



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

(11) PI 0606664-0 B1

(22) Data do Depósito: 10/01/2006

(45) Data de Concessão: 28/03/2017



(54) Título: SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: H01M 8/04; H01M 8/00; H01M 8/10; B60L 11/18

(30) Prioridade Unionista: 11/01/2005 JP 2005-004454

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

(72) Inventor(es): SADA O TAKAKI; TETSUYA BONO

"SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL"

ANTECEDENTES

[1] A presente invenção se refere a um sistema de célula de combustível e, mais particularmente, a uma técnica à prova de falhas proporcionada para enfrentar uma anormalidade em um meio de detecção de condição de gás (detector de estado de gás) para detectar uma condição de gás de um gás reativo.

[2] Em um veículo de célula de combustível que se desloca por meio do acionamento de um motor de tração através de energia elétrica gerada em um sistema de célula de combustível, a energia elétrica requerida do sistema é computada com base na abertura de aceleração e na velocidade do veículo, por exemplo, e a taxa de fornecimento de gás reativo e a pressão em que gás reativo é fornecido são controladas, de modo que a energia elétrica gerada no sistema de célula de combustível iguale a energia elétrica alvo. Na Patente Japonesa Exposta No. 2003 -168467 é proposto um controlador para um sistema de célula de combustível para uso em um veículo em que a pressão do ar em um pólo de ar é controlada em uma pressão alvo pela operação, em uma velocidade rotacional alvo, de um compressor para comprimir ar a ser fornecido para o pólo de ar e pela operação de uma válvula de controle de pressão de ar. Este documento divulga uma técnica para corrigir uma velocidade rotacional alvo pela estimativa da pressão atmosférica com base em parâmetros operacionais de um compressor necessária para manter a velocidade rotacional alvo do compressor ou manter a pressão do ar em uma pressão alvo e para limitar a quantidade de energia elétrica gerada em uma célula de combustível pela correção do período de tempo durante o qual uma válvula de admissão de hidrogênio está aberta.

SUMÁRIO

[3] No sistema de célula de combustível convencional, porém, controle preciso sobre o compressor de ar se torna impossível, quando uma anormalidade

ocorre em um sensor de pressão para detectar a pressão do gás óxido. Nessa situação, portanto, a operação da célula é parada. Em um sistema de célula de combustível usado como um suprimento de energia do veículo, é desejável tomar uma medida à prova de falha, antecipadamente, contra uma anormalidade em um sensor de pressão a fim de permitir um funcionamento de retorno lento (funcionamento de retorno seguro) para o fornecedor mais próximo ou uma loja.

[4] Portanto, é um objetivo da presente invenção tomar uma medida à prova de falhas, antecipadamente, contra uma anormalidade em um meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás) para detectar uma condição de gás de gás reativo fornecido para uma célula de combustível.

[5] Para alcançar o objetivo descrito acima, de acordo com a presente invenção, é proporcionado um sistema de célula de combustível, incluindo uma célula de combustível que gera energia elétrica ao ser abastecida com gás reativo, um dispositivo de abastecimento de gás reativo, que fornece gás reativo para a célula de combustível, um meio de detecção de pressão (detector de pressão) para detectar a pressão do gás reativo, uma válvula de controle de pressão para controlar a pressão do gás reativo e um dispositivo de controle que ajusta a abertura de válvula da válvula de controle de pressão com base na pressão detectada pelo meio de detecção de pressão (detector de pressão), em que o dispositivo de controle abre a válvula de controle de pressão até uma abertura pré-determinada, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de pressão (detector de pressão). Essa disposição assegura que a operação da célula pode ser continuada por um tempo, em lugar de ser parada, imediatamente, no caso de anormalidade no meio de detecção de pressão (detector de pressão).

[6] De preferência, o dispositivo de controle ajusta a abertura de válvula da válvula de controle de pressão para uma abertura fixa de 80% ou mais (por exemplo, a abertura completa), quando da detecção de uma anormalidade no

meio de detecção de pressão (detector de pressão). Se a abertura de válvula da válvula de controle de pressão for ajustada para uma abertura fixa de 80% ou mais, danos às partes componentes do sistema ou semelhantes podem ser evitados mesmo sob uma carga elevada.

[7] De preferência, a válvula de controle de pressão é proporcionada em pelo menos uma dentre uma passagem de gás combustível (incluindo uma passagem de abastecimento de hidrogênio; uma passagem de circulação de hidrogênio e uma passagem de descarga de hidrogênio) em que gás combustível a ser fornecido para a célula de combustível ou gás combustível descarregado da célula de combustível circula e uma passagem de gás de oxidação (incluindo uma passagem de abastecimento de oxigênio e uma passagem de descarga de oxigênio) em que gás de oxidação a ser fornecido à célula de combustível ou gás de oxidação descarregado da célula de combustível circula.

[8] De preferência, o dispositivo de controle controla a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor de abertura de válvula da válvula de controle de pressão, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de pressão (detector de pressão). Uma operação de célula adequada pode ser obtida pela realização de controle de geração de energia elétrica de acordo com a abertura de válvula da válvula de controle de pressão.

[9] A válvula de controle de pressão pode ser proporcionada em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento (passagem de abastecimento de oxigênio e uma passagem de descarga (passagem de descarga de oxigênio), na passagem de gás de oxidação, e a abertura de válvula da válvula de controle de pressão pode ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de pressão proporcionado na passagem de gás de oxidação.

[10] A válvula de controle de pressão pode ser proporcionada em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento (uma passagem de abastecimento de hidrogênio, uma passagem de circulação de hidrogênio) e uma passagem de descarga (uma passagem de circulação de hidrogênio, uma passagem de descarga de hidrogênio), na passagem de gás combustível, e a abertura de válvula da válvula de controle de pressão pode ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de pressão proporcionado na passagem de gás combustível.

[11] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de pressão, quando o valor de detecção do meio de detecção de pressão está fora de uma faixa pré-determinada (quando o valor do sensor é igual ou maior do que um valor limite do limite superior ou menor do que um valor limite do limite inferior).

[12] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de pressão, se o valor de detecção do meio de detecção de pressão é mantido fora da faixa pré-determinada (o valor do sensor é mantido igual ou maior do que o valor limite do limite superior ou menor do que o valor limite do limite inferior) durante certo período de tempo.

[13] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de pressão, quando uma desconexão no meio de detecção de pressão é detectada.

[14] O dispositivo de controle pode estimar a pressão de gás reativo correspondente à abertura de válvula da válvula de controle de pressão quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de pressão e geração de energia elétrica de controle na célula de combustível com base no valor estimado. O dispositivo de controle pode armazenar como dados de mapa as pressões do gás de oxidação que circula em porções da passagem de gás de oxidação no

caso onde a abertura de válvula da válvula de controle de pressão proporcionada na passagem de gás de oxidação é fixa na abertura pré-determinada, estimar as pressões do gás de oxidação que circula na passagem de gás de oxidação através de referência aos dados de mapa e geração de energia elétrica de controle na célula de combustível com base no valor estimado.

[15] De acordo com a presente invenção, também é proporcionado um sistema de célula de combustível, incluindo uma célula de combustível que gera energia elétrica ao ser abastecida com gás reativo, um dispositivo de abastecimento de gás reativo, que fornece gás reativo para a célula de combustível, um meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás para detectar a condição de gás do gás reativo, um dispositivo de válvula para mudar a condição de gás do gás reativo e um dispositivo de controle que ajusta a abertura de válvula do dispositivo de válvula com base na condição de gás detectada pelo meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás), em que o dispositivo de controle abre o dispositivo de válvula até uma abertura pré-determinada, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás). Essa disposição assegura que a operação de célula pode ser continuada por um tempo, em lugar de ser parada imediatamente, no caso de anormalidade no meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás). O dispositivo de válvula compreende várias válvulas, como uma válvula de controle de pressão, uma válvula de abertura/ fechamento (válvula liga/ desliga) e uma válvula linear.

[16] A condição de gás detectada pelo meio de detecção de condição de gás é, por exemplo, uma dentre a pressão, a taxa de fluxo, a temperatura e a concentração do gás reativo. Isto é, "meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás)" se refere, de um modo geral, a um meio de detecção de pressão (detector de pressão) para detectar a pressão do gás reativo,

um meio de detecção de taxa de fluxo (detector de taxa de fluxo, sensor de taxa de fluxo) pra detectar a taxa de fluxo de gás reativo, um meio de detecção de temperatura (detector de temperatura, sensor de temperatura) para detectar a temperatura do gás reativo e um meio de detecção de concentração (detector de concentração, sensor de concentração) para detectar a concentração de gás reativo.

[17] De preferência, o dispositivo de controle estima um valor de condição de gás de gás reativo correspondente à abertura de válvula do dispositivo de válvula, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás) e controla a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor estimado. A operação de célula adequada pode ser realizada efetuando-se o controle de geração de energia de acordo com a abertura de válvula do dispositivo de válvula.

[18] O dispositivo de controle pode armazenar como dados de mapas os valores de condição de gás do gás de oxidação que circula em porções da passagem de gás de oxidação, no caso onde a abertura de válvula do dispositivo de válvula proporcionado na passagem de gás de oxidação é fixada na abertura pré-determinada, estimar o valor de condição de gás que circula na passagem de gás de oxidação por meio de referência aos dados de mapa e controlar a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor estimado.

[19] O dispositivo de controle pode controlar a geração de energia elétrica na célula de combustível com base na válvula de abertura do dispositivo de válvula, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás.

[20] O dispositivo de válvula pode ser proporcionado em pelo menos uma de uma passagem de gás combustível em que o gás combustível a ser fornecido para a célula de combustível ou gás combustível descarregado da célula de

combustível circula e uma passagem de gás de oxidação em que o gás de oxidação a ser fornecido para a célula de combustível ou gás de oxidação descarregado da célula de combustível circula.

[21] O dispositivo de válvula pode ser proporcionado em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento (passagem de abastecimento de oxigênio) e uma passagem de descarga (passagem de descarga de oxigênio) na passagem de gás de oxidação e a abertura de válvula do dispositivo de válvula pode ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de condição de gás proporcionado na passagem de gás de oxidação.

[22] O dispositivo de válvula pode ser proporcionado em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento (passagem de abastecimento de hidrogênio, passagem de circulação de hidrogênio) e uma passagem de descarga (passagem de circulação de hidrogênio, passagem de descarga de hidrogênio) na passagem de gás combustível e a abertura de válvula do dispositivo de válvula pode ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de condição de gás proporcionado na passagem de gás combustível.

[23] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade ocorreu no meio de detecção de condição de gás, quando o valor de detecção do meio de detecção de condição de gás está fora de uma faixa pré-determinada (quando o valor do sensor é igual ou maior do que um valor limite de limite superior ou menor do que um valor limite de limite inferior).

[24] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de condição de gás, se o valor de detecção do meio de detecção de condição de gás for mantido fora da faixa pré-determinada durante certo período de tempo (o valor do sensor é mantido igual ou

maior do que o valor limite do limite superior ou menor do que o valor limite do limite inferior).

[25] O dispositivo de controle pode determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de condição de gás, quando uma desconexão no meio de detecção de condição de gás é detectada.

[26] A abertura de válvula descrita acima pode ser construída como o estado aberta/ fechada da válvula de controle de pressão ou do dispositivo de válvula ou a área de uma abertura formada pela abertura/ fechamento de um elemento de válvula.

[27] O dispositivo de abastecimento de gás reativo descrito acima pode ser construído para ter pelo menos um dentre um dispositivo de armazenamento de gás, tal como um tanque de gás, um dispositivo de geração de gás, tal como um reformador, passagens de abastecimento de gás para fornecimento de gás reativo (por exemplo, uma passagem de abastecimento de hidrogênio, uma passagem de circulação de hidrogênio e uma passagem de abastecimento de oxigênio) e passagens de descarga de gás para descarregar gás reativo (por exemplo, passagem de circulação de hidrogênio, uma passagem de descarga de hidrogênio e uma passagem de descarga de oxigênio).

[28] Um veículo de célula de combustível de acordo com a presente invenção é um veículo em que o sistema de célula de combustível descrito acima é montado como um abastecimento de energia do veículo. Essa disposição permite funcionamento de retorno lento do veículo de célula de combustível, sem parar a operação da célula, mesmo no caso de uma anormalidade no meio de detecção de pressão (detector de pressão).

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[29] A figura 1 é um diagrama de configuração para um sistema de célula de combustível de acordo com a modalidade.

[30] A figura 2 é uma rotina de determinação de anormalidade de sensor de pressão; e

[31] A figura 3 é uma rotina de controle da válvula de controle de pressão.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[32] Uma modalidade da presente invenção será descrita com referência aos desenhos.

[33] A figura 1 mostra, esquematicamente, a configuração de um sistema de célula de combustível 10 de acordo com a modalidade. O sistema 10 é configurado como um aparelho de geração de energia (aparelho de abastecimento de energia do veículo) a ser montado em um veículo de célula de combustível tem uma célula de combustível 20, que gera energia elétrica ao ser abastecida com um gás reativo (gás combustível, gás de oxidação). A célula de combustível 20 tem um conjunto de eletrodo de membrana 24, tendo um anódio 22 e um catódio 23 formados por uma impressão a tela ou semelhante, em ambos os lados de uma membrana polimérica eletrolítica 21, constituída por uma membrana condutora de prótons e de troca iônica, ou semelhante, formada de uma fluoro-resina ou semelhante. Ambos os lados do conjunto de eletrodo de membrana 24 são intercalados entre separadores com nervuras (não mostradas) e canais de gás anódico 25 e canais de gás catódico 26 na forma de ranhuras são formados, respectivamente, entre os separadores, o anódio 22 e o catódio 23. A energia elétrica gerada na célula de combustível 20 é consumida por uma carga externa R. A carga externa R é um nome genérico, por exemplo, para um inversor para conversão de energia elétrica de corrente contínua em energia elétrica de corrente alternada, um motor de tração para obter força motiva de deslocamento e equipamento auxiliar do veículo.

[34] Uma fonte de abastecimento de hidrogênio (dispositivo de abastecimento de gás combustível (dispositivo de abastecimento de gás

combustível) 30 é constituída por um tanque de hidrogênio em alta pressão, um tanque de liga de armazenamento de hidrogênio ou semelhantes. Gás hidrogênio liberado da fonte de abastecimento de hidrogênio 30 é levado a circular através de uma passagem de abastecimento de hidrogênio 31 para ser fornecido ao anódio 22. A pressão de hidrogênio fornecida ao anódio 22 é controlada em (reduzida a) uma pressão pré-determinada por uma válvula de controle de pressão A1. Gás hidrogênio livre, usado na reação de célula, é pressurizado por uma bomba de circulação A2 e levado a circular através de uma passagem de circulação de hidrogênio 32 para ser retornado para a passagem de abastecimento de hidrogênio 31. Uma passagem de descarga de hidrogênio 33 é proporcionada, a qual se ramifica da passagem de circulação de hidrogênio 32 e através da qual gás hidrogênio de uma alta concentração de impurezas é descarregado pela abertura de uma válvula de esgotamento de hidrogênio A3. A pressão de abastecimento de hidrogênio é detectada com um sensor de pressão (um meio de detecção de pressão, um detector de pressão, um meio de detecção de condição de gás, um detector de condição de gás) P1. Por outro lado, ar (gás oxigênio), captado do ar exterior, é pressurizado por um compressor de ar (dispositivo de abastecimento de gás de oxidação) C1 e levado a circular através de uma passagem de abastecimento de oxigênio 41 para ser fornecido ao catódio 23. Gás oxigênio livre, usado na reação da célula, é levado a circular através de uma passagem de descarga de oxigênio 42 para ser descarregado. A pressão de gás oxigênio fornecido ao catódio 23 é controlada em uma pressão pré-determinada por uma válvula de controle de pressão C2. A passagem de abastecimento de oxigênio é detectada com um sensor de pressão (um meio de detecção de pressão, um detector de pressão, um meio de detecção de condição de gás, um detector de condição de gás) P2.

[35] Um dispositivo de controle 50 é um controlador de sistema para realizar controle de geração de energia elétrica na célula de combustível 20, de acordo com uma carga requerida. O dispositivo de controle 50 computa energia elétrica requerida do sistema com base na abertura de aceleração e na velocidade do veículo, por exemplo, e controla as pressões do gás hidrogênio e do gás oxigênio, de modo que a energia elétrica gerada na célula de combustível 20 iguale a energia elétrica alvo. Mais especificamente, o dispositivo de controle 50 controla a abertura de válvula da válvula de controle de pressão A1 com base na pressão detectada com o sensor de pressão P1, de modo que a pressão de abastecimento de hidrogênio iguale a pressão alvo e também controla a abertura de válvula da válvula de controle de pressão A2 com base na pressão detectada com o sensor de pressão P2, de modo que a pressão de abastecimento de oxigênio iguale a pressão alvo.

[36] Uma medida à prova de falhas em um caso onde uma anormalidade ocorre no sensor de pressão P2 será descrita a seguir.

[37] A figura 2 mostra uma rotina de determinação de anormalidade do sensor de pressão P2. Essa rotina de determinação é executada, repetidamente, em certos intervalos (por exemplo, de 2 milissegundos) pelo dispositivo de controle 50. Quando essa rotina de determinação é chamada, o dispositivo de controle 50 realiza conversão de AD de um valor analógico de saída do sensor de pressão P2 em dados digitais (S11). O dispositivo de controle 50, então, determina se esse valor de sensor (valor digital) é igual ou maior do que o valor limite do limite superior ou menor do que um valor limite do limite inferior (S12). Se o valor do sensor for menor do que o valor limite do limite superior e igual ou maior do que o valor limite do limite inferior (S12; NO), o sensor de pressão P2 está operando normalmente e, portanto, o dispositivo de controle 50 sai dessa rotina. Se o valor do sensor for igual ou maior do que o valor limite do limite superior ou menor do

que o valor limite do limite inferior (S12; SIM), há uma possibilidade da ocorrência de anormalidade no sensor de pressão P2 devido à desconexão ou semelhante e, portanto, o dispositivo de controle 50 determina se o valor do sensor (valor digital) é ou não mantido igual ou maior do que o valor limite do limite superior ou menor do que o valor limite do limite inferior durante certo período de tempo (S13). Se o valor do sensor não for mantido na faixa de valores anormais durante certo período de tempo (S13; NÃO), o valor do sensor na faixa anormal é considerado devido a um erro de detecção temporário ou semelhante no sensor de pressão P2 e o dispositivo de controle 50 determina que o sensor de pressão P2 está operando normalmente e sai dessa rotina de determinação. Se o valor do sensor for mantido na faixa de valores anormais durante certo período de tempo (S13; SIM), pode ser determinado que uma anormalidade ocorreu no sensor de pressão P2 e, portanto, o dispositivo de controle 50 ajusta um *flag* de anormalidade do sensor de pressão para 1 (S14) e sai dessa rotina de determinação.

[38] A figura 3 mostra uma rotina de controle do valor de controle C2. Esse controle é executado repetidamente em certos intervalos (por exemplo, de 8 milissegundos) pelo dispositivo de controle 50. Quando essa rotina de controle é chamada, o dispositivo de controle 50 determina se o *flag* de anormalidade de sensor de pressão está ou não ajustado para 1 (S21). Se o *flag* de anormalidade de sensor de pressão não for ajustado para 1 (S21; NÃO), o sensor de pressão P2 é considerado normal e, portanto, o dispositivo de controle 50 realiza controle de válvula de controle de pressão comum (S22). O controle de válvula de controle de pressão comum está, por exemplo, processando para ajustar a abertura de válvula da válvula de controle de pressão C2 com base na pressão detectada com o sensor de pressão P2, de modo que a pressão de abastecimento de oxigênio para a célula de combustível 20 iguale a pressão alvo. Por outro lado, o *flag* de anormalidade de sensor de pressão é ajustado para 1 (S21; SIM), o sensor

de pressão P2 é considerado anormal e, portanto, o dispositivo de controle 50 controla a válvula de controle de pressão C2 de modo que a abertura de válvula é igual ou maior do que uma abertura pré-determinada (S23). A abertura de válvula, nesse momento, é, de preferência, 80% ou mais, mais preferivelmente, a abertura completa. A válvula de controle de pressão C2 pode ou não ser uma válvula liga/desliga e uma válvula linear.

[39] Os valores da condição do gás, incluindo as pressões e taxas de fluxo de gás de oxidação que circula nas passagens de gás de oxidação (incluindo a passagem de abastecimento de oxigênio 41 e a passagem de descarga de oxigênio 42), no caso onde a abertura de válvula da válvula de controle de pressão C2 é fixada na abertura pré-determinada, no caso de uma anormalidade no sensor de pressão P2, são obtidos, antecipadamente, por um experimento ou semelhante e são armazenados como dados de mapa no dispositivo de controle 50. No caso de uma anormalidade no sensor de pressão P2, o dispositivo de controle 50 mantém a abertura de válvula da válvula de controle de pressão C2 na abertura pré-determinada, estima os valores, incluindo as pressões e as taxas de fluxo do gás de oxidação que circula nas passagens de gás de oxidação por meio de referência aos dados de mapa mencionados acima e controla a bomba de circulação A2 e a válvula de esgotamento de hidrogênio A3 com base nos valores estimados, assim, controlando as pressões e as taxas de fluxo do gás combustível que circula nas passagens de gás combustível (incluindo a passagem de abastecimento de hidrogênio 31, a passagem de circulação de hidrogênio 32 e a passagem de descarga de hidrogênio 33) e a taxa de fluxo de um refrigerante que circula em um sistema de resfriamento (não mostrado). No caso de uma anormalidade no sensor de pressão P2, o valor do limite superior da quantidade de geração de energia elétrica na célula de combustível 20 é ajustado para um valor menor do que aquele estabelecido durante operação normal. Em

consequência, o controle de abastecimento de energia elétrica é realizado de modo que a carga requerida como a carga externa R não excede a geração de energia do valor do limite superior.

[40] De acordo com essa modalidade, mesmo em uma situação onde uma anormalidade ocorre no sensor de pressão P2 para detecção da pressão de oxigênio devido a uma desconexão ou semelhante, a válvula de controle de pressão C2 é aberta pelo ajuste de sua abertura a um valor igual ou maior do que a abertura pré-determinada para permitir que a operação da célula seja realizada, ao mesmo tempo em que impede a pressão no lado do catódio de se tornar excessivamente alta, mesmo quando a taxa de fluxo de ar aumenta em uma alta carga e impedindo danos às partes componentes do sistema. Em um caso onde a carga é pequena e a taxa de fluxo de ar é baixa, a pressão de operação no lado do catódio está perto da pressão atmosférica e a secagem ocorre facilmente. A operação da célula pode ser realizada, mesmo nesse caso. Mesmo no caso de uma anormalidade no sensor de pressão P2, portanto, não há necessidade de parar, imediatamente, a operação da célula e funcionamento de retorno lento até o revendedor mais próximo, uma loja ou uma zona segura pode ser realizada.

[41] Embora a descrição tenha sido feita para citar um exemplo com relação a uma medida à prova de falhas, no caso de uma anormalidade no sensor de pressão P2 para detectar a pressão do oxigênio, funcionamento de retorno lento também pode ser permitido por meio do controle da abertura de válvula do valor de controle de pressão A1 acima de uma abertura pré-determinada, no caso de uma anormalidade no sensor de pressão P1 para detectar a pressão de hidrogênio.

[42] Ainda, de acordo com a descrição acima, a válvula de controle de pressão C2 é disposta apenas na passagem de descarga de oxigênio 42 nas passagens de gás de oxidação, incluindo a passagem de abastecimento de

oxigênio 41 e a passagem de descarga de oxigênio 42, e a válvula de controle de pressão A1 é disposta apenas na passagem de abastecimento de hidrogênio 31 nas passagens de gás combustível, incluindo a passagem de abastecimento de hidrogênio 31, a passagem de circulação de hidrogênio 32 e a passagem de descarga de hidrogênio 33. Contudo, cada uma das válvulas de controle de pressão C2 e A1 pode ser proporcionada em pelo menos uma da passagem de abastecimento 41, 31 ou 32 e da passagem de descarga 42, 32 ou 33.

[43] Também, embora os sensores de pressão P1 e P2 tenham sido descritos como meios para detectar os valores de condição de gás de gás reativo, para citar um exemplo, na descrição acima, a presente invenção não está limitada a isso. A presente invenção também pode ser aplicada em um caso onde uma anormalidade ocorre no meio de detecção de condição de gás, tal como um meio de detecção de taxa de fluxo, para detectar a taxa de fluxo de gás reativo, um meio de detecção de temperatura, para detectar a temperatura do gás reativo, e um meio de detecção de concentração, para detectar a concentração de gás reativo.

[44] De acordo com a presente invenção, a operação da célula pode ser continuada por um tempo, sem ser parada imediatamente, no caso de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás (detector de condição de gás). Portanto, a presente invenção pode ser amplamente usada em sistemas de células de combustível dos quais essa operação é requerida.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de célula de combustível compreendendo uma célula de combustível que gera energia elétrica ao ser abastecida com gás reativo, um dispositivo de abastecimento de gás reativo, que fornece gás reativo para a célula de combustível, um meio de detecção de condição de gás para detectar uma condição de gás do gás reativo, uma válvula de controle para controlar a condição de gás do gás reativo e um dispositivo de controle, que ajusta a abertura de válvula da válvula de controle com base na condição de gás detectada pelo meio de detecção de condição de gás,

caracterizado pelo fato de o dispositivo de controle abrir a válvula de controle até uma abertura pré-determinada, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás, e continuar a operação da célula de combustível.

2. Sistema de célula de combustível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** a condição de gás detectada pelo meio de detecção de condição de gás ser pelo menos uma dentre a pressão, a taxa de fluxo, a temperatura e a concentração do gás reativo.

3. Sistema de célula de combustível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** o dispositivo de controle ajustar a abertura de válvula da válvula de controle de pressão para uma abertura fixa de 80% ou mais, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás.

4. Sistema de célula de combustível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** o dispositivo de controle abrir completamente a válvula de controle de pressão, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás.

5. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo fato de** a válvula de controle ser proporcionada em pelo menos uma de uma passagem de gás combustível, em que gás combustível a ser fornecido para a célula de combustível ou gás combustível descarregado da célula de combustível circula e uma passagem de gás de oxidação, na qual gás de oxidação a ser fornecido para a célula de combustível ou gás de oxidação descarregado da célula de combustível circula.

6. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado pelo fato de** o dispositivo de controle controlar a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor da abertura de válvula da válvula de controle, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás.

7. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado pelo fato de** a válvula de controle ser proporcionada em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento e uma passagem de descarga na passagem de gás de oxidação e a abertura de válvula da válvula de controle ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de condição de gás proporcionado na passagem de gás de oxidação.

8. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado pelo fato de** a válvula de controle ser proporcionada em pelo menos uma de uma passagem de abastecimento e uma passagem de descarga na passagem de gás combustível e a abertura de válvula da válvula de controle ser ajustada à abertura pré-determinada, quando uma anormalidade é detectada no meio de detecção de condição de gás proporcionado na passagem de gás combustível.

9. Sistema de célula de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado pelo fato de**, quando um valor de detecção do meio de detecção de condição de gás está fora de uma faixa pré-determinada, o dispositivo de controle determina que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de condição de gás.

10. Sistema de célula de combustível, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de**, se o valor de detecção do meio de detecção de condição de gás for mantido fora da faixa pré-determinada durante um certo período de tempo, o dispositivo de controle determina que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de condição de gás.

11. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado pelo fato de**, quando uma desconexão no meio de detecção de condição de gás é detectada, o dispositivo de controle

determinar que uma anormalidade tenha ocorrido no meio de detecção de condição de gás.

12. Sistema de célula de combustível, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizado pelo fato de** o dispositivo de controle estimar a pressão do gás reativo correspondente à abertura de válvula da válvula de controle, quando da detecção de uma anormalidade no meio de detecção de condição de gás, e controlar a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor estimado.

13. Sistema de célula de combustível, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de** o dispositivo de controle armazenar como dados de mapa os valores de condição de gás do gás de oxidação que circula nas porções da passagem de gás de oxidação no caso onde a abertura de válvula da válvula de controle proporcionada na passagem de gás de oxidação é fixada na abertura pré-determinada, estimar o valor de condição de gás do gás de oxidação que circula na passagem de gás de oxidação por meio de referência aos dados de mapa e controlar a geração de energia elétrica na célula de combustível com base no valor estimado.

FIG. 1

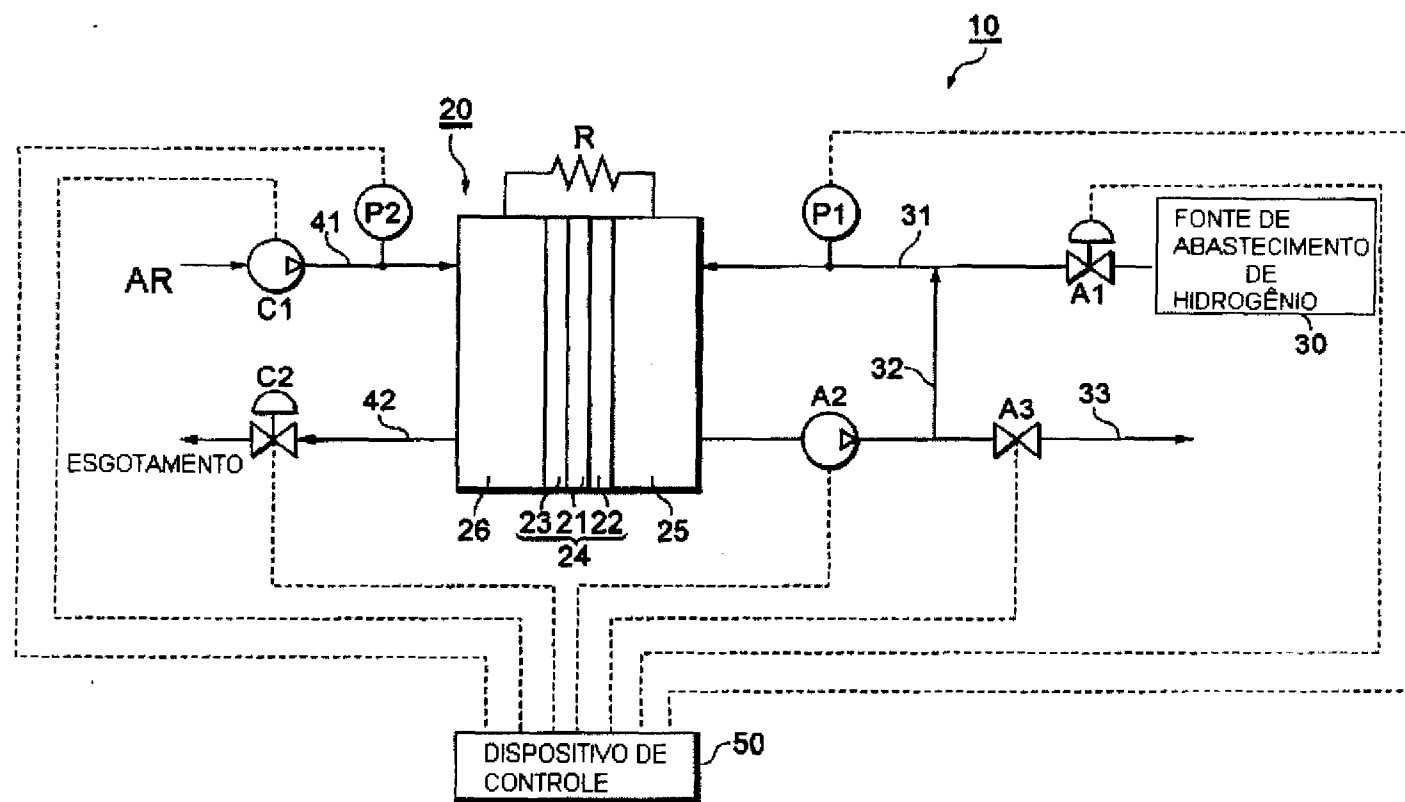


FIG. 2

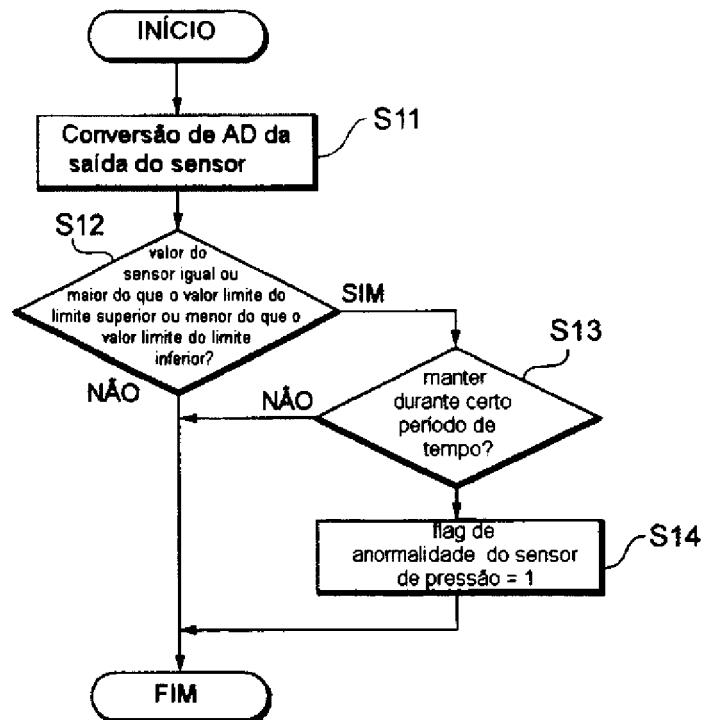


FIG. 3

