



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

(21) **PI0803897-0 A2**

(22) Data de Depósito: 11/07/2008
(43) Data da Publicação: 28/06/2011
(RPI 2112)



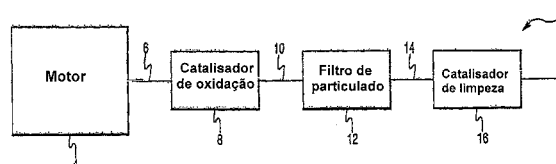
(51) *Int.Cl.:*
F01N 3/02 2006.01
F01N 3/10 2006.01

(54) Título: **SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPAMENTO, E, MÉTODO PARA TRATAR EMISSÕES DE CORRENTE DE GÁS DE ESCAPAMENTO DE UM MOTOR A DIESEL**

(73) Titular(es): BASF CATALYSTS LLC

(72) Inventor(es): Sanath Kumar

(57) Resumo: SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPAMENTO, E, MÉTODO PARA TRATAR EMISSÕES DE CORRENTE DE GÁS DE ESCAPAMENTO DE UM MOTOR A DIESEL. A presente invenção é direcionada a um sistema de tratamento de emissão e/ou conversão de emissões do motor e matéria particulada de motores a diesel. O sistema de tratamento da emissão da presente invenção compreende um catalisador de oxidação a montante, uma seção de filtro particulado ou filtro de fuligem e opcionalmente um elemento catalítico a jusante ou um catalisador de limpeza para o tratamento e/ou conversão de quaisquer contaminantes da corrente de gás de emissão remanescentes.



“SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPAMENTO, E, MÉTODO PARA TRATAR EMISSÕES DE CORRENTE DE GÁS DE ESCAPAMENTO DE UM MOTOR A DIESEL”

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a um sistema de tratamento de escapamento e um método para remover os poluentes de uma corrente gasosa do gás de escapamento do motor a diesel. Mais particularmente, a presente invenção se refere a um sistema e um método de tratamento de escapamento para remover a matéria particulada e óxidos de nitrogênio das correntes
10 gasosas do gás de escapamento do motor a diesel.

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

Os motores a diesel de ignição por compressão têm grande utilidade e vantagem como gerador de energia do veículo por causa de sua eficiência térmica elevada inerente (isto é, boa economia de combustível) e
15 alto torque em baixa velocidade. Os motores a diesel funcionam em uma alta relação de A/F (ar para combustível) sob condições de combustível muito pobres. Por causa disso, motores a diesel têm emissões muito baixas de hidrocarbonetos em fase gasosa e de monóxido de carbono. Entretanto, gás de escapamento a diesel é caracterizado por emissões relativamente elevadas de
20 óxidos de nitrogênio (NOx) e particulados. As emissões de particulado, que são medidas como o material condensado a 52°C, são multifásicas sendo compreendido de partículas de fuligem de carbono (insolúveis) sólidas, hidrocarbonetos líquidos sob a forma de óleo lubrificante e de combustível incombustível, a fração orgânica solúvel assim chamada (SOF), e de "sulfato"
25 assim chamado sob a forma de $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$.

Do ponto de vista das emissões, entretanto, os motores a diesel apresentam os problemas mais severos do que suas contrapartes de ignição por centelha. Os problemas de emissão relacionam-se à matéria particulada (PM), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos incombustíveis (HC) e

monóxido de carbono (CO). O NO_x é um termo usado para descrever várias espécies químicas de óxidos de nitrogênio, incluindo o monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂), entre outros. NO é de interesse porque acredita-se ser submetido a um processo conhecido como a formação fotoquímica da poluição atmosférica, com uma série de reações na presença da luz solar e hidrocarbonetos, e é o contribuinte significativo para a chuva ácida. NO₂ por outro lado tem um potencial elevado como um oxidante e é um forte irritante do pulmão. Particulados (PM) são também conectados a problemas respiratórios. Modificações de operação do motor são feitas para reduzir particulados e hidrocarbonetos incombustíveis nos motores a diesel, as emissões de NO₂ tendem a aumentar.

Os dois componentes principais da matéria particulada são a fração orgânica volátil (VOF) e uma fração de fuligem (fuligem). O VOF condensa-se na fuligem em camadas, e é derivado do combustível diesel e óleo. O VOF pode existir em ou gás de escapamento de diesel como um vapor ou como um aerossol (gotas finas de condensado líquido) dependendo da temperatura do gás de escapamento. A fuligem é composta predominantemente de partículas de carbono. A matéria particulada do gás de escapamento de diesel é altamente respirável devido a seu tamanho de partículas pequeno, o que gera riscos para a saúde em níveis mais elevados de exposição. Além disso, o VOF contém hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, alguns dos quais são suspeitos de ser carcinogênicos.

Os catalisadores de oxidação que contêm metais do grupo platina, metais de base e combinações dos mesmos são conhecidos por facilitar o tratamento de escapamento do motor a diesel promovendo a conversão de ambos poluentes gasosos de HC e CO e alguma proporção da matéria particulada com a oxidação destes poluentes em dióxido de carbono e água. Tais catalisadores foram contidos geralmente em unidades chamadas de catalisadores de oxidação de diesel (DOCs), os quais são colocados no gás de

escapamento dos motores a diesel para tratar o gás de escapamento antes dele exaurir para atmosfera. Em adição às conversões de HC, CO e matéria particulada gasosa, os catalisadores de oxidação que contêm os metais do grupo platina (que são dispersados tipicamente em um suporte de óxido refratário) promovem a oxidação de óxido nítrico (NO) em NO₂.

A fuligem, por outro lado, é reduzida convencionalmente pela incorporação de um filtro da fuligem dentro do sistema de gás de escapamento do motor a diesel. O filtro de fuligem é composto de uma malha de arame, ou mais comumente uma estrutura cerâmica porosa. Como a fuligem é capturada no filtro, entretanto, a retro-pressão no sistema de gás de escapamento aumenta. Uma estratégia para aliviar esta retro-pressão é queimar a fuligem depositada no filtro, assim desbloqueando o filtro. Alguns filtros de fuligem incorporam catalisadores especificamente para a combustão da fuligem (catalisadores de combustão de fuligem). As temperaturas em que a fuligem queima com ar (que contem o O₂), entretanto, está em excesso de 500°C, o que pode ser prejudicial ao filtro de fuligem dependendo da fuligem acumulada.

Um filtro conhecido na técnica para capturar matéria particulada é um filtro de fluxo de parede. Tais filtros de fluxo de parede podem compreender catalisadores no filtro e queimar matéria particulada filtrada. Uma construção comum é uma estrutura em forma de colméia de multicanais que tem as extremidades dos canais alternados nos lados a jusantes e a montante da estrutura do colméia obstruída. Isto conduz ao padrão do tipo tabuleiro em uma ou outra extremidade. Os canais obstruídos na extremidade a montante ou de entrada são abertos na extremidade a jusante ou de saída. Isto permite que o gás entre nos canais a montante abertos, flua através das paredes porosas e saia através dos canais que têm extremidades a jusante abertas. O gás a ser tratado passa através de uma estrutura catalítica através da extremidade a montante aberta de um canal e é impedido de sair

pela extremidade a jusante obstruída do mesmo canal. A pressão do gás força o gás através das paredes estruturais porosas nos canais fechados na extremidade a montante e aberta na extremidade a jusante. Tais estruturas são conhecidas primariamente por filtrar partículas fora da corrente do gás de escapamento. Frequentemente as estruturas têm catalisadores sobre substrato, que melhoram a oxidação das partículas. As patentes típicas que revelam tais estruturas catalíticas incluem Patentes US 3.904.551; 4.329.162; 4.340.403; 4.364.760; 4.403.008; 4.519.820; 4.559.193; e 4.563.414.

Os catalisadores de oxidação que compreendem um grupo do metal platina dispersados em um suporte de óxido de metal refratário são conhecidos para uso em tratar a gás de escapamento dos motores a diesel a fim de converter ambos poluentes gasosos de HC e CO e particulados, isto é, partículas de fuligem, catalisando a oxidação destes poluentes em dióxido de carbono e água.

Patente US 4.510.265 descreve um filtro autolimpante de particulado do gás de escapamento de diesel, que contem uma mistura de catalisador de um metal do grupo platina e vanadato de prata, a presença de qual é revelada para diminuir a temperatura em que a ignição e a incineração da matéria particulada é iniciada. Os filtros são revelados para incluir estruturas espumadas ou em forma de colméia com paredes porosas (monólitos) através do qual os gases do gás de escapamento passam com uma gota de pressão mínima. Os filtros úteis são revelados para ser feitos de cerâmica, geralmente cristalina, cerâmica de vidro, vidros, metais, cimentos, resinas ou polímeros orgânicos, papéis, tecidos de matéria têxtil e combinações dos mesmos.

Patente US 5.100.632 igualmente descreve um filtro particulado de gás de escapamento do diesel e um método de remover os depósitos do gás de escapamento de um motor a diesel. O método envolve passar os gases de gás de escapamento através de um filtro catalisado que tem

as paredes porosas onde as paredes os tem como uma mistura de um metal do grupo platina e de um metal alcalino terroso. A mistura do catalisador é descrita como servindo para diminuir a temperatura em que a ignição da matéria particulada coletada é iniciada.

5 Patente US 4.902.487 é dirigida a um processo onde o gás de escapamento do diesel é passado através de um filtro para remover particulado do mesmo antes da descarga. Particulado depositado no filtro é queimado. De acordo com a revelação o particulado é queimado com um gás que contem NO_2 . É revelado que o NO_2 é gerado cataliticamente no gás de
10 escapamento antes que seja passado a jusante ao filtro em que o particulado de diesel é capturado. O oxidante de NO_2 serve para eficazmente queimar o particulado coletado em baixa temperatura e para reduzir a retro-pressão normalmente causada pela disposição do particulado no filtro. Revela-se que, deve haver bastante NO_2 no gás alimentado para o filtro para queimar
15 eficazmente as fuligens de carbono depositado e particulados semelhantes. Os catalisadores conhecidos para formar NO_2 de NO são revelados ser úteis. Tais catalisadores são revelados para incluir metais do grupo platina tais como Pt, Pd, Ru, Rh ou suas combinações, e os óxidos de metal do grupo platina. O filtro a jusante pode ser qualquer filtro convencional. Em uma modalidade
20 específica, um monólito cerâmico em forma de colméia é revestido com um composição de revestimento reativo de alumina carregando um catalisador de Pt. Um filtro particulado está a jusante do monólito. Particulados carbonáceos são revelados por ser queimados em uma temperatura geralmente na ordem de 375°C a 500°C . EPO 835.684 A2 revela um sistema onde o catalisador a
25 montante é seguido por um monólito de fluxo catalisado. Embora a Patente US 4.902.487 revele benefícios para produzir NO_2 , a Patente US 5.157.007 ensina que suprimir NO_2 devido ao fato de que a toxicidade de NO_2 excede aquele de NO .

Patente US 4.714.694 revela composições de catalisador de

céria estabilizado de alumina. É revelado um método de produzir um material que inclui a impregnação de céria em massa ou um precursor de céria em massa com um composto de alumínio e calcinar a céria impregnada para fornecer uma céria estabilizada de alumínio. A composição ainda compreende um ou vários componentes catalíticos do grupo platina dispersados na mesma. O uso de céria em massa como um suporte do catalisador para catalisadores de metal do grupo platina outros que ródio, é também revelado na Patente US 4.727.052 de CZ Wan, et al, e na Patente US 4.708.946 de Ohata, et al.

Patente US 5.597.771 revela o uso de céria em composições de catalisador ambos na forma em massa, como um material particulado, e em contato íntimo com os vários componentes da composição de catalisador. O contato íntimo pode ser realizado combinando um componente contendo céria com pelo menos alguns dos outros componentes como um sal solúvel de cério. Sob aplicação de calor, tal como calcinando o sal de cério se torna céria.

Patentes US 4.624.940 e 5.057.483 referem-se a partículas contendo céria-zircônia. É revelado que céria pode ser dispersada homogeneamente por toda a matriz de zircônia até 30% em peso do peso total do compósito de céria-zircônia para formar uma solução sólida. Um compósito particulado de óxido de céria-zircônia (por exemplo, co-precipitado) co-formado pode melhorar a utilidade da céria em partículas contendo mistura de céria-zircônia. A céria fornece a estabilização da zircônia e também age como um componente de armazenamento de oxigênio. A patente 483' revela que neodímio e/ou ítrio pode ser adicionado ao compósito de céria-zircônia para modificar as propriedades do óxido resultante como desejado.

Patente US 5.491.120 revela catalisadores de oxidação contendo céria e um segundo óxido de metal em massa o qual pode ser um ou mais de titânia, céria-zircônia, sílica, alumina-sílica e alfa-alumina.

Patente US 5.627.124 revela catalisadores de oxidação contendo cérria e alumina. É revelado que cada tem uma área de superfície de pelo menos cerca de $10 \text{ m}^2/\text{g}$. A relação em peso de cérria para alumina é revelada ser 1,5:1 a 1:1,5. É ainda revelado opcionalmente incluir platina. A alumina é revelada preferivelmente ser alumina ativada. Patente US 5.491.120 revela catalisadores de oxidação contendo cérria e um segundo óxido de metal em massa, o qual pode ser um de titânia, zircônia, cérria-zircônia, sílica, alumina-sílica e alfa-alumina.

Motores a diesel para pequenos gen-sets estacionários, aplicações marinhas, e 2/3 de veículos de rodas necessitam controle de emissão de particulados. A natureza dessas aplicações é tal que capturas sofisticadas e estratégias de controle de regeneração não são viáveis. Essa invenção fornece um dispositivo simples e estático que captura particulados, opcionalmente auto-regenera e oxida emissões gasosas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção é direcionada a um sistema de tratamento da emissão para tratar uma corrente de emissão de gás do gás de escapamento de um motor a diesel. O sistema de tratamento da emissão da presente invenção compreende, em combinação e em ordem, um catalisador de oxidação a montante, por exemplo, um catalisador de oxidação de diesel (DOC), um filtro particulado e opcionalmente um elemento catalítico a jusante ou um catalisador de limpeza para o tratamento e/ou conversão de quaisquer contaminantes da emissão remanescentes na corrente de gás de escapamento. Opcionalmente, o filtro particulado pode ser catalisado com um catalisador de queima de fuligem para regeneração de sua função de captura.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Figura 1 é um esquema de um sistema de tratamento de emissão do motor, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

Figura 2 é um esquema de um sistema de tratamento de

emissão integrado, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

Figura 3a é uma vista pictorial ilustrando a configuração geral de uma captura de espuma metálica de acordo com uma modalidade da presente invenção;

5 Figura 3b é uma vista fragmentar esquemática ampliada de uma rede tridimensional da captura de espuma metálica.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção é direcionada a um sistema de tratamento de emissão e método para tratar emissões da corrente de gás de escapamento do motor de motores a diesel. Em uma modalidade, o sistema de tratamento da emissão da presente invenção tem uso particular em pequenos motores a diesel. De acordo com a presente invenção, pequenos motores a diesel incluídos nos motores a diesel estacionários conhecidos e motores a diesel usados em veículos comerciais leves, os quais contem menos que 1 litro de deslocamento do motor total. Exemplos de tais pequenos motores a diesel incluem, mas não são limitados a, motores estacionários, geradores marinhos, unidades de geração de energia elétrica (comumente referidos como Gensets), e motores de 2 ou 3 rodas. Mais especificamente, a presente invenção é direcionada a um sistema de tratamento de emissão para o tratamento e/ou conversão de contaminantes da emissão de gás de escapamento tais como hidrocarbonetos incombustíveis (HC), monóxido de carbono (CO), matéria particulada, e óxidos de nitrogênio (NOx).

O sistema de tratamento da emissão da presente invenção pode ser um sistema integrado compreendendo, em combinação e em ordem, um catalisador de oxidação a montante, por exemplo, um elemento catalítico ou um catalisador de limpeza para o tratamento e/ou conversão de quaisquer contaminantes de emissão remanescentes na corrente de gás de escapamento. Nessa modalidade, o sistema de tratamento da emissão é “integrado” em que o catalisador de oxidação a montante, filtro particulado e elemento catalítico a

jusante ou catalisador de limpeza são todos contidos dentro de uma caixa, por meio disso compreendendo um único dispositivo de tratamento de emissão. O catalisador de oxidação, filtro particulado e elemento catalítico a jusante estão em comunicação fluida um com outro permitindo que gases de gás de escapamento do motor fluam seqüencialmente do motor através do catalisador de oxidação, através do filtro do particulado e finalmente através do elemento catalítico a jusante e fora do sistema de tratamento de emissão.

Em uma modalidade da presente invenção, o filtro particulado pode opcionalmente ser catalisado com um catalisador de queima de fuligem para regeneração do filtro. Na prática dessa invenção, o catalisador de oxidação a montante aumenta a temperatura da corrente de gás de escapamento por meio disso auxiliando no escoamento do catalisador no filtro particulado a jusante.

O sistema de tratamento de emissão da presente invenção pode ser mais facilmente apreciado por referência figura 1, a qual mostra uma representação esquemática de um sistema de tratamento de emissão 2, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Referindo-se a figura 1, uma corrente de gás de escapamento que contém os poluentes gasosos (por exemplo, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e NOx incombustível) e matéria particulada são transportados através da linha 6 de um motor 4 a um catalisador 8 de oxidação. No catalisador 8 de oxidação, os hidrocarbonetos gasosos e não voláteis incombustíveis (isto é, o VOF) e monóxido de carbono são queimados amplamente para formar o dióxido de carbono e água. A remoção de proporções substanciais do VOF usando o catalisador de oxidação, em particular, ajuda a impedir um depósito demasiadamente grande da matéria particulada no filtro particulado 12 (isto é, obstruindo), o que é posicionada a jusante no sistema de tratamento de emissão. Além disso, uma proporção do NO do componente de NOx é oxidada em NO₂ no catalisador de oxidação. A corrente do gás de escapamento é transportada em seguida

através da linha 10 para um filtro particulado 12, que captura os resíduos do catalisador e/ou matéria particulada presentes dentro da corrente do gás de escapamento. Opcionalmente, o filtro particulado pode ser catalisado com um catalisador de queima de fuligem para a regeneração do filtro particulado 12.

5 Após a remoção da matéria particulada, através do filtro particulado 12, a corrente do gás de escapamento é transportada através da linha 14 para um elemento catalítico a jusante 16 para o tratamento e/ou a conversão de todos os contaminantes restantes da emissão na corrente do gás de escapamento. O elemento catalítico a jusante 16 pode ser catalisado, por exemplo, com uma
10 composição de revestimento reativo do catalisador de oxidação ou um catalisador de conversão de três vias.

Em uma outra modalidade, o sistema de tratamento da emissão da presente invenção pode ser integrado em uma caixa ou alojamento. A figura 2 descreve uma representação esquemática de um sistema de
15 tratamento integrado 20 de emissão. O sistema de tratamento integrado 20 de emissão compreende uma seção a montante 22 do catalisador de oxidação, uma seção média 24 do filtro particulado, e um elemento catalítico a jusante 26. Durante o tratamento da corrente de emissão de gás de escapamento o gás de escapamento passa de um motor pelo sistema de tratamento integrado 20
20 de emissão para o tratamento e/ou a conversão de contaminantes de emissão do gás de escapamento tais como os hidrocarbonetos incombustíveis (HC), o monóxido de carbono (CO), a matéria particulada, e os óxidos de nitrogênio (NOx) e a matéria particulada. O gás de escapamento flui seqüencialmente através da seção de catalisador de oxidação a montante 22, uma seção média
25 24 do filtro particulado, e um elemento catalítico a jusante 26.

Geralmente, o catalisador de oxidação da presente invenção pode ser qualquer catalisador conhecido de oxidação (por exemplo, um catalisador de oxidação de diesel (DOC), que fornece a combustão eficaz de hidrocarbonetos não voláteis e gasosa incombustíveis (isto é, o VOF) e de

monóxido de carbono. Preferivelmente, o catalisador de oxidação usado na presente invenção é um catalisador de oxidação tolerante ao enxofre. Além disso, o catalisador de oxidação pode ser eficaz em converter uma proporção substancial do NO do componente de NO_x em NO₂. Como usado aqui, o termo “conversão substancial do NO do componente do NO_x em NO₂” significa pelo menos 20%, e preferivelmente entre 30 e 60%. As composições de catalisador que têm estas propriedades são conhecidas na técnica, e incluem as composições de metal do grupo platina e composições baseadas em metal.

Os catalisadores de oxidação que compreendem um metal do grupo platina dispersados em um suporte de óxido de metal refratário são conhecidos para o uso em tratar a gás de escapamento dos motores a diesel a fim de converter poluentes gasosos de monóxido de carbono e hidrocarboneto e catalisar a oxidação destes poluentes em dióxido de carbono e água. Tais catalisadores foram contidos geralmente nas unidades chamadas catalisadores de oxidação de diesel, ou os conversores mais simplesmente catalíticos ou os catalisadores, que são colocados no trajeto do fluxo do gás de escapamento dos sistemas de fornecimento de diesel para tratar a gás de escapamento antes dele sair para atmosfera. Tipicamente, os catalisadores de oxidação de diesel são formados nos veículos cerâmicos ou metálicos (tais como veículo de monólito de fluxo livre, como descrito aqui abaixo) sob as quais as composições catalíticas de composição de revestimento reativo são depositadas. Como usado aqui, o termo “composição de revestimento reativo” tem seu significado usual na técnica de um revestimento fino, aderente de um material catalítico ou outro aplicado a um material veicular do substrato, tal como um membro veicular do tipo colméia.

A composição de revestimento reativo do catalisador de oxidação da presente invenção pode conter agentes catalíticos de metal de base, agentes catalíticos de metal do grupo platina ou combinações de ambos

que são suportados em óxidos de metal refratários, por exemplo, alumina ativada. Os agentes catalíticos do metal de base podem incluir óxidos de metal da terra rara, particularmente óxido de lantânio, óxido de cério e óxido de praseodímio. Os agentes catalíticos preferidos de metal do grupo platina podem incluir a platina, o paládio, o ródio e as combinações dos mesmos. Os óxidos de metal refratários úteis podem incluir a sílica, a alumina, a gama-alumina, a titânia, a zircônia, a sílica-alumina e a céria-zircônia. Opcionalmente, a composição catalítica da composição de revestimento reativo pode também conter outros aditivos tais como promotores e estabilizantes.

Por exemplo, as composições baseadas em metal do grupo platina apropriadas para o uso em formar o catalisador de oxidação são descritas também na Patente US 5.100.632 (a patente '632) incorporada por meio deste por referência. A patente '632 descreve as composições que têm uma mistura da platina, paládio, ródio, e rutênio e um óxido de metal alcalino terroso tais como o óxido de magnésio, o óxido de cálcio, o óxido de estrôncio, ou o óxido de bário com uma relação atômica entre o metal do grupo platina e o metal alcalino terroso de cerca de 1:250 a cerca de 1:1, e preferivelmente de cerca de 1:60 a cerca de 1: 6.

Outra composição do catalisador de oxidação que pode ser usada no sistema de tratamento da emissão contém um componente do grupo platina (componentes, por exemplo, da platina, do paládio ou do ródio) dispersado em uma área de superfície elevada, suporte de óxido refratário (por exemplo, gama-alumina), opcionalmente, pode ser combinado com um componente do zeólito (por exemplo, um beta zeólito). As composições baseadas em metal do grupo platina apropriadas para o uso em formar o catalisador de oxidação são descritas na Patente US 5.100.632 (a patente '632) incorporada por meio deste por referência. A patente '632 descreve as composições que têm uma mistura de uma ou várias de platina, paládio, ródio,

e rutênio e/ou um óxido de metal alcalino terroso tais como o óxido de magnésio, o óxido de cálcio, o óxido de estrôncio, ou o óxido de bário com uma relação atômica entre o metal do grupo 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.

As composições do catalisador apropriadas para o catalisador de oxidação podem igualmente ser formadas usando metais de base como agentes catalíticos. Por exemplo, a Patente US 5.491.120 incorporada aqui por referência, revela as composições do catalisador de oxidação que incluem um material catalítico que tem uma área de superfície BET pelo menos de cerca de 10 m²/g e consistem essencialmente em um segundo óxido de metal em massa, que podem ser um ou mais de titânia, zircônia, céria-zircônia, sílica, alumina-sílica, alumina, e alfa-alumina.

Também úteis são as composições do catalisador reveladas na Patente US 5.462.907 (a patente '907) incorporada aqui por referência. A patente '907 ensina as composições que incluem um material catalítico contendo céria e uma alumina cada um tendo uma área de superfície pelo menos de cerca de 10 m²/g, por exemplo, de céria e de alumina ativada em uma relação em peso de cerca de 1.5:1 a 1: 1.5. Opcionalmente, a platina pode ser incluída nas composições descritas na patente '907 nas quantidades eficazes para promover a oxidação da fase gasosa de CO e hidrocarbonetos incombustíveis, mas que são limitados por impossibilitar a oxidação excessiva de SO em SO₂. Alternativamente, o paládio em uma qualquer quantidade desejada pode ser incluído no material catalítico.

Um catalisador tolerante ao enxofre pode ser preferido. Geralmente, qualquer catalisador de oxidação tolerante ao enxofre conhecido, tal como o catalisador de oxidação revelado na Patente US 5.145.825, pode ser usado. A patente '825 revela um catalisador de oxidação que é resistente à desativação por óxidos de enxofre e que é útil na oxidação do monóxido de

carbono e hidrocarbonetos tais como aqueles presentes correntes de gás de gás de escapamento e residuais que contêm SOx. De acordo com a patente '825, a base refratária da alumina usada tipicamente em catalisadores de oxidação disponíveis comercialmente é substituída com a sílica que é estabilizada pela adição de titânia ou de zircônia para produzir uma base que pode eficazmente fixar o componente de metal precioso e é resistente à degradação e à desativação do SOx.

Tipicamente, o catalisador de oxidação é revestido em veículos cerâmicos ou metálicos (tais como substratos de monólito de fluxo livre em forma de um colméia descritos mais detalhadamente abaixo) sob os quais as composições catalíticas da composição de revestimento reativo podem ser depositadas. Como discutido acima, os revestimentos aquosos catalíticos contêm geralmente um ou mais agentes catalíticos do metal de base, agentes catalíticos do metal do grupo platina ou combinações de ambos que são suportados em um ou mais óxidos de metal refratários, por exemplo, alumina ativada. Estes catalisadores de oxidação, em virtude do substrato em que são revestidos, e/ou em virtude de sua atividade de oxidação catalítica intrínseca podem fornecer algum nível de remoção de particulado. A remoção de alguma matéria particulada da corrente de gás de escapamento a montante do filtro particulado pode ser preferida, desde que a redução na massa de particulado no filtro particulado possa melhorar a eficiência do filtro particulado para capturar resíduos do catalisador e/ou matéria particulada.

O veículo usado nessa invenção deve ser relativamente inerte com relação à composição catalítica dispersada no mesmo. Os veículos preferidos são compreendidos de materiais tipo cerâmica tais como cordierita, α -alumina, nitreto de silício, zircônia, mulita, espodumeno, alumina-sílica-magnésia ou silicato de zircônio, ou de metais refratários como aço inoxidável. Os veículos são preferivelmente do tipo algumas vezes referidos como veículos monolíticos ou em forma de colméia, compreendendo um

corpo cilíndrico unitário tendo uma pluralidade de passagens de fluxo de gás paralelas, finas que se estendem através do mesmo e conectando ambas face-extremidade do veículo para fornecer um tipo de “fluxo livre” do veículo. Tais veículos monolíticos podem conter até cerca de 700 ou mais canais de
5 fluxo (“células”) por polegada quadrada de seção transversal, embora bem menos possa ser usado. Por exemplo, o veículo pode ter de cerca de 7 a 600, mais usualmente de cerca de 200 a 400, células por polegada quadrada (“cpsi”) ($6,45 \text{ cm}^2$). Veículos de fluxo livre são preferidos como substratos para o catalisador.

10 Em uma modalidade preferida, o catalisador de oxidação a montante da presente invenção é revestido em um veículo de fluxo livre de baixa densidade celular tendo de cerca de 50 a cerca de 200 cpsi. O uso de um veículo de fluxo livre de baixa densidade celular evita obstrução dos canais de
15 fluxo pela fuligem e outra matéria particulada contida na corrente de gás de escapamento. As células podem ter seções transversais que são retangulares, quadradas, circulares, ovais, triangulares, hexagonais, ou são de outras formas poligonais.

O sistema de tratamento de escapamento da presente invenção também contém um filtro particulado ou filtro de fuligem para capturar a
20 matéria particulada e/ou os resíduos do catalisador desse modo evitando que a fuligem e/ou os resíduos sejam liberados do elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza e/ou diretamente para atmosfera. Geralmente, qualquer filtro particulado conhecido na técnica pode ser usado, incluindo, por exemplo, um filtro estruturado em tela ou de arame ou um filtro de fluxo livre
25 em forma de colméia, filtro de fibra empacotada ou enrolada, espuma de célula aberta, filtros de pó de metal sintetizado; filtros de folha de metal perfurado; ou filtros de compósito de fibra cerâmica, etc.

Filtros de fuligem ou de particulados são formados tipicamente de materiais refratários, tais como cerâmica ou metais. Na prática da presente

invenção, o filtro particulado pode ser colocado em uma caixa (igualmente referida como um alojamento), que direciona a corrente de fluido a ser tratada através da entrada da caixa no lado da entrada do filtro, através do filtro e subseqüentemente fora da caixa do filtro. Os filtros de particulado úteis para os propósitos desta invenção incluem as estruturas através de que a corrente do gás de escapamento passa sem causar um aumento demasiado grande da retro-pressão ou queda de pressão através do artigo. O substrato cerâmico pode ser produzido de qualquer material refratário apropriado, por exemplo, cordierita, cordierita-alumina, nitreto de silício, mulita de zircônia, espodumeno, alumina-sílica, magnésia, silicato de zircônia, silimanita, silicato de magnésio, zircônia, petalita, alumina, alfa-alumina, aluminossilicato e o semelhante.

Enquanto será aparente àqueles de especialidade comum na técnica que NO_2 pode queimar a matéria particulada sem o auxílio do catalisador, os filtros de fluxo de parede podem conter agentes catalíticos em vários suportes de catalisador ou no filtro. Em uma modalidade, o filtro particulado pode ser revestido com um ou mais agentes catalíticos, que podem promover a combustão da matéria particulada em temperaturas mais baixas, por exemplo, em $150\text{-}300^\circ\text{C}$. Os agentes catalíticos podem, por exemplo, ser depositados no filtro particulado usando revestimentos aquosos catalíticos. Os agentes catalíticos eficazes em queimar a matéria particulada com dióxido de nitrogênio incluem a platina em um suporte de catalisador (por exemplo, alumina, zircônia ativadas). Outros agentes catalíticos eficazes em promover a combustão da fuligem incluem V_2O_5 , WO_3 , Ag_2O , Re_2O_7 , CeO_2 , FeO_2 , MnO_2 , NiO , CuO e combinações dos mesmos. Estes agentes catalíticos podem ser usados sozinhos ou em suportes tais como a alumina ou a zircônia.

Em algumas modalidades é preferível depositar um catalisador pobre em NO_x no filtro de fuligem para promover a combustão de hidrocarbonetos incombustíveis com NO_2 ou O_2 . Em temperaturas mais altas,

preferivelmente em temperaturas acima de pelo menos de 150°C, o NO₂ serve como um oxidante eficaz para hidrocarboneto incombustível. Os catalisadores pobres em NO_x são conhecidos na técnica, e incluem os materiais de zeólito dopados com platina ou ródio. Um catalisador pobre preferido em NO_x é platina dopada com ZSM-5.

Em uma outra modalidade da presente invenção, o filtro particulado é um filtro particulado parcial, por exemplo, um filtro particulado do substrato de espuma. Visto que pequenas correntes de gás de escapamento do motor a diesel têm tipicamente níveis inferiores de particulados, a exigência de redução de particulado não pode ser tão elevada quanto aquela de um motor a diesel do automóvel. O filtro particulado parcial é um filtro particulado parcial no sentido que alguma, mas não toda a matéria particulada na corrente do gás de escapamento é capturada. Em uma modalidade, tipicamente menos de 90% da matéria particulada em uma corrente do gás de escapamento é capturada. Entretanto, os filtros de particulados parciais que capturam menos de 85%, e menos de 60%, da matéria particulada em um corrente do gás de escapamento, são exemplificados também. Os exemplos de tais filtros de particulados parciais incluem, mas não são limitados a, filtros tela, filtros de malha, filtros de espuma, filtros de folha, filtros de metal corrugado, filtros não-permeáveis, e outros filtros de fluxo de parede (ver, por exemplo, Patentes US 4.597.262; 6.576.032; 6.773.479; e 6.857.188; quais são incorporadas aqui por referência). O uso de um filtro particulado do substrato da espuma pode ser particularmente útil em pequenos motores a diesel, tais como, por exemplo, os motores estacionários, os geradores marinhos, as unidades de geração de energia elétrica (referidas geralmente como Gen-sets), ou veículos de 2 ou 3 rodas, onde o uso de um filtro particulado altamente eficiente de alto custo, tal como o filtro particulado de fluxo de parede pode não ser exigido. Devido à estrutura interna e a natureza do fluxo livre de um filtro particulado de espuma, um substrato de espuma,

por exemplo, um substrato de espuma metálica, permite suficiente captura da matéria particulada e/ou resíduos do catalisador sem criar preocupações significativas com a retro-pressão e potencialmente sem exigir a regeneração do filtro particulado através da queima da fuligem capturada.

5 O substrato de espuma metálica da presente invenção forma a uma estrutura do substrato reticulada ou aberta que compreende células ou poros metálicos que consistem em suportes para as paredes celulares, ver figuras 3a e 3b. O substrato de espuma metálica pode ser ainda descrito como uma matriz porosa que tem uma pluralidade de passagens irregularmente
10 formadas onde o gás de escapamento se submete a múltiplos giros e voltas aleatórias no movimento do lado a jusante da captura, ver figura 3b. Este trajeto turbulento ou tortuoso do fluxo é definido por várias aberturas, poros, canais ou características estruturais similares que fazem com que o líquido e/ou o gás fluam através do mesmo na forma turbulenta ou substancialmente
15 não-laminar e forneçam um substrato uma área de superfície elevada por volume total do trajeto do fluxo do líquido através do substrato, por exemplo, as características que criam uma zona de transferência de alta massa para o líquido no mesmo. Ao contrário, um substrato denso, tal como uma placa, tubo, folha e o semelhante, tem uma área de superfície relativamente pequena
20 por volume total do trajeto do fluxo através do substrato com relação a se é perfurada ou não, e não substancialmente interrompe o fluxo laminar através do mesmo. A estrutura do substrato reticulado ou aberto da espuma metálica, de forma importante fornece não somente uma zona de transferência de alta massa, mas tal estrutura aberta reduz a retro-pressão.

25 A captura de espuma metálica da presente invenção pode ainda mais facilmente ser apreciada pela referência outra vez à figura 3a, que descreve uma vista de em perspectiva esquemática de uma captura de espuma metálica, e a figura 3b, que descreve uma vista fragmentar esquemática ampliada da rede tridimensional da captura de espuma metálicas, ambas

modalidades não limitantes da invenção. Referindo-se as figuras 3a e 3b, uma captura de espuma metálica 30 é alojada dentro de uma unidade de alojamento 32. A figura mostra uma rede aberta dos suportes metálicos 34 e poros 36, que tomam um caminho tortuoso para uma corrente do gás de escapamento do motor. A espuma metálica potencialmente coleta matéria particulada primariamente na fase gasosa e serve como uma barreira física para impedir que a espécie residual contate o catalisador monolítico a jusante de metal precioso.

Já que estas estruturas de espuma metálica têm umas áreas de superfície maiores do que substratos densos e já que permitem o fluxo fluir através das mesmas, elas são bem adequadas para o uso em preparar membros do filtro para a captura materiais particulados de origem gasosa ou líquida e/ou resíduos do catalisador. Além disso, a área de superfície maior prevê transferência de massa melhorada da espécie ativa que melhora desse modo a eficiência da espuma metálica para capturar matéria particulada e/ou resíduo do catalisador.

Métodos para produzir um metal espumado são conhecidos na técnica, vê, por exemplo, Patente US 3.111.396, a qual é incorporada aqui por referência, e o uso do metal espumado como um veículo para um material catalítico foi sugerido na técnica, ver, por exemplo, SAE Technical Paper 971032, intitulado "A New Catalyst Support Structure For Automotive Catalytic Converters" por Aran D. Jatkar, que foi apresentado no International Congress and Exposition, Detroit, Michigan, Feb. 24-27, 1997, e Pestryakov et al, Journal of Advanced Materials, 1 (5), 471-476 (1994). Espumas metálicas podem ser caracterizadas em várias maneiras, algumas das quais se referem às propriedades da matriz orgânica inicial a qual o metal é disposto. Algumas características dos substratos do metal espumado reconhecidas na técnica incluem o tamanho de célula, a densidade, o volume livre, e a área de superfície específica. Por exemplo, a área de superfície pode ser 1500 vezes

aquele de um substrato sólido que tem as mesmas dimensões que o substrato espumado. Como mencionado por Pestryakov et al, substratos de metal espumado úteis como veículos para membros do catalisador podem ter o diâmetro médio da célula na faixa de 0,5 a 5 milímetros, e eles podem ter um

5 volume livre de cerca de 80 a 98%, por exemplo, 3 a 15 % do volume ocupado pelo substrato espumado podem constituir o metal. A porosidade do substrato pode variar de 3 a 80 poros por polegada (2,54 cm) (ppi), por exemplo, 3 a 30 ppi, ou 3 a 10 ppi, ou 3 a 5 ppi. Em uma faixa ilustrativa de

10 10 a 80 ppi, outras características tais como células por a polegada quadrada podem variar de 100 a 6400 e o diâmetro aproximado da rede pode variar de 0:01 polegada a 0.004 polegadas. Tais espumas podem ter as estruturas reticuladas de célula aberta, baseadas em um precursor de rede reticulado/interconectado. Elas têm tipicamente as áreas de superfície que

15 aumentam com porosidade na faixa de cerca de 700 metros quadrados por pé cúbico de espuma (m^2/ft^3) ($\text{m}^2/0,03 \text{ m}^3$) a cerca de 10 aos 4000 m^2/ft^3 ($\text{m}^2/0,03 \text{ m}^3$) em cerca de 60 ppi, etc. Outros substratos de espuma metálica apropriados têm as áreas de superfície variando de cerca de 200 pés quadrados por pé cúbico ($929 \text{ cm}^2/0,03 \text{ m}^3$) do metal espumado (ft^2/ft^3) em

cerca de 10 ppi a cerca de 1900 ft^2/ft^3 ($929 \text{ cm}^2/0,03 \text{ m}^3$) em cerca de 80 ppi.

20 Um tal substrato tem um peso específico de 500 g/m em uma espessura de cerca de 1,6+/-0,2 milímetros com uma porosidade de 110 ppi. Eles podem ter densidades do volume dentro da faixa de 0,1 a 0,3 gramas por centímetro cúbico (g/cm^3).

Os substratos espumados metálicos podem ser formados de

25 uma variedade de metais, incluindo o ferro, o titânio, o tântalo, metais nobres do tungstênio, metais sinterizáveis comuns tais cobre, níquel, bronze, etc, alumínio, zircônio, etc., e combinações e suas ligas tais como aço, aço inoxidável, Hastalloy, Ni/Cr, Inconel (níquel/cromo/ferro), Monel (níquel/cobre), e Fecralloy (ferro/cromo/alumínio, ítrio). Em uma modalidade,

o substrato de espuma metálica é selecionado do grupo que consiste de aço inoxidável, titânio, Fecralloy, zirconato de alumínio, titanato de alumínio, fosfato de alumínio, cordierita, mulita e corundo. Em outra modalidade, Fecralloy (FeCrAlY) é exemplificado. Um substrato de espuma metálica
5 adequado para uso com a presente invenção tem um volume ocupado pelo substrato espumado de cerca de 3% a cerca de 10%. De cerca de 6 a cerca de 8% é também exemplificado.

A captura de espuma metálica é revestida preferivelmente com um componente de área de superfície elevada, dito componente
10 compreendendo uma camada pulverizada em arco térmica metálica de pré-tratamento e opcionalmente uma camada de composição de revestimento reativo, tal como o óxido de alumínio, o óxido de cério, e o óxido de zircônio. A camada pulverizada em arco térmica metálica pode ser útil para facilitar a adesão da camada de composição de revestimento reativo. A camada
15 pulverizada em arco térmica metálica da presente invenção pode ser aplicada com processos de pulverização térmica em geral, incluindo a pulverização a plasma, pulverização a plasma do arame, a pulverização oxi-combustível em alta velocidade, pulverização do pó e/ou arame em combustão, a pulverização a arco elétrico, etc.

20 Em um aspecto da presente invenção, pulverização a arco elétrico, por exemplo, pulverização a arco de arame duplo, de um metal (cujo termo, como usado aqui e nas reivindicações, inclui as misturas dos metais, incluindo sem limitação, ligas de metal, pseudoligas, e outras combinações intermetálicas) sobre substrato de espuma metálica que produz uma estrutura
25 que tem utilidade inesperada superior como um substrato para uma camada de composição de revestimento reativo, por exemplo, um óxido de metal refratário. Pulverização a arco de arame duplo (incluído aqui pelo termo “pulverização a arco de arame e pelo termo mais amplo “pulverização a arco elétrico) é um processo conhecido, ver, por exemplo, Patente US 4.027.367,

que é incorporada aqui por referência. Descrito resumidamente, no processo de pulverização a arco de arame duplo, dois arames de carga de alimentação agem como dois eletrodos consumíveis. Estes arames estão isolados um do outro conforme eles são alimentados ao bocal de pulverização de injetor e pulverização em uma forma similar aos injetores de chama de arame. Os arames se encontram no centro de uma corrente de gás gerada no bocal. Um arco elétrico é iniciado entre os arames, e a corrente correndo através dos arames faz com que suas extremidades se fundam. Um gás de atomização comprimido, geralmente ar, é direcionado através do bocal e através da zona do arco, cisalhando as gotas fundidas para formar um pulverizador que é propellido sobre o substrato. Somente a carga de alimentação de arame de metal pode ser usada em um sistema de pulverização a arco porque a carga de alimentação deve ser condutiva. As altas temperaturas da partícula criadas pelo injetor de pulverização produzem zonas de solda minuciosas no ponto de impacto em um substrato metálico. Em consequência, tais revestimentos de pulverização a arco elétrico (referidos às vezes aqui como “camadas de ancoragem”) têm boa resistência coesiva e uma ligação adesiva muito boa ao substrato.

Camadas pulverizadas a arco térmico de uma variedade de composições podem ser depositadas em um substrato de espuma metálica de acordo com a presente invenção utilizando, sem limitação, cargas de alimentação dos seguintes metais e misturas de metal: Ni, Ni/Al, Ni/Cr, Ni/Cr/Al/Y, Co/Cr, Co/Cr/Al/Y, Co/Ni/Cr/Al/Y, Fe/Al, Fe/Cr, Fe/Cr/Al, Fe/Cr/Al/Y, Fe/Ni/Al, Fé/Ni/Cr, aço inoxidável da série 300 e 400, e opcionalmente, misturas de um ou mais dos mesmos. Em uma modalidade, a camada pulverizada a arco térmico pode compreender níquel e alumínio. O alumínio pode compreender de cerca de 3 a 10%, opcionalmente de cerca de 6 a 8 por cento, do peso combinado de níquel e de alumínio na camada pulverizada em arco térmico.

Em uma modalidade da presente invenção, uma camada refratária resistente em alta temperatura da área de superfície elevada pode ser revestida sobre uma camada pulverizada a arco térmico. As camadas refratárias de área de superfície elevada úteis incluem um ou mais óxidos refratários. Estes óxidos incluem, por exemplo, sílica e óxido de metal tal como alumina, incluindo formas de óxido misturado tais como silício-alumina, aluminossilicatos que podem ser amorfos ou cristalinos, alumina-zircônia, alumina-cromo, alumina-céria e o semelhante. Em uma outra modalidade, o suporte pode substancialmente ser compreendido de alumina que inclui preferivelmente os membros da família alumina ativada ou gama, tais como aluminas eta e gama, e, se presente, de uma quantidade menor do outro óxido refratário, por exemplo, até cerca de 20% em peso. Desejavelmente, a alumina ativada tem uma área de superfície específica de 30 a 300 m²/g.

Outros materiais apropriados para a camada refratária de óxido de metal incluem a alumina, o silício, a titânia, a titânia-alumina, o silício-alumina, aluminossilicatos, a zircônia, titânia-zircônia, o óxido de alumínio-zircônio, o óxido de alumínio-cromo, a bário-alumina, etc. Tais materiais são usados preferivelmente em suas formas de área de superfície elevada. Por exemplo, a gama-alumina é preferida sobre a alfa-alumina. Alternativamente, a camada refratária pode ser produzida de quaisquer materiais refratários apropriados tais como a cordierita, a alumina de alfa-cordierita, o nitreto de silício, a mulita de zircônia, o espodumeno, a magnésia de alumina-silício, o silicato de zircônio, a esilimanita, os silicatos de magnésio, o óxido de zircônio, a petalita, a alfa alumina e os aluminossilicatos. Em uma modalidade da presente invenção a camada refratária pode ser selecionada do grupo que consiste em óxidos refratários tais como a alumina, a titânia, a zircônia, a zircônia-alumina, a zircônia-titânia, a titânia-alumina, o lantana-alumina, a bária-zircônia-alumina, o nióbia-alumina, e a cordierita lixiviada com sílica.

A camada refratária do óxido de metal é preferivelmente porosa na natureza e tem uma área de superfície elevada tal como a alumina, preferivelmente gama-alumina. A escolha do material de suporte não é crítica à invenção. Desejavelmente, o suporte de óxido de metal refratário tem uma
5 área de superfície entre cerca de 5 a cerca de 350 m²/g. Tipicamente, o suporte irá estar presente na quantidade de cerca de 1,5 a cerca de 5,0 g/in³, preferivelmente 2 a 4 g/in³.

Opcionalmente, a jusante do filtro particulado o sistema de tratamento da emissão da presente invenção pode incluir um elemento
10 catalítico adicional ou catalisador de limpeza para o tratamento e/ou a conversão de quaisquer contaminantes restantes da emissão na corrente do gás de escapamento. Geralmente, qualquer catalisador conhecido para tratar e/ou converter contaminantes da emissão pode ser usado como o elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza. Por exemplo, o componente do
15 catalisador de limpeza pode ser, por exemplo, um catalisador de oxidação ou um catalisador de conversão de três vias (TWC). Tipicamente, o elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza é revestido como um composição de revestimento reativo em um veículo do substrato, por exemplo, um monólito de fluxo livre.

20 Os catalisadores de oxidação úteis como o elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza são descritos acima. Resumidamente, a composição de revestimento reativo do catalisador de oxidação pode conter agentes catalíticos do metal de base, agentes catalíticos de metal do grupo platina ou combinações de ambos que são suportados em óxidos de metal
25 refratários, por exemplo, alumina ativada. Os agentes catalíticos do metal de base podem incluir óxidos de metal de terra rara, particularmente óxido de lantânio, óxido de cério e óxido de praseodímio. Os agentes catalíticos preferidos do metal do grupo platina podem incluir a platina, o paládio, o ródio e as combinações dos mesmos. Os óxidos de metal refratários úteis

podem incluir a sílica, a alumina, a gama-alumina, a titânia, a zircônia, a sílica-alumina e a céria-zircônia. Opcionalmente, a composição catalítica de composição de revestimento reativo igualmente pode conter outros aditivos tais como promotores e estabilizantes.

5 Em outra modalidade, o elemento catalítico a jusante do elemento ou catalisador de limpeza da presente invenção pode ser um catalisador de conversão de três vias (TWC). Os catalisadores de TWC são conhecidos na técnica e podem simultaneamente catalisar a oxidação dos hidrocarbonetos e o monóxido de carbono e a redução de óxidos de nitrogênio
10 e de óxidos de enxofre em uma corrente de gás de escapamento. Catalisadores conhecidos que exibem uma boa atividade e longa duração compreende um ou mais metais do grupo da platina (por exemplo, platina, paládio, ródio, rênio e índio) dispostos em uma área de superfície elevada, suporte refratário de óxido de metal, por exemplo, revestimento de alumina da área de
15 superfície elevada. O suporte é realizado em um veículo ou substrato tal como um veículo monolítico que compreende uma estrutura em forma de colméia de metal ou cerâmica refratária, ou partículas refratárias tais como as esferas ou pequenos segmentos extrudados de um material refratário apropriado. Os suportes de óxido de metal refratário podem ser estabilizados contra a
20 degradação térmica por materiais tais como a zircônia, titânia, óxidos de metal alcalino tais como a bário, cálcio ou estrôncio ou, o mais geralmente, óxidos de metal de terra rara, por exemplo, céria, lantana e misturas de 2 ou mais óxidos de metal de terra rara. Por exemplo, ver Patente US 4.171.288 de C.D. Keith et al.

25 Os catalisadores de TWC são formulados atualmente com as composições complexas de composição de revestimento reativo que contêm Al_2O_3 estabilizado, um componente do armazenamento de oxigênio, primeiramente uma céria, e componentes catalíticos de metal precioso. Tais catalisadores são projetados para ser eficazes sobre uma faixa de

funcionamento específica dos ambos condições pobres de, e ricas de, estequiométricas. O termo “componente de armazenamento do oxigênio” é usado para designar um material que acredita-se ser capaz de ser oxidado durante ciclos (pobres) rico em oxigênio do gás que é tratado e que libera o oxigênio durante ciclos (ricos) pobres em oxigênio. Os componentes de armazenamento do oxigênio assim como materiais de suporte de alumina são suscetíveis à degradação térmica em altas temperaturas de funcionamento geradas pelos pequenos motores automotivos e pela direção em rodovias em alta velocidade, e tal degradação térmica afeta adversamente a estabilidade do catalisador e a eficácia dos metais preciosos usados aqui. Além disso, tentativas de melhorar a economia de combustível usando relações de ar para combustível ("A/F") maiores que as características estequiométricas, e/ou de retirada do combustível, geram um gás de escape (rico em oxigênio) pobre. As altas temperaturas do gás de escape e as condições do gás pobre aceleram a deterioração da platina e os catalisadores do ródio, visto que a platina é aglomerada mais facilmente, e o ródio interage mais fortemente com os materiais de suporte tal como a alumina, em tais condições.

O outro catalisador de TWC conhecido na técnica pode ser usado na prática da presente invenção. Por exemplo, as Patentes US 4.476.246, 4.591.578 e 4.591.580, incorporados aqui por referência, revelam as composições do catalisador de três vias que compreendem a alumina, a céria, um promotor de óxido de metal alcalino, e metais nobres. Patentes US 3.993.572 e 4.157.316, incorporadas aqui por referência, descrevem tentativas de melhorar a eficiência do catalisador de sistemas TWC baseados em Pt/Rh incorporando uma variedade de óxidos de metal, por exemplo, terra rara tais como céria e óxidos de metal de base tais como óxidos de níquel. Patente US 4.591.578 revela um catalisador compreendendo um suporte de alumina com componentes catalíticos consistindo essencialmente de um componente lantana, céria, um óxido de metal alcalino, um metal do grupo platina. Patente

US 4.591.580 revela um catalisador de metal do grupo platina suportado em alumina modificado para incluir estabilização do suporte por lantana ou óxidos de terra rara ricos em lantana, promoção dupla por céria e óxidos de metal alcalino e opcionalmente óxido de níquel.

5 Outro catalisador de TWC útil é revelado na Patente US 4.294.726, incorporada aqui por referência, o qual revela uma composição de catalisador de TWC contendo platina e ródio obtida impregnando um material veicular de gama-alumina com uma solução aquosa de sais de céria, zircônio e ferro ou mistura de alumina com óxidos de, respectivamente, cério, zircônio
10 e ferro, e então calcinar o material a 500 a 700°C em ar após o qual o material é impregnado com uma solução aquosa de um sal de platina e um sal de ródio seco e subseqüentemente tratado em um gás contendo hidrogênio em uma temperatura de 250 a 650°C. A alumina pode ser termicamente tratada com compostos de cálcio, estrôncio, magnésio ou bário. O tratamento com óxido
15 de céria-zircônia-ferro é seguido impregnando o material veicular tratado com sais aquosos de platina e ródio e então calcinar o material impregnado.

 Em outro exemplo, Patente US 4.965.243, incorporada aqui por referência, revela um método para melhorar a estabilidade térmica de um catalisador de TWC contendo metais preciosos incorporando um composto de
20 bário e um composto de zircônio junto com céria e alumina. Isso é revelado para formar uma porção catalítica para melhorar a estabilidade da composição de revestimento reativo de alumina sob exposição à alta temperatura.

 Tipicamente, o elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza é revestido sobre veículos metálicos ou de cerâmica (tais como
25 substratos de monólito de fluxo livre em forma de colméia descritos em mais detalhe aqui abaixo) sob os quais as composições de revestimento reativa catalíticas podem ser depositadas. Como discutido acima, o veículo usado nesse aspecto da invenção deve ser relativamente inerte com relação à composição catalítica dispersa no mesmo. Os veículos preferidos são

compreendidos de materiais tipo cerâmica tais como cordierita, a-alumina, nitreto de silício, zircônia, mulita, espodumeno, alumina-sílica-magnésia ou silicato de zircônio, ou de metais refratários tal como aço inoxidável. Os veículos são preferivelmente do tipo algumas vezes referidos como veículos

5 monolíticos ou em forma de colméia, compreendendo um corpo cilíndrico unitário tendo uma pluralidade de passagens de fluxo de gás substancialmente paralelas, finas que se estendem através do mesmo e conectando ambas extremidade-faces do veículo para fornecer um tipo de “fluxo livre” de veículo. Tais veículos monolíticos podem conter até cerca de 700 ou mais

10 canais de fluxo (“células”) por polegada quadrada de seção transversal, embora bem menos possa ser usado. Por exemplo, o veículo pode ter cerca de 7 a 600, mais usualmente de cerca de 200 a 400, células por polegada quadrada ($6,45 \text{ cm}^2$) (“cpsi”). Veículos de fluxo livre são preferidos como substratos para o segundo catalisador. Em uma modalidade preferida, o

15 elemento catalítico a jusante ou catalisador de limpeza da presente invenção é revestido em um veículo de fluxo livre tendo uma densidade celular de cerca de 100 a 400 cpsi ($6,45 \text{ cm}^2$). O uso de um veículo de fluxo livre de densidade celular mais alta é possível porque o elemento catalítico ou catalisador de limpeza está a jusante do filtro particulado ou filtro de fuligem, e desse modo,

20 obstrução dos canais de fluxo livre pela matéria particulada não é mais uma preocupação principal. As células podem ter seções transversais que são retangulares, quadradas, circulares, voais, triangulares, hexagonais, ou são de outras formas poligonais.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tratamento de escapamento para tratar uma corrente de gás de escapamento produzida por um motor a diesel, caracterizado pelo fato de que compreende:

- 5 (a) um catalisador de oxidação a montante;
- (b) um elemento catalítico de oxidação a jusante para posterior tratamento de contaminantes de emissão gasosa remanescente na corrente de gás de escapamento e
- 10 (c) um filtro particulado localizado a jusante de dito catalisador de oxidação a jusante e a montante de dito elemento catalítico de oxidação a jusante.

2. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado é um substrato de espuma, malha ou tela.

- 15 3. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado é um filtro particulado de espuma metálico e em que dito filtro de espuma metálico é revestido com uma camada metálica pulverizada a arco térmico e uma camada de óxido refratário selecionada do grupo que consiste de óxidos
- 20 refratários tais como alumina, gama-alumina, titânia, zircônia, zircônia-alumina, zircônia-titânia, titânia-alumina, lantana-alumina, bária-zircônia-alumina, nióbia-alumina, e cordierita lixiviada com sílica.

4. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado é
- 25 revestido com um catalisador de queima de fuligem para regeneração da função de captura de dito filtro particulado.

5. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito elemento catalítico de oxidação a jusante compreende um catalisador para posterior tratamento de

contaminantes de emissão gasosa remanescentes na corrente de gás de escapamento e segundo o qual dito catalisador é depositado em um substrato de fluxo livre em colméia metálico ou cerâmico.

5 6. Sistema de tratamento de escapamento para tratar uma corrente de gás de escapamento produzida por um pequeno motor a diesel, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) um catalisador de oxidação a jusante depositado em um substrato de fluxo livre em colméia metálico ou cerâmico;

10 (b) um filtro particulado parcial localizado a jusante de dito catalisador de oxidação.

7. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado parcial é um filtro particulado de espuma, malha ou tela.

15 8. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado parcial é um filtro particulado de espuma metálico.

20 9. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um elemento catalítico localizado a jusante de dito filtro particulado parcial, e segundo o qual dito elemento catalítico compreende um catalisador para posterior tratamento de contaminantes de emissão gasosa remanescentes na corrente de gás de escapamento e segundo o qual dito catalisador é depositado em um substrato de fluxo livre em colméia metálico ou cerâmico.

25 10. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que dita espuma metálica é revestida com uma camada metálica pulverizada a arco térmico e uma camada de óxido refratário selecionada do grupo que consiste de óxidos refratários tais como alumina, gama-alumina, titânia, zircônia, zircônia-alumina, zircônia-titânia, titânia-alumina, lantana-alumina, bária-zircônia-alumina,

nióbia-alumina, e cordirerita de sílica lixiviada.

5 11. Sistema de tratamento de escapamento de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado parcial é revestido com um catalisador de queima de fuligem para regeneração da função de captura de dito filtro particulado.

12. Método para tratar emissões de corrente de gás de escapamento de um motor a diesel, em que dita corrente de gás de escapamento compreende óxidos de nitrogênio (NOx) e matéria particulada, caracterizado pelo fato de que dito método compreende as etapas de:

10 (a) fornecer um sistema de tratamento de emissão compreendendo um catalisador de oxidação a montante, uma seção central do filtro particulado parcial e um elemento catalítico de oxidação a jusante;

15 (b) escoar dito gás de escapamento de dito motor a diesel sequencialmente através de dito catalisador de oxidação a montante, dito filtro particulado e dito elemento catalítico de oxidação a jusante.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que dito filtro particulado é um filtro particulado de espuma metálico.

20 14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que dita corrente de gás de escapamento é de um pequeno motor a diesel selecionado do grupo que consiste de motores estacionários, geradores marinhos, unidades de geração de energia elétrica, ou motores de veículo de 2 ou 3 rodas e segundo o qual dito sistema de tratamento de emissão é um sistema integrado.

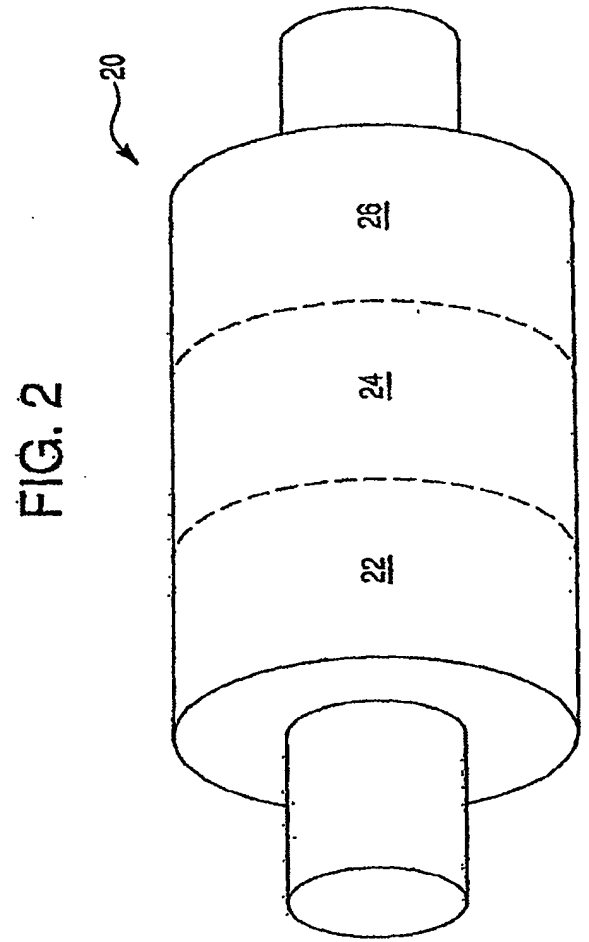
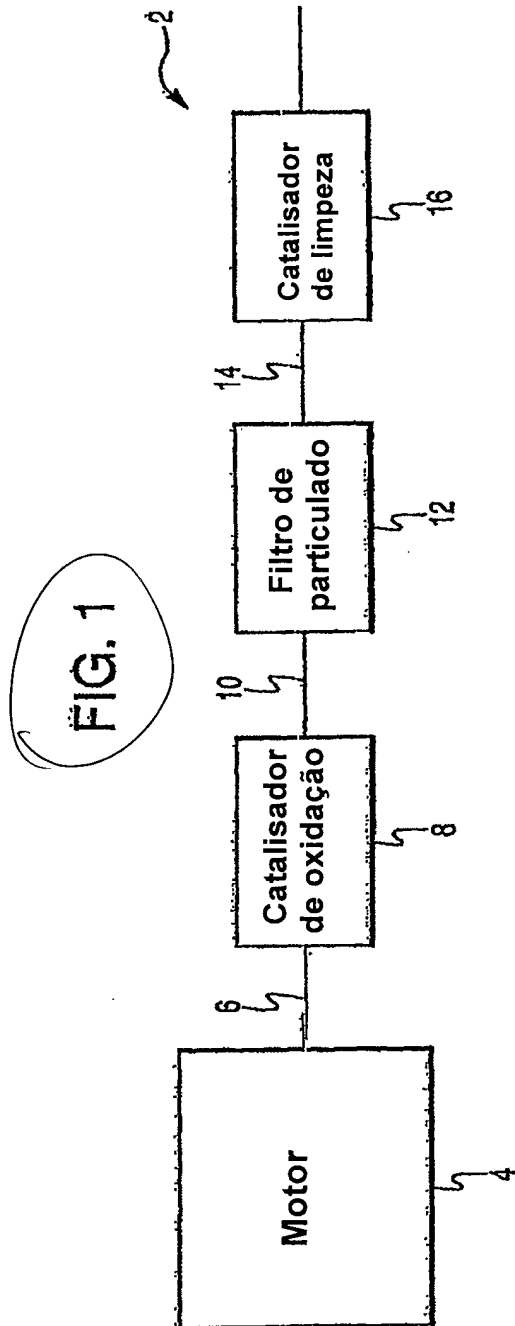


FIG. 3a

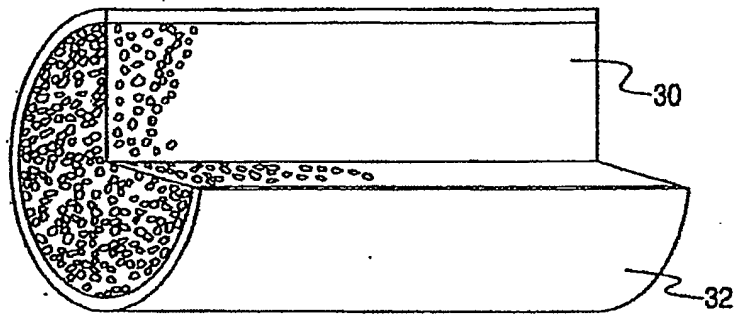
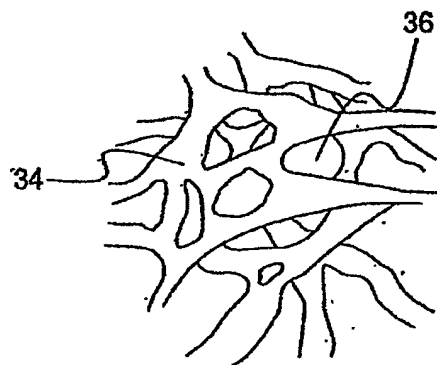


FIG. 3b



RESUMO

“SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPAMENTO, E, MÉTODO PARA TRATAR EMISSÕES DE CORRENTE DE GÁS DE ESCAPAMENTO DE UM MOTOR A DIESEL”

5 A presente invenção é direcionada a um sistema de tratamento de emissão e/ou conversão de emissões do motor e matéria particulada de motores a diesel. O sistema de tratamento da emissão da presente invenção compreende um catalisador de oxidação a montante, uma seção de filtro particulado ou filtro de fuligem e opcionalmente um elemento catalítico a
10 jusante ou um catalisador de limpeza para o tratamento e/ou conversão de quaisquer contaminantes da corrente de gás de emissão remanescentes.