



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

(11) PI 1006136-3 B1



(22) Data do Depósito: 25/10/2010

(45) Data de Concessão: 29/12/2020

(54) Título: SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F02D 19/06.

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

(72) Inventor(es): YUSUKE NAKAYAMA; TORU KIDOKORO; HIROSHI SAWADA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010068862 de 25/10/2010

(87) Publicação PCT: WO 2012/056508 de 03/05/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/07/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. Em um sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um primeiro combustível, que tem uma propriedade de inibir a adsorção de componentes de gás de exaustão por um catalisador de purificação de gás de exaustão, e o segundo combustível, que tem uma propriedade de não inibir a adsorção dos componentes de gás de exaustão pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, são capazes de ser seletivamente usados, a presente invenção tem uma tarefa de diminuir uma quantidade de consumo do segundo combustível em uma maneira adequada. A fim de solucionar esta tarefa, o sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna de acordo com a presente invenção é construído tal que o segundo combustível é primeiro suprido no motor de combustão interna quando o catalisador de purificação de gás de exaustão está em um estado frio, e uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é então feito antes que a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão subsequentemente sobe para uma temperatura de ativação do mesmo.

“SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA”

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção se refere a uma técnica de controle para um motor de combustão interna que é capaz de usar vários tipos de combustível.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

[002] Recentemente, têm sido desenvolvidos motores de combustão interna que são capazes de operar pelo uso de vários tipos de combustíveis. Em tais motores de combustão interna, tem sido proposta uma técnica na qual um gás combustível (CNG) é usado durante um período de tempo da partida do motor até um catalisador para purificação de gás de exaustão se tornar ativo, e um combustível líquido (gasolina) é usado depois do catalisador de purificação de gás de exaustão ter se tornado ativo (ver, por exemplo, Documento de Patente 1).

[003] Em adição, tem sido proposta também uma técnica em que um gás combustível (CNG) é usado durante o tempo em que um motor de combustão interna está em um estado frio, e um combustível líquido (gasolina) é usado depois que o motor de combustão interna foi aquecido (ver, por exemplo, um Documento de Patente 2).

DOCUMENTOS DA TÉCNICA ANTERIOR

Documentos de Patente

[004] Documento de Patente 1: Pedido de Patente Japonesa tornada pública Nº. 2002-038980

Documento de Patente 2: Pedido de Patente Japonesa tornada pública Nº. 2000-213394

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Problema a ser Solucionado pela Invenção

[005] Incidentalmente, como um catalisador de purificação de gás de exaustão disposto em uma passagem de exaustão de um motor de combustão interna, pode ser usado um catalisador que adsorve componentes de gás de exaustão específicos (por exemplo, óxidos de nitrogênio (NO_x) , etc.) pode ser usado durante o tempo em que o catalisador de

purificação de gás de exaustão está em um estado frio. Um valor máximo de uma quantidade de componentes de gás de exaustão (daqui em diante referido como “uma quantidade máxima de adsorção”) que pode ser adsorvida por tal catalisador de purificação de gás de exaustão tem a tendência de se tornar menor quando a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão é alta, do que quando é baixa. Portanto, quando uma mudança de um gás combustível para um combustível líquido é realizada usando como um parâmetro(s) um estado de atividade do catalisador de purificação de gás de exaustão e/ou um estado de aquecimento do motor de combustão interna, existe uma possibilidade de que a quantidade máxima de adsorção acima mencionada possa se tornar muito pequena antes que a mudança de combustível seja realizada. Neste caso, o gás combustível será consumido em um estado no qual o efeito de reduzir emissões de exaustão pelo uso do gás combustível não pode ser obtido em um grau suficiente.

[006] A presente invenção foi feita em vista das circunstâncias como referido acima, e o objetivo da invenção é diminuir um consumo de um segundo combustível em uma maneira eficaz, em um sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um primeiro combustível, que tem a propriedade de inibir a adsorção dos componentes de gás de exaustão por um catalisador de purificador de gás de exaustão, e o segundo combustível, que tem uma propriedade para não inibir a adsorção dos componentes de gás de exaustão pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, são capazes de serem seletivamente usados.

Meios para Solucionar o Problema

[007] A fim de solucionar o problema acima mencionado, a presente invenção realiza uma mudança entre combustíveis focalizando atenção em uma quantidade máxima de adsorção na forma de um valor máximo de uma quantidade de óxidos de nitrogênio que pode ser adsorvida por um catalisador de purificação de gás de exaustão em um sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um primeiro combustível, que inibe a adsorção de óxidos de nitrogênio pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, e um segundo combustível, que não inibe a adsorção dos óxidos de nitrogênio pelo

catalisador de purificação de gás de exaustão, são capazes de ser usados.

[008] Como um resultado de experimentos intensos e cuidadosos e verificação realizados pelo inventor da presente aplicação, verificou-se que uma quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se torna relativamente pequena antes que o catalisador de purificação de gás de exaustão se torne ativo. Por esta razão, se o segundo combustível continua a ser usado até que o catalisador de purificação de gás de exaustão se torne ativo, existirá uma possibilidade de que o segundo combustível possa ser consumido sob uma condição em que o efeito de diminuição de emissão de exaustão devido ao uso do segundo combustível não é obtido em um grau suficiente.

[009] Consequentemente, a presente invenção reside em um sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um catalisador de purificação de gás de exaustão, que adsorve óxidos de nitrogênio em um gás de exaustão quando está em um estado frio de temperatura mais baixa que uma temperatura de ativação do mesmo, está disposto em um sistema de exaustão, em que o sistema de injeção de combustível compreende:

[010] um dispositivo de suprimento que supre o dito motor de combustão interna tanto um primeiro combustível, que inibe um fenômeno no qual os óxidos de nitrogênio são adsorvidos no dito catalisador de purificação de gás de exaustão quanto um segundo combustível, que não inibe o fenômeno em que os óxidos de nitrogênio são adsorvidos pelo dito catalisador de purificação de gás de exaustão; e

[011] uma unidade de controle que controla o dito dispositivo de suprimento de tal maneira que o dito segundo combustível é suprido em primeiro lugar no dito motor de combustão interna quando o dito catalisador de purificação de gás de exaustão está em um estado frio, e uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é então feita antes que a temperatura do dito catalisador de purificação de gás de exaustão suba subsequentemente para a dita temperatura de ativação.

[012] De acordo com tal invenção, uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é realizada antes que o catalisador de purificação de gás de exaustão

se torne ativo. Por esta razão, o segundo combustível é impedido de ser consumido, mesmo depois que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se tornou pequena. Como resultado, o consumo do segundo combustível pode ser eliminado por ser pequeno, enquanto obtém o efeito de diminuir a emissão de exaustão pelo uso do segundo combustível.

[013] A unidade de controle de acordo com a presente invenção pode controlar o dito dispositivo de suprimento de tal maneira que uma mudança do dito segundo combustível para o dito primeiro combustível é feita quando a quantidade máxima de adsorção, que é um valor máximo de uma quantidade de óxidos de nitrogênio que podem ser adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão, diminui para menos que um valor limite inferior do mesmo. O “valor limite inferior” referido aqui corresponde com uma quantidade máxima de adsorção no momento em que uma quantidade de óxidos de nitrogênio, que flui para fora do catalisador de purificação de gás de exaustão sem ser adsorvidos pelo catalisador de purificação de gás de exaustão se torna igual a um valor limite superior de uma faixa permitível do mesmo. Em casos onde a mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é realizada de acordo com tal método, o segundo combustível não é mais usado no momento em que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se torna menor que o valor limite inferior.

[014] A unidade de controle de acordo com a presente invenção pode tomar uma decisão que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se tornou menor que o valor limite inferior, no momento em que a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão atingiu uma temperatura limite de adsorção que é menor que a temperatura de ativação. Isto é, quando a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão excede a temperatura limite de adsorção que é menor que a temperatura de ativação do mesmo, a unidade de controle pode controlar o dito dispositivo de suprimento de tal maneira que a mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é realizada.

[015] A quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de

exaustão se correlaciona com a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão. Isto é, a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão é menor quando a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão é alta, que quando é baixa. Portanto, ajustando, como a “temperatura limite de adsorção”, a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão no momento em que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se torna igual ao dito valor limite inferior, torna possível fazer a mudança do segundo combustível para o primeiro combustível no momento em que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se torna menor que o valor limite inferior.

[016] Aqui, note que em casos em que um sensor de NO_x está disposto em uma passagem de exaustão à jusante do catalisador de purificação de gás de exaustão, quando um valor medido do sensor de NO_x excede um valor limite permissível, uma determinação pode também ser feita que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão caiu para menos que o valor limite inferior do mesmo.

[017] Aqui, em casos onde o primeiro combustível é um combustível líquido contendo álcool, o dito valor limite inferior pode ser determinado em um valor que é menor quando uma concentração de álcool do primeiro combustível é alta, que quando é baixa, isto é, em casos onde o primeiro combustível é um combustível líquido contendo álcool, a dita temperatura limite de adsorção pode ser determinada em um valor que é maior quando a concentração de álcool do primeiro combustível é alta, que quando é baixa.

[018] Quando a concentração de álcool do primeiro combustível é alta, substâncias (por exemplo hidrocarbonetos não metano, etc.) que são adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão em preferência a óxidos de nitrogênio se tornam mais quando comparados com o caso onde é baixa. Por esta razão, se o valor limite inferior é determinado em um valor grande (a temperatura limite de adsorção é determinada em uma temperatura baixa) quando a concentração de álcool do primeiro combustível é alta, a quantidade de óxidos de nitrogênio, que são adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão depois que uma mudança foi feita a partir do segundo combustível para o primeiro combus-

tível, pode se tornar excessivamente pequena em contraste a isso, se o valor limite inferior é determinado em um valor pequeno (a temperatura limite de adsorção é determinada em um valor alto) quando a concentração de álcool do primeiro combustível é alta, a quantidade de óxidos de nitrogênio, que fluem para fora do catalisador de purificação de gás de exaustão sem ser adsorvidos pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, pode ser eliminada por ser pequena.

[019] A unidade de controle de acordo com a presente invenção pode controlar de tal maneira que uma mudança do primeiro combustível para o segundo combustível não é feita quando a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão aumenta igual a ou mais que o valor limite inferior do mesmo depois que uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível foi feita. De acordo com tal método, é possível eliminar a oscilação em que uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível e uma mudança do primeiro combustível para o segundo combustível são repetidas em uma maneira alternada. Como resultado, é possível evitar em uma maneira mais segura uma situação em que o consumo do segundo combustível aumenta ou a emissão de exaustão aumenta.

[020] Na presente invenção, um combustível de hidrocarboneto baseado em não metano pode ser usado como o primeiro combustível, e ao mesmo tempo, gás natural comprimido (CNG) pode ser usado como o segundo combustível. Muitos hidrocarbonetos não metano estão contidos em um gás queimado do combustível de hidrocarboneto baseado em não metano. Hidrocarbonetos não metano tendem a ser mais facilmente adsorvidos pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, quando comparado com óxidos de nitrogênio. Por esta razão, em casos onde um combustível de hidrocarboneto baseado em não metano é usado, a quantidade de óxidos de nitrogênio que são adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão se torna pequena. Em outras palavras, a quantidade dos óxidos de nitrogênio que são realmente adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão pode não atingir a quantidade máxima de adsorção dos mesmos. Por outro lado, no gás queimado de gás natural comprimido (CNG), hidrocarbonetos não metano não são substan-

cialmente contidos. Por esta razão, em casos onde o gás natural é usado, a quantidade de óxidos de nitrogênio que são adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão se torna mais, comparada com o caso onde um combustível de hidrocarboneto baseado em não metano é usado.

[021] Portanto, quando um combustível de hidrocarboneto baseado em não metano é usado como o primeiro combustível na presente invenção, e o gás natural comprimido (CNG) é usado como o segundo combustível, o consumo do gás natural comprimido (CNG) pode ser suprimido por ser pequeno, enquanto elimino um aumento na quantidade de emissão de óxidos de nitrogênio.

[022] Aqui, note que na presente invenção, quando existe uma grande quantidade restante do segundo combustível e o estado de operação do motor de combustão interna está em um estado de operação de carga leve (por exemplo, um estado de operação em marcha lenta), a unidade de controle pode controlar o dispositivo de suprimento de tal maneira que o uso do segundo combustível é também continuado mesmo depois que a quantidade máxima de adsorção do catalisador de purificação de gás de exaustão se torna menos que o valor limite inferior, ou depois que a temperatura do catalisador de purificação de gás de exaustão excede a temperatura limite de adsorção. Quando o motor de combustão interna está em um estado de operação de carga leve (em particular quando está em um estado de operação de marcha lenta), o consumo de combustível é pequeno. Portanto, mesmo se o uso de uma pequena quantidade do segundo combustível é continuado durante o tempo em que existe uma grande quantidade restante do segundo combustível, é possível evitar uma situação onde uma faixa de deslocamento pelo segundo combustível é encurtada em uma extensão substancial. Em adição, como um método de parar a operação do motor de combustão interna, um método de desligar uma chave de ignição quando o motor de combustão interna está em um estado de operação de marcha lenta é comum. Por esta razão, se o segundo combustível é usado quando o motor de combustão interna está em um estado de operação de marcha lenta, é possível fazer os hidrocarbonetos não metano, que têm sido adsorvidos no catalisador de purificação de gás de exaustão no momento do desligamento

do motor de combustão interna, tão pequeno quanto possível. Como resultado, a quantidade de óxidos de nitrogênio porque pode ser adsorvida no catalisador de purificação de gás de exaustão no momento da partida seguinte do motor pode ser aumentada.

Efeitos da Invenção

[023] De acordo com a presente invenção, em um sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um primeiro combustível, que tem a propriedade de inibir a adsorção de componentes de gás de exaustão por um catalisador de purificação de gás de exaustão, e um segundo combustível, que tem uma propriedade de não inibir a adsorção dos componentes de gás de exaustão pelo catalisador de purificação de gás de exaustão, são capazes de ser seletivamente usado, é possível diminuir um consumo do segundo combustível em uma maneira adequada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[024] A Figura 1 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna no qual a presente invenção é aplicada, em uma primeira modalidade.

[025] A Figura 2 é uma vista mostrando a relação entre uma temperatura de base e uma quantidade máxima de adsorção de um primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão.

[026] A Figura 3 é uma vista mostrando as mudanças com o tempo de uma quantidade de NO_x descarregada do motor de combustão interna, uma quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão, e uma temperatura de base do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão, em casos onde um gás combustível é usado no momento de partida fria do motor de combustão interna.

[027] A Figura 4 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada por uma ECU no momento em que o controle de troca de combustível é realizado na primeira modalidade.

[028] A Figura 5 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna no qual a presente invenção é aplicada, em uma segunda modalidade.

[029] A Figura 6 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada por uma

ECU no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado na segunda modalidade.

[030] A Figura 7 é um fluxograma mostrando uma rotina executada por uma ECU no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado em uma terceira modalidade.

[031] A Figura 8 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna no qual a presente invenção é aplicada, em uma quarta modalidade.

[032] A Figura 9 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada por uma ECU no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado na quarta modalidade.

MELHOR MODO DE REALIZAR A INVENÇÃO

[033] Daqui em diante, modalidades específicas da presente invenção serão descritas baseadas nos desenhos anexos. No entanto, as dimensões, materiais, formatos, disposições relativas e assim em diante de partes componentes descritas nas modalidades não pretendem limitar o escopo técnico da presente invenção a estas em particular na medida em que não existem declarações específicas.

Primeira Modalidade

[034] Primeiro, será feita referência a uma primeira modalidade da presente invenção baseado nas Figuras 1 a 4. A Figura 1 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna no qual a presente invenção é aplicada.

[035] O motor de combustão interna 1, mostrado na Figura 1, é um motor de combustão interna do tipo de ignição por centelha que é capaz de usar dois tipos de combustíveis, um combustível líquido e um gás combustível. Como o combustível líquido referido aqui pode ser usado um combustível líquido baseado em petróleo tal como gasolina, etc., ou um combustível de hidrocarboneto não metano tal como um combustível líquido misturado em um combustível líquido baseado em petróleo. Em adição, como o gás combustível, pode ser usado gás natural comprimido (CNG). Aqui, note que o motor de combustão interna 1 não é limitado a um motor de combustão interna do tipo ignição por centelhas, mas pode ser

um motor de combustão interna do tipo ignição por compressão.

[036] Um pistão 3 é encaixado em um cilindro 2 do motor de combustão interna 1 para movimento deslizante com relação ao mesmo. O pistão 3 é conectado com um eixo de saída de motor (eixo de manivela) através de uma haste de conexão não ilustrada. O motor de combustão interna 1 é fornecido com um orifício de entrada 4 para introduzir ar fresco (ar) no cilindro 2, e um orifício de exaustão 5 para descarregar gás queimado do interior do cilindro 2. O motor de combustão interna 1 é também fornecido com uma válvula de entrada 6 para abrir e fechar uma extremidade de abertura do orifício de entrada 4, e uma válvula de exaustão 7 para abrir e fechar uma extremidade de abertura do orifício de exaustão 5. A válvula de entrada 6 e a válvula de exaustão 7 são acionadas para abrir e fechar por meio de um eixo de manivela de entrada não ilustrado e um eixo de manivela de exaustão não ilustrado, respectivamente. Em adição, o motor de combustão interna 1 é ainda fornecido com uma vela de ignição 8 para gerar uma centelha para inflamar no cilindro 2.

[037] Uma passagem de entrada 9 é conectada ao orifício de entrada acima mencionado 4. A passagem de entrada 9 é uma passagem para guiar o ar fresco (ar) retirado do ar atmosférico para o orifício de entrada 4. Por outro lado, uma passagem de exaustão 10 é conectada no orifício de exaustão acima mencionado 5. A passagem de exaustão 10 é uma passagem para descarregar o gás queimado (gás de exaustão) que flui para fora do orifício de exaustão 5 no ar atmosférico, depois de fazê-lo passar através dos dispositivos de purificação de gás de exaustão 15, 16 a serem descritos posteriormente, etc.

[038] Aqui, um dispositivo de suprimento para suprir o combustível líquido e o gás combustível no motor de combustão interna 1 em uma maneira seletiva está disposto no motor de combustão interna 1. O dispositivo de suprimento é fornecido com uma primeira válvula de injeção de combustível 11, uma primeira passagem de combustível 110, um primeiro tanque de combustível 111, uma bomba de combustível 112, uma primeira válvula de interrupção 113, uma segunda válvula de injeção de combustível 12, e uma segunda passagem de combustível 120, um segundo tanque de combustível 121, e um regulador 122. Aqui, note que a primeira válvula de injeção de combustível 11 e a segunda válvula de inje-

ção de combustível 12 deve estar disposta para cada cilindro, respectivamente.

[039] A primeira válvula de injeção de combustível 11 é montada no motor de combustão interna 1 em uma localização na vizinhança do orifício de entrada 4, e serve para injetar o combustível líquido no orifício de entrada 4. A primeira válvula de injeção de combustível 11 está em comunicação fluida ou conexão com o primeiro tanque de combustível 111 através da primeira passagem de combustível 110. Entre as extremidades da primeira passagem de combustível 110, estão dispostas a bomba de combustível 112 e a primeira válvula de interrupção 113. A bomba de combustível 112 serve para suprir o combustível líquido armazenado no primeiro tanque de combustível 111 na primeira válvula de injeção de combustível 11. A primeira válvula de interrupção 113 é um dispositivo que serve para comutar entre a interrupção (bloqueio) e comunicação da primeira passagem de combustível 110.

[040] A segunda válvula de injeção de combustível 12 é montada na passagem de entrada acima mencionada 9 em uma localização na vizinhança do orifício de entrada acima mencionado 4, e serve para injetar o gás combustível em uma passagem de entrada 9. a segunda válvula de injeção de combustível 12 está em comunicação fluida ou conexão com o segundo tanque de combustível (bomba CNG) 121 através da segunda passagem de combustível 120. Entre as extremidades da segunda passagem de combustível 120, são dispostos o regulador 122 e uma segunda válvula de interrupção 123. O regulador 122 é um dispositivo que serve para reduzir a pressão do gás natural comprimido (CNG) a uma pressão predeterminada. A segunda válvula de interrupção 123 é um dispositivo que serve para comutar entre a interrupção (bloqueio) e a comunicação da segunda passagem de combustível 120.

[041] Então, uma válvula de borboleta 13 está disposta na passagem de entrada 9 em uma localização à jusante da segunda válvula de injeção de combustível 12. A válvula de borboleta 13 é um dispositivo que controla uma quantidade de ar de entrada a ser introduzida no cilindro 2 mudando a área de seção transversal da passagem da passagem de entrada 9. Um medidor de fluxo de ar 14 é montado na passagem de entrada 9 em uma lo-

calização à montante da válvula de borboleta 13. O medidor de fluxo de ar 14 é um sensor que emite um sinal elétrico que está correlacionado com uma quantidade de ar (massa) que flui na passagem de entrada 9.

[042] Em adição, o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está disposto na passagem de exaustão acima mencionada 10. O primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 inclui um catalisador de três sentidos que serve para adsorver os óxidos de nitrogênio (NO_x) no gás de exaustão quando está em um estado frio. O primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 corresponde a um catalisador de purificação de gás de exaustão de acordo com a presente invenção.

[043] O segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão 16 está disposto na passagem de exaustão 10 em uma localização à jusante do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. O segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão 16 inclui um catalisador que serve para adsorver os óxidos de nitrogênio (NO_x) no gás de exaustão, similar ao primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[044] Um sensor de relação de combustível de ar 17 está disposto na passagem de exaustão 10 em uma localização à jusante do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão acima mencionado 15. O sensor de relação de ar-combustível 17 é um sensor que emite um sinal elétrico que está correlacionado com uma relação de ar-combustível do gás de exaustão que flui através da passagem de exaustão 10. Um sensor de O_2 18 e um sensor de temperatura de gás de exaustão 19 são dispostos na passagem de exaustão 10 em localizações à jusante do segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão 16. O sensor de O_2 18 é um sensor que emite um sinal elétrico que está correlacionado com uma concentração de oxigênio contido no gás de exaustão. O sensor de temperatura de gás de exaustão 19 é um sensor que emite um sinal elétrico que está relacionado com uma temperatura do gás de exaustão.

[045] Uma unidade de controle eletrônico (ECU) é fornecida em combinação com o motor de combustão interna 1 quando construído desta maneira. A ECU 20 é construída tal que está eletricamente conectada aos vários tipos de sensores acima mencionados tal como

o medidor de fluxo de ar 14, o sensor de relação de ar-combustível 17, o sensor de O₂ 18, o sensor de temperatura de gás de exaustão 19, etc., de modo que os sinais de saída dos vários tipos de sensores podem ser introduzidos na ECU. A ECU 20 é também construída de modo que é eletricamente conectada aos vários tipos de dispositivos acima mencionados ta como a vela de ignição 8, a primeira válvula de injeção de combustível 11, a segunda válvula de injeção de combustível 12, a válvula de borboleta 13, a bomba de combustível 112, a primeira válvula de interrupção 113, a segunda válvula de interrupção 123, etc., de modo que pode controlar os vários tipos de dispositivos de acordo com os sinais emitidos dos vários tipos de sensores acima mencionados.

[046] Por exemplo, a ECU 20 realiza o controle de mudança de combustível em que o gás combustível é primeiro suprido no motor de combustão interna 1 no momento em que o motor de combustão interna 1 é iniciado no estado frio, e então uma mudança do gás combustível para o combustível líquido é feita no momento em que uma condição prescrita é satisfeita. A seguir, será feita referência a como realizar o controle de mudança de combustível nesta modalidade.

[047] O catalisador de três sentidos incluiu no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 adsorve o NO_x no gás de exaustão quando está em um estado frio menor que uma temperatura de ativação do mesmo. Por esta razão, mesmo em casos onde o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está em um estado não ativado, como no caso em que o motor de combustão interna 1 é iniciado no estado frio, é possível suprimir a quantidade de NO_x descarregada no ar atmosférico a um valor pequeno, se o NO_x no gás de exaustão é adsorvido pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[048] No entanto, em casos onde os hidrocarbonetos não metano estão contidos no gás de exaustão, os hidrocarbonetos não metano são adsorvidos no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 em preferência a NO_x. Por esta razão, quando a quantidade de hidrocarbonetos não metano contida no gás de exaustão aumenta durante o tempo em que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está em um estado frio,

a quantidade de NO_x adsorvido no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 diminui, e a quantidade de NO_x descarregado no ar atmosférico aumenta.

[049] Aqui, o gás queimado do combustível líquido (combustível de hidrocarboneto não metano) contém uma grande quantidade de hidrocarbonetos não metano quando comparado com o gás queimado do gás combustível (gás natural comprimido (CNG)). Portanto, quando o combustível líquido é usado no momento de partida fria do motor de combustão interna 1, a quantidade de NO_x adsorvida no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 diminui, assim existe uma possibilidade que a quantidade de NO_x descarregada no ar atmosférico pode se tornar mais que uma quantidade regulada do mesmo. Em contraste a isto, quando o gás combustível é usado no momento de partida fria do motor de combustão interna 1, a quantidade de NO_x adsorvida no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 pode ser aumentada, de modo que é possível eliminar a quantidade de NO_x descarregada no ar atmosférico a menos que a quantidade regulada.

[050] Incidentalmente, um valor máximo da quantidade de NO_x (uma quantidade máxima de adsorção) que pode ser adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 tende a ser menor que quando a temperatura (temperatura de base) do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é maior quando comparada com quando é baixa, como mostrado na Figura 2. Por esta razão, se o gás combustível continua a ser usado até que a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torne alta, o consumo de gás combustível aumentará em um estado onde um efeito de redução de emissão de exaustão devido ao uso do gás combustível não é obtido em um grau suficiente. Em adição, porque o gás combustível tem densidade de energia menor que o combustível líquido, uma faixa de deslocamento no caso de usar o gás combustível tende a ser mais curta que no caso de usar o combustível líquido. Portanto, se o consumo do gás combustível aumenta desnecessariamente, ocorrerá uma situação onde o gás combustível não pode ser usado no momento de partida fria do motor de combustão interna 1, ou uma situação em que se torna necessário reabastecer o gás combustível (suprir ou abastecer o combustível) em uma maneira frequente.

[051] Consequentemente, no sistema de injeção de combustível do motor de combustão interna que usa o gás combustível no momento de partida fria do motor de combustão interna 1, o controle de mudança de combustível nesta modalidade é realizado de tal maneira que a mudança de gás combustível para o combustível líquido é feita antes que a quantidade máxima de adsorção do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torne menos que um valor limite inferior. Aqui, note que o “valor limite inferior” referido aqui é uma quantidade máxima de adsorção na qual é considerado que a quantidade de NO_x a ser descarregada sem ser adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 atinge a quantidade regulada, e é um valor que foi calculado antecipadamente por processo de adaptação fazendo uso de experimentos, etc.

[052] Como resultado de experimentos e verificação intensos e cuidadosos realizados pelo inventor da aplicação exposta, foi verificado que a quantidade máxima de adsorção do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna menor que o valor limite inferior antes que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna ativo. A Figura 3 é uma vista medindo as mudanças com o tempo de uma quantidade de NO_x descarregada do motor de combustão interna 1, uma quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15, e uma temperatura de base do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15, em casos onde o gás combustível é usado no momento de partida fria do motor de combustão interna 1. Uma linha sólida na figura 3 representa a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 125, e uma linha de dois traços curtos e um longo alternados representa a temperatura de base do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[053] Na Figura 3, a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna substancialmente zero imediatamente depois do motor de combustão interna 1 foi iniciado em um estado frio, Isto é considerado que a quantidade de NO_x descarregada do motor de combustão interna 1 é adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. Então, quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 excede a temperatura indicada por Tmp0

na Figura 3, a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 começa a aumentar. Assim, é considerado que a quantidade máxima de adsorção começa a diminuir de acordo com a subida de temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. Subsequentemente, quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 atinge Tmp1 que é maior que a Tmp0 acima mencionada (temperatura limite de adsorção), a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 aumenta para uma quantidade regulada V_{reg} . Isto é, a quantidade máxima de adsorção do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 (a diferença entre a quantidade de No_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15) diminui para um valor limite inferior V_{nx1} . Além do mais, quando a temperatura de base do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se aproxima de uma temperatura de ativação Tmp2 ($>\text{Tmp1}$), a quantidade de No_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 muda de uma tendência crescente para uma tendência decrescente. É deduzido que uma parte de NO_x é reduzida devido a uma ativação parcial do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[054] Como estabelecido na descrição acima mencionada da figura 3, a quantidade máxima de adsorção do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 pode se tornar menor que o valor limite inferior antes que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna ativo. Em outras palavras, antes que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna ativo, a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 pode exceder o valor regulado. Portanto, se a mudança do gás combustível para o combustível líquido é realizada no momento em que a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 atinge a temperatura limite de adsorção Tmp1 , o consumo do gás combustível pode ser eliminado por ser pequeno, enquanto causa uma diminuição na emissão de exaustão (uma diminuição na quantidade de NO_x a ser descarregada) pelo uso do gás combustível. Aqui, note que a relação entre a temperatura limite de adsorção Tmp1 e a quantidade máxima de adsorção

pode ser um pouco mudada devido ao ambiente, etc., assim a mudança de combustível pode ser realizada com base em uma temperatura que é obtida subtraindo uma margem da temperatura limite de adsorção Tmp1.

[055] Aqui, note que quando a mudança do gás combustível para o combustível líquido é realizada, existirá uma preocupação de que possa ocorrer uma situação onde a adsorção de NO_x pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 14 é inibida e os hidrocarbonetos não metano contidos no gás de exaustão, mas a quantidade de hidrocarbonetos não metano que podem ser adsorvidos pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 diminui de acordo com a subida de temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15, assim a quantidade de NO_x a ser adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é impedida de diminuir para uma extensão substancial.

[056] Em adição, porque a quantidade de NO_x descarregada do motor de combustão interna 1 aumenta quando a mudança do gás combustível para o combustível líquido é realizada, existe uma preocupação que ocorra uma situação onde a quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 aumenta consequentemente. No entanto, uma quantidade aumentada de NO_x devido à mudança de combustível é pequena para uma extensão suficiente quando comparada com uma quantidade total de NO_x que foi adsorvida no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 no momento de uso do gás combustível. Em adição, porque a temperatura do segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão 16 não atingiu a temperatura limite de adsorção no momento em que a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 atinge a temperatura limite de adsorção, o NO_x descarregado do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é adsorvido no segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão 16. Como um resultado, é possível evitar a situação em que a quantidade de NO_x descarregada no ar atmosférico devido à mudança do gás combustível para o combustível líquido aumenta. Portanto, o consumo do gás combustível pode ser diminuído, enquanto obtém um efeito de diminuir a quantidade de emissão de NO_x pelo uso de gás combustí-

vel.aqui, note que a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) contida no gás queimado do combustível líquido é menor que a quantidade de CO_2 contida no gás queimado do gás combustível. Por esta razão, é também possível diminuir a quantidade de emissão de CO_2 realizando a mudança do gás combustível para o combustível líquido. Além do mais, é também possível mudar o valor limite inferior acima mencionado e a temperatura limite de adsorção acima mencionada, enquanto leva em consideração um equilíbrio entre a quantidade de emissão CO_2 e a quantidade de emissão de NO_x .

[057] Em adição, em casos onde o álcool está contido no combustível líquido, o valor limite inferior ou a temperatura limite de adsorção pode ser mudado de acordo com uma concentração de álcool no combustível líquido. Quando a concentração de álcool do combustível líquido é alta, hidrocarbonetos não metano que são adsorvidos no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 em preferência a NO_x se tornam mais quando comparada com o caso onde é baixa. Isto é porque os hidrocarbonetos não metano originados do álcool são mais propensos a serem adsorvidos no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 quando comparado com hidrocarbonetos não metano originados de gasolina. Portanto, quando a concentração de álcool no combustível líquido é alta, é desejável determinar o valor limite inferior em um valor menor (isto é, determinar a temperatura limite inferior em um valor alto ou grande), quando comparado com o caso onde é baixo. Se o valor limite inferior e a temperatura limite de adsorção são definidos desta maneira, se tornará possível obter o efeito de diminuir a quantidade de emissão de NO_x em uma maneira mais precisa. Aqui, note que a concentração de álcool contida no combustível líquido pode ser detectada por um sensor de concentração de álcool montado em uma passagem de combustível líquido que se estende do primeiro tanque de combustível 111 para a primeira válvula de injeção de combustível 11, ou pode ser estimada a partir de um coeficiente de correção que é usado para controlar a realimentação de relação de ar-combustível.

[058] A seguir, será feita referência a um procedimento para realizar o controle de mudança de combustível nesta modalidade para realizar o controle de mudança de combustível nesta modalidade em linha com a Figura 4. a Figura 4 é um fluxograma mostrando uma

rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado. Esta rotina é uma rotina que foi armazenada antecipadamente em uma ROM da ECU 20, etc., e é a rotina que a ECU 20 executa para fazer uma demanda de partida (por exemplo, um sinal LIGADO de uma chave de ignição, um sinal de LIGADO de uma chave, etc.) do motor de combustão interna 1 como um gatilho.

[059] Na rotina da Figura 4, a ECU 20 primeiro executa o processamento de S101. Isto é, a ECU 20 determina se o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está em um estado frio. Por exemplo, a ECU 20 toma uma decisão que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está em um estado frio, baseada na condição que a temperatura de água de resfriamento do motor de combustão interna 1 é menor que uma temperatura prescrita ou o valor medido do sensor de temperatura de gás de exaustão 19 é menor que a temperatura limite de adsorção. Em casos onde uma decisão negativa é feita na etapa acima mencionada S101, a ECU 20 termina a execução desta rotina. Por outro lado, em casos onde uma decisão afirmativa é feita na etapa S101 acima mencionada, a ECU vai para S102.

[060] Em S102, a ECU 20 controla o dispositivo de suprimento de modo que o gás combustível é suprido no motor de combustão interna 1. Especificamente, a ECU 20 para o suprimento de combustível líquido parando a bomba de combustível 112, e ao mesmo tempo, mantendo a primeira válvula de interrupção 113 e a primeira válvula de injeção de combustível 11 em seus estados fechados de válvula. Além do mais, a ECU 20 realiza o suprimento do gás combustível mantendo a segunda válvula de interrupção 123 em seu estado aberto de válvula, e ao mesmo tempo, fazendo a segunda válvula de injeção de combustível 12 realizar sua operação de abrir e fechar em sincronismo adequado. Neste caso, o motor de combustão interna 1 é operado queimando o gás combustível.

[061] Em S103, a ECU 20 alcança a concentração de álcool no combustível líquido, e decide a temperatura limite de adsorção usando a concentração de álcool assim obtida como um parâmetro. Neste caso, a ECU 20 determina que a temperatura limite de adsorção seja maior quando a concentração de álcool no combustível líquido é alta, quando compara-

do com o momento em que é baixa.

[062] Em S104, a ECU 20 obtém a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. Neste caso, a ECU 20 pode usar o valor medido do sensor de temperatura de gás de exaustão 19 como um valor alternativo da temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. Aqui, note que em casos onde um sensor de temperatura capaz de medir diretamente a temperatura de base do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é montado no dispositivo de purificação de gás de exaustão 15, a ECU 20 pode usar o valor medido do sensor de temperatura acima mencionado como a temperatura do dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[063] Em S105, a ECU 20 faz a comparação entre as temperaturas do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 obtida na etapa acima mencionada S104 e a temperatura limite de adsorção determinada na etapa acima mencionada S103. Neste caso, quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é igual a ou menor que a temperatura limite de adsorção, a ECU 20 retorna para S104. Por outro lado, quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é igual a ou menor que a temperatura limite de adsorção, a ECU 20 retorna para S104. Por outro lado, quando a temperatura do dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é maior que a temperatura limite de adsorção, a ECU 20 vai para S106.

[064] Em S106, a ECU 20 controla o dispositivo de suprimento de modo que o combustível sendo usado no motor de combustão interna 1 é mudado do gás combustível para o combustível líquido. Especificamente, a ECU 20 para o suprimento do gás combustível mantendo a segunda válvula de injeção de combustível 12 e a segunda válvula de interrupção 123 em seus estados fechados de válvula. Adicionalmente, a ECU 20 faz o combustível líquido no primeiro tanque de combustível 111 ser suprido na primeira válvula de injeção de combustível 11 operando a bomba de combustível 112, e ao mesmo tempo, abrindo a primeira válvula de interrupção 113. Subsequentemente, a ECU 20 faz o combustível líquido ser suprido em cada cilindro do motor de combustão interna 1 realizando a operação de abertura e fechamento da primeira válvula de injeção de combustível 11 de acordo com o

sincronismo de injeção de cada cilindro 2.

[065] Como descrito acima, realizando a rotina da Figura 4 por meio da ECU 20, uma unidade de controle de acordo com a presente invenção é obtida. Como resultado disto, é possível evitar a situação onde o gás combustível é consumido sob uma condição em que o efeito de reduzir a quantidade de emissão de NO_x pelo uso do gás combustível não pode ser obtido em uma extensão suficiente. Portanto, o consumo do gás combustível pode ser eliminado por ser pequeno, enquanto obtém o efeito de diminuir a quantidade de emissão de NO_x pelo uso do gás combustível.

[066] Aqui, note que o tempo de realizar o controle de mudança de combustível não é limitado ao tempo de partida fria do motor de combustão interna 1, mas pode ser qualquer tempo em que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 está em um estado frio. Neste caso, a ECU deve somente realizar a rotina acima mencionada da Figura 4 em uma maneira periódica. Incidentalmente, pode ser considerado que depois da mudança do gás combustível para o combustível líquido foi realizada, a temperatura do dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 cai novamente para menos que a temperatura limite de adsorção. Em tal caso, se uma mudança é novamente do combustível líquido para o gás combustível, o controle de mudança de combustível pode ser submetido a oscilação. Portanto, uma mudança do combustível líquido para o gás combustível pode ser proibida por um certo período de tempo fixo depois da mudança do gás combustível para combustível líquido foi realizada.

Segunda Modalidade

[067] a seguir, será feita referência a uma segunda modalidade da presente invenção baseada nas Figuras 5 a 6. Aqui, uma construção diferente daquela da primeira modalidade acima mencionada será descrita, e uma explicação da mesma construção será omitida.

[068] A Figura 5 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna de acordo com esta modalidade.. Na figura 5, os mesmos símbolos são anexados aos mesmos componentes que aqueles na Figura 1 da primeira modalidade aci-

ma mencionada.

[069] Na Figura 5, um sensor de NO_x 21 é montado na passagem de exaustão 10 do motor de combustão interna 1 no lugar do sensor de temperatura de gás de exaustão 19. Neste caso, a ECU 20 realiza o controle de mudança de combustível baseado em um valor medido do sensor de NO_x 21 (uma quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15) no lugar da temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15.

[070] A seguir, será feita referência a um procedimento para realizar o controle de mudança de combustível nesta modalidade em linha com a Figura 6. A Figura 6 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado. Esta rotina é a rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que uma demanda de partida para o motor de combustão interna 1 é gerada, ou em uma maneira periódica, similar à rotina da Figura 4 na primeira modalidade acima mencionada. Aqui, note que na Figura 6, os mesmos símbolos são fixados nos mesmos processos que aqueles na rotina da Figura 4.

[071] A diferença entre a rotina da Figura 4 e a rotina da Figura 6 é que os processos de S201 a S203 são executados no lugar dos processos de S 103 a S105. Isto é, a ECU 20 determina, em S201, uma quantidade regulada que é um valor limite superior da quantidade de NO_x descarregada do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15. Neste caso, a ECU 20 determina a quantidade regulada seja maior quando a concentração de álcool no combustível líquido é alta, quando comparado com o tempo quando é baixa.

[072] Em S202, a ECU 20 lê no valor medido do sensor NO_x 21 (a quantidade de emissão de NO_x). Subsequentemente, a ECU 20 vai para S203 em que faz uma comparação entre a quantidade de emissão de NO_x obtida na etapa acima mencionada S202 e a quantidade regulada determinada na etapa acima mencionada S201. Neste caso, quando a quantidade de emissão de NO_x é igual a ou menor que a quantidade regulada, a ECU 20 retorna para S202. Por outro lado, quando a quantidade de emissão de NO_x excede a quantidade regulada, a ECU 20 vai para S106 em que ele controla o dispositivo de suprimento de modo

que o combustível sendo usado no motor de combustão interna 1 é mudado do gás combustível para combustível líquido.

[073] Executando a rotina da Figura 6 por meio do ECU 20 desta maneira, a mesma operação e efeito como na primeira modalidade acima mencionada pode ser obtida.

Terceira Modalidade

[074] A seguir, será feita referência a uma terceira modalidade da presente invenção baseada na Figura 7. Aqui, uma construção diferente da primeira modalidade acima mencionada será descrita, e uma explicação da mesma construção será omitida.

[075] A diferença entre a primeira modalidade acima mencionada e esta modalidade é que a mudança do combustível usado é feita baseada na temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 (daqui em diante referida como uma “temperatura de não adsorção”), no momento em que o primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 se torna incapaz de adsorver hidrocarbonetos não metano.

[076] A Figura 7 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que uma demanda de partida para o motor de combustão interna 1 é gerada, ou em uma maneira periódica, similar à rotina da Figura 4, na primeira modalidade acima mencionada. Aqui, note que na Figura 7, os mesmos símbolos são fixados nos mesmos processos que aqueles na rotina da Figura 4.

[077] A diferença entre a rotina da Figura 4 e a rotina da Figura 7 é que os processos de S301 a 302 são executados no lugar dos processos de S103 a S105. Isto é, depois de executar o processamento de S102, a ECU 20 vai para S301 em que obtém a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 (o valor medido do sensor de temperatura de gás de exaustão 19).

[078] Subsequentemente, a ECU 20 vai para S302 em que faz uma comparação entre as temperaturas do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 obtida na etapa S3101 acima mencionada e a temperatura de não absorção. Aqui, note que é assumido que a temperatura de não adsorção foi obtida antecipadamente de modo experimental. Quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é igual

a ou menor que a temperatura de não adsorção, a ECU 20 retorna para S301. Por outro lado, quando a temperatura do primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é maior que a temperatura de não adsorção, a ECU 20 vai para S106 na qual controla o dispositivo de suprimento de modo que o combustível sendo usado no motor de combustão interna 1 é mudado de gás combustível para o combustível líquido.

[079] Executando a rotina da Figura 7 por meio da ECU 20 desta maneira, a mesma operação e efeito como na primeira modalidade acima mencionada podem ser obtidos.

Quarta Modalidade

[080] A seguir, será feita referência a uma quarta modalidade da presente invenção baseada nas Figuras 8 a 9. Aqui, uma construção diferente daquela da primeira modalidade acima mencionada será descrita e uma explicação da mesma construção será omitida.

[081] A Figura 8 é uma vista mostrando a construção esquemática de um motor de combustão interna de acordo com esta modalidade. Na Figura 8, os mesmos símbolos são anexados nos mesmos componentes que aqueles na Figura 1 da primeira modalidade acima mencionada.

[082] Na Figura 8, em um segundo tanque de combustível 121 é montado um sensor de quantidade residual 124 que serve para emitir um sinal elétrico correlacionado com a quantidade de gás combustível armazenado em um segundo tanque de combustível 121. Em adição, um sensor de posição de acelerador 22 para medir uma quantidade de operação (abertura de acelerador) de um pedal de acelerador não ilustrado é eletricamente conectado na ECU 20.

[083] Aqui, a diferença entre o controle de mudança de combustível nesta modalidade e o controle de mudança de combustível na primeira modalidade acima mencionado é que quando a quantidade residual ou restante do gás combustível (a quantidade do gás combustível armazenado no segundo tanque de combustível 121) é igual a ou mais que uma quantidade predeterminada, e quando o estado de operação do motor de combustão interna 1 está em um estado de operação de marcha lenta, o uso de gás combustível é continuado mesmo depois de uma condição de mudar do gás combustível para o combustível

líquido foi satisfeita.

[084] Quando o motor de combustão interna 1 está no estado de operação de marcha lenta, o consumo do gás combustível diminui. Portanto, mesmo se o uso de uma pequena quantidade do gás combustível é continuado durante o tempo em que existe uma grande quantidade restante do gás combustível, é possível evitar uma situação em que uma faixa de deslocamento pelo gás combustível é encurtada em uma extensão substancial. Em adição, quando o motor de combustão interna 1 está em um estado de operação de marcha lenta, existe uma alta possibilidade que a operação do motor de combustão interna 1 será parada, e, portanto, quando a quantidade de hidrocarboneto não metano adsorvido no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 é diminuído pelo uso do gás combustível, é possível evitar uma situação onde a quantidade de NO_x que pode ser adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 no momento em que a partida de motor seguinte diminui em uma extensão excessiva.

[085] A Figura 9 é um fluxograma mostrando uma rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que o controle de mudança de combustível é realizado. Esta rotina é uma rotina que é executada pela ECU 20 no momento em que uma demanda de partida para o motor de combustão interna 1 é gerada, ou em uma maneira periódica, similar à rotina da Figura 4 na primeira modalidade acima mencionada. Aqui, note que na Figura 9, os mesmos símbolos são anexados aos mesmos processos que aqueles na rotina da Figura 4.

[086] A diferença entre a rotina da Figura 4 e a rotina da Figura 9 é que quando uma determinação afirmativa é feita em S105, os processos de S401 a S402 são executados. Isto é, em casos onde uma determinação afirmativa é feita em S105, a ECU 20 vai para S401 na qual lê o valor medido do sensor de quantidade residual 124 (a quantidade residual ou restante do gás combustível).

[087] Subsequentemente, a ECU 20 vai para S402 na qual determina se a quantidade restante do gás combustível obtida na etapa S401 acima mencionada é igual a ou mais que a quantidade predeterminada. A “quantidade predeterminada” referida aqui é a quantidade na qual é considerado que o gás combustível no segundo tanque de combustível 121

permanece em uma extensão suficiente, mesmo se o gás combustível continua a ser usado durante a operação de marcha lenta que foi definida antecipadamente pelo processo de adaptação usando experimentos, etc. Quando uma determinação negativa é feita na etapa S402 acima mencionada, a ECU 20 vai para S106 na qual controla o dispositivo de suprimento de modo que o combustível usado no motor de combustão interna 1 é mudado do gás combustível para o combustível líquido. Por outro lado, em casos onde uma determinação afirmativa é feita na etapa S402 acima mencionada, a ECU 20 vai para S403.

[088] Em S403, a ECU 20 determina se o motor de combustão interna 1 está em um estado de operação de marcha lenta. Por exemplo, a ECU 20 determina se o valor medido (abertura de acelerador) do sensor de posição do acelerador 22 é zero. Quando uma determinação negativa é feita na etapa S403 acima, a ECU 20 vai para S106 na qual controla o dispositivo de suprimento de modo que o combustível usado no motor de combustão interna 1 é mudado de gás combustível para combustível líquido. Por outro lado, em casos onde uma determinação afirmativa é feita na etapa S403 acima mencionada, a ECU 20 retorna para S401. Neste caso, o motor de combustão interna 1 continua a ser operado pelo uso do gás combustível. Como resultado, em casos onde o motor de combustão interna 1 é parado a partir do estado de operação de marcha lenta, a quantidade de hidrocarboneto não meta-no que foi adsorvido no primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 pode ser eliminado por ser pequena. Consequentemente, é possível evitar uma situação onde a quantidade de NO_x que pode ser adsorvida pelo primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão 15 no momento da partida seguinte do motor se torna pequena.

[089] Aqui, note que o controle de mudança de combustível nesta modalidade pode ser combinado com o controle de mudança de combustível descrito na segunda modalidade ou na terceira modalidade acima mencionadas.

DESCRIÇÃO DOS NUMERAIS DE REFERÊNCIA E SÍMBOLOS

- 1 – motor de combustão interna
- 2 – cilindro(s)
- 4 – orifício de entrada
- 5 – orifício de exaustão

- 6 – válvula de entrada
- 7 – válvula de exaustão
- 8 – vela de ignição
- 9 – passagem de entrada
- 10 – passagem de exaustão
- 11 – primeira válvula de injeção de combustível
- 12 – segunda válvula de injeção de combustível
- 15 – primeiro dispositivo de purificação de gás de exaustão
- 16 – segundo dispositivo de purificação de gás de exaustão
- 17 – sensor de relação de ar-combustível
- 18 – sensor de O_2
- 19 – sensor de temperatura de gás de exaustão
- 21 – sensor de NO_x
- 110 – primeira passagem de combustível
- 111 – primeiro tanque de combustível
- 112 – bomba de combustível
- 113 – primeira válvula de interrupção
- 120 – segunda passagem de combustível
- 121 – segundo tanque de combustível
- 122 – regulador
- 123 – segunda válvula de interrupção
- 124 – sensor de quantidade residual

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um catalisador de purificação de gás de exaustão, que adsorve óxidos de nitrogênio em um gás de exaustão quando está em um estado frio de temperatura mais baixa que uma temperatura de ativação do mesmo, é disposto em um sistema de exaustão, em que o dito sistema de injeção de combustível é **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um dispositivo de suprimento que é configurado para suprir o dito motor de combustão interna tanto um primeiro combustível ou um segundo combustível, cujo gás queimado contém uma pequena quantidade de hidrocarbonetos não metano em comparação com o gás queimado do primeiro; e

uma unidade de controle que é configurada para controlar o dito dispositivo de suprimento de tal maneira que o dito segundo combustível é suprido em primeiro lugar no dito motor de combustão interna quando o dito catalisador de purificação de gás de exaustão está em um estado frio, e uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é então feita ao determinar, com base na temperatura do dito catalisador de purificação de gás de exaustão ou na saída de um sensor NO_x disposto em uma passagem de exaustão à jusante do catalisador de purificação de gás de exaustão, uma quantidade máxima de adsorção que é um valor máximo de uma quantidade de óxidos de nitrogênio que pode ser adsorvida ao dito catalisador de purificação de gás de exaustão diminui para menos do que um valor limite inferior do mesmo,

em que a dita unidade de controle está configurada para determinar que uma quantidade máxima de adsorção do dito catalisador de purificação de gás de exaustão se tornou menor que um valor limite inferior, quando a temperatura do dito catalisador de purificação de gás de exaustão excede uma temperatura limite de adsorção que é menor que a dita temperatura de ativação.

2. Sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna em que um catalisador de purificação de gás de exaustão, que adsorve óxidos de nitrogênio em um gás de exaustão quando está em um estado frio de temperatura mais baixa que uma temperatu-

ra de ativação do mesmo, é disposto em um sistema de exaustão, em que o dito sistema de injeção de combustível é **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um dispositivo de suprimento é configurado para suprir o dito motor de combustão interna tanto um primeiro combustível ou um segundo combustível, cujo gás queimado contém uma pequena quantidade de hidrocarbonetos não metanos em comparação com o gás queimado do primeiro; e

uma unidade de controle que é configurada para controlar o dito dispositivo de suprimento de tal maneira que o dito segundo combustível é suprido em primeiro lugar no dito motor de combustão interna quando o dito catalisador de purificação de gás de exaustão está em um estado frio, e uma mudança do segundo combustível para o primeiro combustível é então feita ao determinar uma quantidade máxima de adsorção que é um valor máximo; uma quantidade de óxidos de nitrogênio que pode ser adsorvida ao dito catalisador de purificação de gás de exaustão diminui para menos do que um valor limite inferior do mesmo,

em que a dita unidade de controle está configurada para determinar que a quantidade máxima de adsorção do dito catalisador de purificação de gás de exaustão se tornou menor que um valor limite inferior quando um valor medido de um sensor NO_x, que é disposto em uma passagem de exaustão à jusante do catalisador de purificação de gás de exaustão excede um limite permissível.

3. Sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dito primeiro combustível é um combustível líquido contendo álcool, e

o dito valor limite inferior é determinado em um valor que é menor quando uma concentração de álcool do primeiro combustível é alta, que quando é baixa.

4. Sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita unidade de controle é configurada para controlar o dito dispositivo de suprimento de modo que uma mudança do dito primeiro combustível para o dito segundo combustível não é feita

quando a quantidade máxima de adsorção do dito catalisador de purificação de gás de exaustão aumenta igual a ou mais que o valor limite inferior do mesmo depois que uma mudança do dito segundo combustível para o dito primeiro combustível foi feita.

5. Sistema de injeção de combustível de um motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dito primeiro combustível é um combustível de hidrocarboneto baseado em não metano, e

o dito segundo combustível é um combustível de gás natural.

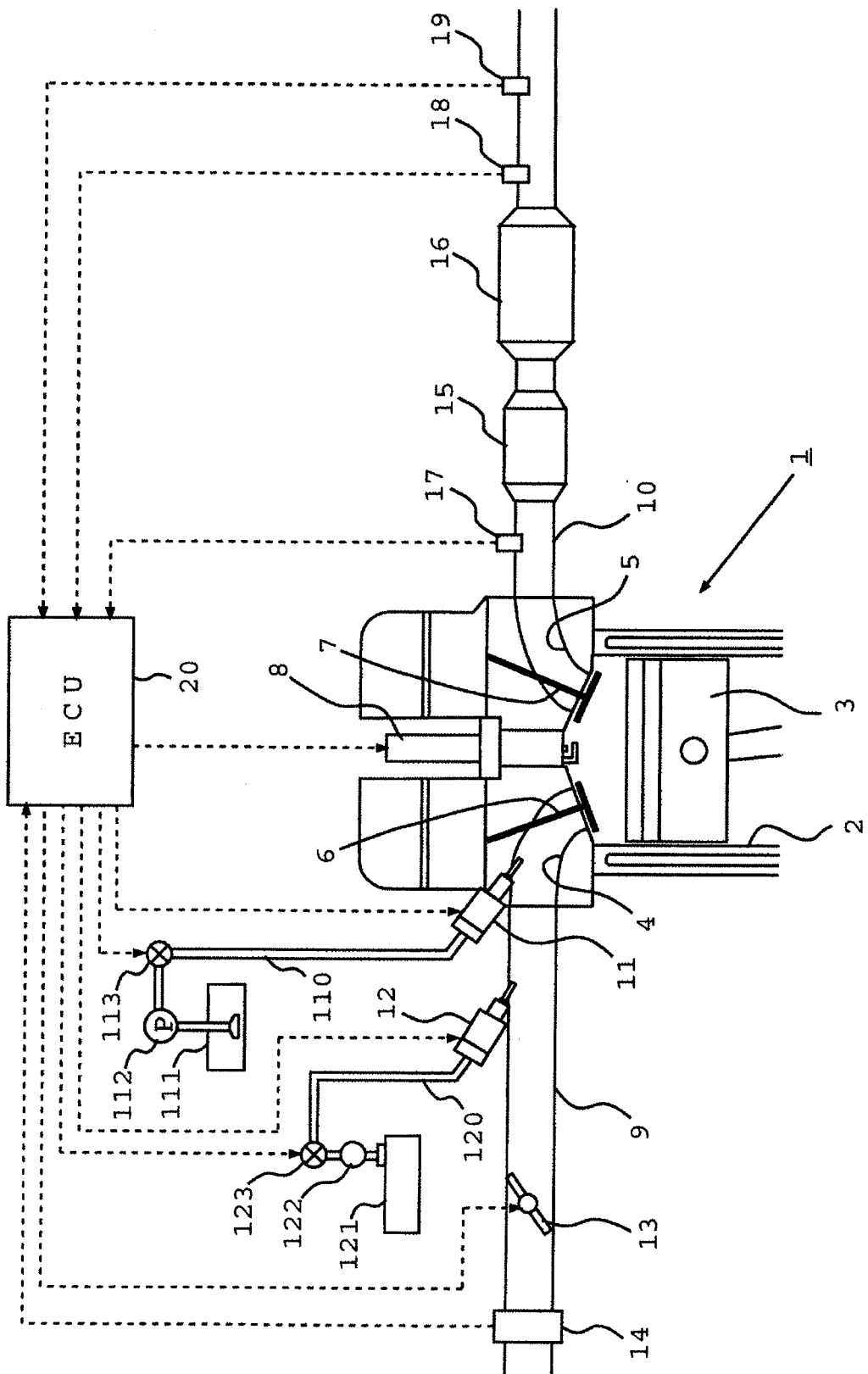


FIG.1

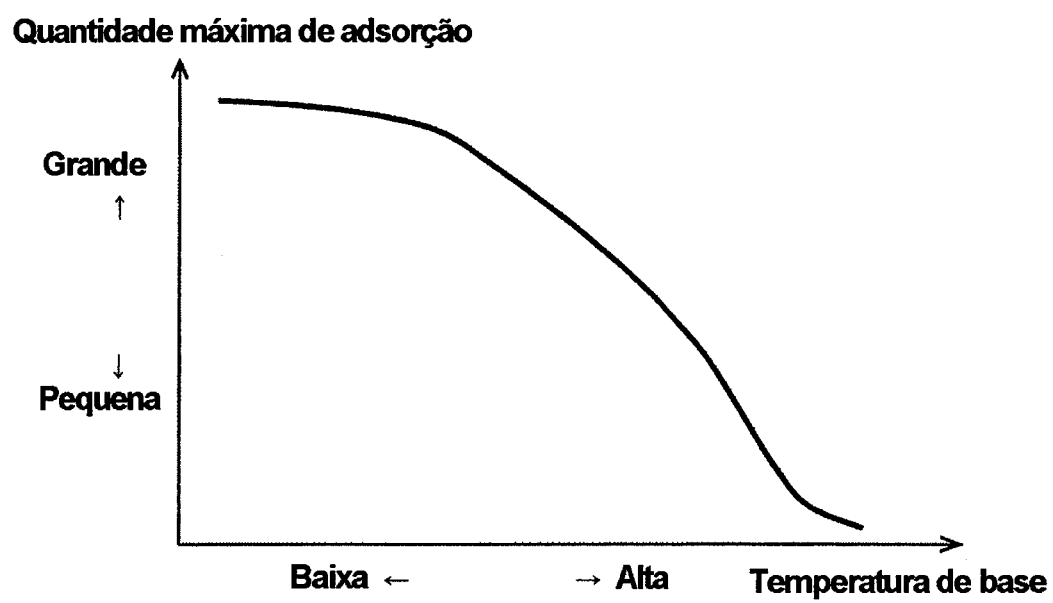


FIG.2

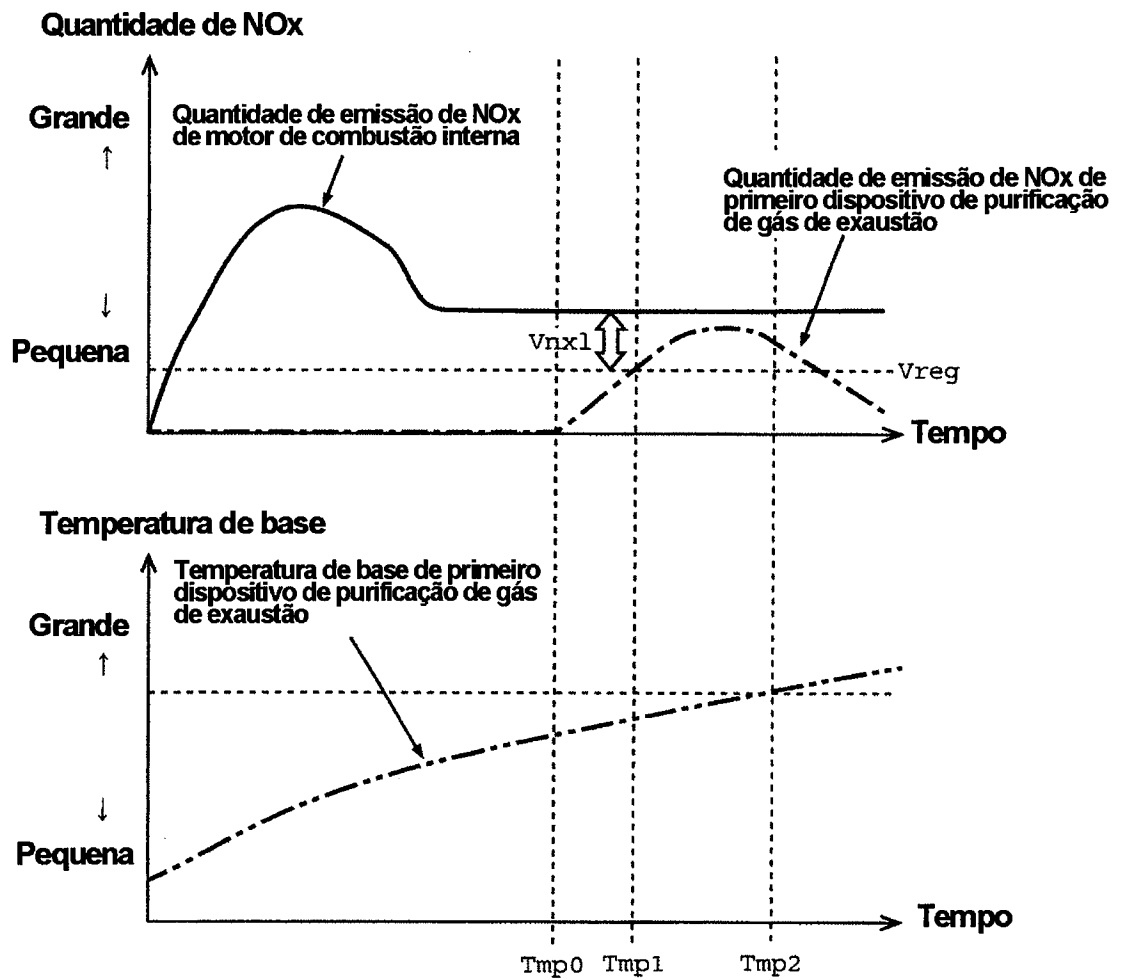


FIG.3

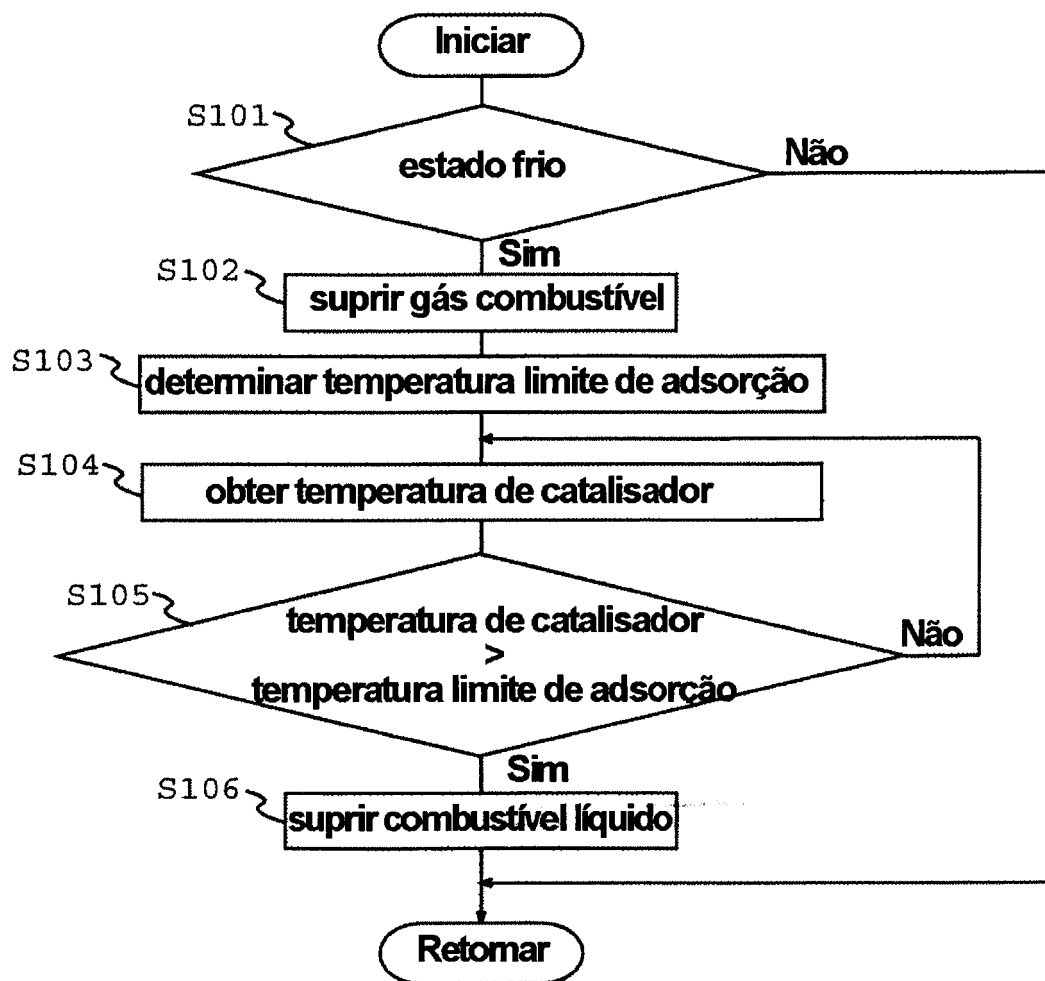


FIG.4

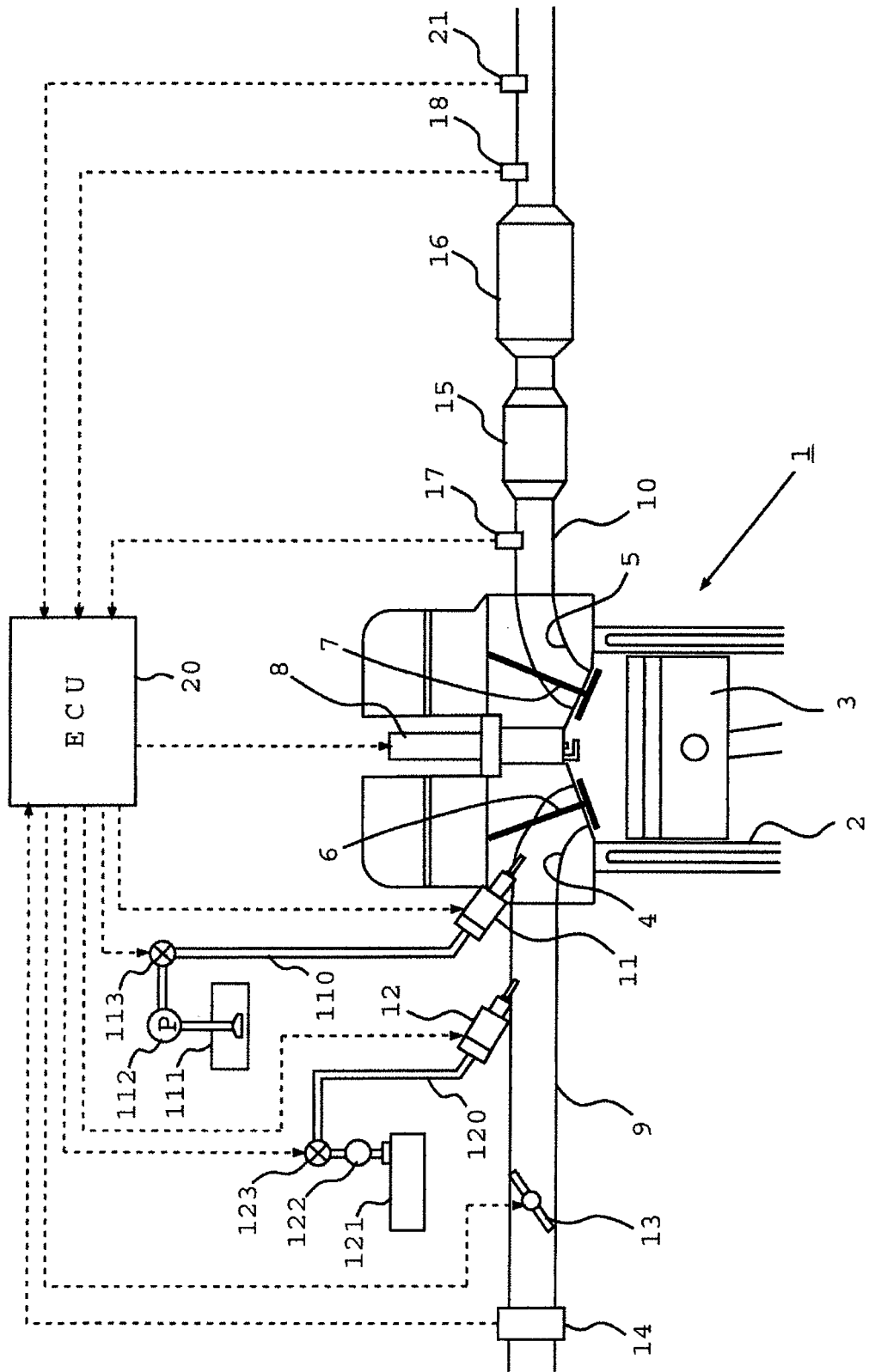
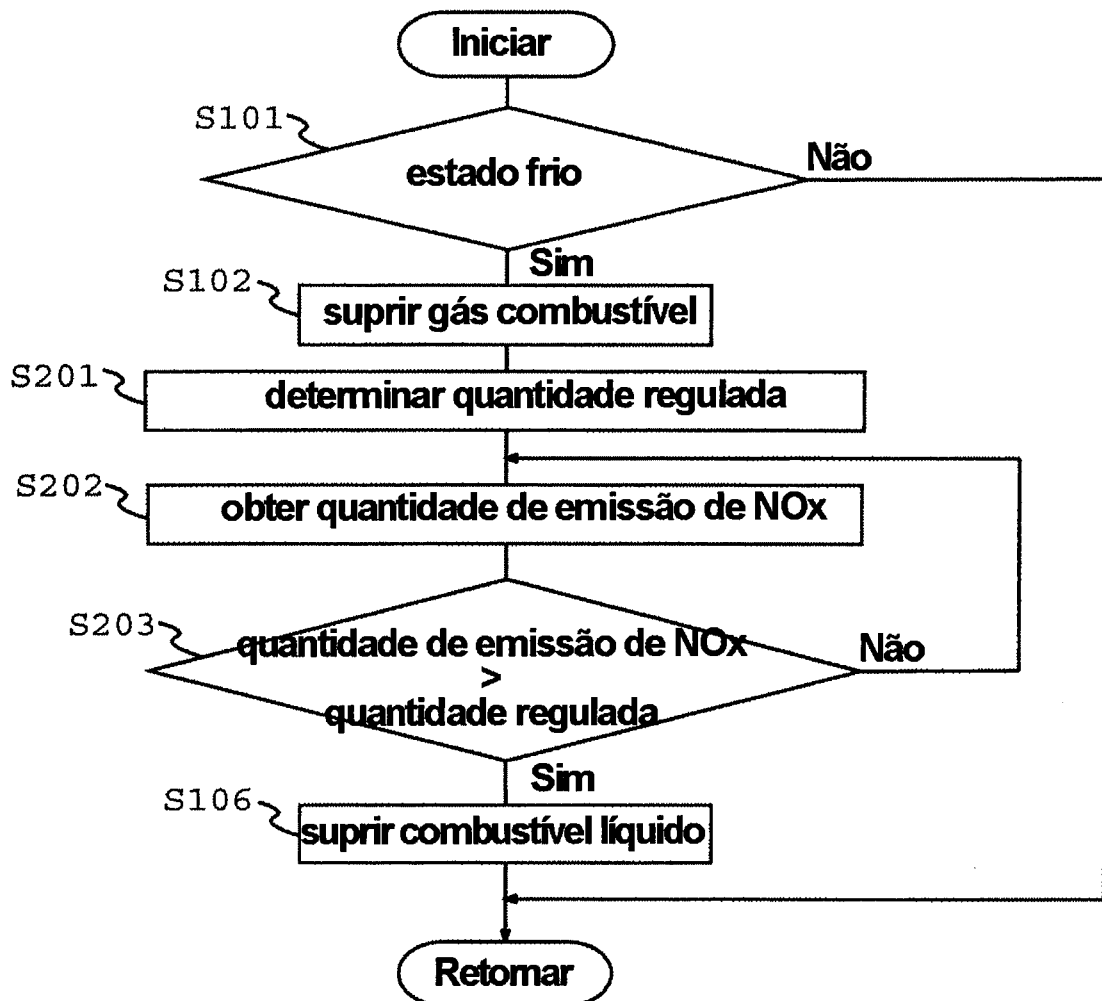


FIG.5



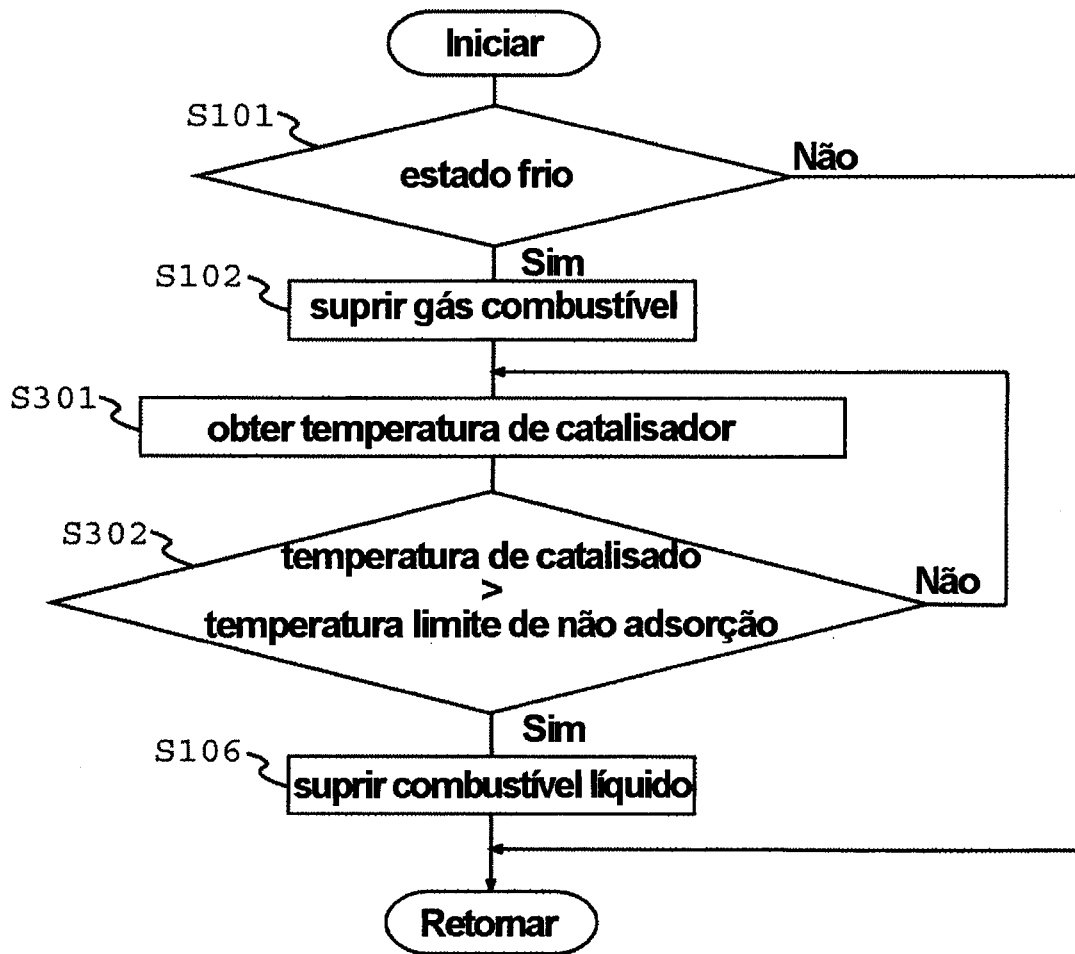


FIG.7

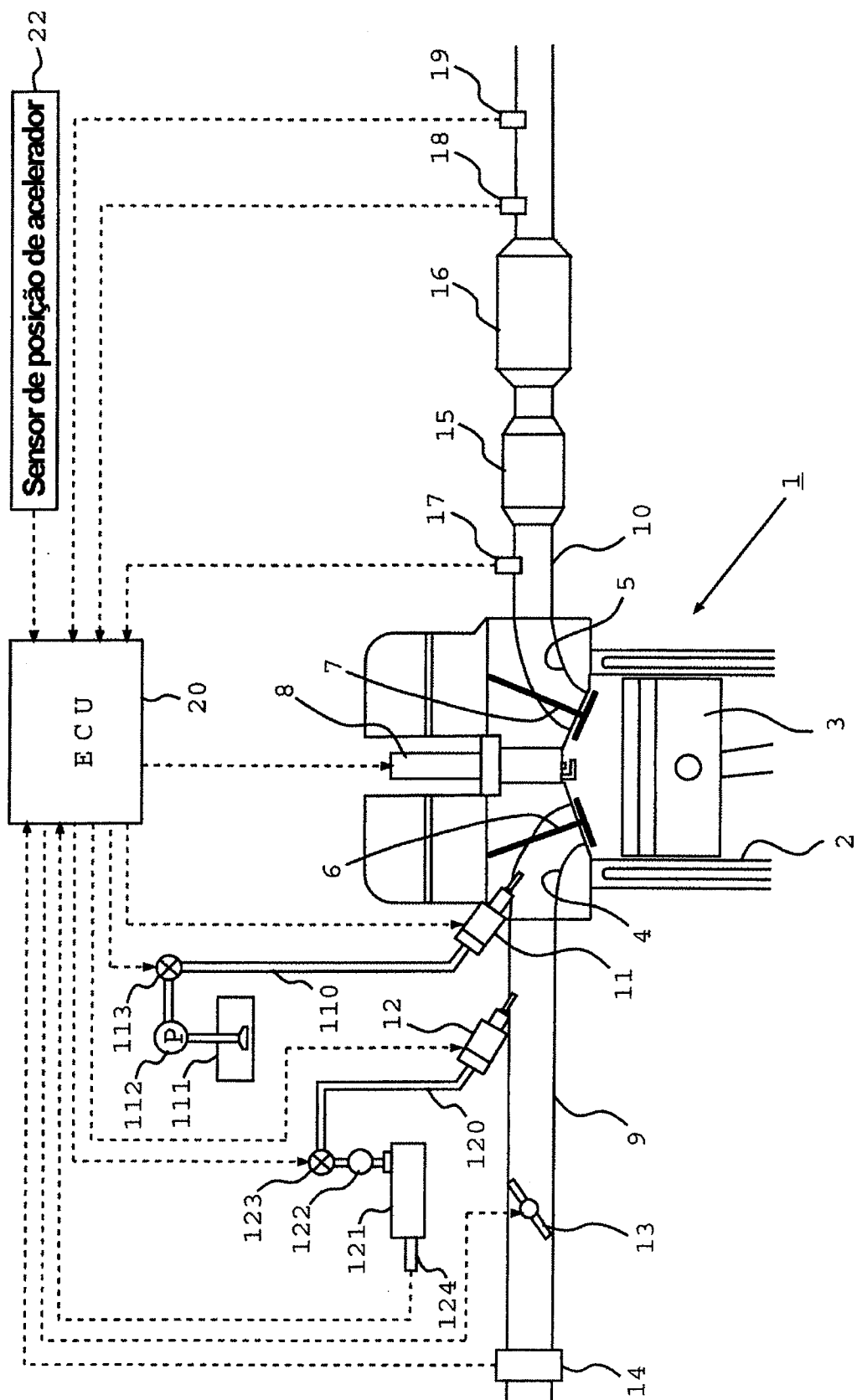


FIG.8

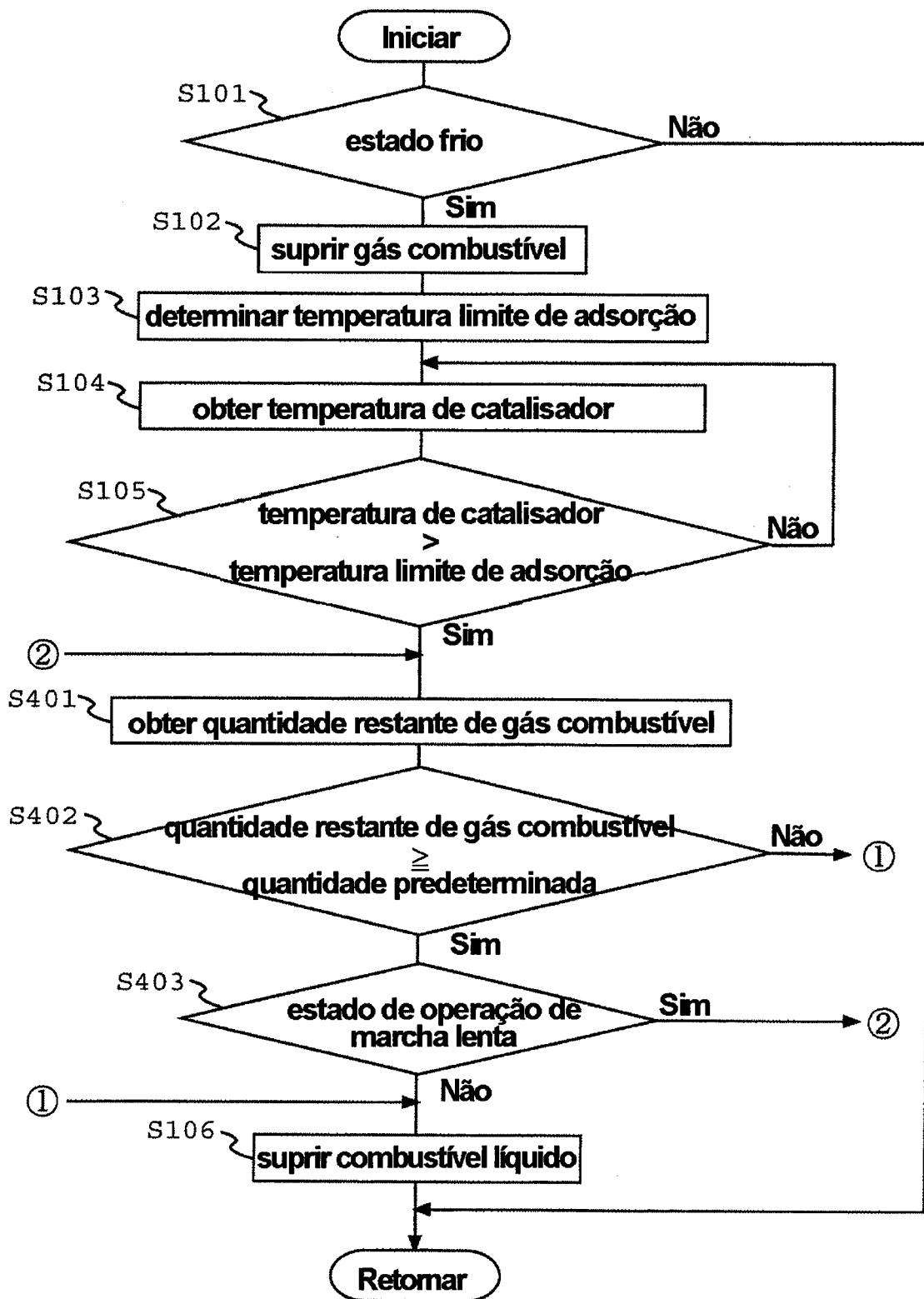


FIG.9