

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 467**

51 Int. Cl.:

**G01N 15/06** (2006.01)

**G01N 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2015 PCT/EP2015/068662**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16055200**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2015 E 15757451 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021 EP 3204750**

54 Título: **Procedimiento para controlar el funcionamiento de un sensor para la detección de partículas, programa informático, medio de almacenamiento electrónico y aparato de control electrónico**

30 Prioridad:

**08.10.2014 DE 102014220398**

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

**24.11.2021**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**GAERTNER, BENJAMIN;  
TIEFENBACH, ANDY y  
KLENK, MATHIAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 880 467 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

Procedimiento para controlar el funcionamiento de un sensor para la detección de partículas, programa informático, medio de almacenamiento electrónico y aparato de control electrónico

Estado del arte

5 Por el estado del arte se conocen numerosos procedimientos y dispositivos para la detección de partículas, como por ejemplo partículas de negro de carbón o de polvo. A continuación, sin la limitación de otras formas de ejecución y aplicaciones, la invención se describe en particular haciendo referencia a sensores para la detección de partículas, en particular de partículas de negro de carbón, en un flujo de gas de escape de un motor de combustión interna.

10 En la práctica es conocido el hecho de medir una concentración de partículas, como por ejemplo de partículas de negro de carbón o de polvo, en un gas de escape, mediante dos electrodos que están dispuestos sobre una cerámica. Lo mencionado, por ejemplo, puede tener lugar mediante una medición de la resistencia eléctrica del material cerámico que separa los dos electrodos. Los sensores de esa clase se utilizan por ejemplo en una línea de gas de escape de un motor de combustión interna, como por ejemplo de un motor de combustión del tipo de construcción diesel. Habitualmente, los mismos se encuentran aguas abajo del motor de combustión o del filtro de partículas diesel. Debido a un aumento de la conciencia medioambiental y en parte también debido a especificaciones legales, en el futuro la emisión del negro de carbón debe monitorearse durante el funcionamiento de marcha de un vehículo a motor, y debe asegurarse la funcionalidad de esa monitorización. Esa clase de monitorización de la funcionalidad en general se denomina como diagnóstico a bordo. Los sensores de partículas actualmente se utilizan por ejemplo para monitorear la emisión de negro de carbón de los motores de combustión interna y para el diagnóstico a bordo (OBD), por ejemplo para monitorear el funcionamiento de filtros de partículas. De este modo, se conocen sensores de partículas resistivos, de recolección, que evalúan una variación de las propiedades eléctricas de una estructura de electrodos interdigital debido a acumulaciones de partículas. Sensores de negro de carbón de esa clase se conocen por ejemplo por las solicitudes DE 101 49 333 A1 o WO 2003/006976 A2.

25 En los sensores de partículas resistivos de esa clase, para partículas conductoras, dos o varios electrodos metálicos están conformados sobre un sustrato eléctricamente aislante, donde las partículas que se acumulan bajo el efecto de una tensión de medición eléctrica, en particular partículas de negro de carbón, cortocircuitan los electrodos que se enganchan unos en otros a modo de un peine, y entre los electrodos del sensor puede medirse una resistencia que se reduce, así como una corriente que aumenta, en el caso de una tensión aplicada constante. Para la regeneración del elemento sensor después de la acumulación de negro de carbón, el elemento sensor es sometido a un quemado con la ayuda de un elemento calentador, en determinadas fases. La evaluación del sensor digital tiene lugar en el sistema mediante una comparación del tiempo de activación objetivo, determinado a partir de un modelo de comparación de señales, mediante la inclusión del modelo de emisiones no tratadas, y el tiempo de activación del sensor efectivo.

30 Para monitorear en el campo la funcionalidad de los electrodos y, con ello, del sensor, en los electrodos, al final de la regeneración, se aplica una tensión de medición. Debido a esto se produce un flujo de iones, que mayormente está condicionado por impurezas en forma de sodio. Si el mismo supera un valor umbral determinado, entonces los electrodos deben considerarse como intactos.

40 En el caso del sensor de partículas resistivo del estado del arte, el auto-diagnóstico de los electrodos de medición se basa en una medición de corriente a temperaturas aumentadas. Mediante la presencia de iones de sodio en la capa de aislamiento, debajo del electrodo, se encuentra presente una cierta conductividad eléctrica mensurable. Por ese motivo, ese diagnóstico se realiza durante la regeneración del sensor, donde de todos modos se efectúa un calentamiento activo y se alcanzan temperaturas > 750 °C.

45 A pesar de las numerosas ventajas de los procedimientos y dispositivos para la detección de partículas, conocidos por el estado del arte, los mismos tienen aún mucho potencial para una mejora. De este modo, la forma del auto-diagnóstico antes descrita sólo es estable en cuanto al envejecimiento de forma condicionada. El electrodo de medición negativo, según el estado del arte, en esa fase encuentra conectado a tierra, también el electrodo de medición positivo, exceptuando la fase de diagnóstico corta, por lo cual la conexión del calentador positiva, así como partes del calentador, durante el funcionamiento, presentan siempre un potencial eléctrico, positivo con respecto a ello. Puesto que además la regeneración habitualmente dura de muchos segundos hasta minutos, las partículas cargadas de forma positiva, como en particular los iones de sodio, por ese periodo más prolongado, experimentan una fuerza impulsora desde el interior del sensor, en donde se encuentra el calentador, hacia la superficie, en donde se encuentra el electrodo de medición. Debido a la temperatura del sensor elevada durante esa fase, los iones de sodio presentan una gran movilidad y se trasladan hacia arriba. Esa movilidad puede medirse como corriente y a continuación se denomina como acoplamiento de calentador. Además, los iones de sodio, en la superficie y en las capas próximas a la superficie, experimentan una fuerza impulsora hacia el electrodo negativo durante las fases en

5 las cuales un potencial positivo se aplica en el electrodo positivo, y la temperatura del sensor es elevada. En la superficie, finalmente, se produce una concentración de los iones. El acoplamiento del calentador, es decir, el movimiento de los iones de sodio desde el calentador hacia la superficie, altera la medición de la corriente de auto-diagnóstico, es decir, el movimiento de los iones de sodio en la superficie y en las capas próximas a la superficie y, debido a esto, puede producirse un resultado del diagnóstico incorrecto. Ese acoplamiento del calentador depende del potencial eléctrico aplicado en el calentador y de la parte de iones conductores, con respecto a los electrones.

Por la solicitud 10 2010 030 634 A1 se conoce un procedimiento para operar un sensor de partículas.

#### Descripción de la invención

10 Por lo tanto, se propone un procedimiento para controlar el funcionamiento de un sensor para la detección de partículas, en particular de negro de carbón, que evite las desventajas de los procedimientos conocidos, al menos en gran medida, y en el cual la precisión del auto-diagnóstico se incrementa mediante una compensación del acoplamiento del calentador.

15 El procedimiento según la invención según la reivindicación 1, para controlar el funcionamiento de un sensor para la detección de partículas, en particular de negro de carbón, donde el sensor presenta al menos dos electrodos de medición y un sustrato, y además presenta un elemento calentador, comprende las siguientes etapas, preferentemente en el orden indicado:

- realización de una primera medición de corriente-tensión para determinar una primera variable de medición,
- realización de una segunda medición de corriente-tensión para determinar una segunda variable de medición, donde un electrodo de medición de los electrodos de medición se coloca en otro potencial eléctrico,
- 20 - realización de una tercera medición de corriente-tensión para determinar una tercera variable de medición, y
- formación de un valor de corrección para corregir la segunda variable de medición mediante la primera variable de medición y la tercera variable de medición.

25 En el marco de la presente invención, la expresión "un electrodo de medición de los electrodos de medición se coloca en otro potencial eléctrico", se utiliza para evidenciar que el potencial eléctrico de uno de los electrodos de medición se diferencia del potencial eléctrico de los otros electrodos de medición o electrodos de medición restantes.

30 La primera medición de corriente-tensión, según la invención, se realiza antes de la segunda medición de corriente-tensión, y la tercera medición de corriente-tensión, según la invención, se realiza después de la segunda medición de corriente-tensión. La primera medición de corriente-tensión y la tercera medición de corriente-tensión, según la invención, se realizan sin que se aplique un potencial eléctrico a los electrodos de medición. El valor de corrección, según la invención, se determina en base a un comportamiento de disminución de la primera variable de medición y de la tercera variable de medición. El valor de corrección para la corrección, según la invención, se sustrae de la segunda variable de medición. La primera variable de medición, la segunda variable de medición y la tercera variable de medición, según la invención, son una corriente eléctrica entre los electrodos de medición. Según la invención, el procedimiento se realiza cuando es operado el elemento calentador. El elemento calentador puede operarse mediante la aplicación de una tensión eléctrica temporizada de forma permanente o periódicamente. Durante el funcionamiento con una tensión eléctrica temporizada debe prestarse atención a que el desplazamiento temporal entre el flanco de conexión, así como de desconexión, sea constante. Expresado de otro modo, en el caso de un funcionamiento con una tensión eléctrica temporizada, la distancia temporal entre la conexión o desconexión del elemento calentador y las respectivas mediciones de la señal siempre debe ser de la misma magnitud. La tensión aplicada en el elemento calentador esencialmente se deriva desde la tensión de la red de a bordo disponible en el vehículo o, adicionalmente, se baja desde un nivel de tensión más elevado, habitualmente a 12 V hasta 14 V. El potencial eléctrico aplicado a un electrodo de medición durante la realización de la segunda medición de corriente-tensión esencialmente puede ser por ejemplo de 8,4 V, por ejemplo con una desviación de no más de 0,5 V.

45 Además, se propone un programa informático según la reivindicación 3, que comprende comandos que consiguen que un aparato de control, que está conectado al sensor mencionado en la reivindicación 1, realice el procedimiento según la reivindicación 1 ó 2.

Además, en la reivindicación 4 se propone un medio de almacenamiento electrónico en el cual está almacenado un programa informático según la reivindicación 3.

Además, en la reivindicación 5 se propone un aparato de control electrónico que comprende un medio de almacenamiento electrónico según la reivindicación 4.

En el sentido de la presente invención, por partículas deben entenderse en particular partículas eléctricamente conductoras, como por ejemplo negro de carbón o polvo.

5 Por electrodos de medición, en el marco de la presente invención, deben entenderse electrodos que sean adecuados para la medición de una corriente y/o de una tensión eléctrica. Los electrodos de medición en particular pueden estar diseñados como electrodos interdigitales, por tanto, como electrodos de medición que se enganchan unos en otros, por ejemplo dos o más estructuras de peine que se enganchan unas en otras.

10 Por un material eléctricamente aislante, en el marco de la presente invención, debe entenderse cualquier material que sea adecuado para impedir un flujo de corriente, como por ejemplo una cerámica.

15 Por una medición de corriente-tensión, en el marco de la presente invención, debe entenderse una medición de una corriente eléctrica y/o de una tensión eléctrica. La medición, de este modo, tiene lugar entre los electrodos de medición. Adicionalmente, en los electrodos de medición puede aplicarse una tensión eléctrica determinada y puede medirse un flujo de corriente entre los electrodos de medición, o en los electrodos de medición puede aplicarse una corriente eléctrica, y puede medirse una tensión entre los electrodos de medición. Una medición de corriente-tensión en particular puede ser una medición de la resistencia, donde puede medirse una resistencia de la estructura formada por los electrodos de medición y el sustrato. Por ejemplo, puede tener lugar una medición controlada por la tensión o regulada por la tensión, y/o una medición controlada por la corriente y/o regulada por la corriente. La aplicación de la corriente y/o de la tensión eléctrica puede tener lugar en forma de una señal continua y/o también en forma de una señal pulsada. De este modo, por ejemplo, puede aplicarse una tensión continua y/o una corriente continua, y pueden detectarse una respuesta de corriente o una respuesta de tensión. De manera alternativa, puede aplicarse una tensión pulsada y/o una corriente pulsada, y pueden detectarse una respuesta de corriente o una respuesta de tensión.

25 En el marco de la presente invención, por una variable de medición debe entenderse una variable determinada mediante la medición de corriente-tensión que, de manera correspondiente, puede ser una corriente eléctrica o una tensión eléctrica. Una resistencia eléctrica derivada de ello puede utilizarse como variable de medición.

30 Por la realización de una medición de corriente tensión, antes o después de un instante determinado, en el marco de la presente invención debe entenderse una medición de corriente-tensión de manera que la medición de corriente-tensión esencialmente se realiza próxima en el tiempo con respecto al instante, es decir, con un desplazamiento temporal de por ejemplo como máximo un segundo.

35 Por un aparato de control electrónico, en el marco de la presente invención, debe entenderse cualquier aparato que sea adecuado para realizar el procedimiento según la invención y, de este modo, para realizar los procesos de control y/o de regulación correspondientes. El aparato de control puede ser un aparato de control propio, asociado al sensor, o también puede formar parte de un aparato de control de un motor de combustión interna, como por ejemplo puede formar parte de un controlador del motor, de un motor de combustión, en particular de un motor diesel.

40 Una idea base de la presente invención consiste en medir el acoplamiento del calentador antes y después del pulso de medición propiamente dicho, en la fase de diagnóstico, y con la ayuda de un modelo matemático, a partir de los valores de medición, en calcular una contribución de error al instante del pulso de medición y en restarla del valor de medición propiamente dicho. Esto puede realizarse en el aparato de control del sensor o mediante una ampliación de la medición de auto-diagnóstico. De este modo, por ejemplo, primero se mide el acoplamiento del calentador antes del pulso de medición de la fase de diagnóstico. A continuación se mide el valor de medición al aplicarse el pulso de medición de la fase de diagnóstico, por tanto, el acoplamiento del calentador y la corriente de auto-diagnóstico. A continuación, se mide el acoplamiento del calentador después del pulso de medición de la fase de diagnóstico. Después de esto, se calcula un valor de corrección en base al comportamiento de disminución del acoplamiento del calentador, antes y después del pulso de medición. Por ejemplo, el valor de corrección se sustrae del valor de medición al aplicarse el pulso de medición de la fase de diagnóstico.

50 La implementación del procedimiento según la invención puede tener lugar mediante un software. Por ejemplo, la realización puede tener lugar en forma de un programa informático que puede estar almacenado en un medio de almacenamiento electrónico.

Los cationes, como por ejemplo iones de sodio, que por principio son impulsados desde la profundidad del elemento sensor, durante el auto-diagnóstico, hacia el electrodo de medición negativo, ya no alteran el resultado del auto-diagnóstico, debido a la invención. Sólo se diagnostica la corriente que es generada mediante el pulso de medición.

Una variación del acoplamiento del calentador durante la vida útil del sensor no influye en el resultado del diagnóstico.

5 Al estar separado el electrodo de medición positivo, los cationes, como por ejemplo iones de sodio, ya no se trasladan hacia el electrodo de medición negativo y aumentan el acoplamiento del calentador en el electrodo de medición negativo. La invención compensa ese acoplamiento del calentador aumentado y proporciona en ese caso el resultado del diagnóstico correcto: defecto del sensor

Además, no se necesita ninguna modificación del hardware en el sensor o en el aparato de control correspondiente. La variación de la secuencia de medición y los cálculos del valor de corrección pueden realizarse mediante un software.

10 Breve descripción de los dibujos

Otras particularidades opcionales y características de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de ejecución preferentes que están representados esquemáticamente en las figuras.

Muestran:

Figura 1 una representación en despiece de un sensor para la detección de partículas,

15 Figura 2 un diagrama de bloques del sensor, incluyendo el aparato de control correspondiente con posibles potenciales de los electrodos de medición y del elemento calentador durante la regeneración, y

Figura 3 un desarrollo temporal, a modo de ejemplo, de los potenciales de electrodos y del elemento calentador durante la fase de regeneración y hasta el comienzo de la fase de medición.

Formas de ejecución de la invención

20 La figura 1 muestra un sensor 10 para la detección de partículas, en particular de negro de carbón, en un flujo de gas, como por ejemplo un flujo de gas de escape de un motor de combustión interna, que se utiliza para la instalación en una línea de gas de escape de un vehículo a motor. Por ejemplo, el sensor 10 está diseñado como sensor de negro de carbón y preferentemente está dispuesto aguas abajo de un filtro de negro de carbón de un vehículo a motor con un motor de combustión diesel.

25 El sensor 10 presenta una capa soporte 12 que, al menos parcialmente, puede estar producida de un material eléctricamente aislante, como por ejemplo de una cerámica, como óxido de aluminio. En la capa soporte 12 está integrado un elemento calentador 14 que, mediante contactos 16, puede conectarse con una fuente de tensión adecuada (no mostrado en detalle), y que se utiliza para el quemado en el sensor 10 de partículas eventualmente depositadas, como partículas de negro de carbón.

30 Sobre la capa soporte 12 está dispuesto un sustrato 18 en forma de placas que, al menos parcialmente, puede estar producido de un material eléctricamente aislante, como por ejemplo de una cerámica, como óxido de aluminio. Sobre el sustrato 18 está dispuesta una estructura formada por dos electrodos de medición 20, 22. Por ejemplo, los electrodos de medición 20, 22 están diseñados como electrodos interdigitales, de modo que los mismos se enganchan unos en otros a modo de un peine, del modo mostrado. Los electrodos de medición 20, 22; mediante  
35 contactos 24, pueden conectarse con un aparato de control electrónico 26.

En el área en la cual los electrodos de medición 20, 22 se enganchan unos en otros en forma de un peine, los electrodos de medición 20, 22; al menos de forma parcial, pueden estar recubiertos por un dieléctrico 28, de manera que los electrodos de medición 20, 22 pueden utilizarse como electrodos de un condensador con capacidad mensurable. El dieléctrico 28, a su vez, puede estar provisto de una capa de protección 30, de manera que el mismo  
40 está separado con respecto al medio circundante, debido a lo cual se excluye una degeneración del dieléctrico 28.

El sensor 10 puede comprender además una carcasa que rodee la estructura representada en la figura 1 y que no está mostrada en la figura 1 para simplificar la explicación de la estructura del sensor 10. Por ejemplo, la carcasa puede estar diseñada como un manguito de captura que, en un área que se sitúa por encima de los electrodos de medición 20, 22, está provisto de una abertura, y que se utiliza para estabilizar un flujo de gas que circula en la línea  
45 de gas de escape, de manera que las partículas de negro de carbón u otras partículas contenidas en el flujo de gas, preferentemente, se depositan en el área de los electrodos de medición 20, 22. El sensor 10 según la figura 1 puede trabajar del siguiente modo. Cuando sobre el sustrato 18 se deposita negro de carbón u otras partículas eléctricamente conductoras, se reduce entonces una resistencia eléctrica entre los dos electrodos de medición 20, 22. Mediante la medición de la impedancia entre los dos electrodos de medición 20, 22 resulta un así llamado

comportamiento típico de circuito RC. Esto significa que la concentración de negro de carbón o de partículas en el gas de escape correspondiente puede determinarse mediante la variación temporal de la parte de resistencia del circuito RC.

5 Para la regeneración del sensor 10, las partículas depositadas, después de un cierto tiempo, se queman mediante el elemento calentador 14 integrado en la capa soporte 12. En el caso de un sensor 10 con capacidad de funcionamiento, después de ese así llamado caldeo, la resistencia entre los electrodos de medición 20 debería aumentar marcadamente, y de modo preferente, de forma ilimitada. Puesto que el modo de funcionamiento del sensor 10 para la detección de la concentración de partículas ya es conocido, por ejemplo por el estado del arte antes mencionado, de la solicitud WO 2003/006976 A2, en este punto no se aborda en detalle el modo de trabajo habitual del sensor 10; se describe ahora el procedimiento según la invención para controlar el funcionamiento del sensor 10. El procedimiento puede ser realizado por ejemplo por el aparato de control 26 antes mencionado. En particular, el procedimiento se describe mediante las figuras 2 y 3.

15 La figura 2 muestra un diagrama de bloques del sensor 10 y de la activación mediante el aparato de control 26, con posibles potenciales de electrodos y del elemento calentador durante la regeneración. De este modo, en la parte izquierda se representa el aparato de control 26, que comprende un circuito 32 de una fuente de tensión eléctrica y una unidad de evaluación 34. Además, el aparato de control 26 presenta un circuito 36 para el elemento calentador 14 y una unidad de evaluación 38 para un sensor de medición de temperatura 40 del sensor 10. El sensor de medición de temperatura 40 puede formar parte del elemento calentador 14, de manera que la unidad de evaluación 38 puede determinar la temperatura mediante una variación de la resistencia eléctrica del elemento calentador 14. 20 En base a la representación de la figura 2 puede apreciarse que durante la regeneración, el elemento calentador 14 funciona al aplicarse una tensión eléctrica de por ejemplo 12 V al elemento calentador 14. Además, en la figura 2 puede apreciarse que el electrodo de medición negativo 20 se conecta a tierra y durante la regeneración en el electrodo de medición positivo 22 se aplica un potencial eléctrico de por ejemplo 8,4 V.

25 La figura 3 muestra un desarrollo temporal a modo de ejemplo de electrodos y potenciales del elemento calentador durante la fase de regeneración y hasta el comienzo de una fase de medición, como se describe en detalle a continuación. Sobre el eje-X 42 está marcado el tiempo y en el eje- Y 44 está marcada la temperatura. Por debajo del eje 42, en las líneas de arriba hacia abajo, se encuentran una tensión eléctrica 46 del elemento calentador 14 y una tensión eléctrica 48 de los electrodos de medición 20, 22, un potencial eléctrico 50 del electrodo de medición positivo 22 y un potencial eléctrico 52 del electrodo de medición negativo 20. En el instante 54 se opera el elemento calentador 14. El funcionamiento del elemento calentador 14 tiene lugar mediante la aplicación de una tensión eléctrica de por ejemplo 12 V en el elemento calentador 14. Debido a esto el elemento calentador 14 calienta el sensor 10.

35 A partir de un instante 56 tiene lugar un quemado de las partículas acumuladas en el sensor 10, como por ejemplo negro de carbón. El quemado tiene lugar durante un periodo de por ejemplo más de 30 segundos. Al final del quemado del negro de carbón, en un instante 58 hasta un instante 60, brevemente el elemento calentador 14 no funciona, en donde ninguna tensión eléctrica se aplica en el mismo, para alcanzar una temperatura definida. A partir del instante 60 el elemento calentador 14 funciona nuevamente, al aplicarse una tensión eléctrica de por ejemplo 12 V. Hasta un instante 62, de este modo, ninguna tensión eléctrica se aplica en los electrodos de medición 20, 22. En el instante 62, en el electrodo de medición positivo 22 se aplica un potencial eléctrico de 8,4 V. Hasta un instante 64, ésta es la fase de medición propiamente dicha, como se describe con mayor detalle a continuación. En el instante 64, de este modo, ya ningún potencial eléctrico se aplica en el electrodo de medición 22, pero el elemento calentador 14 continúa funcionando hasta un instante 66. A continuación se describe ahora en detalle el procedimiento según la invención.

45 Poco antes del instante 62 se realiza una primera medición de corriente-tensión para determinar una primera variable de medición. Por ejemplo, como se representa en la figura 3, poco antes del instante 62, es decir, en un instante 68, una corriente eléctrica se mide entre los electrodos de medición 20, 22; sin que en los electrodos de medición 20, 22 se aplique una tensión eléctrica. En un instante 70, entre los instantes 62 y 64, por ejemplo poco antes del instante 64, se realiza una segunda medición de corriente-tensión para determinar una segunda variable de medición. De este modo, en el periodo de tiempo entre los instantes 62 y 64, en el electrodo de medición positivo 22 se aplica el potencial eléctrico de 8,4 V y, con ello, también en el instante 70, y se detecta la corriente eléctrica entre los electrodos de medición 20, 22. Después del instante 64, por ejemplo en el instante 72, se realiza una tercera medición de corriente-tensión para determinar una tercera variable de medición. En ese instante, en el electrodo de medición positivo 22 no se aplica ningún potencial eléctrico.

55 Mediante la primera variable de medición y la tercera variable de medición se forma un valor de corrección para corregir la segunda variable de medición. En particular, el valor de corrección se determina en base a un comportamiento de disminución de la primera variable de medición y de la tercera variable de medición. De este modo, la corriente eléctrica medida entre los electrodos de medición 20, 22 fluctúa hasta el instante 68 debido al elemento sensor calentado y al acoplamiento del calentador antes descrito.

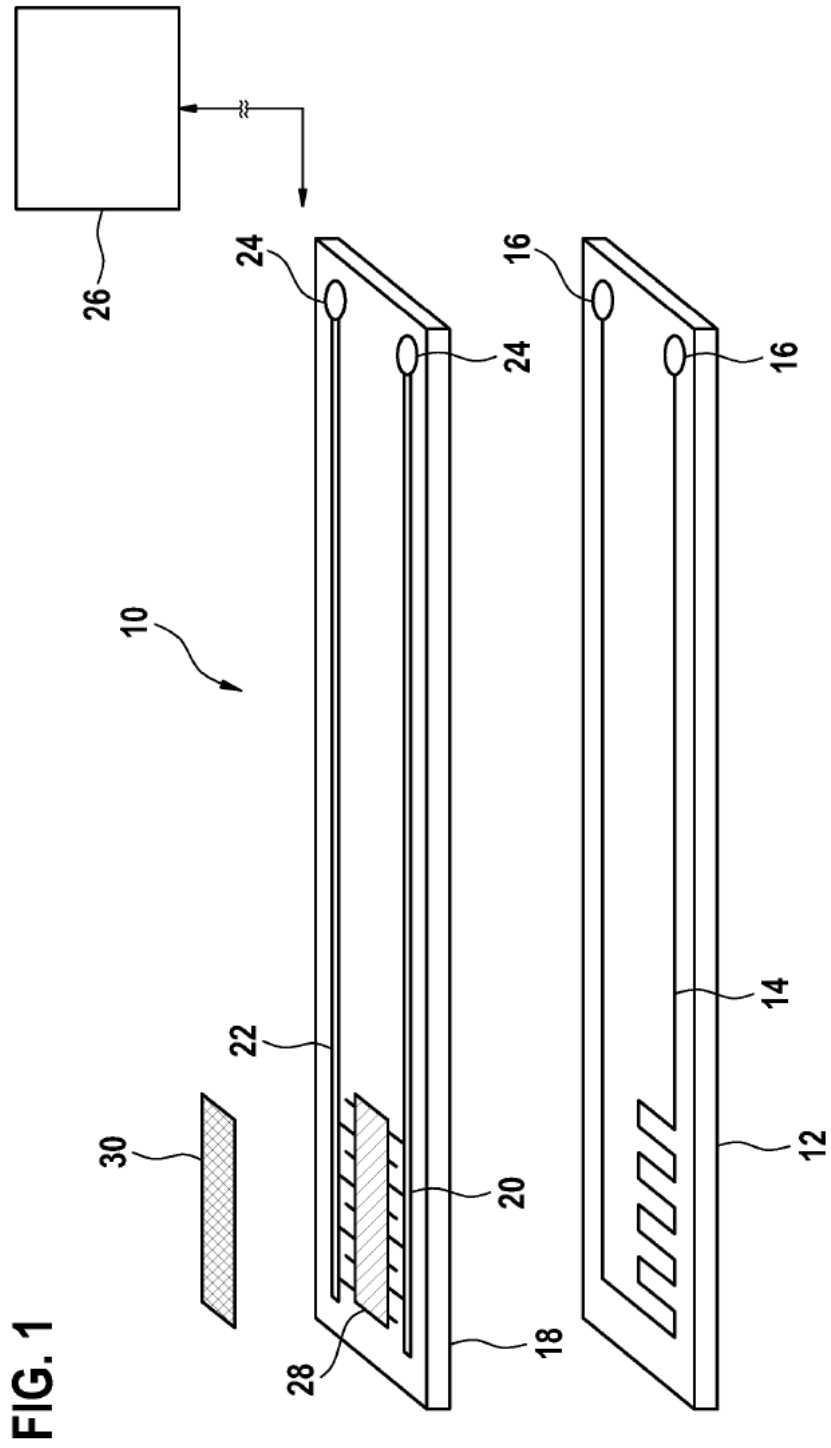
5 En el instante 68, sin embargo, se ha estabilizado la primera variable de medición y, con ello, ha disminuido a un cierto valor. De forma análoga se determina el comportamiento de disminución de la tercera variable de medición. De este modo, aun cuando ya ningún potencial eléctrico esté aplicado en el electrodo de medición 22, se produce además una polarización y, con ello, una fluctuación de la corriente eléctrica. La misma, sin embargo, disminuye después de un cierto tiempo, de modo que en el instante 70 puede determinarse la tercera variable de medición. El valor de corrección para la corrección, así determinado, puede sustraerse entonces de la segunda variable de medición.

10 Expresado de otro modo, el funcionamiento del sensor 10 es controlado por el aparato de control 26. En el caso de una aplicación en un vehículo a motor, como por ejemplo en un automóvil, los potenciales eléctricos en los electrodos de medición 20, 22 y en el elemento calentador 14, durante la regeneración hasta el comienzo de la fase de recolección de negro de carbón propiamente dicha, se presentan como está representado en la figura 2. Se evidencia que el potencial positivo del elemento calentador 14, exceptuando fases muy cortas, siempre es más elevado que los dos potenciales de los electrodos de medición 20, 22. Las relaciones de los potenciales durante la regeneración están representadas en detalle en la figura 3, así como también la ubicación de los tres instantes de medición para la compensación del acoplamiento del calentador. En correspondencia con el procedimiento antes descrito, los cationes, como por ejemplo iones de sodio, impulsados hacia el electrodo de medición negativo 20 por principio desde la profundidad del sensor 10, durante el auto-diagnóstico, no alteran el resultado del auto-diagnóstico. Sólo se diagnostica la corriente eléctrica que es generada mediante el pulso de medición. Tampoco una variación del acoplamiento del calentador durante la vida útil del sensor influye ya en el resultado del diagnóstico.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para controlar el funcionamiento de un sensor (10) para la detección de partículas, en particular de negro de carbón, donde el sensor (10) presenta al menos dos electrodos de medición (20, 22) y un sustrato (18), sobre el cual están dispuestos los electrodos de medición (20, 22), y además presenta un elemento calentador (14), donde el procedimiento comprende las siguientes etapas:
- realización de una primera medición de corriente-tensión para determinar una primera variable de medición,
  - realización de una segunda medición de corriente-tensión para determinar una segunda variable de medición,
- 10 donde un electrodo de medición (22) de los electrodos de medición (20, 22) se coloca en otro potencial eléctrico (50),
- realización de una tercera medición de corriente-tensión para determinar una tercera variable de medición, y
  - formación de un valor de corrección para corregir la segunda variable de medición mediante la primera variable de medición y la tercera variable de medición, donde la primera medición de corriente-tensión se realiza antes de la segunda medición de corriente-tensión, y la tercera medición de corriente-tensión se realiza después de la segunda medición de corriente-tensión,
- 15
- caracterizado porque la primera medición de corriente-tensión y la tercera medición de corriente-tensión se realizan sin que un potencial eléctrico se aplique en un electrodo de medición (22) de los electrodos de medición (20, 22), donde el valor de corrección se determina en base a un comportamiento de disminución de la primera variable de medición y de la tercera variable de medición, donde el valor de corrección se sustrae para la corrección de la segunda variable de medición, donde la primera variable de medición, la segunda variable de medición y la tercera variable de medición son una corriente eléctrica entre los electrodos de medición (20, 22), donde el procedimiento se realiza cuando es operado el elemento calentador (14), donde el elemento calentador (14) es operado mediante la aplicación de una tensión eléctrica.
- 20
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación precedente, donde la tensión aplicada al elemento calentador (14) es de 12 V, donde durante la realización de la segunda medición de corriente-tensión en el electrodo de medición negativo (20) se conecta a tierra y en el electrodo de medición positivo (22) se aplica un potencial eléctrico de por ejemplo 8,4 V.
- 30 3. Programa informático que comprende comandos que causan que un aparato de control (26), que está conectado con un sensor (10) para la detección de partículas, que presenta al menos dos electrodos de medición (20, 22) y un sustrato (18), en el que están dispuestos los electrodos de medición (20, 22), y que además presenta un elemento calentador (14), realice un procedimiento para controlar el funcionamiento del sensor (10), según la reivindicación 1 ó 2.
- 35 4. Medio de almacenamiento electrónico en el cual está almacenado un programa informático según la reivindicación 3.
5. Aparato de control electrónico (26) que comprende un medio de almacenamiento electrónico según la reivindicación 4.



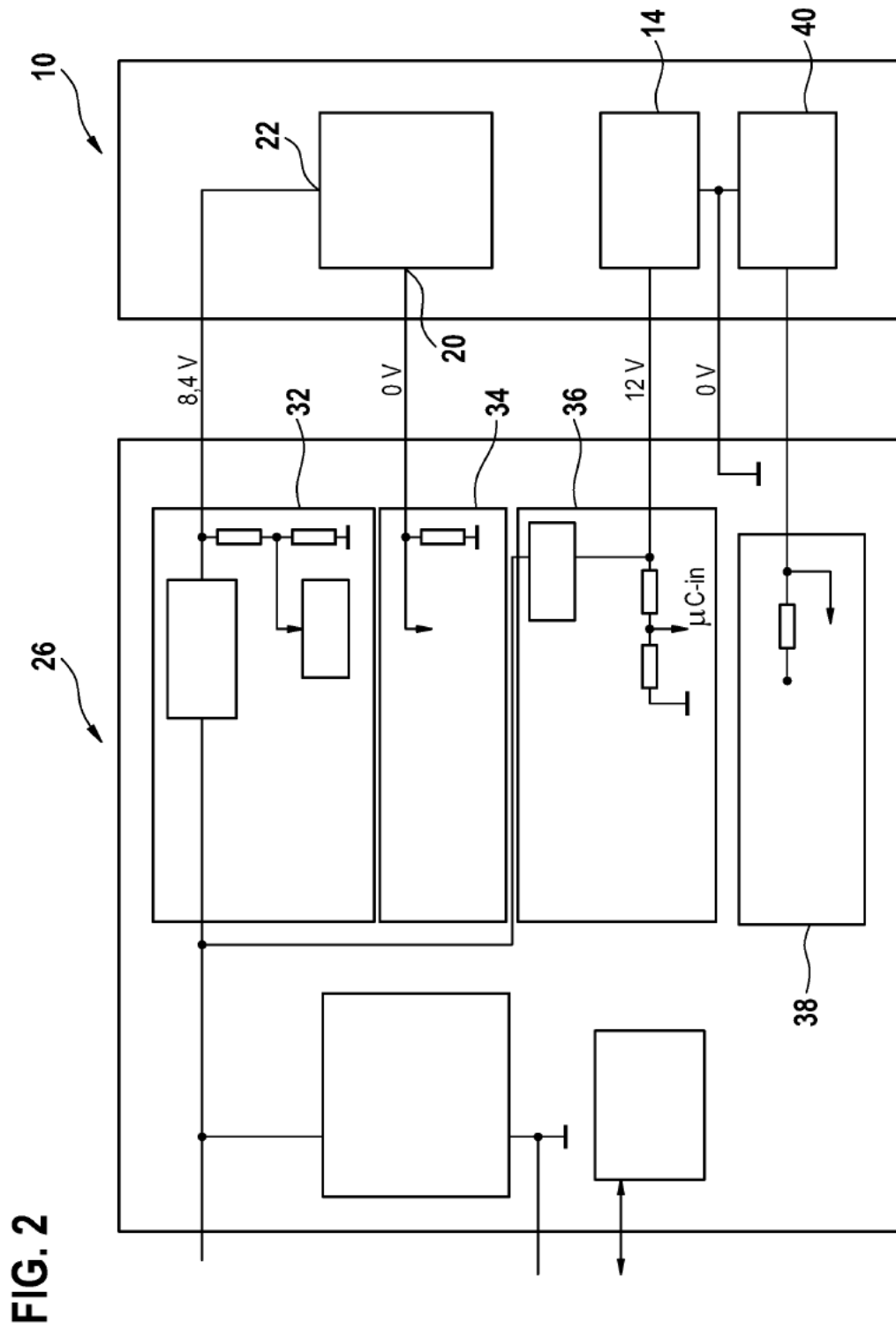


FIG. 2

FIG. 3

