



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

**(11) PI 1004807-3 B1**



**(22) Data do Depósito:** 11/11/2010

**(45) Data de Concessão:** 28/07/2020

**(54) Título:** DISPOSITIVO PARA REABILITAÇÃO DE GASES DE ESCAPE EM UM DISPOSITIVO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

**(51) Int.Cl.:** F02M 27/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 19/11/2009 DE 1020090539506.

**(73) Titular(es):** MAN TRUCK & BUS AG.

**(72) Inventor(es):** MARCO TILINSKI; ANDREAS KLINGSPORN; ANDREAS DORING; ANDREAS KISTNER; PETRA SEIDEL.

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO PARA A REABILITAÇÃO DE GASES DE ESCAPE EM UM DISPOSITIVO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA. A invenção refere-se a um dispositivo para a reabilitação de gases de escape em um dispositivo de gás de escape de motores de combustão interna, particularmente de motores de combustão interna, executáveis de forma enxuta, de veículos automotores, com pelo menos um catalisador de decomposição de meio de reação conectado no fluxo de gás de escape, particularmente um catalisador de hidrólise, e, a montante em um conduto de gás de escape, um dispositivo de dosagem para o fornecimento de meio de redução, particularmente para o fornecimento de uma solução aquosa de uréia, sendo que, após o catalisador de decomposição de meio de redução, é conectado preferivelmente pelo menos um outro dispositivo catalisador, particularmente pelo menos um catalisador SCR. Conforme a invenção, anteriormente ao catalisador de decomposição de meio de redução (9) é conectado um trecho de entrada (10), apresentando pelo menos uma porção de deflexão de fluxo (15a, 15b), para o gás de escape, o qual é formado de modo tal que o gás de escape é introduzido radialmente fora de um conduto de entrada (14), conectado ao catalisador de decomposição de (...).

"DISPOSITIVO PARA A REABILITAÇÃO DE GASES DE ESCAPE EM UM DISPOSITIVO DE GÁS DE ESCAPE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA"

Campo da invenção

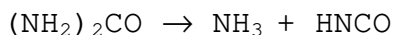
[0001] A invenção refere-se a um dispositivo para a reabilitação de gases de escape de motores de combustão interna, particularmente de motores de combustão interna, executáveis de forma enxuta ("magerlauffähigen"), de veículos automóveis, conforme o conceito geral da reivindicação de patente 1.

Antecedentes da invenção

[0002] A utilização de catalisadores SCR para a redução de óxidos nítricos em um fluxo de gás de escape de um motor de combustão interna é, de forma geral, conhecida. No contexto da redução (SCR) catalítica seletiva realizada com esses catalisadores SCR, é introduzida ao fluxo de gás de escape uma substância com efeito redutor imediato, como por exemplo, amoníaco ou um pré-produto, a qual primeiro libera as substâncias redutoras no gás de escape. Como pré-produto pode ser utilizada, por exemplo, uma solução de uréia aquosa.

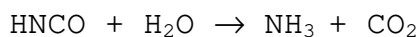
[0003] Em motores de combustão interna operando em veículos motorizados, a redução de óxido nítrico com ajuda do processo SCR torna-se difícil devido às condições variáveis de operação reinantes, o que dificulta a medição quantitativa do meio de redução. Por um lado deve-se obter um ganho o mais elevado possível de óxidos nítricos, por outro lado deve-se observar também que não aconteça a emissão desnecessária do meio de redução não consumido, como por exemplo, amoníaco.

[0004] Em relação com a decomposição de uréia em amoníaco conhece-se que esta acontece em dois estágios, sob condições otimizadas, ou seja, temperatura em torno de 350°. Segundo



ocorre primeiro a termólise, ou seja, a decomposição térmica de uréia.

[0005] Consequentemente, ocorre segundo



[0006] A hidrólise, ou seja a decomposição catalítica de ácido isociânico (HNCO) em amoníaco (NH<sub>3</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

[0007] Como o meio de redução apresenta-se em uma forma solúvel em água para, por exemplo, a utilização do líquido de redução denominado como AdBlue®, essa água tem que vaporizar antes e durante a própria termólise e hidrólise. Estando as temperaturas para ambas as reações abaixo de 350°C ou somente aquecendo-se lentamente, forma-se, principalmente, ácido isociânico infusível sólido através da trimerização do ácido isociânico, o que leva a deposições sólidas ou ainda ao entupimento dos catalisadores SCR. Aqui pode ser de ajuda, como descrito em DE 40 38 054 A1, que o fluxo de gás de escape carregado de meio de redução seja conduzido através de um catalisador de hidrólise. A temperatura do gás de escape, para a qual é possível uma hidrólise quantitativa, pode-se abaixar assim a 160°C.

[0008] Para diminuir os catalisadores, porém deixando o tempo de permanência nos catalisadores constante, os catalisadores de hidrólise podem ser operados também em um fluxo parcial de gás de escape, o qual é retirado do fluxo de gás de escape e depois de realizada a hidrólise é conduzido novamente a ele. Um arranjo correspondente é conhecido de EP 1052009 A1. Entretanto, esse processo não soluciona completamente o problema, para temperaturas muito baixas de

gás de escape, da hidrólise de uréia ser somente parcial.

[0009] Assim é vantajoso que, a retirada do fluxo de gás de escape ocorra, na medida do possível, perto do motor, para poder acionar o catalisador de hidrólise a um nível de temperatura elevado. Para motor de combustão interna carregado de gás de escape é ainda vantajoso retirar o fluxo parcial de gás de escape já antes do turbo-alimentador e retornar-lo a jusante do turbo-alimentador, novamente.

[0010] Apesar de todas essas medidas, frequentemente, não é possível evitar a formação de ácido cianúrico, melamina e de outros produtos de reação sólidos indesejados, particularmente quando a substância precursora de  $\text{NH}_3$ , como uréia ou solução de água-uréia ("Harnstoffwasserlösung") e o gás de escape não são distribuídos uniformemente sobre a secção transversal do fluxo. Particularmente crítico é então, quando se tem grandes quantidades locais de meio de redução nas paredes de tubulação ou nos catalisadores de decomposição de uréia, enquanto ao mesmo tempo nessa posição encontra-se um mínimo local da velocidade de fluxo. Isto tem como consequência que o gás de escape não possa disponibilizar suficientes grandes quantidades de calor, para garantir uma decomposição quantitativa do meio de redução em  $\text{NH}_3$ . Ademais, nessa posição forma-se as já mencionadas deposições de produtos de decomposição de meio de redução indesejados.

[0011] Este efeito é fortalecido pelo fato de que em veículos se tem somente um espaço de construção limitado disponível para o tratamento do meio de redução, o qual tem como consequência que, especialmente para o fluxo dos catalisadores, as trajetórias de entrada sejam muito curtas, o qual novamente traz uma má distribuição através da secção

transversal do catalisador devido a zonas de fluxo mortas, pulos de secção transversal e/ou interrupções de fluxo.

[0012] Outros dispositivos para a reabilitação de gás de escape são mostrados, por exemplo, em DE 42 03 807 A1 ou em DE 43 08 542 A1, nas quais uma solução aquosa de uréia, como meio de redução, é introduzida ao fluxo de gás de escape através de um esguicho de um dispositivo de dosagem, a qual é transformada em  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$ , em um catalisador de hidrólise conectado a jusante, através de reação térmica e catalítica. No catalisador SCR (Redução Catalítica Seletiva) arranjado a jusante do catalisador de hidrólise são então reduzidos os óxidos nítricos  $\text{NO}_x$  contidos no fluxo de gás de escape em grande massa a nitrogênio e vapor de água.

#### Sumário da invenção

[0013] O objeto da invenção é propor um dispositivo para a reabilitação de gases de escape em um dispositivo de gás de escape de motores de combustão interna, particularmente de motores de combustão interna, executáveis de forma enxuta, de veículos automóveis como, por exemplo, veículos utilitários, o qual possibilita, de forma simples e segura funcionalmente, uma decomposição quantitativa particularmente melhorada do meio de redução no gás de escape, e o qual precisa de somente um pequeno espaço de construção.

[0014] Este objetivo é solucionado com as características da reivindicação de patente 1. Concretizações vantajosas e particularmente preferidas da invenção são o objeto das reivindicações dependentes.

[0015] De acordo com a reivindicação 1 é provido um dispositivo para a reabilitação de gases de escape em um dispositivo de gás de escape de motores de combustão interna,

particularmente de motores de combustão interna, executáveis de forma enxuta, para veículos automotores, com pelo menos um catalisador de decomposição de meio de reação conectado no fluxo de gás de escape, particularmente um catalisador de hidrólise. Além disso, é arranjado, a montante em um conduto de gás de escape, um dispositivo de dosagem para o fornecimento de meio de redução, particularmente arranjado para o fornecimento de uma solução aquosa de uréia. Ademais é previsto preferivelmente um dispositivo de catalisador conectado após o catalisador de decomposição de meio de redução, o qual, particularmente, é formado por meio de pelo menos um catalisador SCR. Conforme a invenção, um trecho de entrada, apresentando pelo menos uma porção de deflexão de fluxo, para o gás de escape é conectado antes do catalisador de decomposição de meio de redução, o qual é formado de tal modo que o gás de escape é conduzido radialmente fora de uma tubulação de entrada conectada ao catalisador de decomposição de meio de redução em uma seção de carcaça circundando a tubulação de entrada e no contra-fluxo através de uma abertura de entrada frontal da tubulação de entrada para o catalisador de decomposição de meio de redução, sendo que o meio de redução é conduzido na porção de deflexão de fluxo do fluxo de gás de escape associada à abertura de entrada.

[0016] Com essas medidas construtivas relativamente simples é possível aumentar significativamente o trecho de entrada em comparação com a convencional tubulação de entrada ou Richter de entrada, com uma simultânea boa distribuição dos fluxos assim como um aquecimento mais intensivo da tubulação de entrada interna e do catalisador de decomposição de meio de redução, de modo que estes possam alcançar

rapidamente temperaturas para as quais se realiza uma decomposição produtiva e eficiente do meio de redução. Resíduos e deposições do meio de redução são, em grande parte, evitados devido ao aquecimento do Richter de entrada através do gás de escape fornecido externamente no contra-fluxo. Com as, uma ou várias, deflexões, pode-se aumentar então o trecho de entrada de fluxo do gás de escape de forma vantajosa, por meio do qual se forma, em comparação com um trecho de fluxo de entrada convencional curto, um fluxo uniforme.

[0017] Adicionalmente a isso, a distribuição uniforme do fluxo pode ser melhorada através de diminuição de volume ou estrangulamento. Para isso, na região do trecho de entrada a montante do fornecimento de meio de redução pode ser provido pelo menos um dispositivo de obstrução para diminuição de volume ou estrangulamento do fluxo de gás de escape e/ou a secção transversal do fluxo a montante do fornecimento do meio de redução pode ser menor que a jusante do fornecimento do meio de redução.

[0018] O sistema de reabilitação de gás de escape de acordo com a invenção permite assim, de forma vantajosa, decompor quantitativamente o meio de redução, sem que o grau de eficiência do motor de combustão interna seja prejudicado.

[0019] Além disso, é preferivelmente previsto que o volume circulante no trecho de entrada externamente ao conduto de entrada seja menor que o volume circulante dentro do conduto de entrada. Isto garante, além de uma construção compacta, entre outros, também uma alta velocidade de fluxo do gás de escape na região de, por exemplo, um esguicho para o suprimento de meio de redução com uma eficiente turbulência

do meio de redução e provoca então uma estabilização de fluxo ou homogeneização com distribuição homogênea do meio de redução dentro do conduto de entrada.

[0020] Ademais é possível estabelecer o suprimento do gás de escape no trecho de entrada de tal forma que se forme um giro no fluxo, através do qual pode-se influenciar mais uma vez o fluxo. Isto pode ser conseguido de modo preferencial quando o suprimento para o trecho de entrada é inclinado em um determinado ângulo, preferivelmente não em ângulo reto, em relação à parede do trecho de entrada, e/ou ocorre não centralizado em relação ao(s) eixo(s) médios de carcaça que passam pela carcaça no plano da secção transversal.

[0021] O fluxo pode, adicionalmente, ser influenciado através elementos internos, os quais se encontram na região dianteira do conduto de entrada, porém a jusante da posição de dosagem para o meio de redução. Aqui pode-se tratar, por exemplo, de lâminas que entram no fluxo e através disso elevam a turbulência. Além disso, deve-se observar que o meio de redução não encontra esses elementos internos a fim de evitar deposições nos mesmos. Alternativamente a isto, pode ser previsto essencialmente também que a abertura de entrada seja limitada através de canto circundante produtor de turbulências de fluxo, o qual pode ser formado, por exemplo, através de um canto circundante apresentando cumes. O número e geometria dos cumes, assim como seu afastamento, são escolhidos aqui então para cada caso particular.

[0022] Além da homogeneização de fluxo é necessária uma distribuição do meio de redução tão homogênea quanto possível no cano de escape. Todas as medidas mencionadas acima podem ser utilizadas também para melhorar a distribuição do meio de



redução no fluxo de gás de escape, sendo que através da condução adequada do fluxo de gás de escape é influenciada indiretamente a distribuição do meio de redução.

[0023] Além disso, existe aqui também o problema de que com aumento do diâmetro das gotículas ou partículas do meio de redução, este segue o fluxo de gás de escape somente de forma limitada e no lugar disso, o impulso próprio das gotículas ou partículas determina sua trajetória. Isto leva a que possam acontecer localmente fortes aumentos da concentração de meio de redução. Isso é mais problemático a medida que as temperaturas de gás de escape são menores, já que, devido à reação endotérmica e, para dissolução do meio de redução em água, da entalpia de vaporização existente, pode acontecer localmente um esfriamento do gás de escape muito forte, sendo que podem acontecer deposições nos catalisadores subseqüentes, particularmente nos catalisadores de decomposição de meio de redução.

[0024] Por esse motivo é vantajoso desistir de uma distribuição uniforme do fluxo e em seu lugar ajustar o perfil de velocidade do fluxo de modo que se tenham altas velocidades de fluxo em regiões de altas concentrações ou quantidades de meio de redução. Através dessas medidas tem-se a disposição, localmente, mais entalpia de gás de escape para a decomposição do meio de redução e a vaporização da água contida na solução de meio de redução.

[0025] O conduto de entrada pode apresentar essencialmente qualquer forma de secção transversal, pode ser, por exemplo também, cilíndrica ou angular. Particularmente preferível é que o conduto de entrada seja formado através de um funil de entrada em forma cônica ou de funil, o qual diminui na

direção da abertura de entrada, de modo que ao mesmo tempo a abertura de entrada forma uma secção transversal de estrangulamento.

[0026] De forma vantajosa, as paredes internas do conduto de entrada podem ser revestidas de modo catalítico ativo. O revestimento pode consistir, preferivelmente, de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  ou  $\text{AlO}_2$  ou através de Zeólita e contribui para uma decomposição do meio de redução  $\text{NH}_3$  (amoníaco) ainda melhor e para a prevenção de deposições nas respectivas partes condutoras de gás de escape.

[0027] Conforme uma outra concretização preferida da presente invenção é prevista que a jusante do fornecimento seja arranjada um vaporizador e/ou misturador para o meio de redução. Conforme uma forma concreta de realização disto, no conduto de entrada é arranjado um vaporizador e/ou misturador, o qual apresenta uma determinada distância da abertura de entrada, preferivelmente aproximadamente  $2/3$  do comprimento de tubulação do conduto de entrada, a partir da abertura de entrada. Um vaporizador e/ou misturador opcional deste tipo possibilita uma distribuição uniforme ainda mais efetiva do meio de redução dosado na região do conduto de entrada.

[0028] Conforme uma outra concretização particularmente preferida propõe-se arranjar e/ou direcionar para a abertura de entrada um bico do dispositivo de dosagem para a condução do meio de redução na porção de inclinação de fluxo do fluxo de gás de escape associado à abertura de entrada. Dessa forma garante-se de forma simples que o meio de redução possa chegar de forma confiável e completamente ao conduto de entrada com isso ao catalisador de decomposição de meio de

redução.

[0029] Neste sentido é vantajoso construtivamente e na técnica de fluído quando o bico é arranjado em uma parede frontal da porção de carcaça circundando o conduto de entrada de frente à abertura de entrada do conduto de entrada a uma distância definida. O bico pode ser arranjado em relação a sua direção de injeção para a abertura de entrada do conduto de entrada coaxialmente ao eixo médio longitudinal do conduto de entrada, através do qual é possível uma dosagem centrada e funcionalmente segura no conduto de entrada. Alternativamente a isso, o bico pode também ser arranjado deslocado de forma descentralizada em relação ao eixo médio longitudinal do conduto de entrada, através do qual consegue-se uma determinação simples da quantidade local de meio de redução nas velocidades de fluxo locais, o qual contribui para uma boa mistura do meio de redução e do fluxo de gás de escape.

[0030] Conforme uma concretização vantajosa da invenção podem ser formadas uma ou várias, particularmente várias aberturas de desvio distribuídas no perímetro no conduto de entrada, através das quais o trecho de entrada ou a porção de deflexão de fluxo, preferivelmente, pode ser desviado e/ou por meio das quais pode ser diminuída, na medida desejada, a contra-pressão do gás de escape a montante do trecho de entrada. Particularmente para o caso em que a velocidade de fluxo na região do fornecimento de meio de redução, também por exemplo, na região de bico, deva ser muito alta, existe o risco de uma deflexão muito forte do feixe de meio de redução. Para evitar isto, pode-se purgar também por meio da pelo menos uma abertura de desvio, para reduzir a velocidade de fluxo na porção de alimentação de meio de redução, também

por exemplo, na região de bico. As aberturas de desvio provocam uma distribuição uniforme na proximidade imediata da superfície de entrada do catalisador de decomposição de meio de redução e uma circulação direta de temperatura elevada do mesmo.

[0031] Para conseguir relações de fluxo mais vantajosas pode ser previsto também um outro ponto de estrangulamento para o gás de escape fluindo na porção de carcaça circundando o conduto de entrada a montante da região de deflexão de fluxo associada à abertura de entrada do conduto de entrada e com isso a montante do fornecimento de meio de redução assim como externamente ao conduto de entrada. Por meio desse ponto de estrangulamento ou de vários pontos de estrangulamento pode-se influenciar a velocidade de fluxo de forma local e direcionada, de modo que na região de deflexão ou na região do bico dispositivo de dosagem podem-se ter ou podem ser ajustadas relações de fluxo e turbulências no trecho de entrada térmico. Preferivelmente, o ponto de estrangulamento é formado, por exemplo, através de pelo menos um estreitamento de secção transversal em um espaço anular circundando o conduto de entrada, cujo estreitamento de secção transversal é formado preferivelmente através de uma parede anular e/ou metal perfurado liberando uma fenda de passagem de fluxo. Particularmente para o caso já mencionado acima em que a velocidade de fluxo na região do fornecimento de meio de redução, também por exemplo, na região de bico, deva ser muito alta, através do qual existe o perigo de uma deflexão muito forte do feixe de meio de redução, pode ser previsto, alternativamente ou adicionalmente à purga através da abertura de desvio, arranjar o ponto de estrangulamento a

uma distância definida da abertura de entrada do conduto de entrada. Preferivelmente, o ponto de estrangulamento é arranjado por exemplo, aproximadamente no meio da trajetória entre a pelo menos uma abertura de desvio e a abertura de entrada.

[0032] Em uma outra concretização da invenção, pode ser arranjado pelo menos um outro tubo condutor de gás na porção de carcaça radial, externamente ao conduto de entrada, o qual provoca um fluxo de gás em forma de meandro com múltipla deflexão do fluxo de gás de escape entre o tubo de escape que abre e o catalisador de decomposição de meio de redução ou dentro do trecho de entrada. Assim pode-se obter, com pouco esforço construtivo, uma outra extensão do trecho de entrada de modo que eventualmente possa-se prescindir do uso de estranguladores.

[0033] Além disso, o tubo condutor de gás pode ser fixado preferivelmente a uma parede frontal da porção de carcaça circundante do conduto de entrada e, por exemplo, pode apresentar um ângulo de cone essencialmente similar ao conduto de entrada. Alternativamente a isso, o pelo menos um tubo condutor de gás pode também ser formado através de vários tubos conectado um no outro e/ou unidos mutuamente, particularmente através de vários tubos cônicos conectados um no outro e/ou unidos mutuamente. No caso de uma concretização cônica do pelo menos um tubo condutor de gás é preferivelmente previsto que a porção de carcaça que envolve o tubo condutor de gás seja formado, de preferência, eventualmente cônico, sendo que as superfícies de secção transversal que determinam o fluxo de gás em forma de meandro são formadas ou essencialmente iguais ou, por exemplo, para

formar pelo menos um ponto de estrangulamento, pelo menos estreitas regionalmente.

[0034] Um aquecimento rápido do catalisador de decomposição de meio de redução pode ser alcançado também se provendo uma isolação térmica externa ao catalisador de decomposição de meio de redução pelo menos em uma porção de carcaça apresentando o conduto de entrada e/ou na região do trecho de entrada, de modo que as perdas de calor para o ambiente são diminuídas.

[0035] O dispositivo descrito até aqui pode ser integrado ao um tubo de escape, através do qual é conduzido todo o fluxo de gás de escape. Preferivelmente é proposto, portanto, de uma forma conhecida, conduzir através do catalisador de decomposição de meio de redução, por meio de um conduto de derivação, somente um fluxo parcial do gás de escape do motor de combustão interna. Para este efeito, pode ser previsto, no conduto de derivação e/ou no tubo de escape pelo menos um dispositivo de estrangulamento regulador do fluxo parcial. Por meio da contra-pressão de gás de escape provocada pelo dispositivo de estrangulamento pode ser determinada, de forma relativamente fácil, a desejada quantidade de gás de escape do fluxo parcial.

[0036] De modo construtivo particularmente mais fácil, pode ser arranjado, no tubo de escape, um catalisador de oxidação e/ou um filtro de partículas diesel como dispositivo de estrangulamento, sendo que o conduto de derivação se ramifica a montante do catalisador de oxidação e/ou do filtro de partículas diesel. Dessa forma, sem esforços extras, a contra-pressão de gás de escape provocada por esses dispositivos é utilizada para, em união com a concretização

construtiva do conduto de derivação, do catalisador de decomposição de meio de redução e do trecho de entrada, ramificar a desejada quantidade de gás de escape.

[0037] Essencialmente, o fluxo parcial pode ser ramificado, por exemplo, também a montante e/ou a jusante de uma turbina de um turbo-alimentador de gás de escape, conectado no tubo de escape, do motor de combustão interna.

[0038] Particularmente preferida é, portanto, uma concretização para a qual, alternativamente ou adicionalmente à concretização do dispositivo de estrangulamento discutida anteriormente, o dispositivo de estrangulamento pode ser a turbina de um turbo-alimentador de gás de escape, conectado ao tubo de escape, do motor de combustão interna, sendo que o conduto de derivação ramifica-se então a montante da turbina de gás de escape.

[0039] Além disso, pode ser arranjada, no conduto de derivação a montante do catalisador de decomposição de meio de redução, uma válvula de estrangulamento para o controle variável da capacidade do fluxo parcial do gás de escape em dependência de motores de combustão interna definidos e/ou dos parâmetros de operação, particularmente pelo menos em dependência de sinais de carga e/ou número de rotação do motor de combustão interna, através do qual, por exemplo, pode ser considerada no cálculo, em especial medida, a operação não estacionária de motores de combustão interna em veículos. Com este e, eventualmente outros parâmetros de operação, são controladas de forma direcionada tanto a quantidade de gás de escape como também a quantidade de meio de redução dosado. A válvula de estrangulamento pode ser arranjada alternativamente também no tubo de escape.

[0040] Finalmente, para um motor de combustão interna com vários, particularmente dois grupos ou bancos de cilindros e vários, particularmente dois dispositivos de gás de escape parcialmente separados, através do catalisador de decomposição de meio de redução pode ser conduzido somente um fluxo parcial de um dispositivo de gás de escape e/ou o grupo de cilindro ou banco de cilindro associado a esse dispositivo de gás de escape pode definir outros parâmetros de operação e/ou parâmetros de motor podem ser operados enquanto pelo menos uma parte dos grupos ou bancos de cilindros restantes podem ser controlados, particularmente, em um modo com temperatura de gás de escape mais elevada. O fluxo parcial de gás de escape é então novamente conduzido aos dispositivos de gás de escape preferivelmente a montante do pelo menos um catalisador SCR. Os grupos de cilindros ou eventualmente os bancos de cilindros, podem ser operados por meio de um aparelho de controle de motor de modo que, por exemplo, na fase de partida e/ou em uma região de pouca carga, a temperatura de gás de escape é aumentada pelo grupo de cilindro com catalisador de hidrolise conectado e dispositivo de dosagem para o meio de redução, para garantir uma rápida e completa decomposição, enquanto o outro grupo de cilindros é operado de forma ótima.

[0041] Ademais, o pelo menos um catalisador SCR pode ser conectado a um catalisador de bloqueio  $\text{NH}_3$ , para evitar uma perda de amoníaco.

#### Breve descrição das figuras

[0042] Vários exemplos de concretização da invenção são explicados a continuação com outros detalhes.

[0043] A figura 1 mostra de forma muito abstrata um



dispositivo de gás de escape para motores de combustão interna em veículos automotores, com um catalisador de hidrólise conectado a um conduto de derivação, como catalisador de decomposição de meio de redução de um dispositivo de dosagem para um meio de redução e um catalisador arranjado a jusante do mesmo;

[0044] A figura 2 apresenta ampliadamente um catalisador de hidrólise conforme a figura 1 com um trecho de entrada conectado e um bico do dispositivo de dosagem;

[0045] A figura 3 é uma concretização alternativa do catalisador de hidrólise conforme a figura 2 com um outro tubo condutor de gás;

[0046] A figura 4 apresenta uma concretização alternativa do catalisador de hidrólise com uma lâmina de deflexão arranjada na região de uma abertura de entrada de um funil de entrada;

[0047] A figura 5 apresenta esquematicamente uma vista frontal de uma abertura de entrada do funil de entrada com a lâmina de deflexão ali arranjada assim como um fornecimento de fluxo de gás de escape não em ângulo reto, descentralizado, na região do trecho de entrada;

[0048] A figura 6 é uma concretização alternativa do catalisador de hidrólise com um bico deslocado de forma descentralizada.

#### Descrição detalhada da invenção

[0049] Na figura 1 denomina-se com a referência numérica 1 um motor de combustão interna somente indicado, cujos gases de escape são conduzidos a partir dos quatro espaços de combustão através de um coletor de gás de escape 2 ao tubo de escape 3.

[0050] Em um tubo de escape 3 são arranjados na direção do fluxo do gás de escape um catalisador de oxidação 4, um filtro de partículas 5 e finalmente um catalisador SCR 6 com um catalisador de bloqueio  $\text{NH}_3$  7. Como não descritas, estes dispositivos de reabilitação de gás de escape 4, 5, 6, 7 são de construção e tipo convencionais.

[0051] A montante do catalisador de oxidação 4 é conectado um conduto de derivação 8 ao tubo de escape 3, o qual é novamente conduzido ao tubo de escape a jusante do filtro de partículas 5 e a montante do catalisador SCR 6.

[0052] No conduto de derivação 8 é provido um catalisador de hidrólise 9 com um trecho de entrada 10 conectado a montante, os quais são arranjados em uma carcaça 11 comum aproximadamente cilíndrica. A carcaça 11 é isolada termicamente para fora por meio de uma camada isolante de calor 12.

[0053] No lado frontal 11a da carcaça 11 penetra um bico 13, por meio do qual é introduzido em dosagem, por meio de um dispositivo de dosagem não representado, um meio de redução, por exemplo, uma solução de uréia aquosa.

[0054] A figura 2 mostra um catalisador de hidrólise 9 com um trecho de entrada 10 conectado a montante, os quais são arranjados na carcaça 11 comum a ambos (sem a camada térmica isolante 12 desenhada).

[0055] Além disso, o conduto de derivação 8 desemboca na proximidade do catalisador de hidrólise 9 radialmente em uma porção de carcaça 11b cônica que se encontra a montante na parede frontal 11a fora de um funil de entrada cônico 14. O funil de entrada 14 estreita-se a partir de uma secção transversal de fluxo igual ao catalisador de hidrólise 9 indo

na direção da parede frontal 11a da carcaça 11 e termina ali como ponto de estrangulamento, com uma secção transversal de abertura essencialmente menor, em uma abertura de entrada 15, a qual apresenta uma determinada distância de separação até a parede frontal 11a ou até o bico 13 ali colocado do dispositivo de dosagem.

[0056] A secção transversal de fluxo no trecho de entrada 10 fora do funil de entrada 14 é formada aqui menor que a secção transversal de fluxo dentro do funil de entrada 14, o que junto a uma forma de construção o mais compacta possível, entre outros, provoca uma alta velocidade de fluxo do gás de escape na região do bico 13, assim como provoca ainda, dentro do funil de entrada 14 uma estabilização de fluxo ou uniformização com distribuição homogênea do meio de redução.

[0057] O bico 13 é posicionado, obviamente, na parede frontal 11a, de frente ao funil de entrada 14, assim como, a modo de exemplo aqui, sobre seu eixo central longitudinal 11c, de modo que o jato de bico 13a pode ser distribuído uniformemente dentro do funil de entrada 14.

[0058] Meramente a modo de exemplo aqui, é arranjado ademais no funil de entrada 14 um vaporizador e/ou misturador 22, o qual apresenta uma distância definida da abertura de entrada 15, preferivelmente de aproximadamente  $2/3$  do comprimento de tubo do conduto de entrada 14, visto a partir da abertura de entrada 15.

[0059] Além do funil de entrada 14 e aproximadamente centrado em relação a seu comprimento (para apresentar uma distância na medida do possível grande até a abertura de entrada 15) é previsto um ponto de estrangulamento 11b formado através de uma parede circular e/ou uma lâmina furada

16 na porção de carcaça 11b cônica, o qual diminui correspondentemente a secção transversal de fluxo nessa região.

[0060] Ademais, aqui são realizadas as aberturas de desvio 14a, de forma opcional e distribuídas no perímetro do funil de entrada 14, assim como na proximidade da superfície de fluxo de entrada do catalisador de hidrólise 9, as quais, por exemplo, podem ser formadas na forma circular ou de fenda.

[0061] O fluxo parcial de gás de escape desviado através do tubo de derivação 8 flui radialmente no espaço circular 18 formado fora do funil de entrada 14 e entre a porção de carcaça 11a, cujo volume circulante pode ser menor que o volume circulante dentro do funil de entrada 14. Através do ponto de estrangulamento 17 formado através de uma parede circular e/ou uma lâmina furada 16 melhora-se ainda a distribuição uniforme do fluxo.

[0062] O aumento de pressão associado a isso a montante do ponto de estrangulamento 17 provoca ainda que uma parte definida da quantidade parcial de gás de escape seja conduzida através das aberturas de desvio 14a diretamente ao catalisador de hidrólise 9, através do qual a uniformização do fluxo de gás de escape é melhorada ainda mais.

[0063] O gás quente fluindo para dentro já aquece desde fora o funil de entrada 14, antes de ser conduzido, como outra porção do trecho de entrada 10 térmico, na abertura de entrada 15 formando um ponto de estrangulamento em uma porção de deflexão de fluxo 15a defletida em aproximadamente 180° e daqui dentro do funil de entrada 14 no contra-fluxo com a secção transversal de fluxo aumentando e condicionado a isso com a velocidade de fluxo diminuindo, ao catalisador de

hidrólise 9. Na porção de deflexão de fluxo 15a é pulverizada, através do bico 13 e do dispositivo de dosagem, a solução de uréia aquosa.

[0064] No funil de entrada 14 e no catalisador de hidrólise 9, a uréia introduzida em dosagem é decomposta por meio de termólise em  $\text{NH}_3$  (amoníaco) e conduzida, através do conduto de derivação 8 saindo, novamente ao tubo de gás de escape 3 a montante do catalisador SCR 6, no qual por meio do meio de redução  $\text{NH}_3$  todos os óxidos nítricos contidos no gás de escape são reduzidos a nitrogênio e vapor de água. O catalisador de bloqueio  $\text{NH}_3$  7, finalmente, evita uma eventual emissão de  $\text{NH}_3$  para a atmosfera.

[0065] O funil de entrada 14, por exemplo, é revestido em suas paredes internas analogamente ao catalisador de hidrólise 9 com, por exemplo,  $\text{TiO}_2$  cataliticamente ativo, para atuar contra eventuais resíduos e deposições de uréia, particularmente para temperaturas de gás de escape ainda não suficientemente altas.

[0066] A figura 3 mostra uma concretização alternativa do trecho de entrada 10 anteriormente conectado do catalisador de hidrólise 9 dentro da carcaça 11 e é descrito somente na medida que é diferente da concretização conforme a figura 2. Partes iguais funcionalmente são vistas com as mesmas referências numéricas.

[0067] A diferença da figura 2, o conduto de derivação 8 que conduz o gás de escape desemboca aqui mais, na região da parede frontal 11a da carcaça 11, na porção de carcaça 11b.

[0068] Na parede frontal 11a é fixado ainda um tubo condutor de gás de escape 19 cônico, o qual passa aproximadamente paralelo ou com um ângulo de cone

aproximadamente semelhante, assim como essencialmente simétrico ao funil de entrada 14 aproximadamente sobre metade de seu comprimento, e com isso divide o espaço circular 18 fora do funil de entrada 14 em duas trajetórias de fluxo 18a e 18b.

[0069] O gás de escape conduzido através do conduto de derivação 8 flui assim sob dupla deflexão para as porções de deflexão de fluxo 15a e 15b, ou seja, uma vez para o lado frontal 20 livre do tubo condutor de gás de escape 19 e a segunda vez para a abertura de entrada 15 do funil de entrada 14, para o funil de entrada 14 e então para o catalisador de hidrólise 9. É obvio que através da utilização do tubo condutor de gás de escape 19, o trecho de entrada 10 é novamente ampliado com mínimo esforço construtivo.

[0070] Uma parte da quantidade de gás de escape pode circular aqui também, através das aberturas de desvio 14a opcionais, diretamente através da trajetória de fluxo 18a para o catalisador de hidrólise 9.

[0071] Como já anteriormente concretizado, o funil de entrada 14 pode ser realizado, conforme as figuras 2 e 3, eventualmente também sem as aberturas de desvio 14a, de modo que uma circulação direta do catalisador de hidrólise 9 é impedida e toda a circulação parcial de gás de escape é conduzida através do trecho de entrada 10.

[0072] A figura 4 mostra uma outra concretização e é descrita somente na medida que esta se diferencia da concretização conforme as figuras 2 e 3. Parte iguais funcionalmente são denominadas pelas mesmas referências numéricas. Particularmente, a figura 4 mostra aqui de forma exemplificativa, a utilização de lâminas de deflexão 15c na

região da abertura de entrada 15 do funil de entrada 14, as quais servem para o aumento da turbulência a jusante do fornecimento para o meio de redução. Ao contrario do vaporizador ou misturador 22, as lâminas de deflexão 15c são posicionadas de modo que o meio de redução não toca nelas, para evitar deposições nesses elementos construtivos.

[0073] As lâminas de deflexão podem apresentar qualquer geometria. Particularmente preferida é uma geometria em forma de dente, flabelo ou anel. Na figura 5 é mostrada uma vista superior do funil de entrada 14 com, a modo exemplificativo, duas lâminas de deflexão 15c na forma de semicírculos, as quais são representadas aqui preenchidas com linhas cruzadas. Adicionalmente, é representada um alimentador 8' do gás de escape, o qual é deslocado e/ou inclinado de forma descentralizada em relação aos eixos centrais  $M_1$ ,  $M_2$ , ou seja, por exemplo, não é realizado em ângulo reto em relação ao perímetro da carcaça do trecho de entrada 10. Por meio disso, é aplicado um giro ("Drall") ao fluxo de gás de escape, através do qual pode ser influenciada a distribuição do gás de escape e do meio de redução.

[0074] Na figura 6 é mostrada finalmente uma forma de concretização, para a qual o bico 13 injeta deslocado, de forma descentralizada em relação ao eixo central longitudinal 11c do conduto de entrada 14, por meio do qual acontece um ajuste da quantidade local de meio de redução às velocidades de fluxo, o que contribui para uma boa mistura do meio de redução e do fluxo de gás de escape. Naturalmente, uma construção deste tipo com o bico 13 deslocado de forma descentralizada, essencialmente, pode ser prevista também para as concretizações conforme as figuras 2, 3 e 4. Da mesma

forma é possível adaptar o posicionamento do bico da concretização conforme, por exemplo, a figura 2 à concretização da figura 6.

[0075] Conforme a figura 1, no conduto de derivação 8 é inserida ainda, a montante do catalisador de hidrólise 9, uma válvula de estrangulamento 21, a qual controla, após entrada dos parâmetros de operação do motor de combustão interna 1, como por exemplo, requerimento de carga, número de rotação, temperatura, etc., a quantidade de gás de escape desviada, de modo que sua capacidade possa ser adaptada mais ou menos à respectiva quantidade total de gás de escape.

[0076] pode ser eventualmente suficiente também quando são utilizados o catalisador de oxidação 4, segundo a função, produtor de uma contra-pressão e o filtro de partículas diesel 5 como dispositivos de estrangulamento, sendo que o conduto de derivação 8 correspondentemente ramificado a montante e a jusante desemboca novamente no tubo de escape 3.

[0077] Como outro dispositivo de estrangulamento para um motor de combustão interna carregado, com a turbina de gás de escape T, a qual se encontra na linha de gás de escape, do turbo-alimentador de gás de escape (representado meramente esquematicamente fora na figura 1), o conduto de derivação 8 pode ser conectado também, a montante da turbina de gás de escape, ao tubo de escape 3.

[0078] Se o motor de combustão interna 1 apresenta, por exemplo, uma condução de gás de escape dividida com grupos de cilindros associados, ou para um motor de combustão interna em V com bancos de cilindros associados, de modo que por exemplo, existem dois coletores de gás de escape 2 e tubos de escape 3 com os correspondentes turbo-alimentadores de gás de



escape e/ou catalisadores 4, 5, 6, 7, então o conduto de derivação 8 com o catalisador de hidrólise 9 e o trecho de entrada 10 podem partir preferivelmente de um dos tubos de escape 3. Isto tem a vantagem de que este grupo de cilindros ou banco de cilindros pode ser operado através de um aparelho de controle de motor de tal forma que nessa linha de gás de escape, em dependência dos parâmetros de operação como partida a frio, marcha neutra ou de baixa carga, a temperatura de gás de escape é elevada para conseguir uma decomposição efetiva precoce do meio de redução dosado ou da solução de uréia. O outro grupo de cilindros ou banco de cilindros pode ser operado de forma otimizada e/ou para carga mais baixa.

[0079] A quantidade de gás de escape desviada é conduzida, após seu tratamento no catalisador de hidrólise 9, a ambas as linhas de gás de escape ou a ambos os tubos de escape 3 a montante do catalisador SCR 6.

[0080] O dispositivo de gás de escape dividido pode ser realizado, porém, também de modo que, antes de um único catalisador SCR 6, ele seja novamente conduzido em conjunto a um tubo de escape 3.

[0081] Deve-se notar que o arranjo do catalisador de hidrólise 9 com o trecho de entrada 10 não tem que ser realizado, como representado, em uma carcaça 11 separada. Os elementos construtivos 9 e 10 podem, eventualmente, também ser construídos conjuntamente com o catalisador de oxidação 4 e/ou o filtro de partículas diesel 5 em uma carcaça.

[0082] No catalisador de oxidação 4 para a oxidação de monóxido nítrico são utilizados preferivelmente platino e/ou paládio e/ou ródio e/ou Cério e/ou seus óxidos e/ou zeólitas

como materiais catalíticos ativo. Como componentes ativos para os catalisadores SCR para a redução dos óxidos nítricos com ajuda de amoníaco utilizam-se vantajosamente vanádio e/ou pentóxido de vanádio e/ou dióxido de titânio e/ou oxido de tungstênio e/ou zeólita contendo cobre e/ou zeólita contendo ferro e/ou zeólita contendo cobalto.

### REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a reabilitação de gases de escape em um dispositivo de gás de escape de motores de combustão interna, particularmente de motores de combustão interna (1), executáveis de forma enxuta, de veículos automotores, com pelo menos um catalisador de decomposição de meio de reação (9) conectado no fluxo de gás de escape, particularmente um catalisador de hidrólise, e, a montante em um conduto de gás de escape, um dispositivo de dosagem para o fornecimento de meio de redução, particularmente para o fornecimento de uma solução aquosa de uréia, sendo que, após o catalisador de decomposição de meio de redução (9), é conectado pelo menos um outro dispositivo catalisador, particularmente pelo menos um catalisador SCR (6), caracterizado pelo fato de ser conectado a jusante ao catalisador de decomposição de meio de redução (9) um trecho de entrada (10), apresentando pelo menos uma porção de deflexão de fluxo (15a, 15b), para o gás de escape, o qual é formado de modo tal que o gás de escape é introduzido radialmente fora de um conduto de entrada (14), conectado ao catalisador de decomposição de meio de redução (9), em uma porção de carcaça (11a, 11b) circundando o conduto de entrada (14), e é conduzido no contra-fluxo através de uma abertura de entrada (15), no lado frontal, do conduto de entrada (14), sendo que o meio de redução é introduzido na porção de deflexão de fluxo (15a), associada à abertura de entrada (15), do fluxo de gás de escape.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser previsto pelo menos um dispositivo de estrangulamento (17), para diminuição de volume ou estrangulamento do fluxo de gás de escape, na

região do trecho de entrada (10) a montante do alimentador de meio de redução.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a secção transversal de fluxo ser menor na região do trecho de entrada (10) a montante do alimentador de meio de redução do que a jusante do alimentador do meio de redução, e/ou sendo que o volume circulante no trecho de entrada (10) fora do conduto de entrada (14) é menos que o volume circulante dentro de uma porção de entrada definida do conduto de entrada (14).

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de um bico (13) do dispositivo de dosagem para a introdução do meio de redução na porção de deflexão de fluxo (15a) associada à abertura de entrada (15) ser arranjado e/ou direcionado para a abertura de entrada (15), sendo que é previsto que o bico (13) seja arranjado em uma parede frontal (11a) da porção de carcaça (11b) circundando o conduto de entrada (14), a uma distância definida (a) de frente à abertura de entrada (15) do conduto de entrada (14), e/ou sendo que o bico (13) é arranjado, em relação à sua direção de injeção na abertura de entrada (15) do conduto de entrada (14) deslocado coaxialmente ou de forma descentralizada em relação ao eixo central longitudinal (11c) do conduto de entrada (14).

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de ser arranjado ou colocado, a jusante da alimentação para o meio de redução, pelo menos um meio (15c), pelo menos uma lâmina de deflexão, para a deflexão do fluxo e/ou para o aumento da turbulência, sendo que é previsto que pelo menos um meio (15c) para a

deflexão do fluxo e/ou para o aumento da turbulência seja formado ou arranjado pelo menos regionalmente ou ao longo da abertura de entrada (15), e/ou sendo que pelo menos um meio (15c) para a deflexão do fluxo e/ou para o aumento da turbulência é formado ou arranjado de modo tal que, particularmente, o meio de redução dosado através de um bico (13) não se encontra com o mesmo.

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que, naquelas regiões nas quais encontra-se uma, definidamente, alta concentração de meio de redução ou quantidade de meio de redução, a velocidade de fluxo é elevada através dos elementos internos e/ou de medidas de secção transversal variável em relação àquelas regiões, nas quais se apresenta uma concentração de meio de redução ou quantidade de meio de redução menor.

7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de ser arranjado, a jusante da alimentação para o meio de redução, um vaporizador e/ou misturador (22), é arranjado um vaporizador e/ou misturador (22) no conduto de entrada (14), o qual apresenta uma determinada distância da abertura de entrada (15), é utilizado aproximadamente 2/3 do comprimento de tubo do conduto de entrada (14), visto a partir da abertura de entrada (15).

8. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de, no conduto de entrada (14) ser arranjada pelo menos uma abertura de desvio, várias aberturas de desvio (14a) distribuídas no perímetro.

9. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de, na porção de carcaça

(11b) circundando radialmente o conduto de entrada (14) a montante da porção de deflexão de fluxo (15a) associada à abertura de entrada (15) e com isso a montante do alimentador de meio de redução (13), assim como fora do conduto de entrada (14), ser prevista pelo menos um outro ponto de estrangulamento (17) para o gás de escape entrando fluindo.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de o ponto de estrangulamento (17) apresentar uma determinada distância da abertura de entrada (15) do conduto de entrada (14) e/ou da pelo menos uma abertura de desvio (14a), particularmente é arranjado em aproximadamente metade do trecho de trajetória entre a pelo menos uma abertura de desvio (14a) e a abertura de entrada (15), e/ou sendo que o ponto de estrangulamento (17) é formado através de pelo menos um estreitamento de secção transversal formado em um espaço circular circundando o conduto de entrada (14), cujo estreitamento de secção transversal é formado particularmente através de uma parede de anel e/ou lâmina furada (16) deixando uma fenda de passagem de fluxo livre.

11. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de ser arranjado pelo menos um outro tubo condutor de gás (19) na porção de carcaça (11b) radialmente fora do conduto de entrada (14), o qual provoca um fluxo de gás em forma de meandro com deflexão múltipla do fluxo de gás de escape entre o tubo de gás de escape que desemboca radialmente (8) e o catalisador de decomposição de meio de redução (9) ou dentro do trecho de entrada (10), sendo que é previsto que o pelo menos um outro tubo condutor de gás (19) seja fixado a uma

parede frontal (11a) da porção de carcaça (11b) circundando o conduto de entrada (14) e/ou passe essencialmente paralelo ao conduto de entrada (14), que particularmente apresente um ângulo de cone essencialmente igual que o conduto de entrada (14), e/ou sendo que o pelo menos um tubo condutor de gás (19) é formado através de vários tubos conectados um no outro e/ou unidos mutuamente, particularmente através de vários tubos cônicos conectados um no outro e/ou unidos mutuamente.

12. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de a alimentação (8') do gás de escape ocorrer na carcaça circundando o trecho de entrada (10), inclinada sob um ângulo em relação à carcaça, particularmente não ocorre em ângulo reto em relação à carcaça, e/ou ocorre deslocada de forma descentralizada em relação aos eixos centrais de carcaça.





2/4

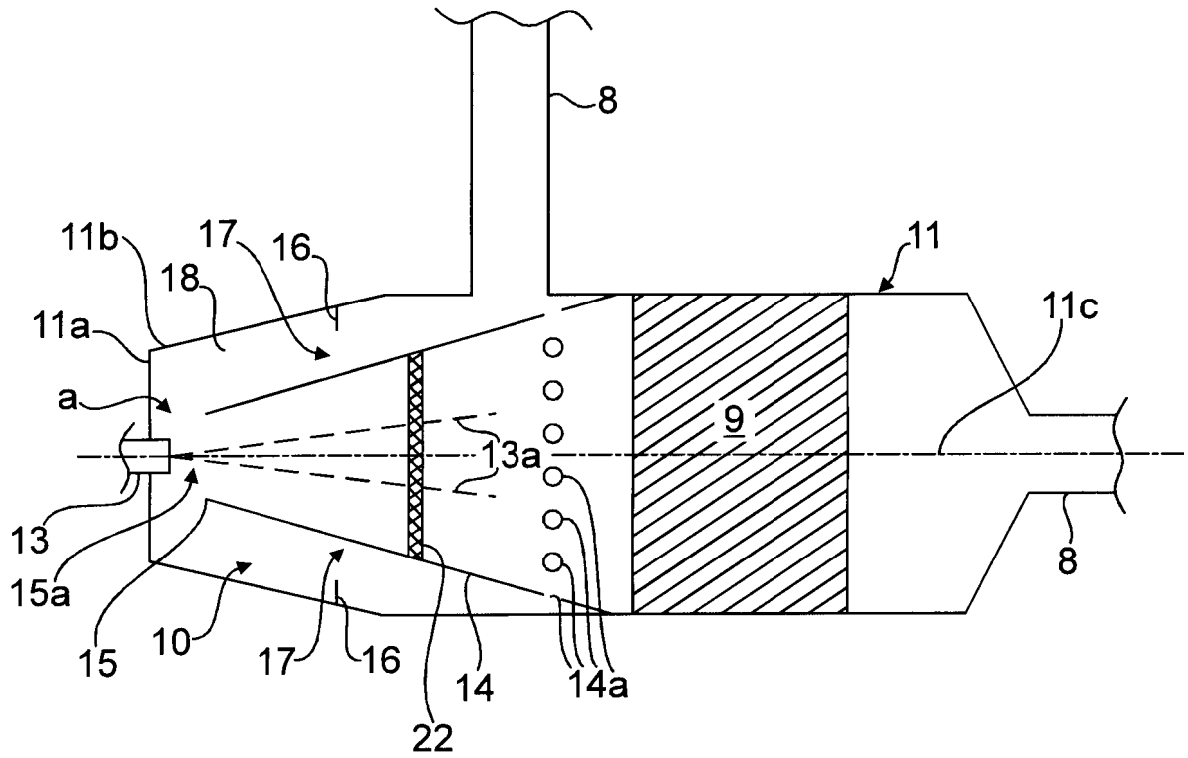


FIG.2

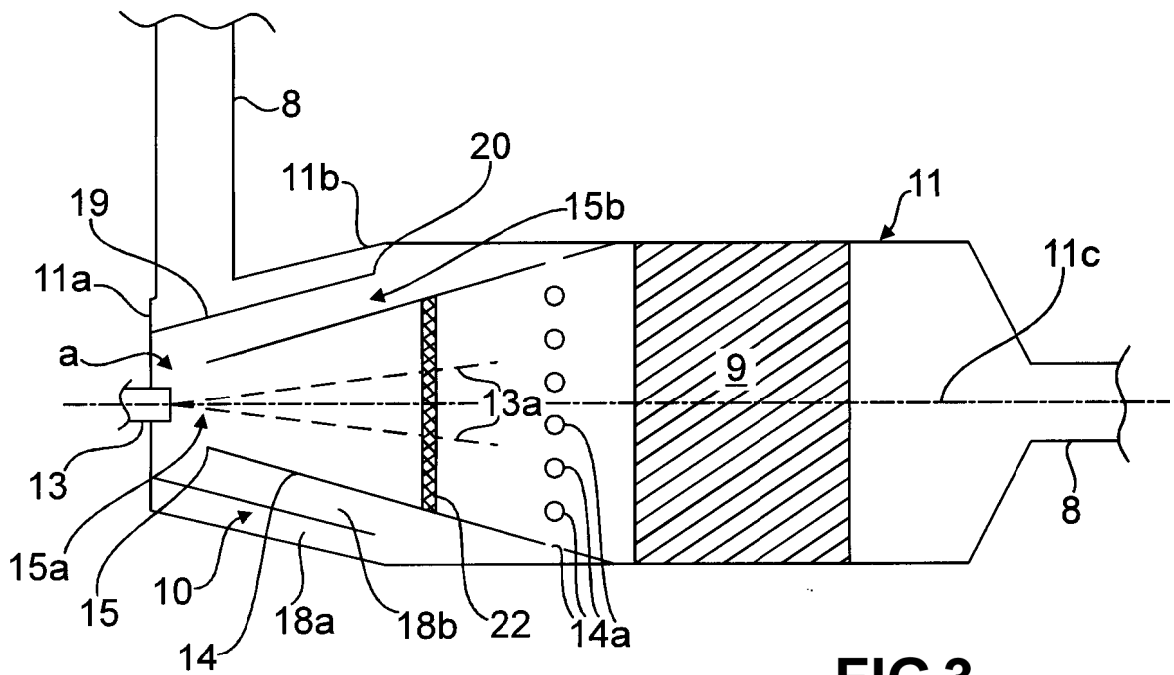


FIG.3

3/4

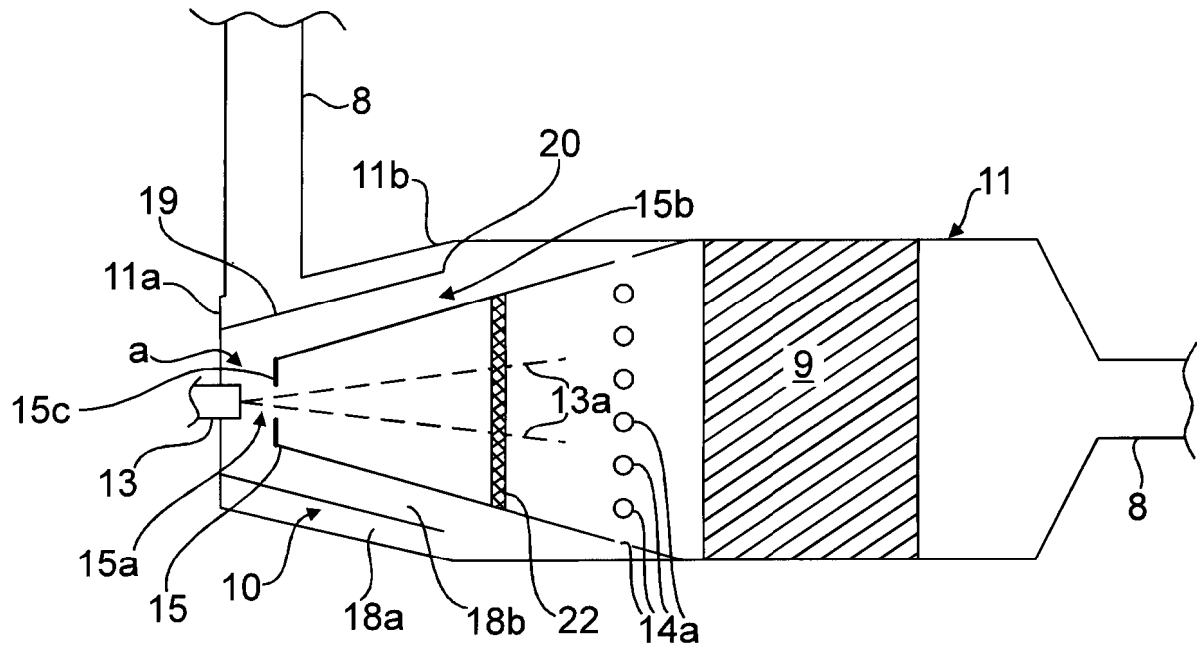


FIG. 4

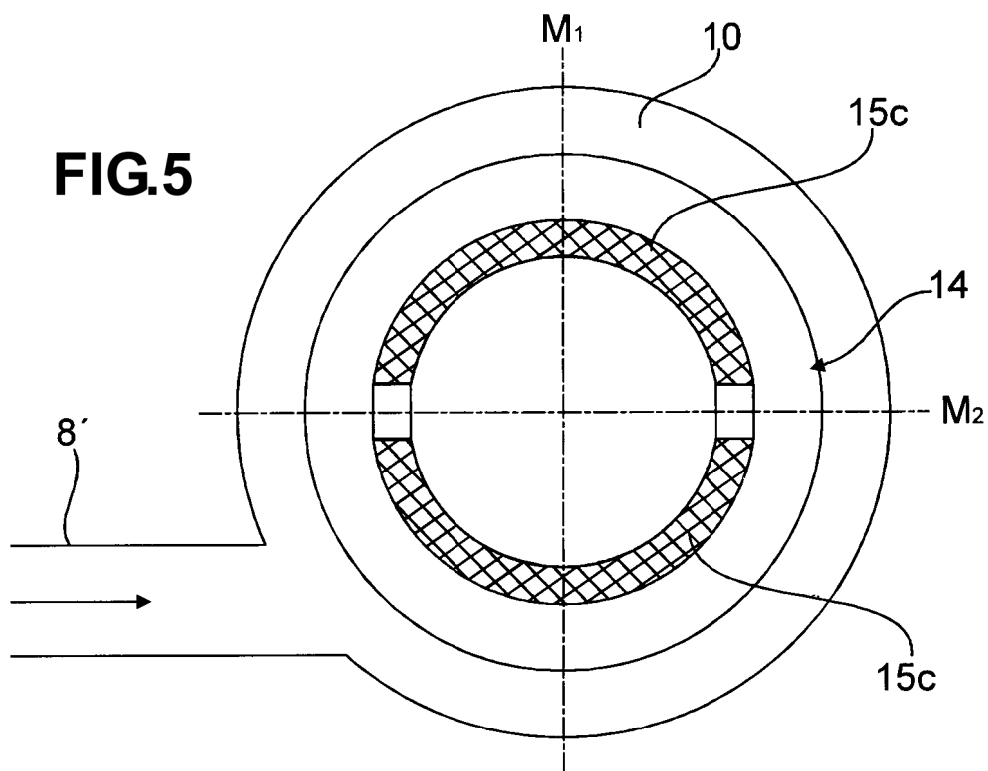


FIG. 5

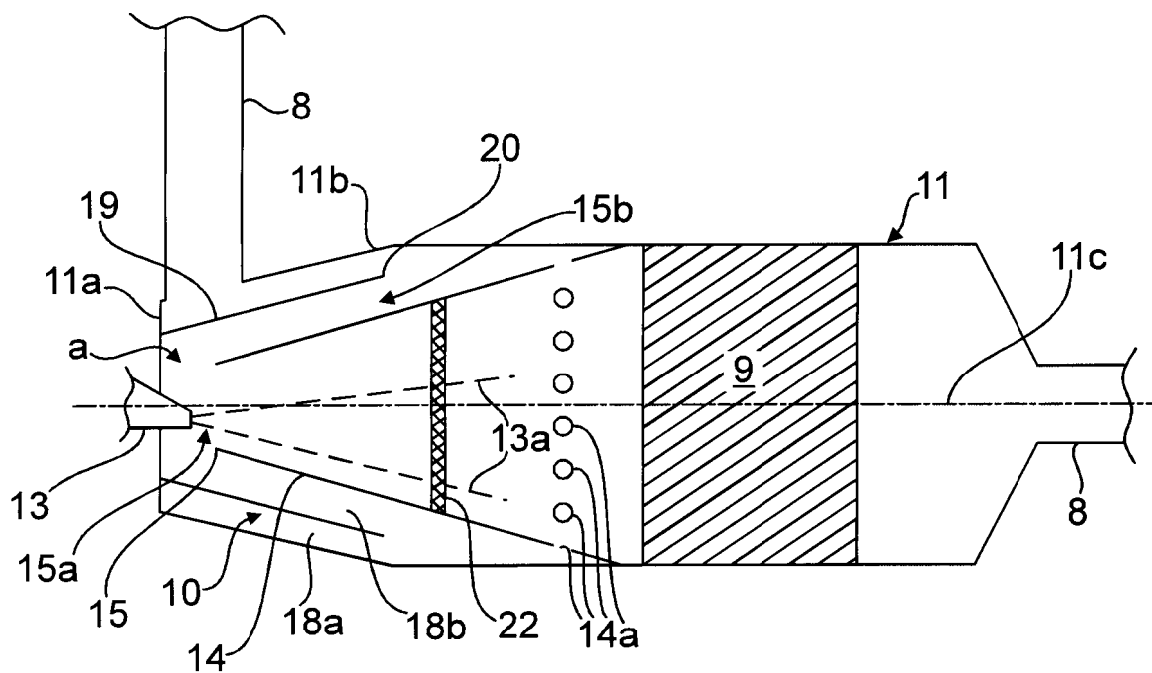


FIG.6