



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

**(11) PI 0719699-7 B1**



**(22) Data do Depósito: 30/11/2007**

**(45) Data de Concessão: 17/09/2019**

**(54) Título: SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÃO, E, MÉTODO PARA TRATAR CORRENTE DE EXAUSTÃO DE UM MOTOR A DIESEL**

**(51) Int.Cl.: F01N 3/00; B01D 53/94.**

**(30) Prioridade Unionista: 01/12/2006 US 60/868289; 29/11/2007 US 11/947324.**

**(73) Titular(es): BASF CATALYSTS LLC.**

**(72) Inventor(es): KENNETH E. VOSS; INGEMAR GOTTBORG; STEVE TRUESDAIL; MARIUS VAARKAMP.**

**(86) Pedido PCT: PCT US2007086095 de 30/11/2007**

**(87) Publicação PCT: WO 2008/121167 de 09/10/2008**

**(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/05/2009**

**(57) Resumo: SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÃO, E, MÉTODO PARA TRATAR CORRENTE DE EXAUSTÃO DE UM MOTOR A DIESEL** São mostrados métodos, sistemas e filtros de tratamento de exaustão. De acordo com uma ou mais modalidades, um filtro de particulados é zona revestida com um catalisador de oxidação e é usado em um método ou sistema de tratamento de emissão incluindo um catalisador de redução de NOx e um catalisador opcional de destruição de NH3.

**“SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÃO, E, MÉTODO PARA TRATAR CORRENTE DE EXAUSTÃO DE UM MOTOR A DIESEL”**

**REFERÊNCIA CRUZADA AO PEDIDO RELACIONADO**

[1] Este pedido reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisório U.S. de No. Ser. 60/868.289, depositado em 1 de Dezembro de 2006, e também reivindica o benefício do Pedido de Patente U.S. de Ser. No. 11/947.324 depositado aos 29 de Novembro de 2007, cujas revelações são por meio deste incorporadas em suas totalidades como referências.

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[2] Modalidades da invenção referem-se geralmente aos métodos, sistemas e filtros de tratamento de exaustão de diesel. Mais particularmente, modalidades da presente invenção referem-se aos métodos e sistemas de tratamento de exaustão de diesel que incluem filtros de particulados revestidos zonados tendo uma zona revestida com um catalisador de oxidação.

**FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

[3] Motores diesel de ignição por compressão têm grande utilidade e vantagem como trens de acionamento de veículo por causa de sua inerente economia de combustível e seu torque alto em velocidade baixa. Motores diesel funcionam em uma razão de ar para combustível (A/F) alta sob condições muito pobres de combustível. Por causa disto, têm emissões muito baixas de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos em fase gasosa. Contudo, exaustão de diesel é caracterizada por emissões relativamente altas de óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ) e particulados. Exaustão de motor diesel é uma mistura heterogênea que contém não apenas emissões gasosas tais como monóxido de carbono ("CO"), hidrocarbonetos não queimados ("HC") e óxidos de nitrogênio ("NO<sub>x</sub>"), mas também materiais de fase condensada (líquidos e sólidos) que constituem os denominados particulados ou a denominada matéria particulada. Sistemas de tratamento de emissões para

motores diesel precisam tratar todos os componentes da exaustão para atender aos padrões de emissões exigidos por várias agências regulatórias em todo o mundo.

[4] As emissões de matéria particulada total de exaustão de diesel contêm três componentes principais. Um componente é a fração carbonácea, seca, sólida ou fração de fuligem. Esta fração carbonácea seca contribui para as emissões de fuligem visíveis comumente associadas com exaustão de diesel. Um segundo componente da matéria particulada é a fração orgânica solúvel ("SOF"). A SOF pode existir na exaustão de diesel quer como um vapor quer como um aerossol (gotículas finas de condensado líquido) dependendo da temperatura da exaustão de diesel. Está geralmente presente como líquidos condensados na temperatura de coleta de particulado padrão de 52°C em exaustão diluída, como determinado por um teste de medição padrão, tal como o "U.S. Heavy Duty Transient Federal Test Procedure". Estes líquidos decorrem de duas fontes: (1) óleo lubrificante escorrido das paredes de cilindros do motor cada vez que os pistões sobem e descem; e (2) combustível diesel não queimado ou parcialmente queimado. O terceiro componente da matéria particulada é a denominada fração de sulfato, que é formada das quantidades pequenas de componentes de enxofre presentes no combustível diesel.

[5] Composições de catalisador e substratos sobre os quais as composições são posicionadas são tipicamente fornecidas em sistemas de exaustão de motor diesel para converter certos ou todos estes componentes em componentes inócuos. Por exemplo, catalisadores de oxidação, que, em sistemas de motor diesel podem ser chamados de catalisadores de oxidação de diesel (DOCs), contendo metais do grupo da platina, metais base e suas misturas, facilitam o tratamento de exaustão de motor diesel pela promoção de conversão de ambos hidrocarbonetos não queimados (HC) e poluentes gasosos monóxido de carbono (CO), e alguma proporção da matéria

particulada através de oxidação destes poluentes em dióxido de carbono e água. Tais catalisadores têm sido geralmente posicionados sobre vários substratos (e.g., fluxo de favo de mel através de substratos monolíticos), que estão posicionados na exaustão de motores diesel para tratar a exaustão antes de ele escapar para a atmosfera. Certos catalisadores de oxidação também promovem oxidação de NO para NO<sub>2</sub>.

[6] Em adição ao uso de catalisadores de oxidação, filtros de particulados de diesel são usados para realizar redução de matéria particulada alta em sistemas de tratamento de emissões de diesel. Estruturas de filtro conhecidas que removem matéria particulada da exaustão de diesel incluem filtros de fluxo de parede de favo de mel, filtros de fibra embalada ou enrolada, espumas de célula aberta, filtros de metal sinterizado, etc. Contudo, filtros de fluxo de parede cerâmica, descritos abaixo, recebem a maior atenção. Estes filtros são capazes de remover mais de 90% do material particulado da exaustão de diesel.

[7] Substratos de filtro de fluxo de parede cerâmico típicos são compostos de materiais refratários tais como cordierita ou carbeto de silício. Substratos de fluxo de parede são particularmente úteis para filtrar matéria particulada de gases de exaustão de motor diesel. Uma construção comum é uma estrutura de favo de mel de multi-passagens tendo tampadas as extremidades de passagens alternadas sobre os lados de entrada e de saída da estrutura de favo de mel. Esta construção resulta em um padrão do tipo tabuleiro de damas sobre qualquer extremidade. Passagens tampadas sobre a extremidade axial de entrada estão abertas sobre a extremidade axial de saída. Isto permite que o gás de exaustão com a matéria particulada arrastada entre nas passagens de entrada abertas, fluam através das paredes internas porosas e saiam através dos canais tendo extremidades axiais de saída abertas. A matéria particulada é deste modo filtrada sobre as pareces internas do substrato. A pressão de gás força o gás de exaustão através das paredes

estruturais porosas para dentro dos canais fechados na extremidade axial a montante e abertos na extremidade axial a jusante. As partículas se acumulando aumentarão a contrapressão do filtro sobre o motor. Assim, as partículas se acumulando têm que ser continuamente ou periodicamente queimadas do filtro para manter uma contrapressão aceitável.

[8] Composições de catalisador depositadas ao longo das paredes internas do substrato de fluxo de parede ajudam na regeneração dos substratos de filtro pela promoção da combustão da matéria particulada acumulada. A combustão da matéria particulada acumulada restaura contrapressões aceitáveis dentro do sistema de exaustão. Combustão de fuligem pode ser passiva (e.g., com catalisador sobre o filtro de fluxo de parede e temperaturas de exaustão adequadamente altas), embora para muitas aplicações combustão ativa de fuligem também é exigida (e.g., produção de uma exoterma de temperatura alta na exaustão a montante do filtro). Ambos processos utilizam um oxidante tal como  $O_2$  ou  $NO_2$  para comburir a matéria particulada.

[9] Processos de regeneração passiva comburem a matéria particulada em temperaturas dentro da faixa operacional normal do sistema de exaustão de diesel. Preferivelmente, o oxidante usado no processo de regeneração é  $NO_2$  porque a fração de fuligem combure em temperaturas muito mais baixas do que aquelas necessárias quando  $O_2$  serve como o oxidante. Embora  $O_2$  seja prontamente disponível da atmosfera,  $NO_2$  pode ser gerado através do uso de catalisadores de oxidação a montante para oxidar NO na corrente de exaustão. Um exemplo de um processo de regeneração passiva é mostrado em Patentes dos Estados Unidos Nos. 6.753.294 e 7.097.817.

[10] Processos de regeneração ativa são geralmente necessários para eliminar a matéria particulada acumulada, e restaurar as contrapressões dentro do filtro. A fração de fuligem da matéria particulada geralmente exige temperaturas acima de 500°C para queimar sob condições (de mistura pobre)

ricas em oxigênio, que são temperaturas mais altas do que aquelas tipicamente presentes em exaustão de diesel. Processos de regeneração ativa são normalmente iniciados pela alteração do manejo do motor para elevar temperaturas na frente do filtro para até 500-630°C. Dependendo do modo de dirigir, exotermas altas podem ocorrer dentro do filtro quando o esfriamento durante regeneração não é suficiente (modo de dirigir inativo ou de carga baixa / velocidade baixa). Tais exotermas podem ultrapassar 800°C ou mais dentro do filtro. Uma maneira comum que tem sido desenvolvida para realizar a regeneração ativa é a introdução de um material combustível (e.g., combustível diesel) dentro da exaustão e queimá-lo através de um catalisador de oxidação de diesel (DOC) de fluxo direto montado a montante do filtro. A exotermia desta combustão auxiliar proporciona o calor sensível (e.g. cerca de 500-700°C) necessário para queimar fuligem do filtro em um período de tempo curto (e.g. cerca de 2-20 min.).

[11] Um exemplo de um sistema é mostrado na Patente dos Estados Unidos no. 6.928.806. O DOC funciona durante o modo de regeneração ativa para ignizar (light off) e comburir o combustível injetado na temperatura baixa (e.g., cerca de 250-300°C) exaurir (diretamente ou via o motor) e deste modo produzir uma exotermia para aquecer a exaustão entrando no filtro de particulados para as temperaturas exigidas (cerca de 500-650°C) para comburir a fuligem particulada do filtro, deste modo regenerando o filtro para reduzir a queda de pressão através do filtro associada com o acúmulo de fuligem.

[12] Custos de material altos associados com composições contendo metal do grupo da platina aumentam a necessidade de diminuir ou prevenir a degradação de revestimentos de catalisador devido aos eventos de regeneração ativa. Revestimentos de catalisador posicionados sobre filtros de fluxo de parede frequentemente contêm componentes de metal do grupo da platina como componentes de catalisador ativo para garantir conversões

aceitáveis de emissões gasosas (HC, CO) da exaustão de diesel para componentes inócuos (e.g., CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O). As cargas de tais componentes são geralmente ajustadas de modo que o substrato de catalisador atenda às regulações de emissão até mesmo após envelhecimento de catalisador. Consequentemente, projetos de revestimento que maximizam a eficiência e a durabilidade de uso de metal do grupo da platina ao longo de substrato são desejáveis.

[13] Certos projetos de revestimento convencionais para substratos de fluxo de parede têm uma distribuição homogênea de revestimento de catalisador ao longo do comprimento axial longitudinal das paredes internas. Em tais projetos as concentrações de metal do grupo da platina são tipicamente ajustadas para atender às exigências de emissões sob as condições mais estringentes. Mais frequentemente tais condições referem-se ao desempenho do catalisador após o catalisador ter envelhecido. O custo associado com a concentração de metal do grupo da platina exigida é frequentemente mais alta do que a desejada.

[14] Como pode ser apreciado do discutido acima, sistemas de filtro de particulados correntes apresentam numerosos problemas concernentes aos custos de material de metais preciosos e à degradação do catalisador sobre o filtro de particulados devido à exposição às temperaturas altas. Conformemente, seria desejável proporcionar alternativas para motor diesel em métodos e sistemas de tratamento de exaustão que aliviem um ou mais destes problemas.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[15] De acordo com uma modalidade da invenção, é fornecido um sistema de tratamento de emissão que inclui um filtro de particulados e um catalisador de redução de NO<sub>x</sub>. Em uma ou mais modalidades, é fornecido um filtro de particulados que compreende um substrato tendo uma pluralidade de passagens e elementos para aprisionar particulado contido em uma corrente de

exaustão fluindo através do filtro, o substrato tendo uma extremidade de entrada e uma extremidade de saída, a extremidade de entrada do substrato tendo uma quantidade de composição de metal de grupo precioso posicionada sobre a mesma para ignizar (light off) combustível em uma temperatura menor do que cerca de 300°C e para produzir uma exoterma suficiente para queimar particulado aprisionado no filtro. Em uma modalidade, o metal de grupo precioso está presente em uma quantidade de carga de pelo menos cerca de 706 g/m<sup>3</sup> e se estende por menos do que cerca de 50% do comprimento axial do filtro. Em outra modalidade, o metal de grupo precioso está presente em uma quantidade de carga de pelo menos cerca de 1.059 g/m<sup>3</sup> e se estende por menos do que cerca de 50% do comprimento axial do filtro. Em outra modalidade, o metal de grupo precioso está presente em uma quantidade de carga de pelo menos cerca de 1.413 g/m<sup>3</sup> e se estende por menos do que cerca de 50% do comprimento axial do filtro. Em uma modalidade específica, o substrato está na forma de monólito de fluxo de parede tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros e composição de metal de grupo precioso permeando as paredes e se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada.

[16] Em uma ou mais modalidades, as paredes se estendendo longitudinalmente têm um revestimento catalítico sobre as mesmas subjacente à composição de metal de grupo precioso, o revestimento catalítico se estendendo pelo comprimento axial inteiro do filtro. Em uma modalidade, a

composição catalítica compreende um óxido de metal base. A composição catalítica pode compreender uma composição de metal de grupo precioso em uma quantidade menor do que ou igual a cerca de 706 g/m<sup>3</sup>.

[17] Outra modalidade refere-se a um sistema de tratamento de emissão para tratamento de uma corrente de exaustão compreendendo NO<sub>x</sub> e matéria particulada, o sistema de tratamento de emissão compreendendo um filtro de particulados tendo um comprimento axial e elementos para aprisionar matéria particulada contida em uma corrente de exaustão fluindo através do filtro uma composição de catalisador de oxidação light-off se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada em uma quantidade suficiente para ignizar (light off) a menos do que cerca de 300°C e gerar uma exotermia para queimar fuligem coletada no filtro; e um catalisador de redução de NO<sub>x</sub> localizado a jusante do filtro de particulados.

[18] De acordo com uma modalidade da invenção, um sistema de tratamento de emissão para tratamento de uma corrente de exaustão compreendendo NO<sub>x</sub> e matéria particulada é fornecido. O sistema compreende um monólito de fluxo de parede posicionado dentro da corrente de exaustão e tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros. O monólito de fluxo de parede adicionalmente compreende uma composição de catalisador de oxidação light-off permeando as paredes e se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que

o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada. O sistema adicionalmente compreende um catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  localizado a jusante do monólito de fluxo de parede. Em certas modalidades, o sistema pode incluir um catalisador de destruição de  $\text{NH}_3$  localizado a jusante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$ .

[19] Em uma ou mais modalidades, o catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  compreende um catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ). Em modalidades incluindo um catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ), o sistema pode adicionalmente compreender uma porta de introdução de redutor em comunicação fluida com um redutor hidrocarboneto, a porta de introdução de redutor localizada a montante do catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ). Em outras modalidades, o catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  compreende um coletor de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ).

[20] Em uma ou mais modalidades, o catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  compreende um catalisador SRC. Em modalidades incluindo um catalisador SCR, o sistema pode incluir uma porta de introdução opcional localizada a montante do catalisador SCR, a porta de introdução em comunicação fluida com uma fonte de amônia ou um precursor de amônia. O sistema pode adicionalmente incluir um injetor em comunicação fluida com a porta de introdução, o injetor configurado para periodicamente introduzir a amônia ou um precursor de amônia dentro da corrente de exaustão.

[21] Em uma ou mais modalidades, o sistema pode adicionalmente incluir um catalisador de destruição de  $\text{NH}_3$  localizado a jusante do catalisador SRC. O sistema também pode incluir uma porta de introdução de agente produtor de exoterma localizada a montante do monólito de fluxo de parede, a porta de introdução de agente produtor de exoterma em comunicação fluida com um agente produtor de exoterma capaz de gerar uma temperatura suficiente para periodicamente queimar particulado acumulado no monólito de fluxo de parede. O agente produtor de exoterma pode incluir

um combustível tal como combustível diesel.

[22] Outra modalidade da invenção refere-se a um método de tratar corrente de exaustão de um motor diesel compreendendo posicionar dentro da corrente de exaustão contendo matéria particulada um monólito de fluxo de parede e tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros e o monólito de fluxo de parede compreendendo uma composição de catalisador de oxidação light-off permeando as paredes e se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada. O método pode adicionalmente compreender posicionar um catalisador de redução de NO<sub>x</sub> a jusante do monólito de fluxo de parede e periodicamente introduzir um agente produtor de exotermia a montante do monólito de fluxo de parede para gerar uma exotermia no monólito de fluxo de parede suficiente para comburir matéria particulada aprisionada dentro do monólito de fluxo de parede.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[23] Figura 1A é uma ilustração esquemática de um sistema de tratamento de emissão de acordo com uma modalidade da invenção;

[24] Figura 1B é uma ilustração esquemática de um sistema de tratamento de emissão de acordo com outra modalidade da invenção;

[25] Figura 2 é uma vista em perspectiva de um substrato de filtro de fluxo de parede;

[26] Figura 3 é uma vista de seção de um substrato de filtro de fluxo de parede;

- [27] Figura 4 mostra uma modalidade de um sistema incluindo injetor e reservatório de uréia;
- [28] Figura 5 é um gráfico mostrando temperatura de gás de exaustão de filtro de particulados como uma função do tempo de corrida de teste com combustível diesel suplementar injetado na exaustão a montante do filtro de particulados;
- [29] Figura 6 é um gráfico mostrando temperatura de gás de exaustão de filtro de particulados como uma função de combustível diesel suplementar na exaustão a montante do filtro de particulados;
- [30] Figura 7 é um diagrama mostrando a localização de termopares instalados dentro do substrato de filtro de particulados para medição de temperaturas internas;
- [31] Figura 8 é um gráfico mostrando temperaturas internas de filtro de particulados como uma função de localização no filtro de particulados, mais temperaturas de gás de exaustão de entrada e de saída, durante um teste de ignição (light off) de combustível;
- [32] Figura 9 é um gráfico mostrando concentrações totais de  $\text{NO}_x$  e de  $\text{NO}_2$  de filtro de particulados medidas por FTIR para condições carregadas de fuligem e livres de fuligem "limpas"; e
- [33] Figura 10 é um gráfico mostrando temperaturas de exaustão e Delta P através de um filtro de particulados durante um teste de regeneração ativa com fuligem carregada no filtro de particulados.

## DESCRÍÇÃO DETALHADA

### DEFINIÇÕES

- [34] Os seguintes termos devem ter os significados descritos abaixo:
- [35] "Alumina ativada" tem seu significado costumeiro de uma alumina de área superficial BET alta, compreendendo uma ou mais de gama-, teta- e delta-aluminas.

[36] "Área de superfície BET" tem seu significado costumeiro referindo-se ao método de Brunauer, Emmett, Teller para determinar a área de superfície por absorção de N<sub>2</sub>. a não ser que especificamente indicado de outra maneira, todas as referências aqui à área de superfície dos componentes de suporte de catalisador ou outros componentes de catalisador significam a área de superfície BET.

[37] "Forma a granel", quando usado para descrever a forma física de um material (e.g., céria), significa que o material está presente como partículas discretas que podem ser tão pequenas quanto 1 a 15 micrômetros em diâmetro ou menor, em oposição a ter sido dispersado em solução sobre outro material tal como gama-alumina. Por meio de exemplo, em algumas modalidades da invenção, partículas de céria são misturadas com partículas de gama-alumina de forma que céria esteja presente em forma a granel, em oposição a, por exemplo, impregnação de partículas de alumina com soluções aquosas de precursores de céria que sob calcinação são convertidos em céria posicionada sobre as partículas de alumina.

[38] "Componente cério" significa um ou mais óxidos de cério (e.g., CeO<sub>2</sub>).

[39] "A montante" e "A jusante", quando usados para descrever um artigo, substrato de catalisador ou uma zona, referem-se às posições relativas no sistema de exaustão como percebidas na direção do fluxo da corrente de gás de exaustão.

[40] "Suporte de área de superfície alta" significa materiais de suporte com uma área de superfície BET que é aproximadamente maior do que 10 m<sup>2</sup>/g, preferivelmente maior do que 150 m<sup>2</sup>/g.

[41] "Componente metal do grupo da platina" ou "PGM" refere-se aos metais ou aos seus óxidos do grupo da platina. Componentes metal preferidos do grupo da platina são componentes platina, paládio, ródio, e suas combinações.

- [42] "Catalisador de oxidação de diesel" ou "DOC" refere-se a um catalisador promovendo processos de oxidação em exaustão de diesel, para reduzir emissões da fração orgânica de particulados de diesel, hidrocarbonetos de fase gasosa, e/ou monóxido de carbono.
- [43] "Regeneração ativa" refere-se à introdução de um material combustível (e.g., combustível diesel) na exaustão e sua queima através de um catalisador de oxidação para gerar uma exotermia da qual se obtém calor (e.g. cerca de 500-700°C) necessário para queimar matéria particulada tal como fuligem do filtro.
- [44] Um catalisador de destruição de amônia ou AMOX refere-se a um catalisador que promove a oxidação de NH<sub>3</sub> para idealmente nitrogênio mas em geral para uma mistura de nitrogênio NO<sub>x</sub> e N<sub>2</sub>O.
- [45] "Filtro de particulados" é um filtro projetado para remover matéria particulada de uma corrente de gás de exaustão tal como fuligem, e filtros de particulados incluem, mas não são limitados a filtros de fluxo de parede de favo de mel, filtro de filtração parcial, um filtro de treliça de arame, filtros de fibra enrolada, filtros de metal sinterizado; e filtros de espuma.
- [46] Antes de descrever várias modalidades exemplares da invenção, é para ser entendido que a invenção não é limitada aos detalhes de construção ou etapas de processo apresentados na descrição seguinte. A invenção é capaz de outras modalidades e de ser praticada ou ser realizada em várias maneiras.
- [47] De acordo com uma ou mais modalidades da invenção, um catalisador de oxidação light-off a jusante, separado é eliminado de um sistema de tratamento de emissão de motor diesel e incorporado diretamente em um próprio filtro de particulados pelo posicionamento de componentes de catalisador de oxidação / light off na extremidade de entrada de canais de filtro se estendendo por um comprimento adequado da extremidade de entrada para a extremidade de saída do filtro. Nesta maneira, durante regeneração

ativa, o combustível introduzido é ignizado e queimado na extremidade de entrada do filtro, produzindo assim a exoterma necessária em uma temperatura de cerca de 500-700°C dentro do filtro para comburir fuligem acumulada no filtro.

[48] De acordo com modalidades da invenção, regeneração ativa pode ser realizada pelo ou no filtro sozinho, e a necessidade de um catalisador de oxidação light off separado no sistema é eliminada. Eliminação de um componente do sistema proporciona um benefício de eliminação de um substrato e encapsulamento associado do sistema. Por sua vez, esta eliminação de um componente separado reduz volume total do sistema, e potencialmente reduz a quantidade de metal de grupo precioso (PGM) caro exigida para o sistema. Ademais, fornecimento de um catalisador de oxidação / light-off integrado no filtro de particulados reduz a contrapressão total do sistema sobre o motor, que está associada com o consumo de combustível. Em adição, em sistemas que incluem um catalisador de redução de NO<sub>x</sub>, por exemplo um catalisador SCR ou um catalisador de NO<sub>x</sub> de mistura pobre (lean NO<sub>x</sub>) a montante do filtro de particulados / oxidação light off integrado proporciona uma quantidade maior de calor para estes dispositivos a montante comparado com sistemas nos quais o filtro de particulados e o filtro de fuligem particulado são proporcionados como componentes separados. O filtro de particulados / oxidação light-off integrado pode ser movido para mais próximo do motor. Redução do tamanho do sistema por integração do catalisador de oxidação e filtro de fuligem reduz a perda de calor do subsistema de filtração de particulado, permitindo deste modo que qualquer componente a montante opere em temperatura mais alta. Temperaturas mais altas geralmente resultam em atividade catalítica mais elevada, e portanto, integração do catalisador de oxidação no filtro de particulados provavelmente resultará em desempenho melhor dos componentes de remoção de NO<sub>x</sub> a montante do subsistema de filtração de particulado.

[49] Quando o catalisador de redução de NO<sub>x</sub> usa NH<sub>3</sub> ou um precursor de NH<sub>3</sub> como o agente redutor, um injetor separado pode ser instalado a jusante do catalisador SCR. Com o ponto de adição de combustível (para regeneração de filtro) posicionado a montante do catalisador de SCR, o catalisador de redução de nitrogênio não é exposto às temperaturas extremas associadas com a regeneração ativa do filtro de particulados. A ausência de exposição à temperatura alta causada por regenerações de filtro forçadas permite um volume de catalisador SCR menor com correspondentes vantagens de economia de custo e de embalagem. Ademais, a ausência de exposição à temperatura alta permite que seja usada uma variedade mais ampla de materiais para a composição de catalisador SCR. Por exemplo, materiais de vanádio podem ser usados no lugar de ou juntos com zeolitas, para reduzir o custo do catalisador SCR e melhorar sua efetividade. Em adição, um catalisador de destruição de amônia pode ser integrado na extremidade de saída do substrato tendo o catalisador SCR, o que eliminaria a necessidade de um catalisador de destruição de amônia separado. Em uma outra otimização de sistema, o catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> pode ser integrado no filtro de fuligem quer como zona quer como um revestimento uniforme. Assim fazendo o volume de todo o sistema é reduzido com correspondentes vantagens de custo e de embalagem.

[50] Integração da função de catalisador de oxidação / light-off e funções de remoção de particulado em um único artigo de catalisador é realizada usando um substrato de fluxo de parede revestido com uma composição de catalisador de oxidação light-off. A composição de catalisador de oxidação / light-off contém uma carga suficiente de composição de metal de grupo precioso para realizar light-off em uma temperatura menor do que cerca de 300°C (e.g, de cerca de 220°C a 300°C) para gerar uma exotermia para queimar fuligem coletada no filtro. Temperaturas geradas pela exotermia tipicamente estão entre cerca de 500°C e 700°C. Embora haja numerosas

maneira de incorporar a função de ignição (light-off) / queima no próprio filtro de particulados, um método seria aplicar esta função ao filtro de particulados como uma zona de catalisador na extremidade de entrada, a montante do substrato de filtro de particulados (e.g. substrato de filtro de fluxo de parede, de favo de mel). Esta zona catalítica de entrada que será exposta às temperaturas de exaustão relativamente altas (220-300°C) e terá uma atividade catalítica suficientemente alta para realizar a ignição (light-off), mas combustão razoavelmente completa do combustível injetado para produzir as temperaturas altas, por exemplo, cerca de 500-700°C exigidas para regeneração de filtro. Embora haja uma variedade de composições de catalisador que pode realizar isto, uma composição exemplar seria compreendida de metais de grupo precioso (PGM's) dispersados sobre um suporte adequado e em um nível de carga adequado para ignizar (light-off) e queimar o combustível injetado, e é descrito com mais detalhe abaixo. A zona de entrada tipicamente se estenderá pelo menos 10% do comprimento axial do filtro, e em várias modalidades, a zona de entrada se estende pelo menos cerca de 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50% ou até cerca de 75% do comprimento axial do filtro. A zona de entrada pode estar diretamente sobre as paredes do filtro, ou a zona de entrada pode ser formada sobre um revestimento catalítico que se estende pelo comprimento axial inteiro do filtro. O revestimento catalítico subjacente pode ser um óxido de metal base tal como um óxido de cobre, cobalto, cromo, cério, etc. ou uma composição de metal de grupo precioso. Em modalidades nas quais o revestimento subjacente é uma composição de metal de grupo precioso, a carga é tipicamente menor do que ou igual a 353 g/m<sup>3</sup>. Assim, o filtro de particulados pode ter um revestimento catalítico de platina ou de outro metal de grupo precioso adequado em uma carga de 353 g/m<sup>3</sup> cobrindo o comprimento axial inteiro do [sic].

[51] Uma modalidade do sistema de tratamento de emissão da

invenção é mostrada em FIG. 1A. Como pode ser visto em FIG. 1A, a exaustão contendo poluentes gasosos (incluindo hidrocarbonetos não queimados, monóxido de carbono e  $\text{NO}_x$ ) e matéria particulada é transportada do motor 15 para um filtro de particulados 11 compreendendo elementos de parede tendo uma composição de catalisador de oxidação light-off permeando pelo menos uma zona de entrada das paredes como será descrito adicionalmente abaixo. No catalisador de oxidação light-off permeando as paredes do filtro de particulados 11, hidrocarbonetos não-voláteis e gasosos não-queimados (i.e., a SOF) e monóxido de carbono são totalmente comburidos para formarem dióxido de carbono e água. remoção de proporções substanciais da VOF usando o catalisador de oxidação, em particular, ajuda a prevenir a deposição de matéria particulada excessiva sobre o filtro de particulados 11, que poderia se tornar obstruído pela matéria particulada excessiva. Em adição, uma proporção substancial do NO do componente  $\text{NO}_x$  é oxidada a  $\text{NO}_2$  na porção de catalisador de oxidação do filtro de particulados 11. A matéria particulada incluindo a fração de fuligem e a VOF são também em grande parte removidas (mais do que 80%) pelo filtro de particulados. A matéria particulada depositada sobre o filtro de particulados é comburida através de regeneração ativa do filtro, cujo processo é auxiliado pela presença da composição DOC integrada.

[52] A montante do filtro de particulados 11 um redutor, por exemplo, amônia, é injetado como um borriço via um bocal (não mostrado) na corrente de exaustão. Uréia aquosa mostrada na linha 18 pode servir como o precursor de amônia que pode ser misturado com ar em outra linha 19 em uma estação de misturação opcional 16. Uma porta ou válvula de introdução 14 pode ser usada para inserir quantidades precisas de uréia aquosa que são convertidas na corrente de exaustão em amônia. A corrente de exaustão com a amônia adicionada é convertida em um catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  12, mostrado como um catalisador SCR, que pode estar revestido sobre um

substrato apropriado tal como um favo de mel. Ao passar através do catalisador de redução 12, o componente  $\text{NO}_x$  da corrente gasosa de exaustão é convertido através de redução catalítica seletiva de  $\text{NO}_x$  com amônia em nitrogênio.

[53] Dependendo do nível desejado de remoção de  $\text{NO}_x$ , um ou mais catalisadores de redução de  $\text{NO}_x$  podem estar posicionados a montante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  12. Por exemplo, o catalisador SCR adicional pode estar posicionado sobre um substrato de fluxo através de favo de mel, monolítico, um substrato de espuma de cerâmica ou substrato metálico a montante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  12.

[54] Uma configuração opcional é mostrada em FIG. IB onde o sistema de tratamento de emissão é fornecido com um catalisador de destruição de  $\text{NH}_3$  tal como um catalisador de oxidação de slip ( $\text{NH}_3$  não-reagida) 13 a montante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  12, mostrado como um catalisador SCR. O catalisador de oxidação de slip ( $\text{NH}_3$  não-reagida) pode estar revestido, por exemplo, com uma composição contendo metais base e menos do que 0,5% em peso de platina. Esta disposição pode ser usada para oxidar qualquer  $\text{NH}_3$  em excesso antes de ser eliminado para a atmosfera. De acordo com uma ou mais modalidades, o catalisador de destruição de  $\text{NH}_3$  pode estar posicionado no filtro de particulados.

#### SUBSTRATOS DE FLUXO DE PAREDE

[55] O filtro de particulados pode ser apresentado em muitas formas. Por exemplo, os filtros de particulados podem estar na forma de uma parede de favo de mel, um filtro de filtração parcial, um filtro de treliça de arame, um filtro de fibra enrolada, um filtro de metal sinterizado e um filtro de espuma. Em modalidades específicas, o filtro de particulados é um filtro de fluxo de parede. Substratos de fluxo de parede úteis para suportar as composições de catalisador de oxidação têm uma pluralidade de passagens de fluxo de gás finas, substancialmente paralelas se estendendo ao longo do eixo

longitudinal do substrato. Tipicamente, cada passagem está bloqueada em uma extremidade do corpo do substrato, com passagens alternadas bloqueadas em faces de extremidade oposta. Tais suportes monolíticos podem conter até cerca de 108 ou mais de passagens de fluxo (ou "células") por centímetro quadrado de seção transversal, embora muito menos possam ser usadas. Por exemplo, o suporte pode ter de cerca de 1 a 93, mais costumeiramente de cerca de 15 a 62, células por centímetro quadrado ("cpcq"). As células podem ter seções transversais que são de formas retangular, quadrada, circular, oval, triangular, hexagonal, ou são de outras formas poligonais. Substratos de fluxo de parede tipicamente têm uma espessura de parede entre 0,005 e 0,3 centímetro. Exemplos de substratos de fluxo de parede adequados têm uma espessura de parede de entre 0,005 e 0,038 centímetro.

[56] FIGS. 2 e 3 ilustram um substrato de filtro de fluxo de passagem 30 que tem uma pluralidade de passagens 52. As passagens estão ligadas ou encerradas pelas paredes internas 53 do substrato de filtro. O substrato tem uma extremidade de entrada 54 e uma extremidade de saída 56. Passagens alternadas estão tampadas na extremidade de entrada com tampas de entrada 58, e na extremidade de saída com tampas de saída 60 para formar padrões de tabuleiro de dama na entrada 54 e na saída 56. Uma corrente gasosa 62 entra através da entrada de canal não tampada 64, é parada pela tampa de saída 60 e se difunde através das paredes de canal 53 (que são porosas) para o lado de saída 66. O gás não pode retornar para o lado de entrada das paredes por causa das tampas de entrada 58.

[57] Substratos de filtro de fluxo de parede adequados são compostos de materiais semelhantes à cerâmica tais como cordierita,  $\alpha$ -alumina, carbeto de silício, nitreto de silício, zircônia, mulita, espodumeno, alumina-sílica-magnésia, titanato de alumínio ou silicato de zircônio, ou de metal refratário, poroso. Substratos de fluxo de parede também podem ser formados de materiais compósitos de fibra de cerâmica. Exemplos de

substratos de fluxo de parede adequados são formados de cordierita e carbeto de silício. Tais materiais são capazes de suportar o ambiente, particularmente temperaturas altas, encontradas no tratamento de correntes de exaustão.

[58] Substratos de fluxo de parede adequados para uso no sistema da invenção incluem favos de mel (monólito(s)) de parede porosa fina através dos quais a corrente de fluido passa sem causar um aumento muito grande em contrapressão ou pressão através do artigo. De acordo com modalidades da invenção, substratos de fluxo de parede de cerâmica usados no sistema são formados de um material tendo uma porosidade de pelo menos 40% (e.g., de 50 a 75%) tendo uma porosidade de pelo menos 5 micrômetros (e.g., de 5 a 30 micrômetros). Em certas modalidades, os substratos têm uma porosidade de pelo menos 55% e têm uma porosidade de pelo menos 10 micrômetros. Quando substratos com estas porosidades e estes tamanhos de poro médios são revestidos com técnicas descritas abaixo, níveis adequados de composições de catalisador SCR podem ser carregados sobre os substratos para alcançar excelente eficiência de conversão de  $\text{NO}_x$ . Estes substratos ainda são capazes de manter características de fluxo de exaustão adequadas, i.e., contrapressões aceitáveis, não obstante a carga de catalisador DOC. Pat. U.S. de No. 4.392.162 é aqui incorporada como referência com respeito à revelação de substratos de fluxo de parede adequados. Substratos de fluxo de parede também podem ser metálicos, i.e. não têm porosidade, e o tamanho de poro é tipicamente menor do que o de um filtro de fluxo de parede.

[59] O filtro de fluxo de parede porosa usado de acordo com modalidades da invenção é catalisado pelo fato de que a parede de dito elemento tem sobre a mesma ou condito na mesma um ou mais materiais catalíticos. Materiais catalíticos podem estar presentes sobre apenas o lado de entrada da parede de elemento, o lado de saída apenas, ambos os lados de entrada e saída, ou a própria parede pode consistir toda, ou em parte, do material catalítico. Para revestir os substratos de fluxo de parede com a

composição de catalisador DOC, os substratos são impregnados verticalmente em uma porção da lama de catalisador de tal modo que o topo do substrato fique localizado exatamente acima da superfície da lama. Nesta maneira, lama contata a face interna de cada parede de favo de mel, mas é evitado que contate a face externa de cada parede. Isto resulta em uma porção das paredes sobre a extremidade de entrada do substrato sendo revestida, formando uma zona de entrada. O substrato é removido da lama, e excesso de lama é removido do substrato de fluxo de parede primeiro permitindo que ele seja drenado dos canais, então por sopro com ar comprimido (contra a direção de penetração da lama), e então por aspiração de um vácuo da direção de penetração da lama. Pelo uso desta técnica, a lama de catalisador permeia as paredes do substrato, ainda os poros não são ocluídos na medida em que contrapressão indevida se desenvolverá no substrato acabado. Como aqui usado, o termo "permeato" quando usado para descrever a dispersão da lama de catalisador sobre o substrato, significa que a composição de catalisador está dispersada em toda a parede do substrato, e não apenas sobre uma superfície externa da parede como uma camada de revestimento. O catalisador pode ser aplicado por qualquer técnica adequada, tal como por imersão do substrato dentro do revestimento usando um vácuo para sugar o revestimento para cima para dentro dos canais do substrato, como descrito nas Patentes dos Estados Unidos de números 4.478.874; 5.866.210 e 5.963.832, a totalidade de cada patente é aqui incorporada como referência.

[60] Após revestimento com catalisador, os substratos são secos tipicamente a cerca de 100°C e calcinados em uma temperatura mais alta (e.g., 300 a 450°C). Após calcinação, a carga de catalisador pode ser determinada através de cálculo dos pesos revestido e não-revestido do substrato. Como será evidente para aquelas pessoas experientes na arte, a carga de catalisador pode ser modificada pela alteração de teor de sólidos da lama de revestimento. Alternativamente, imersões repetidas do substrato na

lama de revestimento podem ser conduzidas, seguidas por remoção do excesso de lama como descrito acima.

Composições de catalisador de oxidação

[61] O catalisador de oxidação formado sobre o filtro de particulados pode ser formado de qualquer composição que proporciona combustão efetiva de hidrocarbonetos não-voláteis e gasosos não-queimados (i.e., a VOF) e monóxido de carbono. Em adição, o catalisador de oxidação deve ser eficaz para converter uma proporção substancial do NO do componente NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub>. Como aqui usado, o termo "conversão substancial de NO do componente NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub>" significa pelo menos 20%, e preferivelmente entre 30 e 60%. Composições de catalisador tendo estas propriedades são conhecidas na arte, e incluem composições baseadas em metal base e metal do grupo da platina. Um exemplo de composição de catalisador de oxidação que pode ser usada no sistema de tratamento de emissão contém um componente do grupo da platina (e.g., componentes platina, paládio ou ródio) dispersado sobre um suporte de óxido refratário, de área de superfície grande (e.g.,  $\gamma$ -alumina). Um componente metal adequado do grupo da platina é platina.

[62] Composições baseadas em metal do grupo da platina para uso na formação do catalisador de oxidação também são descritas em Pat. U.S. No. 5.100.632 (a patente '632) incorporada por meio desta como referência. A patente '632 descreve composições que têm uma mistura de platina, paládio, ródio, e rutênio e um óxido de metal alcalino-terroso tal como óxido de magnésio, óxido de cálcio, óxido de estrôncio, ou óxido de bário com uma razão atômica entre o metal do grupo da platina e o metal alcalino-terroso de cerca de 1:250 a cerca de 1:1, e preferivelmente cerca de 1:60 a cerca de 1:6.

[63] Composições de catalisador adequadas para o catalisador de oxidação também podem ser formadas usando metais base como agentes catalíticos. Por exemplo, Pat. U.S. No. 5.491.120 (cuja revelação é

incorporada por meio desta como referência) revela composições de catalisador de oxidação que incluem um material catalítico tendo uma área de superfície BET de pelo menos cerca de 10 m<sup>2</sup>/g e consistem essencialmente de um segundo óxido de metal volumoso que pode ser um ou mais de titânia, zircônia, céria-zircônia, sílica, alumina-sílica, e  $\alpha$ -alumina.

[64] Também são úteis as composições de catalisador reveladas em Pat. U.S. No. 5.462.907 (a patente '907, cuja revelação é incorporada por meio desta como referência). A patente '907 ensina composições que incluem um material catalítico contendo céria e alumina cada uma tendo uma área de superfície de pelo menos cerca de 10 m<sup>2</sup>/g, por exemplo, céria e alumina ativada em uma razão em peso de cerca de 1,5:1 a 1:1,5. Alternativamente, paládio em qualquer quantidade desejada pode estar incluído no material catalítico. Composições úteis adicionais são reveladas em Pat. U.S. No.7.078.074, cujo conteúdo inteiro é aqui incorporado como referência.

[65] A carga de PGM sobre a zona de entrada pode ser variada em entre cerca de 706 g/m<sup>3</sup> e 7.063 g/m<sup>3</sup>, mais especificamente entre cerca de 1.059 g/m<sup>3</sup> e 5.297 g/m<sup>3</sup>, e em uma modalidade específica entre cerca de 1.413 g/m<sup>3</sup> e 3.531 g/m<sup>3</sup>. Estas quantidades podem ser incrementalmente variadas em quantidades de 177 g/m<sup>3</sup> entre estas faixas. Em modalidades específicas, o PGM pode ser escolhido de Pt e/ou Pd, ambos os quais são bons catalisadores de oxidação para hidrocarbonetos. O preço corrente de platina é muito mais alto do que o do paládio, assim o último oferece a vantagem de custo reduzido; contudo, isto pode mudar no futuro dependendo da demanda de PGM. Platina é muito ativa para reações de oxidação de hidrocarboneto e é muito resistente ao envenenamento, e.g. por enxofre. Contudo, sob condições de exaustão de mistura pobre e temperaturas que podem ultrapassar 800°C, platina pode experimentar sinterização térmica e deste modo redução em atividade de oxidação. Adição de paládio e sua interação com a platina resulta em uma redução substancial na sinterização de temperatura alta de platina e

deste modo em manutenção de sua atividade de oxidação. Se as temperaturas de exposição são mantidas baixas, Pt-apenas pode ser uma boa opção para obter a atividade de oxidação mais alta possível. Contudo, em configurações nas quais temperaturas altas (e.g. 800°C) são previstas, especialmente internas ao filtro, inclusão de um pouco de Pd é desejada. Razões de Pt:Pd para obter estabilidade de platina aceitável com a atividade de oxidação mais alta estão entre cerca de 10:1 e 4:1; contudo, razões tão baixas quanto 2:1 e 1:1 também estão dentro do escopo da invenção. Teores mais altos de Pd (e.g., 1:2) também estão dentro do escopo da presente invenção. Em certas modalidades, Pd sem platina pode ser usado.

[66] O PGM está dispersado sobre um material de suporte adequado tal como um óxido refratário com área de superfície alta e estabilidade térmica boa tal como um óxido de alumínio de área de superfície alta. Aluminas de área de superfície alta são suportes adequados para PGM e SBa-150 (Sasol North America) com área de superfície de 138-158 m<sup>2</sup>/g e volume de poro de 0,44-0,55 cm<sup>3</sup>/g (N<sub>2</sub>) é um exemplo de um suporte de alumínio adequado. Também aluminas estabilizadas com um segundo óxido são suportes adequados. Estabilização de alumina com lantana proporciona um suporte adequado para PGM. Por exemplo alumina estabilizada GA-200L (4% em peso de La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Engelhard, Port Allen, LA) com área de superfície de 190-250 m<sup>2</sup>/g e volume de poro de 0,5 cm<sup>3</sup>/g (N<sub>2</sub>) é uma alumina estabilizada adequada. Também misturas de aluminas são suportes adequados, por exemplo 50:50 em peso. SBa-150 mais GA-200L. Outras aluminas que estão dopadas ou tratadas com óxidos tais como SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, etc.) para proporcionar estabilização ou químicas de superfície melhoradas também podem ser utilizadas. Outros materiais de suporte adequados, incluem, mas não são limitados a ZrO<sub>2</sub> e TiO<sub>2</sub> podem ser usados. Em adição aos óxidos de suporte de PGM discutidos acima pode se mostrar útil a inclusão de outros óxidos cataliticamente funcionais para serem incorporados na zona catalítica.

Exemplos destes incluem  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , e  $\text{MnO}_2$  e suas combinações e misturas de óxido em solução sólida, etc. Estes óxidos podem contribuir para queima de hidrocarbonetos, especialmente hidrocarbonetos derivados de combustível pesados, e fuligem / coque depositada(o) derivado de desproporcionamento (i.e., desidrogenação ou desidrogenação oxidativa) do combustível injetado e nesta maneira dão atividade de combustão adicional à zona catalítica, adicionalmente previnem desativação do PFM pela deposição de coque derivado de hidrocarboneto.

[67] A carga do catalisador de oxidação na zona do substrato de filtro é tipicamente limitada para controlar a contribuição do volume físico do revestimento de catalisador enchendo o volume de poro do substrato de filtro e deste modo afetando adversamente a resistência de fluxo através da parede de filtro e assim a contrapressão. Por outro lado, com cargas altas de PGM sobre o óxido de suporte temos proporcionado área de superfície suficiente para boa dispersão de PGM. Como um exemplo, uma carga de PGM sobre a zona de entrada de cerca de 2.119 g/m<sup>3</sup>, um ganho seco (DG) de 0,03 g/cm<sup>3</sup> na zona é aceitável. O DG pode ser ajustado levando-se em consideração a carga de PGM ótima, razão em peso de alumina para outro óxido (mais denso), e outros fatores.

[68] A razão do comprimento/volume de zona para comprimento/volume de filtro total pode variar entre cerca de 0,20 a 0,9, por exemplo, este valor pode ser 0,25, 0,5 ou 0,75. Assim por exemplo, um substrato de filtro de 28,58 cm de diâmetro x 35,6 cm de comprimento com um comprimento/profundidade de zona de ca. 7,6 cm poderia ser usado ou uma razão de 0,21 de comprimento/volume total do filtro. Contudo, determinação da razão de comprimento/volume de zona mais efetiva será parte da otimização de filtro catalisado para um projeto de sistema de controle de emissão de exaustão particular.

[69] A zona catalítica de entrada (razão de comprimento/volume

pode variar) para ignição (light-off) e combustão do combustível injetado. A porção de não-zona do filtro pode estar vazia e não catalisada ou catalisada. Isto é realizado por aplicação de um revestimento no comprimento total do substrato de filtro. Isto pode ser feito antes da aplicação de revestimento zonado de catalisador de oxidação, mas isto não é necessário e o revestimento de corpo principal pode ser aplicado após o revestimento zonado. O revestimento de corpo principal tipicamente (mas não necessariamente) tem uma carga de PGM e um DG de washcoat menores do que os do revestimento zonado de entrada. O PGM menor proporciona custo menor e o DG menor proporciona queda de pressão menor através do filtro. É possível aplicar este revestimento como um revestimento zonado de saída, separado. Isto pode ser realizado pela aplicação do revestimento zonado de combustão de combustível de entrada para a razão de comprimento/profundidade desejada em uma extremidade do substrato de filtro e então aplicação do revestimento de saída na extremidade oposta do substrato para a razão de comprimento/profundidade desejada. Este revestimento de catalisador é aplicado na estrutura de poro da parede do filtro e não ocorre como um revestimento discreto sobre a parede do filtro. A composição do revestimento do corpo principal ou da zona de saída pode ser variada. Tipicamente, o revestimento catalítico é compreendido de PFM sobre alumina(s). Um catalisador exemplar tem um revestimento compreendido de 353 g/m<sup>3</sup> de Pt-Pd (razão 10:1) suportado sobre [Aluminas [SBa-150 + GA-200L] (razão em peso de 50:50) e aplicado no comprimento total do suporte de filtro em um DG = 0,015 g/cm<sup>3</sup>. O revestimento de corpo principal contribui para combustão adicional de qualquer combustível injetado que não esteja completamente comburido sobre o revestimento zonado de entrada. Isto garante que todo o hidrocarboneto e quaisquer possíveis produtos de oxidação parcial tal como monóxido de carbono são totalmente oxidados antes de saírem do filtro.

### Catalisadores de Redução de NO<sub>x</sub>

[70] Para a maioria das aplicações de diesel de trabalho pesado nos E.U.A. iniciando em 2007 projeto e calibração de motor serão suficientes para atenderem ao padrão de NO<sub>x</sub>. Contudo, nos Estados Unidos, particularmente iniciando em 2010, não é esperado que padrões de emissão de NO<sub>x</sub> mais rigorosos sejam atendidos pelas medidas de projeto e calibração de motor apenas e uma redução de NO<sub>x</sub> após catalisador de tratamento será exigida. O catalisador de redução de NO<sub>x</sub> de acordo com uma ou mais modalidades da invenção pode compreender um catalisador de redução catalítica seletiva (SCR), a um catalisador de NO<sub>x</sub> de mistura pobre (lean NO<sub>x</sub>), um coletor de NO<sub>x</sub> de mistura pobre (LNT), ou uma combinação destes. Isto também poderia ser aplicado às aplicações de diesel de trabalho leve.

[71] Deve ser notado que o NO<sub>x</sub> escapado de motor está principalmente na forma de NO com níveis baixos de NO<sub>2</sub> e que as rações e cargas de PGM empregadas na zona e no corpo do filtro de particulados zonado podem ser ajustadas para controlar o nível de NO<sub>2</sub> versus NO saído do filtro. A reação de oxidação, representada por NO + 1/2 → NO<sub>2</sub>, pode ser controlada pela função de PGM. A efetividade de LNT ou SCR a jusante pode ser aumentada pelo controle da razão de NO<sub>2</sub>/NO.

[72] Para uma reação SCR, há três condições de reação que podem ser consideradas dependendo da razão de NO<sub>2</sub>/NO:

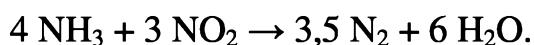
(1) Padrão:



(2) "Rápida":



(3) "Lenta":



[73] Das três condições acima, pode ser visto que a reação SCR "rápida" ou mais eficiente ocorre se a razão de NO<sub>2</sub> para NO for de 1:1 e em

relação à saída do motor é esperado que exija uma função de oxidação para aumentar a quantidade relativa de NO<sub>2</sub>. De acordo com modalidades da invenção, o PGM sobre o filtro de particulados zonado pode contribuir para esta função e ajuste das carga e razão de PFM pode ser usado para alcançar isto. Acredita-se que a razão de 1:1 dá a melhor reação SCR a montante. Níveis mais altos de NO<sub>2</sub> são prejudiciais pelo fato que dão uma reação SCR mais lenta. Para a operação de LNT, é necessário oxidar NO de saída de motor tão completamente quanto possível a NO<sub>2</sub> porque LNT's absorvem NO<sub>x</sub> principalmente como nitratos. Ajuste das carga e razão de PGM de CSF's zonados alcançaria isto. Seria esperado que operação de LNT exigisse níveis de carga mais altos de PGM com a maior parte do se não todo o PGM na forma de Pt.

[74] Composições de catalisador SCR adequadas para uso no sistema são capazes de efetivamente catalisar a redução do componente NO<sub>x</sub> em temperaturas abaixo de 600°C, de modo que níveis adequados de NO<sub>x</sub> possam ser tratados até mesmo sob condições de carga baixa que tipicamente estão associadas com temperaturas de exaustão mais baixas. Preferivelmente, o artigo catalisador é capaz de converter pelo menos 50% do componente NO<sub>x</sub> em N<sub>2</sub>, dependendo da quantidade de redutor adicionada no sistema. Outro atributo desejável para a composição é que ela possui a capacidade para catalisar a reação de O<sub>2</sub> com qualquer NH<sub>3</sub> em excesso para N<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, de modo que NH<sub>3</sub> não seja emitida para a atmosfera. Composições de catalisador SCR úteis usadas no sistema da invenção também devem ter resistência à degradação sob exposição aos componentes de enxofre, que estão frequentemente presentes em composições de gás de exaustão de diesel.

[75] Composições de catalisador SCR adequadas são descritas por exemplo em U.S. Pat. Nos. 4.96.917 (a patente '917) e 5.516.497, que são ambas incorporadas por meio desta como referências em suas totalidades. Composições mostradas na patente '917 incluem um de ou ambos de um

promotor de ferro e um promotor de cobre presentes em uma zeolita em uma quantidade de cerca de 0,1 a 30 por cento em peso, preferivelmente de cerca de 1 a 5 por cento em peso, do peso total de promotor mais zeolita. Em adição à sua capacidade para catalisar a redução de  $\text{NO}_x$  com  $\text{NH}_3$  para  $\text{N}_2$ , as composições mostradas também promovem a oxidação de excesso de  $\text{NH}_3$  com  $\text{O}_2$ , especialmente para aquelas composições tendo concentrações de promotor mais altas. Outra composição de catalisador SCR adequada compreende vanádia-titânia.

[76] Zeolitas usadas em tais composições são resistentes ao envenenamento por enxofre, mantêm um nível alto de atividade para o processo SCR. Estas zeolitas têm um tamanho de poro suficientemente grande para permitirem movimento adequado das moléculas reagentes  $\text{NO}$  e  $\text{NH}_3$  para dentro do, e das moléculas de produto  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  para fora do, sistema de poros na presença de moléculas de óxido de enxofre resultantes do envenenamento por enxofre de curta duração, e/ou depósitos de sulfato resultantes do envenenamento por enxofre de longa duração. O sistema de poros de tamanho adequado está interconectado em todas as três dimensões cristalográficas. Como é bem conhecido por aquelas pessoas experientes na arte de zeolita, a estrutura cristalina de zeolitas exibe uma estrutura de poro complexa tendo mais ou menos conexões, intersecções e semelhantes regularmente recorrentes. Poros tendo uma característica particular, tais como um dado diâmetro dimensional ou uma dada configuração de seção transversal, são considerados unidimensionais se aqueles poros não cruzarem com outros poros semelhantes. Se os poros cruzam apenas dentro de um dado plano com outros poros semelhantes, os poros daquela característica são considerados interconectados em duas dimensões (cristalográficas). Se os poros cruzam com outros poros semelhantes jazendo ambos no mesmo plano e em outros planos, tais poros semelhantes são considerados interconectados em três dimensões, i.e., i.e. "tridimensionais". Tem sido verificado que

zeolitas que são elevadamente resistentes ao envenenamento por sulfato e proporcionam boa atividade para ambos o processo SCR e a oxidação de amônia com oxigênio, e que mantêm boa atividade até mesmo quando submetidas às temperaturas altas, condições hidrotérmicas e envenenamentos por sulfato, são zeolitas que têm poros que exibem um diâmetro de poro de pelo menos cerca de 0,7 nanômetro e estão interconectados em três dimensões. Embora as modalidades da presente invenção não sejam para serem ligadas a qualquer teoria específica, acredita-se que a interconexão de poros de pelo menos 0,7 nanômetro de diâmetro em três dimensões proporciona boa mobilidade de moléculas de sulfato por toda a estruturada zeolita, permitindo deste modo que as moléculas de sulfato sejam liberadas do catalisador para liberar um grande número de sítios adsorventes disponíveis para reagente  $\text{NO}_x$  e moléculas de  $\text{NH}_3$  e reagente  $\text{NH}_3$  e moléculas de  $\text{O}_2$ . Quaisquer zeolitas atendendo aos critérios anteriormente mencionados são adequadas para uso nas práticas da presente invenção; zeolitas específicas que atendem a estes critérios são USY, Beta e ZSM-20. Outras zeolitas também podem satisfazer os critérios acima mencionados.

[77] O catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  pode compreender um catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ). Catalisadores de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) são tipicamente classificados quer como um catalisador de  $\text{NO}_x$  de temperatura baixa quer como um catalisador de  $\text{NO}_x$  de temperatura alta. O catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) de temperatura baixa é baseado em platina (baseado em Pt) e não tem que ter zeolita presente para ser ativo, mas catalisadores de zeolita/Pt parecem ter seletividade melhor contra formação de  $\text{N}_2\text{O}$  como um subproduto do que outros catalisadores, tais como catalisadores de alumina/Pt. Geralmente, catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) de temperatura baixa tem faixas de temperatura cataliticamente ativa de cerca de 180 a 350°C com eficiências mais altas em uma temperatura de cerca de 250°C. catalisador de

$\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) de temperatura alta tem composições de zeolita/metal base, por exemplo Cu/ZSM-5. Catalisadores de  $\text{NO}_x$  de temperatura alta têm uma faixa de temperatura mais baixa de cerca de 300-350°C com eficiência mais alta ocorrendo ao redor de 400°C. Modalidades diferentes da presente invenção usa catalisador de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) de temperatura quer baixa quer alta como um redutor de HC.

[78] O catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  pode compreender um coletor de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre. Coletores de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) são mostrados em Patentes U.S. Nos. 5.875.057 e 6.471.924, o conteúdo inteiro de cada patente é aqui incorporado como referência. Em geral, um coletor de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre contendo uma combinação de um sorvente de  $\text{NO}_x$  e um catalisador de oxidação, que sorve  $\text{NO}_x$  sobre o membro coletor durante períodos de tempo selecionados, e.g., quando a temperatura da corrente gasosa não for adequada para abatimento de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ). Durante outros períodos de tempo, e.g., quando a temperatura da corrente gasosa sendo tratada for adequada para abatimento catalítico de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ), o componente combustível sobre o coletor é oxidado para termicamente dessorver o  $\text{NO}_x$  do membro coletor. Um coletor de  $\text{NO}_x$  de mistura pobre (lean  $\text{NO}_x$ ) tipicamente compreende componente metal catalítico tal como um ou mais metais do grupo da platina e/ou componente metal base tal como óxidos de um ou mais de cobre, cobalto, vanádio, ferro, manganês, etc.

[79] As composições de catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  podem ser revestidas sobre substratos monolítico de fluxo direto de favo de mel formados de materiais metálicos ou cerâmicos refratários (e.g., cordierita). Alternativamente, catalisadores de oxidação podem ser formados sobre substratos de espuma de cerâmica ou metálicos que são bem conhecidos na arte. Estes catalisadores de oxidação, em virtude do substrato sobre o qual são revestidos (e.g., espuma de cerâmica de célula aberta), e/ou em virtude de sua

atividade catalítica de oxidação intrínseca proporcionam algum nível de remoção de particulado.

[80] De acordo com uma ou mais modalidades da invenção, um sistema de dosagem de redutor é posicionado a jusante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  e a montante do particulado para injetar redutor de  $\text{NO}_x$  na corrente de exaustão. Como mostrado em Pat. U.S. No. 4.963.332,  $\text{NO}_x$  a jusante a montante do conversor catalítico pode ser detectado, e uma válvula de dosagem pulsada pode ser controlada por sinais a jusante e a montante. Em configurações alternativas, os sistemas mostrados em Pat. U.S. No. 5.522.218, onde a largura de pulso do injetor de redutor é controlada dos mapas de temperatura de gás de exaustão e das condições operacionais do motor tais como rpm do motor, engrenagem de transmissão e velocidade do motor. Referência também é feita à discussão de sistemas de dosagem de pulso de redutor em Pat. U.S. No. 6.415.602, cuja discussão é incorporada por meio desta como referência.

[81] Na modalidade de FIG. 4, um reservatório de uréia aquosa 22 armazena uma solução de água/uréia a bordo do veículo que é bombeada através de uma bomba 21 incluindo um filtro e regulador de pressão para um injetor de uréia 16. Injetor de uréia 16 é uma câmara de misturação que recebe ar de pressão regulada em linha 19 que é pulsado por uma válvula de controle para injetor de uréia 16. Uma solução de uréia/água/ar atomizada resulta, que é pulsada injetada através de um bocal 23 para dentro do tubo de exaustão 24 a montante do filtro de particulados 11 e a jusante do catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  12, que está a jusante do catalisador de destruição de  $\text{NH}_3$  opcional 13.

[82] Esta invenção não é limitada ao sistema de medição de uréia aquosa mostrado em FIG. 4. É contemplado que um reagente gasoso baseado em nitrogênio será utilizado. Por exemplo, um injetor prill de uréia ou ácido úrico pode dosar pelotas sólidas de uréia para uma câmara aquecida pelo gás

de exaustão para gaseificar o redutor sólido (faixa de temperatura de sublimação de cerca de 300 a 400°C). Ácido cianúrico gaseificará para ácido isociânicos (HNCO) e uréia gaseificará para amônia e HNCO. Com qualquer redutor, um catalisador de hidrólise pode ser fornecido na câmara e uma corrente de torvelinho (slip stream) do gás de exaustão pode ser injetada na câmara (o gás de exaustão contém vapor de água suficiente) para hidrolisar (temperaturas de cerca de 150 a 350°C) HNCO para produzir amônia.

[83] Em adição à uréia e ao ácido cianúrico, outros redutores ou reagentes de redução baseados em nitrogênio especialmente adequados para uso no sistema de controle da presente invenção inclui amelida, ammelina, cianato de amônio, biureto, ácido cianúrico, carbamato de amônio, melamina, tricianouréia, e misturas de qualquer número destes. Contudo, a invenção em um sentido mais amplo não é limitada aos redutores contendo nitrogênio mas pode incluir qualquer redutor contendo hidrocarbonetos tais como combustíveis destilados incluindo alcoóis, éteres, compostos organo-nitrados (e.g., metanol, etanol, dietil-éter, etc.) e várias aminas e seus sais (especialmente seus carbonatos), incluindo guanidina, carbonato de metil-amina, hexametil-amina, etc.

#### Composições de Catalisador de Destruição de NH<sub>3</sub>

[84] Em uma ou mais modalidades, o catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> é composto de um componente metal do grupo da platina dispersado sobre um suporte de óxido inorgânico refratário. Quando o catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> está depositado sobre o suporte monolítico, o componente metal do grupo da platina está tipicamente presente a de 3,5 a 1.413 g/m<sup>3</sup>, e preferivelmente, de 17,7 a 353 g/m<sup>3</sup>. Nestas concentrações o componente metal do grupo da platina é eficaz para a oxidação de amônia para formar N<sub>2</sub>, mas tem uma propensão diminuída para causar oxidação de amônia para formar NO<sub>x</sub>. Como descrito acima, composições mais altas de platina na composição são propensas a promover a conversão de excesso de amônia em

NO<sub>x</sub> e não em N<sub>2</sub>. Além disso, é desejado que níveis mais baixos de componentes metal do grupo da platina minimizem a formação de sulfatos que contribuem para a massa da matéria particulada que é descarregada para a atmosfera.

[85] Componentes metal do grupo da platina adequados incluem componentes platina, paládio, ródio e irídio. Platina é especialmente adequada. Em modalidades da invenção, onde platina é usada no catalisador de destruição de NH<sub>3</sub>, o componente platina pode ser sulfatado para adicionalmente moderar a atividade catalítica do componente platina e controlar a formação de NO<sub>x</sub>. A sulfatação pode ser realizada pelo tratamento da composição com ácido sulfúrico, ou alternativamente, pela sujeição da composição revestida final a uma corrente de exaustão derivada de um motor de combustão interna que usa combustível que contém níveis mais altos de componente enxofre (e.g. >350 ppm).

[86] Um material de catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> exemplar é composto de platina dispersada sobre um ou ambos de céria a granel e alumina ativada. Tais composições são similares àquelas descritas em Pat. U.S. No. 5.462.907, cuja revelação é incorporada por meio desta como referência. O material catalítico pode ser preparado na forma de uma lama aquosa de partículas de alumina e céria, as partículas sendo impregnadas com um precursor de platina solúvel em água ou dispersável em água. A lama pode ser então aplicada no suporte, seca e calcinada para formar um revestimento de material catalítico ("washcoat") sobre o mesmo. Tipicamente, as partículas de alumina e céria são misturadas com água e um acidulante tal como ácido acético, ácido nítrico ou ácido sulfúrico, e moídas em moinho de bolas para um tamanho de partícula desejado. Alternativamente a lama pode ser seca e calcinada antes de ser revestida sobre o suporte.

[87] O componente metal catalítico do grupo da platina é preferivelmente incorporado nas partículas de céria ou nas partículas de

alumina e céria. A céria-alumina atua não apenas como um catalisador mas também como um suporte para o componente metal catalítico de platina. Tal incorporação com o precursor de platina também pode ser conduzida após o material catalítico de céria-alumina ser revestido como um washcoat sobre um veículo adequado, por impregnação do suporte revestido com uma solução de um precursor de platina adequado, seguida por secagem e calcinação. Contudo, preferivelmente, as partículas de céria ou ambas as partículas de alumina e céria são impregnadas com um precursor de platina adequado antes de um revestimento de material catalítico de céria-alumina ser aplicado no suporte. Em qualquer caso, o metal platina é adicionado no material catalítico de céria-alumina como, e.g., uma solução de um composto de platina solúvel, a solução servindo para impregnar as partículas de alumina e céria (ou o revestimento de céria-alumina sobre o suporte), que pode ser então seca e a platina fixada sobre o mesmo. Fixação pode ser realizada por calcinação ou pelo tratamento com sulfeto de hidrogênio ou por outros meios conhecidos, para transformar o metal na forma insolúvel em água.

[88] Geralmente, a lama de partículas de céria e alumina ativada, com a solução de platina, será depositada sobre a superfície do suporte e seca e calcinada para aderir o material catalítico no suporte e, para reverter o composto de platina para o metal elementar ou seu óxido. Precursors de platina adequados para uso no processo anteriormente mencionado incluem cloreto de platina e potássio, tiocianato de platina e amônio, hidróxido de platina amina-solubilizada e ácido cloro-platínico, como é bem conhecido na arte. Durante calcinação, ou pelo menos durante a fase inicial de uso do catalisador, tais compostos, se presentes, são convertidos no metal platina elementar cataliticamente ativo ou em seu óxido.

[89] Quando o material catalítico é aplicado como uma camada fina em um suporte adequado, tal como descrito acima, as proporções de ingredientes são convencionalmente expressadas como peso de material por

volume unitário total de catalisador, porque esta medida acomoda a presença de densidades de célula, espessuras de parede, passagens de fluxo de gás diferentes, etc. Unidades de gramas por centímetro cúbico ("g/cm<sup>3</sup>") são usadas para expressar a quantidade de componentes relativamente abundantes tal como o material catalítico de céria-alumina, e unidades de grama por metro cúbico ("g/m<sup>3</sup>") são usadas para expressar a quantidade de ingredientes escassamente usados, tal como o metal platina. Para típicas aplicações de exaustão de diesel, o material catalítico de céria-alumina geralmente pode compreender de cerca de 0,015 a cerca de 0,24 g/cm<sup>3</sup>, preferivelmente de cerca de 0,015 a cerca de 0,18 g/cm<sup>3</sup> do substrato de suporte revestido, e de cerca de 3,5 a 353 g/m<sup>3</sup> de platina.

#### Componentes opcionais

[90] Geralmente, outros ingredientes podem ser adicionados na composição de catalisador tais como estabilizadores térmicos convencionais para a alumina, e.g., óxidos de metal de terra rara tal como céria. Estabilização térmica de céria e alumina de área de superfície alta para prevenir conversão de fase para formas de área de superfície baixa menos cataliticamente eficazes é bem conhecida na arte. Tais estabilizadores térmicos podem ser incorporados na céria a granel ou na alumina ativada a granel, por impregnação das partículas de céria (ou alumina) com, e.g., uma solução de um composto solúvel do metal estabilizador, por exemplo, uma solução de nitrato de alumínio no caso de estabilização de céria a granel. Tal impregnação é então seguida por secagem e calcinação das partículas de céria impregnadas para converter o nitrato de alumínio nas mesmas em alumina.

[91] Em adição, as composições catalíticas podem conter outros ingredientes catalíticos tais como outros promotores de metal base ou semelhantes. Contudo, em uma modalidade, a composição catalítica da presente invenção consiste essencialmente apenas da alumina de área de superfície alta e de céria de área de superfície alta, preferivelmente presentes

em uma proporção de 1,5:1 a 1:1,5, com ou sem estabilizadores térmicos impregnados nas mesmas, e, de 3,5 a 353 g/m<sup>3</sup> de platina.

### EXEMPLOS

[92] Os seguintes exemplos ilustram a presente invenção, mas claro que, não devem ser entendidos em nenhuma maneira como limitando seu escopo.

#### EXEMPLO 1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRA DE FILTRO DE PARTICULADOS CATALISADO REVESTIDO ZONADO

[93] Um filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado consistente com esta invenção foi preparado como segue:

[94] Um substrato de filtro de fluxo de parede de cordierita (Corning CO) tendo uma seção transversal redonda com dimensões de 26,7 cm de diâmetro x 30,5 cm de comprimento e tendo um espaçamento de células de 31 cpcq com uma espessura de parede de 0,030 cm foi usado. O revestimento deste substrato consistiu de:

a. Um primeiro revestimento opcional de polímero solúvel em água fugaz, Rhoplex P-376 (Rohm & Haas) aplicado no substrato inteiro que após secagem resultou em um DG = 0,015 g/cm<sup>3</sup>. Um propósito deste revestimento de polímero é preencher os poros menores na porosidade de filtro de cordierita, permitindo deste modo melhor distribuição do revestimento catalítico subsequente na parede do substrato de filtro.

b. um primeiro revestimento catalítico aplicado no comprimento total do substrato de filtro de fluxo de parede. Este revestimento era compreendido de platina e paládio impregnados sobre uma mistura de 50:50 em peso de alumina estabilizada com lantânio, GA-200L (Engelhard), contendo 4% de La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e alumina, SBa-150 (Sasol North America). Platina foi primeiro impregnada sobre a mistura de aluminas como uma solução aquosa de hidróxido de platina Pt (IV) estabilizado com monoetanol-amina e então com paládio como uma solução aquosa de nitrato de Pd (II). A mistura de

alumina impregnada com PGM resultante com razão de Pt para Pd de 10:1 foi moída em água para alcançar uma distribuição de tamanhos de partícula com 90% menores do que 7 micrômetros, após o qual a lama resultante foi ajustada para pH = 4 e sólidos para revestimento. O primeiro revestimento catalítico foi aplicado no comprimento total do substrato de filtro de fluxo de parede em uma passagem para alcançar um  $DG = 0,0156 \text{ g/cm}^3$  e tendo uma carga total de Pt + Pd de  $353 \text{ g/m}^3$  com uma razão de Pt para Pd de 10:1.

c. Um segundo revestimento catalítico zonado foi então aplicado na extremidade de entrada do substrato de filtro de fluxo de parede em um comprimento (profundidade) de 7,6 cm. Este revestimento era compreendido de platina e paládio impregnados sobre uma mistura de 50:50 em peso de alumina estabilizada com lantânio, GA-200L (Engelhard), contendo 4% de  $\text{La}_2\text{O}_3$  e alumina, SBa-150 (Sasol North America). Platina foi primeiro impregnada sobre a mistura de aluminas como uma solução aquosa de hidróxido de platina Pt (IV) estabilizado com monoetanol-amina e então com paládio como uma solução aquosa de nitrato de Pd (II). A mistura de alumina impregnada com PGM resultante com razão de Pt para Pd de 10:1 foi moída em água para alcançar uma distribuição de tamanhos de partícula com 90% menores do que 7 micrômetros, após o qual a lama resultante foi ajustada para pH = 4 e sólidos para revestimento. O segundo revestimento catalítico zonado foi aplicado na entrada 7,6 cm do substrato de filtro de fluxo de parede em uma passagem para alcançar um  $DG = 0,032 \text{ g/cm}^3$  dentro da zona e tendo uma carga total de Pt + Pd de  $2.119 \text{ g/m}^3$  com uma razão de Pt para Pd de 10:1.

[95] Isto resultou em um filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado tendo um nível de carga de Pt + Pd total de  $883 \text{ g/m}^3$  com razão de Pt para Pd total de 10:1.

**EXEMPLO 2 - Ignição (light-off) de combustível sobre CSF zonado**

[96] Com o propósito de demonstrar capacidade de regeneração

ativa do CSF zonado foi conduzido um teste de ignição (light-off) de combustível na célula de teste de motor. Este teste foi realizado usando um motor diesel de 225 HP (167.783 Watt), 7,6 litros turboalimentado instalado em uma célula de teste de motor e conectado a um dinamômetro. O teste foi conduzido usando o filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado descrito em Exemplo 1, acima.

[97] Para o teste de ignição (light-off) do filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado foi montado na linha de exaustão em uma posição de 3,0 metros a jusante do turboalimentador do motor. A linha de exaustão estava equipada com um injetor de combustível através do qual diesel combustível suplementar podia ser introduzido na corrente de exaustão. Este injetor de combustível era um do tipo padrão usado para motores a gasolina e foi montado exatamente a jusante do turboalimentador do motor. Entre o injetor de combustível diesel e o filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado estava montado um misturador em linha para ajudar a misturar o combustível injetado, atomizado com a corrente de exaustão. Todos os testes foram conduzidos usando combustível diesel ultra-baixo em enxofre (< 15 ppm de S) tanto para operação de motor quanto para combustível suplementar injetado na exaustão.

[98] Para o teste o motor foi operado em uma velocidade de 1570 rpm e um torque de 745 Nm que resultou em um fluxo de exaustão total de 740 m<sup>3</sup>/h padrão com uma temperatura de exaustão na entrada do filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado de 300°C medida por um termopar montado exatamente a montante da face do CSF. um termopar também foi montado exatamente a jusante da face de saída de CSF para medir a temperatura de exaustão naquela localização.

[99] Partindo com um filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado livre de fuligem, relativamente limpo o sistema foi permitido equilibrar e estabilizar para temperatura. Após isto (tempo de operação de ca. 122

minutos) combustível diesel foi introduzido em níveis variados na via de exaustão via o injetor de combustível descrito acima e as temperaturas de exaustão na entrada e na saída do CSF foram monitoradas. Os resultados são mostrados em Figura 5. inicialmente as temperaturas de exaustão entrada de CSF e de saída de CSF foram as mesmas (300°C), mas à medida que quantidades crescentes de combustível eram injetadas na exaustão a montante a temperatura de saída de CSF aumentava. Para um segmento (tempo de operação de ca. 130-135 minutos) com 1,2 g/s de combustível diesel injetados na exaustão a temperatura de gás de exaustão de saída de CSF foi 545°C que foi um aumento de 245°C acima da temperatura de gás de exaustão de entrada. Esta temperatura de exaustão está na faixa suficiente para dar combustão de fuligem no filtro sob condições de regeneração ativa. Medição do teor de hidrocarboneto total de gás de exaustão durante este segmento mostrou ca. 13.000 ppm de Cl na localização de entrada de CSF, mas apenas 2,7 ppm de Cl na saída de CSF indicando combustão essencialmente completa do combustível diesel injetado suplementar no CSF.

[100] Figura 6 mostra os dados de temperatura de exaustão de entrada versus saída para o teste de ignição (light-off) acima como uma função da taxa de injeção de combustível diesel para dentro da exaustão a montante do filtro de fuligem catalisado zonado (CSF). Isto mostra um aumento regular em temperatura de exaustão de saída de CSF com aumento no combustível diesel injetado e que temperaturas de 600°C pode ser alcançado para taxas de injeção de 1,5 g/s. Em alguns níveis de taxa de injeção os dados de temperatura de exaustão aparecem como barra ou faixa que reflete a resposta de aquecimento de temperatura-tempo ao se mudar de uma taxa de injeção para a seguinte mais alta.

**EXEMPLO 3 - Teste de Ignição (light-off) de combustível com medições de temperatura no leito de filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado**

[101] O teste em EXEMPLO 2 acima mediu o efeito de ignição

(light-off) de combustível injetado sobre as temperaturas de gás de exaustão sob a condição de carga e velocidade de motor. Foram alcançadas temperaturas de exaustão de saída de CSF tão altas quanto 600°C que estão em uma boa faixa para realizar combustão razoavelmente rápida de fuligem no CSF para regeneração ativa.

[102] O teste de EXEMPLO 3 estendeu investigação para incluir medição de temperaturas dentro do filtro catalisado zonado. Estas medições permitiram caracterização de distribuição tanto axial quanto radial de temperaturas dentro do CSF para demonstrar como a ignição (light-off) de combustível injetado desenvolveu e sua uniformidade. ademais, as temperaturas dentro do CSF foram mais representativas de temperaturas locais nas mesmas regiões onde a combustão de fuligem estava ocorrendo durante regeneração ativa.

[103] Em adição os testes de EXEMPLO 3 foram conduzidos em velocidades de motor diferentes que deram fluxos de exaustão diferentes, mais níveis de torque diferentes foram empregados nestas velocidades para dar temperaturas de exaustão de entrada de CSF menores do que aquelas que estavam ocorrendo em exemplo 2.

[104] Para estes testes o mesmo motor e a mesma configuração de teste foram usados como em EXEMPLO 2, exceto que o filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado foi equipado com termopares internos para medir as temperaturas internas do filtro. Dez (10) termopares foram instalados no filtro em uma configuração mostrada em Figura 7. Esta configuração consistiu de cinco (5) termopares instalados ao longo da linha central do filtro para medir as temperaturas no meio exato do corpo do filtro. Estes termopares foram posicionados a 2,5 cm da face de entrada (TC1), 7,6 cm da face de entrada e na parte de trás da zona de entrada (TC2), 15,2 cm da face de entrada e no ponto-central axial do filtro (TC3), 22,9 cm da face interna (TC4) e 27,9 cm da face interna (TC5). Em adição cinco (5) termopares foram instalados em

uma linha que estava localizada 2,5 cm radialmente da borda externa do filtro de fuligem catalisado zonado e estavam em posições correspondentes da face de entrada do filtro de 2,5 cm (TC11), 7,6 cm (TC12), 15,2 cm (TC13), 22,9 cm (TC14) e 27,9 cm (TC15).

[105] Os termopares usados em EXEMPLO 2 para medir temperaturas de gás de exaustão próximas das faces de entrada e de saída do CSF também estavam no lugar certo para medição de temperatura de gás de exaustão neste teste.

[106] O teste consistiu de operação de testes de ignição (light-off) com combustível injetado em três velocidades de motor características: velocidade-A = 1580 rpm, velocidade-B = 1940 rpm e velocidade-C = 2680 rpm. a taxa de combustível injetado foi mantida constante em cada condição de velocidade e o torque de motor foi variado para dar diferentes temperaturas de gás de exaustão de entrada entre 350°C e 250°C. Temperaturas estabilizadas foram registradas para gás de exaustão de entrada e de saída e para os termopares internos instalados no CSF.

[107] Os resultados para os testes de velocidade-A são dados em TABELA I, abaixo:

TABELA 1 - Dados de velocidade-A para ignição (light-off) de combustível				
Velocidade-A = 1580 rpm				
Taxa de injeção de combustível = 1,66 g/s				
Ponto de teste	1	2	3	4
Fluxo de exaustão (m <sup>3</sup> /h padrão)	739	720	700	682
Temperatura de gás de entrada de CSF zonado. (C)	305	285	268	256
Temperatura de gás de saída de CSF zonado. (C)	658	629	604	607
Temperaturas internas do filtro:				
2,5 cm da linha central TC1 em temp. (C)	498	454	433	419
7,6 cm da linha central TC2 em temp. (C)	537	499	470	465
15,2 cm da linha central TC3 em temp. (C)	599	565	533	532
22,9 cm da linha central TC4 em temp. (C)	663	634	604	608
12,5 cm da linha central TC5 em temp. (C)	700	669	635	641
2,5 cm da borda TC11 em temp. (C)	489	446	408	351
7,6 cm da borda TC12 em temp. (C)	528	488	465	455
15,2 cm da borda TC13 em temp. (C)	598	565	533	531
22,9 cm da borda TC14 em temp. (C)	653	615	589	592
12,5 cm da borda TC15 em temp. (C)	700	669	635	641

[108] Com uma taxa de injeção de combustível diesel de 1,66 g/s e para temperaturas de exaustão de entrada dentro da faixa de 305°C a 256°C e fluxos de exaustão dentro da faixa de 739 - 682 m<sup>3</sup>/h padrão foi possível alcançar temperaturas de exaustão de saída de CSF dentro da faixa de 658°C a 607°C que dão uma boa faixa para combustão de fuligem razoavelmente rápida em um filtro.

[109] Ademais, temperaturas internas altas > 500°C dentro do filtro poderiam ser alcançadas sobre grande parte do comprimento do filtro que são suficientes para dar combustão de fuligem razoavelmente rápida do filtro. As temperaturas internas abaixo da linha central do filtro e 2,5 cm da borda externa do filtro mostraram boa uniformidade radial de temperatura no filtro durante o teste de ignição (light-off). As temperaturas internas medidas na posição de 2,5 cm em da face interna do filtro foram menores do que aquelas medidas mais adiante em da face interna de entrada, mas isto é compreensível pelo fato de que ignição (light-off) do combustível injetado estava sendo iniciada nesta região. Ainda as temperaturas internas 2,5 cm em da face de entrada do CSF foram 163°C a 193°C mais altas do que a temperatura de gás de exaustão de entrada.

[110] As temperaturas de substrato internas e de gás de exaustão para ponto de teste 1 de velocidade-A (temperatura de gás de entrada de 305°C) são mostradas graficamente em Figura 8. Pode ser visto que houve essencialmente um aumento linear em temperatura de substrato interna ao longo do comprimento do CSF com temperaturas > 500°C sobre a maior parte do comprimento do CSF para facilitar combustão razoavelmente rápida de fuligem no filtro para regeneração ativa. Ademais, as temperaturas internas de CSF na linha central do filtro e 2,5 cm da borda externa do filtro foram quase idênticas o que mostrou boa uniformidade de ignição (light-off) e queima ativa de combustível.

[111] Os resultados para testes de velocidade-B são dados em

**TABELA II, abaixo:**

<b>TABELA II - Dados de velocidade-B para ignição (light-off) de combustível</b>				
<b>Velocidade-B = 1940 rpm</b>				
<b>Taxa de injeção de combustível = 2,25 g/s</b>				
Ponto de teste	1	2	3	4
Fluxo de exaustão (m <sup>3</sup> /h padrão)	979	968	935	928
Temperatura de gás de entrada de CSF zonado(C)	294	281	271	261
Temperatura de gás de saída de CSF zonado(C)	646	652	657	656
Temperaturas internas do filtro:				
2,5 cm da linha central TC1 em temp. (C)	463	458	447	431
7,6 cm da linha central TC2 em temp. (C)	498	497	489	482
15,2 cm da linha central TC3 em temp. (C)	551	560	556	556
22,9 cm da linha central TC4 em temp. (C)	631	645	645	638
12,5 cm da linha central TC5 em temp. (C)	679	696	698	698
2,5 cm da borda TC11 em temp.(C)	447	423	375	326
7,6 cm da borda TC12 em temp. (C)	491	490	480	467
15,2 cm da borda TC13 em temp.(C)	550	557	549	543
22,9 cm da borda TC14 em temp. (C)	610	621	621	616
12,5 cm da borda TC15 em temp. (C)	673	691	691	691

[112] Estes resultados foram similares, mas para uma condição de fluxo volumétrico de exaustão mais alto e, portanto, tempo de contato mais curto do que para os testes de velocidade-A. Deviam ser alcançadas temperaturas de gás de exaustão de saída de CSF e temperaturas internas de filtro dentro da faixa de 500°C a ca. 700°C deviam ser alcançadas que dariam combustão razoavelmente rápida de fuligem do filtro sob estas condições de regeneração ativa.

[113] Os resultados dos testes de velocidade-C são dados em **TABELA III, abaixo:**

TABELA III - Dados de velocidade-C para ignição (light-off) de combustível

Velocidade-C = 2680 rpm

Taxa de injeção de combustível = 1,89 g/s

Ponto de teste	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de exaustão (m <sup>3</sup> /h padrão)	969	917	874	830	770	723	713
Temperatura de gás de entrada de CSF zonado(C)	351	330	317	301	281	262	251
Temperatura de gás de saída de CSF zonado(C)	645	650	651	651	659	668	678
Temperaturas internas do filtro:							
2,5 cm da linha central TC1 em temp. (C)	515	503	499	492	479	460	448
7,6 cm da linha central TC2 em temp. (C)	546	535	531	527	524	505	511
15,2 cm da linha central TC3 em temp. (C)	590	584	582	581	585	586	587
22,9 cm da linha central TC4 em temp. (C)	649	650	651	653	665	670	685
12,5 cm da linha central TC5 em temp. (C)	679	685	686	689	702	712	730
2,5 cm da borda TC11 em temp. (C)	513	503	498	491	478	457	446
7,6 cm da borda TC12 em temp. (C)	540	532	527	525	519	504	503
15,2 cm da borda TC13 em temp.(C)	587	582	579	578	584	586	587
22,9 cm da borda TC14 em temp. (C)	634	633	633	634	648	653	665
12,5 cm da borda TC15 em temp. (C)	673	678	682	682	697	712	730

[114] Estes resultados para estes testes foram similares e mostraram boa ignição (light-off) de combustível injetado que deu temperaturas de gás de saída de CSF e temperaturas internas de filtro suficientemente altas para dar combustão de fuligem razoavelmente rápida do filtro sob regeneração ativa.

**EXEMPLO 4** - Efeito de acúmulo de particulado (fuligem) de diesel sobre a razão de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> de saída de CSF para um SCR a montante

[115] Um filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado montado a jusante na exaustão de uma função de catalisador de redução de NO<sub>x</sub> (e.g. SCR) desempenha um papel de remoção de fuligem e de conversão de hidrocarbonetos da exaustão que poderia ter um efeito interferindo com os sítios catalíticos sobre o catalisador SCR para a reação de redução de NO<sub>x</sub>. Em adição, o CSF pode atuar para oxidar NO de saída de motor para NO<sub>2</sub> que pode ser vantajoso na promoção da denominada reação SCR "rápida" discutida acima. Esta reação exige uma razão de NO para NO<sub>2</sub> de 1:1 ou uma razão de NO<sub>2</sub> para NO<sub>x</sub> total de 0,50 para dar os melhores resultados. Assim foi importante para avaliar o desempenho do CSF zonado com respeito a sua razão de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> de saída. Ademais, o NO<sub>2</sub> produzido no CSF pode reagir

com fuligem no CSF e foi importante para determinar a razão de  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  de saída de CSF com o acúmulo de fuligem no filtro.

[116] Isto foi feito usando o mesmo filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado de EXEMPLOS 1-3 acima. O CSF zonado foi ativamente regenerado como acima e subsequentemente queimado livre de fuligem residual em um forno a 600°C em ar para obter um filtro "limpo" e obter um peso de filtro tarado "limpo". O SCF "limpo" foi montado na corrente de exaustão de um motor de 330 HP (246.081 Watt) de 6,6 litros e equipado com um FTIR com ponto de amostragem a jusante do CSF para medir os níveis totais de  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}_2$  na corrente de exaustão. O motor foi operado em uma velocidade de 3200 rpm e torque de 125 Nm com um CSF na temperatura de exaustão de ca. 260°C e um nível de particulado de saída de motor que resultou em acúmulo de 6,1 g/litro de particulado (fuligem) no CSF zonado durante o período de 3 h. Os níveis de  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}_2$  totais de saída de CSF medidos por FTIR exibiram pouca mudança do início da operação (CSF "limpo") até o final da operação (CSF carregado de fuligem) como mostrado em Figura 9. Ademais, a razão de  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  durante a operação foi 0,52 no início e 0,44 no final que esteve dentro da faixa da razão desejada para a reação SCR "rápida a jusante e mostrou que acúmulo de fuligem no filtro teve pouco efeito sobre a razão de  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  de saída de CSF. Isto é considerado como o resultado de se ter revestimentos catalíticos no CSF zonado depositado dentro da parede do filtro e deste modo a jusante do bolo de fuligem acumulada no filtro.

**EXEMPLO 5 - Regeneração ativa de filtro de fuligem catalisado zonado com carga de fuligem no filtro.**

[117] O mesmo filtro de fuligem catalisado (CSF) zonado usado no teste em EXEMPLOS 1-4 foi carregado com fuligem em um motor de 330 HP (246.081 Watt) de 6,6 litros em uma velocidade de 3200 rpm e torque de 125 Nm. O filtro carregado de fuligem (2,8 g/litro de fuligem) foi posicionado

na linha de exaustão do motor de 225 HP (167.783 Watt) de 7,6 litros utilizado em EXEMPLOS 2-3 e que estava equipado com o mesmo injetor de combustível diesel suplementar usado para regeneração ativa. O motor foi ajustado para uma velocidade de 1566 rpm e torque de 680 Nm para alcançar uma temperatura de gás de exaustão de entrada de CSF de 303°C com fluxo de exaustão de 705 m<sup>3</sup>/h padrão. Uma vez estabilizada a queda de pressão (Delta P) através do filtro sob estas condições medida foi de 8,57 kPa. Injeção de combustível diesel suplementar na exaustão (1,62 g/s) foi estabelecida para iniciar uma regeneração ativa que foi continuada por ca. 25 min. Os resultados desta regeneração ativa são mostrados em Figura 10. Pode ser visto que a temperatura de exaustão de saída de CSF aumentou com injeção de combustível suplementar para um nível de 656°C adequado para combustão ativa de fuligem. O nível de Delta P também aumentou com aumento em temperatura de exaustão, mas alcançou um pico de ca. 11,5 kPa após ca. 2 min. de tempo de operação, após o qual Delta P foi reduzido e no final da operação foi de ca. 9,3 kPa com temperatura de exaustão de saída a 656°C para uma redução de 2,2 kPa do Delta P de pico. A injeção de combustível suplementar foi então terminada e a temperatura de gás de exaustão de saída de CSF retornou para o mesmo nível o de CSF na temperatura de gás de exaustão (303°C). O nível de Delta P através do filtro neste ponto foi medido como 5,87 kPa para uma redução de 2,70 kPa em relação ao nível antes da regeneração ativa. Pesagem do filtro após a regeneração ativa mostrou uma redução de 60% no nível de fulgem no filtro. Isto não foi considerado como um processo ou teste otimizado, mas claramente demonstrou regeneração ativa com o filtro catalisado (CSF) zonado para redução de Delta P de filtro e carga de fulgem.

[118] Embora o precedente seja direcionado às modalidades da presente invenção, modalidades adicionais e diferentes da invenção podem ser inventadas sem se desviarem do escopo básico da mesma, e o escopo da mesma é determinado pelas reivindicações que seguem.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tratamento de emissão para tratamento de uma corrente de exaustão compreendendo  $\text{NO}_x$  e matéria particulada, compreendendo:

um filtro de particulados compreendendo um substrato tendo uma pluralidade de passagens e elementos para aprisionar particulado contido em uma corrente de exaustão fluindo através do filtro, o substrato tendo uma extremidade de entrada e uma extremidade de saída definindo um comprimento axial, a extremidade de entrada do substrato tendo pelo menos 706 g/m<sup>3</sup> de composição de metal de grupo platina compreendendo platina e paládio posicionada sobre a mesma, caracterizado pelo fato de que a extremidade de entrada se estende por um comprimento que é menor do que o comprimento axial para periodicamente ignizar combustível em uma temperatura menor do que 300°C e para produzir uma exoterma suficiente para queimar particulado aprisionado no filtro, em que a regeneração ativa do filtro pode ser realizada pelo filtro sozinho, sem um catalisador de oxidação ignizado separado a montante; e

um catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  localizado a jusante do filtro de particulados.

2. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal de grupo platina se estende por menos do que 50% do comprimento axial do filtro.

3. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal de grupo platina está presente em uma quantidade de carga de pelo menos 1.059 g/m<sup>3</sup> e se estende por menos do que 50% do comprimento axial do filtro.

4. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal de grupo platina está presente em uma quantidade de carga de pelo menos 1.413 g/m<sup>3</sup> e se estende

por menos do que 50% do comprimento axial do filtro.

5. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o substrato está na forma de monolítico de fluxo de parede tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros e composição de metal de grupo platina permeando as paredes e se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada.

6. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as paredes se estendendo longitudinalmente têm um revestimento catalítico sobre as mesmas subjacente à composição de metal de grupo platina, o revestimento catalítico se estendendo pelo comprimento axial inteiro do filtro.

7. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a composição catalítica compreende um óxido de metal base.

8. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição catalítica compreende platina e paládio em uma proporção de Pt:Pd de 10:1 a 1:2.

9. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição de catalisador de oxidação ignizado compreendendo platina e paládio se estende da extremidade de entrada em direção à extremidade de saída para um

comprimento que é menor do que 50% do comprimento axial do filtro.

10. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o filtro de particulados compreende um monólito de fluxo de parede posicionado dentro da corrente de exaustão e tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros e o monólito de fluxo de parede compreendendo uma composição de catalisador de oxidação ignizado permeando as paredes.

11. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> localizado a jusante do catalisador de redução de NO<sub>x</sub>.

12. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o catalisador de redução de NO<sub>x</sub> compreende um catalisador de NO<sub>x</sub> pobre.

13. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender uma porta de introdução de redutor em comunicação fluida com um redutor hidrocarboneto, a porta de introdução de redutor localizada a montante do catalisador de NO<sub>x</sub> pobre.

14. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o catalisador de redução de NO<sub>x</sub> compreende um coletor de NO<sub>x</sub> pobre.

15. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a

reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o catalisador de redução de NO<sub>x</sub> compreende um catalisador SCR.

16. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender uma porta de introdução localizada a montante do catalisador SCR, a porta de introdução em comunicação fluida com uma fonte de amônia ou um precursor de amônia.

17. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um injetor em comunicação fluida com a porta de introdução, o injetor configurado para periodicamente introduzir a amônia ou um precursor de amônia dentro da corrente de exaustão.

18. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> localizado a jusante do catalisador SCR.

19. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender uma porta de introdução de agente produtor de exoterma localizada a montante do monólito de fluxo de parede, a porta de introdução de agente produtor de exoterma em comunicação fluida com um agente produtor de exoterma capaz de gerar uma temperatura suficiente para periodicamente queimar particulado acumulado no monólito de fluxo de parede.

20. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o agente produtor de exoterma compreende combustível diesel.

21. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o filtro de particulados compreende:

um monólito de fluxo de parede posicionado dentro da

corrente de exaustão e tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros; e

um injetor para injetar amônia ou precursor de amônia na corrente de gás de exaustão a montante do catalisador SCR.

22. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um catalisador de destruição de NH<sub>3</sub> localizado a jusante do catalisador SCR.

23. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de compreender um injetor de agente produtor de exoterma localizado a montante do monólito de fluxo de parede.

24. Sistema de tratamento de emissão de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que compreende platina e paládio estão presentes em uma proporção de 10:1 a 1:2.

25. Método para tratar corrente de exaustão de um motor a diesel, caracterizado pelo fato de compreender:

posicionar dentro da corrente de exaustão contendo matéria particulada um monólito de fluxo de parede e tendo uma pluralidade de passagens se estendendo longitudinalmente ligadas por paredes se estendendo longitudinalmente, as passagens compreendendo passagens de entrada tendo uma extremidade de entrada aberta e uma extremidade de saída fechada, e passagens de saída tendo uma extremidade de entrada fechada e uma extremidade de saída aberta, as paredes tendo uma porosidade de pelo menos 40% com um tamanho de poro médio de pelo menos 5 micrômetros e o monólito de fluxo de parede compreendendo uma composição de catalisador

de oxidação ignizado, compreendendo platina e paládio, permeando as paredes e se estendendo da extremidade de entrada para a extremidade de saída em um comprimento que é menor do que o comprimento axial das paredes para proporcionar uma zona de entrada;

posicionar um catalisador de redução de  $\text{NO}_x$  a jusante do monólito de fluxo de parede; e

periodicamente introduzir um agente produtor de exoterma a montante do monólito de fluxo de parede para gerar uma exoterma no monólito de fluxo de parede suficiente para comburir matéria particulada aprisionada dentro do monólito de fluxo de parede, em que a regeneração ativa do filtro pode ser realizada pelo filtro sozinho, sem um catalisador de oxidação ignizado separado a montante.

FIG. 1A

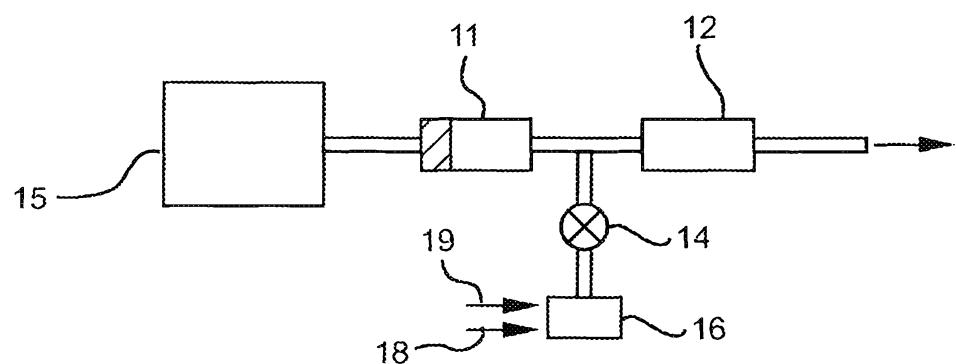


FIG. 1B

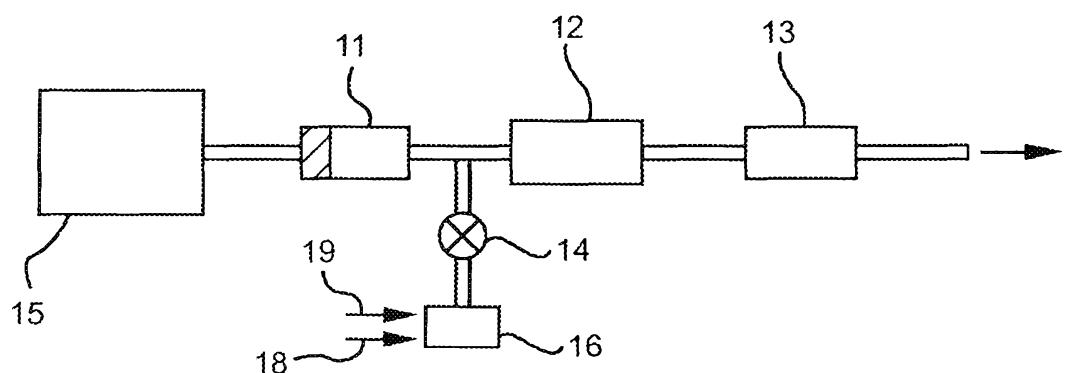


FIG. 2

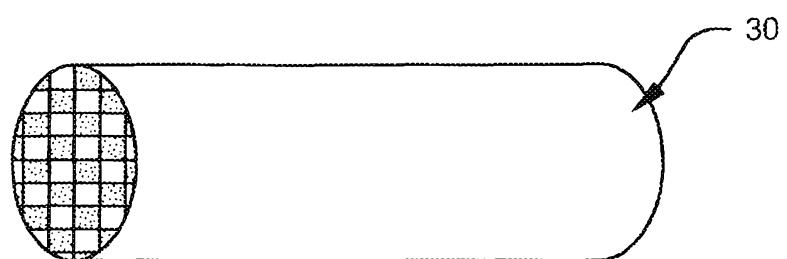


FIG. 3

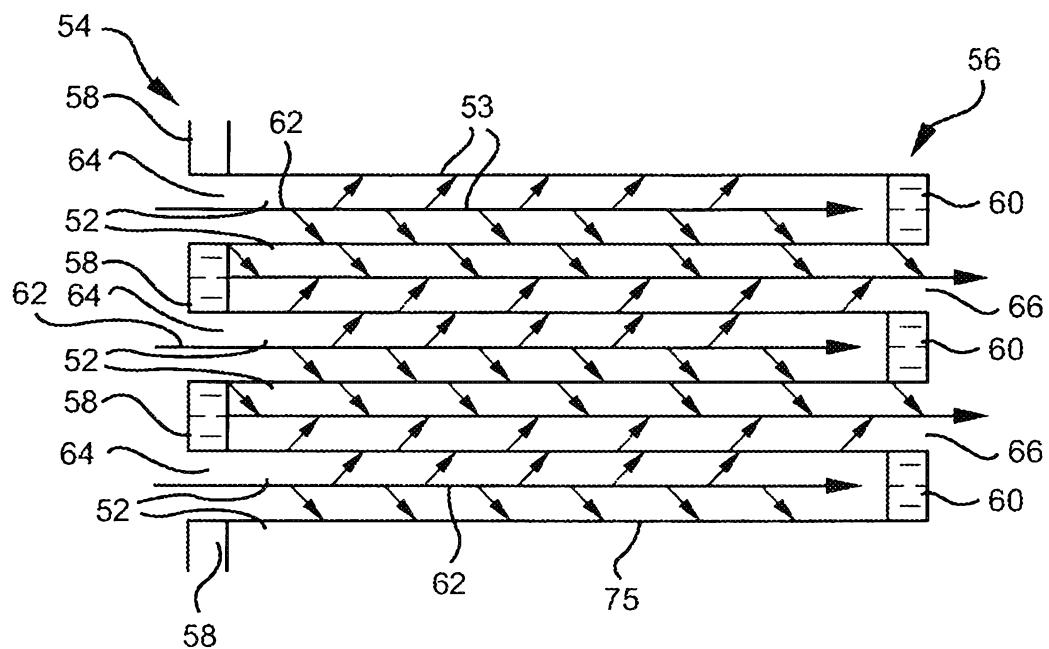


FIG. 4

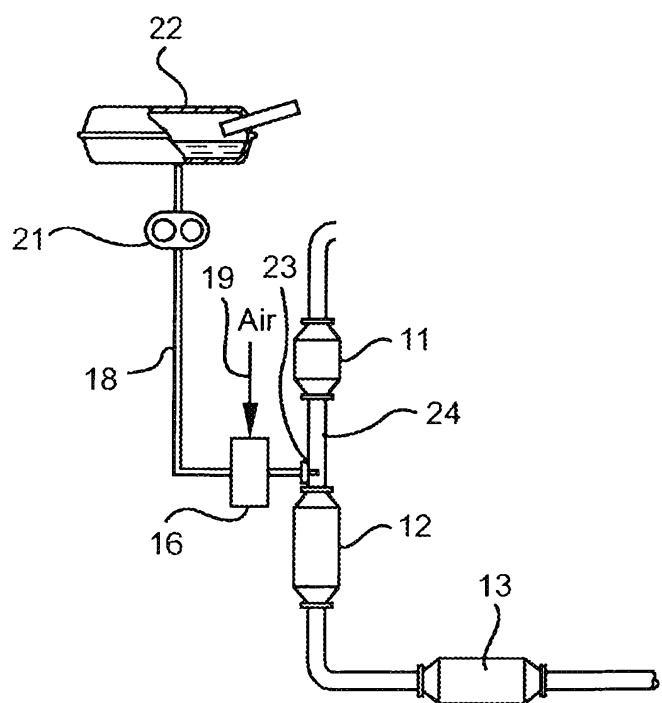


FIG. 5

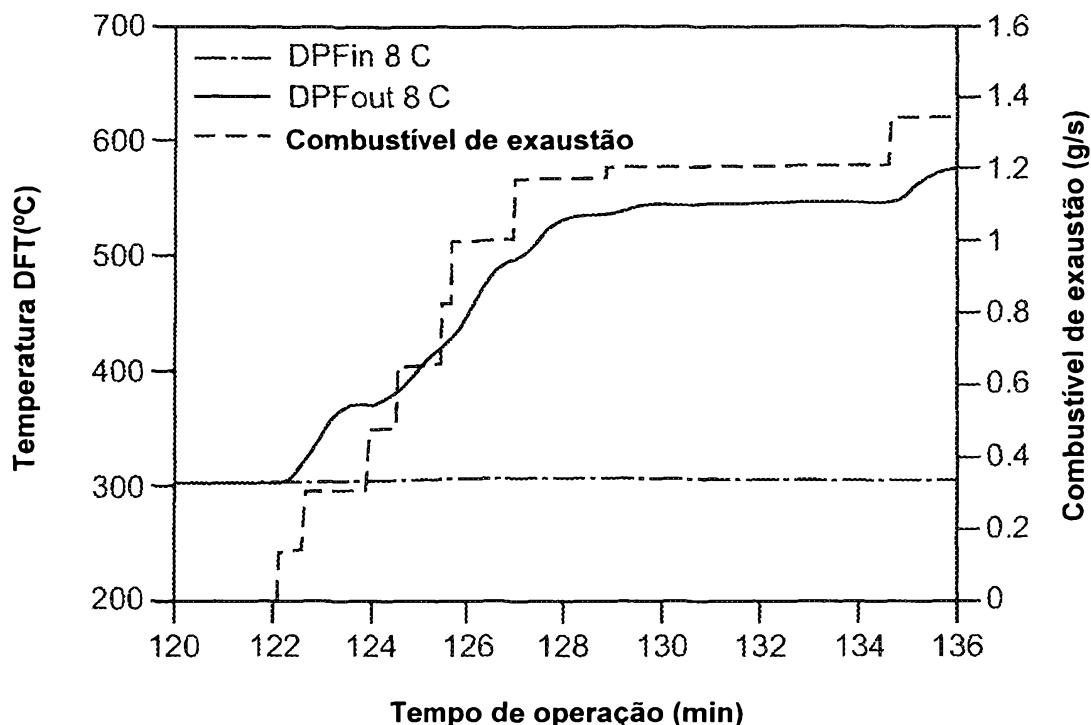


FIG. 6

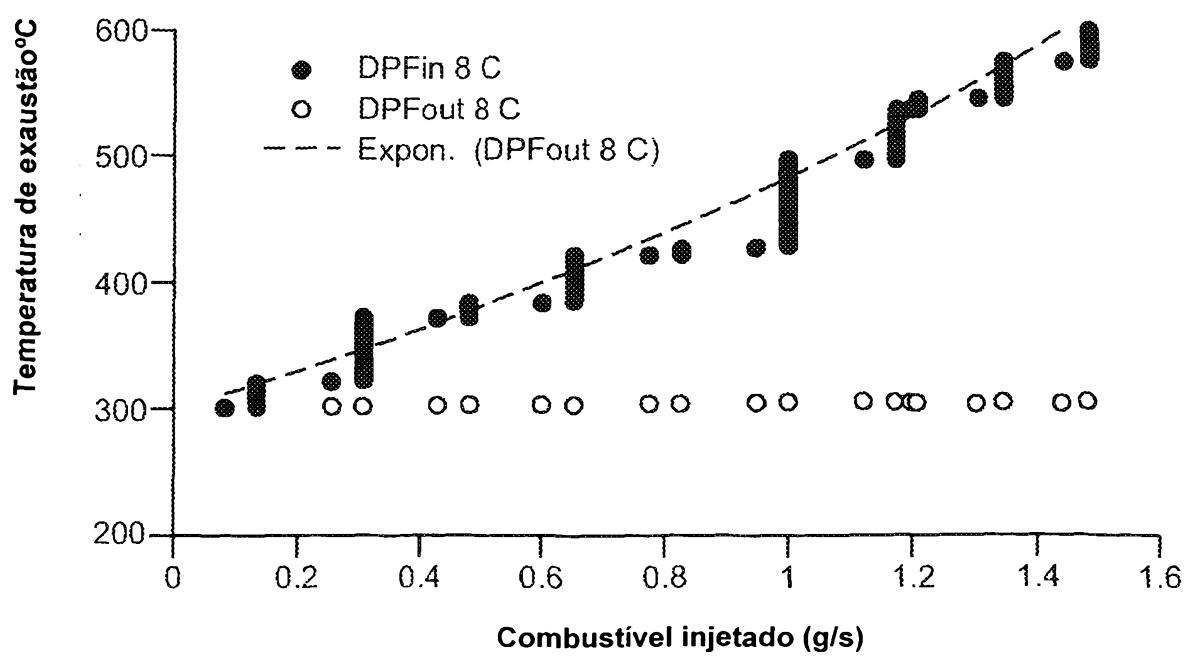


FIG. 7

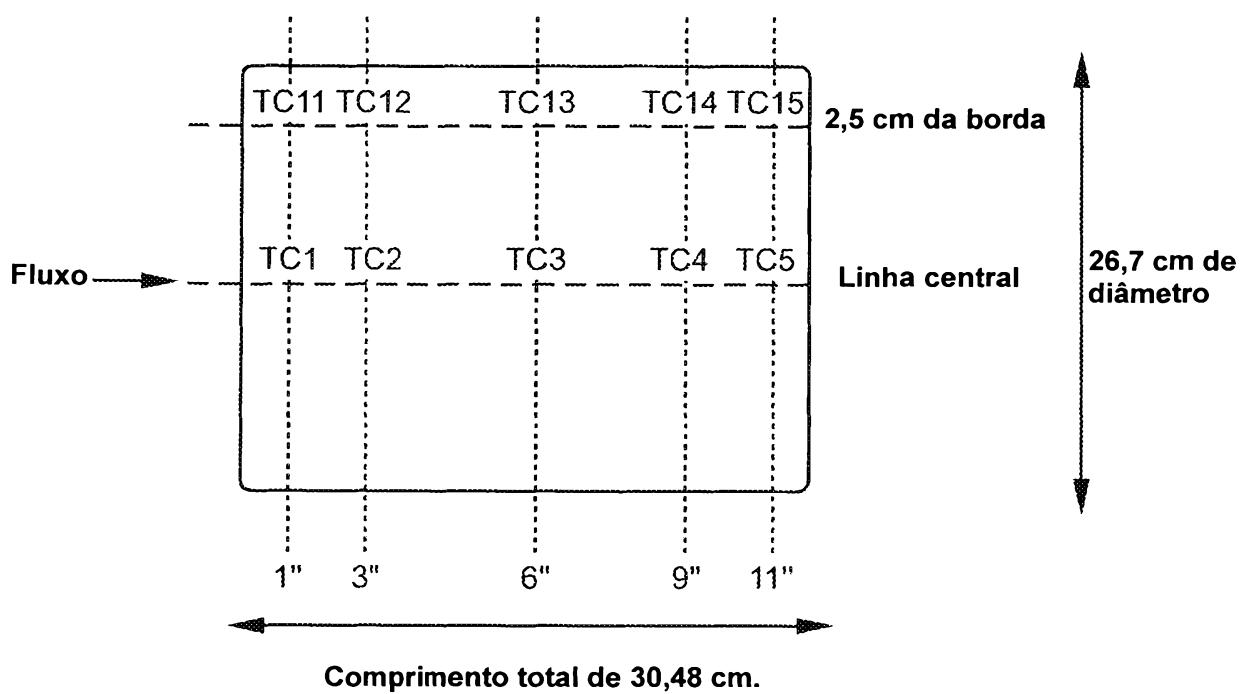


FIG. 8

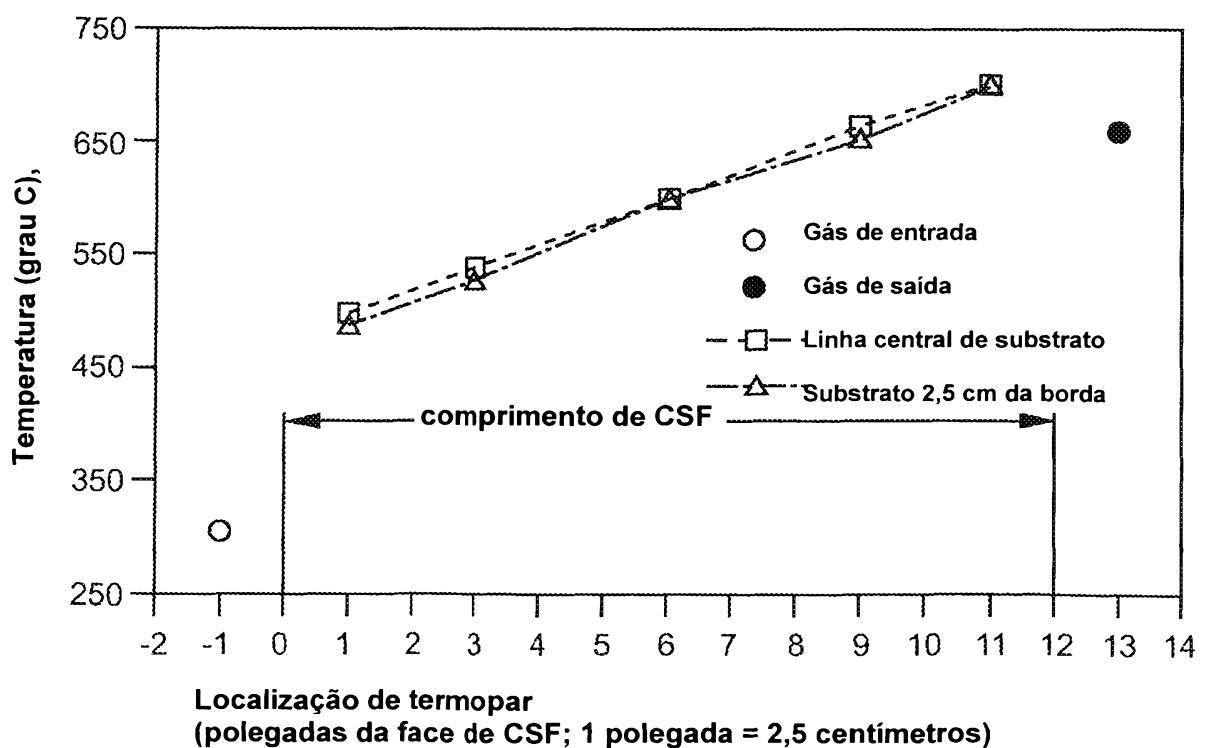


FIG. 9

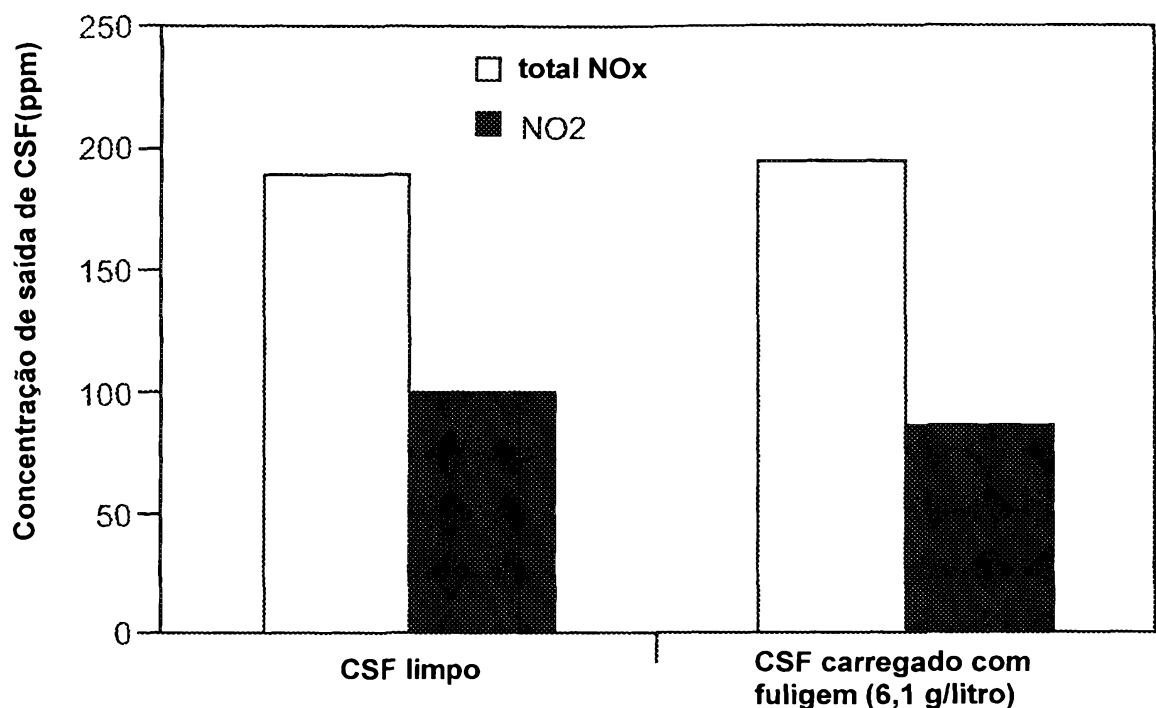


FIG. 10

