



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

(11) PI 1010835-1 B1



* B R P I 1 0 1 0 8 3 5 B 1 *

(22) Data do Depósito: 20/12/2010

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DE EXAUSTÃO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F01N 3/08; F01N 3/02.

(73) Titular(es): TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA.

(72) Inventor(es): MIKIO INOUE; KOHEI YOSHIDA; YUKI BISAIJI; KAZUHIRO UMEMOTO.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010073645 de 20/12/2010

(87) Publicação PCT: WO 2012/086093 de 28/06/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/11/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DE EXAUSTÃO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a um motor de combustão interna, em uma passagem de exaustão de motor, uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15) e um catalisador de purificação de exausto (13) que são arrançados. No período de operação de motor, a amplitude de mudança da concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) é estabelecida para ficar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude por meio de controle de pelo menos um do tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15). Neste caso, quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos controlado, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor e tomado maior quanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DE EXAUSTÃO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**".

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a um sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna.

Antecedentes da Técnica

[002] É conhecido na técnica um motor de combustão interna que arranja, em uma passagem de exaustão de motor, um catalisador de armazenamento de NOx que armazena NOx que é contido em gás de exaustão quando a relação ar-combustível do gás de exaustão afluente é pobre e que libera o NOx armazenado quando a relação ar-combustível do gás de exaustão afluente se torna rica, o qual arranja, na passagem de exaustão de motor a montante do catalisador de armazenamento de NOx, um catalisador de oxidação que tem uma função de adsorção, e que fornece hidrocarbonetos para a passagem de exaustão de motor a montante do catalisador de oxidação para tornar rica a relação ar-combustível do gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de armazenamento de NOx ao liberar NOx do catalisador de armazenamento de NOx (por exemplo, vide a Literatura de Patente 1).

[003] Neste motor de combustão interna, os hidrocarbonetos que são fornecidos ao liberar NOx do catalisador de armazenamento de NOx são transformados em hidrocarbonetos gasosos no catalisador de oxidação, e os hidrocarbonetos gasosos são fornecidos para o catalisador de armazenamento de NOx. Como resultado, o NOx que é liberado do catalisador de armazenamento de NOx é bem reduzido.

Lista de Citação

Literatura de Patente

[004] Literatura de Patente 1: Patente Japonesa No. 3969450.

Sumário da Invenção

Problema Técnico

[005] Entretanto, existe o problema em que, quando o catalisador de armazenamento de NO_x alcança uma alta temperatura, a taxa de purificação de NO_x diminui.

[006] Um objetivo da presente invenção é fornecer um sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna que possa obter uma alta taxa de purificação de NO_x mesmo se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão se tornar uma alta temperatura.

Solução Para o Problema

[007] De acordo com a presente invenção, é fornecido um sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna no qual uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos para fornecer hidrocarbonetos é arranjada em uma passagem de exaustão de motor, um catalisador de purificação de exaustão para reagir NO_x contido em gás de exaustão e hidrocarbonetos reformados é arranjado na passagem de exaustão de motor a jusante da válvula de fornecimento de hidrocarbonetos, um catalisador de metal precioso é transportado sobre uma superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão e uma parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica é formada em volta do catalisador de metal precioso, o catalisador de purificação de exaustão tem uma propriedade de reduzir o NO_x que é contido em gás de exaustão se uma concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão for estabelecida para oscilar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude e dentro de uma faixa predeterminada de período e tem uma propriedade de ter aumentada a quantidade de armazenamento de NO_x que é contido em gás de exaustão se o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos for tornado maior que a faixa predeterminada e, no período de operação de motor, pelo menos

um de um tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos é controlado de maneira que a amplitude da mudança de concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão se torna dentro da faixa predeterminada mencionada anteriormente de amplitude, um período de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos é controlado de maneira que a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão oscila dentro da faixa predeterminada mencionada anteriormente de período, quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos é controlado, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado maior quanto mais alta uma temperatura do catalisador de purificação de exaustão e, quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada, a pressão de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornada maior quanto mais alta a temperatura do catalisador de purificação de exaustão.

Efeitos Vantajosos da Invenção

[008] Mesmo se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão se tornar uma alta temperatura, uma alta taxa de purificação de NO_x pode ser obtida.

Breve Descrição dos Desenhos

[009] A figura 1 é uma vista geral de um motor de combustão interna do tipo ignição por compressão.

[0010] A figura 2 é uma vista mostrando esquematicamente uma parte de superfície de um carregador de catalisador.

[0011] A figura 3 é uma vista para explicar uma reação de oxidação em um catalisador de purificação de exaustão.

[0012] A figura 4 é uma vista mostrando uma mudança de uma relação ar-combustível de gás de exaustão fluindo para dentro de um

catalisador de purificação de exaustão.

[0013] A figura 5 é uma vista mostrando uma taxa de purificação de NOx.

[0014] As figuras 6A e 6B são vistas para explicar uma reação de redução de oxidação em um catalisador de purificação de exaustão.

[0015] As figuras 7A e 7B são vistas para explicar uma reação de redução de oxidação em um catalisador de purificação de exaustão.

[0016] A figura 8 é uma vista mostrando uma mudança de uma relação ar-combustível de gás de exaustão fluindo para dentro de um catalisador de purificação de exaustão.

[0017] A figura 9 é uma vista de uma taxa de purificação de NOx.

[0018] A figura 10 é um gráfico de tempo mostrando uma mudança de uma relação ar-combustível de gás de exaustão fluindo para dentro de um catalisador de purificação de exaustão.

[0019] A figura 11 é um gráfico de tempo mostrando uma mudança de uma relação ar-combustível de gás de exaustão fluindo para dentro de um catalisador de purificação de exaustão.

[0020] A figura 12 é uma vista mostrando uma relação entre uma intensidade de oxidação de um catalisador de purificação de exaustão e uma relação ar-combustível mínima demandada X.

[0021] A figura 13 é uma vista mostrando uma relação entre uma concentração de oxigênio em gás de exaustão e uma amplitude ΔH de uma concentração de hidrocarbonetos dando a mesma taxa de purificação de NOx.

[0022] A figura 14 é uma vista mostrando uma relação entre uma amplitude ΔH de uma concentração de hidrocarbonetos e uma taxa de purificação de NOx.

[0023] A figura 15 é uma vista mostrando uma relação de um período de oscilação ΔT de uma concentração de hidrocarbonetos e uma taxa de purificação de NOx.

[0024] A figura 16 é uma vista mostrando uma mudança na relação ar-combustível do gás de exaustão fluindo para o catalisador de purificação de exaustão, etc.

[0025] A figura 17 é uma vista mostrando um mapa de uma quantidade de NOx esgotado NOXA.

[0026] A figura 18 é uma vista mostrando um sincronismo de injeção de combustível.

[0027] A figura 19 é uma vista mostrando um mapa de uma quantidade de fornecimento de hidrocarboneto WR.

[0028] A figura 20 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos, uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão, etc.

[0029] A figura 21 é uma vista mostrando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão.

[0030] A figura 22 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0031] A figura 23 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0032] A figura 24 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

tão.

[0033] A figura 25A e a figura 25B são vistas mostrando um tempo de injeção de hidrocarbonetos.

[0034] A figura 26 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0035] A figura 27 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0036] A figura 28 é uma vista mostrando um valor de correção K.

[0037] A figura 29 é um fluxograma para controle de purificação de NO_x.

[0038] A figura 30 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0039] A figura 31 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0040] As figuras 32A e 32B são vistas mostrando uma pressão de injeção de hidrocarbonetos.

[0041] As figuras 33A e 33B são vistas mostrando um tempo de injeção de hidrocarbonetos.

[0042] A figura 34 é uma vista mostrando mudanças de um padrão de injeção de hidrocarbonetos de uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos e uma concentração de hidrocarbonetos no gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão.

[0043] A figura 35A e a figura 35B são vistas mostrando valores de correção KP e KT.

[0044] A figura 36 é um fluxograma para controle de purificação de NO_x.

Descrição de Modalidades

[0045] A figura 1 é uma vista geral de um motor de combustão interna do tipo ignição por compressão.

[0046] Referindo-se à figura 1, 1 indica um corpo de motor, 2 uma câmara de combustão de cada cilindro, 3 um injetor de combustível controlado eletronicamente para injetar combustível em cada câmara de combustão 2, 4 um coletor de admissão e 5 um coletor de exaustão. O coletor de admissão 4 é conectado por meio de um duto de admissão 6 a uma saída de um compressor 7a de um turbocompressor de exaustão 7, enquanto que uma entrada do compressor 7a é conectada por meio de um detector de quantidade de ar de admissão 8 a um filtro de ar 9. Dentro do duto de admissão 6 é arranjada uma válvula reguladora 10 acionada por um motor de passo. Além disso, em volta do duto de admissão 6, um dispositivo de resfriamento 11 é arranjado para resfriar o ar de admissão que flui no interior do duto de admissão 6. Na modalidade mostrada na figura 1, a água de resfriamento de motor é guiada para o interior do dispositivo de resfriamento 11 onde a água de resfriamento de motor é usada para resfriar o ar de admissão.

[0047] Por outro lado, o coletor de exaustão 5 é conectado a uma entrada de uma turbina de exaustão 7b do turbocompressor de exaustão 7. A saída da turbina de exaustão 7b é conectada por meio de um

cano de descarga 12 a uma entrada de um catalisador de purificação de exaustão 13, enquanto que uma saída do catalisador de purificação de exaustão 13 é conectada a um filtro de partículas 14 para capturar particulado que esteja contido no gás de exaustão. No cano de descarga 12, a montante do catalisador de purificação de exaustão 13, uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 é arranjada para fornecer hidrocarbonetos compreendidos de óleo diesel ou outro combustível usado como combustível para um motor de combustão interna do tipo ignição por compressão. Na modalidade mostrada na figura 1, óleo diesel é usado como os hidrocarbonetos que são fornecidos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15. Deve-se notar que a presente invenção também pode ser aplicada a um motor de combustão interna do tipo ignição por centelha no qual combustível é queimado em uma relação ar-combustível pobre. Neste caso, pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15, hidrocarbonetos compreendidos de gasolina ou outro combustível usado como combustível de um motor de combustão interna do tipo ignição por centelha são fornecidos.

[0048] Tal como mostrado na figura 1, a válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 é conectada a uma câmara de combustível de alta pressão 16 que é enchida com combustível de alta pressão. Esta câmara de combustível de alta pressão 16 é alimentada com combustível proveniente do tanque de combustível 18 através de uma bomba de pressurização 17. A pressão de combustível dentro da câmara de combustível de alta pressão 16 é detectada por um sensor de pressão de combustível 19. A bomba de pressurização 17 é controlada com base no sinal de saída do sensor de pressão de combustível 19, de maneira que a pressão de combustível dentro da câmara de combustível de alta pressão 16, isto é, a pressão de injeção, se torna a pressão de injeção alvo. Esta pressão de injeção alvo algumas vezes é mantida constante independente do estado de operação de motor, mas al-

gumas vezes é mudada de acordo com o estado de operação de motor.

[0049] Por outro lado, o coletor de exaustão 5 e o coletor de admissão 4 são conectados um ao outro por meio de uma passagem de recirculação de gás de exaustão (referida em seguida como uma “EGR”) 20. Na passagem EGR 20 é arranjada uma válvula de controle EGR controlada eletronicamente 21. Adicionalmente, em volta da passagem EGR 20, um dispositivo de resfriamento 22 é arranjado para resfriar gás EGR fluindo no lado de dentro da passagem EGR 20. Na modalidade mostrada na figura 1, a água de resfriamento de motor é guiada para o interior do dispositivo de resfriamento 22 onde a água de resfriamento de motor é usada para resfriar o gás EGR. Por outro lado, cada injetor de combustível 3 é conectado por meio de um tubo de fornecimento de combustível 23 a um trilho comum 24. Este trilho comum 24 é conectado por meio de uma bomba de combustível de descarga variável controlada eletronicamente (P) 25 ao tanque de combustível 18. O combustível que é armazenado no tanque de combustível 18 é fornecido pela bomba de combustível 25 para o interior do trilho comum 24. O combustível que é fornecido para o interior do trilho comum 24 é fornecido por meio de cada tubo de fornecimento de combustível 23 para o injetor de combustível 3.

[0050] Uma unidade de controle eletrônico 30 é compreendida de um computador digital provido com uma ROM (memória somente de leitura) 32, uma RAM (memória de acesso aleatório) 33, uma CPU (microprocessador) 34, uma porta de entrada 35 e uma porta de saída 36, as quais são conectadas umas às outras por meio de um barramento bidirecional 31. A jusante do catalisador de purificação de exaustão 13, um sensor de temperatura 26 é fixado para detectar a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13. Os sinais de saída deste sensor de temperatura 26, sensor de pressão de combus-

tível 19 e do detector de quantidade de ar de admissão 8 são introduzidos respectivamente por meio dos conversores AD 37 correspondentes na porta de entrada 35. Adicionalmente, um pedal de acelerador 40 tem um sensor de carga 41 conectado a ele que gera uma tensão de saída proporcional à quantidade de depressão L do pedal de acelerador 40. A tensão de saída do sensor de carga 41 é introduzida por meio de um conversor AD 37 correspondente na porta de entrada 35. Além disso, na porta de entrada 35, um sensor de ângulo de manivela 42 é conectado que gera um pulso de saída a cada vez que um eixo de manivela gira, por exemplo, por 15°. Por outro lado, a porta de saída 36 é conectada por meio dos circuitos de acionamento 38 correspondentes a cada injetor de combustível 3, a um motor de passo para acionar a válvula reguladora 10, à válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15, à válvula de controle EGR 21 e à bomba de combustível 25.

[0051] A figura 2 mostra esquematicamente uma parte de superfície de um carregador de catalisador que é transportado sobre um substrato do catalisador de purificação de exaustão 13. Neste catalisador de purificação de exaustão 13, tal como mostrado na figura 2, por exemplo, é fornecido um carregador de catalisador 50 feito de alumina sobre o qual os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 são transportados. Além disso, sobre este carregador de catalisador 50, uma camada básica 53 é formada que inclui pelo menos um elemento selecionado de potássio K, sódio Na, céσιο Cs, ou um outro tal metal alcalino, bário Ba, cálcio Ca, ou um outro tal metal alcalinoterroso, um lantanídeo ou um outro tal terra rara e prata Ag, cobre Cu, ferro Fe, irídio Ir, ou um outro metal capaz de doar elétrons para NOx. O gás de exaustão flui ao longo da parte superior do carregador de catalisador 50, assim os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 podem ser ditos como sendo transportados sobre a superfície de fluxo de gás de

exaustão do catalisador de purificação de exaustão 13. Adicionalmente, a superfície da camada básica 53 exibe basicidade, e assim a superfície da camada básica 53 é chamada de a parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 54.

[0052] Por outro lado, na figura 2, o catalisador de metal precioso 51 é compreendido de platina Pt, enquanto que o catalisador de metal precioso 52 é compreendido de ródio Rh. Isto é, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 que são transportados sobre o carregador de catalisador 50 são compreendidos de platina Pt e ródio Rh. Deve-se notar que, no carregador de catalisador 50 do catalisador de purificação de exaustão 13, além de platina Pt e ródio Rh, paládio Pd pode ser transportado adicionalmente ou, em vez de ródio Rh, paládio Pd pode ser transportado. Isto é, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 que são transportados sobre o carregador de catalisador 50 são compreendidos de platina Pt e pelo menos um de ródio Rh e paládio Pd.

[0053] Se hidrocarbonetos forem injetados pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 no gás de exaustão, os hidrocarbonetos são reformados pelo catalisador de purificação de exaustão 13. Na presente invenção, desta vez, os hidrocarbonetos reformados são usados para remover o NOx no catalisador de purificação de exaustão 13. A figura 3 mostra esquematicamente a ação de reforma executada no catalisador de purificação de exaustão 13 desta vez. Tal como mostrado na figura 3, os hidrocarbonetos HC que são injetados pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 se tornam hidrocarbonetos radicais HC com um pequeno número de carbono pelo catalisador 51.

[0054] A figura 4 mostra o sincronismo de fornecimento de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 e a mudança na relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13. De-

ve-se notar que as mudanças na relação ar-combustível (A/F) interna dependem da mudança na concentração dos hidrocarbonetos no gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13, e assim pode ser dito que a mudança na relação ar-combustível (A/F) interna mostrada na figura 4 expressa a mudança na concentração dos hidrocarbonetos. Entretanto, se a concentração de hidrocarbonetos se tornar maior, a relação ar-combustível (A/F) interna se torna menor, e assim, na figura 4, quanto mais para o lado rico a relação ar-combustível (A/F) interna se torna, tanto maior a concentração de hidrocarboneto.

[0055] A figura 5 mostra a taxa de purificação de NOx pelo catalisador de purificação de exaustão 13 com relação às temperaturas de catalisador do catalisador de purificação de exaustão 13 ao periodicamente fazer a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 mudar a fim de, tal como mostrado na figura 4, fazer a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão fluindo para o catalisador de purificação de exaustão 13 mudar. Os inventores se dedicaram a pesquisa se relacionando com purificação de NOx por muito tempo. No processo de pesquisa, eles aprenderam que ao fazer a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 oscilar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude e dentro de uma faixa predeterminada de período, tal como mostrado na figura 5, uma taxa de purificação de NOx extremamente alta é obtida mesmo em uma região de temperatura de 400°C ou mais alta.

[0056] Além disso, desta vez, uma grande quantidade de intermediário de redução contendo nitrogênio e hidrocarbonetos continua a ser retida ou adsorvida na superfície da camada básica 53, isto é, na parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 54 do catalisador de purificação de exaustão 13. Foi aprendido que este intermediário

rio de redução reproduz uma função central na obtenção de uma alta taxa de purificação de NOx. Isto será explicado a seguir com referência às figuras 6A e 6B. Deve-se notar que estas figuras 6A e 6B mostram esquematicamente a parte de superfície do carregador de catalisador 50 do catalisador de purificação de exaustão 13. Estas figuras 6A e 6B mostram a reação que é suposta para ocorrer quando a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é estabelecida para oscilar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude e dentro de uma faixa predeterminada de período.

[0057] A figura 6A mostra quando a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é baixa, enquanto que a figura 6B mostra quando hidrocarbonetos são fornecidos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 e a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna maior.

[0058] Agora, tal como será entendido a partir da figura 4, a relação ar-combustível do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é mantida pobre exceto por um instante, assim o gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 normalmente fica em um estado de excesso de oxigênio. Portanto, o NO que é contido no gás de exaustão, tal como mostrado na figura 6A, é oxidado na platina 51 e se torna NO₂. A seguir este NO₂ é oxidado adicionalmente e se torna NO₃. Parte adicional do NO₂ se torna NO₂⁻. Neste caso, a quantidade de produção de NO₃ é muito maior que a quantidade de produção de NO₂⁻. Portanto, na platina Pt 51, uma grande quantidade de NO₃ e uma pequena quantidade de NO₂⁻ são produzidas. Estes NO₃ e NO₂⁻ são fortes em atividade. A seguir estes NO₃ e NO₂⁻ serão referidos como o NOx* ativo.

[0059] Por outro lado, se hidrocarbonetos forem fornecidos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15, tal como mostrado na figura 3, os hidrocarbonetos são reformados e se tornam radicalizados dentro do catalisador de purificação de exaustão 13. Como resultado, tal como mostrado na figura 6B, a concentração de hidrogênio em volta do NO_x^* ativo se torna maior. Neste aspecto, se, após o NO_x^* ativo ser produzido, o estado de uma alta concentração de oxigênio em volta do NO_x^* ativo continuar por um período constante ou mais, o NO_x^* ativo é oxidado e é absorvido na forma de íons de nitrato NO_3^- dentro da camada básica 53. Entretanto, se, antes deste período constante transcorrer, a concentração de hidrocarbonetos em volta do NO_x^* ativo se tornar maior, tal como mostrado na figura 6B, o NO_x^* ativo reage na platina 51 com os hidrocarbonetos radicais HC para formar assim o intermediário de redução. Este intermediário de redução é aderido ou adsorvido na superfície da camada básica 53.

[0060] Deve-se notar que, desta vez, o primeiro intermediário de redução produzido é considerado para ser um composto nitro R- NO_2 . Se este composto nitro R- NO_2 for produzido, o resultado se torna um composto de nitrila R-CN, mas este composto de nitrila R-CN somente pode sobreviver por um instante neste estado, e assim se torna imediatamente um composto de isocianato R-NCO. Este composto de isocianato R-NCO, quando hidrolisado, se torna um composto de amina R-NH₂. Entretanto, neste caso, o que é hidrolisado é considerado para ser parte do composto de isocianato R-NCO. Portanto, tal como mostrado na figura 6B, acredita-se que a maior parte do intermediário de redução que é retido ou adsorvido na superfície da camada básica 53 seja o composto de isocianato R-NCO e o composto de amina R-NH₂.

[0061] Por outro lado, tal como mostrado na figura 6B, se o intermediário de redução produzido for circundado pelos hidrocarbonetos HC, o intermediário de redução ficará bloqueado pelos hidrocarbone-

tos HC e a reação não mais prosseguirá. Neste caso, se a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 for diminuída e assim a concentração de oxigênio se tornar maior, os hidrocarbonetos em volta do intermediário de redução serão oxidado. Como resultado, tal como mostrado na figura 6A, o intermediário de redução e o NOx* ativo reagem. Desta vez, o NOx* ativo reage com o intermediário de redução R-NCO ou R-NH2 para se tornar N2, CO2, H2O e, portanto, o NOx é removido.

[0062] Deste modo, no catalisador de purificação de exaustão 13, ao tornar a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 maior, um intermediário de redução é produzido. A concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é diminuída e a concentração de oxigênio é elevada de maneira que o NOx* ativo reage com o intermediário de redução e o NOx é removido. Isto é, a fim de o catalisador de purificação de exaustão 13 remover o NOx, a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 tem que ser mudada periodicamente.

[0063] Certamente, neste caso, é necessário elevar a concentração de hidrocarbonetos para uma concentração suficientemente alta para produzir o intermediário de redução e é necessário diminuir a concentração de hidrocarbonetos para uma concentração suficientemente baixa para fazer o intermediário de redução produzido reagir com o NOx* ativo. Ou seja, é necessário fazer a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 oscilar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude. Deve-se notar que, neste caso, é necessário reter uma quantidade suficiente de intermediário de redução R-NCO ou R-NH2 na camada básica 53, isto é, na parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 24, até que o intermediário de redução produzido reaja com o

NOx* ativo. É por este motivo que a parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 24 é fornecida.

[0064] Por outro lado, ao alongar o período de fornecimento dos hidrocarbonetos, o tempo no qual a concentração de oxigênio se torna maior se torna mais longo no período após os hidrocarbonetos serem fornecidos até que os hidrocarbonetos sejam fornecidos de novo. Portanto, o NOx* ativo é absorvido na camada básica 53 na forma de nitratos sem produzir um intermediário de redução. Para evitar isto é necessário fazer a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 oscilar dentro de uma faixa predeterminada de período.

[0065] Portanto, em uma modalidade da presente invenção, para fazer o NOx contido no gás de exaustão e os hidrocarbonetos reformados reagirem e produzir o intermediário de redução R-NCO ou R-NH₂ contendo nitrogênio e hidrocarbonetos, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 são transportados sobre a superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão 13. Para reter o intermediário de redução produzido R-NCO ou R-NH₂ dentro do catalisador de purificação de exaustão 13, uma parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 54 é formada em volta dos catalisadores de metais preciosos 51 e 52. NOx é reduzido pela ação de redução do intermediário de redução R-NCO ou R-NH₂ retido na parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 54, e o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos é tornado o período de oscilação exigido para continuação da produção do intermediário de redução R-NCO ou R-NH₂. Incidentalmente, no exemplo mostrado na figura 4, o intervalo de injeção é feito de 3 segundos.

[0066] Se o período de oscilação da concentração de hidrocarboneto, isto é, o período de fornecimento dos hidrocarbonetos HC, for tornado maior que a faixa predeterminada de período indicada acima,

o intermediário de redução R-NCO ou R-NH₂ desaparece da superfície da camada básica 53. Desta vez, o NO_x* ativo que é produzido na platina Pt 53, tal como mostrado na figura 7A, se difunde na camada básica 53 na forma de íons de nitrato NO₃⁻ e se torna nitratos. Isto é, desta vez, o NO_x no gás de exaustão é absorvido na forma de nitratos dentro da camada básica 53.

[0067] Por outro lado, a figura 7B mostra o caso onde a relação ar-combustível do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é tornada a relação ar-combustível estequiométrica ou rica quando o NO_x é absorvido na forma de nitratos dentro da camada básica 53. Neste caso, a concentração de oxigênio no gás de exaustão diminui, assim a reação prossegue na direção oposta (NO₃⁻→NO₂), e conseqüentemente os nitratos absorvidos na camada básica 53 se tornam íons de nitrato NO₃⁻ um por um e, tal como mostrado na figura 7B, são liberados da camada básica 53 na forma de NO₂. A seguir o NO₂ liberado é reduzido pelos hidrocarbonetos HC e CO contidos no gás de exaustão.

[0068] A figura 8 mostra o caso de tornar temporariamente rica a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 um pouco antes de a capacidade de absorção de NO_x da camada básica 53 se tornar saturada. Deve-se notar que, no exemplo mostrado na figura 8, o intervalo de tempo deste controle rico é de 1 minuto ou mais. Neste caso, o NO_x que foi absorvido na camada básica 53 quando a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão era pobre é todo liberado ao mesmo tempo da camada básica 53 e reduzido quando a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão é tornada temporariamente rica. Portanto, neste caso, a camada básica 53 reproduz a função de um absorvente para absorver temporariamente NO_x.

[0069] Deve-se notar que, neste caso, algumas vezes a camada

básica 53 adsorve temporariamente o NOx. Portanto, se o termo armazenamento for usado como um termo incluindo tanto absorção quanto adsorção, desta vez, a camada básica 53 executa a função de um agente de armazenamento de NOx para armazenar temporariamente o NOx. Isto é, neste caso, se a razão do ar e combustível (hidrocarbonetos) que são fornecidos para a passagem de admissão de motor, câmaras de combustão 2 e passagem de exaustão a montante do catalisador de purificação de exaustão 13 for referida como a relação ar-combustível do gás de exaustão, o catalisador de purificação de exaustão 13 funciona como um catalisador de armazenamento de NOx que armazena o NOx quando a relação ar-combustível do gás de exaustão é pobre e libera o NOx armazenado quando a concentração de oxigênio no gás de exaustão diminui.

[0070] A figura 9 mostra a taxa de purificação de NOx ao fazer o catalisador de purificação de exaustão 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx deste modo. Deve-se notar que a abscissa da figura 9 mostra a temperatura de catalisador TC do catalisador de purificação de exaustão 13. Ao fazer o catalisador de purificação de exaustão 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx, tal como mostrado na figura 9, quando a temperatura de catalisador TC é de 300°C a 400°C, uma taxa de purificação de NOx extremamente alta é obtida, mas quando a temperatura de catalisador TC alcança uma temperatura de 400°C ou mais alta, a taxa de purificação de NOx diminui.

[0071] Deste modo, quando a temperatura de catalisador TC alcança 400°C ou mais, a taxa de purificação de NOx diminui porque se a temperatura de catalisador TC se tornar 400°C ou mais os nitratos se rompem pelo calor e são liberados na forma de NO2 do catalisador de purificação de exaustão 13. Isto é, uma vez que armazenando NOx na forma de nitratos, quando a temperatura de catalisador TC é alta é

difícil obter uma alta taxa de purificação de NOx. Entretanto, no novo método de purificação de NOx mostrado da figura 4 às figuras 6A e 6B, tal como será entendido a partir das figuras 6A e 6B, nitratos não são formados ou mesmo se formados são extremamente reduzidos em quantidade, conseqüentemente, tal como mostrado na figura 5, mesmo quando a temperatura de catalisador TC é alta uma alta taxa de purificação de NOx é obtida.

[0072] Portanto, na presente invenção, uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 para fornecer hidrocarbonetos é arranjada em uma passagem de exaustão de motor, um catalisador de purificação de exaustão 13 para reagir NOx contido em gás de exaustão e hidrocarbonetos reformados é arranjado na passagem de exaustão de motor 15 a jusante da válvula de fornecimento de hidrocarbonetos, um catalisador de metal precioso 51, 52 é transportado sobre uma superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão 13, uma parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica 54 é formada em volta do catalisador de metal precioso 51, 52, o catalisador de purificação de exaustão 13 tem uma propriedade de reduzir o NOx que é contido em gás de exaustão se uma concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 for estabelecida para oscilar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude e dentro de uma faixa predeterminada de período e tem uma propriedade de ter aumentada a quantidade de armazenamento de NOx que é contido em gás de exaustão se o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos for tornado maior que esta faixa predeterminada e, no período de operação de motor, a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é estabelecida para oscilar dentro da faixa predeterminada de amplitude e dentro da faixa predeterminada de período para assim reduzir o NOx que é contido no gás de exaustão no

catalisador de purificação de exaustão 13.

[0073] Isto é, o método de purificação de NOx que está mostrado da figura 4 às figuras 6A e 6B pode ser dito como sendo um novo método de purificação de NOx projetado para remover NOx quase sem formar nitratos no caso de usar um catalisador de purificação de exaustão que carrega um catalisador de metal precioso e forma uma camada básica que pode absorver NOx. Na realidade, ao usar este novo método de purificação de NOx, os nitratos que são detectados pela camada básica 53 vêm a ser em quantidade muito menor quando comparado com o caso onde se faz o catalisador de purificação de exaustão 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx. Deve-se notar que este novo método de purificação de NOx será referido a seguir como o primeiro método de purificação de NOx.

[0074] A seguir, se referindo às figuras 10 a 15, este primeiro método de purificação de NOx será explicado com um pouco mais de detalhes.

[0075] A figura 10 mostra ampliada a mudança na relação ar-combustível (A/F) interna mostrada na figura 4. Deve-se notar que, tal como explicado anteriormente, a mudança na relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão fluindo para dentro deste catalisador de purificação de exaustão 13 mostra simultaneamente a mudança na concentração dos hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13. Deve-se notar que, na figura 10, ΔH mostra a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos HC que fluem para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13, enquanto que ΔT mostra o período de oscilação da concentração dos hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13.

[0076] Além disso, na figura 10, (A/F)_b mostra a relação ar-combustível de base que mostra a relação ar-combustível do gás de

combustão para gerar a saída de motor. Em outras palavras, esta relação ar-combustível de base (A/F)_b mostra a relação ar-combustível do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 quando é interrompido o fornecimento de hidrocarbonetos. Por outro lado, na figura 10, X mostra o limite superior da relação ar-combustível (A/F) interna usada para produzir o intermediário de redução sem o NO_x* ativo produzido em nenhum modo ser armazenado na forma de nitratos dentro da camada básica 53. Para fazer o NO_x* ativo e os hidrocarbonetos reformados reagirem para produzir um intermediário de redução, a relação ar-combustível (A/F) interna tem que ser tornada menor que este limite superior X da relação ar-combustível.

[0077] Em outras palavras, na figura 10, X mostra o limite inferior da concentração de hidrocarbonetos exigida para fazer o NO_x* ativo e hidrocarboneto reformado reagirem para produzir um intermediário de redução. Para produzir o intermediário de redução, a concentração de hidrocarbonetos tem que ser tornada maior que este limite inferior X. Neste caso, se o intermediário de redução é produzido é determinado pela razão da concentração de oxigênio e concentração de hidrocarbonetos em volta do NO_x* ativo, isto é, a relação ar-combustível (A/F) interna. O limite superior X da relação ar-combustível exigida para produzir o intermediário de redução será chamado a seguir de relação ar-combustível mínima demandada.

[0078] No exemplo mostrado na figura 10, a relação ar-combustível mínima demandada X é rica; portanto, neste caso, para formar o intermediário de redução a relação ar-combustível (A/F) interna instantaneamente é tornada a relação ar-combustível mínima demandada X ou menor, isto é, rica. Tal como o oposto a isto, no exemplo mostrado na figura 11, a relação ar-combustível mínima demandada X é pobre. Neste caso, a relação ar-combustível (A/F) interna é

mantida pobre enquanto reduzindo periodicamente a relação ar-combustível (A/F) interna a fim de formar o intermediário de redução.

[0079] Neste caso, se a relação ar-combustível mínima demandada X se torna rica ou se torna pobre depende da intensidade de oxidação do catalisador de purificação de exaustão 13. Neste caso, o catalisador de purificação de exaustão 13, por exemplo, se torna mais forte em intensidade de oxidação se for aumentada a quantidade transportada do metal precioso 51 e se torna mais forte em intensidade de oxidação se a acidez for fortalecida. Portanto, a intensidade de oxidação do catalisador de purificação de exaustão 13 muda por causa da quantidade transportada do metal precioso 51 ou da intensidade da acidez.

[0080] Agora, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma forte intensidade de oxidação, tal como mostrado na figura 11, mantendo a relação ar-combustível (A/F) interna pobre enquanto diminuindo periodicamente a relação ar-combustível (A/F) interna, os hidrocarbonetos terminam se tornando completamente oxidados quando a relação ar-combustível (A/F) interna é reduzida. Como resultado, o intermediário de redução não pode mais ser produzido. Tal como o oposto a isto, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma forte intensidade de oxidação, tal como mostrado na figura 10, tornando a relação ar-combustível (A/F) interna periodicamente rica, quando a relação ar-combustível (A/F) interna é tornada rica, os hidrocarbonetos serão parcialmente oxidados, sem serem completamente oxidados, isto é, os hidrocarbonetos serão reformados e conseqüentemente o intermediário de redução será produzido. Portanto, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma forte intensidade de oxidação, a relação ar-combustível mínima demandada X tem que ser tornada rica.

[0081] Por outro lado, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma fraca intensidade de oxidação, tal como mos-

trado na figura 11, mantendo a relação ar-combustível (A/F) interna pobre enquanto diminuindo periodicamente a relação ar-combustível (A/F) interna, os hidrocarbonetos serão parcialmente oxidados sem serem completamente oxidados, isto é, os hidrocarbonetos serão reformados e conseqüentemente o intermediário de redução será produzido. Tal como o oposto a isto, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma fraca intensidade de oxidação, tal como mostrado na figura 10, tornando a relação ar-combustível (A/F) interna periodicamente rica, uma grande quantidade de hidrocarbonetos será esgotada do catalisador de purificação de exaustão 13 sem ser oxidada e conseqüentemente a quantidade de hidrocarbonetos que é consumida de modo desperdiçador aumentará. Portanto, ao usar um catalisador de purificação de exaustão 13 com uma fraca intensidade de oxidação, a relação ar-combustível mínima demandada X tem que ser tornada pobre.

[0082] Isto é, foi aprendido que a relação ar-combustível mínima demandada X, tal como mostrado na figura 12, tem que ser reduzida quanto mais forte a intensidade de oxidação do catalisador de purificação de exaustão 13. Deste modo a relação ar-combustível mínima demandada X se torna pobre ou rica por causa da intensidade de oxidação do catalisador de purificação de exaustão 13. A seguir, tomando como exemplo o caso onde a relação ar-combustível mínima demandada X é rica, a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 e o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 serão explicados.

[0083] Agora, se a relação ar-combustível de base (A/F)_b se tornar maior, isto é, se a concentração de oxigênio no gás de exaustão antes de os hidrocarbonetos serem fornecidos se tornar maior, a quantidade

de fornecimento de hidrocarbonetos exigida para tornar a relação ar-combustível (A/F) interna a relação ar-combustível mínima demandada X ou menor aumenta e juntamente com isto a quantidade excedente de hidrocarbonetos que não contribui para a produção do intermediário de redução também aumenta. Neste caso, para remover bem o NOx, tal como explicado anteriormente, é necessário fazer os hidrocarbonetos em excesso oxidarem. Portanto, para remover bem o NOx, quanto maior a quantidade de hidrocarbonetos em excesso tanto maior a quantidade de oxigênio que é exigida.

[0084] Neste caso, ao elevar a concentração de oxigênio no gás de exaustão, a quantidade de oxigênio pode ser aumentada. Portanto, para remover bem o NOx, quando a concentração de oxigênio no gás de exaustão antes de os hidrocarbonetos serem fornecidos é alta, é necessário elevar a concentração de oxigênio no gás de exaustão após fornecer os hidrocarbonetos. Isto é, quanto maior a concentração de oxigênio no gás de exaustão antes de os hidrocarbonetos serem fornecidos tanto maior tem que ser tornada a amplitude da concentração de hidrocarboneto.

[0085] A figura 13 mostra a relação entre a concentração de oxigênio no gás de exaustão antes de os hidrocarbonetos serem fornecidos e a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos quando a mesma taxa de purificação de NOx é obtida. A partir da figura 13 é aprendido que, para obter a mesma taxa de purificação de NOx, quanto maior a concentração de oxigênio no gás de exaustão antes de os hidrocarbonetos serem fornecidos tanto maior tem que ser tornada a amplitude ΔH da concentração de hidrocarboneto. Isto é, para obter a mesma taxa de purificação de NOx, quanto maior a relação ar-combustível de base (A/F)_b tanto maior tem que ser tornada a amplitude ΔT da concentração de hidrocarboneto. Em outras palavras, para remover bem o NOx, quanto menor a relação ar-combustível de base

(A/F)_b tanto mais pode ser reduzida a amplitude ΔT da concentração de hidrocarboneto.

[0086] Neste aspecto, a relação ar-combustível de base (A/F)_b se torna a mais baixa no momento de uma operação de aceleração. Desta vez, se a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos for de aproximadamente 200 ppm, é possível remover bem o NO_x. A relação ar-combustível de base (A/F)_b é normalmente maior que o tempo de operação de aceleração. Portanto, tal como mostrado na figura 14, se a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos for de 200 ppm ou mais, uma excelente taxa de purificação de NO_x pode ser obtida.

[0087] Por outro lado, foi aprendido que quando a relação ar-combustível de base (A/F)_b é a mais alta, tornando a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos 10.000 ppm ou coisa que o valha, uma excelente taxa de purificação de NO_x é obtida. Portanto, na presente invenção, a faixa predeterminada da amplitude da concentração de hidrocarbonetos é tornada 200 ppm a 10.000 ppm.

[0088] Adicionalmente, se o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos se tornar maior, a concentração de oxigênio em volta do NO_x* ativo se torna maior no período após os hidrocarbonetos serem fornecidos para quando os hidrocarbonetos são fornecidos de novo. Neste caso, se o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos se tornar maior que cerca de 5 segundos, o NO_x* ativo começa a ser absorvido na forma de nitratos dentro da camada básica 53. Portanto, tal como mostrado na figura 15, se o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos se tornar maior que cerca de 5 segundos, a taxa de purificação de NO_x diminui. Portanto, o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos tem que ser tornado 5 segundos ou menos.

[0089] Por outro lado, se o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos se tornar aproximadamente 0,3 segundo ou

menos, os hidrocarbonetos fornecidos começam a se estabelecer na superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão 13 e, portanto, tal como mostrado na figura 15, se o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos se tornar aproximadamente 0,3 segundo ou menos, a taxa de purificação de NOx diminui. Portanto, na presente invenção, o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos é feito de 0,3 segundo a 5 segundos.

[0090] A seguir, se referindo às figuras 16 a 19, um método de purificação de NOx no caso onde se faz o catalisador de purificação de exaustão 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx será explicado detalhadamente. O método de purificação de NOx no caso em que se faz o catalisador de purificação de exaustão 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx deste modo será referido a seguir como o segundo método de purificação de NOx.

[0091] Neste segundo método de purificação de NOx, tal como mostrado na figura 16, quando a quantidade de NOx armazenado ΣNOx de NOx que é armazenado na camada básica 53 excede uma quantidade admissível predeterminada MÁX, a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é tornada rica temporariamente. Se a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão for tornada rica, o NOx que foi armazenado na camada básica 53 quando a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão era pobre é todo liberado da camada básica 53 ao mesmo tempo e reduzido. Por causa disto o NOx é removido.

[0092] A quantidade de NOx armazenado ΣNOx , por exemplo, é calculada a partir da quantidade de NOx que é esgotado do motor. Nesta modalidade de acordo com a presente invenção, a quantidade de NOx esgotado NOXA de NOx que é esgotado do motor por unidade

de tempo é armazenada como uma função da quantidade de injeção Q e da velocidade de motor N na forma de um mapa tal como mostrado na figura 17 antecipadamente na ROM 32. A quantidade de NO_x armazenado ΣNO_x é calculada a partir da quantidade de NO_x esgotado NO_xA . Neste caso, tal como explicado anteriormente, o período no qual a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão é tornada rica usualmente é de 1 minuto ou mais.

[0093] Neste segundo método de purificação de NO_x , tal como mostrado na figura 18, o injetor de combustível 3 injeta combustível adicional WR na câmara de combustão 2 além do combustível de uso para combustão Q , de maneira que a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 é tornada rica. Deve-se notar que, na figura 18, a abscissa indica o ângulo de manivela. Este combustível adicional WR é injetado em um momento no qual ele queimará, mas não aparecerá como saída de motor, isto é, levemente antes de $\text{ATDC}90^\circ$ após ponto morto superior de compressão. Esta quantidade de combustível WR é armazenada como uma função da quantidade de injeção Q e da velocidade de motor N na forma de um mapa tal como mostrado na figura 19 antecipadamente na ROM 32. Certamente, neste caso, também é possível fazer a quantidade de fornecimento de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 aumentar a fim de tornar rica a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão.

[0094] Agora, retornando de novo para a explicação do primeiro método de purificação de NO_x , para usar o primeiro método de purificação de NO_x para remover bem o NO_x , tal como explicado anteriormente, a amplitude ΔH e o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos têm que ser controlados adequadamente. Isto é, para usar o primeiro método de purificação de NO_x para remover bem o NO_x , a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos tem que

ser controlada de maneira que a relação ar-combustível (A/F) interna do gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 se torne a relação ar-combustível mínima demandada X ou menor e o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos tem que ser controlado para 0,3 segundo a 5 segundos.

[0095] Neste caso, na presente invenção, o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos é controlado ao controlar pelo menos um de o tempo de injeção ou pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15, enquanto que o período de oscilação ΔT da concentração de hidrocarbonetos é controlado ao controlar o período de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15.

[0096] Neste aspecto, neste caso, o que é mais exigido é ser capaz de obter a taxa de purificação de NOx mais alta não obstante qual o estado de operação e que os hidrocarbonetos fornecidos não passem direto através do catalisador de purificação de exaustão 13. Os inventores estudaram repetidamente este ponto e como resultado aprenderam que, no catalisador de purificação de exaustão 13, a quantidade de hidrocarbonetos completamente oxidados e a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados governam a taxa de purificação de NOx e a quantidade de hidrocarbonetos passando direto através do catalisador. Isto será explicado a seguir com referência à figura 20.

[0097] A figura 20 mostra os três padrões de injeção A, B e C de hidrocarbonetos que são injetados em diferentes tempos de injeção pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 sob a mesma pressão de injeção. Neste caso, o tempo de injeção é o menor no padrão de injeção A e é o mais longo no padrão de injeção C. Adicionalmente, a figura 20 mostra uma mudança na concentração de hidrogênio com um lapso de tempo no gás de exaustão que flui para dentro do

catalisador de purificação de exaustão 13 após injeção por meio dos padrões de injeção A, B e C. Além disso, a figura 20 mostra a taxa de purificação de NOx e quantidade de hidrocarbonetos passando direto através do catalisador de purificação de exaustão 13 no período de injeção por meio dos padrões de injeção A, B e C.

[0098] Agora, quando a concentração de hidrogênio no gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13, isto é, a quantidade de hidrocarbonetos por quantidade de unidade de gás de exaustão, é pequena, os hidrocarbonetos terminam sendo completamente oxidados no catalisador de purificação de exaustão 13. Por outro lado, se a concentração de hidrogênio no gás de exaustão, isto é, a quantidade de hidrocarbonetos por quantidade de unidade de gás de exaustão, aumentar, no catalisador de purificação de exaustão 13, todos os hidrocarbonetos não podem mais ser completamente oxidados. Desta vez, parte dos hidrocarbonetos é parcialmente oxidada. Deste modo, na concentração de hidrogênio no gás de exaustão, existe um limite até onde todos os hidrocarbonetos são completamente oxidados no catalisador de purificação de exaustão 13. Este limite está mostrado na figura 20 por XA.

[0099] Isto é, na figura 20, quando a concentração de hidrocarbonetos é menor que o limite XA, todos os hidrocarbonetos são completamente oxidados, e assim, na figura 20, na região hachurada RA abaixo do limite XA, todos os hidrocarbonetos estão completamente oxidados. Neste caso, a área da região hachurada RA expressa a quantidade de hidrocarbonetos. Portanto, a quantidade de hidrocarbonetos correspondendo à região hachurada RA está completamente oxidada. Deve-se notar que a seguir este limite RA é chamado de limite de oxidação completa.

[00100] Por outro lado, na figura 20, na região RB acima do limite de oxidação completa RA, uma ação de oxidação parcial de hidrocar-

bonetos é executada no catalisador de purificação de exaustão 13. Neste caso, na figura 20, a região hachurada RB expressa a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados. O intermediário de redução é produzido a partir destes hidrocarbonetos parcialmente oxidados, assim a ação de purificação de NOx é executada pelo primeiro método de purificação de NOx por meio deste hidrocarboneto parcialmente oxidado. Deve-se notar que, na realidade, parte dos hidrocarbonetos parcialmente oxidados termina sendo oxidada sem ser usada para produção do intermediário de redução, enquanto que os hidrocarbonetos parcialmente oxidados remanescentes são usados para formar o intermediário de redução.

[00101] Por outro lado, se a concentração de hidrogênio no gás de exaustão que flui para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13, isto é, a quantidade de hidrocarbonetos por quantidade de unidade de gás de exaustão, for aumentada adicionalmente, parte dos hidrocarbonetos não é completamente oxidada no catalisador de purificação de exaustão 13 e adicionalmente não é nem mesmo parcialmente oxidada. Neste caso, a parte dos hidrocarbonetos não oxidada passa direto através do catalisador de purificação de exaustão 13. Este limite de hidrocarbonetos induzindo hidrocarbonetos para passar direto através do catalisador está mostrado na figura 20 por XB. A seguir este limite XB será referido como o limite para passagem direta. Na figura 20, a região hachurada RC acima deste limite para passagem direta XB expressa a quantidade de hidrocarbonetos passando direto através do catalisador.

[00102] Para remover NOx que é contido em gás de exaustão, usando o primeiro método de purificação de NOx, é necessário que uma quantidade suficiente de hidrocarbonetos para a quantidade de NOx que é contido no gás de exaustão seja parcialmente oxidada. Se a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB for insufi-

ciente, a taxa de purificação de NOx diminuirá. Na figura 20 o padrão de injeção A mostra o caso onde, deste modo, a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB é insuficiente. Neste caso, tal como mostrado na figura 20, a taxa de purificação de NOx diminui.

[00103] Por outro lado, na figura 20, o padrão de injeção B mostra o caso onde o tempo de injeção é tornado maior que no padrão de injeção A a fim de aumentar a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB. Se o tempo de injeção for tornado maior, a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB é aumentada, e assim, tal como mostrado na figura 20, a taxa de purificação de NOx se torna maior. Deve-se notar que a figura 20 mostra o caso onde mesmo com o padrão de injeção B a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB é um pouco insuficiente.

[00104] Na figura 20, o padrão de injeção C mostra o caso onde, para aumentar adicionalmente a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB, o tempo de injeção é tornado maior quando comparado com o do padrão de injeção B. Neste caso, tal como mostrado na figura 20, a taxa de purificação de NOx é melhorada. Entretanto, neste caso, a concentração de hidrocarbonetos excede o limite para passagem direta XB, e assim os hidrocarbonetos passam direto através do catalisador.

[00105] Ao executar a ação de purificação de NOx por meio do primeiro método de purificação de NOx, é necessário impedir que os hidrocarbonetos passem direto através do catalisador. Portanto, na presente invenção, no exemplo mostrado na figura 20, o padrão de injeção B cujo pico da concentração de hidrocarbonetos se torna o limite para passagem direta XB é usado. Certamente, tal como mostrado no padrão de injeção A, quando uma taxa de purificação de NOx suficientemente alta é obtida mesmo se o pico da concentração de hidrocarbonetos não alcançar o limite para passagem direta XB, o padrão de

injeção A é usado. Isto é, na presente invenção, um ou outro de o padrão de injeção A ou o padrão de injeção B é usado.

[00106] Agora, se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 aumentar, a quantidade de hidrocarbonetos que é oxidada no catalisador de purificação de exaustão 13 por unidade de tempo aumenta, isto é, a velocidade de oxidação nos hidrocarbonetos aumenta. Como resultado, se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 aumentar, o limite de oxidação completa XA aumenta. Por outro lado, se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 aumentar, os hidrocarbonetos que passaram através do catalisador antes de a temperatura aumentar se tornam parcialmente oxidados, e assim o limite para passagem direta XB também aumenta. Isto é, se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 aumentar, tanto o limite de oxidação completa XA quanto o limite para passagem direta XB aumentam. Portanto, ao usar o primeiro método de purificação de NOx para remoção do NOx, é necessário considerar isto para controle de injeção dos hidrocarbonetos.

[00107] As figuras 21 a 28 mostram uma primeira modalidade que considera isto para controle de injeção dos hidrocarbonetos. Deve-se notar que, nesta primeira modalidade, a pressão de injeção é mantida constante e a quantidade de injeção de hidrocarbonetos é controlada sob uma pressão de injeção constante ao controlar o tempo de injeção.

[00108] Primeiro, explicando a figura 21, a figura 21 mostra um exemplo típico das temperaturas TC1, TC2 e TC3 ($TC3 > TC2 > TC1$) do catalisador de purificação de exaustão 13 no período de operação estável. Deve-se notar que, na figura 21, o ordenada Q mostra a quantidade de injeção de combustível na câmara de combustão 2, enquanto que a abscissa mostra a velocidade de motor. Tal como será entendido a partir da figura 21, quando a velocidade de motor N é a mesma,

quanto maior a quantidade de injeção Q , isto é, quanto maior a carga de motor, tanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13. Quando a quantidade de injeção de combustível Q é a mesma, isto é, quando a carga de motor é a mesma, quanto maior a velocidade de motor N , isto é, quanto maior a quantidade de ar de admissão, tanto mais a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 diminui um pouco.

[00109] Deste modo, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 muda de acordo com o estado de operação do motor. Por outro lado, a quantidade de NO_x que é esgotado do motor por unidade de tempo aumenta quanto maior a carga de motor e aumenta quanto maior a velocidade de motor. Portanto, estes fatores são considerados para determinar o tempo de injeção de hidrocarbonetos.

[00110] A figura 22 mostra os padrões de injeção no período de operação estável em E0, F1 e F2 da figura 21, isto é, na mesma velocidade e cargas diferentes. Isto é, sob a mesma velocidade, quanto maior a carga tanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna e, portanto, tanto maior se tornam igualmente o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB. Por outro lado, sob a mesma velocidade, quanto maior a carga tanto maior a quantidade de NO_x esgotado do motor e, portanto, desta vez, quanto maior a carga tanto maior tem que ser tornada a quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados. Portanto, desta vez, na primeira modalidade, tal como mostrado na figura 22, quanto maior a carga tanto maior o tempo de injeção é tornado de maneira que o pico de concentração de hidrocarbonetos se torna o limite para passagem direta XB.

[00111] A figura 23 mostra os padrões de injeção no período de operação estável em E0, G1 e G2 da figura 21, isto é, na mesma carga e velocidades diferentes. Isto é, sob a mesma carga, quanto maior

a velocidade tanto mais a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 diminui um pouco e, portanto, tanto mais o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB diminuem um pouco. Por outro lado, sob a mesma carga, quanto maior a velocidade tanto maior a quantidade de NOx esgotado do motor por unidade de tempo. Portanto, desta vez igualmente, quanto maior a velocidade tanto maior a quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados.

[00112] Por outro lado, quanto maior a velocidade tanto mais rápida a taxa de fluxo do gás de exaustão, e os hidrocarbonetos injetados são difundidos em uma grande quantidade de gás de exaustão. Portanto, tal como mostrado na figura 23, o pico da concentração de hidrocarbonetos quando a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados exigidos para remoção de NOx é produzida diminui quanto maior a velocidade. Nesta primeira modalidade, o tempo de injeção é tornado maior à medida que a velocidade se torna maior, de maneira que a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados exigidos para remoção de NOx pode ser produzida.

[00113] A figura 24 mostra os padrões de injeção no período de operação estável em E0, H1 e H2 da figura 21. Isto é, à medida que a velocidade e a carga se tornam maiores, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna maior e, portanto, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB também se tornam maiores. Por outro lado, quanto maiores a velocidade e a carga tanto maior a quantidade de NOx esgotado por unidade de tempo do motor. Portanto, desta vez, quanto maiores a velocidade e a carga tanto maior tem que ser tornada a quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados. Portanto, na primeira modalidade, tal como mostrado na figura 24, o tempo de injeção é tornado maior à medida que a velocidade e a carga se tornam maiores a fim de capacitar a produção da quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados

exigidos para remoção de NOx.

[00114] A figura 25A mostra as linhas de tempo de injeções equivalentes capacitando produção da quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados exigidos para remoção de NOx no período de operação estável. Tal como será entendido a partir da figura 25A, o tempo de injeção de hidrocarbonetos se torna maior quanto maior a quantidade de injeção de combustível Q, isto é, quanto maior a carga de motor, e quanto maior a velocidade de motor N. Este tempo de injeção WT é armazenado como uma função da quantidade de injeção de combustível Q e da velocidade de motor N na forma de um mapa tal como mostrado na figura 25B antecipadamente na ROM 32. Adicionalmente, a amplitude de oscilação ideal ΔT da concentração de hidrocarboneto, isto é, o período de injeção ΔT dos hidrocarbonetos, é armazenada de forma similar como uma função da quantidade de injeção Q e da velocidade de motor N na forma de um mapa antecipadamente na ROM 32.

[00115] No período de operação estável de motor, se hidrocarbonetos forem injetados pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 no tempo de injeção WT_{ij} mostrado nas figuras 25A e 25B, o NOx é bem removido. Isto é, o tempo de injeção W_{ij} mostrado nas figuras 25A e 25B mostra o tempo de injeção servindo como uma referência para boa remoção de NOx por meio do primeiro método de purificação de NOx. Portanto, a seguir, o tempo de injeção WT_{ij} mostrado nas figuras 25A e 25B será referido como o tempo de injeção de referência.

[00116] Deste modo, no período de operação estável de motor, o tempo de injeção pode ser tornado o tempo de injeção de referência WT_{ij} mostrado nas figuras 25A e 25B a fim de executar uma boa ação de purificação de NOx por meio do primeiro método de purificação de NOx. Entretanto, se o tempo de injeção for tornado o tempo de injeção de referência W_{ij} determinado pelo estado de operação de motor no

período de operação de transição, a taxa de purificação de NOx diminui ou a passagem direta dos hidrocarbonetos ocorre. Isto será explicado a seguir com referência à figura 26.

[00117] A parte I da figura 26 é igual à figura 24. Portanto, a parte I da figura 26 mostra os padrões de injeção E0, H1 e H2 dando boas taxas de purificação de NOx quando operação estável está sendo executada nos pontos E0, H1 e H2 da figura 21. Por outro lado, a parte II da figura 26 mostra quando o estado de operação de motor muda do ponto E0 para o ponto H1 da figura 21 e o padrão de injeção é comutado do padrão de injeção E0 para o padrão de injeção H1 mostrado pela parte I da figura 26 e quando o estado de operação de motor muda do ponto H2 para o ponto H1 da figura 21 e o padrão de injeção é comutado do padrão de injeção H2 para o padrão de injeção H1 mostrado pela parte I da figura 26.

[00118] Na figura 21, quando operação estável é executada no ponto E0, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 é baixa. Na figura 21, quando operação estável é executada no ponto H1, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna alta. Entretanto, mesmo se o estado de operação de motor mudar do ponto E0 para o ponto H1 da figura 21, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 não aumenta imediatamente. Portanto, desta vez, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB se tornam aproximadamente as alturas do tempo do ponto E. Portanto, quando o estado de operação de motor se torna o ponto H1, se o padrão de injeção H1 for usado para injeção, tal como mostrado pelo (E0→H1) da parte II da figura 26, a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados RB se torna uma quantidade suficiente para remoção de NOx, mas a quantidade que passa direto RC se torna consideravelmente grande. Isto é, desta vez, hidrocarbonetos passam direto através do catalisador.

[00119] Por outro lado, quando uma operação estável é executada no ponto H2 da figura 21, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna adicionalmente maior. Entretanto, neste caso, mesmo se o estado de operação de motor mudar do ponto H2 para o ponto H1 da figura 21, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 não diminui imediatamente. Portanto, desta vez, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB são aproximadamente as alturas do tempo do ponto H2. Portanto, quando o estado de operação de motor é o ponto H1, se injeção for executada por meio do padrão de injeção H1, o pico da concentração de hidrocarbonetos se torna o limite de oxidação completa XA ou menos tal como mostrado pelo (H2→H1) da parte II da figura 26. Portanto, desta vez, todos os hidrocarbonetos são completamente oxidados e nenhuma ação de purificação de NOx não é executada em todos eles.

[00120] Portanto, na presente invenção, para capacitar NOx para ser bem removido mesmo em um estado de transição como este, o tempo de injeção de hidrocarbonetos é corrigido de acordo com a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13. Isto será explicado a seguir com referência à figura 27.

[00121] A figura 27 mostra o período quando o estado de operação de motor está no ponto H1 da figura 21. H1 da figura 27 mostra o padrão de injeção no período de operação estável no ponto H1. Quando uma operação estável está sendo executada e o padrão de injeção H1 está sendo usado para injeção de hidrocarbonetos, uma quantidade suficiente RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados é produzida para remover o NOx. Portanto, desta vez, o NOx é bem removido.

[00122] Tal como o oposto a isto, quando o estado de operação de motor, por exemplo, é mudado do ponto E0 para o ponto H1 da figura 21, tal como explicado anteriormente, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 é baixa e, portanto, tal como mostrado por

F2 na figura 27, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB se tornam menores. Entretanto, mesmo neste caso, a mesma quantidade de NOx tal como no período de operação estável mostrado por F1 é esgotada do motor, e assim, mesmo no caso mostrado por F2, a mesma quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável mostrado por F1 tem que ser produzida. Portanto, no caso mostrado por F2, o tempo de injeção é tornado menor, de maneira que a mesma quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável mostrado por F1 pode ser produzida.

[00123] Por outro lado, quando o estado de operação de motor, por exemplo, é mudado do ponto H2 para o ponto H1 da figura 21, tal como explicado anteriormente, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 é alta e, portanto, tal como mostrado por F3 na figura 27, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB se tornam maiores. Entretanto, mesmo neste caso, a mesma quantidade de NOx tal qual no período de operação estável mostrado por F1 é esgotada do motor, e assim, mesmo no caso mostrado por F3, a mesma quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável mostrado por F1 tem que ser produzida. Portanto, no caso mostrado por F3, o tempo de injeção é tornado maior, de maneira que a mesma quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável mostrado por F1 é pode ser produzida.

[00124] Na primeira modalidade da presente invenção, o tempo de injeção no período de operação estável, isto é, o tempo de injeção de referência WT, é multiplicado por um valor de correção K para corrigir o tempo de injeção a fim de produzir a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável. Este valor de correção K, tal como mostrado na figura 28, é

armazenado antecipadamente como uma função da diferença ($TC - TC_i$) entre a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 e a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 no estado de operação estável, isto é, a temperatura de referência TC_i .

[00125] Tal como será entendido a partir da figura 28, quando a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 é a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 no estado de operação estável, isto é, a temperatura de referência TC_i , o valor de correção K se torna 1, e assim, desta vez, o tempo de injeção é tornado o tempo de injeção de referência WT no estado de operação estável. Tal como o oposto a isto, quando a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13 é maior que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção K se torna maior que 1, e assim o tempo de injeção é tornado maior. Quando a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13 é menor que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção K se torna menor que 1, e assim o tempo de injeção é tornado menor. Deve-se notar que, para a relação do valor de correção K e a diferença de temperatura ($TC - TC_i$), é possível usar a relação mostrada na figura 28 comum a todos os estados de operação. Também é possível descobrir a relação entre o valor de correção K e a diferença de temperatura ($TC - TC_i$) para cada estado de operação e usar a relação entre o valor de correção K e a diferença de temperatura ($TC - TC_i$) de acordo com o estado de operação.

[00126] As temperaturas de referência representativas do catalisador de purificação de exaustão 13 no período de operação estável estão mostradas por TC_1 , TC_2 e TC_3 . As temperaturas de referência TC_i nos diferentes estados de operação são armazenadas antecipadamente na ROM 32. Adicionalmente, a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 é detectada pelo sensor de temperatura

26.

[00127] A figura 29 mostra a rotina de controle de purificação de NOx. Esta rotina é executada por meio de interrupção de cada tempo predeterminado.

[00128] Referindo-se à figura 29, primeiro, na etapa 60, é avaliado a partir do sinal de saída do sensor de temperatura 23 se a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13 excede a temperatura de ativação TC0. Quando $TC \geq TC0$, isto é, quando o catalisador de purificação de exaustão 13 está ativado, a rotina prossegue para a etapa 61 onde a ação de purificação NOx é executada por meio do primeiro método de purificação de NOx.

[00129] Isto é, primeiro, na etapa 61, o tempo de injeção de referência WTij é calculado a partir do mapa mostrado na figura 25B. A seguir, na etapa 62, o valor de correção K é calculado a partir da relação mostrada na figura 28. A seguir, na etapa 63, o tempo de injeção final WT(=K•WTij) é calculado. A seguir, na etapa 64, este tempo de injeção final WT é usado como a base para controle de fornecimento dos hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15.

[00130] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 60 que $TC < TC0$, é considerado que o segundo método de purificação de NOx deve ser usado, e então a rotina prossegue para a etapa 65. Na etapa 65, a quantidade de NOx NOXA de NOx esgotado por unidade de tempo é calculada a partir do mapa mostrado na figura 17. A seguir, na etapa 66, ΣNOx é aumentado pela quantidade NOx esgotado NOXA para calcular a quantidade de NOx armazenado ΣNOx . A seguir, na etapa 67, é avaliado se a quantidade de NOx armazenado ΣNOx excede o valor admissível MÁX. Quando $\Sigma NOx > MÁX$, a rotina prossegue para a etapa 68 onde a quantidade de combustível adicional WR é calculada a partir do mapa mostrado na figura 19 e uma ação de inje-

ção de combustível adicional é executada. A seguir, na etapa 69, ΣNO_x é zerado.

[00131] A seguir, se referindo às figuras 30 a 36, uma segunda modalidade da presente invenção será explicada. Nesta segunda modalidade, ao controlar injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15, a pressão de injeção é controlada além do tempo de injeção. Falando especificamente, o tempo de injeção e a pressão de injeção dos hidrocarbonetos são controlados de maneira que a quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados demandada de acordo com o estado de operação de motor é mantida e o pico da concentração de hidrocarbonetos casa com o limite para passagem direta XB.

[00132] Agora, em E0, F1 e F2 da figura 21, tal como mostrado pela figura 22, o pico da concentração de hidrocarbonetos é feito para casar com o limite para passagem direta XB ao mudar exatamente o tempo de injeção. Portanto, neste caso, a pressão de injeção não é feita particularmente para mudar.

[00133] Tal como o oposto a isto, em E0, G1 e G2 da figura 21, tal como mostrado pela figura 23, o pico da concentração de hidrocarbonetos não alcança o limite para passagem direta XB mesmo ao mudar exatamente o tempo de injeção. Portanto, nesta segunda modalidade, em E0, G1 e G2 da figura 21, tal como mostrado pela figura 30, a pressão de injeção é tornada maior quanto maior a velocidade de motor, de maneira que o pico da concentração de hidrocarbonetos casa com o limite para passagem direta XB. Por outro lado, se a pressão de injeção é tornada maior, o tempo de injeção exigido para manter a quantidade parcialmente oxidada demandada RB se torna menor. Isto será bem entendido, por exemplo, pela comparação de G2 da figura 23 com G2 da figura 30.

[00134] A figura 31 mostra o padrão de injeção no período de ope-

ração normal em E0, H1 e H2 da figura 21. A partir da figura 31, é aprendido que, nesta segunda modalidade, quanto maior a velocidade de motor e carga tanto maior é tornada a pressão de injeção. Adicionalmente, tal como será entendido a partir de uma comparação com a figura 24, neste caso igualmente, nos pontos H1 e H2, o tempo de injeção se torna menor. Se o tempo de injeção se tornar menor, a quantidade de hidrocarbonetos completamente oxidados é reduzida, e assim existe a vantagem em que é possível melhorar a eficiência de combustível.

[00135] As linhas de pressão de injeção equivalentes WP e as linhas de tempo de injeções equivalentes WT capazes de produzir a quantidade de hidrocarbonetos parcialmente oxidados necessários para remoção de NOx no período de operação estável estão mostradas respectivamente nas figuras 32A e 33A. Tal como será entendido a partir da figura 32A e da figura 33A, a pressão de injeção WP de hidrocarbonetos e o tempo de injeção WT se tornam maiores quanto mais a quantidade de injeção de combustível Q é aumentada, isto é, quanto mais a carga de motor é aumentada, e se tornam maiores quanto maior a velocidade de motor N. Esta pressão de injeção WP e o tempo de injeção WT são armazenados como funções da quantidade de injeção de combustível Q e da velocidade de motor N nas formas de mapas tal como mostrado na figura 32B e na figura 33B antecipadamente na ROM 32. Adicionalmente, a amplitude de oscilação ideal ΔT da concentração de hidrocarboneto, isto é, o período de injeção ΔT dos hidrocarbonetos, é armazenada de forma similar como uma função da quantidade de injeção Q e da velocidade de motor N na forma de um mapa antecipadamente na ROM 32.

[00136] No período de operação estável de motor, se hidrocarbonetos forem injetados pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 por meio da pressão de injeção WPIj mostrada na figura 32B e o

tempo de injeção WT_{ij} mostrado na figura 33B, o NO_x é bem removido. Isto é, a pressão de injeção WP_{ij} e o tempo de injeção W_{ij} mostrados nas figuras 32B e 33B mostram a pressão de injeção e o tempo de injeção se tornando a referência para boa remoção de NO_x por meio do primeiro método de purificação de NO_x . Portanto, a seguir a pressão de injeção WP_{ij} mostrada na figura 32B é referida como a pressão de injeção de referência, enquanto que o tempo de injeção WT_{ij} mostrado na figura 33B é referido como o tempo de injeção de referência.

[00137] Deste modo, no período de operação estável de motor, ao tornar a pressão de injeção a pressão de injeção de referência W_{ij} mostrada na figura 32B e tornar o tempo de injeção o tempo de injeção de referência WT_{ij} mostrado na figura 33B, é possível executar uma boa ação de purificação de NO_x por meio do primeiro método de purificação de NO_x . Entretanto, ao tornar a pressão de injeção e o tempo de injeção a pressão de injeção de referência WP_{ij} e o tempo de injeção de referência W_{ij} fixos do motor no período de operação de transição, a taxa de purificação de NO_x diminuirá ou passagem direta dos hidrocarbonetos terminará ocorrendo.

[00138] Portanto, na presente invenção, para capacitar o NO_x para ser bem removido mesmo em um estado de transição como este, a pressão de injeção e o tempo de injeção de hidrocarbonetos são corrigidos de acordo com a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13. Isto será explicado a seguir com referência à figura 34.

[00139] A figura 34 mostra o período quando o estado de operação de motor está no ponto H1 da figura 21. H1 da figura 34 mostra o padrão de injeção quando operação estável é executada no ponto H1. Quando operação estável está sendo executada e o padrão de injeção H1 é usado para injeção de hidrocarbonetos, uma quantidade suficiente RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados é produzida para remover o NO_x . Portanto, desta vez, NO_x é bem removido.

[00140] Tal como o oposto a isto, quando o estado de operação de motor, por exemplo, é feito para mudar do ponto E0 para o ponto H1 da figura 21, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 é baixa. Portanto, tal como mostrado por F2 da figura 34, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB se tornam menores. Entretanto, neste caso igualmente, a mesma quantidade de NOx tal qual no período de operação estável mostrado em F1 é esgotada do motor, e assim, mesmo no caso mostrado por F2, a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual nos períodos de operações estáveis mostrado por F1 tem que ser produzida. Portanto, no caso mostrado por F2, a pressão de injeção é tornada menor e o tempo de injeção é tornado um pouco maior, de maneira que a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operações estáveis mostrado por F1 pode ser produzida.

[00141] Por outro lado, quando o estado de operação de motor, por exemplo, é mudado do ponto H2 para o ponto H1 da figura 21, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 é alta. Portanto, tal como mostrado por F3 da figura 34, o limite de oxidação completa XA e o limite para passagem direta XB se tornam maiores. Entretanto, neste caso igualmente, a mesma quantidade de NOx tal qual no período de operação estável mostrado em F1 é esgotada do motor, e assim, mesmo no caso mostrado por F3, a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operações estáveis mostrado por F1 tem que ser produzida. Portanto, no caso mostrado por F3, a pressão de injeção é tornada maior e o tempo de injeção é tornado um pouco menor, de maneira que a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual nos períodos de operações estáveis mostrado por F1 pode ser produzida.

[00142] Nesta segunda modalidade, a pressão de injeção no perío-

do de operação estável, isto é, a pressão de injeção de referência WP , é multiplicada por um valor de correção KP e o tempo de injeção no período de operação estável, isto é, o tempo de injeção de referência WT , é multiplicado por um valor de correção KT , para corrigir a pressão de injeção e o tempo de injeção a fim de produzir a mesma quantidade RB de hidrocarbonetos parcialmente oxidados tal qual no período de operação estável.

[00143] Neste caso, o valor de correção KP , tal como mostrado na figura 35A, também é armazenado antecipadamente como uma função da diferença $(TC-TC_i)$ entre a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 e a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 no estado de operação estável, isto é, a temperatura de referência TC_i , enquanto que o valor de correção KT , tal como mostrado na figura 35B, também é armazenado antecipadamente como uma função da diferença $(TC-TC_i)$ entre a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 e a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 no estado de operação estável, isto é, a temperatura de referência TC_i .

[00144] Tal como será entendido a partir da figura 35A, se a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 for maior que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção KP se torna maior que 1, e assim a pressão de injeção é tornada maior, enquanto que se a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 for menor que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção KP se torna menor que 1, e assim a pressão de injeção é tornada menor. Adicionalmente, tal como será entendido a partir da figura 35B, se a temperatura real TC do catalisador de purificação de exaustão 13 for maior que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção KT se torna menor que 1, e assim o tempo de injeção é tornado menor, enquanto que se a temperatura real TC do catalisador de puri-

ficação de exaustão 13 for menor que a temperatura de referência TC_i , o valor de correção KT se torna maior que 1, e assim o tempo de injeção é tornado maior. As relações mostradas na figura 35A e na figura 35B são armazenadas antecipadamente na ROM 32.

[00145] A figura 36 mostra uma rotina de controle de purificação de NO_x para execução da segunda modalidade. Esta rotina é executada por meio de interrupção de cada tempo predeterminado.

[00146] Referindo-se à figura 36, primeiro, na etapa 80, é avaliado a partir do sinal de saída do sensor de temperatura 23 se a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13 excede a temperatura de ativação TC_0 . Quando $TC \geq TC_0$, isto é, quando o catalisador de purificação de exaustão 13 está ativado, a rotina prossegue para a etapa 81 onde é executada a ação de purificação de NO_x por meio do primeiro método de purificação de NO_x .

[00147] Isto é, primeiro, na etapa 81, a pressão de injeção de referência WP_{ij} é calculada a partir do mapa mostrado na figura 32B. A seguir, na etapa 82, o valor de correção KP é calculado a partir da relação mostrada na figura 35A. A seguir, na etapa 83, a pressão de injeção alvo final $WP (= KP \cdot WP_{ij})$ é calculada e a pressão de combustível dentro da câmara de combustível de alta pressão 16, isto é, a pressão de injeção, é feita para se tornar esta pressão de injeção alvo WP por meio de controle da bomba de pressurização 17.

[00148] A seguir, na etapa 84, o tempo de injeção de referência WT_{ij} é calculado a partir do mapa mostrado na figura 33B. A seguir, na etapa 85, o valor de correção KT é calculado a partir da relação mostrada na figura 35B. A seguir, na etapa 86, o tempo de injeção final $WT (= KT \cdot WT_{ij})$ é calculado. A seguir, na etapa 87, este tempo de injeção final WT é usado como a base para controle de fornecimento de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15.

[00149] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 80 que

$TC < TC_0$, é considerado que o segundo método de purificação de NO_x deve ser usado, e então a rotina prossegue para a etapa 88. Na etapa 88, a quantidade de NO_x NO_xA esgotado por unidade de tempo é calculada a partir do mapa mostrado na figura 17. A seguir, na etapa 89, ΣNO_x é aumentado pela quantidade de NO_x esgotado NO_xA para calcular a quantidade de NO_x armazenado ΣNO_x . A seguir, na etapa 90, é avaliado se a quantidade de NO_x armazenado ΣNO_x excede o valor admissível $MÁX$. Quando $\Sigma NO_x > MÁX$, a rotina prossegue para a etapa 91 onde a quantidade de combustível adicional WR é calculada a partir do mapa mostrado na figura 19 e a ação de injeção de combustível adicional é executada. A seguir, na etapa 92, ΣNO_x é zerado.

[00150] Tal como será entendido a partir da explicação dada até aqui, de acordo com a presente invenção, no período de operação de motor, pelo menos um de o tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 é controlado de maneira que a amplitude da mudança da concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna dentro da faixa predeterminada de amplitude, o período de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos 15 é controlado de maneira que a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 oscila dentro da faixa predeterminada de período, quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos é controlado, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado maior quanto maior a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13 e, quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada, a pressão de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornada maior quanto mais alta a temperatura TC do catalisador de purificação de exaustão 13.

[00151] Deve-se notar que, nesta modalidade de acordo com a presente invenção, quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado menor quanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13.

[00152] Adicionalmente, explicando a presente invenção com um pouco mais de detalhes, pelo menos um de o tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos capaz de dar uma amplitude de mudança da concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão 13 no período de operação estável do motor dentro da faixa predeterminada de amplitude é armazenado antecipadamente como o tempo de injeção de referência WT_{ij} ou pressão de injeção de referência WP_{ij} para cada estado de operação do motor. A temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 no estado de operação estável do motor é armazenada antecipadamente como a temperatura de referência TC_i para cada estado de operação do motor. Se somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos for controlado no período de operação de motor, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna maior que a temperatura de referência TC_i de acordo com o estado de operação de motor, o tempo de injeção de hidrocarbonetos é tornado maior que o tempo de injeção de referência WT_{ij} de acordo com o estado de operação de motor. Se a pressão de injeção de hidrocarbonetos for controlada no período de operação de motor, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna maior que a temperatura de referência TC_i de acordo com o estado de operação de motor, a pressão de injeção de hidrocarbonetos é tornada maior que a pressão de injeção de referência WP_{ij} de acordo com o estado de operação de motor.

[00153] Deve-se notar que, neste exemplo, no caso onde a pressão

de injeção de hidrocarbonetos é controlada, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão 13 se torna maior que a temperatura de referência TCi de acordo com o estado de operação de motor, o tempo de injeção de hidrocarbonetos é tornado menor que o tempo de injeção de referência WTi de acordo com o estado de operação de motor.

[00154] Deve-se notar que, quando somente o sincronismo de injeção de hidrocarbonetos é controlado no período de operação de motor, tal como mostrado na figura 25A, o sincronismo de injeção dos hidrocarbonetos no período de operação de motor de carga alta é tornado menor que no período de operação de motor de carga baixa. Tal como o oposto a isto, quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada no período de operação de motor, tal como mostrado na figura 32A, a pressão de injeção de hidrocarbonetos no período de operação de motor de carga alta é tornada maior que no período de operação de motor de carga baixa.

[00155] Deve-se notar que, como uma outra modalidade, na passagem de exaustão de motor a montante do catalisador de purificação de exaustão 13, um catalisador de oxidação para reformar os hidrocarbonetos pode ser arranjado.

Listagem de Referência

- 4... coletor de admissão
- 5... coletor de exaustão
- 7... turbocompressor de exaustão
- 12... cano de descarga
- 13... catalisador de purificação de exaustão
- 14... filtro de partículas
- 15... válvula de fornecimento de hidrocarbonetos

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna (1) no qual uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15) para fornecer hidrocarbonetos é arranjada em uma passagem de exaustão de motor, um catalisador de purificação de exaustão (13) para reagir NO_x contido em gás de exaustão e hidrocarbonetos reformados é arranjado na passagem de exaustão de motor a jusante da válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15), um catalisador de metal precioso (51, 52) é transportado sobre uma superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão (13) e uma parte de superfície de fluxo de gás de exaustão (54) básica é formada em volta do catalisador de metal precioso (51, 52), o catalisador de purificação de exaustão (13) tem uma propriedade de reduzir o NO_x que é contido em gás de exaustão se uma concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) for estabelecida para oscilar dentro de uma faixa determinada de amplitude e dentro de uma faixa determinada de período e tem uma propriedade de ter aumentada a quantidade de armazenamento de NO_x que é contido em gás de exaustão se o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos for tornado maior que a faixa determinada e, no período de operação de motor, pelo menos um de um tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15) é controlado de maneira que a amplitude da mudança de concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) se torna dentro da dita faixa determinada de amplitude, um período de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15) é controlado de maneira que a concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) oscila dentro da dita faixa determinada de período,

caracterizado pelo fato de que o catalisador de purificação de exaustão (13) reage NO_x contido no gás de exaustão e os hidrocarbonetos reformados, em que, se a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) se torna uma alta temperatura de 400 °C ou maior, quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos é controlado, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado maior quanto mais alta uma temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) e, quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada, a pressão de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornada maior quanto mais alta a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13), em que no catalisador de purificação de exaustão (13), NO_x contido em gás de exaustão e hidrocarbonetos reformados reagem pelo que um intermediário de redução contendo nitrogênio e hidrocarbonetos é produzido e em que um período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos é um período de oscilação necessário para produção continuada do intermediário de redução.

2. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que quando a pressão de injeção dos ditos hidrocarbonetos é controlada, o tempo de injeção dos ditos hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado menor quanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13).

3. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que pelo menos um de o tempo de injeção e pressão de injeção dos ditos hidrocarbonetos capaz de dar uma amplitude de mudança da concentração de hidrocarbonetos fluindo para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) no período de operação es-

tável de um motor (1) dentro da dita faixa predeterminada de amplitude é armazenado antecipadamente como um tempo de injeção de referência ou pressão de injeção de referência para cada estado de operação do motor, a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) no estado de operação estável do motor é armazenada antecipadamente como uma temperatura de referência para cada estado de operação do motor, se somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos for controlado no período de operação de motor, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) se torna maior que a temperatura de referência de acordo com o estado de operação de motor, o tempo de injeção de hidrocarbonetos é tornado maior que o tempo de injeção de referência de acordo com o estado de operação de motor e, se a pressão de injeção de hidrocarbonetos for controlada no período de operação de motor, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) se torna maior que a temperatura de referência de acordo com o estado de operação de motor, a pressão de injeção de hidrocarbonetos é tornada maior que a pressão de injeção de referência de acordo com o estado de operação de motor.

4. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de** que se a pressão de injeção dos ditos hidrocarbonetos for controlada, quando a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13) se torna maior que a temperatura de referência de acordo com o estado de operação de motor, o tempo de injeção dos ditos hidrocarbonetos é tornado menor que a temperatura de referência de acordo com o estado de operação de motor.

5. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos é controlado no período de operação de motor, o tempo de inje-

ção dos hidrocarbonetos no período de operação de motor de carga alta é tornado maior que no período de operação de motor de carga baixa, enquanto que quando a pressão de injeção de hidrocarbonetos é controlada no período de operação de motor, a pressão de injeção de hidrocarbonetos no período de operação de motor de carga alta é tornada maior que no período de operação de motor de carga baixa.

6. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o período de oscilação da concentração de hidrocarbonetos é de 0,3 segundo a 5 segundos.

7. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito catalisador de metal precioso (51, 52) é compreendido de platina Pt e pelo menos um de ródio Rh e paládio Pd.

8. Sistema de purificação de exaustão de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que uma camada básica contendo um metal alcalino, um metal de alcalinoterroso, uma terra rara, ou um metal que pode doar elétrons para NO_x é formada sobre a superfície de fluxo de gás de exaustão do catalisador de purificação de exaustão e em que uma superfície da dita camada básica (53) forma a dita parte de superfície de fluxo de gás de exaustão básica (54).

Fig.1

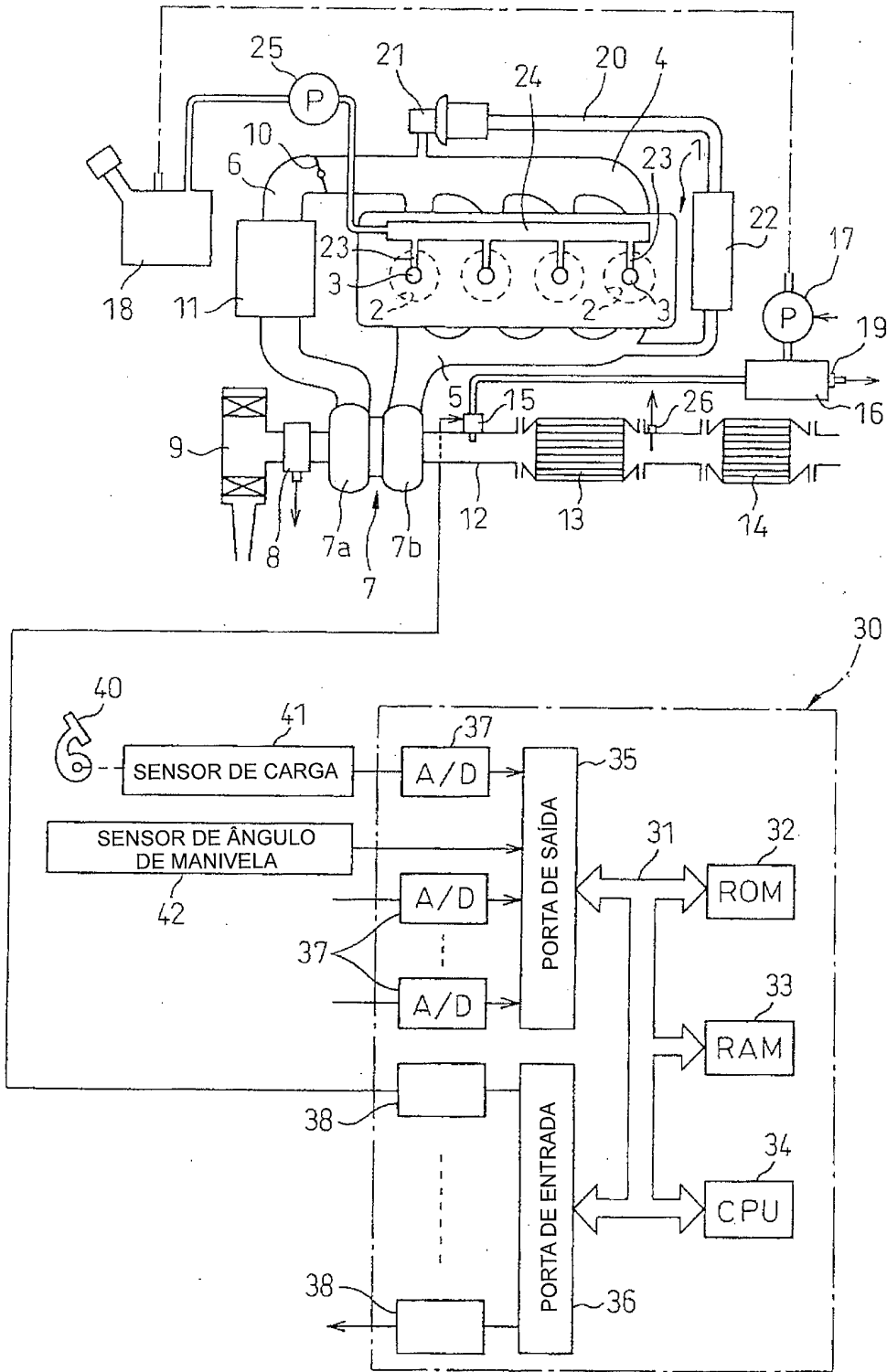


Fig.2

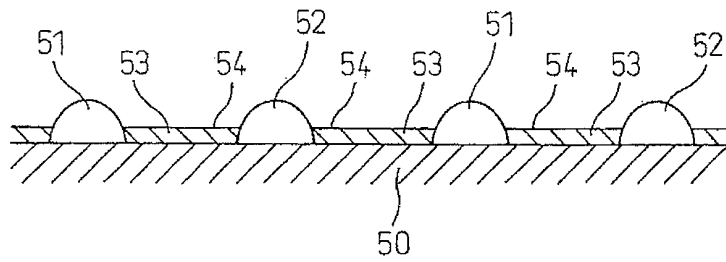


Fig.3

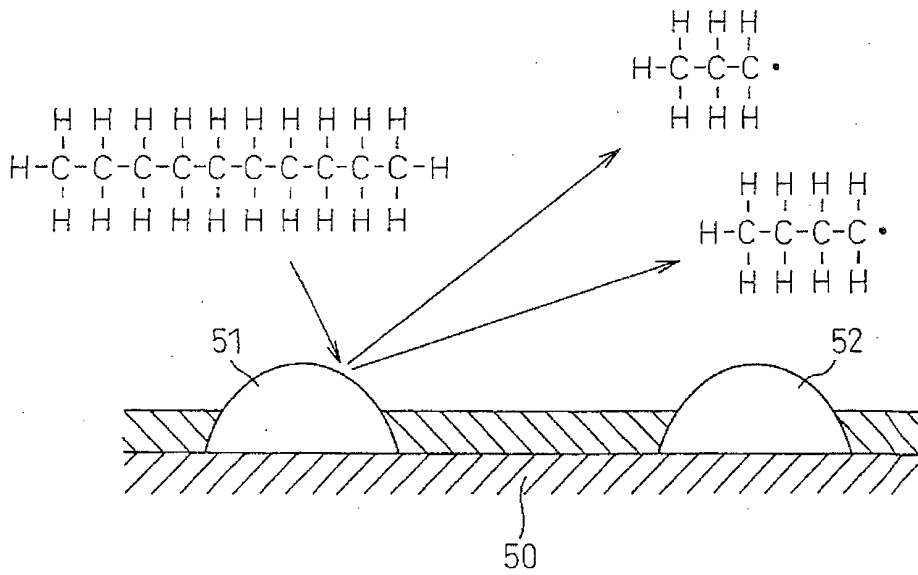


Fig.4

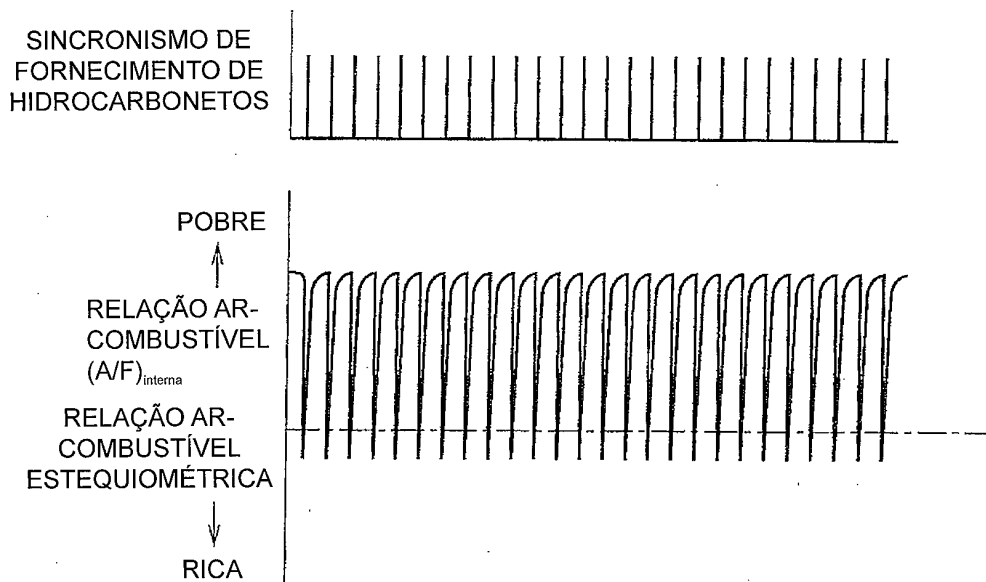


Fig.5

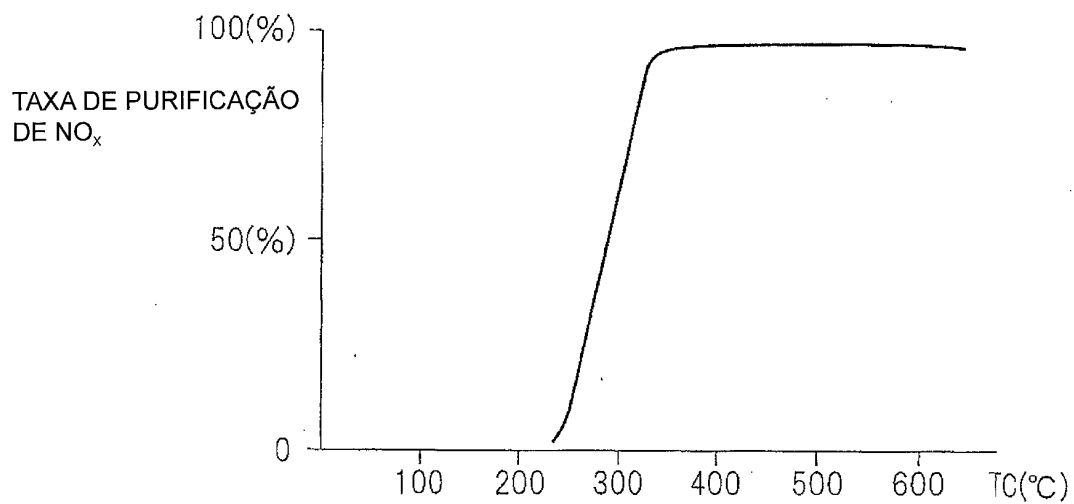


Fig.6A

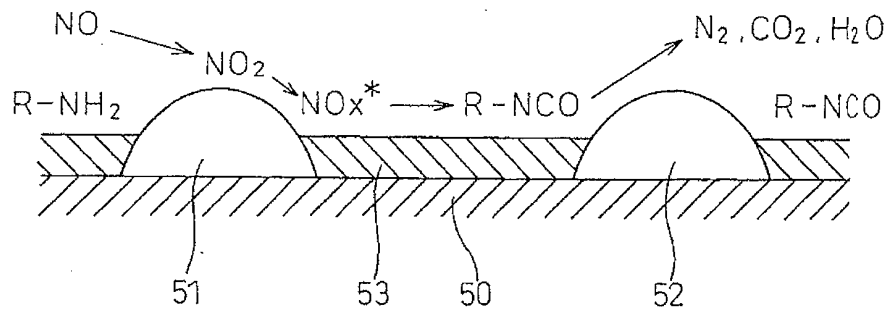


Fig.6B

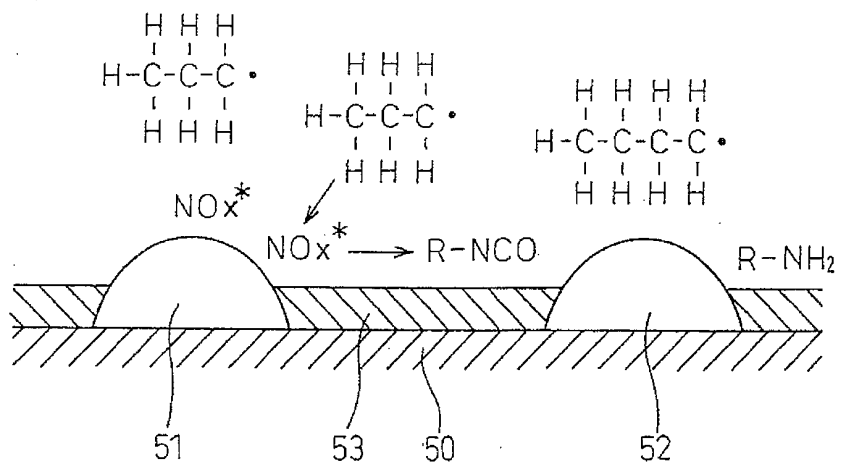


Fig.7A

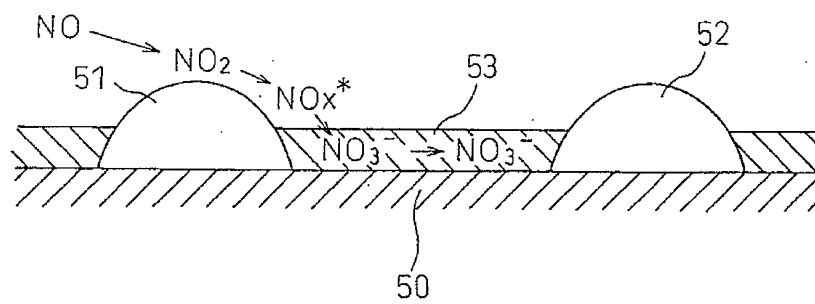


Fig.7B

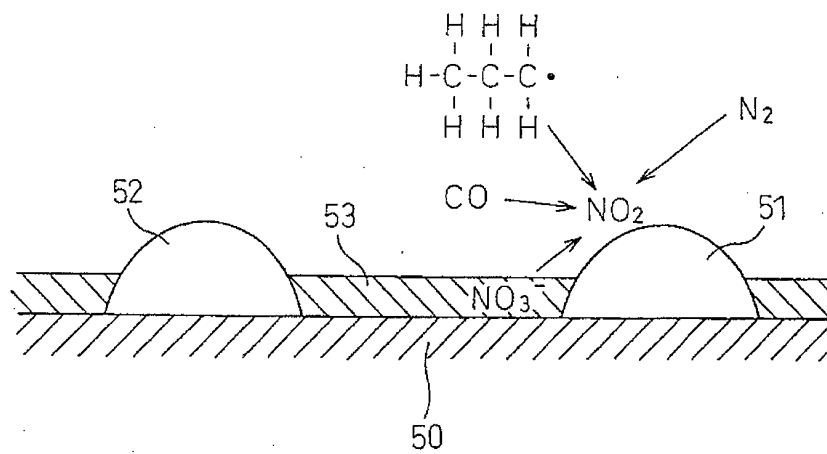


Fig.8

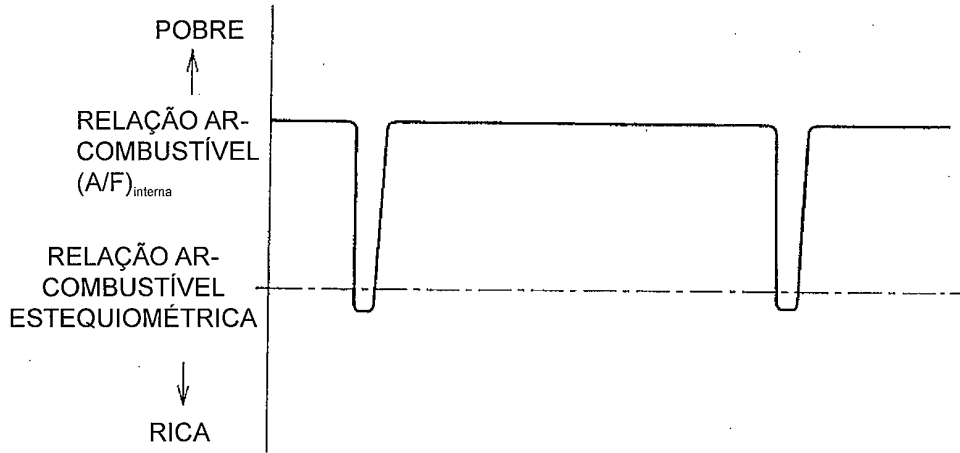


Fig.9

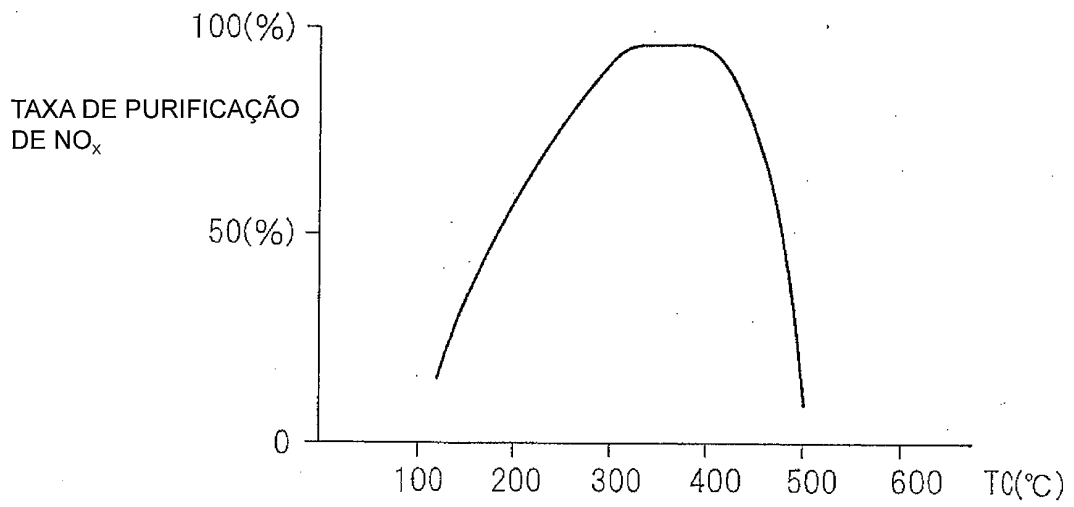


Fig. 10

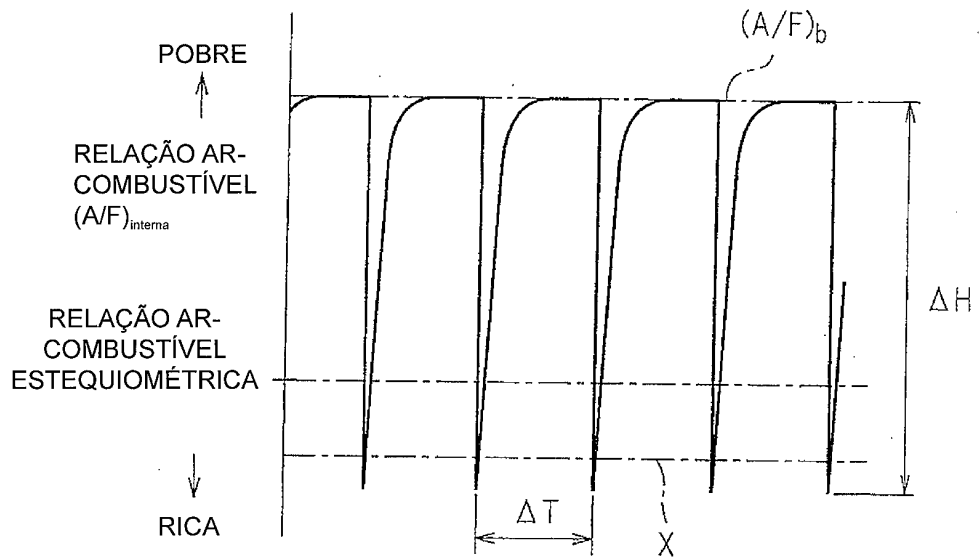


Fig. 11

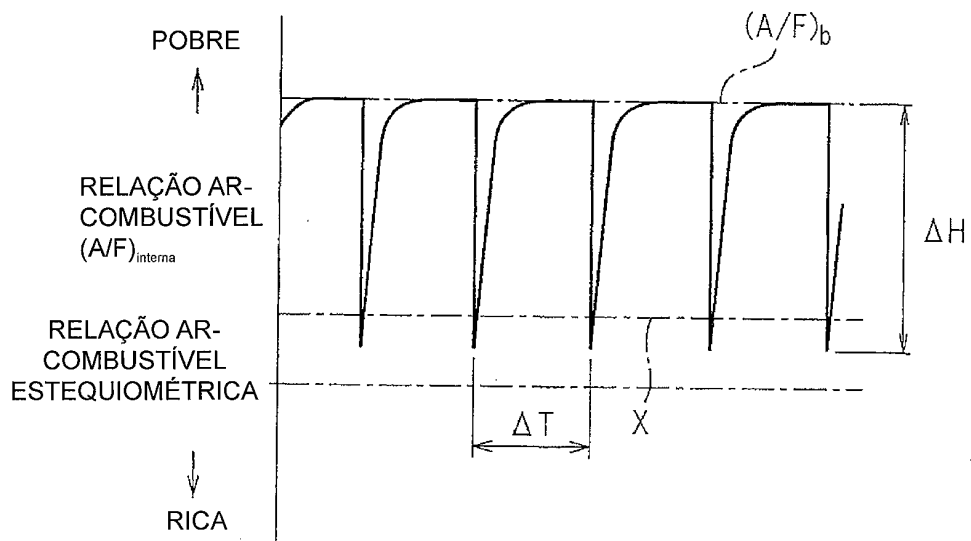


Fig.12

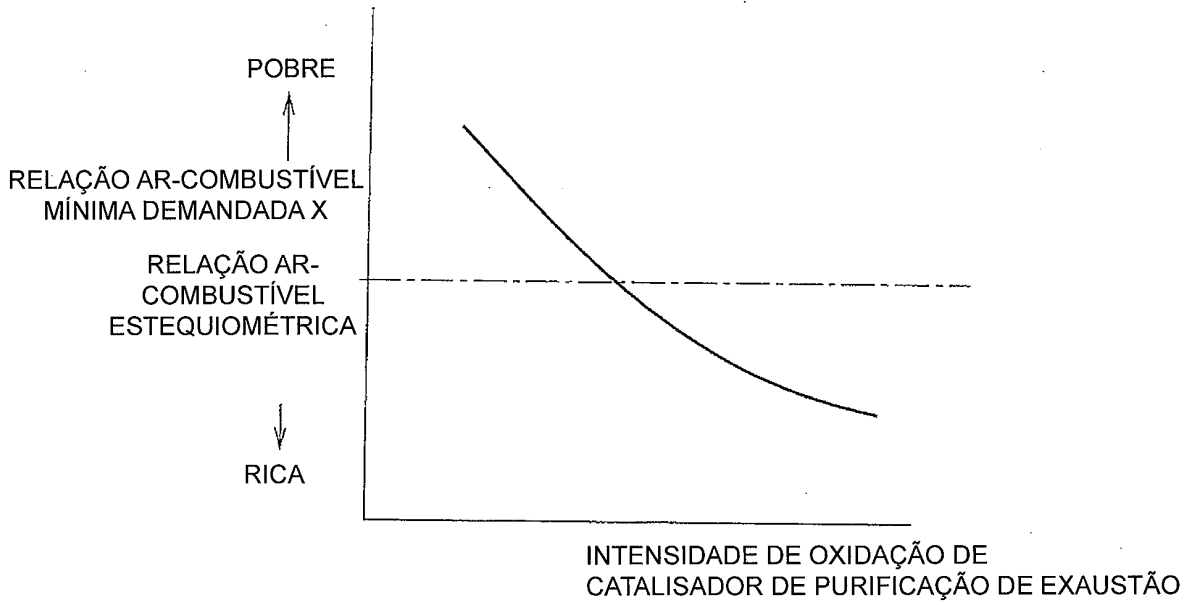
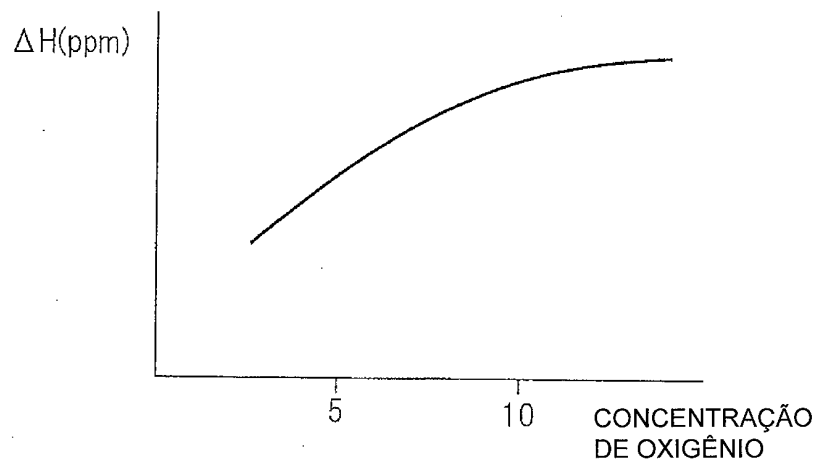


Fig.13



9/26

Fig.14

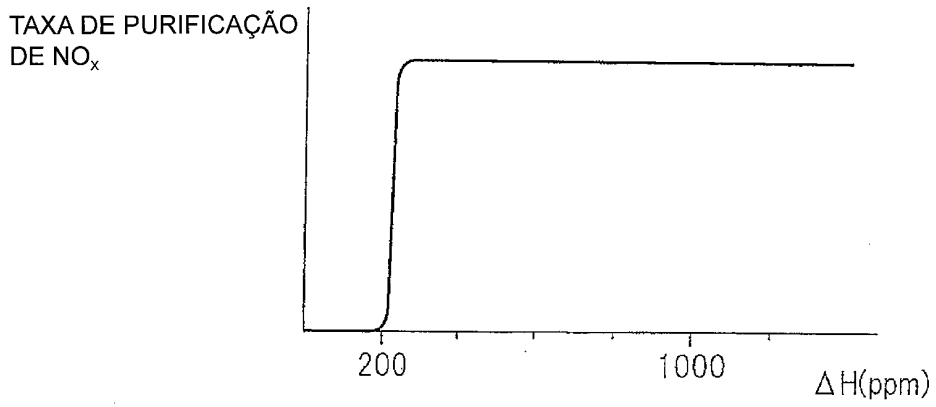


Fig.15

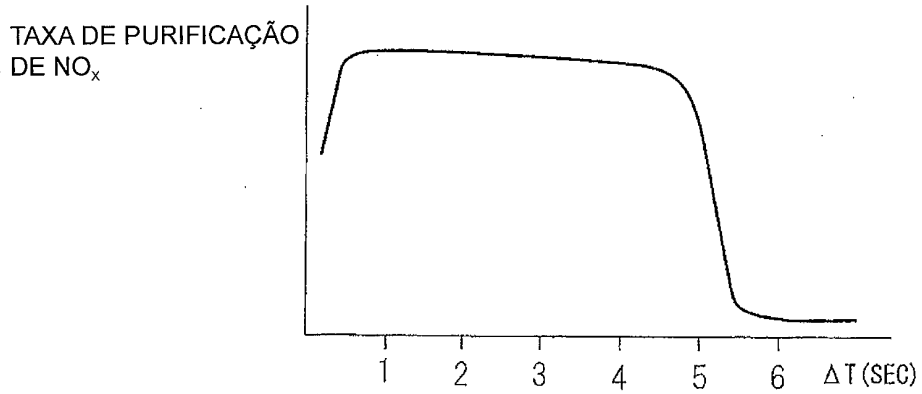


Fig.16

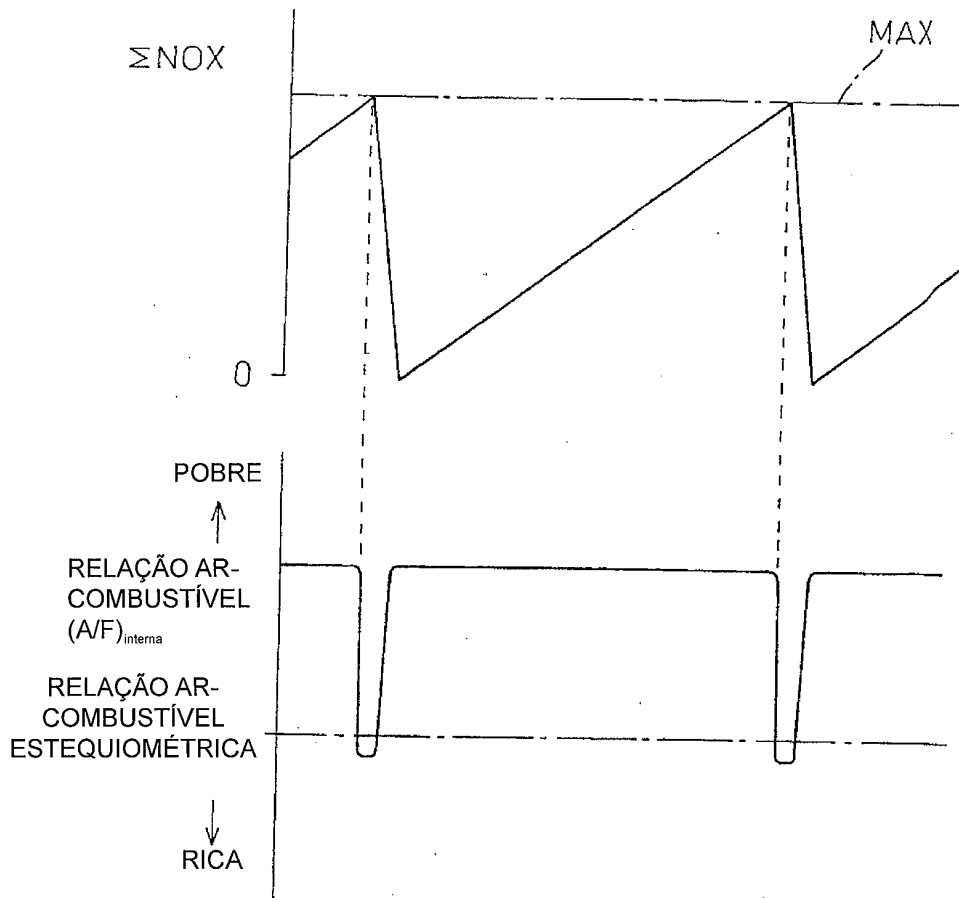


Fig.17

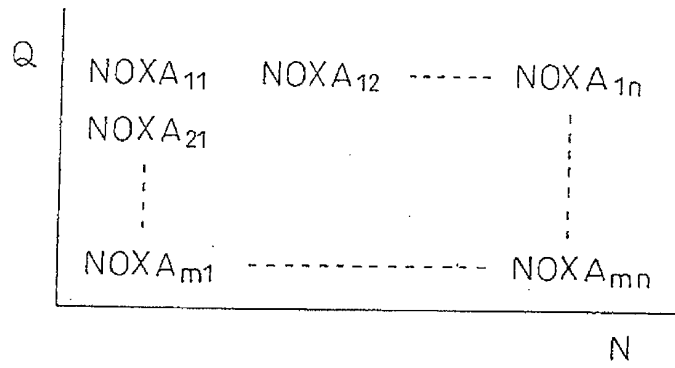


Fig.18

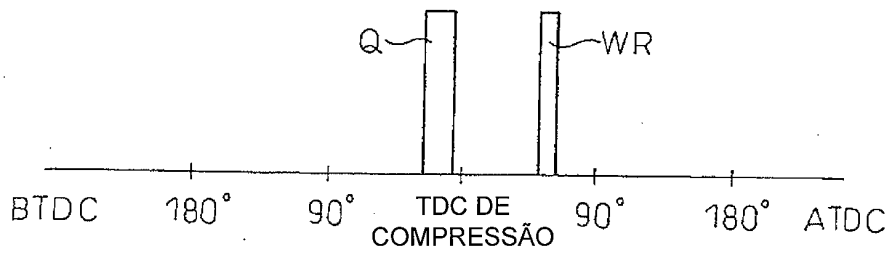


Fig.19

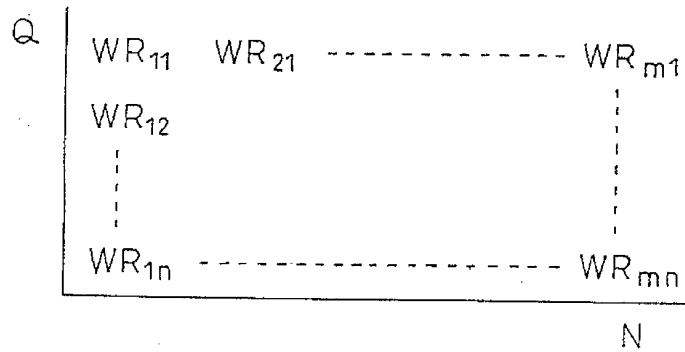
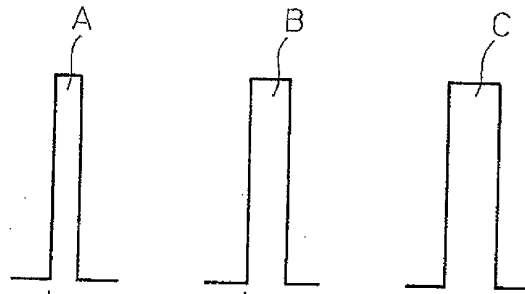
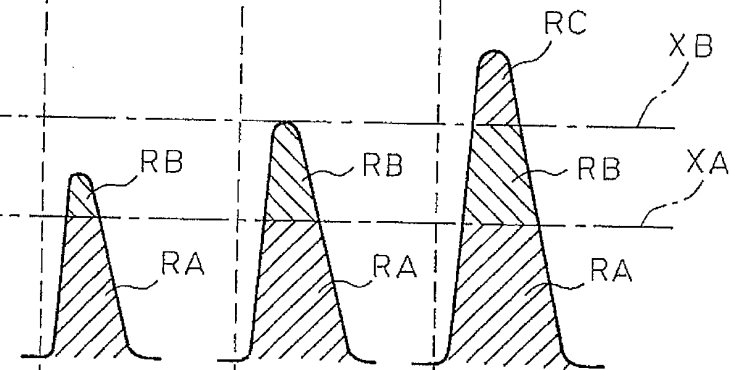


Fig.20

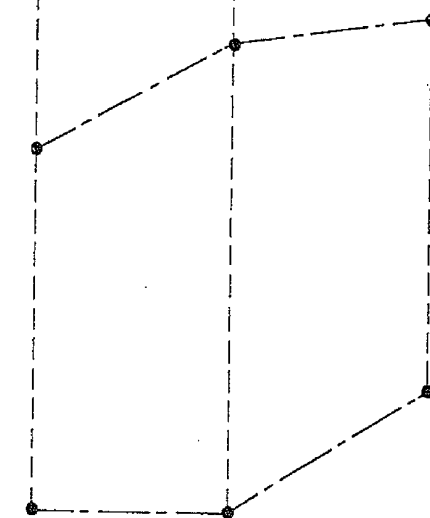
PADRÃO DE INJEÇÃO DE HIDROCARBONETOS



CONCENTRAÇÃO DE HIDROCARBONETOS



TAXA DE PURIFICAÇÃO DE NO_x



QUANTIDADE DE HIDROCARBONETOS COM PASSAGEM DIRETA

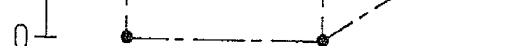


Fig.21

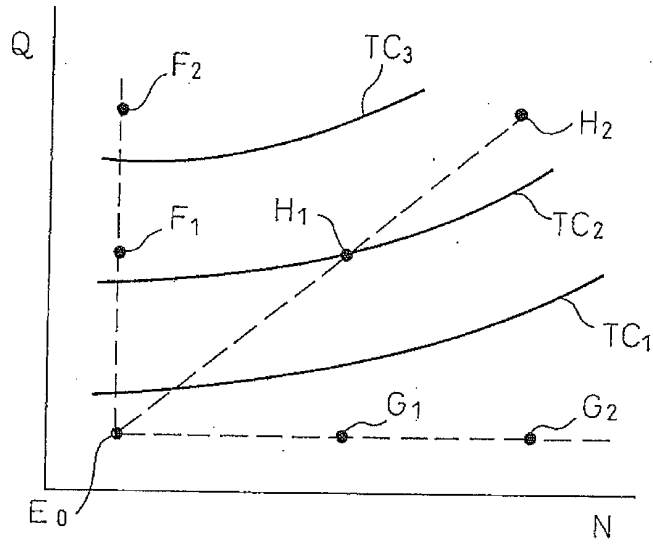


Fig.22

PADRÃO DE INJEÇÃO DE HIDROCARBONETOS

CONCENTRAÇÃO DE HIDROCARBONETOS

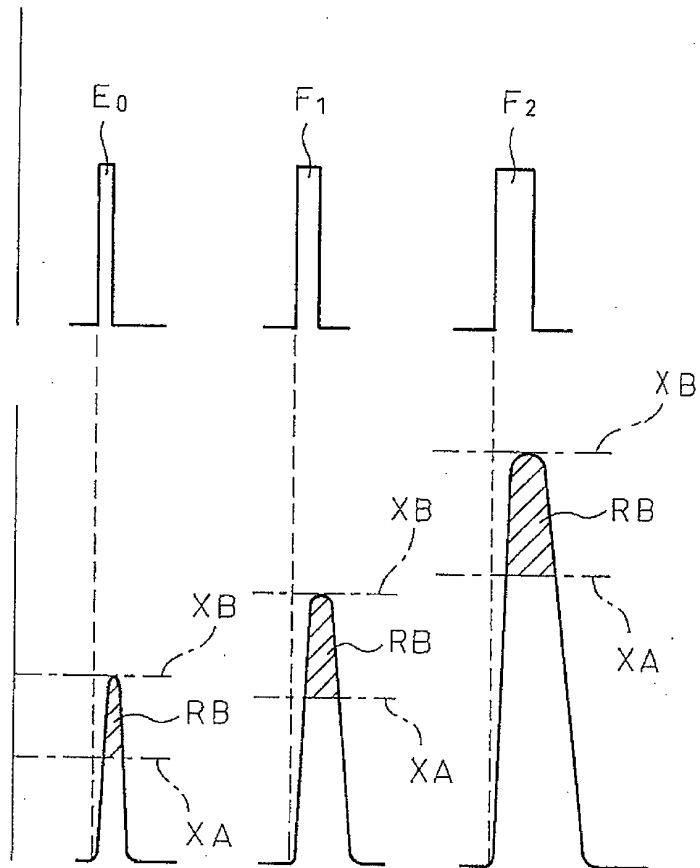
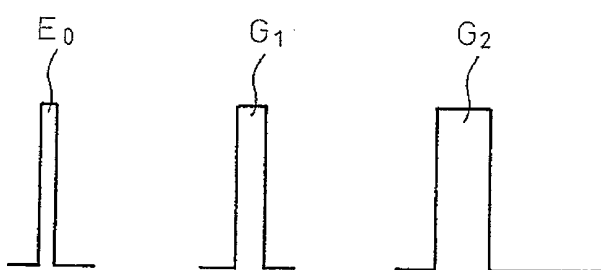


Fig.23

PADRÃO DE INJEÇÃO
DE HIDROCARBONETOS



CONCENTRAÇÃO DE
HIDROCARBONETOS

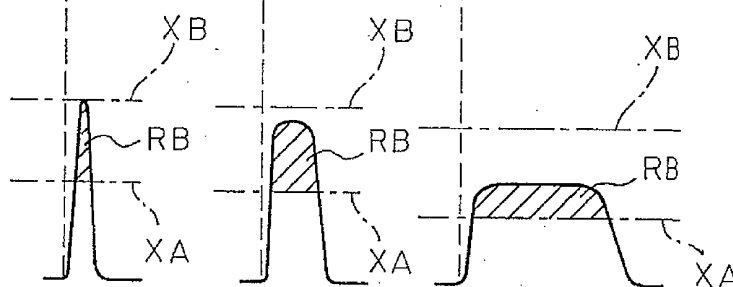


Fig.24

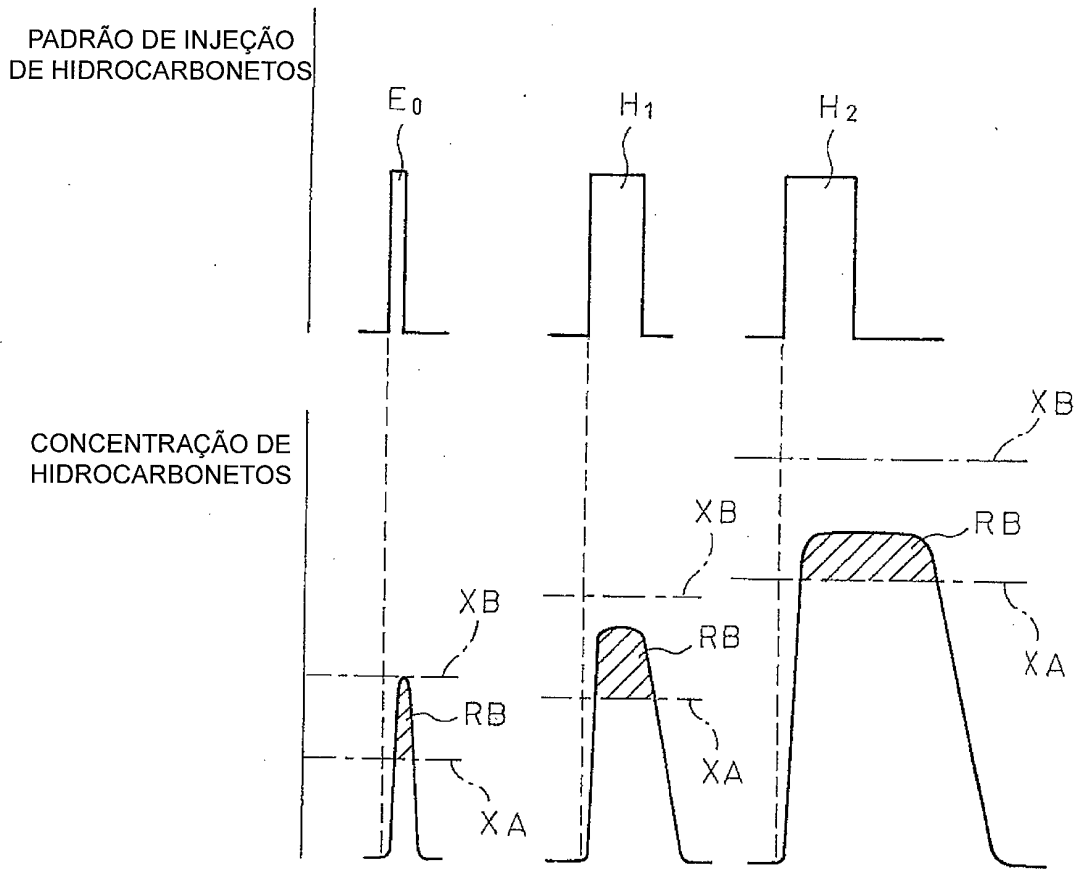


Fig.25A

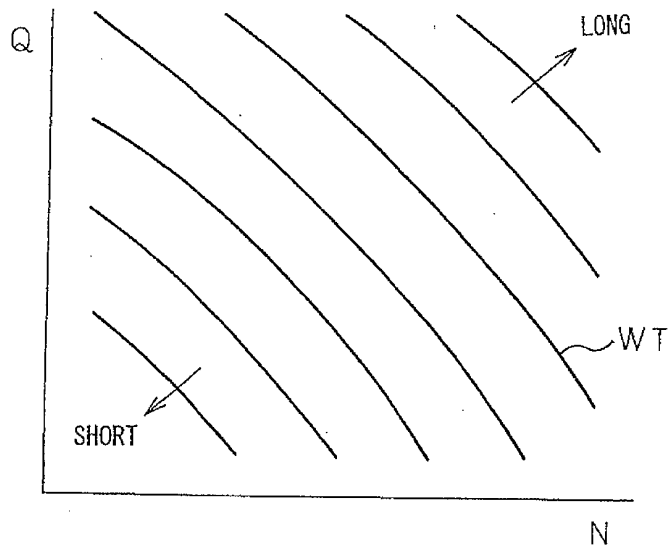


Fig.25B

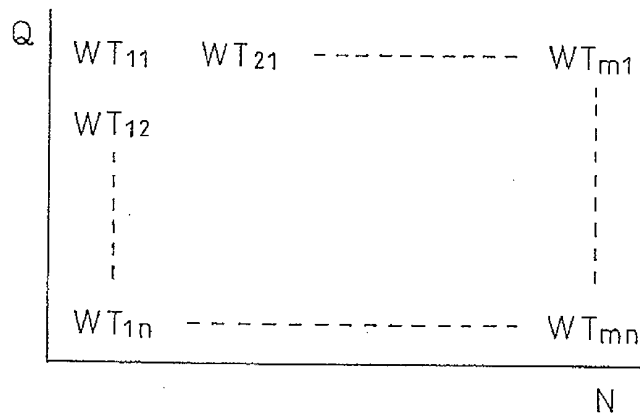


Fig.26

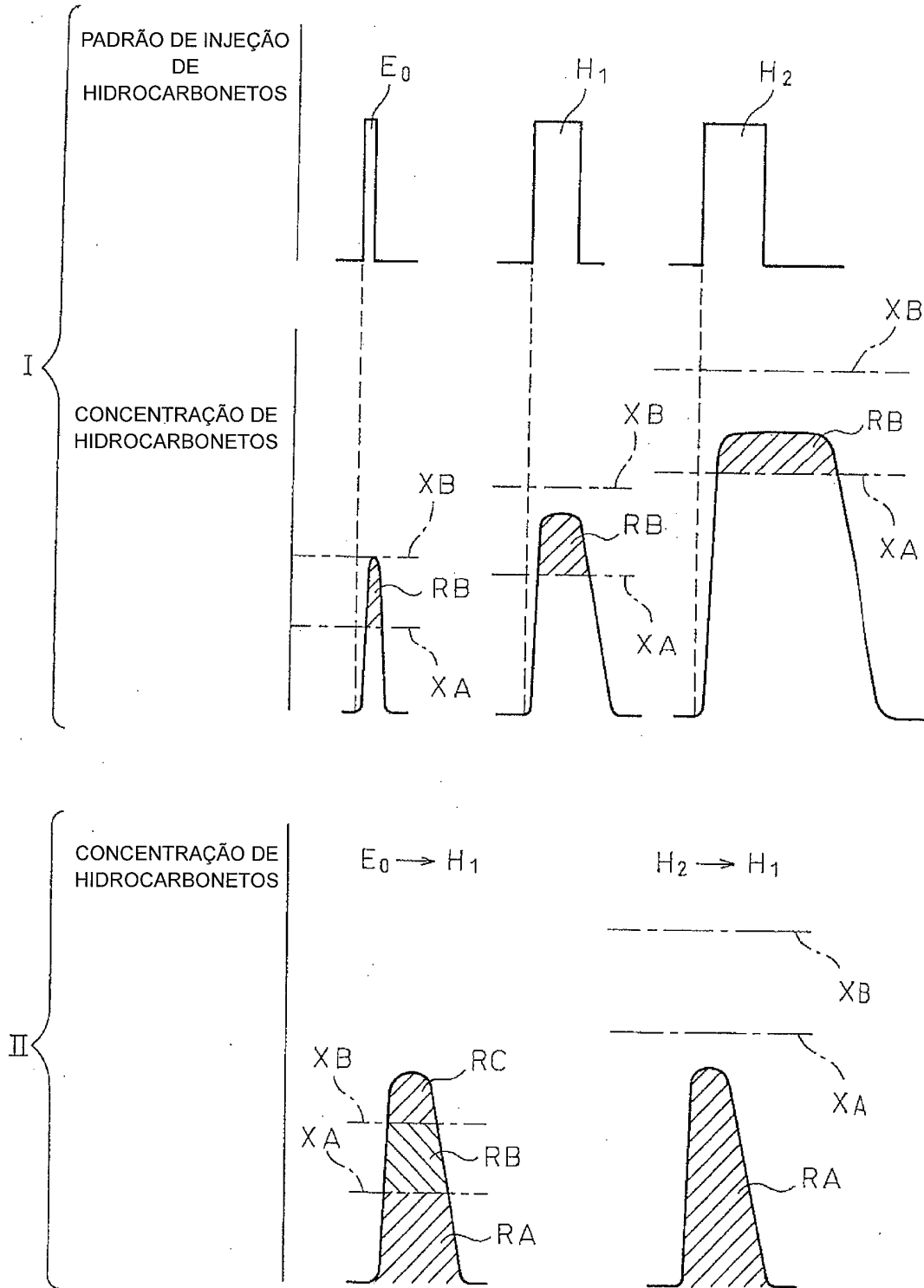


Fig.27

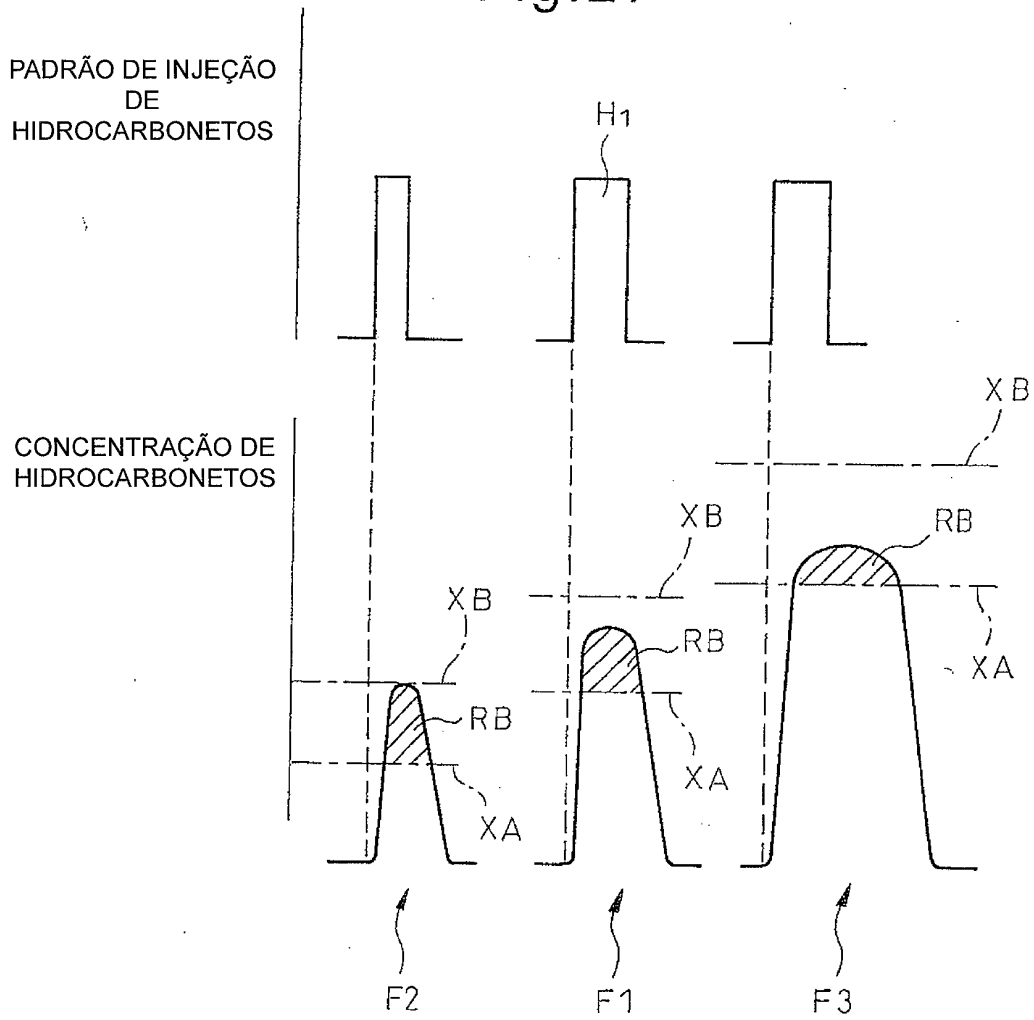


Fig.28

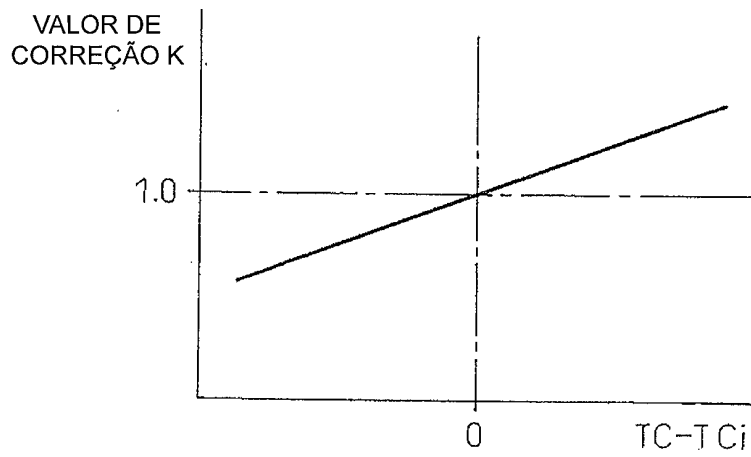


Fig.29

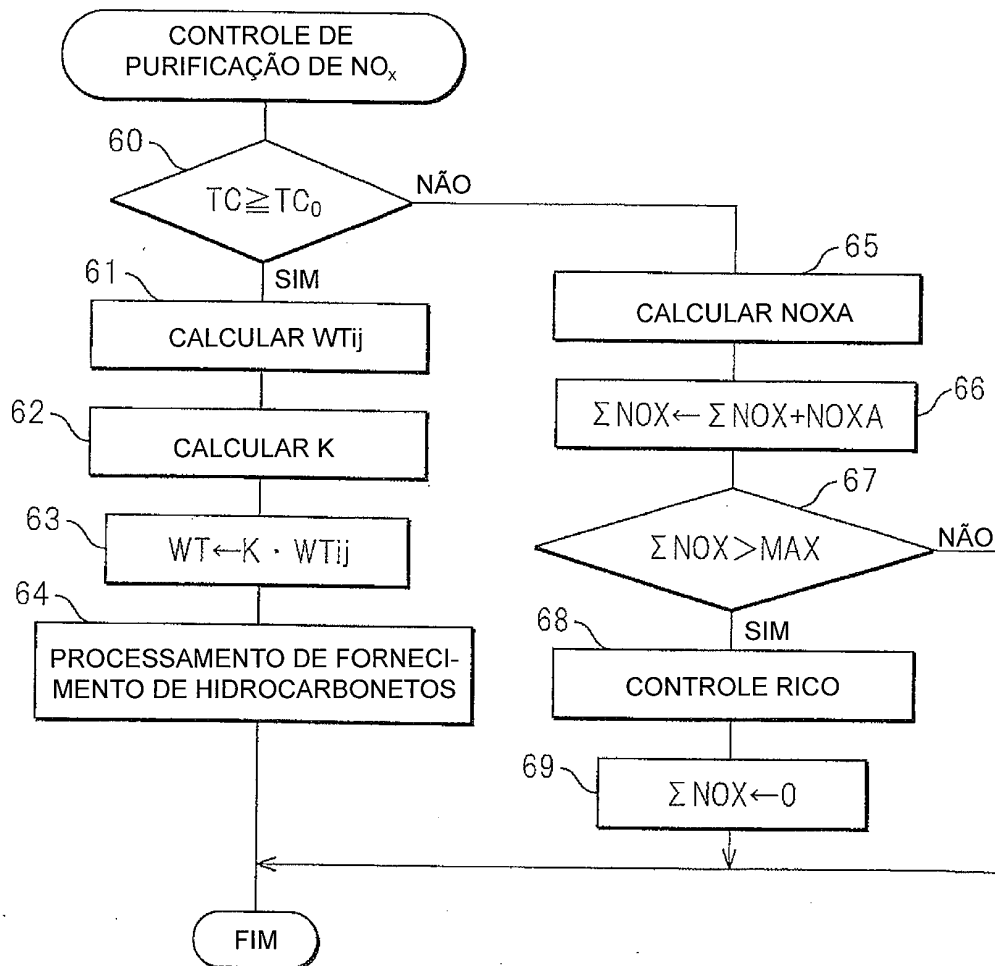


Fig.30

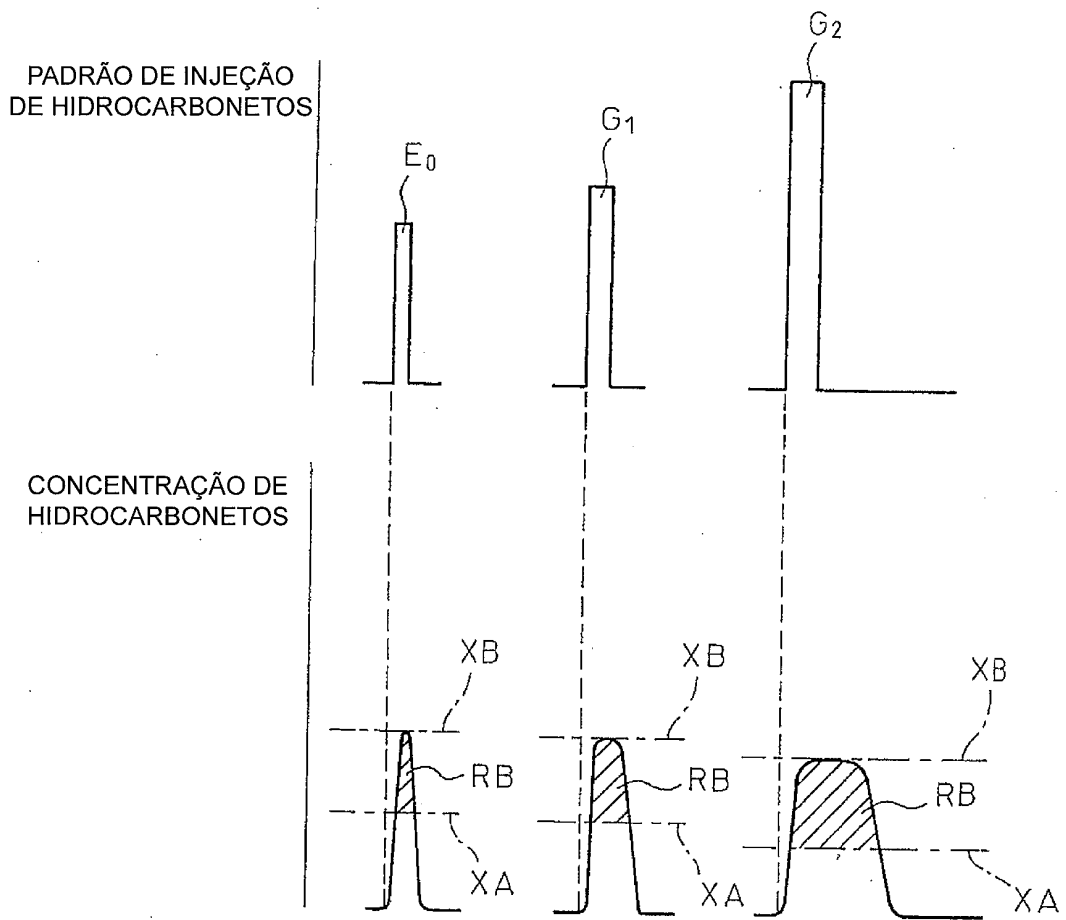


Fig.31

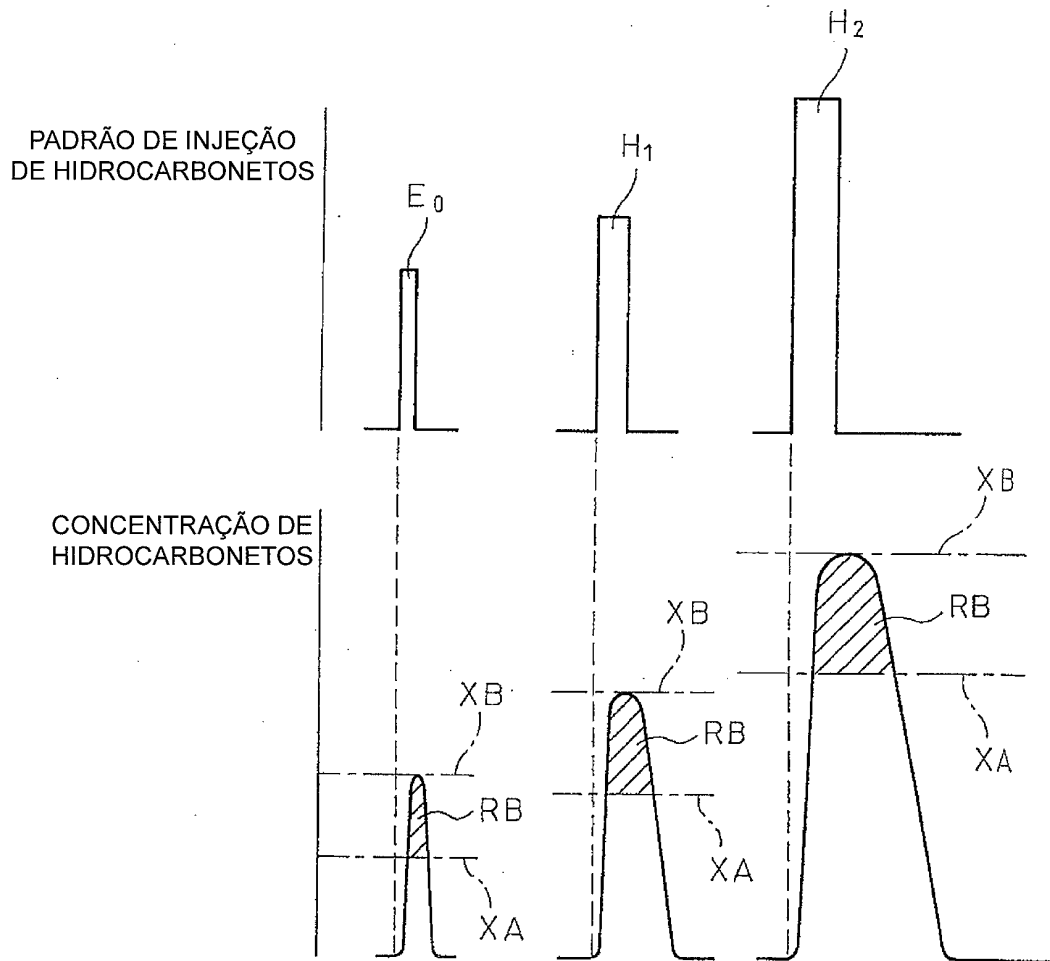


Fig.32A

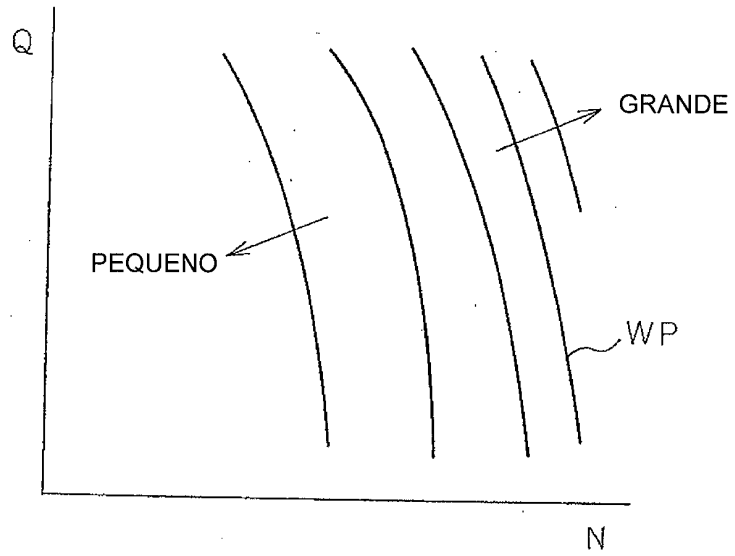


Fig.32B

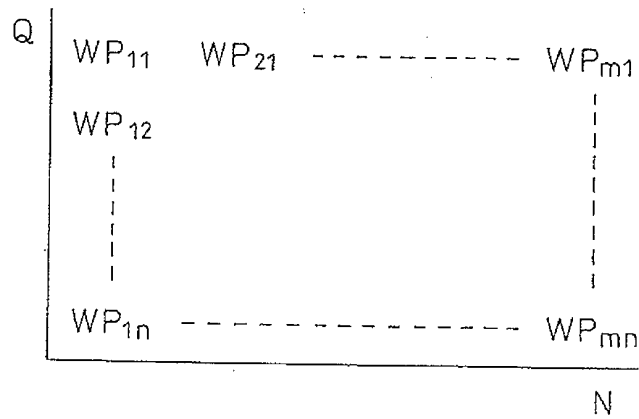


Fig.33A

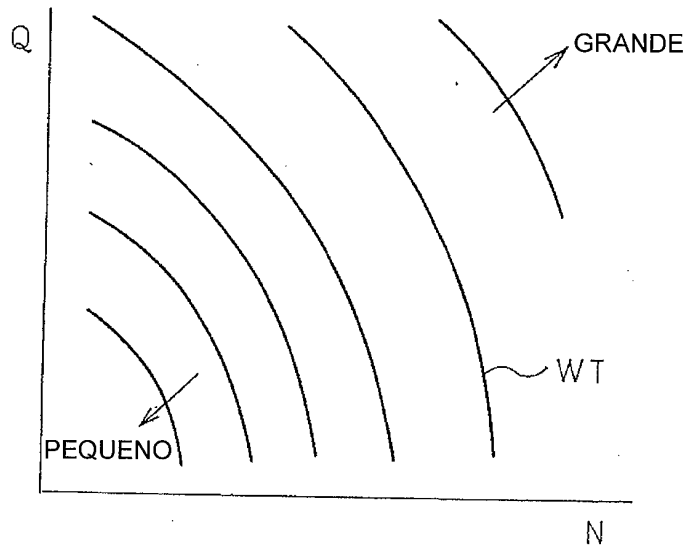


Fig.33B

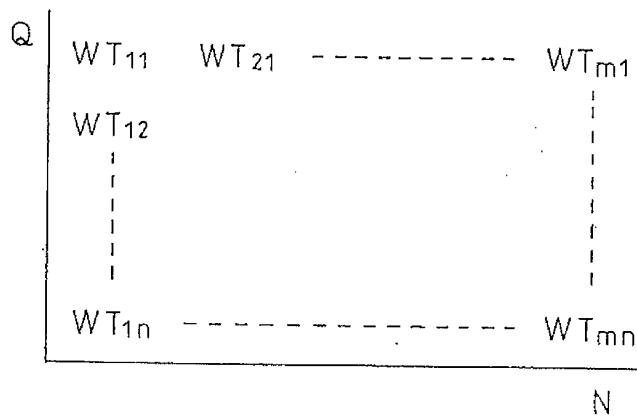


Fig.34

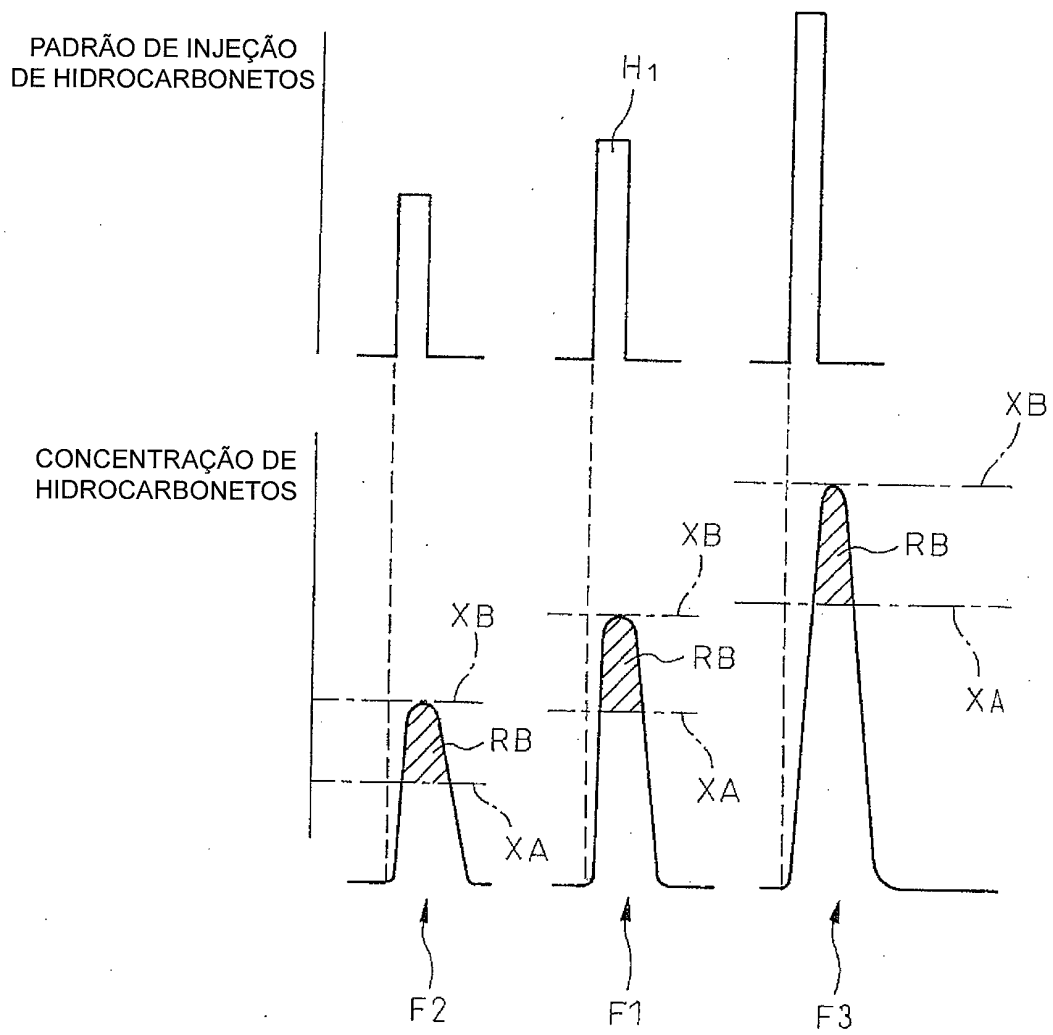


Fig.35A

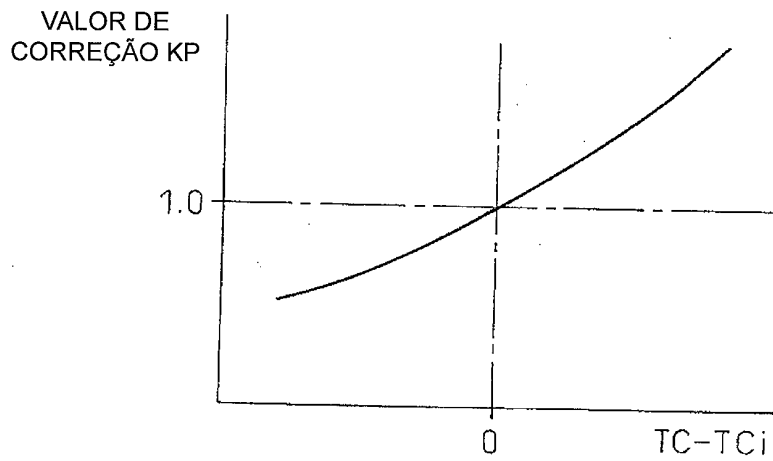


Fig.35B

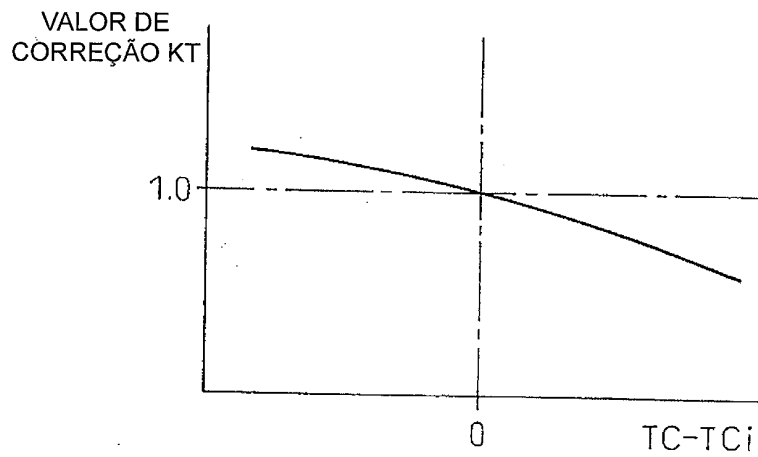
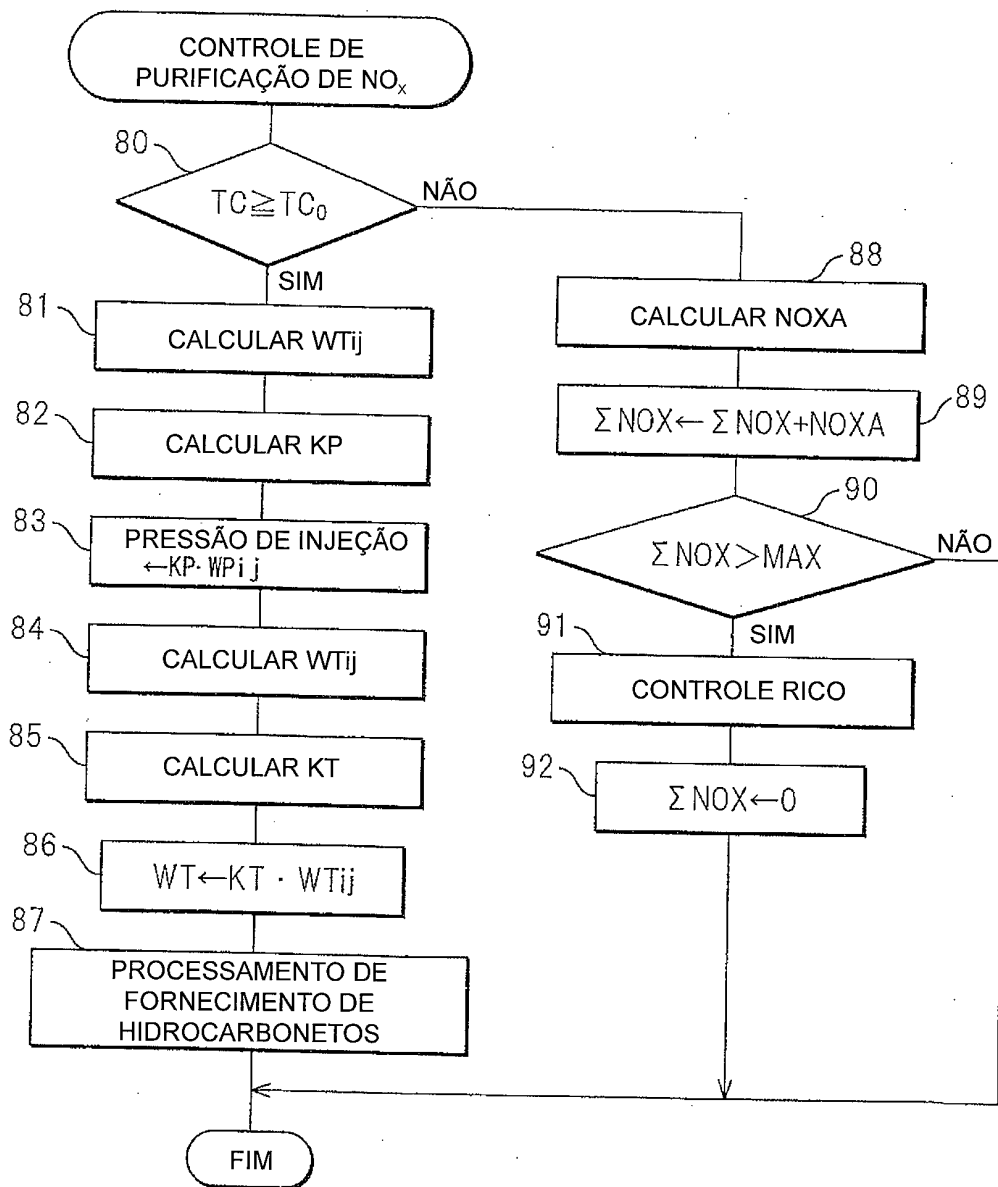


Fig.36



RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DE EXAUSTÃO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**".

A presente invenção refere-se a um motor de combustão interna, em uma passagem de exaustão de motor, uma válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15) e um catalisador de purificação de exaustão (13) que são arranjados. No período de operação de motor, a amplitude de mudança da concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação de exaustão (13) é estabelecida para ficar dentro de uma faixa predeterminada de amplitude por meio de controle de pelo menos um do tempo de injeção e pressão de injeção de hidrocarbonetos pela válvula de fornecimento de hidrocarbonetos (15). Neste caso, quando somente o tempo de injeção de hidrocarbonetos é controlado, o tempo de injeção de hidrocarbonetos durante o mesmo estado de operação de motor é tornado maior quanto maior a temperatura do catalisador de purificação de exaustão (13).