

(11) *Número de Publicação:* PT 92835 B

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)

F01N003/28 A

B01D053/38 B

B32B001/00 B

F01N007/08 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1990.01.10	(73) <i>Titular(es):</i> MOHAMMED BOUBEHIRA 208 AVENUE FRANKLIN ROOSEVELT 69500 BRON FR
(30) <i>Prioridade:</i> 1989.02.16 FR 89 02370	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1991.09.13	(72) <i>Inventor(es):</i>
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 04/96 1996.04.10	(74) <i>Mandatário(s):</i> ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* REACTOR QUÍMICO COM CATÁLISE, ESPECIALMENTE PANELA CATALÍTICA PARA VEÍCULOS AUTOMÓVEIS E RESPECTIVO PROCESSO DE CONVERSÃO QUÍMICA

(57) *Resumo:*

[Fig.]

**DESCRIÇÃO**  
**DA**  
**PATENTE DE INVENÇÃO**

**N.º 92 835**

**REQUERENTE:** MOHAMMED BOUBEHIRA, francês, industrial, residente em 208 Avenue Franklin Roosevelt , 69500 Bron, França.

**EPÍGRAFE:** " REACTOR QUÍMICO COM CATÁLISE, ESPECIALMENTE PANELA CATALÍTICA PARA VEÍCULOS AUTOMÓVEIS E RESPECTIVO PROCESSO DE CONVERSÃO QUÍMICA "

**INVENTORES:**

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883.  
França com o nº. 89 02 370 em 19 de Fevereiro de 1989.



"Reactor químico com catalise, especialmente panela catalítica para veículos automóveis e respectivo processo de conversão química"

para que

MOHAMMED BOUBEHIRA, pretende obter  
privilegio de invenção em Portugal.

### R E S U M O

O presente invento refere-se a um reactor químico (2) destinado ao tratamento por reacção química de uma mistura gasosa, em contacto com um material catalítico, compreendendo o dito reactor um recipiente de tratamento (17) munido com uma entrada (23) para a mistura gasosa a tratar, e com uma saída (24) para a mistura tratada, incluindo os produtos da dita reacção química, uma massa (251 a 257) de material catalítico disposta no recipiente permeável à passagem da mistura gasosa entre a entrada e a saída do recipiente, e sendo, o material catalítico na forma sólida, constituído, no essencial, pela matéria cataliticamente activa em relação à dita reacção química, por exemplo um metal, com a exclusão de qualquer substrato para o suporte superficial da dita matéria, caracterizado por a matéria cataliticamente activa retida ser fabricável por sinterização e o material catalítico ser obtido por uma sinterização parcial da matéria activa, deixando subsistir nesta última passagens ou poros abertos (1a), para a circulação interna da mistura gasosa a tratar em contacto com a superfície da matéria activa.

O presente invento refere-se também ao processo de conversão química na presença de vapor de água e num só passo, dos principais poluentes dos gases de escape de um motor térmico (3) de combustão interna, caracterizado por, pela realização da reacção química dita de gás na água se transformar os hidrocarbonetos não queimados e o monóxido de carbono em anidrido carbónico e hidrogénio, reduzindo este último os óxidos de azoto.



-2-

MEMÓRIA DESCRITIVA

O presente invento refere-se de maneira geral aos reactores quimicos destinados ao tratamento por reacção quimica de uma mistura gasosa, por contacto com um material catalitico apropriado, especifico à anteriormente citada reacção quimica.

Tais reactores quimicos podem ter utilização em todos os géneros de dominios técnicos. Sendo assim, o presente invento dedica-se mais particularmente, mas não exclusivamente ao tratamento ou à conversão quimica de efluentes gasosos, compreendendo poluentes diversos tais como dióxido de enxofre, óxidos de azoto, hidrocarburetos não queimados, monóxido de carbono, etc...; tais efluentes resultam, em particular, de processos de combustão tais como os encontrados nas caldeiras individuais, colectivas ou industriais.

A titulo preferencial, o invento interessa-se pela despoluição dos gases de escape de um motor térmico de combustão interna, isto é de conversão quimica, na presença de materiais cataliticos apropriados, dos efluentes gasosos da combustão de diferentes combustiveis ou produtos petroliferos, tais como gasolina, gasóleo, etc... A este titulo, o invento dedica-se às painelas cataliticas, tais como as já utilizadas e propostas para veiculos automóveis, particulares ou utilitários, as quais constituem reactores quimicos no sentido da definição geral precedente.

Em conformidade com o documento US-C-3 247 665, foi proposta uma painela catalitica constituindo a painela de escape ou silencioso, comunicando com o colector de escape de um motor de combustão interna. Esta painela catalitica constituindo o reactor quimico inclui:

- uma parede de conjunto delimitando, de um lado um distribuidor dos gases de escape recebidos do motor térmico, e do outro lado um colector dos gases de escape tratados ou convertidos

- uma pluralidade de recipientes cilindricos de tratamento quimico, dispostos entre o distribuidor e o colector, cada um



munido com uma entrada para uma parte dos gases de escape a tratar, e com uma saída para a dita parte dos gases tratados ou convertidos; em cada recipiente esta disposta uma massa de um material catalítico, permeável à passagem dos gases entre a entrada e a saída do recipiente; este material catalítico na forma sólida é constituído, essencialmente, por uma matéria cataliticamente activa em presença da oxidação dos gases de escape, no caso presente um metal tal como o aço inoxidável sob forma de lâ; o material catalítico é pois constituído essencialmente pela própria matéria catalítica na forma dividida, excluindo todo o substrato para o suporte superficial da dita matéria.

Uma tal solução apresenta diferentes inconvenientes.

O material catalítico está, antes do mais, sob uma forma física, a saber embrulhada de fibras metálicas mais ou menos longas, não permitindo controlar a permeabilidade da massa catalítica de um dado recipiente e então o tempo de passagem efectiva dos gases tratados neste recipiente. De seguida, esta permeabilidade evolui com o tempo, pois que as fibras amontoam-se progressivamente, entravando assim a passagem dos gases.

A conversão química retida, a saber pós-combustão sem chama dos hidrocarburetos não queimados e do monóxido de carbono, por um lado não permite tratar ou converter os óxidos de azoto, e por outro lado necessita sobretudo a adição prévia de ar ou oxigénio complementar, o que complica a alimentação ou a construção da panela catalítica.

A forma de construção da panela catalítica não permite manter a temperatura de trabalho do material catalítico, pelo efeito único do calor sensível dos gases de escape e do calor de combustão, numa zona favorável para rendimento óptimo de conversão da reacção de oxidação.

O presente invento tem por objectivo remediar os inconvenientes anteriormente citados.

O presente invento tem por objectivo, em primeiro lugar, um material catalítico, constituído essencialmente pela própria



matéria catalítica, tendo uma permeabilidade intrínseca controlada ou controlável.

O invento tem igualmente por objectivo um material catalítico específico para uma conversão química dos gases de escape, sem adição prévia de ar ou de oxigénio, permitindo igualmente o tratamento dos óxidos de azoto.

O invento tem também por objectivo um modo de construção do reactor ou panela catalítica, que leva a sua temperatura de trabalho para uma zona favorável a um rendimento óptimo.

Estes objectivos são satisfeitos de acordo com o invento pelas seguintes características técnicas essenciais consideradas isoladamente ou em combinação.

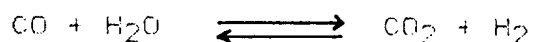
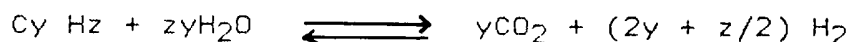
A matéria catalítica activa retida é fabricável por sinterização, e o material catalítico, necessário para constituir a massa disposta no recipiente de tratamento, é obtido por uma sinterização parcial da matéria activa, deixando subsistir nesta última passagens ou poros abertos, para a circulação interna da mistura gasosa a tratar em contacto com a superfície da matéria activa.

Uma tal morfologia do material catalítico, sob forma de conglomerado de grãos ligados entre si, permite multiplicar os locais activos de catálise, e melhorar portanto a eficiência da matéria catalítica activa.

No presente invento convém distinguir o sentido do termo "matéria catalítica", que designa o produto tendo um efeito catalítico em relação à ou às reacções químicas de tratamento de gases, do termo "material catalítico", que designa o produto final disposto no recipiente de tratamento, obtido por sinterização, especialmente a partir da matéria catalítica de partida.

A matéria activa catalítica é específica à reacção química dita de gás na água, e consistindo nos seguintes equilíbrios químicos:

-5-



Estas duas reacções permitem, por um lado tratar os hidrocarburetos não queimados e o monóxido de carbono, mesmo na ausência de oxigénio e por outro lado formar o hidrogénio que pode tratar os óxidos de azoto, tais como NO segundo a seguinte reacção:



A parede da panela catalitica, e/ou a do recipiente de tratamento são feitas como uma sanduiche de materiais plásticos compreendendo, do exterior para o interior, uma pelicula externa de material estratificado antichoque, uma alma de espuma plástica anti-inflamável, e uma pelicula interna resistente à corrosão, especialmente a temperaturas elevadas.

Uma tal estrutura em sanduiche ou compósita permite fornecer um bom isolamento térmico, mas também uma boa inércia térmica, colocando em conjunto o material catalitico numa zona de temperatura relativamente mais elevada, da ordem de 300 a 400°C, favorável a um rendimento óptimo das reacções químicas de conversão. Pelas mesmas razões, uma tal estrutura permite a activação quase imediata da matéria catalitica, sob o efeito do calor sensível dos gases de escape.

Para terminar, o presente invento pode ser vantajosamente realizado de acordo com as seguintes modalidades:

- o recipiente de tratamento constitui um cartucho consumível e interpermutável, de acordo com, ou em função da taxa, de inactivação do material catalitico contido pelo dito cartucho.

- a panela catalitica estar disposta de modo a permitir o acesso ao dito cartucho, e substituição de um cartucho usado por um cartucho novo, com fecho da panela.

Esta solução é em particular economicamente compatível com matérias cataliticas pouco caras tais como o ferro ou o cobre, em



relação às matérias catalíticas muito mais raras, tais como os metais nobres, por exemplo platina. Esta solução conduz a um novo conceito de panela catalítica ou de panela de escape, sujeita a manutenção periódica como o motor ou seu filtro de óleo, por substituição do cartucho de tratamento catalítico. Uma tal substituição pode ter lugar após o controlo da sua eficiência, por exemplo com um banco de análise dos gases de escape evacuados de veículos automóveis. As garagens e estações de serviço actuais podem proceder a uma tal substituição, sem equipamentos ou ferramentas suplementares.

O presente invento é agora descrito com referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a figura 1 representa em escala ampliada um grão de um material catalítico de acordo com o invento, com separação parcial mostrando a estrutura interna do dito material;

- a figura 2 representa, sempre em escala ampliada, uma pastilha de um material catalítico de acordo com o invento;

- a figura 3 representa uma bolacha de um material catalítico de acordo com o invento;

- a figura 4 representa, de maneira esquemática, um veículo automóvel equipado com uma panela catalítica de acordo com o invento, e mais precisamente o circuito de circulação dos gases de escape a partir de motor térmico de combustão interna;

- a figura 5 representa, em corte axial, uma panela catalítica de acordo com o invento, com escoamento paralelo ao eixo da dita panela;

- a figura 6 representa uma panela catalítica de acordo com o invento, sempre em corte axial, com escoamento perpendicular ao eixo da dita panela;

- a figura 7 representa em corte transversal, a parede de um reactor químico ou panela catalítica de acordo com o presente invento.

De acordo com a figura 1, a matéria catalítica de acordo com





o invento apresenta-se sob forma sólida, mas dividida, por exemplo sob forma de partículas ou grãos (1). Cada grão, ou particular, é constituído no essencial e na massa, pela matéria cataliticamente activa em relação à ou às reacções químicas a que ela será sujeita aqui em seguida. Esta matéria activa ao nível catalítico é pelo menos um produto escolhido do grupo compreendendo o ferro, o níquel, o óxido cuproso, o cobre, o cobalto, o crómio e o cádmio. As matérias cataliticamente activas, retidas de acordo com o presente invento, são fabricáveis por sinterização, e cada grão (1) do material catalítico é obtido por uma sinterização parcial da matéria activa, deixando subsistir nesta última passagens ou poros (1a) abertos, permitindo posteriormente uma circulação interna da mistura gasosa a tratar, em contacto com a superfície interna da matéria activa essencial dos grãos (1). Por consequência, de acordo com o invento, é todo o substrato dos grãos (1) que é constituído pela matéria catalítica activa e não somente a superfície interna alongada dos grãos (1).

Preferencialmente, os grãos (1) são obtidos por sinterização de pós tendo partículas inferiores a 60  $\mu\text{m}$ , e compreendem em particular entre 0,1 e 10  $\mu\text{m}$ .

Os pós parcialmente sinterizados de acordo com o invento podem compreender, além da matéria activa ao nível catalítico, outros elementos ou produtos diferentes, inertes ou não em relação à reacção química catalisada, desde que os ditos produtos sejam aptos a serem sinterizados em conformidade com o invento; é assim que se pode misturar sílica ao pó a sinterizar.

De acordo com a figura 2, a sinterização parcial dos pós de acordo com o invento permite obter pastilhas, em vez e em substituição dos grãos ou grânulos de acordo com a figura 1.

De acordo com a figura 3, a sinterização parcial permite obter em maior escala, bolachas de material catalítico de acordo com o invento.

De acordo com a figura 4, o material catalítico, fabricado de acordo com qualquer uma das figuras de 1 a 3, é executado numa



panela catalitica (2), constituindo um reactor quimico particular, para o tratamento ou conversão quimica, em presença de vapor de água e numa só etapa, dos principais poluentes dos gases de escape de um motor térmico (3) de combustão interna. Estes gases de escape são colectados à saída do motor (3) num colector (4), enviados por uma canalização (5) à entrada (2a) da panela catalitica (2), e evacuados, depois de tratamento quimico à saída (2b) da panela (2) pelo tubo (30).

Como descrito aqui em seguida, esta panela catalitica, graças à matéria catalítica retida e à zona escolhida das temperaturas de trabalho, permite levar a cabo a reacção quimica dita de gás na água, anteriormente explicitada, e permitindo transformar os hidrocarbonetos não queimados e o óxido de carbono, em gás carbónico e hidrogénio, este último reduzindo os óxidos de azoto.

O reactor quimico ou panela catalitica (2) é delimitada por uma parede composta dum corpo cilíndrico (6), e duas placas de fecho, a montante (7) e a jusante (8), comportando respectivamente a entrada (2a) e a saída (2b), representadas na figura 4. As placas (7) e (8) estão dispostas para permitir, por exemplo por meio de parafusos e de roscas apropriadas, serem amoviveis em relação ao corpo (2), e permitir assim o acesso ao interior deste último.

A parede constituída pelo corpo (2) e pelas placas (7) e (8), é realizada em materiais compósitos tais como os representados na figura 7. Trata-se de um sanduiche de materiais plásticos compreendendo do exterior para o interior:

- uma película externa (9) tendo propriedades antichoque, constituída por um estratificado de uma resina apropriada, na qual são incorporadas fibras de reforço; preferencialmente, a resistência aos choques obtida pelo estratificado é de pelo menos igual a  $50 \text{ KJ/m}^2$ ,

- uma alma (10) em espuma de plástico anti-inflamável, por exemplo em espuma fenólica modificada, tendo boas propriedades de amortecimento das vibrações,



- uma película interna (11) em estratificado, por exemplo em epóxi-vinilica, reforçada por fibras inertes, tendo uma boa resistência à corrosão originada pelos gases de escape, incluindo a alta temperatura,

- eventualmente um revestimento interno (12) suplementar, assegurando ou reforçando a protecção contra a corrosão, tais como silicones, ou um polímero de flúor.

As fibras de reforço podem ser de todos os tipos, desde que sejam inertes em relação à resina que elas reforçam. Pode tratar-se de fibras longas ou curtas, de fios, de tecidos, ou de emaranhados, em particular de fibra de vidro.

Obtém-se assim um corpo de reactor químico particularmente leve, e tendo por exemplo uma massa específica inferior a  $1,9 \text{ g/cm}^3$ , e apresentando muito boas propriedades de isolamento e de inércia térmica favoráveis às reacções químicas desenvolvendo-se no reactor (2). O interior do reactor (2) é constituído por dois compartimentos sucessivos (13) e (14), da entrada (2a) à saída (2b).

O primeiro compartimento (13) está limitado, por um lado por um muro (6a) fazendo parte do corpo cilíndrico (6), sobre o qual repousa uma grelha (15), e por outro lado pela placa de fecho (7). No interior deste compartimento está disposto um material filtrante (16), com forma de um feltro, por exemplo de lã de vidro, formado de folhas consecutivas e adjacentes. O material (16) serve, não somente para filtrar e reter as partículas em suspensão nos gases de escape, mas também para retardar estas últimas, amortecendo ao mesmo tempo o ruído ligado ao escape do motor (3).

O segundo compartimento (14) comporta um cartucho substituível (17), ou circuito de tratamento químico propriamente dito. Este cartucho é mantido de forma amovível, a partir da placa de fecho (7), graças aos parafusos (18) e (19) cuja haste atravessa orifícios apropriados na placa (7) e no muro (6a), para cooperar com as roscas (20) e (21) previstas sobre o cartucho (17). Por conseguinte, desaparafusando os parafusos (18) e (19),



pela manipulação das suas cabeças (18a) e (19a) com uma ferramenta, e pela abertura da placa de fecho (8), é possível aceder ao cartucho (17), e de o extrair do corpo (6).

O cartucho (17) propriamente dito é constituído a partir de materiais plásticos compósitos, tais como os anteriormente descritos com referência à figura 7, por montagem e colagem de um corpo cilíndrico (22), e de duas placas perfuradas circulares, de entrada (23) e de saída (24). No interior do cartucho são dispostas diversas camadas (251 a 257) de partículas do material catalítico de acordo com a figura 1, separadas entre si pelas grelhas (261 a 266).

A título de variante, as diferentes camadas (251 a 257) do cartucho (17) podem ser substituídas por um empilhamento de bolachas de acordo com a figura 3, separadas como anteriormente pelas grelhas (261 a 266).

De acordo com a figura 5, representou-se um cartucho de tratamento químico, com escoamento paralelo.

Em conformidade com a figura 6, representou-se uma panela catalítica, com cartucho (17) de tratamento químico, com escoamento perpendicular ao eixo da panela ou do cartucho. Na figura 6, as mesmas referências numéricas que as da figura 5 designam elementos idênticos ou tendo as mesmas funções.

De acordo com a figura 6, o ressalto (6a) do corpo (6) está munido com uma rosca (6b), permitindo o aparafusamento ou desaparafusamento de uma cabeça exterior e roscada (50a) de um tubo (50) fazendo parte do cartucho (17). Esta última é constituída por placas estanques (51) e (52), ligadas ao tubo axial (50), o qual passa por uma perfuração central da placa (51) e está fechada na outra extremidade pela placa (52). O tubo (50) é perfurado na sua parte interna, para permitir a passagem radial dos gases tratados, do eixo até a periferia do cartucho (17).

Como anteriormente, diferentes camadas ou bolachas (251 a 257) de material catalítico são empilhadas entre as duas placas circulares (51) e (52), estas camadas ou bolachas estando como anteriormente separadas por grelhas (261 a 266). A periferia

70 500

DoG/BL/T 05 B 1188 EXT/PT



-11-

cilíndrica do cartucho (17) é fechada por uma grelha (53), permitindo a evacuação dos gases tratados.

Como o mostra a figura 4, a panela catalítica de acordo com o invento, formando silencioso, comunica de maneira estanque pela conduta (5) com o escape (4) do motor (3), tendo em conta a reacção de tratamento escolhida, a saber a do gás na água. É também preferível nestas condições prever um tubo de ligação (5) em material compósito, de maneira a evitar todo o arrefecimento substancial dos gases de escape através da panela catalítica (2).

REIVINDICAÇÕES

1 - Painel catalítico (2), destinado à conversão química num único passo dos principais poluentes dos gases de evacuação de um motor térmico de combustão interna (3), a qual compreende um recipiente de tratamento munido com uma entrada (23) para os gases de evacuação a tratar, e com uma saída (24) para os gases de evacuação tratados, uma massa (251 a 257) de um material catalítico, disposta no dito recipiente, permeável à passagem dos gases de evacuação, entre a entrada e a saída do recipiente, e sendo o dito material catalítico constituído por uma matéria catalítica, com a exclusão de qualquer substrato para o suporte da dita matéria catalítica, fabricado por meio de uma fritagem parcial, deixando subsistir passagens ou poros abertos (1a) para a circulação interna dos gases de evacuação, em contacto com a matéria catalítica, caracterizada por, os gases de evacuação compreendendo, no essencial, o vapor de água, o monóxido de carbono, hidrocarbonetos não queimados e óxidos de azoto, sem juntar ar ou oxigénio complementares, a matéria catalítica específica da reacção química do gás com a água, ser constituída no essencial por um metal ou mistura de metais escolhidos no grupo que compreende o ferro, o níquel, o cobre, o cobalto, o cromo, e o cádmio, circulando os gases de evacuação em contacto com a superfície metálica do material catalítico.

2 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o material catalítico estar na forma de partículas (1), por exemplo, grãos, ou grânulos, ou pastilhas.

3 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 1, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o material catalítico ser fabricado com a forma de bolachas.

4 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por a massa de material catalítico consistir, pelo menos, numa camada de partículas do dito material, disposta entre duas grelhas (23, 24, 261 a 266), que retêm as ditas partículas, e isto entre a entrada (23) e a saída (24) do recipiente de tratamento.

5 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por a massa de material catalítico consistir, pelo

menos, numa bolacha do dito material, retida entre a entrada (23) e a saída (24) do recipiente de tratamento (17).

6 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por incluir uma parede de conjunto (6, 7, 8) que delimita um recinto, no interior do qual está disposto o recipiente de tratamento (17), e a dita parede ser uma sanduíche plástica, que compreende do exterior para o interior, uma película exterior (9) de material estratificado antichoque, uma alma (10) de espuma plástica anti-inflamável e uma película interna (11) em material estratificado, resistente à corrosão a temperaturas relativamente elevadas.

7 - Painel catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por, por um lado, o recipiente de tratamento (17) constituir um cartucho consumível e interpermutável, de acordo com a taxa de inativação de material catalítico contido pelo dito cartucho e, por outro lado, a painel catalítico (2) estar disposta de modo a permitir o acesso ao dito cartucho e a substituição de um cartucho usado por cartucho novo, com fecho da painel.

8 - Veículo automóvel munido com um motor térmico de combustão interna (3), equipado com uma painel catalítico (2), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por a painel catalítico (2) estar em comunicação com o coletor de escape (4) do motor térmico, de modo estanque, quer dizer, sem introdução de ar auxiliar à conversão química dos poluentes.

9 - Veículo de acordo com a reivindicação 8, caracterizada por o encanamento (5), que liga o coletor de escape e a painel catalítico (2), ser realizado num material plástico compósito.

Lisboa, 10. JAN. 1990

Por MOHAMMED BOUBEHIRA

- O AGENTE OFICIAL -

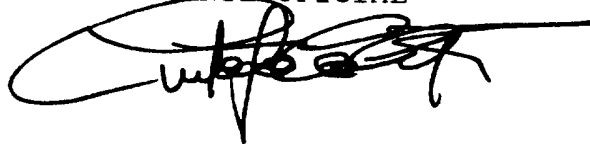




FIG.1

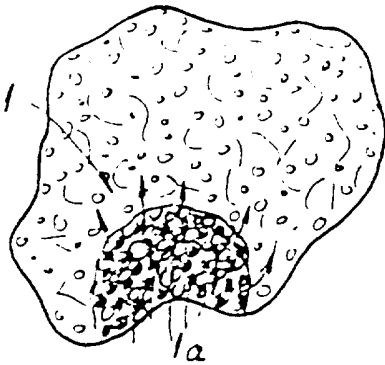


FIG.2

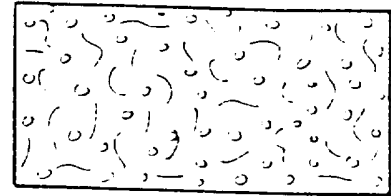


FIG.3

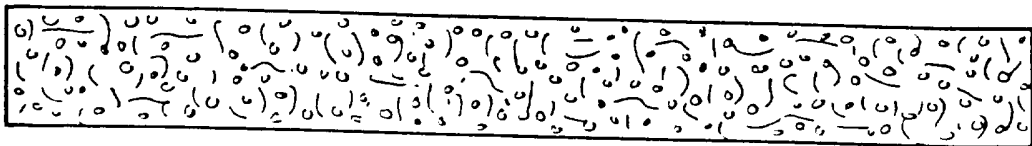


FIG.4

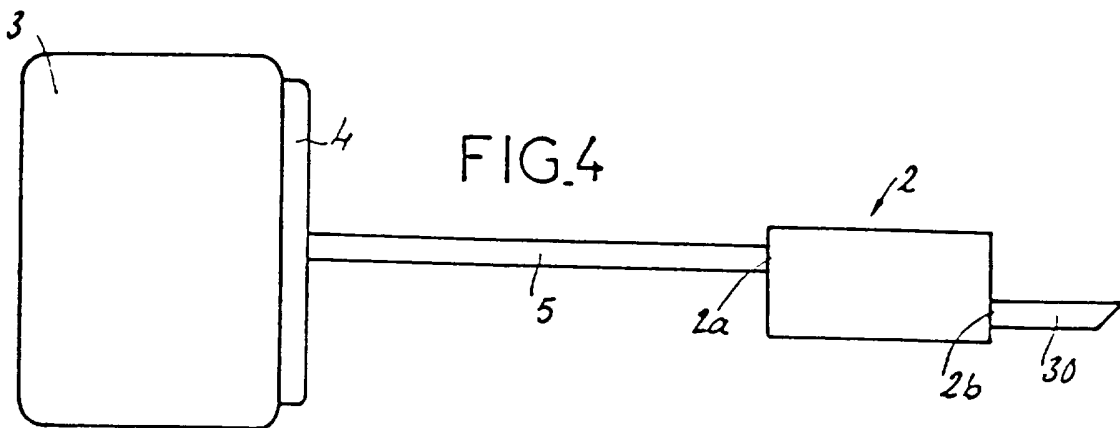
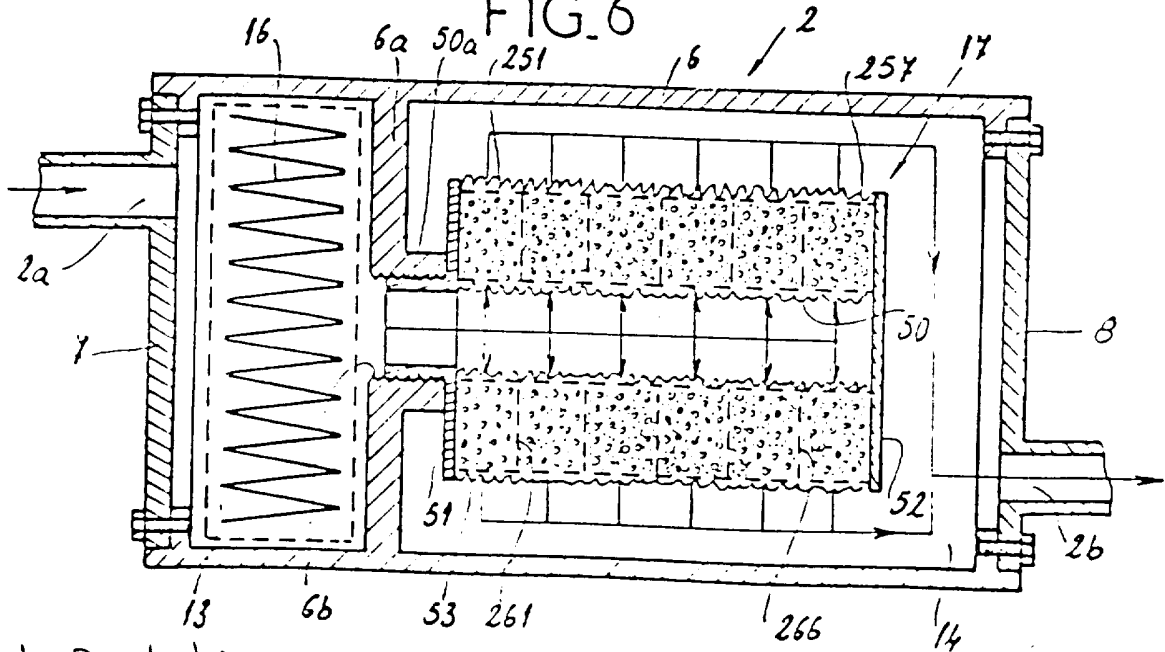


FIG.6





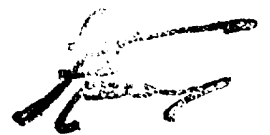


FIG.5

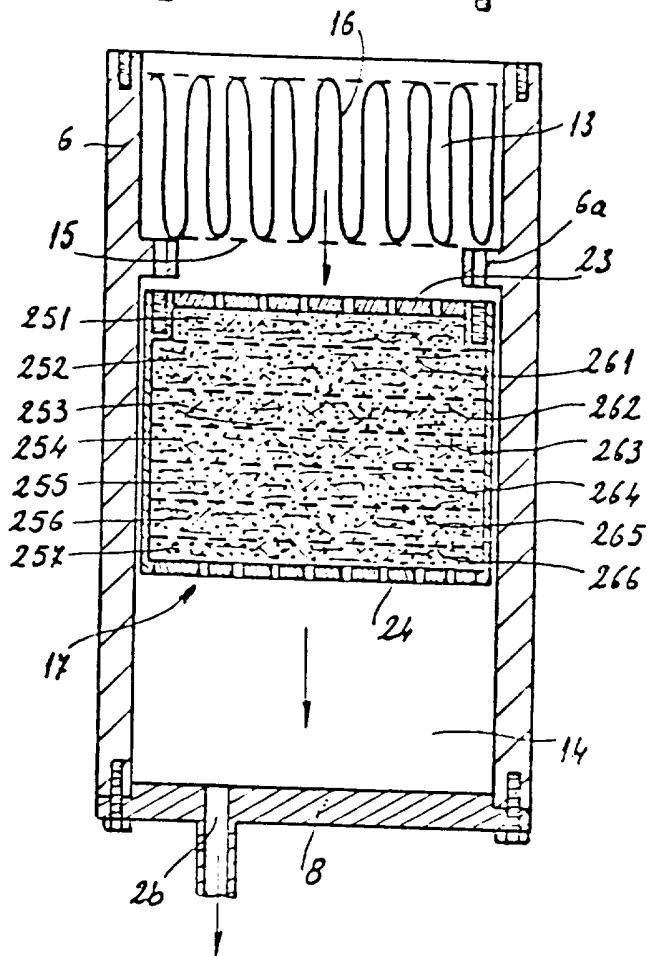
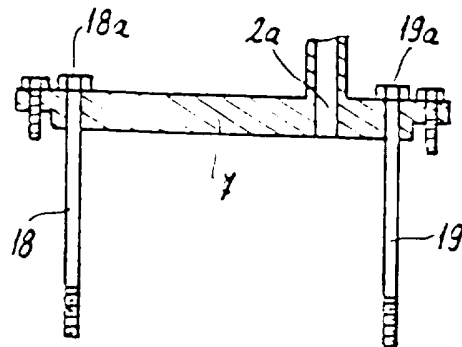


FIG.7

