

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

(21) **PI 0621858-0 A2**

\*BRPI0621858A2\*

(22) Data de Depósito: 06/07/2006  
(43) **Data da Publicação:** 20/12/2011  
(RPI 2137)

(51) **Int.Cl.:**  
G01N 33/00  
G01N 27/417  
F01N 11/00

(54) **Título:** DIAGNÓSTICO DE UM SENSOR DE GÁS DE ELETRÓLITO SÓLIDO DE CÂMARA MÚLTIPLA COM FISSURA

(73) **Titular(es):** Volvo Technology Corporation

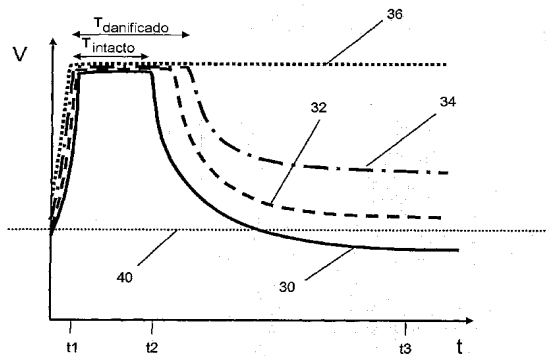
(72) **Inventor(es):** Charlotte Holmen, Henrik Svenningstorp

(74) **Procurador(es):** Magnus Aspeby e Claudio Szabas

(86) **Pedido Internacional:** PCT SE2006000850 de 06/07/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/004917 de 10/01/2008

(57) **Resumo:** DIAGNÓSTICO DE UM SENSOR DE GÁS DE ELETRÓLITO SÓLIDO DE CÂMARA MÚLTIPLA COM FISSURA. A presente invenção se refere a um método de diagnose para detecção de um dano de um sensor de gás e a um sensor de gás sendo adaptado para desempenhar o método de diagnose para detecção de um dano de um sensor de gás provocando um mau funcionamento, particularmente uma fissura (crack). Em concordância com a presente invenção, referido sensor de gás possui pelo menos duas câmaras (6, 8, 10), com uma câmara (10) compreendendo um gás de referência; e em que o método de diagnose é fundamentado sobre as seguintes etapas: - bombeamento de gás de uma das câmaras (6, 8, 10); - mensuração de um valor de uma variável sendo proporcional para a concentração do gás de referência como uma função de tempo; - comparação do valor variável mensurado e/ou do tempo mensurado para um limiar pré-determinado; e - detecção de um dano do sensor de gás (2) se o valor variável mensurado e/ou o tempo mensurado está fora do intervalo de modo de operação normal definido pelo correspondente limiar pré-determinado.





PI0621858-0

"DIAGNÓSTICO DE UM SENSOR DE GÁS DE ELETRÓLITO  
SÓLIDO DE CÂMARA MÚLTIPLA COM FISSURA"

CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a um método para  
detecção de um dano de um sensor de gás provocando um mau  
funcionamento, particularmente uma fissura (*crack*) do  
sensor de gás, e um sensor de gás sendo adaptado para  
desempenhar o método de detecção, em que referido sensor de  
10 gás compreende pelo menos duas câmaras com uma câmara  
compreendendo um gás de referência.

PANORAMA DO ESTADO DA TÉCNICA DA PRESENTE INVENÇÃO

15 Sensores de gás da espécie anteriormente identificada  
são utilizados, por exemplo, para mensuração de um conteúdo  
de **NOx** em um gás de exaustão descarregado a partir de um  
veículo. Demandas de legislação a caminho (futuras) para  
veículos leves e comerciais pesados irão requerer tanto a  
utilização de e quanto diagnose de complexos sistemas de  
20 pós-tratamento. Estes sistemas de pós-tratamento  
compreendem uma pluralidade de componentes, tais como  
sensores de gás para sensoriamento do conteúdo de **NOx** de um  
ar de exaustão do motor de combustão. Para diagnóstico  
robusto e para a habilidade de identificação de mau  
25 funcionamento de componentes, métodos para verificação da  
função de um componente individual irão ser muito úteis.

Um sensor de gás típico, particularmente um sensor de  
**NOx**, utiliza a concentração de oxigênio como referência, na  
mensuração em que a concentração de **NOx** pode ser  
30 determinada por redução: **2NO** para **N<sub>2</sub> + 2O<sup>-</sup>**. Um tal sensor de

gás compreende pelo menos duas câmaras, em que uma câmara está em conexão com uma tubulação de exaustão de um veículo para introdução do gás de exaustão e possuindo uma concentração constante de oxigênio bem definida e uma  
5 segunda câmara compreendendo um gás de referência, por exemplo, ar atmosférico, também possuindo uma concentração de oxigênio pré-determinada. Na primeira câmara, um recurso de detecção é disposto para detectar oxigênio e também modificar o gás de maneira que uma concentração de gás bem  
10 definida é obtida. Como um resultado, a concentração de oxigênio na segunda câmara é diminuída para uma concentração bem definida. Por intermédio de um recurso de bombeamento a concentração de oxigênio na segunda câmara é mantida constante. O bombeamento necessário corriqueiro por  
15 sua vez pode ser utilizado como uma mensuração para a concentração de **NOx** no gás de exaustão. O oxigênio que se origina a partir de **NO** reduzido na segunda câmara é proporcional para a concentração de **NOx** no gás de exaustão. Um sensor de **NOx** exemplificativo da espécie anteriormente  
20 descrito é apresentado no pedido de patente europeu número **EP 1 464 954 A2**.

O método de mensuração do sensor de gás anteriormente descrito conta com a concentração de oxigênio pré-definida e seu aumento é provocado pela reação de redução. Por  
25 consequência, um vazamento de oxigênio para a primeira e/ou a segunda câmara, devido para um dano do sensor, particularmente uma fissura, necessita ser detectado.

O que significa, por exemplo, que no caso de um sensor de oxigênio, a concentração de gás na primeira câmara é  
30 modificada para estar em uma concentração de oxigênio

constante. O bombeamento corriqueiro de oxigênio para a ou a partir da primeira câmara se correlaciona com a concentração de oxigênio no gás de exaustão. Uma fissura na primeira câmara, que resulta em vazamento de oxigênio a partir da lateral de ar ou lateral de exaustão, ou na câmara de referência, que resulta em vazamento de oxigênio a partir da lateral de exaustão, conduz a um erro de ajuste no sinal de sensor.

Conseqüentemente, tem sido sugerido se rodar um programa de *software* que é suposto detectar um mau funcionamento do sensor por se rodar programas de teste adequados para a eletrônica do sensor. Um exemplo para uma assim chamada Diagnose Embarcada = **OBD** (**OBD** = *On Board Diagnosis*) é apresentada na patente norte americana número **US 6.588.251 B1**.

Desvantajosamente, os programas de teste têm somente capacidade de detecção de danos ou interrupções nas partes eletrônicas do sensor. Um dano do "*hard ware*", particularmente um dano de uma das câmaras, pode não ser detectado.

Adicionalmente, a patente norte americana número **US 6.367.320 B1** descreve um sistema de monitoramento para um sistema de tratamento de gás de exaustão em que as temperaturas na lateral de entrada e na lateral de saída dos componentes do sistema são monitoradas. Se a temperatura na lateral de entrada e na lateral de saída de um tal componente é constantemente muito alta, a probabilidade estatística, de que referido componente está danificado, é também muito alta.

Desvantajosamente, uma determinação definitiva se um componente do sistema de tratamento de gás de exaustão está de fato danificado, não é possível.

É, conseqüentemente, objetivo da presente invenção proporcionar um método de detecção e um sensor de gás compreendendo correspondente recurso de detecção que possibilita para a detecção de um dano nos componentes de hardware de um sensor de gás.

Este objetivo é solucionado por um método de detecção em concordância com a **reivindicação de patente independente 1** posteriormente, por um sensor de gás em concordância com a **reivindicação de patente independente 8** posteriormente e um veículo compreendendo um sensor de gás em concordância com a **reivindicação de patente 19 independente** posteriormente.

#### **APRESENTAÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO**

Em concordância com a presente invenção, o método de detecção é fundamentado sobre a idéia de detecção de dano em um sensor de gás por determinação de uma concentração de gás em uma câmara do sensor de gás como uma função de tempo. Conseqüentemente, o gás da câmara a ser investigado é bombeado e o tempo requerido de bombeamento da câmara ou a concentração de gás remanescente na câmara é mensurada. O tempo mensurado e/ou a concentração de gás remanescente são comparados com um valor de limiar pré-determinado. No caso, se o tempo requerido e/ou a concentração de gás remanescente está fora do intervalo de modo de operação normal definido pelo correspondente limiar pré-determinado (por exemplo, por exceder, por passar ou por não alcançar,

como pode ser o caso) do valor de limiar pré-determinado, dano é detectado.

Em uma concretização preferida da presente invenção, o método é desempenhado para cada uma das câmaras sendo  
5 compreendidas pelo sensor de gás.

Em concordância com uma outra concretização preferida da presente invenção, o método é desempenhado quando o sensor de gás começa a operação.

Um sensor de gás inventivo em concordância com uma  
10 concretização preferida da presente invenção, compreende pelo menos duas câmaras, em que uma câmara compreende um gás de referência, primeiro recurso de bombeamento para bombeamento de gás de uma das câmaras e primeiro recurso de mensuração para mensuração da concentração de gás como uma  
15 função de tempo. Adicionalmente, o sensor de gás pode também compreender recurso de comparação para comparação da concentração de gás mensurada com um valor pré-determinado.

Preferivelmente, o sensor de gás inventivo é um sensor de **NOx** que utiliza ar como gás de referência.  
20 Vantajosamente, o sensor de gás pode compreender uma pluralidade de câmaras cada uma sendo adaptada para sensoriar um diferente gás, não somente **NOx**. Por sensoramento de uma pluralidade de gases, o sensor de gás pode também ser proporcionado com diferentes materiais  
25 dentro de uma câmara ou dentro da pluralidade de câmaras em que os materiais são selecionados para sensoriar diferentes gases.

Vantagens adicionais e concretizações preferidas da presente invenção são definidas nas **reivindicações de**  
30 **patente dependentes** posteriormente.

**BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS DA PRESENTE INVENÇÃO**

A presente invenção pode ser compreendida mais claramente por referência para a descrição detalhada posteriormente dos **Desenhos** das **Figuras**. Entretanto, 5 descrição e desenhos são unicamente ilustrativos de uma concretização preferida da presente invenção e não é intencionado que a presente invenção seja limitada para os mesmos.

Assim, referência é feita para as **Figuras** dos **Desenhos** 10 diagramáticos acompanhantes, nos quais:

A **Figura 1** é uma vista esquemática dos componentes básicos de uma concretização em concordância com o sensor de gás inventivo; e

A **Figura 2** é um diagrama do sinal de sensor de gás 15 plotado contra tempo de uma pluralidade de sensores de gás colocados em meio ambiente de ar ambiente e possuindo diferentes estados de danos em concordância com uma concretização preferida do método de detecção inventivo.

As **Figuras** são somente representações esquemáticas e a 20 presente invenção não está limitada para as concretizações nelas representadas.

**CONCRETIZAÇÕES DA PRESENTE INVENÇÃO**

A **Figura 1** mostra uma concretização preferida de um 25 sensor de gás (2) para mensuração de uma concentração de **NOx** em um gás de exaustão de um veículo que é construído por empilhamento, por exemplo, de seis camadas de eletrólito sólido cada uma das quais é composta de uma cerâmica, que possui um eletrólito sólido condutivo de íon 30 de oxigênio, tal como **ZrO<sub>2</sub>**.

O sensor de gás (2) possui uma primeira cavidade de introdução de gás (4), que é disposta em uma extremidade do sensor de gás (2), possui uma área de abertura pré-determinada, e está em conexão com uma tubulação de exaustão de um veículo. Uma primeira câmara (6) está em  
5 conexão com a cavidade de introdução de gás (4), para a qual um gás de exaustão como gás de mensuração é introduzido.

Adicionalmente, o sensor de gás (2) possui uma segunda  
10 câmara (8) para a qual o gás de mensuração é introduzido a partir da primeira câmara (6) através da segunda cavidade (5) conectando a primeira câmara (6) e a segunda câmara (8), e uma câmara de referência (10) para a qual um gás de referência, por exemplo, ar atmosférico é introduzido para  
15 servir como uma referência para mensuração de **NOx**.

O sensor de gás (2) também inclui um primeiro recurso de bombeamento (12) que controla a pressão parcial de oxigênio contido no gás de mensuração introduzido para a primeira câmara (6) para ser substancialmente constante, um  
20 segundo recurso de bombeamento (14) que controla a pressão parcial de oxigênio introduzido para a segunda câmara (8) para possuir um valor pré-determinado, e um recurso de bombeamento de mensuração (16) que reduz o componente de  
25 **NOx** contido no gás de mensuração introduzido a partir da segunda câmara (8), e bombeia oxigênio produzido pela redução de **NOx**. A concentração de **NOx** no gás de mensuração é determinada a partir do valor da corrente elétrica utilizada para tracionar o recurso de bombeamento de mensuração (16) e detectado pelo recurso de bombeamento de  
30 mensuração (16).

O primeiro recurso de bombeamento (12) compreende um eletrodo de bombeamento interno (18) que possui um eletrodo de cermeto poroso ou os assemelhados e é disposto na primeira câmara (6), e um eletrodo de bombeamento externo (20) possuindo um eletrodo de cermeto poroso ou as assemelhados e sendo disposto exteriormente à primeira câmara (6). Uma camada de eletrólito sólido pode ser interposta entre ambos os eletrodos (18) e (20).

Entre o eletrodo de bombeamento interno (18) e o eletrodo de bombeamento externo (20), uma voltagem de controle ( $V_0$ ) é aplicada por uma fonte de energia para tracionar uma corrente de bombeamento ( $I_0$ ) na direção positiva ou na direção negativa entre o eletrodo de bombeamento externo (20) e o eletrodo de bombeamento interno (18). Conseqüentemente, oxigênio pode ser bombeado a partir da ou bombeado para a primeira câmara (6) para o/a partir do exterior.

Na medida em que a concentração de oxigênio na primeira câmara (6) depende dos estados de combustão do motor de veículos - combustão rica/combustão empobrecida < - > baixa concentração/alta concentração de oxigênio - o sensor de gás (2) compreende um sistema de resposta (não mostrado) que controla o bombeamento de oxigênio dentro/fora pelo primeiro recurso de bombeamento (12) de maneira a manter a concentração de oxigênio da primeira câmara (6) em um nível definido.

O controle da concentração de oxigênio definida na primeira câmara (6) é necessário na medida em que a concentração de oxigênio da segunda câmara (8) pode ser controlada pelo conteúdo de oxigênio na primeira câmara

(6). É adicionalmente necessário controlar a concentração de oxigênio de maneira que a concentração de oxigênio na segunda câmara (8) é baixa o suficiente para não determinar qualquer contribuição significativa para o bombeamento de íon a partir do eletrodo interno (24). A maior parte do **NO** reage sobre o eletrodo interno (24) e não sobre o eletrodo (22) na segunda câmara (8). Isto pode ser conseguido por utilização de um material com baixa redutibilidade com respeito para o **NO** para o eletrodo (22), por exemplo, **Pt**, e um material com alta redutibilidade com respeito para o **NO** para o eletrodo interno (24), por exemplo, **Rh**.

O segundo recurso de bombeamento (14) também inclui um eletrodo de bombeamento interno (22) que é composto de, por exemplo, um eletrodo de cermeto poroso e é disposto na segunda câmara (8). O eletrodo de bombeamento externo (20) que é disposto exteriormente da primeira câmara (6) serve também como eletrodo externo para o segundo recurso de bombeamento (14). Correspondendo para o primeiro recurso de bombeamento (12) uma camada de eletrólito sólido pode ser interposta entre ambos os eletrodos (20) e (22).

Uma segunda voltagem de controle ( $V_1$ ) é aplicada entre o eletrodo de bombeamento externo (20) e o eletrodo de bombeamento interno (22) do segundo recurso de bombeamento (14) por uma fonte de energia. Conseqüentemente, oxigênio é bombeado a partir da ou bombeado para a segunda câmara (8) para o/a partir do exterior.

O valor da concentração de oxigênio parcial na segunda câmara (8) é detectado por um recurso de detecção (não mostrado). O valor detectado é utilizado como parâmetro de resposta para controle do processo de bombeamento

dentro/fora de maneira a manter o nível de oxigênio da segunda câmara (8) em um valor pré-determinado que não afeta a mensuração de **NOx** (muito baixa).

O controle da concentração de oxigênio na segunda câmara (8), é necessário de maneira que a concentração de **NO** na segunda câmara (8) não é reduzida pelo eletrodo de bombeamento interno (22) e para evitar que oxigênio venha a sofrer reação no eletrodo o mais interno (24). Conseqüentemente, é também preferível utilizar um material possuindo uma habilidade de redução enfraquecida ou nenhuma habilidade de redução com respeito para o componente de **NO** contido no gás de mensuração.

O recurso de bombeamento de mensuração (16) inclui um eletrodo de detecção (24) que é composto de, por exemplo, um eletrodo de cermeto poroso, um eletrodo de referência (26) que é disposto na câmara de referência (10), e uma camada de eletrólito sólido que é interposta entre os eletrodos (24) e (26).

O **NOx** no gás de mensuração introduzido para o eletrodo de detecção (24) é reduzido em concordância com a reação de  $2NO \rightarrow N_2 + 2O^-$  no eletrodo de detecção (24).

Para este propósito, o eletrodo de detecção (24) é composto de um cermeto poroso que compreende uma liga de **Rh** e **Pt** como metais que têm capacidade de redução de **NOx**, e zircônio como cerâmica. Conseqüentemente, o eletrodo de detecção (24) funciona como um conversor catalítico de redução de **NOx** para redução de **NOx** saindo na segunda câmara (8). Adicionalmente, quando uma voltagem constante ( $V_2$ ) é aplicada por uma fonte de energia entre o eletrodo de detecção (24) e o eletrodo de referência (26), o oxigênio

contido na segunda câmara (8) pode ser bombeado para a câmara de referência (10). A corrente de bombeamento ( $I_2$ ), que flui em concordância com a ação de bombeamento do recurso de bombeamento de mensuração (16), pode ser detectada e possui um valor que é proporcional para a concentração de oxigênio na segunda câmara (8), isto é, a soma da concentração de oxigênio na segunda câmara (8) e a concentração de oxigênio produzida pela redução de **NOx** efetuada pelo eletrodo de detecção (24). Conseqüentemente, a corrente de bombeamento ( $I_2$ ) é proporcional para a concentração de **NOx**.

Na medida em que a determinação da concentração de **NOx** depende da concentração de oxigênio pré-definida na segunda câmara (8), é evidente que um dano da segunda câmara provocando um vazamento de oxigênio como uma fissura, resulta em uma deterioração da mensuração de **NOx** ou uma falha completa e, conseqüentemente, em um mau funcionamento da integridade de sensor de gás (2). Conseqüentemente, até mesmo uma pequena fissura na segunda câmara (8) pode possuir um efeito de deterioração significativo sobre o resultado de mensuração.

Conseqüentemente, até mesmo pequenas fissuras necessitam ser detectadas, com confiabilidade. Em concordância com a presente invenção, uma mensuração para um dano potencial da segunda câmara (8) é o tempo requerido de bombeamento de oxigênio, por exemplo, da segunda câmara (8), na medida em que, no caso em que existe uma fissura, oxigênio está vazando para a câmara ao mesmo tempo em que oxigênio está sendo bombeado. Conseqüentemente, o tempo requerido bombeando a câmara aumenta e/ou a concentração de

oxigênio ainda disponível na câmara depois de um tempo pré-determinado é aumentada em comparação com os valores correspondentes de um sensor de gás intacto.

Este comportamento é mostrado na **Figura 2**, que mostra um diagrama de sinal de saída de sensor de gás de **NOx (V)** de uma pluralidade de sensores de gás de **NOx** colocados em um meio ambiente de ar ambiente e possuindo diferentes estados de fissura como uma função de tempo. O sinal de saída de sensor (**V**) é plotado sobre o eixo geométrico (**y**) em que tempo (**t**) é plotado sobre o eixo geométrico (**x**). O sinal de saída de sensor (**V**) é proporcional para a concentração de **NOx**, como explanado anteriormente.

Duas flechas laterais indicam dois períodos de tempo exemplificativos (**T<sub>intacto</sub>**) e (**T<sub>danificado</sub>**) requeridos para bombeamento de oxigênio antes que um decréscimo em concentração de oxigênio venha a ser detectado. O decréscimo em concentração de oxigênio resulta em um correspondente decréscimo no sinal de saída de sensor (**V**). Como pode ser observado na **Figura 2**, os períodos de tempo (**T<sub>intacto</sub>**) e (**T<sub>danificado</sub>**) diferem, por intermédio do que (**T<sub>intacto</sub>**) é igual para a diferença de tempo entre tempo (**t<sub>2</sub>**) e tempo (**t<sub>1</sub>**). No tempo (**t<sub>1</sub>**) o sinal de saída de sensor (**V**) alcançou - depois de uma determinada fase de salto - seu valor máximo, e no tempo (**t<sub>2</sub>**) o sinal de saída de sensor (**V**) diminui novamente iniciando a partir de referido valor máximo. (**T<sub>danificado</sub>**) é a correspondente diferença de tempo entre dois eventos similares [isto é, o tempo entre o evento quando o sinal de saída de sensor (**V**) alcança, depois da fase de rampa, seu máximo, e o evento quando diminui novamente iniciando a partir de referido máximo].

Período de tempo ( $T_{intacto}$ ) é mensurado com um sensor intacto, em que período de tempo ( $T_{danificado}$ ) é mensurado quando oxigênio é bombeado de uma câmara danificada. Como indicado pelas curvas no diagrama, o período de tempo ( $T$ )  
5 pode também ser infinito, o que corresponde para o caso em que o sensor está completamente quebrado [ver a curva (36)].

Para a determinação de se o sensor está danificado ou não, é suficiente comparar o período de tempo mensurado  
10 ( $T_{mensurado}$ ) com um limiar pré-determinado, preferivelmente o tempo ( $T_{intacto}$ ). No caso em que o tempo mensurado ( $T_{mensurado}$ ) excede o ( $T_{intacto}$ ), um usuário/motorista pode ser informado de que o sensor está danificado.

Uma outra possibilidade para determinação de se o  
15 sensor está danificado é comparar o sinal de saída de sensor ( $V$ ) depois do tempo ( $T_{intacto}$ ) com um valor pré-determinado. No caso em que o sensor está intacto, um decréscimo no sinal é esperado. Excede o valor de sinal de saída de sensor ( $V$ ) o valor pré-determinado, o sensor está  
20 danificado.

Também é possível comparar o último valor de sinal, por exemplo, no tempo ( $t_3$ ). No caso em que o sinal de saída de sensor ( $V$ ) excede o limiar indicado pela linha (40), um dano é detectado.

Na **Figura 2**, a curva (30), indicada por uma linha  
25 cheia, mostra o comportamento de um sensor de gás intacto. No tempo ( $t_1$ ) o processo de bombeamento é iniciado. Durante o tempo em que o sensor bombeia oxigênio a partir da câmara, o sinal de sensor ( $V$ ) está em seu valor máximo.  
30 Depois de um período de tempo ( $T_{intacto}$ ), o sinal de sensor

de **NO<sub>x</sub>** diminui e alcança o valor correspondente para a concentração de **NO<sub>x</sub>** presente. A **Figura 2** exemplifica uma mensuração em ar, isto é, sem concentração detectável de **NO<sub>x</sub>**.

5 A curva **(32)** indica o comportamento de um sensor ligeiramente danificado. Como pode ser observado, o tempo ( $T_{\text{mensurado}}$ ) requerido para alcançar o ponto de um decréscimo de sinal de sensor mensurável é prolongado. Adicionalmente, o sinal de sensor não irá indicar o mesmo valor como com um  
10 sensor intacto. Este comportamento é até mesmo intensificado se o dano do sensor de gás é mais severo, como é mostrado pela curva **(34)** indicando um sensor de gás com fissura. No caso em que o sensor é severamente danificado, como indicado pela curva **(36)**, um decréscimo do  
15 sinal de sensor não é mais detectável de qualquer forma, mas mostra seu valor máximo constante.

O sensor de gás **(2)** pode também incluir um aquecedor que gera calor de maneira a reforçar a condutividade para íons de oxigênio. Uma camada de cerâmica composta de  
20 alumina ou os assemelhados pode revestir superfície superior e superfície inferior do aquecedor de maneira a obter o isolamento elétrico com respeito para o sensor de gás **(2)**.

A presente invenção não é restrita para a utilização  
25 de um sensor de gás de **NO<sub>x</sub>** de duas câmaras, mas é também aplicável para outras espécies de sensores de gás. Particularmente, a presente invenção é aplicável para sensores de gás possuindo uma pluralidade de "segundas câmaras" cada uma mensurando um diferente gás. Também, em  
30 concordância com a presente invenção, é possível mensurar

diferentes gases por utilização de vários materiais dispostos em uma "segunda câmara" em que cada material é sensível para um diferente gás.

Portanto, embora a presente invenção tenha sido descrita com referência para concretizações específicas, deverá ser observado por aqueles especializados no estado da técnica que a mesma não deve ser considerada como sendo limitada para estas concretizações exemplificativas e vantajosas descritas anteriormente, mas certamente, um número de variações e de modificações adicionais é conceptível, e a presente invenção é unicamente limitada pelo espírito e pelo escopo de proteção das **reivindicações de patente** posteriormente.

15        **LISTA DE NUMERAIS DE REFERÊNCIA:**

- 2:     Sensor de gás
- 4:     Primeira cavidade de introdução de gás
- 5:     Segunda cavidade de introdução de gás
- 20    6:     Primeira câmara
- 8:     Segunda câmara
- 10:    Câmara de referência
- 12:    Primeiro recurso de bombeamento
- 14:    Segundo recurso de bombeamento
- 25    16:    Recurso de bombeamento de mensuração
- 18:    Eletrodo interno
- 20:    Eletrodo externo
- 22:    Eletrodo interno
- 24:    Eletrodo de detecção
- 30    26:    Eletrodo de referência

**30:** Curva indicando o sinal de saída de sensor de um sensor de gás intacto

**32:** Curva indicando o sinal de saída de sensor de um sensor de gás ligeiramente danificado

5 **34:** Curva indicando o sinal de saída de sensor de um sensor de gás danificado

**36:** Curva indicando o sinal de saída de sensor de um sensor de gás severamente danificado

**40:** Limiar

**REIVINDICAÇÕES**

1. Método de diagnose para detecção de um dano de um sensor de gás (2), particularmente uma fissura, referido  
5 sensor de gás (2) possuindo pelo menos duas câmaras (6, 8, 10) com uma câmara (10) compreendendo um gás de referência, **caracterizado pelo fato** de que compreende as etapas de:

- bombeamento de gás de uma das câmaras (6, 8, 10);
- mensuração de um valor de uma variável sendo  
10 proporcional para a concentração do gás de referência como uma função de tempo;
- comparação do valor variável mensurado e/ou do tempo mensurado para um limiar pré-determinado; e
- detecção de um dano do sensor de gás (2) se o  
15 valor variável mensurado e/ou o tempo mensurado está fora do intervalo de modo de operação normal definido pelo correspondente limiar pré-determinado.

2. O método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que um dano é detectado se o  
20 valor variável mensurado não alcança o limiar pré-determinado e/ou o tempo mensurado excede o limiar pré-determinado.

3. O método de acordo com qualquer reivindicação  
25 precedente, **caracterizado pelo fato** de que o limiar pré-determinado é um período de tempo pré-determinado ( $T_{\text{intacto}}$ ); e o tempo comparado com o limiar pré-determinado é um período de tempo ( $T_{\text{mensurado}}$ ) depois do qual uma mudança no valor variável mensurado é detectada.

4. O método de acordo com qualquer reivindicação precedente, **caracterizado pelo fato** de que o valor variável mensurado é o sinal de saída de sensor de gás que é comparado com um valor pré-determinado para o sinal de saída de sensor de gás (2).

5. O método de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato** de que a comparação acontece depois de um tempo pré-determinado.

6. O método de acordo com qualquer reivindicação precedente, **caracterizado pelo fato** de que o método é desempenhado quando o sensor de gás (2) começa a operação.

7. O método de acordo com qualquer reivindicação precedente, **caracterizado pelo fato** de que o método é desempenhado para cada câmara (6; 8; 10) compreendida no sensor de gás (2).

8. Sensor de gás (2) para sensoriamento de gases, particularmente um sensor de gás (2) para um motor de combustão, compreendendo:

- pelo menos duas câmaras (6, 8, 10), em que uma câmara (10) compreende um gás de referência;
- primeiro recurso de bombeamento (12, 14) para bombeamento de gás de uma das câmaras; e
- primeiro recurso de mensuração (V, I) para mensuração de um valor de uma variável sendo proporcional para uma concentração de gás;

**caracterizado pelo fato** de que:

- referido primeiro recurso de mensuração (V, I) é adaptado para mensurar o valor variável como uma função de tempo;

- o sensor de gás (2) adicionalmente compreende recurso de comparação para comparação do valor variável mensurado e/ou do tempo mensurado com um limiar pré-determinado; e
- 5 - o sensor de gás (2) adicionalmente compreende recurso de determinação para determinação de que um dano é detectado se o valor variável mensurado e/ou o tempo mensurado está fora do intervalo de modo de operação normal definido pelo correspondente limiar pré-determinado.

9. O sensor de gás (2) de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato** de que o sensor de gás (2) adicionalmente compreende recurso de determinação para determinação de que um dano é detectado se o valor variável mensurado cai abaixo do limiar pré-determinado e/ou se o tempo mensurado excede o limiar pré-determinado.

10. O sensor de gás (2) de acordo com as reivindicações 8 ou 9, **caracterizado pelo fato** de que o limiar pré-determinado é um período de tempo pré-determinado ( $T_{\text{intacto}}$ ); e o tempo comparado com o limiar pré-determinado é um período de tempo ( $T_{\text{mensurado}}$ ) depois do qual uma mudança no valor variável mensurado é detectada.

11. O sensor de gás (2) de acordo com qualquer das reivindicações 8 ou 9, **caracterizado pelo fato** de que o valor variável mensurado é o sinal de saída de sensor de gás que é comparado com um valor pré-determinado para o sinal de saída de sensor de gás (2).

12. O sensor de gás (2) de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato** de que a comparação acontece depois de um tempo pré-determinado.

13. O sensor de gás (2) de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 até 12, **caracterizado pelo fato** de que o gás é uma composição de gás compreendendo pelo menos dois componentes de gás.

5 14. O sensor de gás (2) de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 até 13, **caracterizado pelo fato** de que o sensor de gás (2) é um sensor de **NOx** com ar ou oxigênio como gás de referência.

10 15. O sensor de gás (2) de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 até 14, **caracterizado pelo fato** de que referido sensor de gás (2) é adaptado para sensoriar uma pluralidade de diferentes componentes de gás específicos.

15 16. O sensor de gás (2) de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que referido sensor de gás (2) compreende uma pluralidade de câmaras, cada câmara sensoriando um diferente gás específico.

20 17. O sensor de gás (2) de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que referido sensor de gás (2) compreende uma pluralidade de diferentes materiais, cada material sendo adaptado para sensoriar um diferente gás.

25 18. O sensor de gás (2) de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato** de que a pluralidade de diferentes materiais é proporcionada em uma pluralidade de diferentes lugares dentro das câmaras.

19. Veículo, **caracterizado pelo fato** de que possui um sensor de gás (2) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 8 até 18.

DESENHOS

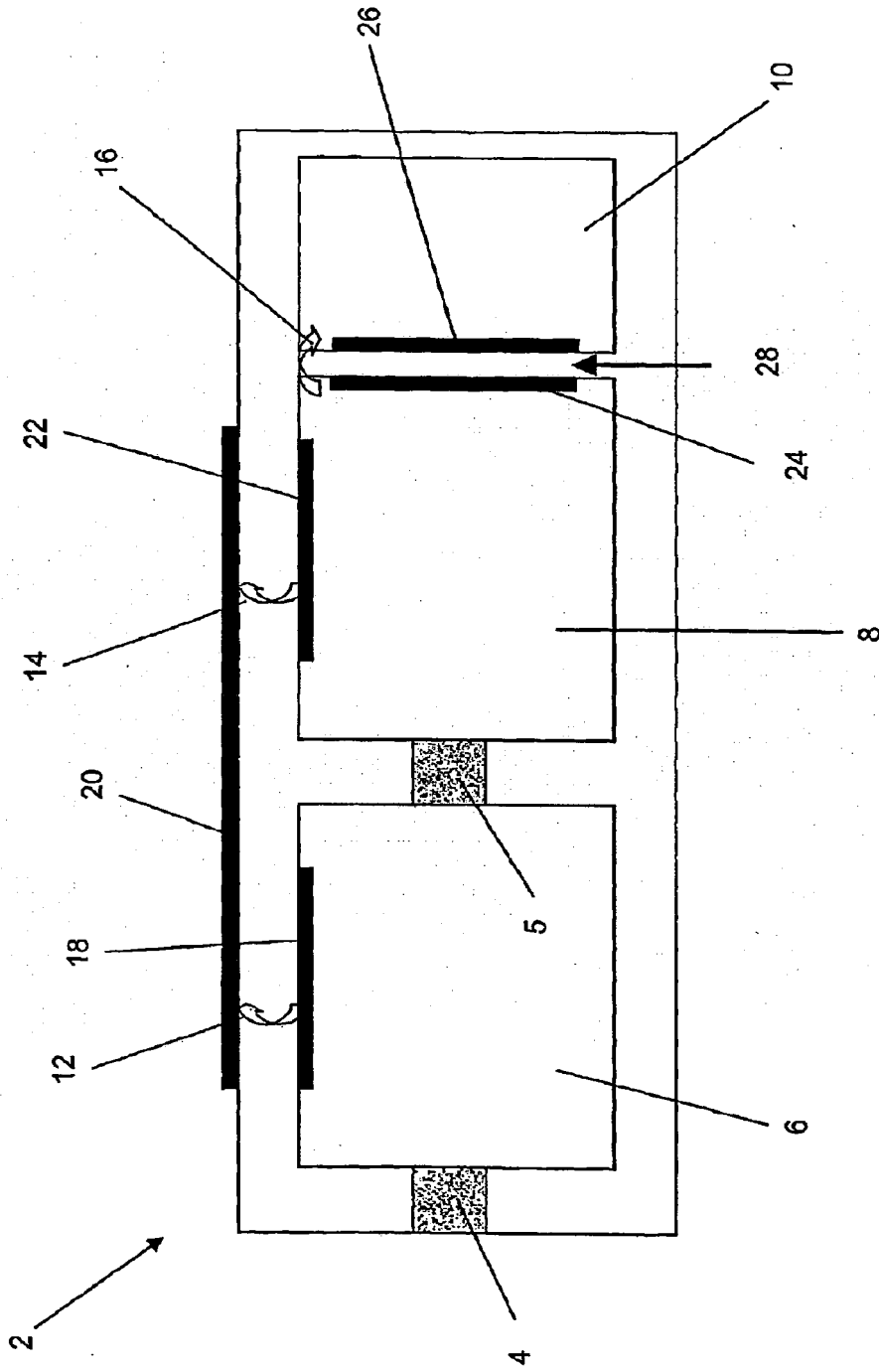


Fig. 1

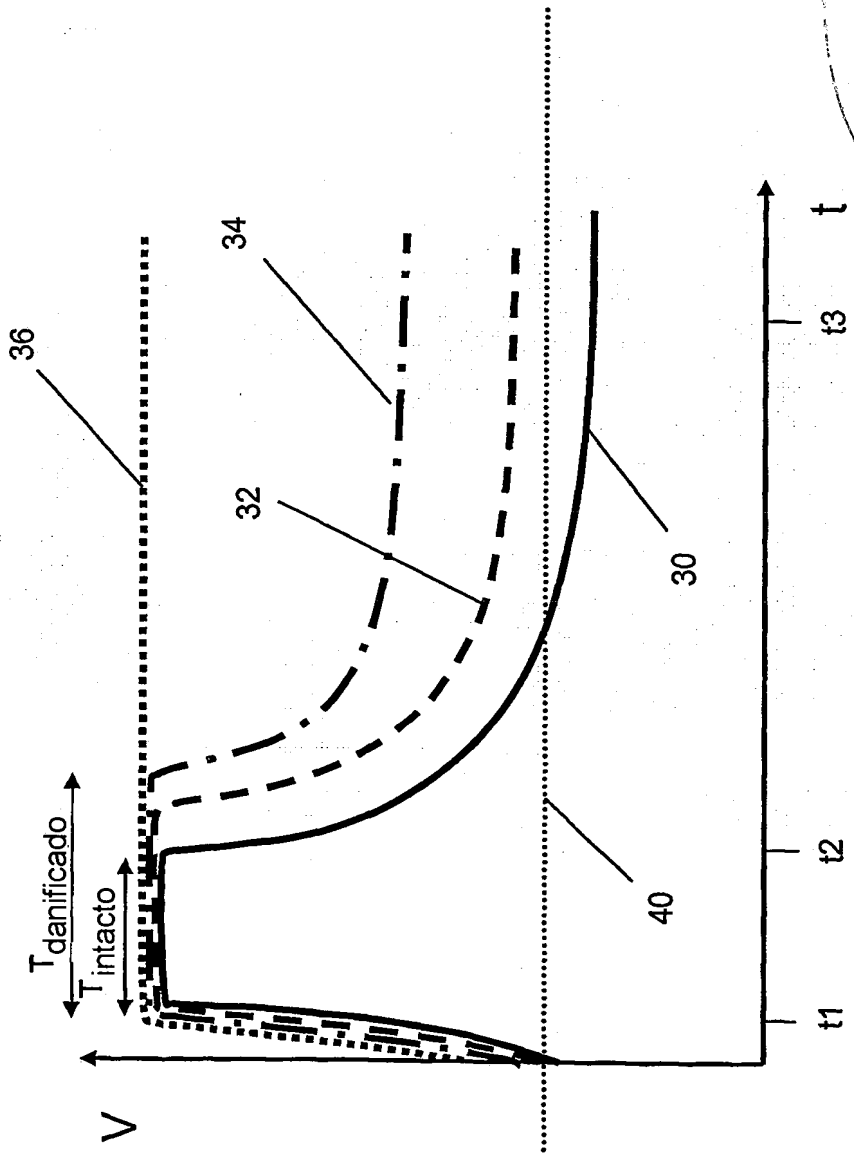


Fig. 2

## RESUMO

"DIAGNÓSTICO DE UM SENSOR DE GÁS DE ELETRÓLITO  
SÓLIDO DE CÂMARA MÚLTIPLA COM FISSURA"

5

A presente invenção se refere a um método de diagnose para detecção de um dano de um sensor de gás e a um sensor de gás sendo adaptado para desempenhar o método de diagnose para detecção de um dano de um sensor de gás provocando um mau funcionamento, particularmente uma fissura (*crack*).

10

Em concordância com a presente invenção, referido sensor de gás possui pelo menos duas câmaras (6, 8, 10), com uma câmara (10) compreendendo um gás de referência; e em que o método de diagnose é fundamentado sobre as seguintes etapas:

15

- bombeamento de gás de uma das câmaras (6, 8, 10);
- mensuração de um valor de uma variável sendo proporcional para a concentração do gás de referência como uma função de tempo;
- 20 - comparação do valor variável mensurado e/ou do tempo mensurado para um limiar pré-determinado; e
- detecção de um dano do sensor de gás (2) se o valor variável mensurado e/ou o tempo mensurado está fora do intervalo de modo de operação normal
- 25 definido pelo correspondente limiar pré-determinado.