



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

(21) PI 0715852-1 A2



\* B R P I 0 7 1 5 8 5 2 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 28/08/2007

(43) Data da Publicação: 23/07/2013  
(RPI 2220)

(51) Int.Cl.:

F02D 41/04

F02D 19/08

F02D 41/14

F02D 43/00

F02D 45/00

F02M 37/00

(54) Título: APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(30) Prioridade Unionista: 28/08/2006 JP 2006-230508

(73) Titular(es): Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha

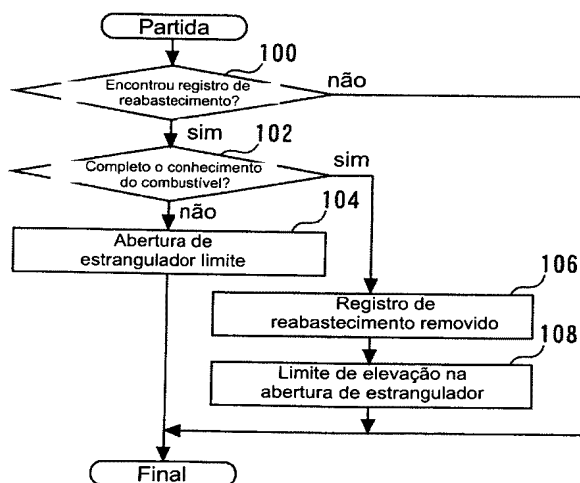
(72) Inventor(es): Takashi Kawai, Yukihiro Sonoda

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007066614 de 28/08/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/026567 de 06/03/2008

(57) Resumo: Patente de Invenção: "APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA". A presente invenção refere-se a um aparelho de controle para um motor de combustão interna. É um objetivo da presente invenção prevenir definitivamente, por exemplo, um catalisador de purificação de exaustão de ser danificado quando o combustível empregado é mudado para um combustível tendo diferentes propriedades durante uma operação. Se o conhecimento do combustível for incompleto embora um registro de reabastecimento do combustível exista, a etapa 104 é realizada para limitar a abertura de estrangulador de um motor de combustão interna operável em um combustível que é obtido pela mistura de álcool e gasolina em uma razão arbitrária. A limitação da abertura do estrangulador torna possível evitar uma entrada na região de operação onde o aumento de combustível é realizado. Isto previne o controle de realimentação da razão de ar-combustível de ser interrompido quando uma mudança de combustível ocorre. Consequentemente, o uso de uma razão de ar-combustível imprópria que pode danificar o catalisador pode ser definitivamente evitado.



Relatório Descritivo da Patente da Invenção para "**APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**".

Campo Técnico

5 A presente invenção refere-se a um aparelho de controle para um motor de combustão interna.

Técnica Anterior

Promove-se que um combustível contendo álcool obtido pela mistura de gasolina com álcool, que é um biocombustível extraído, por exemplo, da cana-de-açúcar, milho ou madeira, seja usado como um combustível automotivo. Sob tais circunstâncias, os veículos de combustível flexível (FFVs), que podem usar vários tipos de combustíveis que diferem na concentração de álcool (teor de álcool), têm sido progressivamente estudados para propósitos de desenvolvimento.

Gasolina e álcool diferem na razão de ar-combustível estequiométrica. A razão de ar-combustível estequiométrica para gasolina é aproximadamente 14,6, ao passo que a razão de ar-combustível estequiométrica, por exemplo, para etanol é aproximadamente 9. Portanto, a razão de ar-combustível estequiométrica para um combustível contendo álcool varia com sua concentração de álcool. Consequentemente, quando o combustível empregado é mudado para um combustível tendo uma concentração de álcool diferente, é necessário mudar a razão de ar-combustível consequentemente.

Em um motor de combustão interna, o controle de realimentação é geralmente exercido sobre a razão de ar-combustível de acordo com uma saída de sinal proveniente do sensor de gás de exaustão que gera uma saída de acordo com a razão de ar-combustível do gás de exaustão. Embora tal controle de realimentação da razão de ar-combustível seja exercido, nenhum problema surge mesmo que o combustível empregado seja mudado para um combustível tendo uma concentração de álcool diferente, que é, uma razão de ar-combustível estequiométrica. A razão é que a quantidade de injeção de combustível é automaticamente corrigida de modo a equalizar a razão de ar-combustível de exaustão com a razão de ar-combustível estequiométrica.

Todavia, o controle da realimentação da razão de ar-combustível

é interrompido durante o aumento do combustível. O aumento do combustível de proteção de catalisador é realizado para prevenir um catalisador de purificação de exaustão do superaquecimento. O aumento do combustível de força é realizado para gerar uma força mais alta. Se o combustível empregado for mudado enquanto o controle de realimentação da razão de ar-combustível é interrompido, a diferença da razão de ar-combustível gerada pela mudança do combustível não será realimentada. Portanto, a quantidade de injeção de combustível não pode ser corrigida. Isto pode degradar emissões e capacidade acionadora. Em adição, o seguinte problema pode também surgir.

O aumento do combustível de proteção de catalisador é uma correção que é feita pelo aumento da quantidade de injeção de combustível para prover uma razão de ar-combustível inferior à razão de ar-combustível estequiométrica para o propósito de abaixar a temperatura de exaustão pelo uso do calor de vaporização de combustível, quando o catalisador está tendente ao superaquecimento. Admitindo-se então que a quantidade de injeção de combustível empregado correntemente seja calculada para prover uma razão de ar-combustível de 12 em uma situação em que o aumento do combustível de proteção de catalisador é realizado durante uma operação realizada através do uso de um combustível composto de 100% de gasolina. Admitindo-se, também, que o combustível empregado seja mudado para um combustível tendo uma alta concentração de álcool ( por exemplo, um combustível tendo uma concentração de álcool de 85%) enquanto o aumento do combustível de proteção de catalisador é realizado. Para o combustível tendo uma alta concentração de álcool, uma razão de ar-combustível de 12 é mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica. Neste caso, portanto, o efeito de redução de temperatura de exaustão pelo calor de vaporização de combustível enfraquece, deste modo permitindo a temperatura de exaustão a se elevar. Como um resultado, o catalisador pode tornar-se danificado e no caso pior, pode se fundir.

Entrementes, um aparelho de controle de razão de ar-combustível relatado em JP-A-5-5446 armazena os valores previamente co-

nhedidos para correção da razão de ar-combustível, classifica os valores conhecidos armazenados pela concentração de álcool, permite um sensor de concentração de álcool instalado em um tanque de combustível a detectar o valor conhecido de acordo com a concentração de álcool do combustível alimentado.

Documento de Patente 1: JP-A-5-5446

Documento de Patente 2: JP-A-2005-98265

Documento de Patente 3: JP-A-2005-90427

Documento de Patente 4: JP-A-9-324693

## 10 Descrição da Invenção

### Problema a ser Solucionado pela Invenção

Todavia, mesmo quando a concentração de álcool no combustível alimentado no tanque de combustível seja diferente daquela de um combustível comumente usado, o combustível injetado de um injetor não se muda imediatamente para o combustível novamente alimentado. Mais especificamente, o aparelho de controle de razão de ar-combustível não pode determinar precisamente a regulação de tempo com a qual o combustível injetado do injetor muda realmente. Portanto, se uma mudança de combustível ocorrer enquanto o controle de realimentação da razão de ar-combustível está parado, o uso do dispositivo acima mencionado não soluciona o problema acima.

A presente invenção tem sido realizada para solucionar o problema acima. Um objetivo da presente invenção é prover um aparelho de controle de motor de combustão interna capaz de evitar definitivamente o dano, por exemplo, de um catalisador de purificação de exaustão, quando o combustível empregado é mudado para um combustível tendo diferentes propriedades durante uma operação.

### Meios para Solucionar o Problema

O primeiro aspecto da presente invenção é um aparelho de controle para controlar um motor de combustão interna operável sobre vários combustíveis que se divergem em razão de ar-combustível estequiométrica, o dito aparelho de controle compreendendo:

-um sensor de gás de exaustão que é instalado em um trajeto de exaustão do motor de combustão interna para gerar uma saída de acordo com a razão de ar-combustível de gás de exaustão;

5 -um meio de controle de realimentação de razão de ar-combustível para exercer um controle de realimentação de razão de ar-combustível de acordo com uma saída do sensor de gás de exaustão;

10 -meio de conhecer o combustível para corrigir um erro que surge de um tipo de combustível de acordo com um valor de correção de realimentação calculado durante o controle de realimentação da razão de ar-combustível;

-meio de detecção de reabastecimento para detectar um combustível alimentado em um tanque de combustível; e

15 -meio de limitação da quantidade de ar que, quando o meio de detecção de reabastecimento detecta uma alimentação de combustível, limita uma quantidade de ar de admissão do motor de combustão interna durante uma operação subsequente até o conhecimento do combustível ser completado.

20 Um segundo aspecto da presente invenção é um aparelho de controle para controlar um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o aparelho de controle compreendendo:

-meio de detecção de reabastecimento para detectar um combustível alimentado em um tanque de combustível;

25 -meio de cálculo que, quando o meio de detecção de reabastecimento detecta um combustível alimentado, calcula o tempo decorrido, milhagem ou uma quantidade de consumo de combustível cumulativo durante uma operação subsequente; e

30 -meio de limitação da quantidade de ar para limitar uma quantidade de ar de admissão de motor de combustão interna até o tempo decorrido calculado, milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumulativo alcançar um predeterminado valor de julgamento.

Um terceiro aspecto da presente invenção é um aparelho de

controle para controlar um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o aparelho de controle compreendendo:

-um sensor de propriedade de combustível que é instalado em um tanque de combustível ou um trajeto de combustível para detectar as propriedades de combustível; e

-meio de limitação da quantidade de ar para limitar uma quantidade de ar de admissão de motor de combustão interna quando há uma mudança nas propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível.

Um quarto aspecto da presente invenção é o aparelho de controle de acordo com o terceiro aspecto, ainda compreendendo:

-meio de cálculo da quantidade de consumo que, quando há uma mudança nas propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível, calcula-se uma quantidade de consumo de combustível cumulativo após a mudança;

em que o meio de limitação da quantidade de ar limita a quantidade de ar de admissão até a quantidade de consumo de combustível cumulativo atingir um predeterminado valor de julgamento.

O quinto aspecto da presente invenção é o aparelho de controle de acordo com o quarto aspecto, em que o predeterminado valor de julgamento leva a quantidade de ar de admissão ser continuamente limitada até o combustível em um trajeto de combustível entre o sensor de propriedade de combustível e a extremidade dianteira de um injetor ser inteiramente substituído.

Um sexto aspecto da presente invenção é o aparelho de controle de acordo com o quarto ou quinto aspecto, ainda compreendendo:

-meio de correção de quantidade de injeção de combustível que, quando a quantidade de consumo de combustível cumulativo atinge o predeterminado valor de julgamento, corrige uma quantidade de injeção de combustível de acordo com as propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível.

### Efeitos Vantajosos da Invenção

Quando um combustível alimentado em um tanque de combustível é detectado em um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o primeiro aspecto da presente invenção pode limitar uma quantidade de ar de admissão durante uma subsequente operação até o conhecimento do combustível com base no controle de realimentação da razão de ar-combustível ser completado. Quando um combustível alimentado no tanque de combustível é detectado, o combustível injetado de um injetor pode mudar durante uma operação subsequente para um combustível diferente que difere em razão de ar-combustível estequiométrica. Se o controle de realimentação da razão de ar-combustível for exercido quando ocorrer uma mudança de combustível, é possível corrigir apropriadamente a razão de ar-combustível de acordo com um novo combustível e conhecer a quantidade de correção requerida devido à diferença de combustível como um valor conhecido de combustível. Todavia, se o controle da realimentação da razão de ar-combustível for interrompido para realizar o aumento de combustível antes da completação do conhecimento do combustível, a razão de ar-combustível não pode ser corrigida para um valor apropriado para o novo combustível mesmo quando um combustível é mudado. Portanto, a razão de ar-combustível torna-se imprópria durante o aumento de combustível. Isto pode não apenas degradar as emissões e capacidade acionadora mas também danificar um catalisador de purificação de exaustão. Sob circunstâncias acima, o primeiro aspecto da presente invenção limita a quantidade de ar de admissão até saber se o combustível está completo, prevenindo deste modo o motor de combustão interna de entrar em uma região de operação onde o aumento do combustível é realizado. Isto torna possível prevenir definitivamente a degradação de emissões e da capacidade acionadora e a danificação do catalisador de purificação de exaustão.

Quando um combustível alimentado em um tanque de combustível é detectado em um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o

segundo aspecto da presente invenção pode limitar a quantidade de ar de admissão durante uma subsequente operação até o tempo decorrido, milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumulativo atingir um predeterminado valor de julgamento. Quando o predeterminado valor de julgamento for apropriado, a 5 completção do conhecimento do combustível pode ser precisamente julgada pela monitoração do tempo decorrido, milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumulativo. Portanto, o segundo aspecto da presente invenção proporciona as mesmas vantagens que o primeiro aspecto.

10 Quando as propriedades de combustível detectadas por um sensor de propriedade de combustível, que é instalado no tanque de combustível ou no trajeto de combustível, são mudadas em um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em uma razão de ar-combustível estequiométrica, o terceiro aspecto da presente invenção 15 pode limitar a quantidade de ar de admissão do motor de combustão interna. Portanto, quando o combustível pode ser mudado para um diferente tipo, é possível prevenir o motor de combustão interna de entrar em uma região da operação em que o aumento de combustível é realizado. Consequentemente, o terceiro aspecto da presente invenção pode prevenir definitivamente 20 emissões e capacidade acionadora de degradarem e o catalisador de purificação de exaustão de tornar danificado, como é o caso com o primeiro aspecto.

O quarto aspecto da presente invenção pode limitar a quantidade de ar de admissão até um predeterminado valor de julgamento ser atingido por uma quantidade de consumo de combustível cumulativo que prevalece após uma mudança da propriedade de combustível detectada pelo sensor de propriedade de combustível. Desde que o predeterminado valor de julgamento seja apropriado, o limite na quantidade de ar de admissão pode ser elevado quando o mesmo pode ser julgado que o combustível injetado do 25 injetor é certamente mudado para um novo. Em outras palavras, o quarto aspecto da presente invenção pode elevar o limite na quantidade de ar de admissão com apropriada regulação de tempo. 30

O quinto aspecto da presente invenção pode definir o valor de julgamento acima, de modo que a quantidade de ar de admissão permanece limitada até o combustível em um trajeto de combustível entre a posição em que o sensor de propriedade de combustível é instalado e a extremidade dianteira do injetor ser inteiramente substituída. Isto assegura que a quantidade de ar de admissão permanece limitada por um período requerido mínimo.

Quando a quantidade de consumo de combustível cumulativo atinge o valor de julgamento acima, isto é, quando a mesma pode ser julgada que o combustível injetado do injetor é certamente mudado para um novo, o sexto aspecto da presente invenção pode corrigir a quantidade de injeção de combustível de acordo com as propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível. Portanto, a correção da quantidade de injeção de combustível ( razão de ar-combustível ) requerida após uma mudança de combustível pode ser feita com regulação de tempo apropriada.

#### Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama ilustrando a configuração de um sistema de acordo com uma primeira concretização da presente invenção.

A figura 2 é um diagrama esquemático ilustrando um sistema de combustível que fornece combustível a um motor de combustão interna de acordo com a primeira concretização da presente invenção.

A figura 3 é um diagrama de regulação de tempo ilustrando um processo de cálculo do valor de correção da realimentação FAF.

A figura 4 é um fluxograma ilustrando uma rotina que é executada pela primeira concretização da presente invenção.

A figura 5 é um fluxograma ilustrando uma rotina que é executada por uma segunda concretização da presente invenção.

A figura 6 é um diagrama esquemático ilustrando um sistema de combustível que fornece combustível a um motor de combustão interna de acordo com uma terceira concretização da presente invenção.

A figura 7 é um fluxograma ilustrando uma rotina que é executada

da pela terceira concretização da presente invenção.

#### Melhor Modalidade para Realizar a Invenção

As concretizações da presente invenção serão, a seguir, descritas abaixo com referência aos desenhos anexos. Similares elementos nos desenhos são indicados pelos mesmos números de referência e não serão descritos de modo redundante.

#### Primeira Concretização

##### Descrição da Configuração do Sistema

A figura 1 é um diagrama ilustrando a configuração de um sistema de acordo com uma primeira concretização da presente invenção. Como mostrado na figura 1, o sistema de acordo com a presente concretização inclui um motor de combustão interna 10, que é montado em um veículo como uma fonte de força motriz. Admite-se que o motor de combustão interna 10 pode operar em gasolina, álcool (etanol, metanol ou similar) ou em um combustível misto composto de gasolina e álcool (um combustível contendo álcool).

A presente concretização admite que o motor de combustão interna 10 é de um tipo de quatro cilindros em linha. Todavia, a presente invenção não está limitada ao uso de quatro cilindros e arranjo de cilindro em linha. A figura 1 é uma vista seccional transversal ilustrando um cilindro do motor de combustão interna 10.

Cada cilindro do motor de combustão interna 10 comunica-se com um trajeto de admissão 12 e um trajeto de exaustão 14. Um medidor de fluxo de ar 16 é instalado no trajeto de admissão 12 para detectar uma quantidade de ar de admissão GA. Uma válvula de estrangulador 18 é instalada a jusante do medidor de fluxo de ar 16 para controlar a quantidade de ar de admissão. A válvula de estrangulador 18 é uma válvula eletronicamente controlada que é acionada por um motor de estrangulador 20 de acordo, por exemplo, com uma abertura de acelerador. Um sensor de posição de estrangulador 22 é instalado próximo da válvula de estrangulador 18 para detectar a abertura da válvula de estrangulador 18 (a seguir, referida como "abertura de estrangulador"). A abertura do acelerador é detectada por um

sensor de posição do acelerador 24, que é instalado próximo de um pedal de acelerador.

Cada cilindro do motor de combustão interna 10 inclui um injetor 26, que injeta o combustível em um orifício de admissão 11. O motor de combustão interna 10 não está limitado a um motor de injeção de orifício, que é mostrado na figura. Pode alternativamente ser um motor de injeção direta, que injeta diretamente o combustível em um cilindro.

Cada cilindro do motor de combustão interna 10 também inclui uma válvula de admissão 28, um plugue de ignição 30 e uma válvula de exaustão 32.

Um sensor de ângulo de manivela 36 é instalado próximo de um eixo de manivela 34 do motor de combustão interna 10 para detectar o ângulo de rotação do eixo de manivela 34. A saída do sensor de ângulo de manivela 36 pode ser usada para detectar, por exemplo, a posição rotacional do eixo de manivela 34 e uma velocidade de motor NE.

Um catalisador 38 é instalado no trajeto de exaustão 14 do motor de combustão interna 10 para purificar o gás de exaustão. Um sensor de  $O_2$  40 é instalado a montante do catalisador 38 para gerar uma saída que muda repentinamente dependendo de se a razão de ar-combustível de gás de exaustão é mais rica ou mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica.

O sistema de acordo com a presente concretização também inclui uma ECU (Unidade de Controle Eletrônica) 50. A ECU 50 é conectada aos vários sensores e atuadores acima mencionados. A ECU 50 é capaz de controlar o status de operação do motor de combustão interna 10 de acordo com as saídas dos sensores.

A figura 2 é um diagrama esquemático ilustrando um sistema de combustível que fornece combustível ao motor de combustão interna 10. Como mostrado na figura 2, o sistema de acordo com a presente concretização inclui um tanque de combustível 42 que armazena combustível alimentado. Uma bomba de combustível 44 e um regulador de pressão 46 são instalados no tanque de combustível 42. O combustível no tanque de combustí-

vel 42 é pressurizado pela bomba de combustível 44, regulado em pressão pelo regulador de pressão 46 e avançado para o motor de combustão interna 10 através de um tubo de combustível 48. O combustível é então distribuído para o injetor 26 de cada cilindro através de um tubo de envio 52.

#### 5 Controle Básico pela Presente Concretização

O controle da razão de ar-combustível básica exercido pelo sistema de acordo com a presente concretização será, a seguir, descrito abaixo. O injetor 26 injeta uma predeterminada quantidade de combustível de acordo com o tempo de injeção de combustível TAU. Portanto, a ECU 50  
10 controla a quantidade de injeção de combustível pelo controle do tempo de injeção de combustível TAU do injetor 26. O tempo de injeção de combustível TAU é calculado pela seguinte equação:

$$\text{TAU} = \alpha \times \text{TP} \times \text{KT} + \beta \text{ ---- (1)}$$

Na Equação (1) acima, o símbolo "TP" representa o tempo de  
15 injeção básico. O tempo de injeção básico TP é o tempo de injeção para uma quantidade de injeção de combustível básica que é calculada por exemplo, a partir da quantidade de ar de admissão GA detectada pelo medidor de fluxo de ar 16 e a velocidade de motor NE. O símbolo  $\alpha$  representa um coeficiente de correção que é usado, por exemplo, para realizar o aumento do combustível de proteção de catalisador ou aumento do combustível de força. O símbolo  $\beta$  representa o tempo de injeção inválido, que é usado para corrigir o retardo na operação do injetor 26. O símbolo KT representa um coeficiente de correção que é composto de um valor de correção de realimentação FAF e um valor conhecido KG. Em outras palavras, o coeficiente de correção KT é expresso pela seguinte equação:  
25

$$\text{KT} = \text{FAF} + \text{KG} \text{ --- (2)}$$

#### Controle de Realimentação da Razão de Ar-Combustível

A figura 3 é um diagrama de regulação de tempo ilustrando um processo de calcular o valor de correção de realimentação FAF. Mais especificamente, a linha (a) na figura 3 indica mudanças na saída do sensor de  $\text{O}_2$  40, ao passo que a linha (b) na figura 3 indica mudanças no valor de correção de realimentação FAF. Como mostrado na figura 3, o valor de corre-

ção de realimentação FAF é calculado de modo que o mesmo varie periodicamente em torno de 1,0 enquanto o controle de realimentação da razão de ar-combustível é exercido. O processo de calcular o valor de correção de realimentação FAF será descrito em detalhes abaixo.

5                   A figura 3 mostra que a modalidade de saída do sensor de  $O_2$  40 é fraca durante um intervalo entre o tempo  $t_1$  e o tempo  $t_2$ . Isto indica que a razão de ar-combustível de um gás de exaustão descarregado do motor de combustão interna 10 (a seguir referido como "razão de ar-combustível de exaustão") é mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica.

10 Enquanto o sensor de  $O_2$  40 gera uma saída fraca, o valor de correção de realimentação FAF é atualizado e gradualmente aumentado com um predeterminado gradiente. Quando o FAF é atualizado para um valor maior, o tempo de injeção de combustível TAU aumenta, deste modo levando a razão de ar-combustível de exaustão a mudar de fraca para rica em breve. A saída

15 do sensor de  $O_2$  40 em seguida, também, muda da fraca para rica (tempo  $t_2$ ).

Quando é detectado que a saída do sensor de  $O_2$  40 é mudada da fraca para rica, a ECU 50 decresce drasticamente o valor de correção de realimentação FAF (tempo  $t_2$ ). Subsequentemente, o FAF é atualizado e

20 gradualmente decrescido com um predeterminado gradiente desde que a saída do sensor de  $O_2$  40 permaneça rica. Quando o FAF é atualizado para um valor pequeno, o tempo de injeção de combustível TAU decresce, deste modo levando a razão de ar-combustível de exaustão a mudar de rica para fraca em breve. A saída do sensor de  $O_2$  40 então também muda da rica pa-

25 ra fraca (tempo  $t_3$ ).

Quando é detectado que a saída do sensor de  $O_2$  40 é mudada da rica para fraca, a ECU 50 aumenta drasticamente o valor de correção de realimentação FAF (tempo  $t_3$ ). Subsequentemente, o FAF é atualizado em uma maneira descrita acima e gradualmente aumentado com

30 um predeterminado gradiente desde que a saída do sensor de  $O_2$  40 permaneça fraca.

Enquanto o controle de realimentação de razão de ar-

combustível é exercido, o processo acima é repetidamente realizado para aumentar e reduzir alternadamente o valor de correção de realimentação FAF de acordo com a razão de ar-combustível de exaustão. Ainda, quando o FAF alternadamente aumenta e decresce, a razão de ar-combustível do motor de combustão interna 10 permanece próxima à razão de ar-combustível estequiométrica.

Em adição aos cálculos do valor de correção de realimentação FAF, a ECU 50 calcula um valor nivelado FAFAV, que é uma média de tempo do valor de correção de realimentação FAF. Enquanto o controle de realimentação da razão de ar-combustível é idealmente exercido, o valor nivelado FAFAV é 1,0 uma vez que o valor de correção de realimentação FAF varia em torno de 1,0. Todavia, se a razão de ar-combustível tender ser mais rica do que a razão de ar-combustível estequiométrica devido, por exemplo, à variabilidade individual do medidor de fluxo de ar 16 ou injetor 26, o FAF varia em torno de um valor menor do que 1,0 a fim de desviar tal tendência. Neste momento, o FAFAV é menor do que 1,0. Se, por outro lado, a razão de ar-combustível tender a ser mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica, o FAFAV é maior do que 1,0 porque o FAF varia em torno de um valor maior do que 1,0.

20 (0043)

Em outras palavras, o desvio ( $\text{FAFAV} - 1,0$ ) entre o valor nivelado FAFAV do valor de correção de realimentação FAF e um valor de referência de 1,0 pode ser considerado como um erro constante que é envolvido no controle da razão de ar-combustível. Para conhecer tal erro constante, a ECU 50 realiza um processo para incorporar periodicamente o desvio ( $\text{FAFAV} - 1,0$ ) no valor conhecido KG.

Se a razão de ar-combustível tender a ser mais rica ou mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica devido, por exemplo, ao envelhecimento do motor de combustão interna 10, o processo acima possibilita o valor conhecido KG a desviar-se de tal tendência. Consequentemente, o valor de correção de realimentação FAF pode ser constantemente variado em torno de um valor de referência de 1,0.

### Informação sobre combustível

Como mencionado acima, a razão de ar-combustível estequiométrica varia com a concentração de álcool no combustível. Mais especificamente, a razão de ar-combustível estequiométrica decresce com um aumento na concentração de álcool (com um aumento no grau de aproximação a álcool 100%) e aumenta com uma redução na concentração de álcool (com um aumento no grau de aproximação a gasolina 100%). Em uma situação em que a quantidade de injeção de combustível (razão de ar-combustível) permanece inalterada, portanto, a razão de ar-combustível torna-se mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica quando a concentração de álcool aumenta, e, torna-se mais rica do que a razão de ar-combustível estequiométrica quando a concentração de álcool decresce.

Consequentemente, quando a concentração de álcool no combustível queimado no motor de combustão interna 10 muda porque o combustível novamente alimentado difere do combustível comumente usado na concentração de álcool, a razão de ar-combustível tende a ser mais rica ou mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica. Mesmo neste caso, o valor conhecido acima mencionado KG pode desviar tal tendência. Portanto, mesmo quando a concentração de álcool no combustível for mudada, o exercício do controle de realimentação da razão de ar-combustível como descrito acima torna possível assegurar que a razão de ar-combustível do motor de combustão interna 10 coincide com a razão de ar-combustível estequiométrica do combustível.

A presente concretização admite que o valor conhecido KG é composto de um valor conhecido normal KGN, que é usado para corrigir um desvio da razão de ar-combustível resultante, por exemplo, do envelhecimento do motor de combustão interna 10, e um valor conhecido de combustível KGF, que é usado para corrigir um desvio de razão de ar-combustível resultante de uma diferença no tipo do combustível (concentração de álcool) e calcula o valor conhecido normal KGN e o valor conhecido de combustível KGF distintamente. Embora o valor conhecido KG possa conter alguns outros valores fracos, a presente concretização admite que o valor conhecido

KG seja composto do valor conhecido normal KGN e valor conhecido de combustível KGF. Em outras palavras, o valor conhecido KG de acordo com a presente concretização é expresso pela seguinte equação:

$$KG = KGN + KGN ---- (3)$$

5                    Se um combustível tendo uma concentração de álcool diferente for alimentado no tanque de combustível, a concentração de álcool do combustível injetado do injetor 26 muda durante a subsequente operação. Portanto, se a razão de ar-combustível for polarizada durante uma subsequente operação para reabastecimento, isto é, se um desvio (FAFAV – 1,0) surgir  
10                    entre o valor nivelado FAF do valor de correção de realimentação FAF e um valor de referência de 1,0, é altamente provável que o desvio seja causado por uma mudança na concentração de álcool no combustível. Assim, o desvio (FAFAV – 1,0) encontrado durante um certo período após o reabastecimento é considerado ser uma consequência de uma mudança de com-  
15                    bustível e incorporado no valor conhecido de combustível KGF.

                    Quando o valor conhecido do combustível KGF converge para um valor substancialmente fixo no conhecimento do combustível acima descrito, pode se julgar que o conhecimento do combustível está completo. Portanto, se a razão de ar-combustível for polarizada subsequentemente, é  
20                    concebível que tal polarização é causada por um fator comum tal como envelhecimento do motor de combustão interna 10. Após a completação do conhecimento do combustível, portanto, o desvio (FAFAV – 1,0) é incorporado no valor conhecido normal KGN.

#### Aumento do Combustível de Proteção de Catalisador

25                    Quando é antecipado que a temperatura do catalisador 38 pode se elevar excessivamente, o sistema realiza o aumento do combustível de proteção de catalisador a fim de prevenir o catalisador 38 de se deteriorar e tornar-se danificado. Este aumento do combustível de proteção de catalisador será adiante descrito.

30                    A relação entre a temperatura de convergência do catalisador 38, a carga de motor e a velocidade de motor NE durante uma operação normal tem sido investigada previamente. O sistema armazena esta relação

como um mapa na ECU 50. A ECU 50 realiza constantemente os cálculos para estimar a temperatura do catalisador 38 de acordo com o mapa (a seguir referido como "mapa da temperatura de convergência do catalisador"), a carga de motor de corrente e a velocidade de motor de corrente NE. Quando a temperatura estimada do catalisador 38 exceder uma determinada temperatura para aumento do combustível (temperatura permissível), o aumento do combustível de proteção de catalisador é realizado para proteger o catalisador 38 por permitir o calor de vaporização de combustível a abaixar a temperatura de exaustão.

Quando o aumento do combustível de proteção de catalisador for realizado, a quantidade de injeção de combustível é aumentada para prover uma razão de ar-combustível que é mais rica do que a razão de ar-combustível estequiométrica. Entrementes, o controle de alimentação de razão de ar-combustível com base no valor de correção de realimentação acima mencionado FAF é exercido para assegurar que a razão de ar-combustível coincide com a razão de ar-combustível estequiométrica. Portanto, quando o aumento do combustível de proteção de catalisador for realizado, o controle de realimentação da razão de ar-combustível é interrompido para evitar a interferência. Consequentemente, a quantidade de injeção de combustível (razão de ar-combustível) é controlada em circuito aberto.

Como mencionado anteriormente, a razão de ar-combustível estequiométrica varia com a concentração de álcool no combustível. Portanto, a razão de ar-combustível ideal para aumento do combustível de proteção de catalisador também varia com a concentração de álcool no combustível. Quando o conhecimento do combustível estiver completo, a razão de ar-combustível para aumento do combustível de proteção de catalisador pode também ser corrigida apropriadamente pelo valor conhecido do combustível KGF.

Todavia, se o aumento do combustível de proteção de catalisador for realizado quando o conhecimento do combustível não for ainda completado após o combustível injetado do injetor 26 (a seguir referido como "combustível injetado") ser mudado para um combustível tendo uma concen-

tração de álcool diferente, o seguinte problema surge.

Admita-se agora que o aumento de combustível de proteção de catalisador seja realizado imediatamente após o combustível realmente injetado do injetor 26 ser mudado de um combustível composto de 100% gasolina para um combustível tendo uma alta concentração de álcool (por exemplo, tendo uma concentração de álcool de 85%). Neste momento, o valor conhecido de combustível KGF é adaptado para um combustível composto de 100% gasolina porque o conhecimento sobre combustível não está ainda completo. Consequentemente, quando o aumento do combustível de proteção de catalisador é realizado no momento acima, a quantidade de combustível a ser injetada do injetor 26 é calculada de modo a prover uma razão de ar-combustível mais rica do que a razão de ar-combustível estequiométrica para um combustível composto de 100% gasolina (por exemplo, uma razão de ar-combustível de 12). Todavia, o combustível realmente injetado do injetor 26 tem uma alta concentração de álcool, isto é, uma baixa razão de ar-combustível estequiométrica. Portanto, se o combustível for injetado a uma razão de ar-combustível de 12, a combustão ocorre em uma razão de ar-combustível que é mais fraca do que a razão de ar-combustível estequiométrica. Como um resultado, o efeito de redução da temperatura de exaustão pelo calor de vaporização de combustível enfraquece, permitindo deste modo a elevação da temperatura de exaustão. Em outras palavras, a temperatura do catalisador 38 continua a se elevar em uma situação em que deva ser abaixada. Consequentemente, o catalisador 38 torna-se danificado e em caso pior, pode se fundir.

O fenômeno acima também ocorre quando o combustível injetado é mudado de um combustível tendo uma baixa concentração de álcool (ao invés de um combustível composto de 100% gasolina) para um combustível tendo uma alta concentração de álcool.

Se, ao contrário, o aumento do combustível de proteção de catalisador for realizado imediatamente após o combustível injetado ser mudado de um combustível tendo uma alta concentração de álcool para um combustível tendo uma baixa concentração de álcool, a razão de ar-combustível tor-

na-se excessivamente rica, degradando deste modo a qualidade e emissões de combustão.

Ainda, o fenômeno acima pode também ocorrer quando o aumento do combustível que não o aumento de combustível de proteção de catalisador é realizado. Outro aumento de combustível é, por exemplo, aumento de combustível de força em resposta a um estrangulador inteiramente aberto. Todavia, a seguinte descrição principalmente trata do aumento do combustível de proteção de catalisador.

#### Características da Primeira Concretização

Para superar o problema acima, a presente concretização exerce um controle para limitar a quantidade de ar de admissão (abertura do estrangulador) durante uma operação subsequente para reabastecer no tanque de combustível 42 até o conhecimento do combustível ser completado. O exercício de controle nesta maneira torna possível prevenir uma elevação excessiva na temperatura do catalisador 38. Uma vez que isto elimina a necessidade de aumento do combustível de proteção de catalisador, é possível evitar definitivamente o problema acima.

#### Detalhes do Processo Realizado pela Primeira Concretização

A figura 4 é um fluxograma ilustrando uma rotina que a ECU 50 de acordo com a presente concretização executa para implementar a funcionalidade acima descrita. Admite-se que a rotina é repetidamente executada a determinados intervalos de tempo. Primeiramente, a rotina mostrada na figura 4 realiza a etapa 100 para julgar se um registro de reabastecimento existe, indicando que o combustível é alimentado. Admite-se que a presente concretização verifica o status, por exemplo, de um aferidor emissor (aferidor de nível), que é instalado no tanque de combustível 42, uma tampa de combustível de um veículo em que o motor de combustão interna 10 é montado e um sistema ORVR (Recuperador de Vapor de Reabastecimento a Bordo) (nenhum destes itens é mostrado) para detectar se um combustível é alimentado. Quando um combustível alimentado é detectado, a rotina julga que um registro de reabastecimento existe.

Se o resultado do julgamento obtido na etapa 100 não indicar

que um registro de reabastecimento existe, pode se concluir que o combustível injetado do injetor 26 possivelmente não mudará para um combustível tendo uma concentração de álcool diferente. Neste momento, portanto, o ciclo de processamento de corrente entra para uma finalização imediata.

5                    Se, por outro lado, o resultado do julgamento obtido na etapa 100 indicar que um registro de reabastecimento existe, pode ser concluído que o combustível injetado do injetor 26 está quase para se mudar ou tenha já mudado para um combustível tendo uma concentração de álcool diferente. Neste momento, em seguida, a etapa 102 é realizada para julgar se o co-  
10                    nhecimento do combustível está completo. O conhecimento do combustível pode ser julgado estar completo quando, por exemplo, o valor nivelado FAF do valor de correção de realimentação FAF permanecer dentro de uma faixa de julgamento ( $1,0 - \gamma \leq \text{FAF} \leq 1,0 + \gamma$ ), que é definido por um pre-  
15                    determinado valor de julgamento  $\gamma$ , por um período de tempo não inferior ao predeterminado tempo de julgamento  $\tau$ .

Se o resultado de julgamento obtido na etapa 102 não indicar que o conhecimento do combustível está completo, a rotina prossegue para a etapa 104. Na etapa 104, o controle é exercido para limitar a abertura do estrangulador em tal maneira que a temperatura do catalisador 38 não atinge  
20                    a temperatura de aumento de combustível. Mais especificamente, as curvas da carga de motor e da velocidade de motor NE para levar a temperatura de convergência de catalisador indicada no mapa de temperatura de convergência de catalisador a coincidir com a temperatura de aumento de combustí-  
25                    vel são determinadas para usar a abertura de estrangulador no ponto específico das curvas como uma abertura de estrangulador de limite superior. Ainda, o controle é exercido de modo que a abertura de estrangulador real seja menor do que a abertura de estrangulador de limite superior. Uma alter-  
30                    nativa seria deixar a abertura de estrangulador não limitada enquanto a temperatura estimada do catalisador 38 está suficientemente mais baixa que a temperatura de aumento do combustível e o exercício do controle para manter a abertura de estrangulador menor do que a abertura de estrangulador de limite superior quando a temperatura estimada do catalisador 38 está próxi-

ma da temperatura de aumento do combustível.

Quando a etapa 102 é realizada como descrito acima, é possível prevenir a temperatura (temperatura estimada) do catalisador 38 de se elevar para a temperatura de aumento de combustível. Portanto, o aumento do combustível de proteção do catalisador pode ser definitivamente evitado antes da completação do conhecimento do combustível. Em outras palavras, é possível evitar definitivamente o término do controle de realimentação da razão de ar-combustível. Consequentemente, o problema acima mencionado pode ser definitivamente evitado.

Quando o controle do conhecimento do combustível é progressivamente exercido para completar o conhecimento do combustível após o combustível injetado ser mudado para um novo combustível, o valor conhecido do combustível torna-se apropriado para o novo combustível. De agora diante, mesmo que o aumento do combustível de proteção de catalisador fosse realizado, isto é, mesmo que o controle de realimentação da razão de ar-combustível fosse interrompido, a quantidade de injeção de combustível pode ser calculada para prover uma razão de ar-combustível apropriada para um novo combustível. Isto elimina a necessidade de limitar a quantidade de ar de admissão. Como tal sendo o caso, quando o resultado do julgamento obtido na etapa 102 indicar que o conhecimento do combustível está completo, uma etapa 106 é realizada para limpar o registro de reabastecimento (de modo que nenhum registro de reabastecimento exista). Em seguida, a etapa 108 é realizada para elevar o limite sobre a abertura de estrangulador, que era limitada na etapa 104.

Deverá ser notado que a etapa 102 é realizada para limitar a abertura do estrangulador (quantidade de ar de admissão). A etapa 102 não inutiliza a capacidade do aumento de combustível de proteção de catalisador. Enquanto a capacidade do aumento de combustível de proteção de catalisador é inutilizada, o catalisador 38 pode tornar-se danificado porque a temperatura do catalisador 38 não pode ser abaixada se a temperatura do catalisador deva se elevar excessivamente por alguma razão. Todavia, a presente concretização pode proteger apropriadamente o catalisador 38

porque esta pode reduzir a temperatura do catalisador 38 em tal situação.

Ainda, a rotina mostrada na figura 4 pode prevenir o motor de combustão interna 10 de ingressar na região em que o aumento de combustível( por exemplo, aumento de combustível de força) além do aumento de  
5 combustível de proteção de catalisador é proporcionado antes de completar o conhecimento do combustível. Isto torna possível proteger definitivamente o catalisador 38.

Embora a etapa 104 seja realizada para limitar a quantidade de ar de admissão pela limitação da abertura do estrangulador, a presente invenção não está limitada ao uso de processo de limitação da quantidade de  
10 ar de admissão. Quando, por exemplo, o motor de combustão interna inclui um trem de válvula variável que é capaz de variar continuamente o ângulo de operação e a quantidade de elevação da válvula de admissão 28, a quantidade de ar de admissão pode alternativamente ser limitada pela limitação  
15 do ângulo de operação e quantidade de elevação da válvula de admissão 38.

Entrementes, o sistema de acordo com a presente concretização tem um sistema de combustível sem retorno, que não tem um trajeto de retorno, do motor de combustão interna 10 ao tanque de combustível 42, como  
20 mostrado na figura 2. Mesmo após um novo, diferente combustível ser alimentado em tal sistema de combustível sem retorno, o combustível injetado não muda para o novo combustível até o combustível anterior remanescente no trajeto de combustível entre o tanque de combustível 42 e o injetor 26 ser consumido. Em outras palavras, o combustível injetado não muda possivel-  
25 mente para o combustível novamente alimentado durante um período imediatamente após o recomeço de uma operação subsequente ao reabastecimento. Portanto, não há necessidade de iniciar imediatamente a limitação da quantidade de ar de admissão na etapa 104. Consequentemente, uma alternativa seria calcular uma quantidade de consumo de combustível cumulati-  
30 vo, que é alcançada após o reabastecimento, de acordo com a quantidade de combustível injetado do injetor 26 e transfere o início do controle da quantidade de ar de admissão até a quantidade de consumo de combustível cu-

mulativo alcançar um valor que pode mudar o combustível injetado para o novo combustível. O uso desta alternativa pode minimizar o período durante o qual a quantidade de ar de admissão é limitada, isto é, o período durante o qual a saída do motor de combustão interna 10 é limitada.

5 Quando, por outro lado, um sistema de combustível de retorno é empregado de modo que há um trajeto de retorno do motor de combustão interna 10 ao tanque de combustível 42, o combustível no tubo de combustível 48 e tubo de envio 52 constantemente circula durante a operação. Portanto, quando uma operação é reiniciada após o reabastecimento, o combustível no tubo de combustível 48 e no tubo de envio 52 é imediatamente substituído com um novo. Consequentemente, quando uma operação é reiniciada após o reabastecimento, o combustível injetado é substituído com um novo em breve. Portanto, quando um sistema de combustível de retorno for usado, é preferido que a quantidade de ar de admissão seja limitada imediatamente após o reinício de uma operação subsequente ao reabastecimento.

Na primeira concretização, que tem sido descrita acima, o sensor de  $O_2$  40 corresponde ao "sensor de gás de exaustão" de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção. Ainda, o "meio de controle de realimentação da razão de ar-combustível" de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza um processo para calcular o valor de correção de realimentação FAF; o "meio de conhecer o combustível" de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza um processo para calcular o valor conhecido de combustível KGF; o "meio de detecção de reabastecimento" de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza a etapa 100; e o "meio de limitação da quantidade de ar" de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU realiza as etapas 102 a 108.

30 A presente invenção não está limitada ao uso dos processos acima descritos de controle de realimentação da razão de ar-combustível e controle de conhecimento do combustível e permite o uso de quaisquer ou-

5       tros processos. A presente invenção pode também ser aplicada a um sistema em que um sensor de A/F para gerar uma saída linear de acordo com a razão de ar-combustível é usado como um sensor de gás de exaustão ao invés do sensor de O<sub>2</sub> 40 e a um sistema tendo uma pluralidade de sensores de gás de exaustão.

#### Segunda Concretização

10       Uma segunda concretização da presente invenção será, a seguir, descrita com referência à figura 5. Todavia, as diferenças entre a segunda concretização e a primeira concretização descrita acima serão principalmente descritas embora saltando a descrição de assuntos comuns a estas concretizações. A segunda concretização pode ser implementada quando utiliza a mesma configuração do sistema que da primeira concretização e leva a ECU 50 a executar uma rotina mais tarde descrita, mostrada na figura 5.

15       Quando o reabastecimento é detectado, a primeira concretização limita a quantidade de ar de admissão até o conhecimento do combustível ser completado. Em quase todos os casos, o tempo requerido para a completação do conhecimento do combustível não é extremamente longo embora varie com o status de operação do motor de combustão interna 10. Portanto, quando uma quantidade apropriada de tempo decorrer após o reinício de uma operação subsequente ao reabastecimento, pode ser estimado  
20       que o conhecimento do combustível esteja completo. Em tal caso, a segunda concretização eleva o limite na quantidade de ar de admissão a medida que o tempo decorre, uma vez que o reinício da operação subsequente ao reabastecimento atinge um predeterminado tempo de julgamento.

#### 25       Detalhes do processo Realizado pela Segunda Concretização

30       A figura 5 é um fluxograma ilustrando uma rotina que a ECU 50 de acordo com a presente concretização executa para implementar a funcionalidade acima descrita. Admite-se que a rotina seja repetidamente executada a predeterminados intervalos de tempo. Quando as etapas na figura 5 são idênticas com aquelas na figura 4, sua descrição será omitida ou abreviada com os mesmos números de referência atribuídos. A rotina mostrada na figura 5 é a mesma que a mostrada na figura 4, exceto que a primeira realiza

a etapa 112 ao invés da etapa 102 e realiza a etapa 110 entre as etapas 100 e 112.

Se o resultado do julgamento obtido na etapa 100 indicar que um registro de reabastecimento existe, a rotina mostrada na figura 5 realiza a etapa 110 para calcular o tempo decorrido desde que o motor de combustão interna 10 reiniciou sua operação após o reabastecimento. Em seguida, a rotina realiza a etapa 112 para julgar se o tempo decorrido tem atingido determinado tempo de julgamento. O tempo de julgamento é determinado como o tempo que indica a completação do conhecimento do combustível com suficientemente alta probabilidade.

Portanto, se o resultado do julgamento obtido na etapa 112 não indicar que o tempo decorrido tem atingido o tempo de julgamento, pode ser concluído que o conhecimento do combustível pode estar incompleto. Neste momento, a rotina prossegue para a etapa 104. Na etapa 104, o controle é exercido para limitar a abertura do estrangulador. Se, por outro lado, o resultado do julgamento obtido na etapa 112 indicar que o tempo decorrido tem atingido o tempo de julgamento, pode ser estimado que o conhecimento do combustível esteja completo. Neste momento, a etapa 106 é realizada para remover o registro de reabastecimento. Em seguida, a etapa 108 é realizada para elevar o limite na abertura de estrangulador, que estava limitada na etapa 104.

Pela execução da rotina mostrada na figura 5 como descrito acima, proporcionam-se as mesmas vantagens que a primeira concretização. Embora a rotina mostrada na figura 5 controle o tempo decorrido desde uma operação retomada após o reabastecimento para estimar se o conhecimento do combustível está completo, é também possível similarmente estimar a completação do conhecimento do combustível de acordo com a milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumulativo. Mais especificamente, a etapa 112 pode ser realizada para julgar se a milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumulativo conseguida desde a retomada de uma operação subsequente ao reabastecimento tem alcançado um valor de julgamento apropriado. Ainda, o limite sobre a abertura de estrangulador po-

de ser elevado quando o valor de julgamento é atingido.

Na segunda concretização, que tem sido descrita acima, " o meio de detecção de reabastecimento", de acordo com o segundo aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza a etapa 100; o "meio de calculo" de acordo com o segundo aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza a etapa 110; e o "meio de limitação da quantidade de ar" de acordo com o segundo aspecto da presente invenção é implementado quando ECU 50 realiza as etapas 112, 104, 106 e 108.

### 10 Terceira Concretização

Uma terceira concretização da presente invenção será, a seguir, descrita com referência às figuras 6 e 7. Todavia, as diferenças entre a terceira concretização e as concretizações descritas acima serão principalmente descritas enquanto resumindo ou omitindo a descrição de assuntos comuns a estas concretizações.

A figura 6 é um diagrama esquemático ilustrando um sistema de combustível em um sistema de acordo com a presente concretização. Como mostrado na figura 6, o sistema de combustível de acordo com a presente concretização é do mesmo tipo sem retorno que do sistema de combustível mostrado na figura 2 e idêntico com o sistema de combustível mostrado na figura 2 exceto que um sensor de concentração de álcool 54 é instalado no meio do tubo de combustível 48.

O sensor de concentração de álcool 54 é um sensor publicamente conhecido que é capaz de detectar a concentração de álcool em combustível pela medição, por exemplo, da condutividade elétrica, permissividade elétrica, transmitância ótica ou índice refrativo do combustível. Quando um combustível diferente é alimentado para mudar a concentração de álcool do combustível que passa através do tubo de combustível 48, a saída do sensor de concentração de álcool 54 muda. Na presente concretização, a ECU 50 pode detectar uma mudança de combustível por monitoramento constante da saída do sensor de concentração de álcool 54. O sensor de concentração de álcool 54 pode alternativamente ser instalado, por exemplo, no tubo

de envio 52 ou no tanque de combustível 42.

A razão de ar-combustível estequiométrica de combustível é determinada de acordo com a concentração de álcool no combustível. Assim, uma razão de ar-combustível ideal para queimar o combustível no motor de combustão interna 10 pode ser determinada da concentração de álcool no combustível. Quando a mudança do combustível ocorre, portanto, a ECU 50 de acordo com a presente concretização pode corrigir apropriadamente a quantidade de injeção de combustível para prover uma razão de ar-combustível apropriada para um novo combustível após a mudança de combustível ocorrer de acordo com a concentração de álcool detectada pelo sensor de concentração de álcool 54.

Todavia, quando uma mudança de combustível é detectada pelo sensor de concentração de álcool 54, o combustível previamente usado permanece no tubo de combustível 48, tubo de envio 52 e injetor 26, que são instalados a jusante do sensor de concentração de álcool 54. Portanto, o combustível injetado do injetor 26 muda após o combustível restante ser consumido.

Consequentemente, quando uma mudança de combustível é detectada pelo sensor de concentração de álcool 54, a presente concretização calcula a quantidade de consumo de combustível cumulativo alcançada desde a detecção das mudanças de combustível. Ainda, quando a quantidade de consumo de combustível cumulativo atingir um predeterminado valor de julgamento indicando que o combustível restante é definitivamente consumido, a presente concretização corrige a quantidade de injeção de combustível de acordo com a concentração de álcool do novo combustível.

Antes da quantidade de consumo de combustível cumulativo atingir o valor de julgamento, nunca se sabe se o novo combustível ou o combustível anterior é realmente injetado do injetor 26. Portanto, se o aumento do combustível for realizado antes da quantidade de consumo de combustível cumulativo alcançar o valor do julgamento para interromper o controle de realimentação da razão de ar-combustível, a razão de ar-combustível resultante pode ser imprópria para o combustível realmente inje-

tado. Isto pode danificar o catalisador 38 ou causar outros problemas como acima descritos. Antes da quantidade de consumo de combustível cumulativo alcançar o valor de julgamento, portanto, a presente concretização previne uma entrada na região do aumento de combustível pela limitação da abertura de estrangulador (quantidade de ar de admissão ) como é o caso com a primeira concretização.

Embora a quantidade de consumo de combustível cumulativo seja suficientemente menor do que a capacidade cúbica do trajeto de combustível entre o sensor de concentração de álcool 54 e a extremidade dianteira do injetor 26, pode ser definitivamente julgado que o combustível anterior está ainda realmente injetado. Durante tal período, portanto, não é necessário limitar a abertura de estrangulador. Consequentemente, embora possa ser definitivamente julgado que o combustível anterior está ainda realmente injetado mesmo após uma mudança de combustível ser detectada pelo sensor de concentração de álcool 54, a presente concretização abastém-se de limitar a abertura de estrangulador.

#### Detalhes do Processo Realizado pela Terceira Concretização

A figura 7 é um fluxograma ilustrando uma rotina que a ECU 50 de acordo com a presente concretização executa para implementar a funcionalidade acima descrita. Admite-se que a rotina é repetidamente executada a predeterminados intervalos de tempo.

Primeiramente, a rotina mostrada na figura 7 realiza a etapa 114 para julgar se um registro de mudança de propriedade de combustível existe. Quando há uma mudança na concentração de álcool detectada pelo sensor de concentração de álcool 54, é admitido que um registro de mudança de propriedade de combustível existe. Se o resultado do julgamento obtido na etapa 114 não indicar que um registro de mudança de propriedade de combustível existe, o ciclo de processamento de corrente chega em um final imediato porque o mesmo pode ser concluído que o combustível empregado possivelmente não muda.

Se, por outro lado, o resultado de julgamento obtido na etapa 114 indica que um registro de mudança de propriedade de combustível exis-

te, pode ser concluído que o combustível injetado do injetor 26 mudará para um novo tipo em um curto tempo. Neste momento, a etapa 116 é realizada para calcular a quantidade de consumo de combustível cumulativo que é alcançada uma vez que haja uma mudança na concentração de álcool detectada pelo sensor de concentração de álcool 54. Em seguida, a etapa 118 é realizada para julgar se a quantidade de consumo de combustível cumulativo tem alcançado um primeiro valor de julgamento. O primeiro valor de julgamento e um segundo valor de julgamento, que serão descritos adiante são predeterminados em razão da capacidade cúbica do trajeto de combustível entre o sensor de concentração de álcool 54 e a extremidade dianteira do injetor 26.

Se a quantidade de consumo de combustível cumulativo não tivesse sido alcançado o primeiro valor de julgamento, o combustível anterior remanescente a jusante do sensor de concentração de álcool 54 não é ainda consumido. Portanto, pode se concluir que o combustível anterior está ainda sendo injetado. Neste momento, o ciclo de processamento da corrente aproxima-se de um final imediato porque ainda não é necessário limitar a abertura de estrangulador.

A medida que o consumo de combustível avança no motor de combustão interna 10, o resultado do julgamento obtido na etapa 118 imediatamente indica que a quantidade de consumo de combustível cumulativo tem alcançado o primeiro valor de julgamento. Neste momento, a etapa 120 é realizada para julgar se a quantidade de consumo de combustível cumulativo tem atingido o segundo valor de julgamento. O segundo valor de julgamento, que é maior do que o primeiro valor de julgamento, é predeterminado como o valor indicando que o combustível é substituído com um novo com o combustível anterior remanescente a jusante do sensor de concentração de álcool 54 inteiramente consumido.

Se o resultado de julgamento obtido na etapa 120 não indicar que a quantidade de consumo de combustível cumulativo tem alcançado o segundo valor de julgamento, pode se concluir que ainda não é possível determinar definitivamente se o combustível injetado do injetor 26 tem mudado

para um novo. Neste momento, a rotina avança para a etapa 122. Na etapa 122, o controle é exercido para limitar a abertura de estrangulador na mesma maneira que na etapa 104 para a primeira concretização. Uma vez que isto evita uma entrada na região de aumento de combustível onde o controle de realimentação da razão de ar-combustível é interrompido, é possível proteger definitivamente o catalisador 38. Em outras palavras, a presente concretização provê as mesmas vantagens que a primeira concretização.

A medida que o consumo de combustível avança mais no motor de combustão interna 10, o resultado de julgamento obtido na etapa 120 imediatamente indica que a quantidade de consumo de combustível cumulativo tem alcançado o segundo valor de julgamento. Neste momento, pode se concluir que o combustível injetado do injetor 26 é definitivamente mudado para um novo. A etapa 124 é então seguida para realizar um processo para corrigir a quantidade de injeção de combustível para prover uma razão de ar-combustível apropriada para um novo combustível de acordo com a concentração de álcool detectada pelo sensor de concentração de álcool 54.

Após a quantidade de injeção de combustível ser corrigida na etapa 124, uma razão de ar-combustível apropriada pode ser provida para o novo combustível mesmo quando o aumento do combustível é realizado. É, portanto, desnecessário limitar a abertura do estrangulador. Neste momento, a etapa 126 é primeiramente realizada para remover o registro da mudança de propriedade de combustível (de modo que nenhum registro de mudança da propriedade de combustível exista). Em seguida, a etapa 128 é realizada para elevar o limite na abertura de estrangulador na etapa 122.

A etapa 118 da rotina mostrada na figura 7 pode alternativamente ser saltada. Mais especificamente, a etapa 122 pode ser realizada para limitar a abertura de estrangulador imediatamente após uma mudança na concentração de álcool (propriedades de combustível) ser detectada pelo sensor de concentração de álcool 54.

É admitido que a terceira concretização acima descrita utilize um sistema de combustível sem retorno. Todavia, quando um sistema de combustível de retorno for usado, o combustível no tubo de combustível 48 e no

tubo de envio 52 circula constantemente como anteriormente mencionado. Portanto, quando uma mudança de concentração de álcool é detectada pelo sensor de concentração de álcool 54, o combustível anterior permanece dentro do injetor 26 apenas. Em outras palavras, quando um sistema de combustível de retorno for usado, o combustível injetado muda para um novo dentro de um período de tempo mais curto após a detecção de uma mudança de concentração de álcool do que quando um sistema de combustível sem retorno for usado. Portanto, quando um sistema de combustível de retorno for usado, o segundo valor de julgamento usado na etapa 120 é menor do que quando um sistema de combustível sem retorno fosse usado.

Na terceira concretização, que tem sido descrita acima, o sensor de concentração de álcool 54 corresponde ao "sensor de propriedade de combustível" de acordo com o terceiro aspecto da presente invenção; e o segundo valor de julgamento corresponde ao "predeterminado valor de julgamento" de acordo com o quarto aspecto da presente invenção. Ainda, o "meio de limitação da quantidade de ar" de acordo com o terceiro aspecto da presente invenção é implementado quando ECU 50 realiza as etapas 114 e 122; o "meio de cálculo da quantidade de consumo" de acordo com o quarto aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza a etapa 116; e o "meio de correção da quantidade de injeção de combustível" de acordo com o sexto aspecto da presente invenção é implementado quando a ECU 50 realiza a etapa 124.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de controle para controlar um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem na razão de ar-combustível estequiométrica, o aparelho de controle compreendendo:

5                   um sensor de gás de exaustão que é instalado em um trajeto de exaustão do motor de combustão interna para gerar uma saída de acordo com a razão de ar-combustível de gás de exaustão;

                    um meio de controle de realimentação da razão de ar-combustível para exercer o controle de realimentação de razão de ar-combustível de acordo com uma saída do sensor de gás de exaustão;

10                   meio de conhecer combustível para realizar o conhecimento do combustível a fim de corrigir um erro que surge de um tipo de combustível de acordo com um valor de correção de realimentação calculado durante o controle de realimentação da razão de ar-combustível;

15                   meio de detecção de reabastecimento para detectar um combustível alimentado em um tanque de combustível; e

                    meio de limitação da quantidade de ar que, quando o meio de detecção de reabastecimento detecta um combustível alimentado, limita uma quantidade de ar de admissão do motor de combustão interna durante uma subsequente operação até o conhecimento do combustível ser completado.

20                   2. Aparelho de controle para controlar um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o aparelho de controle compreendendo:

                    meio de detecção de reabastecimento para detectar um combustível alimentado em um tanque de combustível;

25                   meio de cálculo que, quando o meio de detecção de reabastecimento detecta um combustível alimentado, calcula o tempo decorrido, milhagem ou uma quantidade de consumo de combustível cumulativo durante uma operação subsequente; e

30                   meio de limitação da quantidade de ar para limitar uma quantidade de ar de admissão do motor de combustão interna até o tempo decorrido calculado, milhagem ou quantidade de consumo de combustível cumula-

tivo alcançar um predeterminado valor de julgamento.

3. Aparelho de controle para controlar um motor de combustão interna operável em vários combustíveis que diferem em razão de ar-combustível estequiométrica, o aparelho de controle compreendendo:

5                   um sensor de propriedade de combustível que é instalado em um tanque de combustível ou um trajeto de combustível para detectar as propriedades de combustível, e

                  meio de limitação de quantidade de ar para limitar uma quantidade de ar de admissão do motor de combustão interna quando há uma  
10           mudança nas propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível.

4. Aparelho de controle de acordo com a reivindicação 3, ainda compreendendo:

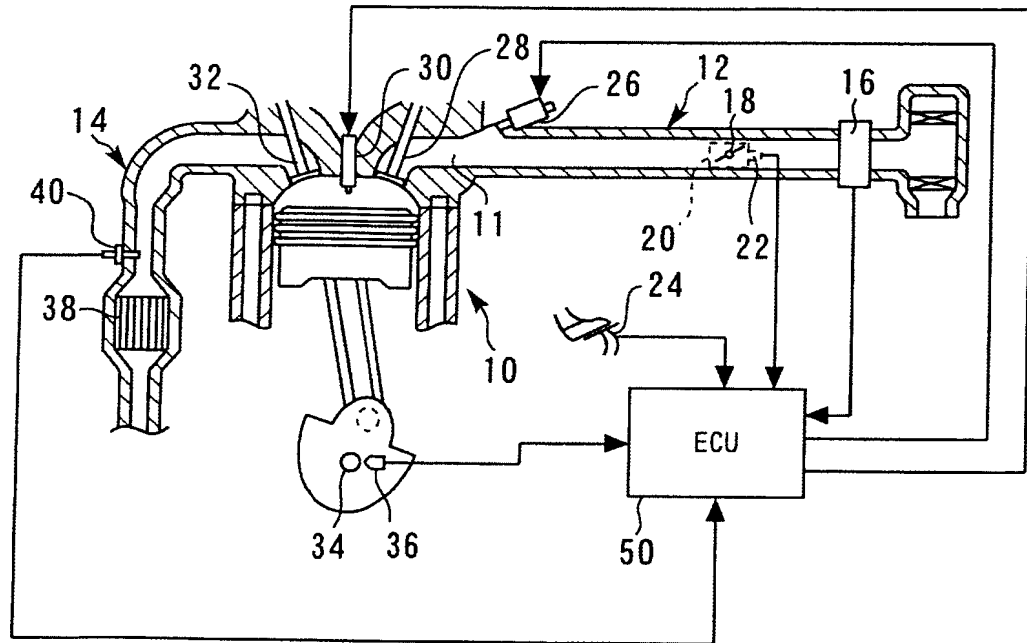
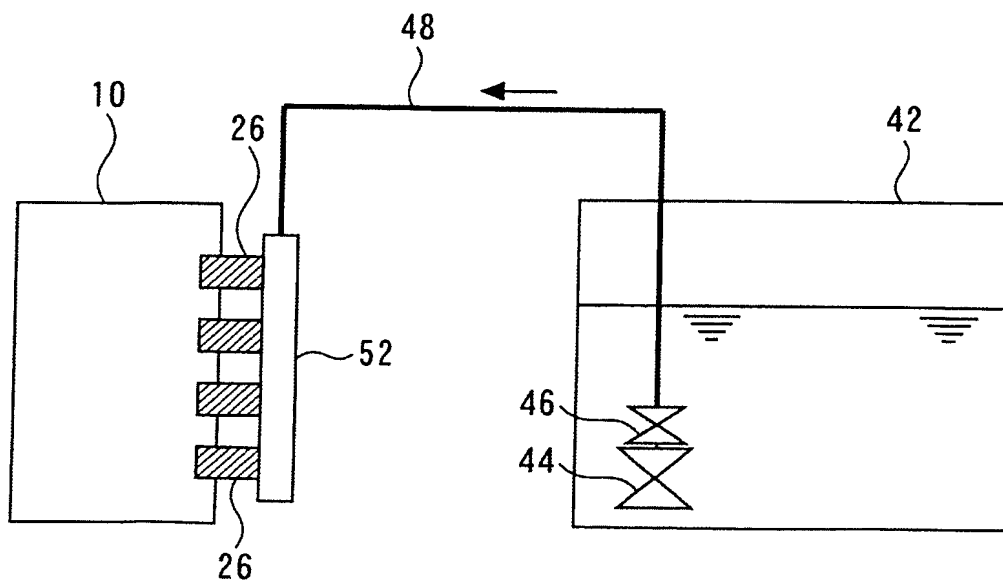
                  meio de cálculo da quantidade de consumo que, quando há uma  
15           mudança nas propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível, calcula uma quantidade de consumo de combustível cumulativo após a mudança;

                  em que o meio de limitação da quantidade de ar limita a quantidade de ar de admissão até a quantidade de consumo de combustível cumulativo alcançar um predeterminado valor de julgamento.  
20

5. Aparelho de controle de acordo com a reivindicação 4, em que o predeterminado valor de julgamento leva a quantidade de ar de admissão ser continuamente limitada até o combustível em um trajeto de combustível entre o sensor de propriedade de combustível e a extremidade dianteira de  
25           um injetor ser inteiramente substituído.

6. Aparelho de controle de acordo com a reivindicação 4 ou 5, ainda compreendendo:

                  meio de correção da quantidade de injeção que, quando a quantidade de consumo de combustível cumulativo atinge predeterminado valor  
30           de julgamento, corrige uma quantidade de injeção de combustível de acordo com as propriedades de combustível detectadas pelo sensor de propriedade de combustível.

*Fig.1**Fig.2*

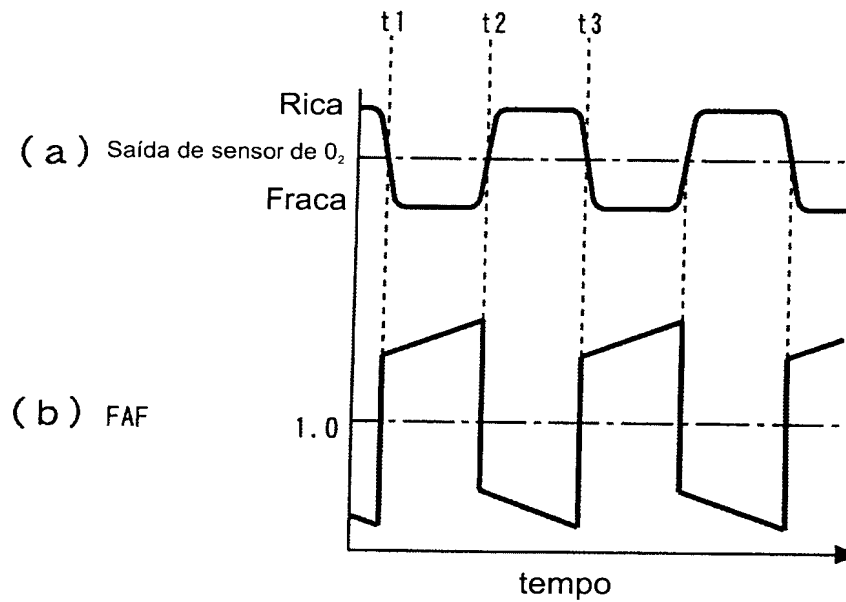
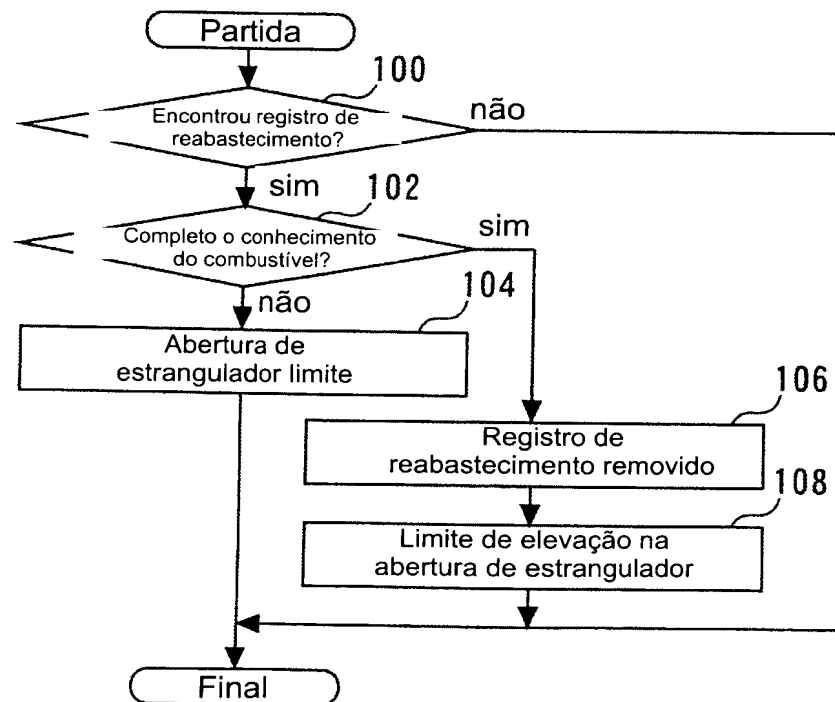
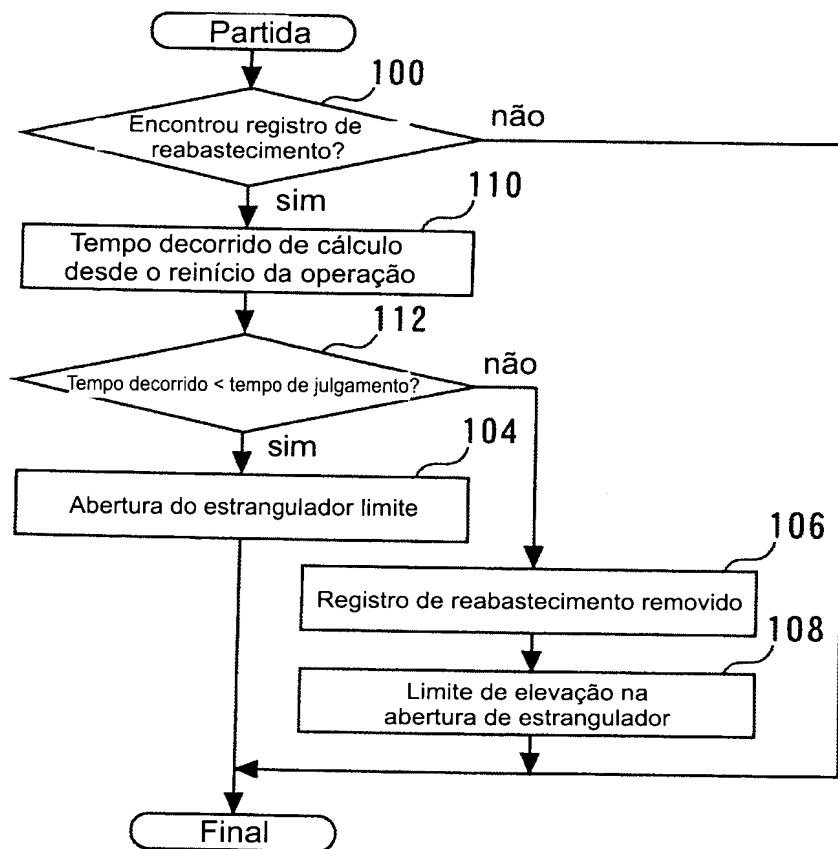
*Fig.3**Fig.4*

Fig.5



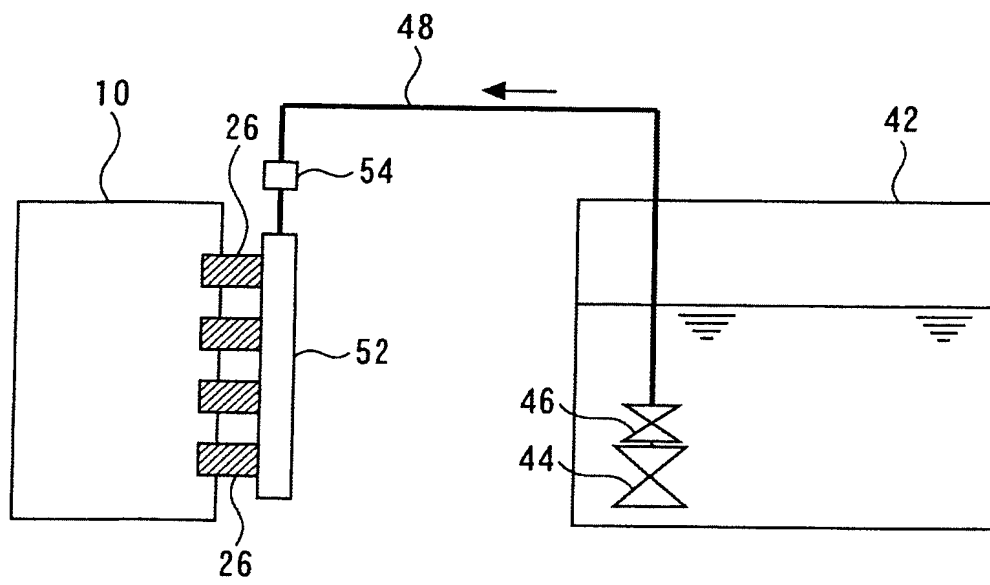
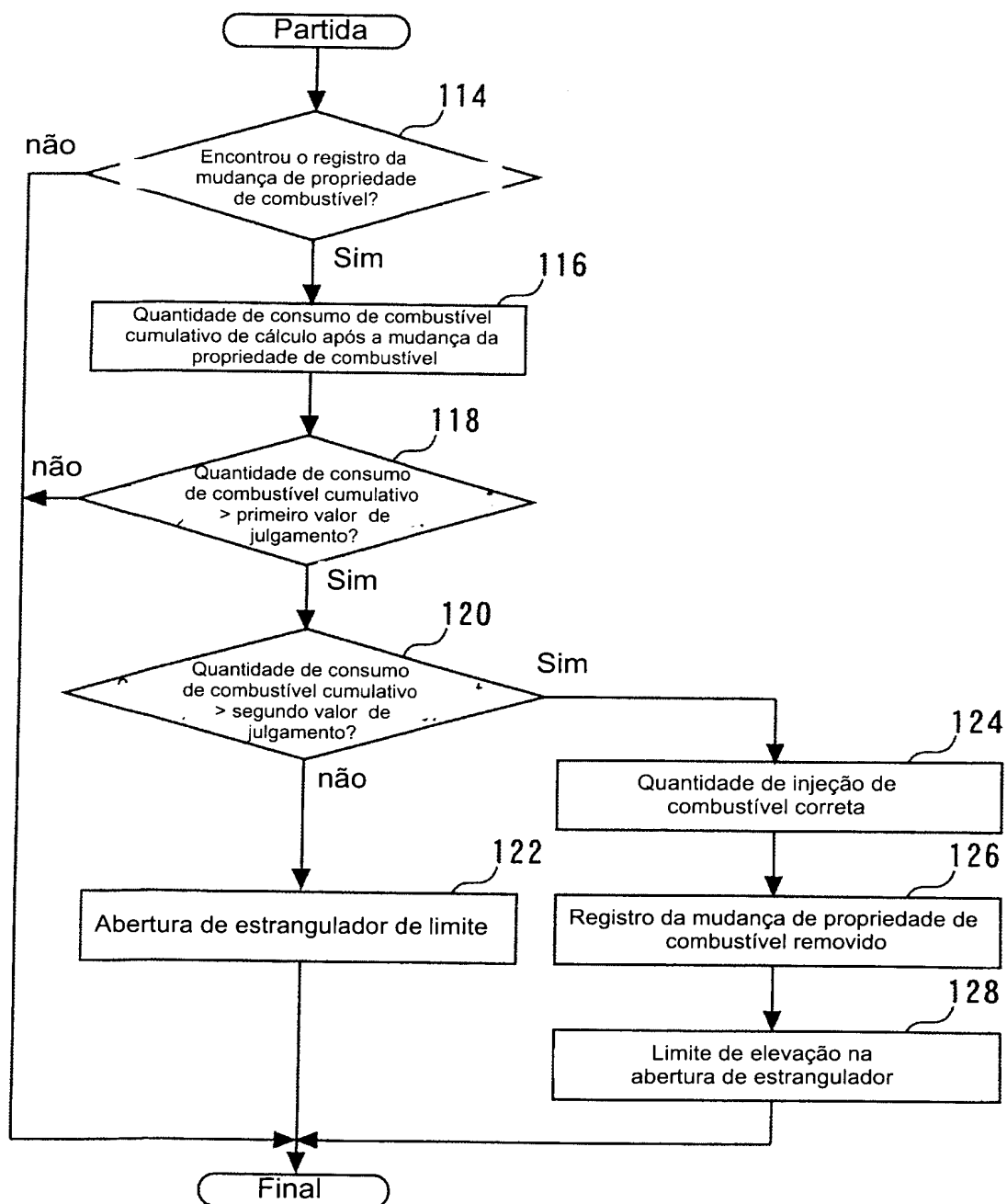
*Fig.6*

Fig. 7



## RESUMO

Patente de Invenção: "**APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**".

A presente invenção refere-se a um aparelho de controle para um motor de combustão interna. É um objetivo da presente invenção prevenir definitivamente, por exemplo, um catalisador de purificação de exaustão de ser danificado quando o combustível empregado é mudado para um combustível tendo diferentes propriedades durante uma operação. Se o conhecimento do combustível for incompleto embora um registro de reabastecimento exista, a etapa 104 é realizada para limitar a abertura de estrangulador de um motor de combustão interna operável em um combustível que é obtido pela mistura de álcool e gasolina em uma razão arbitrária. A limitação da abertura de estrangulador torna possível evitar uma entrada na região de operação onde o aumento de combustível é realizado. Isto previne o controle de realimentação da razão de ar-combustível de ser interrompido quando uma mudança de combustível ocorre. Consequentemente, o uso de uma razão de ar-combustível imprópria que pode danificar o catalisador pode ser definitivamente evitado.