



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112012004789-2 B1



(22) Data do Depósito: 30/07/2010

(45) Data de Concessão: 05/05/2020

(54) Título: APARELHO PARA PROVER BOLHAS DE GÁS, PULVERIZADOR PARA UM MÓDULO DE MEMBRANA IMERSO E PROCESSO PARA PULVERIZAÇÃO DE GÁS

(51) Int.Cl.: B01D 61/18; B01D 65/02; B01D 65/08; C02F 1/44; B01F 3/04.

(30) Prioridade Unionista: 03/09/2009 US 12/553,346.

(73) Titular(es): ZENON TECHNOLOGY PARTNERSHIP.

(72) Inventor(es): JEFFREY RONALD CUMIM; HENRY BEHMANN; YOUNGSECK HONG; REID BAYLY; ZHAOYANG WAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2010043926 de 30/07/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/028341 de 10/03/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/03/2012

(57) Resumo: APARELHO PARA PROVER BOLHAS DE GÁS, PULVERIZADOR PARA UM MÓDULO DE MEMBRANA IMERSO E PROCESSO PARA PULVERIZAÇÃO DE GÁS Um pulverizador de gás para um sistema de membrana de filtragem produz um fluxo intermitente de bolhas, mesmo se provido com um fluxo de gás relativamente contínuo. O pulverizador possui um alojamento para recolher uma bolsa de gás e um conduto para liberar algum do gás proveniente da bolsa quando a bolsa atinge um tamanho suficiente. Opcionalmente, uma tampa sobre uma saída proveniente do conduto pode quebrar-se ou distribuir o gás liberado. Um pulverizador grande pode compreender uma pluralidade de unidades ou áreas menores. O fornecimento de gás para o pulverizador pode variar na taxa de fluxo ao longo de períodos maiores de tempo, em resposta a alterações nas condições do sistema de membrana para alterar o tempo entre as rajadas consecutivas de bolhas. Um tubo de fornecimento de gás pode ter duas ou mais saídas em elevações diferentes em comunicação com cada uma das duas ou mais unidades ou áreas. A descarga de gás entre duas ou mais unidades ou áreas pode ser sincronizada. Um ou mais de um conjunto de unidades ou área pode receber um gás fornecido (...).

**“APARELHO PARA PROVER BOLHAS DE GÁS, PULVERIZADOR PARA UM
MÓDULO DE MEMBRANA IMERSO E PROCESSO PARA PULVERIZAÇÃO DE
GÁS”**

5 Para os Estados Unidos da América, este pedido é uma continuação em parte do Pedido U.S. 12/553,346 depositado em 3 de setembro de 2009. O Pedido U.S. 12/553,346 é aqui incorporado na sua totalidade por esta referência ao mesmo.

CAMPO

A presente invenção refere-se a um pulverizador de gás e descarga de gás para inibir o entupimento de uma membrana de filtração.

10 **FUNDAMENTO**

A discussão de fundamento que se segue não é uma admissão de que nada discutido abaixo é citável como técnica anterior ou conhecimento geral comum.

A Publicação Internacional PCT WO/2000/021890 descreve, entre outras coisas, um sistema de arejamento para um módulo de membrana submersa que tem
15 um conjunto de arejadores ligados a um depurador de ar, válvulas e um controlador adaptado para fornecer alternadamente uma taxa mais elevada de fluxo de ar e uma menor taxa de fluxo de ar em ciclos repetidos para arejadores individuais. Em alguns sistemas, um depurador de ar, válvulas e controlador provêm fluxos de ar simultâneos, mas alternados a dois ou mais conjuntos de arejadores de tal modo
20 que, enquanto o fluxo de ar do sistema total é constante, permitindo que o depurador seja operado a uma velocidade constante, cada arejador recebe um fluxo de ar que varia ao longo do tempo. As condições de fluxo transientes resultam na água do tanque, o que ajuda a evitar espaços mortos e limpa ou inibe o entupimento das membranas. O WO/2000/021890 é aqui incorporado na sua totalidade por esta
25 referência ao mesmo.

INTRODUÇÃO

A discussão a seguir destina-se a introduzir o leitor à discussão mais detalhada a seguir, e não para limitar ou definir qualquer reivindicação.

O processo de circulação de ar descrito no WO/2000/021890 provou ser
30 muito eficaz na redução da quantidade de ar ou outro gás, e, por conseguinte, a energia, necessária para operar um sistema de membrana de filtração. Notou-se no WO/2000/021890 que movimentos rápidos da válvula resultaram em bolhas muito

grandes sendo criadas por um breve período de tempo, e que essas bolhas muito grandes podem ser particularmente úteis na inibição do entupimento da membrana. No entanto, também foi observado no WO/2000/021890 que os movimentos rápidos da válvula causaram picos de pressão temporários no sistema de aeração que precisava ser gerenciado. Um pulverizador de gás, alternadamente chamado um arejador, será descrito a seguir, que produz um fluxo intermitente de bolhas, mesmo quando fornecido com um fluxo contínuo de gás. O fluxo de bolhas pode ser sob a forma de rajadas curtas de bolhas muito grandes, porém os movimentos rápidos da válvula não são necessários.

5 O pulverizador possui um alojamento para coletar uma bolsa de gás e um conduto para liberar pelo menos algum do gás a partir da bolsa quando a bolsa atinge um tamanho suficiente. Opcionalmente, uma tampa sobre uma saída a partir do conduto pode distribuir o gás liberado, e pode também dividir o gás em bolhas, ou bolhas menores, se o gás foi inicialmente liberado de uma forma quase a granel. Um pulverizador grande para uso com um módulo de membrana comercial ou cassete
15 pode compreender uma pluralidade de unidades ou áreas menores. Mesmo se alimentado com um fornecimento contínuo de gás a uma taxa constante, o pulverizador produz um fluxo de saída de bolhas que varia na taxa ao longo do tempo. Opcionalmente, o fluxo de saída é sob a forma de períodos geralmente discretos de fluxo de bolhas, ainda opcionalmente sob a forma de rajadas curtas de
20 bolhas de grandes dimensões. Por exemplo, a duração de uma rajada de bolhas pode ser uma metade ou menos do que o tempo entre rajadas consecutivas de bolhas.

O fornecimento de gás para o pulverizador, mesmo se contínuo ao longo de um período de tempo, incluindo vários rajadas de bolhas de mais, pode variar na taxa de fluxo ao longo de períodos maiores de tempo. Uma alteração na taxa de fluxo de gás fornecido não causa uma mudança significativa na taxa de fluxo e a duração de rajadas de saída de bolhas. No entanto, uma alteração na taxa de fluxo de gás fornecido muda o tempo entre as rajadas consecutivas de bolhas. Um tubo
25 de fornecimento de gás é aqui descrito, possuindo duas ou mais saídas de ar fornecido para fluir para cada um de dois ou mais arejadores. As duas ou mais saídas estão localizadas em diferentes elevações. Tal um tubo de fornecimento de
30

gás permite uma maior gama da taxa de fluxo de entrada de gás enquanto liberando uma divisão geralmente igual ou outra desejada do gás fornecido aos múltiplos pulverizadores.

5 Um método de operação de um pulverizador é aqui descrito no qual a taxa de fluxo de gás fornecido varia em resposta aos parâmetros de operação do sistema.

Um sistema de arejamento é aqui descrito em que um ou mais de um conjunto de arejadores recebe um gás fornecido a uma maior taxa de fluxo. Os um ou mais arejadores que receberam a taxa mais elevada de gás fornecido estão
10 localizados perto de áreas de um sistema de membrana requerendo um aumento da quantidade de fluxo de bolha de saída.

Outro pulverizador aqui descrito possui áreas distintas para liberar bolhas fluidicamente ligadas de tal forma que a libertação de bolhas de ar a partir das áreas distintas é geralmente sincronizada.

15 BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A Figura 1 mostra uma vista em elevação lateral parcialmente seccionada de um pulverizador.

A Figura 2 mostra uma vista superior do pulverizador da Figura 1.

A Figura 3 mostra uma vista de extremidade do pulverizador da Figura 1.

20 A Figura 4 mostra uma vista esquemática do pulverizador da Figura 1.

A Figura 5 mostra uma vista lateral esquemática de quatro arejadores imersos em um líquido em várias fases de um processo de arejamento.

As Figuras 6 e 7 mostram uma vista superior e uma vista lateral seccionada de outro pulverizador.

25 A Figura 8 mostra um distribuidor de alimentação de ar alternativo.

A Figura 9 mostra uma vista lateral de outro pulverizador com o lado mais próximo do espectador removido.

DESCRIÇÃO DETALHADA

30 As Figuras 1 a 4 mostram um pulverizador 10 em várias vistas. O pulverizador 10 possui um alojamento 12 que define uma câmara interior delimitada por uma superfície superior. O alojamento 12 mostrado é alongado, com o seu comprimento sendo mais do que duas vezes a sua largura, e tem uma seção

transversal em "U" geralmente invertida, embora outras formas podem também ser utilizadas. O alojamento 12 mostrado tem uma ligação 14 em uma extremidade. A ligação 14 pode ser encaixar ou ao longo de um porto de um coletor de fornecimento de gás (não mostrado) para fornecer gás para o pulverizador 10 e manter uma
5 extremidade do pulverizador 10 em uma posição selecionada imersa em um líquido. A outra extremidade do pulverizador 10 pode ser mantida em uma posição selecionada imersa em um líquido, por um pino 16 que se estende a partir do alojamento 12.

O conector 14 é ligado a um ou mais tubos de distribuição 18. O tubo ou
10 tubos de distribuição 18 prolongam-se geralmente ao longo do comprimento do pulverizador 10 e possuem saídas de gás 20 ao longo do seu comprimento. O tamanho das saídas de gás 20 pode ser feito suficientemente pequeno em relação à taxa de fluxo de gás, de modo a (a) criar uma perda de carga que estimula uma distribuição uniforme do fluxo de gás a partir das saídas de gás 20, mesmo se o tubo
15 de distribuição 18 não estiver exatamente no nível e (b) causar uma velocidade suficiente de fluxo de gás através das saídas de gás 20 para inibir a entrada de líquido para dentro do tubo de distribuição 18. Um tubo de distribuição 18 pode ser localizado perto do fundo do pulverizador 10, como mostrado, ou em outras elevações. Por exemplo, os tubos de distribuição 18 podem estar localizados ao
20 longo do topo do alojamento 12, com as saídas 20 em uma área que contém sempre uma bolsa de gás. Além disso, opcionalmente, as diferentes partes do alojamento 12 podem receber gás a partir de tubos de gás separados ligados a um coletor de fornecimento de gás localizado mais longe do alojamento 12.

O pulverizador 10 tem uma pluralidade de condutos de descarga 22 ao longo
25 do seu comprimento. Os condutos de descarga 22 possuem primeiras saídas 24 em comunicação com uma área dentro e perto do topo do alojamento 12, e as segundas saídas 26 abertas para o exterior do alojamento 12. Pelo menos uma parte do conduto 22 estende-se para baixo entre a primeira abertura 24 e a segunda abertura 26. Outra parte do conduto 22 estende-se para cima de novo antes de atingir a
30 segunda abertura 26. O gás que sai do alojamento 12 através do conduto 22 deve passar através de um ponto baixo no conduto 22 entre a primeira abertura 24 e a segunda abertura 26, como nos condutos, geralmente em forma de J ou U 22

mostrados. A segunda abertura 26 pode ter uma área de 1 a 10 centímetros quadrados ou 3 a 6 cm quadrados. A área seccional transversal de uma bolsa de gás em comunicação com um conduto 22 é, de preferência maior do que a área da segunda abertura 26 por um fator de 10 ou mais, por exemplo, por um fator na gama de 20 a 35.

Os condutos adjacentes 22 são de preferência separados um do outro, por exemplo, por divisores 28. Os separadores 28 previnem um conduto 22 de esgotar uma bolsa de gás no alojamento 12, na medida em que o gás é raramente ou nunca descarregado de outro um dos condutos 22. Com divisores sólidos 28 que se estendem para baixo a menor extensão esperada de uma bolsa de gás no alojamento 12, como mostrado, as bolsas de gás associadas com os condutos 22 são fluidicamente diferentes separadas umas das outras. O pulverizador 10 atua como se fosse um número distinto de arejadores menores. Ao longo de um período de operação, o tempo de descarga de gás a partir de diferentes condutos 22 em um pulverizador 10 pode variar ou difundir tal que o gás não é descarregado de cada conduto 22, ao mesmo tempo. No entanto, o padrão de descarga de gás a partir de um conduto individual parece seguir um ciclo normal, geralmente possuindo uma pequena rajada curta de gás seguida por um período em que o gás não é descarregado, ou é descarregado em apenas pequenas quantidades.

Uma tampa ou o distribuidor 30 pode opcionalmente ser provido através do alojamento 12. A tampa 30 recebe o gás a partir de um ou mais condutos de descarga de gás 22 e as descargas sob a forma de bolhas a partir de orifícios 32 na tampa 30. A tampa 30 pode ter uma pluralidade de orifícios 32 por condutos 22 para dispersar o fluxo de gás sobre uma área maior na horizontal. A tampa 30 pode também quebrar uma rajada de gás que deixa o conduto 22 em bolhas ou bolhas menores, se desejado. Como mostrado, a tampa 30 pode ter divisores geralmente alinhados com divisórias 18 no alojamento 12 para manter um fluxo de bolhas perto do conduto 22 que liberou o gás para essas bolhas. Opcionalmente, os orifícios 32 podem ser distribuídos ao longo do comprimento do alojamento 12 ou através da largura do alojamento 12, ou ambos para espalhar o fluxo de bolhas, como desejado para um ou mais módulos de membrana imersos destinados a ser limpos por bolhas. Um módulo pode ser localizado acima do pulverizador 10 em um tanque.

Opcionalmente, a folha de tubo de um módulo possuindo passagens de ar através da folha de tubo entre as membranas pode funcionar como a tampa 30. Além disso, opcionalmente, o conduto 22 pode estender-se através de uma folha de tubo de um módulo da membrana de tal forma que a segunda abertura 26 está localizada acima da folha de tubo. Neste caso, uma tampa 30 ou outro difusor pode ser colocado sobre a segunda abertura e acima da folha de tubo. Estas opções podem ser úteis para os módulos com cabeçalhos redondos ou quadrados possuindo uma largura significativa ou diâmetro tal que é necessário descarregar bolhas entre as membranas. No entanto, para os módulos que permitem boa penetração da bolha no feixe da membrana sem a necessidade de arejamento interno, é preferível colocar o pulverizador 10, incluindo qualquer tampa 30, sob a folha de tubo do módulo. No caso de um cassete de módulos, o pulverizador 10 pode estar localizado em um módulo ou abaixo de um intervalo entre os módulos. Separar o pulverizador 10 do módulo também permite que o módulo ou o pulverizador 10 seja removido independentemente da limpeza ou manutenção, permite que um pulverizador 10 seja disponibilizado para vários módulos ou pré-existentes, e permite uma gama de formas ou tamanhos do pulverizador 10 para estar disponível para o uso sob um módulo.

A tampa 30 mostrada encaixa sobre o alojamento 12, sem fazer uma vedação estanque aos gases com o topo do alojamento 12. No entanto, na modalidade mostrada, o alojamento 12 e a tampa 30 que cobre ambos possuem uma forma de cúpula em seção transversal tal que uma lacuna entre a tampa 30 e o alojamento 12 está localizada abaixo do topo do alojamento 12. Com este arranjo, o gás não escapa através da lacuna entre a tampa 30 e o alojamento 12, às taxas de fluxo de gás testadas pelos inventores. O volume contido dentro da cobertura 30 é de preferência pequeno, por exemplo, cerca de 50% ou menos, ou 33% ou menos, do volume de uma bolsa de ar associada no alojamento 12. Isto tende a manter as características de rajada curta do gás que sai de um conduto 22.

A operação de um pulverizador 10 imerso em um líquido 34 está ilustrada esquematicamente na Figura 5. As partes A, B, C e D da Figura 5 mostram um pulverizador 10 em quatro pontos diferentes em uma sequência de eventos que ocorrem no pulverizador 10 à medida que um gás é alimentado para ele. A

sequência progride da condição A para B para C para D e depois volta para a condição A e repete durante o tempo que um fornecimento de um gás é fornecido a um pulverizador 10. Na parte A da Figura 5, um conduto 22 é inundado com um líquido 34, embora uma bolsa de gás 36 possa ser presa no alojamento 12. Na parte 5 B, a bolsa de gás 36 cresce em tamanho como gás de tubo de distribuição 18 é coletado no alojamento 12 e desloca o líquido 34. O líquido 34 deixa o compartimento 12 através de uma abertura para a parte inferior do alojamento 12 e através do conduto 22. Na Parte C, após a expansão a bolsa de gás 36 estende-se abaixo do limite superior de um ponto baixo no alojamento 12, um caminho é criado 10 para o gás fluir da bolsa 36 e através do conduto 22, e o gás é descarregado para fora do alojamento 12, por exemplo, em bolhas 38. Na Parte D, o gás continua a fluir através do conduto 22, o líquido 34 entra novamente no alojamento 12 e a bolsa 36 torna-se menor. Voltando à parte A, o líquido 34 dentro do alojamento 12 eventualmente atinge o conduto 22, o conduto 22 inunda, e o fluxo de gás através 15 do conduto 22 pára. O processo então repete, produzindo períodos discretos de descarga de gás, mesmo quando o gás é fornecido continuamente. Os períodos de descarga de gás tendem a estar perto de uma duração média e frequência. No entanto, o tempo preciso, o volume e a duração de uma descarga de gás podem variar dentro de um intervalo em torno da média, por exemplo, com ondas ou outro 20 movimento do líquido ou da descarga de gás a partir de outros arejadores 10.

As Figuras 1 a 4 estão em escala. O pulverizador 10 é de 85 mm de largura, 139 mm de altura e 770 mm de comprimento. Estas dimensões são dadas para fornecer um exemplo de um pulverizador viável, mas a invenção não se limita a estas dimensões. O pulverizador 10 foi projetado para substituir um tubo de sifão 25 normalmente fornecido abaixo de um cassete de ZeeWeed™ 500 módulos de membranas pela GE Water e Process Technologies, e usar os mesmos acessórios. Estes módulos são destinados para a operação de sucção imersa, acionado. O módulo tem muitas membranas de fibra oca com uma área de superfície total de cerca de 18,58 a 48,77 metros quadrados. As membranas são orientadas 30 verticalmente entre um par de cabeças de envasamento alongadas. Os módulos são geralmente retangulares em uma vista plana, possuindo um comprimento de aproximadamente o mesmo que o comprimento do pulverizador 10. Os módulos são

dispostos em cassetes em que diversos módulos colocados lado a lado em uma moldura separada por lacunas verticais entre módulos adjacentes. Um pulverizador 10 é colocado a cerca de 1 a 10 cm abaixo a cada segundo módulo e orientado paralelamente com o módulo. Orifícios 32 são posicionados para direcionar as bolhas de diretas nas lacunas em ambos os lados do módulo. Cada pulverizador 10 fornece bolhas para ambos os lados do módulo acima dele, e para um lado dos módulos adjacentes dos dois lados do referido módulo. Quando alimentado com ar a cerca de 0,11 metros cúbicos por minuto, o pulverizador 10 mostrado libera rajadas de bolhas com duração de cerca de 1 ou 2 segundos a cada 8 segundos.

5 Aumentando ou diminuindo a taxa de fluxo de gás para o pulverizador 10 tem muito pouco, se algum, efeito sobre a duração da rajada de bolhas, mas diminui ou aumenta o tempo entre as rajadas. As dimensões, proporções de dimensões, os fluxos de gás e os parâmetros de processamento dentro de uma gama de mais para menos 50% dos valores fornecidos no presente documento são esperados ser adequados para aplicações da membrana conduzida por sucção imersa comercial típica, mas outras dimensões, proporções relativas e taxas de fluxo de gás podem também ser úteis. Outras variações são também possíveis. Por exemplo, um pulverizador quadrado ou circular 10, opcionalmente dividido em seções apropriadas para essas formas, pode ser utilizado para os módulos de outras formas. O conduto

10 22 pode ser um de uma variedade de formas que fornecem a passagem necessária.

As Figuras 6 e 7 mostram uma secção de um pulverizador alternativo 50 incluindo uma área distinta do pulverizador 50 entre dois divisores 28 e partes de duas áreas adjacentes. O pulverizador 50 pode ter, por exemplo, 2 a 10 áreas distintas. Opcionalmente, embora não mostrado, o pulverizador 50 pode ser feito de uma pluralidade de unidades distintas, cada configurada para fornecer uma área

25 geralmente como mostrada, mas com cada unidade possuindo uma extremidade fechada e uma extremidade aberta. Desta forma, qualquer número de unidades pode ser ligado em conjunto para formar um pulverizador 50 de qualquer comprimento desejado.

30 O pulverizador alternativo 50 possui um alojamento 12 com uma seção transversal do fundo geralmente retangular aberta. Um conduto de descarga de duas partes 52 é formado a partir de um bocal 54 moldado na parte superior do

alojamento 12 rodeado por uma taça 56. A taça 56 é ligada ao topo do alojamento 12 sobre o bocal 54 por meio de flanges de montagem 58. O flange de montagem 58 também espaça um aro 60 da taça 56 a partir do topo do alojamento 12 para formar uma primeira saída 24. A parte superior do bocal 54 fornece uma segunda saída 26.

- 5 Depois de acumular na bolsa e empurrar a água no alojamento 12 para abaixo da parte inferior do bocal de descarga 54, o gás sai do alojamento por um caminho que flui em forma de J ou U a partir do aro 60 da taça 56, para baixo e em torno do fundo do copo 54, e depois para cima através do bocal 54. Uma seção de tampa 66 pode ser fixada ao alojamento 12 por meio de uma lingueta de montagem 62 localizada
- 10 para receber um parafuso 64 também passando através do flange 58 da taça 56. O alojamento 12 é subdividido em áreas distintas por divisores 28 e as extremidades do alojamento 12 (não mostrado), e uma descarga de duas partes do conduto 52 estão localizadas em cada uma das áreas distintas. Uma seção de tampa 66 pode ser localizada por cima de cada área do alojamento 12 como mostrado, ou uma
- 15 maior cobertura pode ser proporcionada ao longo de múltiplas áreas, opcionalmente com divisórias internas, tal como descrito anteriormente. O pulverizador 50 é facilmente limpo após desparafusar o copo 54 e a tampa da seção 60. Uma variedade de copos 54 pode ser disponibilizada com diferentes formas ou aros 60 com alturas para permitir uma seleção de volumes de gás de rajadas de bolhas
- 20 disponíveis, taxas de fluxo de gás ou durações de rajadas.

A Figura 8 mostra uma vista lateral de um coletor de distribuição de gás de entrada 40, mostrado na Figura 7, e também útil no primeiro pulverizador 10 descrito acima. O coletor de distribuição 40 compreende um conduto horizontal 42 ligado a uma pluralidade de tubos de descarga 44. Os tubos de descarga 44 estão

25 espaçados ao longo do conduto horizontal tal que quando o coletor de distribuição de gás 40 é instalado em um pulverizador 50, pelo menos, um tubo de descarga 44 será localizado em cada área distinta do pulverizador 50, tal como definido pelos divisores 28. Uma estrutura de coletor equivalente pode também ser moldada dentro do alojamento 12 de um pulverizador 10, 50.

- 30 Cada tubo de descarga 44 tem uma pluralidade de saídas de gás 20 em elevações diferentes para emitir gás para as áreas de pulverização. Cada tubo de descarga 44 pode ter uma saída 20 do mesmo tamanho, e na mesma elevação, tal

como uma saída correspondente 20 em cada um dos outros tubos de descargas 44. Cada tubo de descarga 40 mostrado tem uma saída superior 20, uma saída de meio 20 e uma abertura de fundo 46, que funciona como uma saída de gás inferior 20. A abertura inferior 46 também permite que a água entre ou drene a partir do tubo de
5 descarga 44, dependendo da taxa de fluxo de entrada de gás.

Em operação, a uma primeira gama de taxas de fluxo de gás de entrada o gás só será emitido para o pulverizador 50 através das saídas superiores 20 de cada tubo de descarga 44. O tamanho das saídas superiores 20 é escolhido para proporcionar uma distribuição geralmente mesma do fluxo de gás a partir dos tubos
10 de descarga 44 em taxas de fluxo de gás de entrada dentro da primeira gama. À medida que a taxa de fluxo de gás de entrada é aumentada, a água nos tubos de descarga 44 será deslocada para baixo. E, uma segunda gama de fluxos de gás de entrada, as saídas do meio 20 irão também emitir gás para o pulverizador 50. O tamanho das saídas do meio 20 é escolhido de tal modo que as áreas combinadas
15 das saídas superiores e do meio 20 produzem geralmente uma mesma distribuição do fluxo de gás a partir de cada tubo de descarga 44 com os fluxos de gás de entrada no interior da segunda faixa. Se a taxa de fluxo de gás de entrada é ainda maior, o gás pode ser descarregado a partir dos tubos de descarga 44 através das aberturas de fundo 46. As aberturas de fundo 46 também permitem que o coletor 40
20 drene a água que pode entrar através das saídas 20, por exemplo, enquanto o sistema está temporariamente desligado para manutenção ou inspeção. Opcionalmente, as aberturas de fundo 46 podem ser dimensionadas para produzir geralmente uma mesma distribuição uniforme de fluxo de gás através dos tubos de descarga 44 quando a taxa de fluxo de gás de entrada está dentro de uma
25 terceira gama que faz com que o ar saia através das aberturas de fundo 46. Deste modo, uma gama de taxas de fluxo de gás de entrada pode ser acomodada enquanto continua a fornecer geralmente uma mesma distribuição do fluxo de gás a partir dos tubos de descarga 44. Em contraste, com o tubo de distribuição de gás 18 descrito acima, a baixas taxas de fluxo de gás de entrada as saídas 20 podem ser
30 demasiadamente grandes para proporcionar uma distribuição uniforme do gás e a alta taxa de fluxo de gás as saídas 20 podem prover perda de carga excessiva no sistema de fornecimento de gás ou a formação de espuma no pulverizador 10. Além

disso, embora um dreno possa ser fornecido por adição de um tubo aberto no fundo se estendendo para baixo a partir da extremidade do tubo de distribuição de gás 18 descrito anteriormente, o tubo de drenagem deve ser muito longo, se elevadas taxas de fluxo do gás de entrada puder ser aplicada ao tubo de distribuição de gás 18 uma vez que um excesso localizado de gás a partir de um dreno único seria indesejável.

Opcionalmente, as saídas do meio 20 podem ser omitidas. Além disso, opcionalmente, as saídas superiores 20 podem ser localizadas no tubo horizontal 42, em vez de nos tubos de descarga 44. No entanto, localizar as saídas superiores 20 nos tubos de descarga 44 tende a preservar a uma mesma distribuição mais uniforme do gás e diminuir o fluxo de gás proveniente de uma área do pulverizador 50 para outra através do coletor à medida que as áreas adjacentes do pulverizador 50 descarregue bolhas em tempos diferentes. Além disso, opcionalmente, o coletor 40 pode ser inundado de tempos a tempos para remover os sólidos acumulados temporariamente fechando uma válvula de entrada de gás ou de ventilação no interior do coletor 40 para a atmosfera, ou ambos. Após o coletor 40 ser inundado, um gás pode ser fornecido a uma pressão suficiente para enviar bolhas para fora através das aberturas inferiores 20 e, assim, lavar os sólidos para fora do coletor 40. A limpeza do coletor 40 pode ser feita em intervalos regulares ou quando entupimento é de notar, por exemplo, por um aumento na pressão de retorno no sistema de alimentação de gás.

O fornecimento de gás para o pulverizador 50, e, por conseguinte, o tempo entre as rajadas de bolhas, pode ser variado em consideração a um ou mais parâmetros operacionais ou de desempenho do sistema de membrana. Os parâmetros considerados podem ser, por exemplo, um ou mais de resistência, pressão de transmembrana, ou permeabilidade. O parâmetro pode ser observado ou calculado periodicamente, por exemplo, no início ou no final de uma etapa de permeação dentro de um ciclo de filtração possuindo uma série de etapas de permeação separadas por etapas de lavagem de trás ou de relação. O parâmetro pode também ser uma média móvel de múltiplas medidas a partir de uma série de ciclos ou uma tendência ou taxa de mudança de um valor. O parâmetro pode ser utilizado para determinar se a taxa de fluxo de gás de alimentação deve ser mantida, aumentada ou diminuída.

Em um exemplo de um processo, um ou mais parâmetros são amostrados periodicamente e utilizados, opcionalmente após uma combinação ou conversão matemática, para produzir um valor X observado em cada uma de uma série de intervalos de sondagem. Em cada intervalo de sondagem, o valor X observado é comparado com um valor limite superior e inferior, A e B, que tenham sido predeterminados para representar os limites de uma operação desejada do sistema de membrana. Os limites de valores A e B podem ser ajustados durante a concepção ou de pilotagem do sistema, ou eles podem ser ajustados ao longo do tempo. O ajustamento ao longo do tempo pode ser responsável por variações nas condições da membrana, tais como uma alteração no tamanho dos poros, a idade, ou a quantidade cumulativa de água que tenha sido tratada pelas membranas. As adaptações dos valores limites podem também ser feitas considerando as mudanças nas características da água a ser tratada, tais como concentração de sólidos ou temperatura. Alternativamente, o valor X observado pode ser ajustado para refletir as condições que foram assumidas para definir os valores-limites. Por exemplo, observado o fluxo através da membrana pode ser ajustado com base na temperatura da água a ser filtrada antes de compará-la com um valor limite selecionada assumindo uma temperatura de água diferente.

No processo de exemplo, se o valor observado X excede o valor limite superior A a um intervalo de pesquisa, então a taxa de alimentação de gás de entrada é aumentada por uma quantidade pré-selecionada, por exemplo, 5% ou 10%. Se o valor X for observado entre a parte superior e valores mais baixos limites, ou igual a um deles, então a taxa de alimentação de gás de entrada não é alterada. Se o valor X observado é inferior ao valor de limite inferior B, então a taxa de fluxo de gás de entrada é diminuída por uma quantidade pré-selecionada, por exemplo, 5% ou 10%. Alternativamente, a extensão em que o valor observado difere do valor mais próximo do limite, ou um excesso dos valores limites, pode ser utilizado para estimar uma variação desejada na taxa de fluxo de gás de entrada. De preferência, um mínimo de taxa de alimentação de gás de entrada está também indicado, por exemplo, tal como determinado pela maior da (a) a mais baixa taxa de alimentação de gás de entrada que produz uma divisão geralmente igual de fluxo a partir das saídas superiores 20 do coletor de gás 40 e (b) a mais baixa taxa de alimentação de

gás de entrada que irá satisfazer os requisitos de outros processos, como a mistura no vaso da membrana.

Aumentar ou diminuir a taxa de fluxo de gás de entrada para o pulverizador tem muito pouco efeito sobre a duração de um rebento de bolhas, mas aumenta ou diminui o tempo entre as rajadas. O método de controlo acima descrito resulta no tempo entre as rajadas variar ao longo de um longo período de tempo, por exemplo, um dia ou mais, embora o tempo entre as rajadas seja provável que seja constante ao longo de períodos de tempo mais curtos, por exemplo, ao longo de uma hora de operação. O tempo entre as rajadas de gás, medidas a partir do início de uma explosão do início do impulso de ar que vem, pode variar, por exemplo, de 2 a 60 segundos ou de 4 a 20 segundos. A taxa de fluxo de ar de entrada em todos os momentos está perto do mínimo necessário para proporcionar um desempenho acima do valor limite mais baixo.

Opcionalmente, a mesma distribuição do ar entre as áreas do pulverizador 50 pode ser intencionalmente modificada. Por exemplo, um primeiro e último tubo de descarga 44 pode ter uma saída superior maior 20 ou uma saída superior adicional 20. Por exemplo, adicionalmente dois tubos de descarga 44 podem estar localizados na primeira e última área parte do pulverizador 50. Desta forma, mais gás é fornecido para a primeira e última áreas do pulverizador 50 e estas áreas, portanto, emitem rajadas mais frequentes de bolhas. Como uma opção adicional, uma matriz paralela de múltiplos pulverizadores espaçados 50 pode ser fornecida abaixo de um cassete de módulos de membrana com cada pulverizador 50 ligado a um tubo de alimentação comum de gás de entrada. Todas as primeira e última áreas do pulverizador 50 podem ter saídas superiores maiores ou adicionais 20 (em relação aos pulverizadores intermediários 50) ou dois tubos de descarga 44. Desta forma, o pulverizador exterior 50 irá receber uma maior taxa de fluxo de gás e descarga de bolhas mais frequentemente, em média, do que o pulverizador intermediário 50. Estas variações intencionais especiais em frequência de descarga podem ser usadas para melhor corresponder à saída de um ou mais pulverizadores 50 para a pulverização necessária de diferentes áreas de um módulo ou cassete. Por exemplo, com um cassete grande que é geralmente retangular em uma vista plana, uma distribuição uniforme de bolhas de gás tende a produzir um elevador mais forte de ar

ou efeito de chaminé através do centro do cassete. Uma taxa de fluxo médio em tempo ideal de bolhas para o centro do cassete pode não ser suficiente para inibir o entupimento de membranas perto da periferia do cassete. Neste caso, fornecendo as descargas de bolhas mais frequentes do primeiro e último pulverizador 50, ou a primeira e última área dos pulverizadores 50, ou ambos, fornece um maior tempo de taxa de fluxo média de bolhas para as membranas periféricas sem desnecessariamente aumentar o fluxo de bolhas no centro do cassete. Descarga mais frequente a partir de uma linha de condutos 52 pode também ser proporcionada pela adição de um tubo de distribuição de gás adicional 18 em comunicação com que a linha de conduto 52. Tal um tubo de distribuição de gás adicional 18 pode ser perpendicular a tubos de distribuição de outros gases 18 ou coletores 40.

Fazendo referência à Figura 9, a borda inferior do alojamento 12 pode ser provida com um ou mais cortes em curvas opcionais 70 ou outro orifícios ou recortes nos lados do alojamento 12. O corte em curva 70 está localizada abaixo de uma linha de água baixa 72 que representa a menor elevação esperada da interface entre o gás e a água no pulverizador 10. Quando a bolsa de gás expande-se para a linha de água baixa 72, o conduto 22 abre-se para liberar o gás, o que impede uma redução adicional do gás à interface da água. Por conseguinte, a bolsa de gás não se estenderá normalmente para baixo para alcançar os topos dos cortes em curvas 72. No entanto, é possível que um conduto 20 possa tornar-se plugado em utilização, por exemplo, devido a uma acumulação cabelo, lixo ou sólidos secos. Se um conduto 20 está plugado, uma bolsa de gás irá crescer na área plugada do pulverizador 10 até que o gás atinja os cortes em curvas 70. Os cortes em curvas 70, em seguida, fornecem vários pontos de descarga formando bolhas de modo que a seção plugada do pulverizador 10 irá funcionar como um pulverizador regularmente até que o plugue seja removido. A presença de bolhas a partir dos cortes em curvas 70 pode ser visível a partir da superfície para indicar que um conduto 20 foi plugado. A elevação da linha 72 de água baixa está relacionada com a taxa de fluxo de entrada e, em particular, se move para baixo quando a taxa de fluxo de gás de entrada é aumentada. Os cortes em curvas 70 podem também ser usados para fornecer um excesso de fluxo de gás controlado a partir do pulverizador

10 a taxas de fluxo de gás de entrada muito elevadas.

A Figura 9 mostra também portas opcionais 80 através dos divisores 28. As portas 80 estão localizadas perto, mas, pelo menos parcialmente acima da linha de água baixa 72. As portas 80 proveem uma passagem de ar entre as áreas adjacentes do pulverizador 10, quando a bolso de gás em pelo menos uma das áreas se estende para baixo, para uma porta 80. A porta 80 permite que o gás se desloque de uma área do pulverizador 10 que está prestes a liberar bolhas para uma área adjacente. Isso faz com que as bolsas de gás em várias áreas do pulverizador se igualem em tamanho antes de a bolsa de gás em qualquer área individual atingir a linha de água baixa. Uma vez que todas as áreas ligadas através das portas 80 contêm uma bolsa de gás que se estende para as portas 80, as bolsas de gás, em todas as áreas continuam a crescer até atingir a linha de água baixa 72 e liberar bolhas geralmente ao mesmo tempo.

Na ausência das portas 80, cada área do pulverizador 10 opera essencialmente de forma independente. Uma vez que as áreas do pulverizador 10 são geralmente do mesmo tamanho e recebem geralmente o mesmo fluxo de ar de entrada, o preenchimento e tempo de ciclo de liberação de cada área do pulverizador 10 são geralmente os mesmos. No entanto, pequenas diferenças no tempo exato em que o gás é liberado em uma área do pulverizador 10 em relação a outro tendem a acumular-se sobre o enchimento múltiplo e ciclos de liberação até que as diferentes áreas do pulverizador 10 não mais liberem bolhas, ao mesmo tempo. Com as portas 80, embora possa ainda haver alguma variação no tempo necessário para cada bolsa de gás se expandir a partir do fundo das portas 80 para a linha de água baixa 72, esta variação de tempo é pequena e não é cumulativa ao longo de enchimento múltiplo e libera ciclos do pulverizador 10. Um tempo de atraso entre a liberação de bolhas de áreas adjacentes do pulverizador 10 é, assim, reduzido. Portas suficientemente grandes 80 podem causar a libertação de bolhas de serem quase sincronizadas entre duas ou mais áreas do pulverizador 10. No entanto, as portas 80 não devem ser feitas muito grandes uma vez que existe uma possibilidade, particularmente se o pulverizador 10 não está ao nível de um conduto de gás liberando mais cedo do que o outro e puxando o ar suficiente através da porta 80 para evitar que o gás na bolsa uma área adjacente alcance o nível da água

baixa 72. Opcionalmente, as portas 80 podem ser substituídas por outra passagem formando meios tais como uma reentrância na borda inferior de um divisor 28, ou aumentando a borda inferior da divisória 28 acima da linha de água baixa 72. Além disso, opcionalmente, os tubos podem ser utilizados para ligar pulverizadores adjacentes 10 para reduzir a um tempo de atraso entre os pulverizadores 10.

Apesar da descrição acima, não estar clara se ou quando da sincronização das rajadas de bolha de diferentes áreas de um pulverizador 10 é desejável. No entanto, os inventores observaram que o efeito de limpeza de bolhas de grandes dimensões parece ser maior quando as bolhas são liberadas para a água parada. Por conseguinte, é desejável evitar a criação de efeitos de elevação de ar no pulverizador 10 ou em um módulo acima do pulverizador 10. Se a descarga de rajadas de bolha em tempos diferentes de diferentes áreas de um pulverizador 10 faz com que haja um fluxo de bolhas a partir de alguma parte do pulverizador 10 na maioria das vezes, em seguida, a água pode desenvolver uma velocidade para cima persistente através de um módulo de membrana localizada sobre o pulverizador 10. Nesse caso, sincronizar a libertação de bolhas pode criar um período de tempo suficientemente longo, sem bolhas para permitir que a água sopra entre as rajadas subsequentes e melhore a limpeza da membrana.

Vários outros aparelhos e processos também podem ser fabricados ou utilizados dentro do âmbito da invenção que é definido pelas reivindicações que se seguem. Por exemplo, mas sem limitação, os membros dos aparelhos e etapas de processo dos exemplos acima descritos podem ser combinados em conjunto em qualquer permutação ou combinação viável.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para prover bolhas de gás em um líquido (34), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende,

a) um alojamento (12) que define uma câmara e possuindo uma abertura (24, 26) abaixo da câmara permitindo a comunicação entre o lado interno da câmara, e o lado externo da câmara; e,

b) um conduto (22), o conduto (22) possuindo uma primeira abertura (24) dentro da câmara, e uma segunda abertura (26) em comunicação com o lado externo da câmara, e definindo um canal fechado possuindo uma porção que se estende para baixo para um ponto baixo do conduto (22) e depois para cima, a partir do ponto baixo do conduto (22) para a segunda abertura (26), em uma direção a partir da primeira abertura (24) para a segunda abertura (26), em que,

c) a câmara é adaptada para manter uma bolsa de gás (36) acima de uma interface entre a bolsa de gás (36) e o líquido (34), a interface possuindo uma elevação variável variando a partir de pelo menos um limite inferior da primeira abertura (24) no conduto (20, 22) para um limite superior do ponto baixo do conduto (22)

e compreendendo ainda uma tampa (30) sobre a segunda abertura (26), a tampa (30) tendo uma fileira de orifícios (32) em cada lado da tampa (30) para dispersar bolhas sobre uma área horizontal maior do que a área da segunda abertura (26).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda abertura (26) do conduto (22) está acima do ponto baixo do conduto (22).

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda abertura (26) do conduto (22) está em ou acima da primeira abertura (24).

4. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um tubo de fornecimento de gás possuindo uma saída (20) para descarga de gás para dentro da câmara acima da primeira abertura (24) do conduto (22).

5. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um tubo de fornecimento de gás possuindo uma saída (20) para descarga de gás para dentro da câmara abaixo do limite superior do ponto baixo do conduto (22).

6. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma tampa (30) com uma pluralidade de orifícios (32) sobre a segunda abertura (26) do conduto (22).

7. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda abertura (26) possui uma área de 1 a 10 centímetros quadrados.

8. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a área de seção transversal da segunda abertura (26) do conduto (22) é menor do que a área de seção transversal horizontal da câmara por um fator de pelo menos 10.

9. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um módulo de membrana imerso, o módulo de membrana imerso possuindo uma cabeça de envasamento inferior, em que o aparelho conforme definido com a reivindicação 1 está localizado abaixo, ou ao lado da cabeça de envasamento inferior.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aparelho conforme definido na reivindicação 1 está localizado abaixo da cabeça de envasamento inferior.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo

fato de que o aparelho possui múltiplas câmaras, o conjunto ainda possuindo um tubo de fornecimento de gás possuindo, ou conectado a, uma saída (20) para a descarga de gás para dentro de cada uma das câmaras.

12. Pulverizador (10, 50) para um módulo de membrana imerso, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende,

A) um cassete possuindo uma pluralidade de módulos de membrana alongados paralelos; e,

B) um pulverizador (10, 50) localizado abaixo de um dos módulos de membrana, o pulverizador (10, 50) compreendendo

a) um alojamento (12) alongado, possuindo paredes que se estendem para baixo a partir de uma parte superior do alojamento (12), o alojamento (12) definindo uma ou mais câmaras de repartição sendo cada uma com um fundo aberto; e

b) uma pluralidade de condutos (22) geralmente localizada dentro e espaçada ao longo do comprimento do alojamento (12), cada um dos condutos (20, 22) possuindo uma primeira abertura (24) em comunicação com o interior do alojamento (12), uma segunda abertura (26) por meio da parte superior do alojamento (12) e um ponto baixo entre as primeira e segunda aberturas (24, 26), cada conduto (22) definindo um canal fechado que se estende para baixo até um ponto baixo do conduto (22) e depois para cima, a partir do ponto baixo do conduto (22) para a segunda abertura (26) em uma direção a partir da primeira abertura (24) para a segunda abertura (26).

13. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma tampa (30) com orifícios (32) sobre a segunda abertura (26) dos condutos (22).

14. Pulverizador (10, 50), de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o alojamento (12) define uma pluralidade de câmaras de repartição.

15. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que possui divisores (28) dentro da tampa (30) entre a segunda abertura (26).

16. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda um tubo de distribuição de gás (18) ao longo do comprimento do alojamento (12) para a descarga de gás para dentro de cada uma das câmaras de repartição.

17. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o tubo de distribuição de gás (18) compreende ainda uma pluralidade de tubos (44) que se estendem para baixo em que pelo menos um tubo que se estende para baixo está em comunicação com cada área do alojamento (12).

18. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada um dos tubos que se estende para baixo possui pelo menos duas aberturas (24, 26) em elevações diferentes.

19. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o tubo de distribuição de gás (18) está configurado para liberar um maior fluxo de gás para dentro de uma ou mais áreas do alojamento (12) em relação ao fluxo de gás liberado para dentro de outra das áreas.

20. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que possui orifícios (32) ou reentrâncias em uma borda inferior de uma das paredes do alojamento (12).

21. Pulverizador (10, 50), de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que possui portas (80) através das divisórias (18).

22. Processo para a pulverização de gás em um módulo de membrana imerso em um líquido (34), o processo **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de,

a) imergir um pulverizador (10, 50) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 12 a 21 no líquido (34), e,

b) alimentar o gás para dentro do pulverizador (10, 50) a uma taxa suficiente para causar bolhas para emergir a partir da saída (20) em pelo menos uma vez a cada 30 segundos.

23. Processo, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma etapa de difusão ou a distribuição das bolhas após elas emergirem a partir da saída.

24. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 ou 23, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma etapa de localizar o pulverizador (10, 50) abaixo, ao lado ou em combinação com o módulo.

25. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o gás é alimentado no pulverizador (10, 50) a uma taxa tal que as bolhas emergem a partir da saída (20) de pelo menos uma vez a cada 2 a 20 segundos.

26. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o gás é alimentado no pulverizador (10, 50) a uma taxa determinada em consideração a um parâmetro operacional de sistema de membrana.

27. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as etapas a) e b) são repetidas com um segundo pulverizador (50), o segundo pulverizador (50) sendo integral com ou separado do primeiro pulverizador (10), e provendo um caminho para o gás alimentado para os pulverizadores (10, 50) para o fluxo entre os pulverizadores (10, 50) tal que as bolhas emergem a partir do pulverizador (10, 50) em geral ao mesmo tempo.

28. Pulverizador (10, 50) para um módulo de membrana imerso,

CARACTERIZADO pelo fato de que compreende,

a) um alojamento (12) alongado, possuindo paredes que se estendem para baixo a partir de uma parte superior do alojamento (12), o alojamento (12) definindo uma câmara de repartição com um fundo aberto;

b) uma pluralidade de condutos fechados geralmente localizada dentro e espaçada ao longo do comprimento do alojamento (12), cada um dos condutos (22) possuindo uma primeira abertura (24) em comunicação com o interior do alojamento (12), uma segunda abertura (26) em uma parte superfície superior do alojamento (12) e um ponto baixo entre as primeira e segunda aberturas (24, 26);

c) uma pluralidade de divisores (28) no interior do alojamento (12) entre os condutos (20, 22), os divisores (28) formam uma pluralidade de câmaras dentro do alojamento (12);

d) um tubo de distribuição de gás (18) que se estende ao longo do comprimento do alojamento (12) possuindo pelo menos uma saída (20) para descarregar gás para dentro de cada uma das câmaras; e,

e) uma tampa (30) com orifícios (32) sobre o alojamento (12) e acima da segunda abertura (26) de um dos condutos (22), a tampa (30) contendo um volume que é 50% ou menor do que o volume contido em uma câmara acima do ponto inferior de um dos condutos (20, 22).

29. Processo para a pulverização de gás em um módulo de membrana imerso em um líquido (34) em um sistema de membrana, o processo **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de,

a) imergir um pulverizador (10, 50) no líquido (34), o pulverizador (10, 50) possuindo um conduto (20, 22) com uma saída (20) em comunicação com o líquido (34) do lado externo do pulverizador (10, 50) e uma entrada (40), a entrada (40) em comunicação com a câmara definida pelo pulverizador (10, 50), o pulverizador (10, 50) adaptado para manter uma bolsa de gás (36) no líquido (34), o conduto (20, 22)

possuindo um ponto baixo entre a entrada (40) e a saída (20), e,

b) alimentar o gás para dentro do pulverizador (10, 50) a uma taxa suficiente mínima especificada para causar bolhas para emergir a partir da saída (20) de pelo menos uma vez a cada 30 segundos.

c) observar ou calcular um parâmetro operacional do sistema de membrana enquanto opera o sistema de membrana para retirar o permeado durante uma série de intervalos de sondagem;

d) alimentar gás para dentro do pulverizador (10, 50) a uma taxa aumentada pré-selecionada em um intervalo de sondagem subsequente se o parâmetro de operação do sistema de membrana cruzar um primeiro valor limiar especificado enquanto alimenta gás para dentro do pulverizador (10, 50) na taxa mínima especificada em um intervalo de sondagem; e,

e) alimentar gás na taxa mínima especificada em outro intervalo de sondagem subsequente se o parâmetro de operação do sistema de membrana cruzar um segundo valor limite especificado enquanto alimenta gás para dentro do pulverizador (10, 50) na taxa aumentada pré-selecionada em outro intervalo de sondagem.

30. Processo, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma etapa de difusão ou distribuição das bolhas depois que elas emergem a partir da saída (20).

31. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 ou 30, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma etapa de localizar o pulverizador (10, 50) abaixo, ao lado ou em combinação com o módulo de membrana.

32. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o gás é alimentado no pulverizador (10, 50) à taxa mínima especificada e à taxa aumentada pré-selecionada de tal modo que as

bolhas emergem a partir da saída (20) em uma rajada uma vez a cada 2 a 20 segundos.

33. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 32, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o parâmetro operacional do sistema de membrana é selecionado a partir do grupo que consiste em resistência, pressão transmembrana, permeabilidade, fluxo, concentração de sólidos, temperatura e combinações matemáticas ou suas conversões.

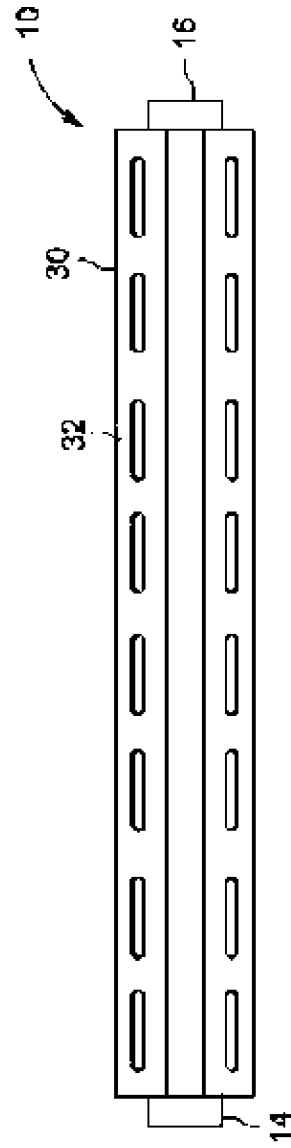
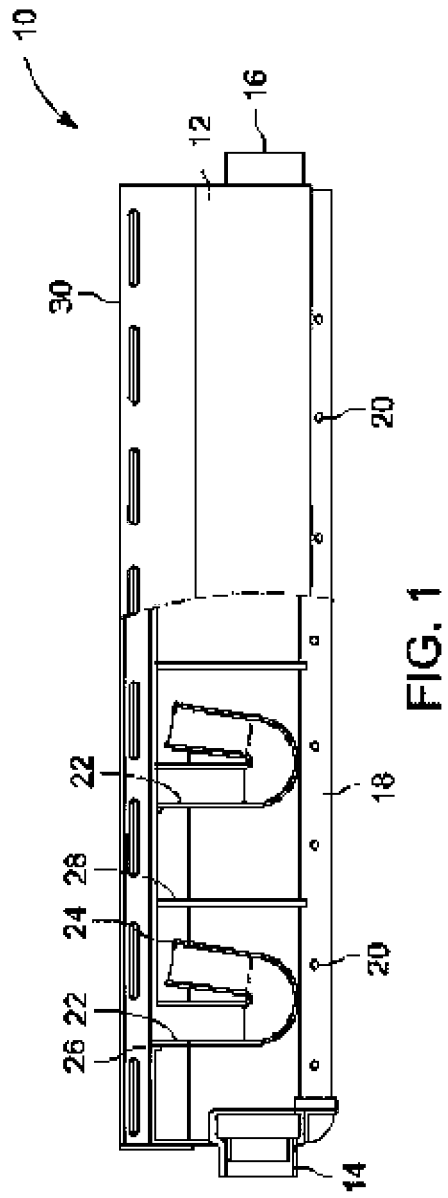
34. Processo para a pulverização de gás em módulos de membrana imerso em um líquido (34), o processo **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de,

a) imergir um primeiro e um segundo pulverizador (10, 50) no líquido (34) inferior aos módulos de membrana, cada um dos primeiro e segundo pulverizadores (10, 50) possuindo um conduto (20, 22) com uma saída (20) em comunicação com o líquido (34) fora do pulverizador (10, 50) e uma entrada (40), a entrada (40) em comunicação com uma câmara definida pelo pulverizador (10, 50), o pulverizador (10, 50) adaptado para manter uma bolsa de gás (36) no líquido (34), o conduto (20, 22) possuindo um ponto baixo entre a entrada (40) e a saída (20),

b) alimentar gás para dentro dos primeiros e segundos pulverizadores (10, 50) a uma taxa suficiente para causar bolhas para emergir a partir da saída (20) pelo menos uma vez a cada 30 segundos.

c) em que o segundo pulverizador (50) é opcionalmente integrado com ou separado do primeiro pulverizador (10); e

d) fluir o gás a partir da bolsa de gás (36) no primeiro pulverizador (10) para a câmara do segundo pulverizador (50) para reduzir, assim, um retardo de tempo entre a liberação de bolhas a partir do primeiro e do segundo pulverizador (10, 50).



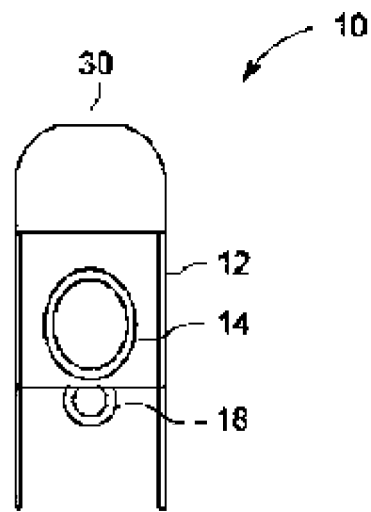


FIG. 3

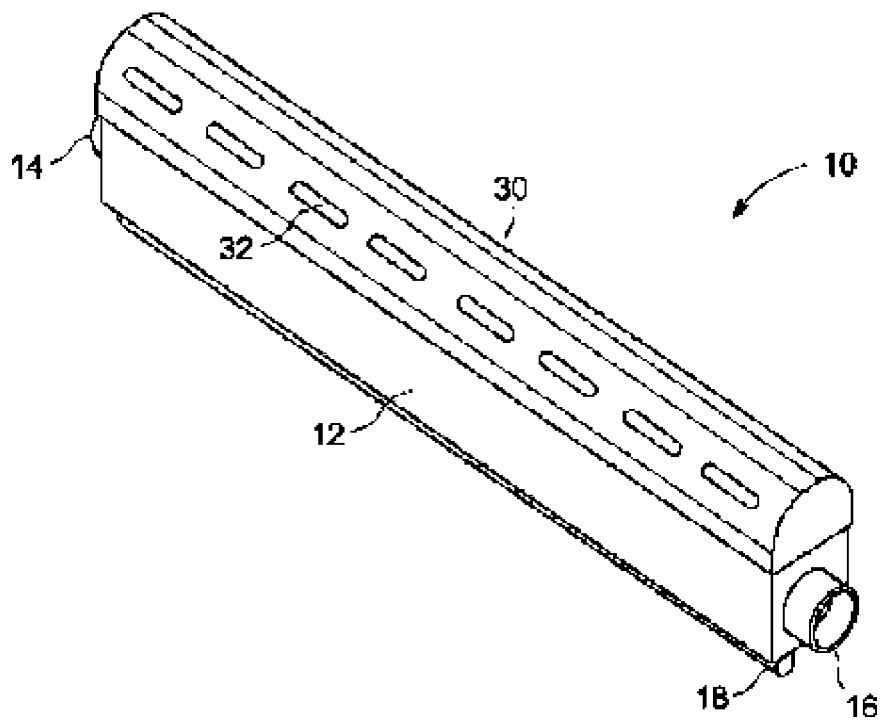


FIG. 4

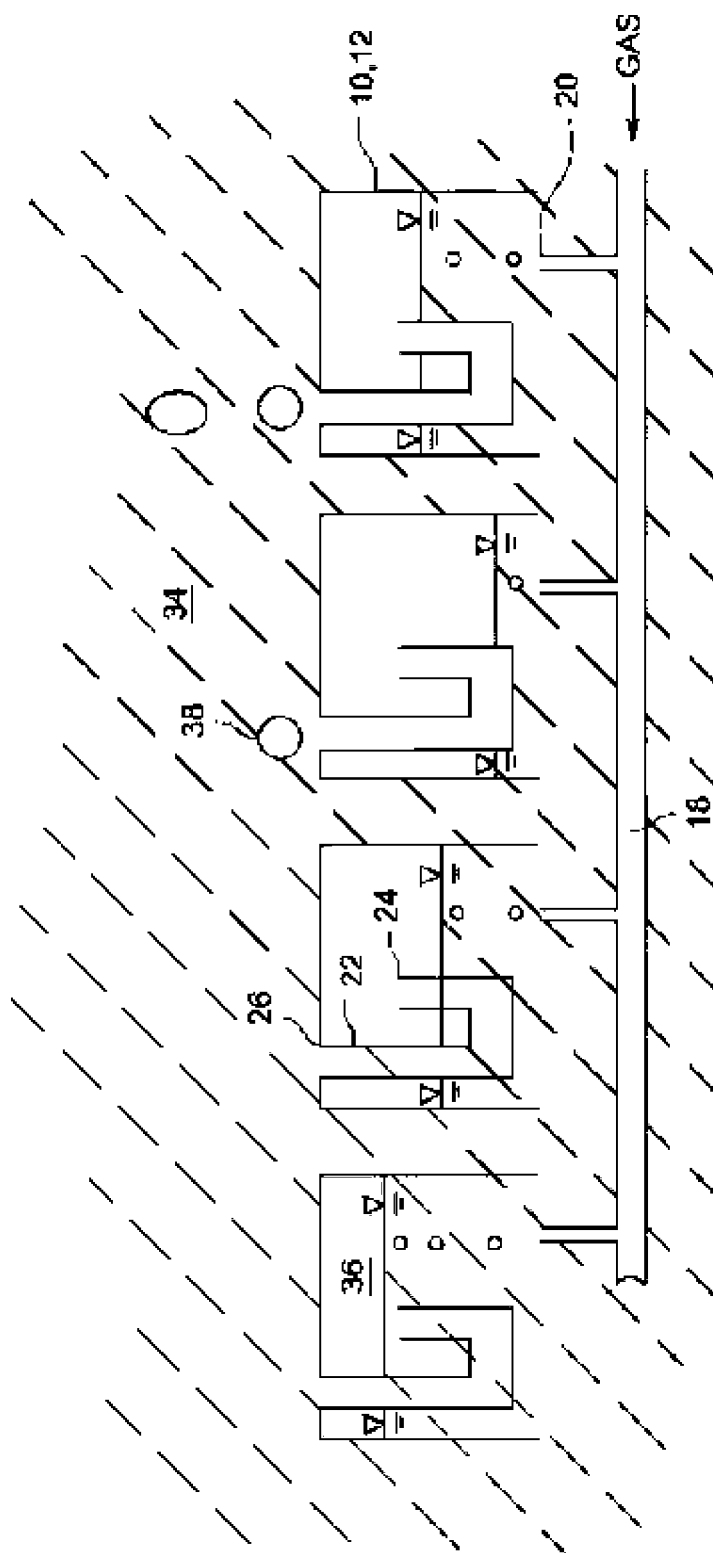


FIG. 5A

FIG. 5B

FIG. 5C

FIG. 5D

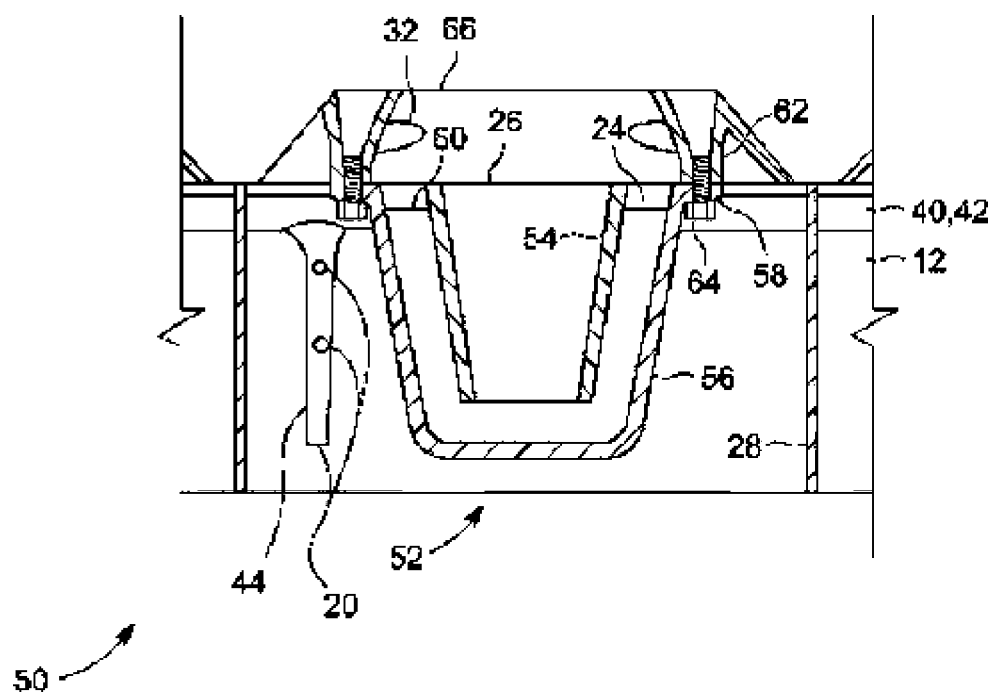


FIG. 6

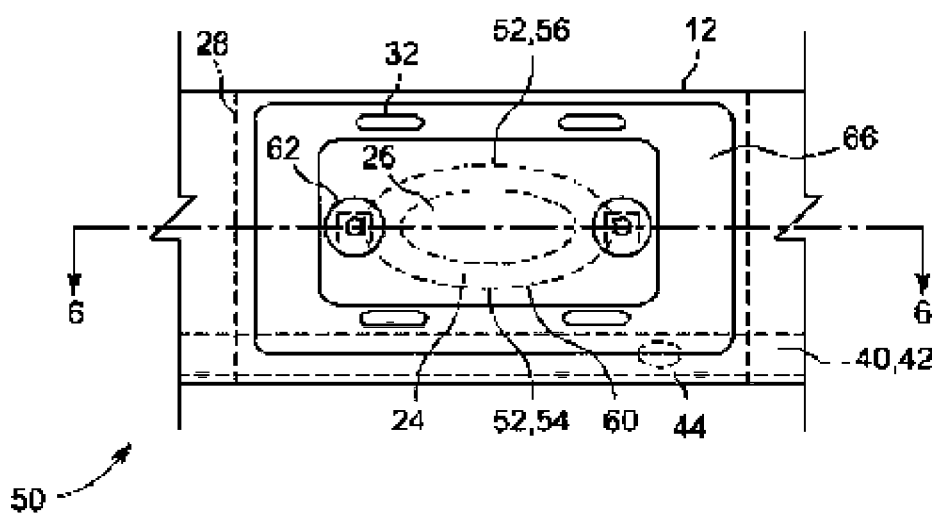


FIG. 7

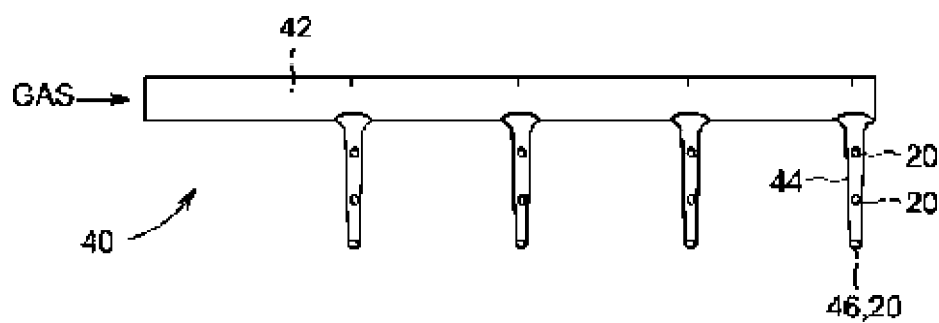


FIG. 8

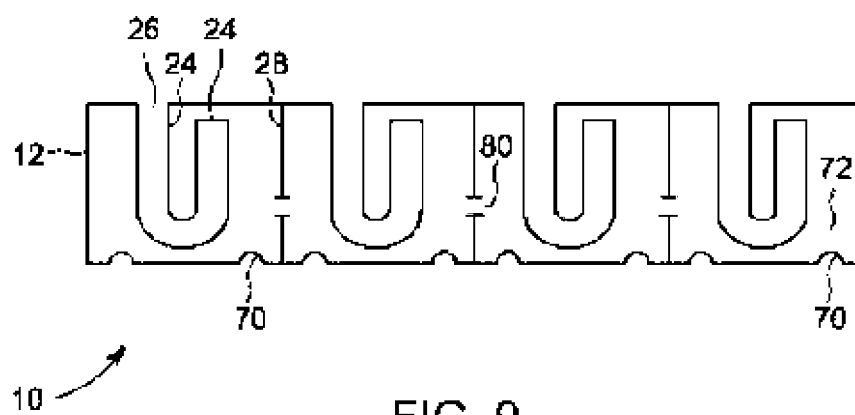


FIG. 9