

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 045**

51 Int. Cl.:

G01N 27/419 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2012 PCT/EP2012/072671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13092018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2012 E 12798190 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2795307**

54 Título: **Método para monitorear una sonda lambda de banda ancha**

30 Prioridad:

21.12.2011 DE 102011089383

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.02.2018

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)

Postfach 30 02 20

70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

LEDERMANN, BERNHARD;

BEVOT, CLAUDIUS y

REISCHL, ROLF

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 656 045 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para monitorear una sonda lambda de banda ancha

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un método para determinar una polarización de una célula de bombeo y/o de una célula de Nernst de una sonda lambda para diagnosticar la sonda lambda de banda ancha.

10 Las señales de salida de las sondas lambda de banda ancha son evaluadas a través de un cableado externo que se utiliza adicionalmente para regular y monitorear los parámetros de funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha, así como para monitorear las conexiones de cables. De este modo, tanto en la célula de Nernst como también en la célula de bombeo de la sonda lambda de banda ancha se presentan tensiones de polarización que deben ser tenidas en cuenta al regular la tensión de bombeo y al evaluar las señales de salida. Para las tensiones de polarización pueden determinarse valores teóricos para los diferentes tipos de sondas lambda de banda ancha, pero los valores reales difieren de éstos parcialmente de forma considerable a través de tolerancias de fabricación y a efectos de envejecimiento en la sonda.

15 En el documento DE 10 2008 001697 A1 del solicitante se describe un cableado mejorado, el cual, de forma adicional con respecto al funcionamiento del sensor de gas de escape, permite registrar y almacenar información sobre el estado de funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha utilizada allí como sensor de gas de escape, así como permite transmitir dicha información a un controlador del motor de orden superior, mediante una interfaz digital. La disposición mencionada posibilita un diagnóstico de las conexiones de cables entre el cableado y la sonda lambda de banda ancha, en cuanto a cortocircuitos y a una interrupción, así como en cuanto a la observancia de las tensiones admisibles en las conexiones. La capacidad operativa de la sonda de gas de escape puede ser detectada y su polarización de los electrodos y el envejecimiento pueden ser monitoreados de forma continua. Para realizar esas mediciones y para regular los diferentes estados de funcionamiento, la sonda lambda de banda ancha es alimentada eléctricamente de forma diferente en estados de conexión consecutivos del sistema electrónico de control, suministrándose energía eléctrica de forma diferente, de modo correspondiente. De este modo puede producirse una influencia de mediciones de estados de operación previos. A modo de ejemplo, un estado de operación puede conducir a una polarización no deseada de una célula de Nernst de la sonda lambda de banda ancha, la cual, en un estado de operación subsiguiente, conduce a una alteración del valor de medición de la tensión de Nernst en la célula de Nernst. En el documento DE 102010000663A1 del solicitante se describe un dispositivo para operar una sonda lambda de banda ancha en el canal de gas de escape de un motor de combustión interna y para registrar información sobre el estado de funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha. El dispositivo permite realizar un diagnóstico de conexiones de cables entre el sistema electrónico para controlar y evaluar las señales de la sonda lambda de banda ancha en cuanto a una interrupción y a un cortocircuito. Además, el dispositivo posibilita una adaptación de una corrección de inversión de carga, tal como puede ser necesaria debido a capacidades entre las líneas de alimentación y a medidas para la eliminación de perturbaciones.

25 En el documento DE 102010028301 A1 se explica que el envejecimiento de una sonda lambda de banda ancha conduce a una tensión de polarización más reducida después de la aplicación de un pulso de corriente.

40 Según el estado del arte, una determinación de la polarización de una sonda lambda de banda ancha durante el funcionamiento en curso hasta el momento sólo es posible de forma muy limitada. No obstante, condicionada por efectos de envejecimiento en los sensores de gas de escape, una determinación de esa clase sería ventajosa para mejorar la precisión de medición en diferentes puntos de funcionamiento del motor de combustión interna.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método que, durante el funcionamiento en curso, posibilite un diagnóstico y una consideración de una tensión de polarización de un elemento sensor, en particular de una célula de bombeo y de una célula de Nernst en una sonda lambda de banda ancha.

Descripción de la invención

45 El objeto de la invención se alcanzará gracias a que en un primer paso del método a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente, y a que en un segundo paso del método se determina una tensión en la célula de bombeo y/o en la célula de Nernst y se utiliza como medida para la polarización, donde el funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha es monitoreado mediante la polarización determinada. La determinación de la polarización puede tener lugar como una medición de tensión realizada una única vez o repetidas veces, o a través de la determinación del efecto de la polarización en un controlador correspondiente, como en un regulador de la corriente de bombeo de un controlador de un motor. La medición de tensión puede tener lugar mediante una fase con una aplicación simultánea del pulso de corriente o en una pausa del pulso. Para la célula de Nernst y la célula de bombeo, la polarización puede utilizarse con el fin de un diagnóstico. La

determinación de la polarización de la célula de bombeo, mediante un complemento de las especificaciones de cálculo en el aparato de control asociado, puede utilizarse para mejorar la precisión de la señal lambda.

5 En un perfeccionamiento del método, en el primer paso del método a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente en el funcionamiento regular de la sonda lambda de banda ancha, o en el primer paso del método se interrumpe el funcionamiento regular de la sonda lambda de banda ancha y en un ciclo de diagnóstico a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente regulado. El diagnóstico de la sonda lambda de banda ancha puede tener lugar también durante el funcionamiento en curso, de manera que puede establecerse un envejecimiento y puede considerarse un efecto de la polarización al determinar el valor lambda del gas de escape. La aplicación del pulso de corriente puede tener lugar también
10 predeterminando un pulso regulado, definido, tal como es adecuado por ejemplo para una determinación de una respuesta transitoria.

15 Si en el primer paso del método la célula de Nernst es alimentada con un pulso de corriente unidireccional para regular la corriente de bombeo de referencia o para determinar la resistencia interna, y en el segundo paso del método, en momentos predeterminados después del pulso de corriente unidireccional, la tensión es determinada en la célula de Nernst o es determinada una variable relacionada con la polarización y es utilizada como medida para la polarización de la célula de Nernst, entonces durante un funcionamiento normal de la sonda lambda de banda ancha puede determinarse la polarización de la célula de Nernst. La medición para caracterizar la polarización tiene lugar en momentos predeterminados, de forma relativa con respecto al pulso de corriente, antes y después del pulso de corriente. La valoración de la polarización en la segunda fase puede tener lugar también mediante el regulador de
20 corriente de bombeo que reacciona a la tensión de Nernst, considerando su diseño y el algoritmo de cálculo que se utiliza en el mismo.

25 En una forma de ejecución del método para determinar la polarización de la célula de bombeo se prevé que en el primer paso del método a la célula de bombeo se aplique un par de pulsos constituido por un pulso de corriente y un pulso opuesto, y que en el segundo paso del método se determine la tensión en la célula de bombeo en momentos predeterminados antes y/o después del pulso de corriente y del pulso opuesto, y que se utilice como dimensión para la polarización de la célula de bombeo. De este modo, la magnitud de los pulsos de corriente puede ser regulada.

30 En una variante ventajosa del método de acuerdo con la invención, en el primer paso del método la célula de bombeo es alimentada con un pulso y con un pulso opuesto, en un segundo paso del método, respectivamente en una pausa del pulso en un momento predeterminado después del pulso, se mide una primera tensión mediante la célula de bombeo y en un momento predeterminado después del pulso opuesto se mide una segunda tensión mediante la célula de bombeo, y la diferencia entre la primera tensión y la segunda tensión se utiliza como medida para la polarización de la célula de bombeo. En la realización práctica, en el caso de un valor lambda estable en un primer ciclo de medición, después de un pulso de corriente, tal como se utiliza en el funcionamiento regulado, la tensión U_{p01} se determina en la celda de bombeo que no fue alimentada. En un segundo ciclo de medición,
35 después de un pulso de corriente predeterminado y, con ello, conocido, tal como se utiliza por ejemplo en el caso del gas, la tensión U_{p02} se determina en la célula de bombeo que no fue alimentada. La diferencia de los valores de tensión $U_{p01}-U_{p02}$ es una medida para la polarización de la sonda lambda de banda ancha. Si la diferencia es pequeña, entonces la célula de bombeo es clasificada como débilmente polarizada, si la diferencia de los valores de tensión es elevada, entonces la misma es clasificada como intensamente polarizada.

40 En una forma de ejecución del método se prevé que en el segundo paso del método se determinen los valores de tensión en la célula de bombeo en varios momentos predeterminados durante y después del respectivo pulso de corriente y que la curva de los valores de tensión, considerando los parámetros de funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha y/o los parámetros del gas de escape, se utilice como medida para la polarización de la célula de bombeo. Gracias a ello es posible una caracterización de una respuesta transitoria a la alimentación de la célula de bombeo, cuya curva de tensión proporciona la información sobre la capacidad de polarización de la célula de bombeo. Para evaluar la capacidad de polarización se emplea adicionalmente la temperatura de la sonda lambda, así como la composición del gas de escape.
45

50 De acuerdo con la invención, una detección de sondas de gas de escape con una demanda aumentada de tensión de polarización a través del envejecimiento por sobre la medida admisible, se prevé determinando la polarización de la sonda lambda de banda ancha y comparándola con un valor límite predeterminado, donde una sonda lambda de banda ancha es clasificada como defectuosa cuando la polarización se ubica por encima del valor límite.

55 Para atenuar perturbaciones de alta frecuencia y entradas de alta tensión, en las líneas de señal de la sonda lambda de banda ancha se proporcionan capacidades para la eliminación de perturbaciones. Si la corriente de bombeo de una célula de bombeo es pulsada y es regulada de forma continua en cuanto al tiempo y al valor, de forma no analógica, entonces a través de la célula de bombeo circula adicionalmente una corriente que invierte la carga en las capacidades para la eliminación de perturbaciones y en otras capacidades relativas a la masa. La corriente de inversión de carga debe ser considerada al determinar la corriente de bombeo efectiva. Sin embargo, la corrección

requerida depende del valor λ momentáneo del gas de escape, de su temperatura y de la polarización de la célula de bombeo. En particular en el punto de funcionamiento $\lambda = 1$, en donde idealmente no circula corriente de bombeo, las corrientes de interferencia producen un efecto particularmente grave a través de la inversión de carga de las capacidades. Por lo tanto, se considera ventajoso que se determine la polarización de la célula de bombeo de la sonda λ de banda ancha y que se corrija una corrección de inversión de carga con la polarización.

Figura 2: un diagrama temporal de la tensión en una célula de bombeo de una sonda λ de banda ancha.

La figura 1, en un diagrama de corriente de bombeo 10, sobre un eje de corriente 11, a lo largo de un primer eje temporal 18, muestra una curva de corriente temporal a través de una célula de bombeo de una sonda λ de banda ancha de dos células. Después de un primer pulso de corriente 12 comienza un período 14 de la curva de corriente temporal, el cual finaliza con un tercer pulso de corriente 17. Al primer pulso de corriente 12 le sucede una pausa del pulso 13, a la cual le sigue un segundo pulso de corriente 15 que posee una polaridad opuesta, como el tercer pulso de corriente 17. Un inicio del pulso 16 del tercer pulso de corriente 17 puede regularse de forma temporalmente variable y determina la relación de prueba durante el período 14. Mediante el inicio del pulso 16 se regula la corriente de bombeo total a través de la célula de bombeo durante el período 14, o considerando la tensión de Nernst se controla una célula de Nernst de la sonda λ de banda ancha. De manera adicional, la corriente de bombeo total puede regularse a través de la magnitud de los pulsos de corriente 12, 15 y 17. De acuerdo con la invención, los pulsos de corriente 12, 15 y 17 representan la excitación de la célula de bombeo para determinar su polarización.

La figura 2, en un diagrama de tensión 20, muestra la tensión en la célula de bombeo de la sonda λ de banda ancha sobre un eje de tensión 21, a lo largo de un segundo eje temporal, 30, durante una alimentación de corriente en forma de pulsos. En una primera fase 31, una tercera fase 33 y una quinta fase 35, la medición de tensión tiene lugar sin la alimentación de corriente. En una segunda fase 32, la tensión es medida durante un pulso de corriente positivo; en una cuarta fase 34 durante un pulso de corriente negativo. En una célula de bombeo débilmente polarizada resulta una primera curva de tensión 24; en una célula de bombeo intensamente polarizada resulta una segunda curva de tensión 25. Para la primera curva de tensión 24 es característico el hecho de que se produce una primera diferencia de tensión 28 de las tensiones al inicio de la tercera fase 33 sin alimentación de corriente y al inicio de la quinta fase 35 igualmente sin corriente, debido a la segunda fase 32 con alimentación de corriente respectivamente precedente y a la cuarta fase 34, la cual caracteriza la polarización de la célula de bombeo. En el caso de una célula de bombeo polarizada en mayor grado con la segunda curva de tensión 25 resulta una segunda diferencia de tensión 29 entre las tensiones al inicio de la tercera fase 33 sin alimentación de corriente y al inicio de la quinta fase 35 igualmente sin alimentación de corriente, donde la segunda diferencia de tensión 29 es mayor que la primera diferencia de tensión 28.

La valoración de las diferencias de tensión 28, 29; en el caso de la comparación con un valor límite predeterminado, puede utilizarse para evaluar el envejecimiento de sondas λ de banda ancha y eventualmente para clasificar una sonda como defectuosa. Al final de las segundas y cuartas fases 32, 34 con alimentación de corriente se regulan una tensión después del primer pulso de corriente 22 y una tensión después del segundo pulso de corriente 26, cuya magnitud depende de la polarización de la célula de bombeo. La valoración de toda la curva de tensión 24, 25, mediante fases con alimentación y sin alimentación de corriente 31, 32, 33, 34 y 35, puede emplearse del mismo modo para evaluar la polarización.

En el caso de una alimentación de corriente en forma de pulsos deben considerarse capacidades relativas a la masa en la sonda λ de banda ancha, tal como se prevé por ejemplo para atenuar perturbaciones de alta frecuencia y entradas de alta tensión en las líneas de señal de la sonda λ de banda ancha, como capacidades para eliminar interferencias. Los así llamados errores de inversión de carga producidos debido a ello deben ser considerados en una corrección de inversión de carga para determinar la corriente de bombeo media correcta. El error de inversión de carga depende del estado de funcionamiento del motor de combustión interna, mediante la composición del gas de escape, de la temperatura del gas de escape y de la sonda λ de banda ancha, así como depende de la tensión de polarización en la célula de bombeo. A través de la determinación de la polarización de la célula de bombeo, mejorada de acuerdo con la invención, puede mejorarse también la corrección de la inversión de carga.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para determinar una polarización de una célula de bombeo y/o de una célula de Nernst de una sonda lambda de banda ancha para diagnosticar la sonda lambda de banda ancha, donde en un primer paso del método a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente, y donde en un segundo paso del método se determina la tensión o una curva de tensión en la célula de bombeo y/o en la célula de Nernst y se utiliza como medida para la polarización, caracterizado porque el funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha es monitoreado mediante la polarización determinada de ese modo, comparando la polarización determinada de la sonda lambda de banda ancha con un valor límite predeterminado, donde una sonda lambda de banda ancha es clasificada como defectuosa cuando la polarización se ubica por encima del valor límite.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque en el primer paso del método a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente en el funcionamiento regular de la sonda lambda de banda ancha, o porque en el primer paso del método se interrumpe el funcionamiento regular de la sonda lambda de banda ancha y en un ciclo de diagnóstico a la célula de bombeo y/o a la célula de Nernst se aplica un pulso de tensión o de corriente regulado.
- 15 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en el primer paso del método la célula de Nernst es alimentada con un pulso de corriente unidireccional para regular la corriente de bombeo de referencia o para determinar la resistencia interna, y porque en el segundo paso del método, en momentos predeterminados después del pulso de corriente unidireccional, la tensión es determinada en la célula de Nernst y se utiliza como medida para la polarización de la célula de Nernst.
- 20 4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque en el primer paso del método a la célula de bombeo se aplica un par de pulsos constituido por un pulso de corriente y un pulso opuesto, y porque en el segundo paso del método se determina la tensión en la célula de bombeo en momentos predeterminado antes y/o después del pulso de corriente y del pulso opuesto, y se utiliza como dimensión para la polarización de la célula de bombeo.
- 25 5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en el primer paso del método la célula de bombeo es alimentada con un pulso y con un pulso opuesto, porque en un segundo paso del método, respectivamente en una pausa del pulso en un momento predeterminado después del pulso, se mide una primera tensión mediante la célula de bombeo y en un momento predeterminado después del pulso opuesto se mide una segunda tensión mediante la célula de bombeo, y porque la diferencia entre la primera tensión y la segunda tensión se utiliza como medida para la polarización de la célula de bombeo.
- 30 6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en el segundo paso del método se determinan los valores de tensión en la célula de bombeo en varios momentos predeterminados durante y después del respectivo pulso de corriente y porque la curva de los valores de tensión, considerando los parámetros de funcionamiento de la sonda lambda de banda ancha y/o los parámetros del gas de escape, se utiliza como medida para la polarización de la célula de bombeo.
- 35 7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se determina la polarización de la célula de bombeo de la sonda lambda de banda ancha y porque una corrección de inversión de carga es corregida con la polarización.

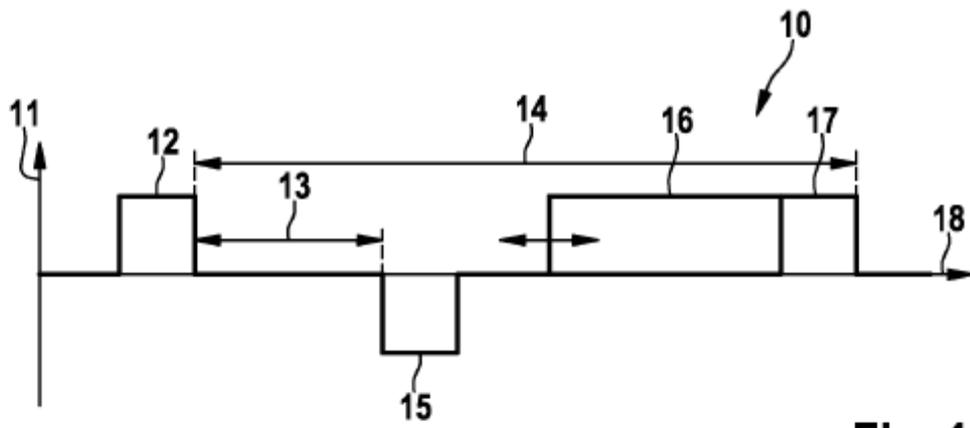


Fig. 1

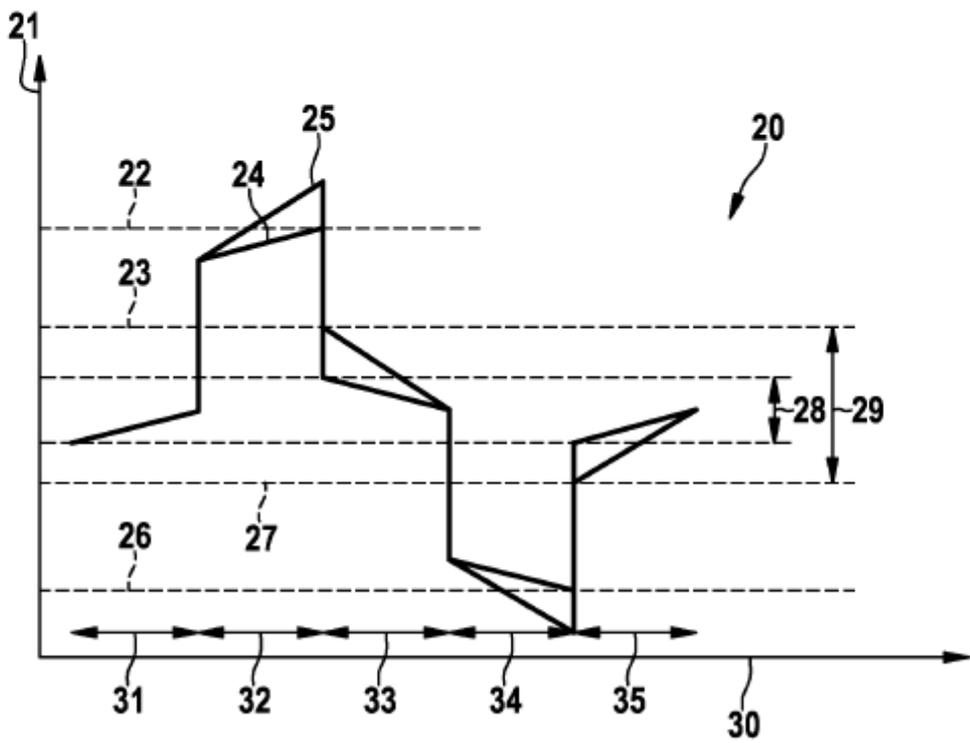


Fig. 2