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

(11) PI 0812901-0 B1

(22) Data do Depósito: 30/06/2008

(45) Data de Concessão: 18/07/2017

(54) Título: SISTEMA DE PAREDES PARA LEITO CATALÍTICO DE REATORES QUÍMICOS; REATOR PARA SÍNTESE HETEROGÊNEA DE UM COMPOSTO QUÍMICO E PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA PAREDE DE CONTENÇÃO DE UM LEITO CATALÍTICO PARA UM REATOR QUÍMICO CONTENDO UM SISTEMA DE PAREDES

(51) Int.Cl.: B01J 8/02

(30) Prioridade Unionista: 04/07/2007 EP 07013091.9

(73) Titular(es): AMMONIA CASALE S.A.

(72) Inventor(es): MIRCO TAROZZO; ERMANNO FILIPPI; ENRICO RIZZI

"SISTEMA DE PAREDES PARA LEITOS CATALÍTICOS DE REATORES QUÍMICOS; REATOR PARA SÍNTESE HETEROGÊNEA DE UM COMPOSTO QUÍMICO E PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA PAREDE DE CONTENÇÃO DE UM LEITO CATALÍTICO PARA UM REATOR QUÍMICO CONTENDO UM SISTEMA DE PAREDES"

Campo de Aplicação

[001]A presente invenção, em seu aspecto mais geral, concerne o campo da síntese catalítica heterogênea de compostos químicos, através de reatores equipados de leitos catalíticos fixos, cruzados por um fluxo gasoso de gás de síntese, particularmente, com fluxo radial, axial-radial ou axial.

[002]Especificamente, a presente invenção concerne um sistema de paredes para contenção de um leito catalítico de um reator do tipo indicado acima, e um reator compreendendo o sistema de paredes. Além disso, a invenção se refere a um processo para produção de tal sistema de paredes.

Estado da Técnica

[003]É sabido que os reatores com leitos catalíticos fixos usados na síntese catalítica heterogênea de compostos químicos, como, por exemplo, amônia e metanol, compreendem sistemas de parede interna, em particular, para a distribuição de gases de síntese no interior do leito catalítico. Esses sistemas de parede são projetados e construídos de modo a satisfazer determinadas exigências funcionais, necessárias para o reator de síntese operar corretamente, incluindo:

- permeabilidade ao fluxo gasoso de gases de síntese com uma adequada perda de calor, de modo a permitir uma ótima distribuição do mesmo em todo o leito catalítico;

- contenção e suporte mecânico da massa catalítica, de modo a equilibrar as pressões axiais

resultantes da massa do catalisador (devido ao seu peso e às diferenças na expansão térmica entre o catalisador e as paredes de contenção) e as pressões axiais dos gases que atravessam o leito catalítico.

[004]Mais especificamente, a fim de satisfazer as exigências citadas acima, é conhecido o uso de sistemas de parede para leitos catalíticos, consistindo de uma pluralidade de paredes, cada uma delas sendo portadora das funções anteriormente mencionadas.

[005]O documento de patente da França, FR 2.615.407, divulga, por exemplo, um sistema de parede de módulo tubular para a distribuição de gás de síntese em leitos catalíticos. O sistema, entretanto, apresenta diversos inconvenientes, incluindo certa dificuldade estrutural e de montagem, além da sensibilidade ao fenômeno de nitrificação nos reatores, para a síntese de amônia. Para remediar esse último problema, é necessário se usar materiais bastante dispendiosos, como aços especiais do tipo Inconel® (ligas de ferro-níquel), para elementos de baixa espessura, a fim de manter uma satisfatória resistência mecânica durante a operação do reator; entretanto, é necessário se fazer soldas heterogêneas (isto é, entre diferentes materiais) que são submetidas às fissuras e rupturas devido ao esforço térmico causado pelos diferentes coeficientes de expansão térmica dos materiais utilizados.

Resumo da Invenção

[006]O problema técnico que fundamenta a presente invenção é de proporcionar um sistema de paredes para leitos catalíticos de reatores de síntese, capaz de satisfazer às exigências acima relacionadas, em particular, a permeabilidade ao gás de síntese e adequado suporte da

massa catalítica, assim como, proporcionar um processo estrutural adequado para produzir os sistemas de parede.

[007]Esse problema é solucionado mediante um sistema de paredes para leitos catalíticos de reatores químicos, caracterizado pelo fato de compreender uma parede de predeterminada espessura, em contato direto com um leito catalítico para contenção do mesmo, a parede tendo uma pluralidade de porções permeáveis a gás e uma pluralidade de porções impermeáveis a gás, cada uma das porções permeáveis a gás sendo dotada de uma pluralidade de fendas, de um tamanho tal que permita a livre passagem dos gases de síntese, mas, que evite a passagem do catalisador, em que as fendas são obtidas mediante um método de usinagem, escolhido dentre os procedimentos de fresamento, corte a água e eletro-erosão.

[008]A parede atua substancialmente como um corpo de contenção do catalisador, ao mesmo tempo em que permite o fluxo de gás através das porções permeáveis dotadas de fendas, de modo que o gás pode entrar em contato com o catalisador em si.

[009]Preferivelmente, de acordo com a invenção, a parede de contenção apresenta fendas de uma forma mais estendida na direção longitudinal, sobre um lado idealizado de se dispor em contato com o catalisador, obtido por meio de um processo de fresamento, em que é utilizado um disco de fresamento (ou uma pluralidade de discos de fresamento) de apropriado diâmetro, as fendas sendo feitas com ferramenta de fresa que não cruza a parede, no que se refere ao seu diâmetro. Desse modo, as fendas se tornam mais amplas, na direção longitudinal do corte, no lado de entrada da ferramenta de fresa, em relação ao lado de saída da ferramenta de fresa. Ao dispor a parede no interior do

reator, de modo que a superfície com fendas maiores (isto é, aquela da entrada do elemento cortador durante a construção) se defronte com o catalisador, foi encontrado um efeito positivo em termos de eficiência de processo, uma vez que a maior extensão dos entalhes compensa, pelo menos parcialmente, a redução da seção de passagem causada pelos grãos do catalisador, o que pode ocasionar o bloqueio dos entalhes.

[0010] De acordo com outro aspecto da invenção, a parede apresenta fendas ligeiramente alargadas, obtidas por meio de corte a água, as fendas, desse modo, sendo mais estreitas em um lado da mesma parede. Foi descoberto que é preferível posicionar a parede com o lado da fenda mais estreito na direção do catalisador, pelo que se obtém o efeito de facilitar a expulsão de possíveis partículas de catalisador e reduzir a possibilidade de obstrução da fenda.

[0011] As técnicas de processamento descritas acima demonstraram uma particular eficácia na produção de paredes com fendas para a passagem de gases, de acordo com a invenção, apresentando, também, algumas vantagens, se comparado com as técnicas, por exemplo, de corte a laser, que também podem ser utilizadas.

[0012] Portanto, um objetivo da presente invenção é também de um processo para produzir uma parede de contenção de um leito catalítico para reatores químicos, compreendendo a etapa de usinar uma folha de metal plana, idealizada de formar a parede ou uma seção da mesma, por meio de uma técnica de usinagem escolhida dentre os procedimentos de fresamento, corte a água e eletro-erosão, pelo que se obtém uma pluralidade de fendas de dimensões que permitem a livre passagem de gases através das mesmas, embora evitando a passagem do catalisador.

[0013] De acordo com um aspecto da invenção, é proporcionada a obtenção das fendas mediante um procedimento de fresamento, com controle da ferramenta de fresa (ou pluralidade de ferramentas de fresa), de modo que a ferramenta de fresa não cruza a parede no que se refere ao seu diâmetro, dessa forma, se obtendo fendas mais estendidas na direção longitudinal do corte, no lado de entrada da ferramenta de fresa, em relação ao lado de saída da ferramenta de fresa. Preferivelmente, são usadas múltiplas ferramentas, essencialmente, compreendendo um mancal de eixo com um certo número de discos de fresamento.

[0014] O processo de fresamento apresenta ainda as vantagens de baixa geração de calor (menos que, por exemplo, do processamento de corte a laser); possibilidade de produzir fendas de largura ótima, tendo em vista o processo de síntese para o qual o reator é idealizado (amônia, metanol, etc.); satisfatório nível de acabamento, o que, geralmente, não exige um adicional acabamento, exceto o tratamento com escovas para remoção das aparas.

[0015] Com referência ao corte à água, a invenção preferivelmente proporciona o uso de uma máquina de corte de múltiplos cabeçotes, por exemplo, com 2, 4, 6 ou 8 bocais que cortam em paralelo. Entretanto, uma máquina de um único cabeçote pode também ser utilizada.

[0016] O procedimento de corte a água apresenta diversas vantagens: a geração de calor é quase nula, dessa forma, não ocasionando deformação; não proporciona a formação de nenhuma apara; permite a produção de fendas de tamanho bastante pequeno (mesmo < 5 mm); o processo não é muito sensível a uma possível falta de uniformidade do material e, ainda, permite um aperfeiçoado controle.

[0017] Deve ser observado que o progressivo desgaste do bocal de corte a água pode ser compensado por uma adequada atuação dos parâmetros de corte da máquina, o que não envolve substanciais riscos. Por outro lado, com as ferramentas de corte tradicionais, o desgaste da ferramenta não pode ser facilmente compensado, podendo ocasionar uma súbita quebra da ferramenta, até mesmo danificando a peça de trabalho (algumas vezes de forma irreparável).

[0018] Além disso, o corte à água também permite mediante um único processo à obtenção de procedimentos de perfuração, desbaste, etc., das bordas das placas idealizadas de formar a acima mencionada parede de contenção.

[0019] De acordo com uma adicional modalidade da invenção, o processamento de eletro-erosão pode, também, ser eficazmente utilizado.

[0020] A parede, preferivelmente, apresenta uma estrutura modular, em particular, para facilitar a inserção através de um poço de inspeção, em um reator previamente existente. As etapas de processamento descritas acima, conseqüentemente, são igualmente aplicadas a módulos ou seções de paredes.

[0021] Adicionais aspectos preferidos do sistema de paredes de acordo com a invenção serão agora descritos.

[0022] Preferivelmente, a parede de contenção acima mencionada apresenta uma espessura na faixa de 1 a 10 mm, preferivelmente, de 3 a 6 mm. Preferivelmente, a parede de contenção acima mencionada também constitui um suporte mecânico para o leito catalítico através das porções impermeáveis a gases. Preferivelmente, a parede de contenção acima mencionada consiste de uma pluralidade de módulos fixados em conjunto, em que cada módulo compreende

as porções permeáveis a gases e/ou as porções impermeáveis a gases.

[0023] As fendas podem ser de qualquer formato, retilíneo ou curvilíneo e podem ser dispostas de qualquer maneira, por exemplo, podem apresentar uma extensão longitudinal ou transversal com relação ao eixo do reator em qualquer tipo de combinação de fendas - retilíneo, curvilíneo ou ambos.

[0024] De acordo com uma modalidade preferida da invenção, o sistema de paredes compreende ainda uma parede de distribuição dotada de porções permeáveis a gás dispostas em um relacionamento espaçado com relação à parede de contenção, de modo a criar um espaço intermediário com a mesma.

[0025] Preferivelmente, as porções permeáveis a gás da parede de distribuição consistem de uma pluralidade de furos feitos na parede. Preferivelmente, as porções permeáveis a gás da parede de distribuição são dispostas lado a lado, na direção das porções impermeáveis a gás da parede de contenção, de modo a evitar o impacto direto dos gases de síntese, que atravessam as porções permeáveis a gás, com o catalisador. Diferentemente, no caso dos sistemas de paredes do estado da técnica acima mencionado, não é possível proteger o catalisador do impacto direto dos gases de síntese provenientes da parede de distribuição.

[0026] A parede de distribuição acima mencionada é convencional per si, podendo ser equipada de meios de espaçamento, também, de um tipo convencional, para manter estável a parede de contenção do catalisador e a parede de distribuição no desejado relacionamento espaçado, também, em condições de grandes esforços mecânicos ou térmicos aos quais as paredes podem ser submetidas no

interior do reator, nas suas condições operacionais normais.

[0027] A principal vantagem do sistema de paredes de acordo com a invenção reside na simplicidade de sua fabricação, uma vez que as porções permeáveis a gás, em outras palavras, as fendas acima mencionadas, são formadas diretamente na espessura dos módulos da parede de contenção do catalisador, portanto, sem ter a necessidade de execução de uma pluralidade de soldas, conforme exigido para fabricar as grades no sistema de paredes descrito no estado da técnica acima mencionado.

[0028] Além disso, a presença de porções impermeáveis a gás proporciona à parede de contenção acima mencionada uma adequada resistência mecânica que torna a mesma, em geral, adequada para suportar os esforços mecânicos e térmicos nas condições de operação normais do reator. Vantajosamente, tal resistência mecânica pode também ser adequada para as exigências específicas de uso no reator, para o qual é idealizado ser adequadamente ajustada à espessura da parede de contenção do catalisador, de modo a satisfazer tais exigências.

[0029] Por exemplo, a espessura da parede de contenção pode ser tal que a parede seja capaz de atuar como um suporte do catalisador, através de suas porções impermeáveis a gases. Alternativamente, a função de suportar o catalisador pode ser parcial ou completamente realizada pela parede de distribuição, mediante adequado ajuste da espessura da mesma, de modo a apresentar uma adequada resistência mecânica.

[0030] Também, deve ser observado que no sistema de paredes de acordo com a invenção, não é necessário se utilizar materiais dispendiosos, tanto para a parede de contenção, como para a parede de distribuição, o

que significa uma substancial economia nos custos de produção.

[0031] Por exemplo, no caso de uso do sistema de paredes de acordo com a invenção em um reator para síntese de amônia, é possível se utilizar um material relativamente barato, como, por exemplo, aço inoxidável, para produzir as paredes de contenção e distribuição, com isso, se obtendo adequada resistência mecânica e também resistência aos efeitos de nitrificação. Em particular, os efeitos negativos sobre a resistência mecânica derivados da nitrificação da superfície podem ser compensados pelo adequado ajuste da espessura das paredes ou, no caso da parede de contenção do catalisador, a distribuição e o número de porções permeáveis a gases e de porções impermeáveis a gases.

[0032] Diferentemente, no caso de sistemas de parede descritos pelo estado da técnica, é necessário se utilizar materiais bastante dispendiosos que são altamente resistentes à nitrificação, como, por exemplo, aços especiais do tipo Inconel® (ligas de ferro-níquel), para os elementos de baixa espessura (por exemplo, as hastes soldadas da grade), a fim de manter uma satisfatória resistência mecânica durante a operação do reator.

[0033] Deve ser também observado que, vantajosamente, as fendas das porções permeáveis a gases podem ser dispostas de acordo com uma predeterminada ordem e número, ao longo de toda a parede de contenção do catalisador, de modo a satisfazer exigências contingenciais e específicas, sem substancialmente comprometer a resistência mecânica da parede por execução de tal procedimento.

[0034] A presente invenção também concerne um reator para a síntese heterogênea de compostos químicos,

compreendendo um casco fechado nas extremidades opostas por meio de respectivas placas de base, uma abertura para a entrada de gases de síntese, uma abertura para a saída de produtos reacionais, pelo menos um leito catalítico e pelo menos um sistema de paredes para pelo menos um leito catalítico, conforme descrito acima.

[0035] O reator de acordo com a invenção pode ser do tipo com cruzamento de gases no leito catalítico ou nos leitos catalíticos, com fluxo radial, axial-radial ou axial.

[0036] Em particular, no caso dos reatores com cruzamento de gases em pelo menos um leito catalítico, com fluxo radial ou axial-radial, o sistema de paredes de acordo com a invenção pode ser disposto sobre um lado de entrada dos gases, em pelo menos um leito catalítico, e/ou um lado de saída dos gases em pelo menos um leito catalítico, com as respectivas paredes de contenção em contato com o catalisador.

[0037] Vantajosamente, com o sistema de paredes de acordo com a invenção, se obtém uma distribuição ótima dos gases de síntese, no lado de entrada de gás, no interior do respectivo leito catalítico, graças ao fato de que os gases que atravessam os furos da parede de distribuição se submetem a uma perda de carga no espaço intermediário entre a parede de distribuição e a parede de contenção, o que permite que a velocidade na entrada dos gases no leito catalítico seja reduzida.

[0038] Entretanto, deve ser observado que outras modalidades do reator são também possíveis, em que a parede de distribuição do sistema de paredes de acordo com a invenção é deixada fora do lado da entrada de gás no respectivo leito catalítico ou sobre o lado de saída de gás do respectivo leito catalítico.

[0039] No reator de acordo com a invenção, os sistemas de paredes dos leitos catalíticos são suportados de um modo convencional no interior do reator. No caso de ser considerado um cartucho para contenção do leito catalítico permeável a gases no interior do reator, os sistemas de paredes para entrada de gás de acordo com a invenção são dispostos na parede interna do cartucho, com as respectivas paredes de contenção em contato com o catalisador dos respectivos leitos catalíticos.

[0040] No caso de reatores com cruzamento de gases em pelo menos um leito catalítico com movimento axial, o sistema de paredes de acordo com a invenção pode ser aplicado sobre a placa de base de entrada de gás e/ou sobre a placa de base de saída de gás inferior do respectivo leito catalítico.

[0041] Vantajosamente, na placa de base de entrada de gás superior, o sistema de paredes de acordo com a invenção pode ser usado no lugar das usuais grades protetoras do catalisador, ao mesmo tempo em que se obtém uma distribuição ótima dos gases de síntese no leito catalítico.

[0042] Adicionais características e vantagens da presente invenção se tornarão evidentes a partir da seguinte descrição de algumas modalidades preferidas, as quais são fornecidas para fins indicativos e não limitativos, fazendo-se referência às figuras anexas.

Breve Descrição das Figuras

- A figura 1 mostra, esquematicamente, uma vista em seção longitudinal de um reator para síntese heterogênea de compostos químicos, incorporando um sistema de paredes para a entrada de gás dentro de um leito catalítico e um sistema de saída de gás proveniente do leito catalítico, de acordo com a invenção;

- A figura 2 mostra, esquematicamente, uma vista em seção transversal do reator mostrado na figura 1;

- A figura 3 mostra, esquematicamente, uma vista em perspectiva de uma seção do sistema de paredes para a entrada de gás e do sistema de paredes para a saída de gás do reator, conforme mostrado na figura 1;

- A figura 4 mostra, esquematicamente, uma vista em perspectiva de uma seção do sistema de paredes para a saída de gás do reator, conforme mostrado na figura 1;

- A figura 5 mostra, esquematicamente, uma vista em perspectiva de uma seção do sistema de paredes para a saída de gás de um leito catalítico, de acordo com uma modalidade alternativa da presente invenção; e

- A figura 6 mostra, esquematicamente, um detalhe de um sistema de paredes, de acordo com uma adicional modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

[0043] Com referência às figuras acima mencionadas, um reator para síntese heterogênea de compostos químicos é globalmente indicado pela referência (1).

[0044] O reator (1) é particularmente adequado para a síntese de amônia, a partir de gases de síntese compreendendo hidrogênio e nitrogênio.

[0045] O reator (1) compreende, substancialmente, um casco cilíndrico (2) fechado nas extremidades opostas por respectivas placas de base, respectivamente, placa de topo (4) e placa de fundo (3). O reator (1) é também provido na placa de base de topo (4) com uma abertura (5) para a entrada de um fluxo gasoso de gases reagentes, e na placa de base ou de fundo (3) com uma abertura (6) para a saída de um fluxo gasoso que compreende os produtos reacionais.

[0046] No interior do casco (2) é formado um leito catalítico anular (7), do tipo que apresenta cruzamento axial-radial, definido lateralmente por respectivos sistemas de parede de acordo com a invenção, globalmente indicado por (8) e (9), respectivamente, para a entrada e saída de gases do leito catalítico (7). As características importantes dos sistemas de paredes (8) e (9) de acordo com a invenção se tornarão mais evidentes no restante da presente descrição.

[0047] O leito catalítico (7) não é fechado no topo para permitir que seja cruzado axialmente por uma porção de fluxo de gases reagentes, sendo também delimitado na base pela placa de base do fundo (3) do reator (1).

[0048] No reator (1) mostrado nas figuras 1 e 2, o sistema de paredes (8) para a entrada de gás é disposto próximo ao casco (2), enquanto o sistema de paredes (9) para a saída de gás é disposto centralmente com relação ao reator (1). Entre o casco (2) e o sistema de paredes (8) para a entrada de gás, é definido, dessa forma, um espaço intermediário anular (10), que permite ao leito catalítico (7) ser cruzado radialmente por uma porção de fluxo gasoso de gases reagentes.

[0049] Por outro lado, o sistema de paredes (9) é fechado no topo por uma cobertura (11) não permeável a gases, de um tipo conhecido. Uma câmara (12) é também provida, se estendendo coaxialmente para o leito catalítico (7), entre o sistema de paredes (9) e a cobertura (11), para enviar os produtos reacionais provenientes de tal leito catalítico para a abertura (6), para saída dos mesmos do reator (1).

[0050] A linha pontilhada (13), representada na figura 1 na extremidade de topo do sistema de paredes (8) para a entrada de gás, delimita o nível máximo que pode

ser alcançado pelo catalisador no interior do leito catalítico (7), e define juntamente com os sistemas de paredes (8) e (9) e com a placa de base de fundo (3) o volume reacional disponível no reator (1).

[0051] Nas figuras 1 e 2 as setas indicam os diversos caminhos seguidos pelos gases no interior do reator e, em particular, através do leito catalítico (7).

[0052] De acordo com a presente invenção, o sistema de paredes (8) para a entrada de gás, assim como, o sistema de paredes (9) para a saída de gás, consiste de duas paredes substancialmente cilíndricas (14), (15), dispostas de modo coaxial e espaçadas, formando um espaço intermediário anular (16) entre as mesmas.

[0053] Mais especificamente (figuras 3 e 4), a parede (14) de cada dos sistemas de paredes (8) e (9) está em contato direto com o catalisador do leito catalítico (7), para contenção lateral do mesmo, e apresenta uma pluralidade de áreas ou porções (17), na forma de faixas circunferenciais, dotadas de uma pluralidade de fendas axiais (18) (isto é, se estendendo em paralelo ao eixo longitudinal do casco (2)), alternando com áreas ou porções "cheias" (19), em outras palavras, sem fendas, também na forma de faixas circunferenciais. As fendas (18) são de um tal tamanho que permitam a livre passagem através das mesmas de gases, mas, que não evitam a passagem do catalisador do leito catalítico (7). Com relação a isso, as fendas (18) podem apresentar uma largura entre 0,3 e 2,5 mm, preferivelmente, entre 0,5 e 1,1 mm.

[0054] As fendas (18), de acordo com a invenção, são obtidas mediante uma técnica de usinagem, escolhida dentre os procedimentos de fresamento, corte a água e eletro-erosão.

[0055] Por exemplo, as fendas são obtidas mediante uma técnica escolhida em que uma folha de metal é idealizada de formar a parede (14) (ou uma seção da mesma); a folha é depois submetida a possíveis processos de acabamento, sendo então laminada, de modo a formar a parede cilíndrica (14) ou parte da mesma.

[0056] A parede de contenção (14) é vantajosamente formada com uma adequada espessura e material, de modo a ter uma satisfatória resistência mecânica durante a operação do reator e, também, sob o efeito da nitrificação ou de outro modo de corrosão. Por exemplo, no caso de um reator para síntese de amônia, a parede de contenção (14) pode ser formada com uma espessura entre 1 e 10 mm, preferivelmente, entre 3 e 6 mm, e o material da parede pode ser qualquer material que tenha resistência normal à nitrificação, como, por exemplo, aço inoxidável. Com relação a isso, deve ser observado que uma parede feita dessa maneira, embora sujeita aos efeitos de nitrificação da superfície, típicos da síntese de amônia, os efeitos enfraquecendo a parede no decorrer do tempo, mantém uma adequada resistência mecânica durante as condições normais de uso do reator (1). Deve ser observado que a parede de contenção (14) pode ser formada com uma adequada espessura, de modo que, além de atuar como uma parede de contenção, também funcione como um suporte mecânico para o leito catalítico (7) através das respectivas porções "cheias" (19), isto é, sem a presença das fendas (8).

[0057] Por outro lado, a parede de distribuição (15) de cada um dos sistemas de paredes (8) e (9) consiste de uma folha de metal de adequada espessura, equipada com uma pluralidade de furos (21), os quais são dispostos no exemplo aqui mostrado em grupos axiais

paralelos, em um predeterminado relacionamento espaçado. De modo mais específico, os furos (21), preferivelmente, se defrontam com áreas ou porções impermeáveis a gases da parede de contenção (14), de modo a evitar o impacto direto dos gases com o catalisador. No exemplo mostrado nas figuras, essas áreas ou porções impermeáveis a gases consistem de áreas ou porções cheias (19), entre as fendas (18) da parede (14).

[0058] No caso do sistema de paredes (8) para a entrada de gás, a função da parede (15) é de essencialmente promover a distribuição uniforme dos gases que se dirigem para o leito catalítico (7), conforme será descrito em maiores detalhes adiante. A parede (15) é feita de um material convencional, por exemplo, aço inoxidável, sendo obtida através de processos convencionais com uma adequada espessura, de acordo com o exigido. Preferivelmente, a parede de distribuição (15) é obtida com uma adequada espessura, de modo a atuar como um suporte mecânico para o leito catalítico (7). A parede de distribuição (15) pode também ser dotada de espaçadores (não mostrado), para estavelmente manter o relacionamento espaçado com a parede de contenção (14), sob o efeito de esforços mecânicos ou térmicos, durante a operação do reator (1).

[0059] Preferivelmente, cada uma das acima mencionadas paredes (14) e (15) de um sistema de paredes (8) ou (9) é formada de módulos longitudinais (não mostrado) de um adequado tamanho, para que possam passar através de um "poço de inspeção" (também não mostrado) do reator (1), os módulos sendo fixados juntos (por exemplo, soldados ou aparafusados), de modo a formar as correspondentes paredes.

[0060] Conforme mencionado anteriormente, o reator (1) compreende um sistema de paredes (8) para a entrada de gases dentro do leito catalítico (7), e um sistema de paredes (9) para a saída dos gases do leito catalítico, cujas paredes (14) e (15) que constituem o sistema, foram descritas até agora com relação a sua estrutura. Deve ser observado que no caso do sistema de paredes (8) para a entrada de gás, a parede de distribuição (15) é disposta externamente (saindo do eixo do reator na direção do casco) com relação à parede de contenção (14) do sistema de paredes (8), formando com o casco (2) o espaço intermediário (10). Desse modo, os gases que atravessam o espaço intermediário anular (10) passam através dos furos (21) da parede de distribuição (15) e se expandem no espaço intermediário (16), entre as paredes (14) e (15), dessa forma, obtendo uma perda de carga que permite aos mesmos gases serem uniformemente distribuídos no leito catalítico (7), após terem cruzado as fendas (18) da parede (14), que se encontra em contato com o catalisador.

[0061] Por outro lado, no sistema de paredes (9) para a saída de gás, a parede (15) é favorecida com relação à parede de contenção (14). Portanto, os gases que radialmente atravessam o leito catalítico (7) são provenientes da mesma, atravessando as fendas (18) da parede (14) do sistema de paredes (9) e, depois, passando através do espaço intermediário (16), dos furos (21) da parede (15), para serem coletados na câmara (12) e, deste ponto, levados para a abertura de saída (6) do reator (1).

[0062] A figura 5 mostra um sistema de paredes para leitos catalíticos de reatores de síntese, de acordo com uma modalidade alternativa da invenção, o sistema sendo globalmente referido por (50). Os elementos do sistema de paredes (50) que são estrutural ou funcionalmente

equivalentes a correspondentes elementos dos sistemas de paredes (8) e (9) anteriormente descritos, devem receber as mesmas referências numéricas.

[0063] O sistema de paredes (50) mostrado na figura 5 (preferivelmente, obtido por fresamento), compreende uma parede de contenção (14) e uma parede substancialmente cilíndrica (15), disposta de modo coaxial e espaçada, de modo a formar um espaço intermediário anular (16) entre as mesmas. Na parede de contenção (14) é possível se distinguir uma pluralidade de fendas (52) com um arco mais curto, uma pluralidade de fendas (53) com um arco mais longo e porções (54) e (55) impermeáveis a gases.

[0064] O sistema de paredes (50), em particular, é adequado para ser aplicado sobre o lado de saída de um leito catalítico atravessado pelos gases com movimento radial ou axial-radial, uma vez que a parede (15) é disposta no interior da parede de contenção (14). Logicamente, caso se inverta a disposição das paredes (14) e (15) relativamente entre si, o sistema de paredes (50) descrito acima pode também ser aplicado sobre o lado de entrada de gás, dentro do leito catalítico.

[0065] A figura 6 mostra, esquematicamente, uma forma e disposição alternativa das fendas da parede de contenção (14), dos sistemas de paredes de acordo com a invenção. Em particular, a figura 6 mostra uma pluralidade de fendas (60), dispostas axialmente, cada fenda apresentando substancialmente o formato de espiral. A forma de modelo em espiral pode ser obtida por meio de procedimentos de corte a água ou de eletro-erosão. Essa disposição das fendas em formato de espiral oferece, de forma vantajosa, uma maior superfície disponível para o cruzamento de gases, para a mesma resistência mecânica da parede de contenção (14).

[0066] Vantajosamente, a parede de contenção (14) apresenta fendas ligeiramente alargadas e/ou mais longas em um lado, como conseqüência do procedimento de fresamento ou do processamento de corte a água. Nesse caso, a parede (14) é disposta com a superfície tendo as fendas mais longas e/ou alargadas em contato direto com o leito catalítico (7). Esse adicional expediente reduz a obstrução das fendas em si, facilitando a expulsão de possíveis grãos ou partes do catalisador.

[0067] Logicamente, um especialista versado na técnica poderá proporcionar numerosas modificações e alternativas para o sistema de paredes e reator descritos acima, o que será integralmente coberto pelo escopo de proteção das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de paredes (8; 9; 50) para leitos catalíticos de reatores químicos (1), compreendendo pelo menos uma parede de contenção (14) de um leito catalítico (7) idealizada para contato direto com o mesmo, a parede (14) tendo uma pluralidade de porções permeáveis a gás (17) e uma pluralidade de porções impermeáveis a gás (19; 54; 55), cada uma das porções permeáveis a gás (17) sendo dotada de uma pluralidade de fendas (18; 52, 53; 60; 70) tendo um tamanho tal que permite a livre passagem dos gases de síntese, mas evita a passagem do catalisador através das mesmas; caracterizado pelo fato de que a parede de contenção (14) é dotada de fendas (18; 52, 53; 60; 70), que são mais amplas na direção longitudinal sobre um lado idealizado para contato direto com o catalisador, com relação à amplitude das fendas sobre o lado oposto da parede de contenção, as fendas podendo ser obtidas por um processo de fresamento, em que é usado um disco de fresamento, de modo que o lado da parede de contenção no qual as fendas apresentam uma maior extensão corresponda ao lado de entrada da ferramenta de fresa, enquanto o lado oposto da parede de contenção corresponde ao lado de saída da ferramenta de fresa; em que a parede de contenção (14) é dotada de fendas (18; 52, 53; 60; 70) que são alargadas na direção da largura e que podem ser obtidas mediante um processo de corte a água.

2. Sistema de paredes (8; 9; 50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a parede de contenção (14) consiste de uma pluralidade de módulos, em que cada módulo compreende as porções (17) permeáveis a gases e/ou as porções (19; 54, 55) impermeáveis a gases.

3. Sistema de paredes (8; 9; 50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender

adicionalmente uma parede de distribuição (15) dotada de porções permeáveis a gás (21) dispostas em relacionamento espaçado com a parede de contenção (14), de modo a criar um espaço intermediário (16) com a mesma.

4. Sistema de paredes (8; 9; 50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as porções permeáveis a gás da parede de distribuição (15) consistem de uma pluralidade de furos (21) feitos na parede (15), que se defrontam com as porções (19; 54, 55) impermeáveis a gás da parede de contenção (14) do leito catalítico (7).

5. Sistema de paredes (8; 9; 50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as fendas (60, 70) se apresentam no formato de "S".

6. Sistema de paredes (8; 9; 50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as fendas (18) apresentam uma largura entre 0,3 e 2,5 mm, preferivelmente, entre 0,5 e 1,1 mm.

7. Reator (1) para síntese heterogênea de um composto químico, caracterizado pelo fato de conter pelo menos um sistema (8; 9; 50) de paredes, do tipo definido na reivindicação 1, para a contenção de pelo menos um leito catalítico (7), em que o reator compreende adicionalmente um casco fechado (2) nas extremidades opostas por respectivas placas de base (3, 4), uma abertura (5) para a entrada do gás de síntese, uma abertura (6) para a saída dos produtos reacionais, pelo menos um leito catalítico (7).

8. Reator (1), de acordo com a reivindicação 7, compreendendo adicionalmente um sistema de paredes (8; 9; 50) do tipo definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a parede de contenção (14) do leito catalítico é disposta de modo a que o lado com fendas alargadas ou mais longas esteja em contato com o leito catalítico.

9. Processo para produção de uma parede de contenção (14) de um leito catalítico (7) para um reator químico contendo um sistema de paredes (8, 9, 50) do tipo definido na reivindicação 1, compreendendo a etapa de usinar uma folha de metal plana idealizada para formar a parede (14) ou uma seção da mesma e compreendendo um método de processamento por fresamento, para obter uma pluralidade de fendas sobre a folha, as fendas apresentando um tamanho de modo a permitir a passagem livre dos gases, mas evitando a passagem do catalisador através das mesmas, caracterizado pelo fato de que a etapa de fresar é realizada com controle do elemento cortador ou pluralidade de elementos cortadores da fresa, obtendo fendas mais estendidas na direção longitudinal do corte, sobre o lado de entrada da ferramenta de fresa, com relação ao lado de saída da ferramenta de fresa.

10. Processo para produção de uma parede de contenção (14), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a folha é submetida a um processamento de corte a água com obtenção de fendas alargadas.

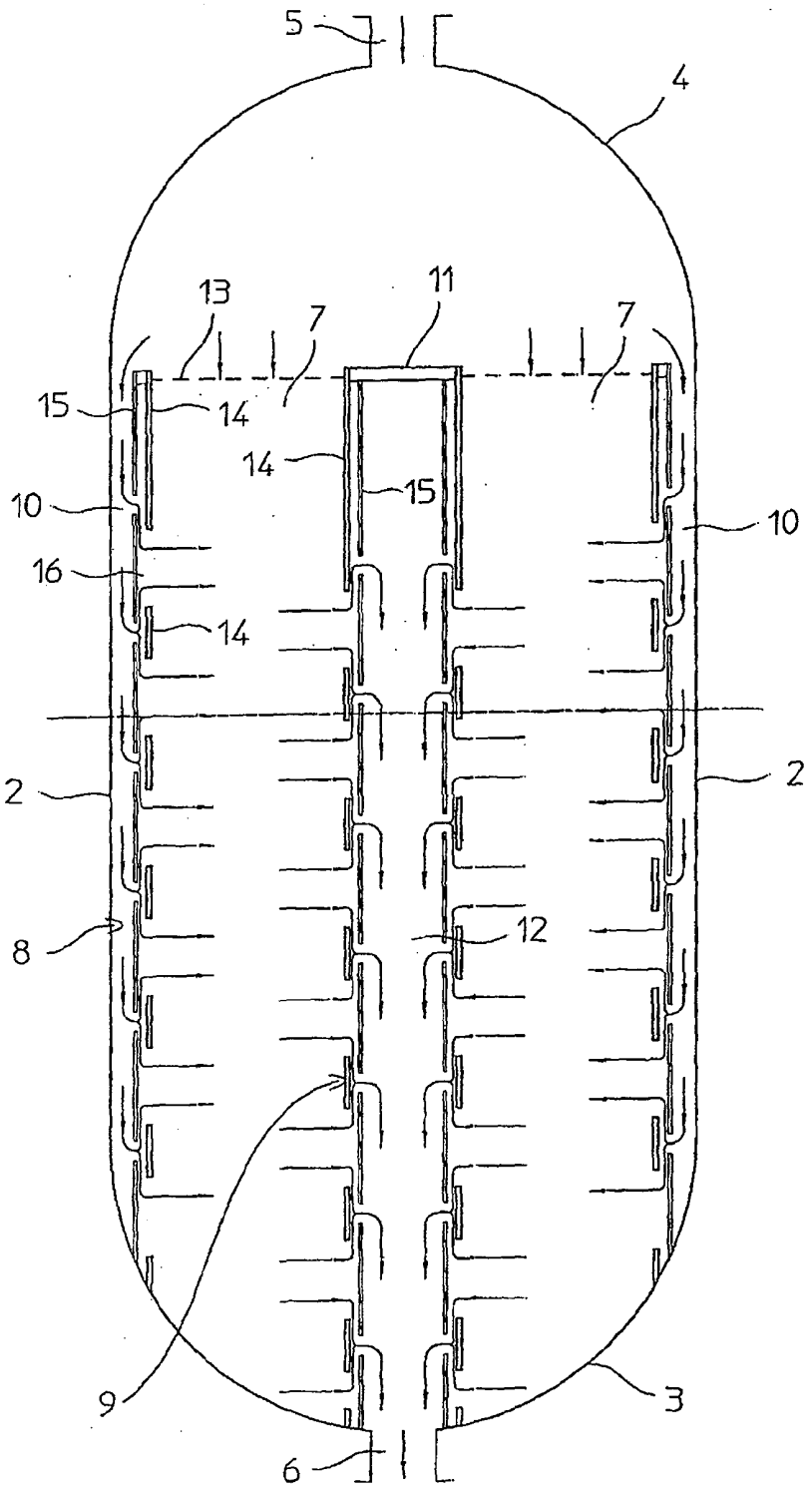


Fig. 1

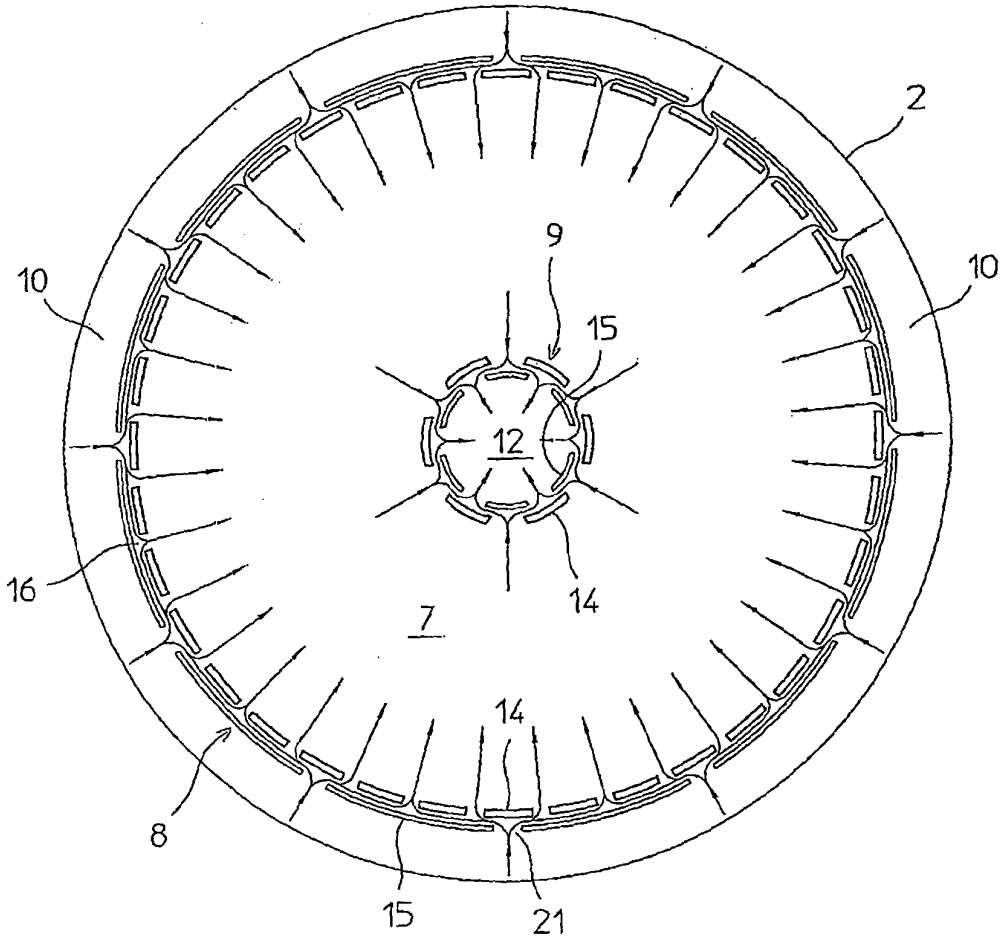


Fig. 2

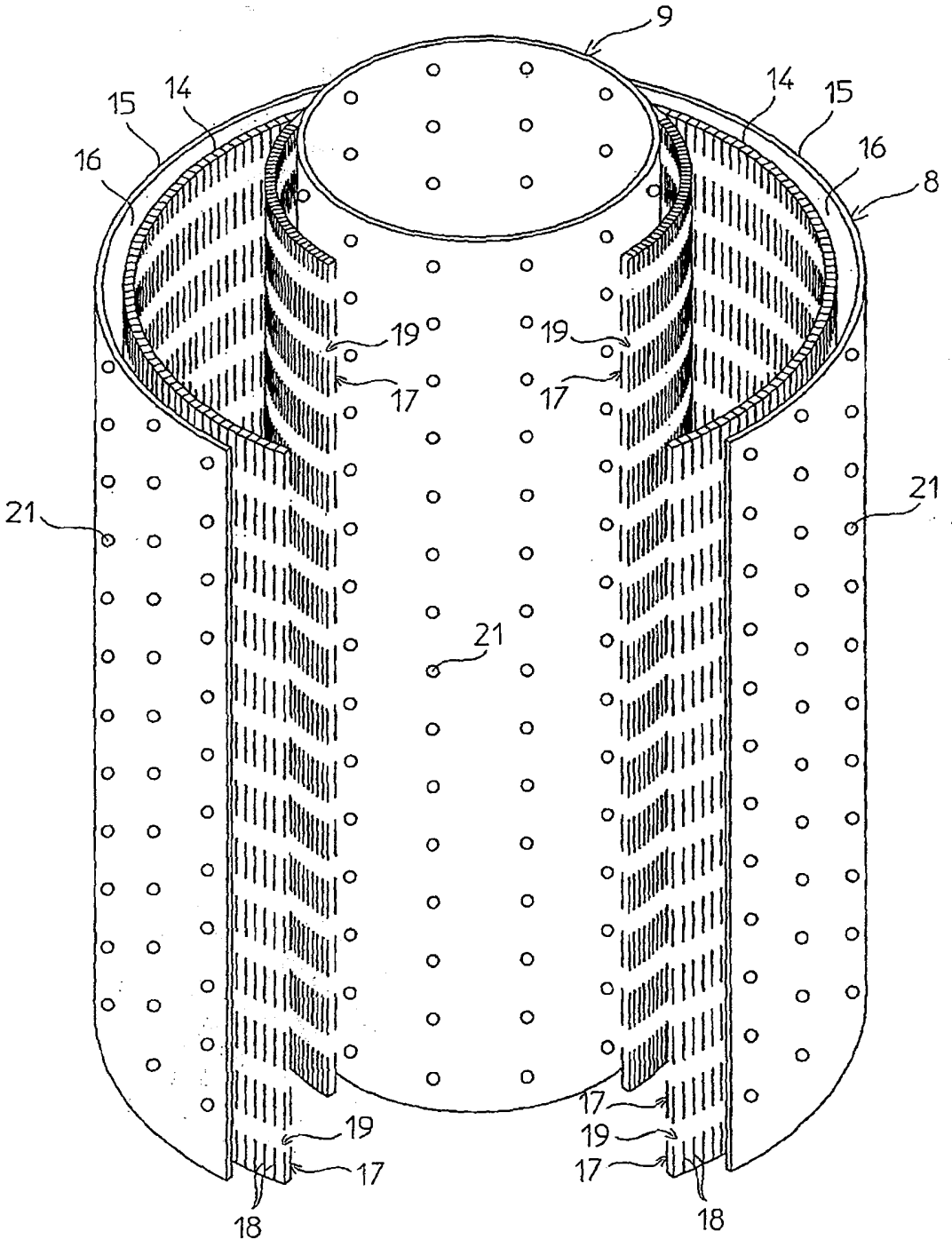


Fig. 3

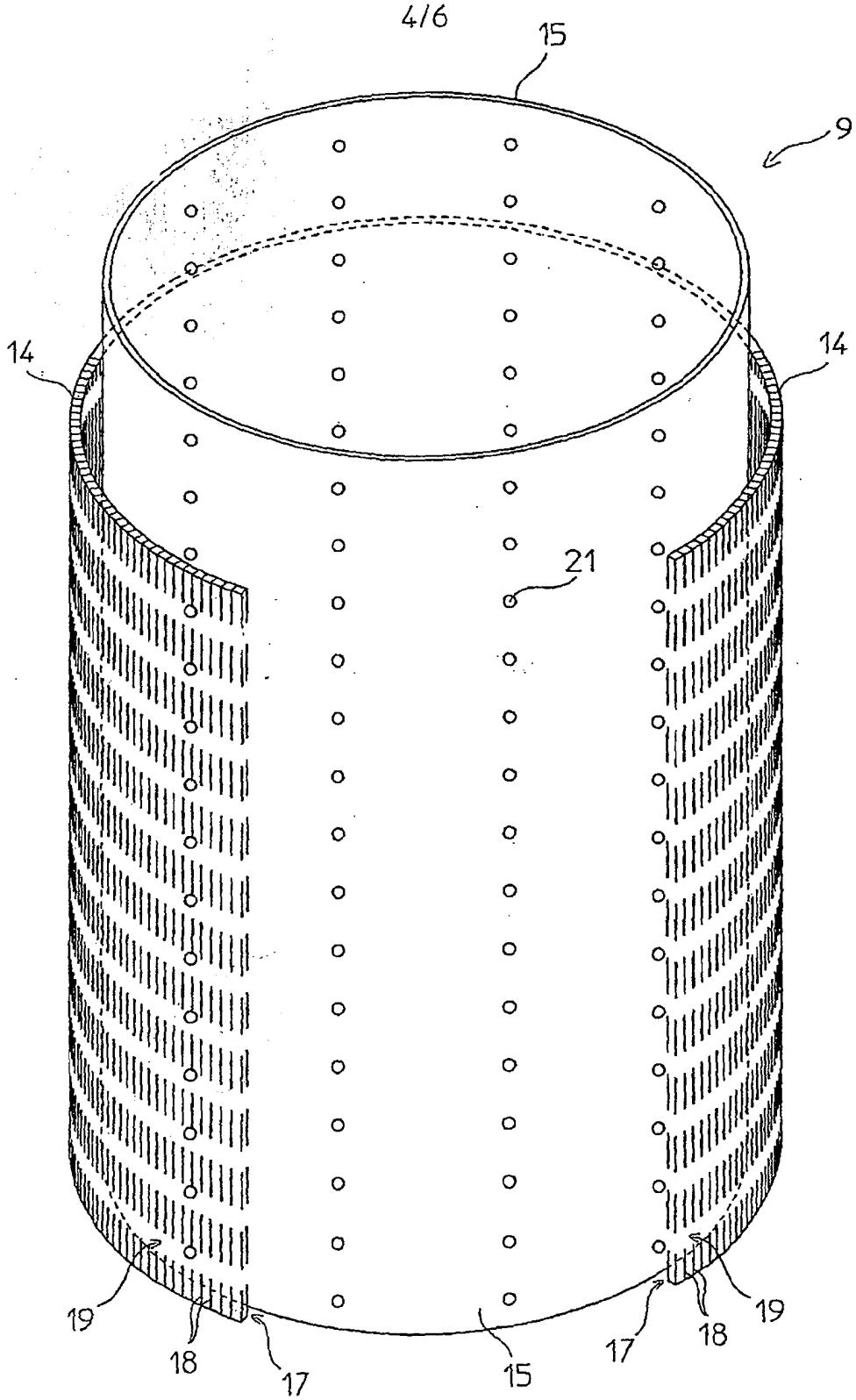


Fig. 4

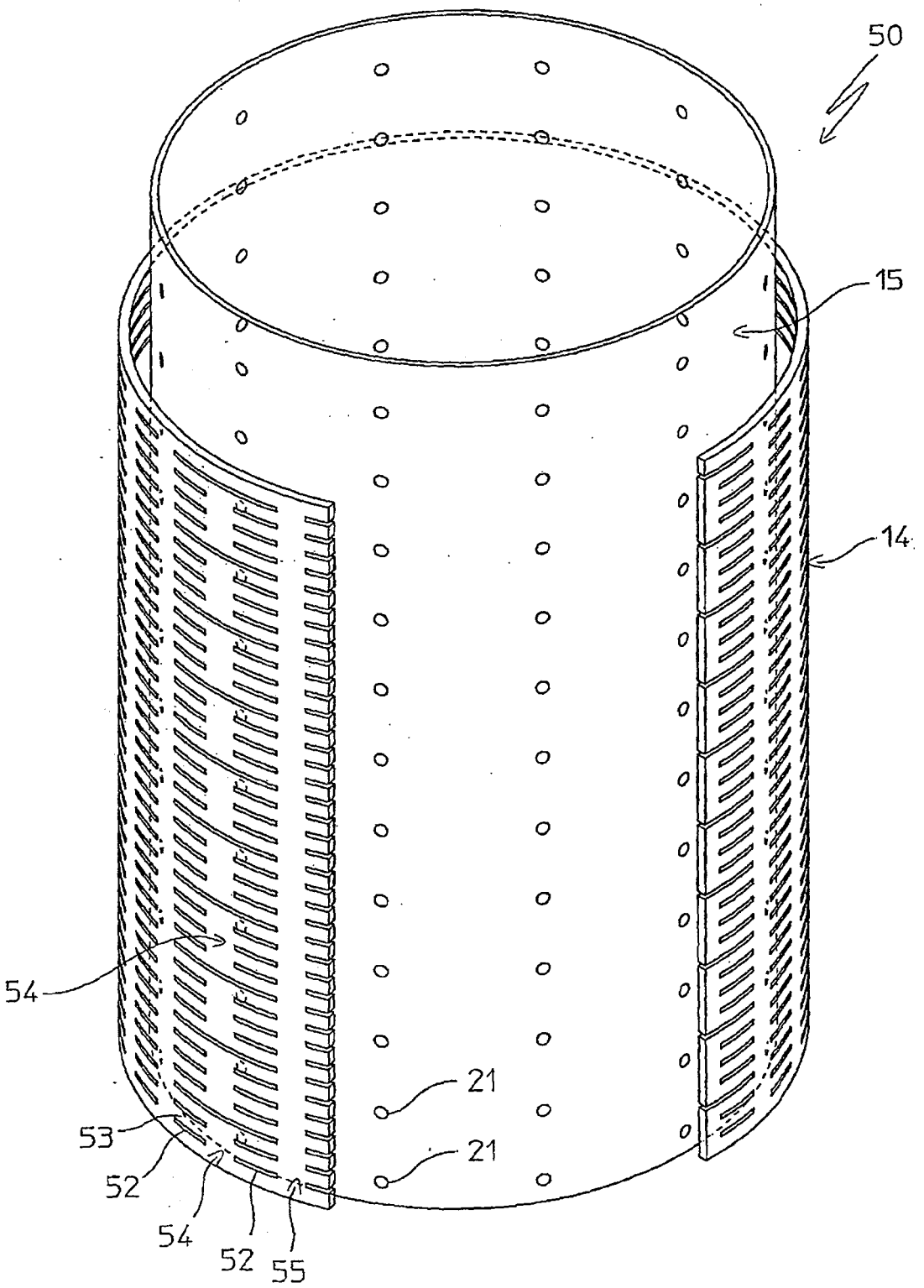


Fig. 5

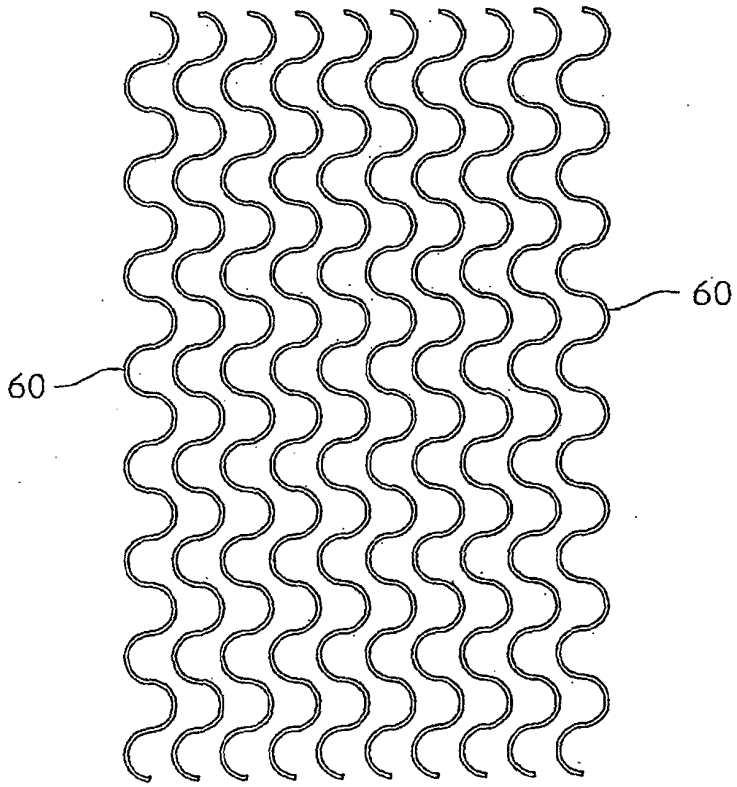


Fig. 6