em água.

FIG.1(a)

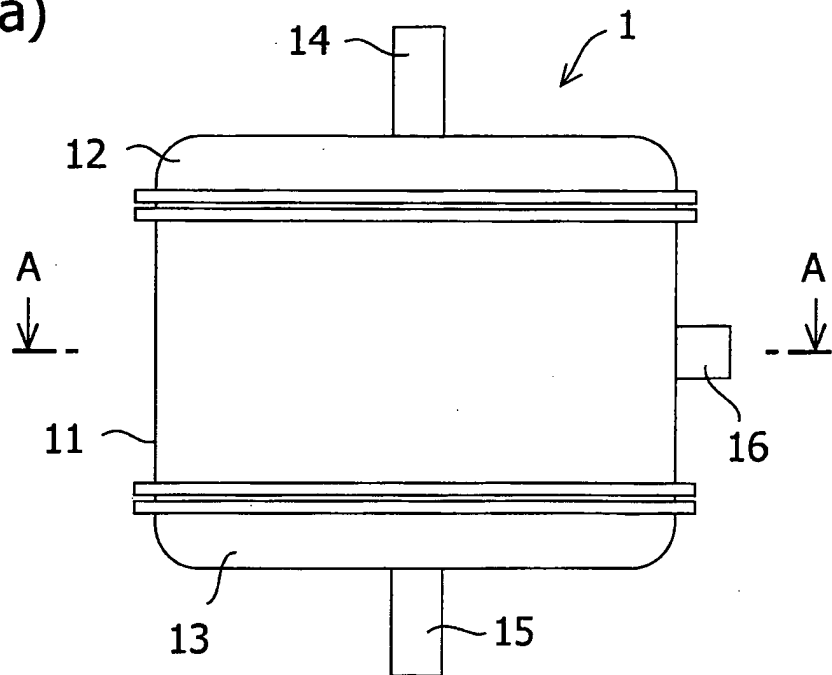


FIG.1(b)

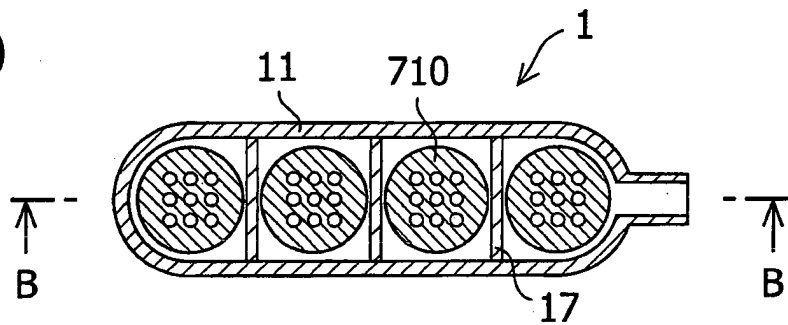


FIG.1(c)

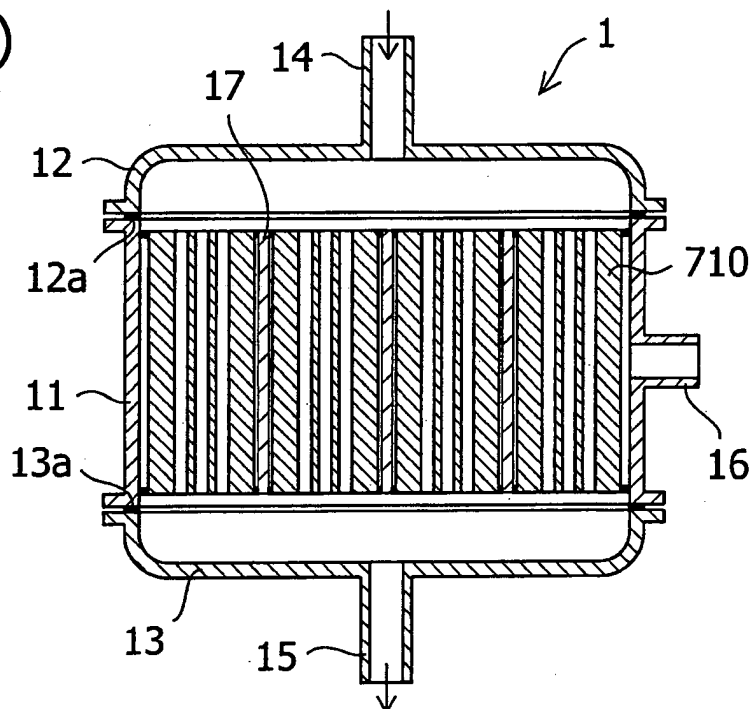


FIG. 2

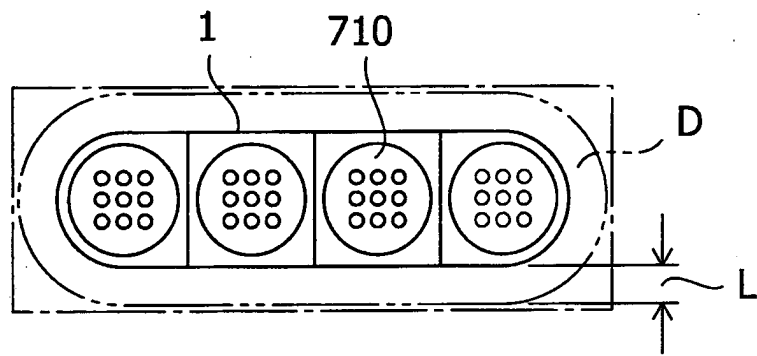


FIG. 3

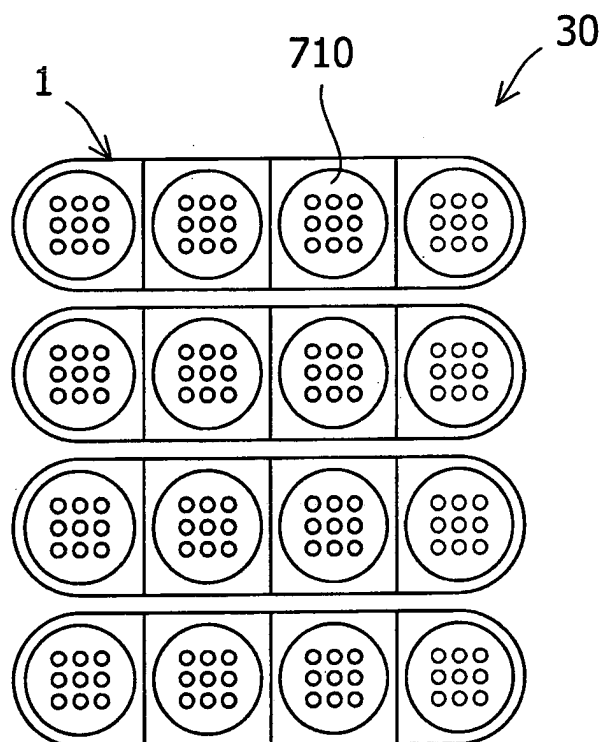


FIG.4(a)

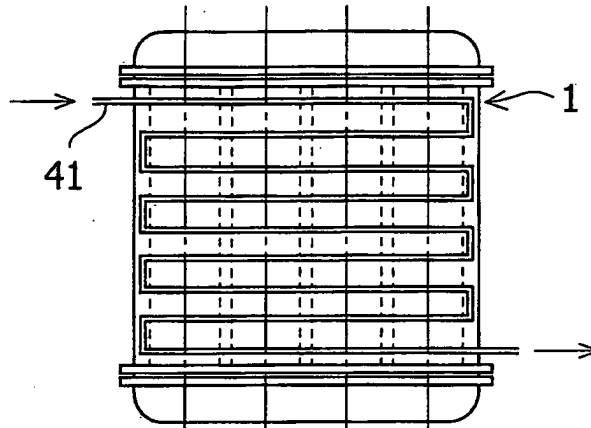


FIG.4(b)

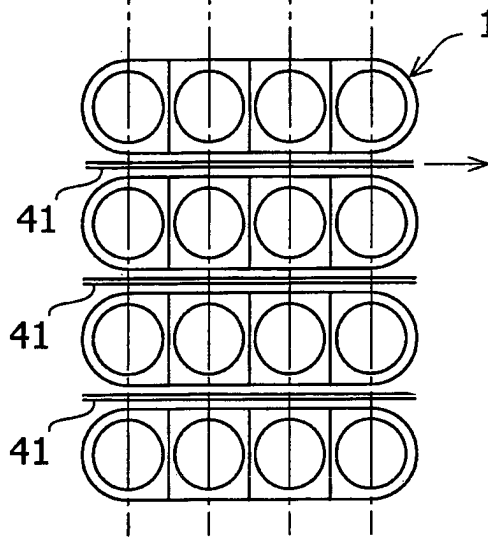


FIG.5

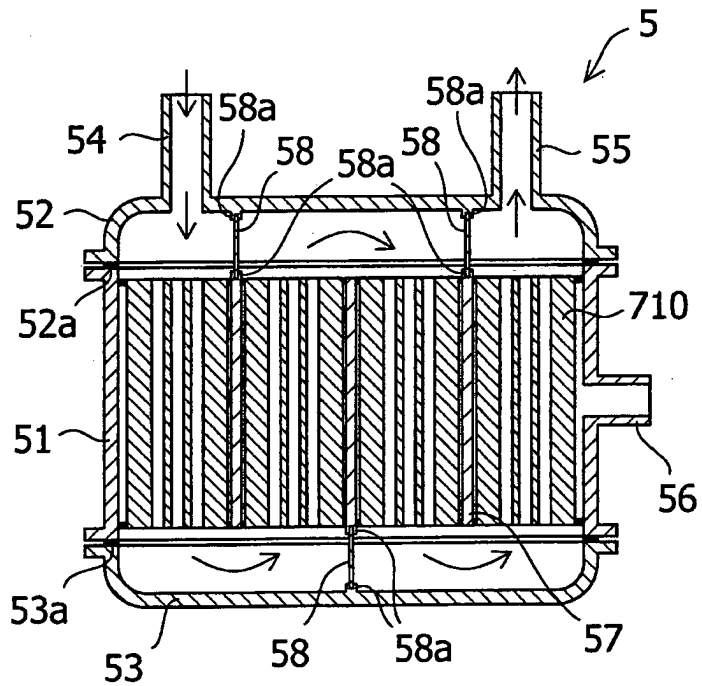


FIG.6

100

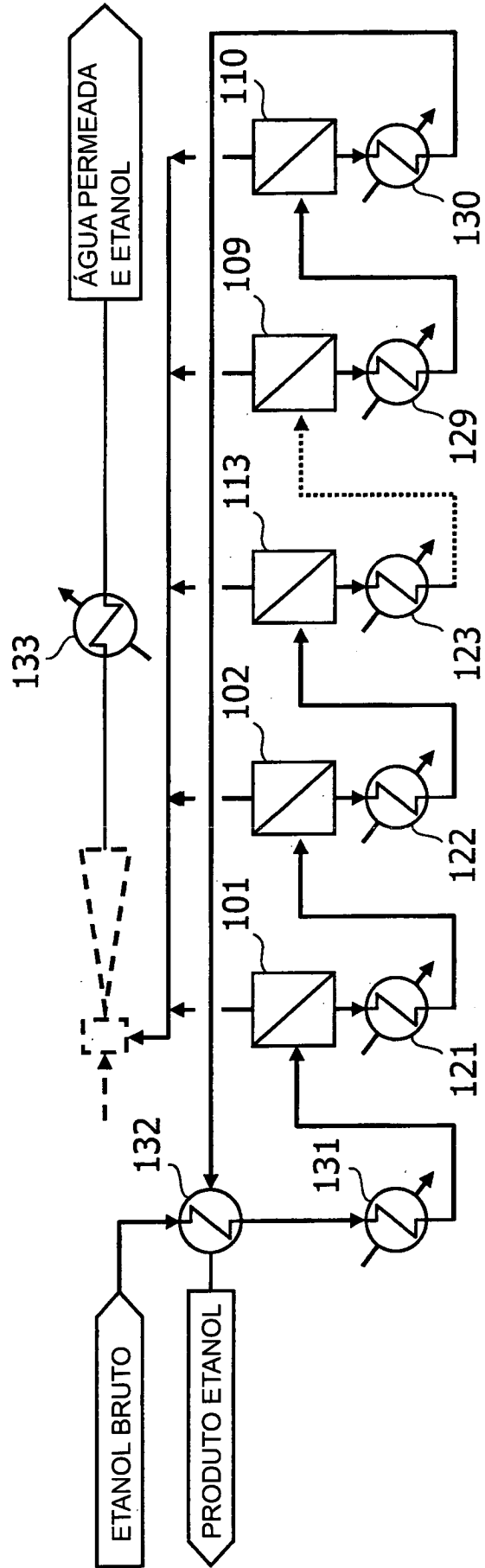


FIG.7(a)

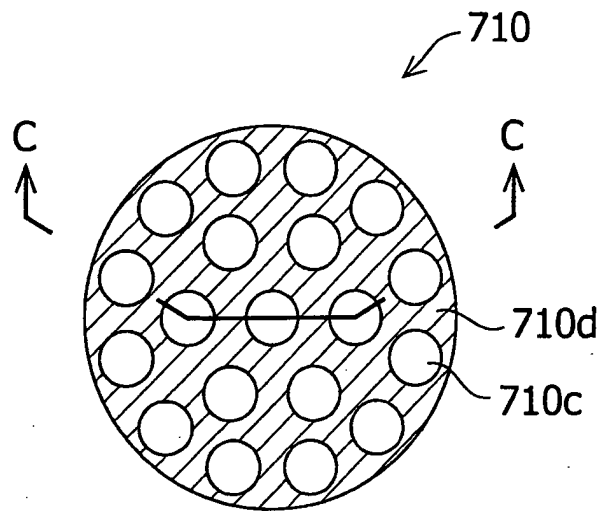


FIG.7(b)

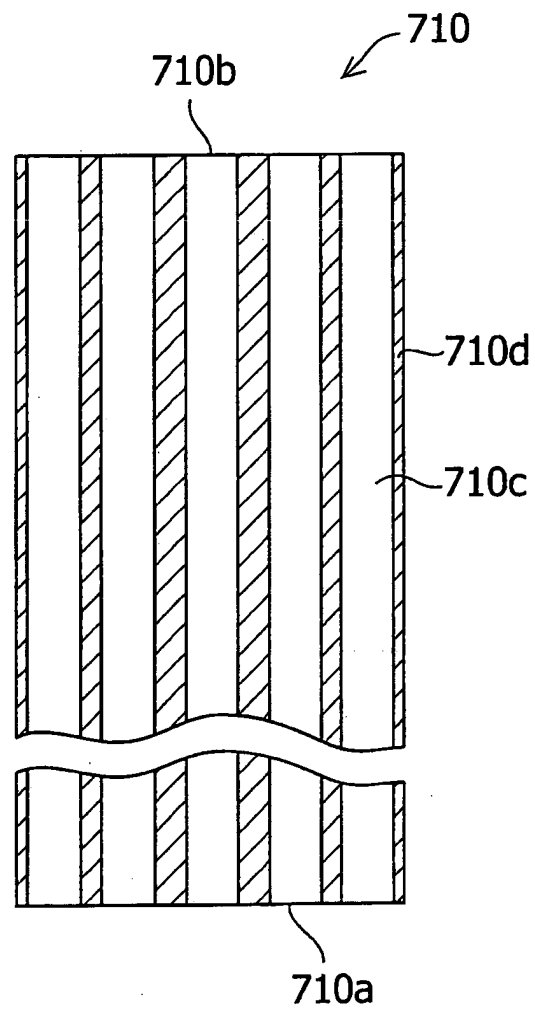


FIG.8(a)

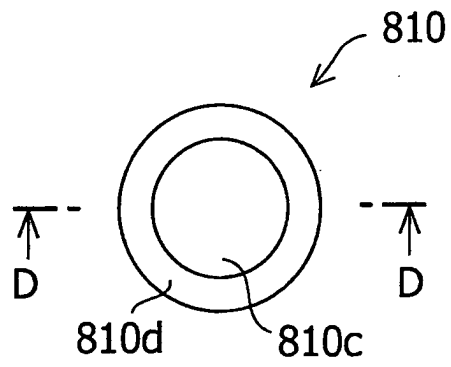


FIG.8(b)

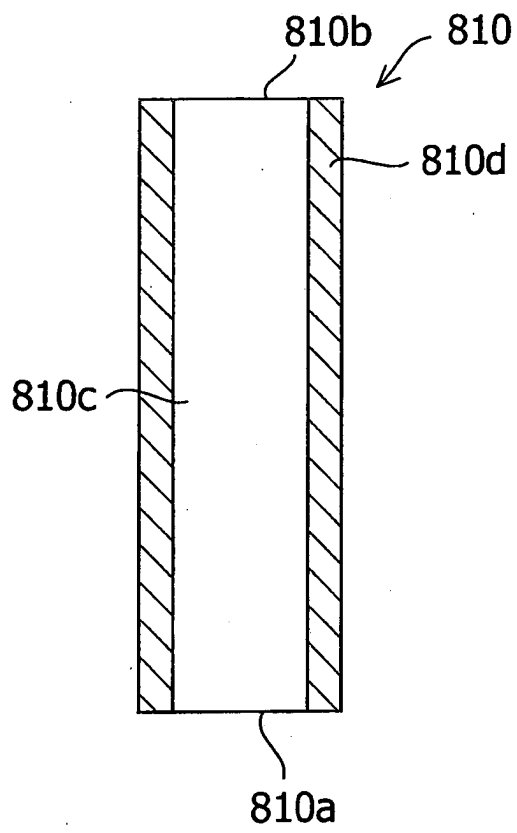
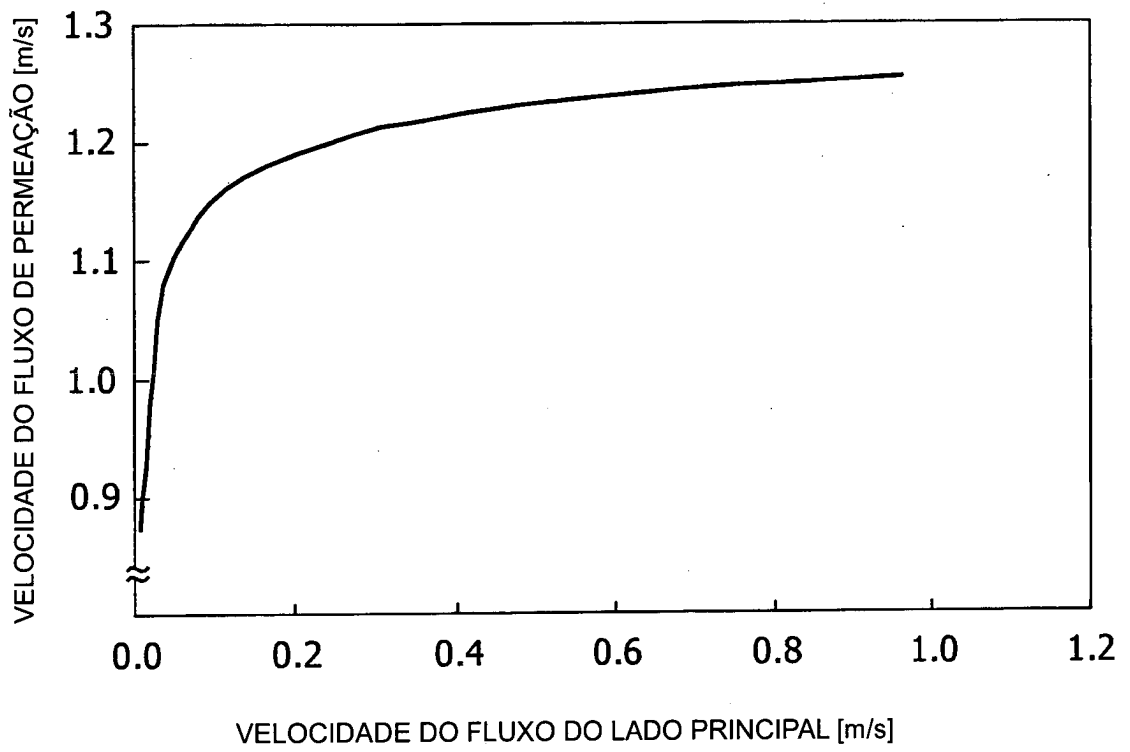


FIG.9



RESUMO

P10900960-4

"RECIPIENTE DE MEMBRANA"

São fornecidas membranas modularizadas para separação de água em um grande número de unidades. Um recipiente de membrana usado em um sistema de desidratação para a separação de água do fluido tratado inclui uma parte de carcaça 11 que tem um bocal de saída de fluido permeado 16 e que contém um grande número de membranas para separação de água dispostas em paralelo em relação à direção do fluxo do fluido tratado; uma parte do canal superior 12 tendo um bocal de entrada de fluido tratado 14 e que se liga com a extremidade superior da parte da carcaça 11 e uma parte do canal inferior 13 que tem um bocal de saída de fluido tratado 15 e que se liga com a extremidade inferior da parte da carcaça 11.