

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 719**

51 Int. Cl.:

G01F 1/692 (2006.01)
G01F 5/00 (2006.01)
F02D 41/18 (2006.01)
G01F 1/696 (2006.01)
F02M 35/10 (2006.01)
G01M 15/04 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)
F02D 41/06 (2006.01)
G01F 1/684 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2012 PCT/EP2012/076632**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13092999**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012 E 12816474 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 2795265**

54 Título: **Procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire**

30 Prioridad:
23.12.2011 DE 102011089898

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2017

73 Titular/es:
**CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH (100.0%)
Vahrenwalder Strasse 9
30165 Hannover, DE**

72 Inventor/es:
KNITTEL, THORSTEN

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 642 719 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 de funcionamiento de un sensor de masa de aire.

5 La invención concierne a un procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire que está dispuesto en el conducto de aspiración de un motor de combustión interna y mide la masa del aire circulante por el conducto de aspiración, presentando el sensor de masa de aire un elemento sensor de masa de aire que es parte integrante de un circuito de mando integrado para aplicaciones específicas construido como un sistema microelectromecánico, y presentando el circuito de mando integrado para aplicaciones específicas al menos un elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire.

10 Tales sensores de masa de aire se emplean, por ejemplo, en vehículos automóviles para obtener la masa de aire aspirada por un motor de combustión interna. Sobre la base de una información lo más fiable posible sobre una masa de aire aspirada se puede optimizar una combustión mediante un control del motor en el sentido de que se alimente a las respectivas cámaras de combustión una cantidad de carburante sintonizada exactamente con la masa de aire. Como resultado, se logra así un mejor aprovechamiento de la energía junto con una reducida expulsión de contaminantes.

15 Se conoce por el documento DE 44 07 209 A1 un sensor de masa de aire que se enchufa en un canal de aspiración para determinar una masa de aire, a cuyo fin una porción definida del flujo total circula por el sensor de masa de aire. Éste está configurado para ello como un sensor de masa de aire para canal de enchufado y comprende un elemento sensor dispuesto en un canal de medida, una electrónica dispuesta en una carcasa para este elemento sensor y un canal de salida al otro lado del elemento sensor. Para lograr una disposición economizadora de espacio se configuran en forma de U, S o C los canales o vías de conducción de aire citados, con lo que se forma un dispositivo que ofrece en su totalidad una construcción compacta como elemento enchufable.

20 El documento US 2004/0035195 A1 revela un procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire para un motor de combustión interna en vehículos sin una automática de arranque-parada. El sensor de masa de aire aquí revelado reconoce un estado de parado del motor de combustión interna y pilota a éste seguidamente hacia un segundo modo de funcionamiento que reduzca un ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire por gotitas de aceite después de la desconexión del motor de combustión interna.

30 El documento DE 10 2008 020 182 A1 revela un procedimiento para controlar un motor de combustión interna de un vehículo que presenta un dispositivo de frenado y una automática de arranque-parada. Según el procedimiento, se impide una desconexión del motor de combustión interna por la automática de arranque-parada. Se obtiene una magnitud de funcionamiento del dispositivo de frenado. Se permite nuevamente la desconexión del motor de combustión interna por la automática de arranque-parada cuando se haya cumplido una condición basada en la magnitud de funcionamiento.

35 Los elementos sensores de masa de aire modernos, que están contruidos como sistemas microelectromecánicos (MEMS), trabajan con mucha exactitud y rapidez. Además, se pueden fabricar a bajo coste. Desgraciadamente, los elementos sensores de masa de aire concebidos como un sistema microelectromecánico son muy susceptibles frente a ensuciamientos de la superficie del elemento sensor. La superficie del elemento sensor está en contacto directo con la corriente de aire y las partículas presentes en la corriente de aire pueden dañar la superficie del elemento sensor. Este problema de ensuciamiento es claramente amplificado por vehículos automóviles modernos con automática de arranque-parada. Cuando se detiene un motor de combustión interna caliente, pasa una cantidad acrecentada de gotitas de aceite del motor de combustión interna al conducto de aspiración. Por un lado, se ajusta un llamado efecto de chimenea que provoca una corriente de aire del motor de combustión interna caliente hacia la zona fría del filtro de aire en el conducto de aspiración, y, por otro lado, debido a la termoforesis o termodifusión, las gotitas de aire son impulsadas por el motor de combustión interna caliente hacia la caja de filtro de aire fría.

45 Como termoforesis, termodifusión o efecto de Ludwig-Soret se designa el movimiento de partículas a consecuencia de un gradiente de temperatura dentro de un fluido. En la mayoría de los casos, el movimiento se produce de caliente a frío, pero, dependiendo de la naturaleza de las partículas y del fluido, es posible también un movimiento hacia la región más caliente. La termoforesis se presente en todos los materiales, y este efecto se puede observar claramente en aerosoles, tal como gotitas de aceite en el aire, y también en partículas de polvo en el aire.

50 Sin gradiente de temperatura se tiene que sobre una partícula de polvo o una gotita de aceite contenidas en el aire se depositan moléculas de aire uniformemente en promedio desde todos los lados. La partícula de polvo o la gotita de aceite se mueve así según las leyes de Brown y su movimiento es estático y carece de dirección, y la partícula de polvo o la gotita de aceite no se propaga desde su ubicación en promedio por efecto de muchos golpes brownianos. Sin embargo, en caso de que la partícula de polvo o la gotita de aceite se encuentre en un gradiente de temperatura, inciden en el lado caliente moléculas más rápidas que en el lado frío, y la partícula experimenta así un impulso neto en dirección al lado frío. El movimiento sigue siendo estático, pero la partícula de polvo o la gotita de aceite se mueve en promedio durante un periodo de tiempo más largo en dirección a la zona fría del aire.

El problema de la presente invención consiste en indicar un procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire de la clase citada al principio que, particularmente en vehículos con automática de arranque-parada, reduzca el ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire.

5 Este problema se resuelve con las características de la reivindicación independiente. Formas de realización ventajosas son objetos de las reivindicaciones subordinadas.

Según la invención, el sensor de masa de aire reconoce, con ayuda del elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire, un estado de parado del motor de combustión interna y pilota seguidamente al elemento sensor de masa de aire hacia un segundo modo de funcionamiento que reduce un ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire, admitiendo todavía el segundo modo de funcionamiento al menos una medición de la masa de aire circulante en el conducto de aspiración, con lo que el propio sensor de masa de aire, con ayuda del elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire y sirviéndose de las señales de medida del elemento sensor de masa de aire, reconoce el arranque del motor de combustión interna y seguidamente pilota al elemento sensor de masa de aire hacia un primer modo de funcionamiento que hace posible que se mida con alta exactitud la masa de aire circulante por el conducto de aspiración. Con el procedimiento aquí propuesto el sensor de masa de aire está espontáneamente en condiciones de diferenciar entre un motor de combustión interna en funcionamiento y un motor de combustión interna parado y de adaptarse correspondientemente a la situación con dos modos de funcionamiento diferentes. En un primer modo de funcionamiento el elemento sensor de masa de aire construido en técnica MEMS mide con alta exactitud la corriente másica de aire en el conducto de aspiración, y en el segundo modo de funcionamiento el elemento sensor de masa de aire se protege contra un ensuciamiento por gotitas de aceite o polvo, pero permaneciendo el elemento sensor de masa de aire en condiciones de medir la corriente másica de aire, aún cuando sea solamente con una pequeña resolución. La conmutación en vaivén entre el primer modo de funcionamiento, en el que el sensor de masa de aire puede medir con alta exactitud la corriente másica de aire en el conducto de aspiración, y el segundo modo de funcionamiento, en el que el sensor de masa de aire se mantiene en una posición de autoprotección, pero, no obstante, no está completamente desconectado, se efectúa de manera completamente independiente del aparato de control del motor y exclusivamente con ayuda del circuito de mando integrado para aplicaciones específicas y del elemento de evaluación de los valores de medida generados por el elemento sensor de masa de aire y dentro del propio sensor de masa de aire. Un sensor de masa de aire tan inteligente alivia la carga de trabajo, por un lado, del aparato de control del motor y, por otro lado, del bus de datos entre el sensor de masa de aire y el aparato de control del motor. Además, el sensor de masa de aire hecho funcionar según el procedimiento conforme a la invención conmuta muy rápidamente en vaivén entre los dos modos de funcionamiento, lo que no ocurriría en el caso de una integración del aparato de control del motor.

Es ventajoso que el elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire esté dispuesto en la carcasa del sensor de masa de aire. El sensor de masa de aire resulta así independiente del aparato de control del motor.

Cuando el elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire es parte integrante del circuito de mando integrado para aplicaciones específicas, este elemento de evaluación puede fabricarse sin costes adicionales juntamente con el elemento sensor de masa de aire.

40 En un perfeccionamiento de la invención el sensor de masa de aire reconoce un estado de parado del motor de combustión interna con ayuda del elemento de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire cuando no se mide ninguna corriente másica o se mide una corriente de retroceso constante o una corriente de avance constante que es más pequeña que la corriente másica de marcha al ralentí.

Otras características y ventajas de la invención se indican seguidamente describiendo un ejemplo de realización con referencia a las figuras del dibujo. En las diferentes figuras se emplearán seguidamente términos y símbolos de referencia iguales para componentes iguales. Muestran en los dibujos:

La figura 1, un elemento sensor de masa de aire y

La figura 2, un sensor de masa de aire que está integrado como dedo enchufable en un conducto de aspiración.

La figura 1 muestra un elemento sensor de masa de aire 5. El elemento sensor de masa de aire 5 está configurado como un sistema microelectromecánico (MEMS) sobre un único chip de silicio. El elemento sensor de masa de aire 5 trabaja según el procedimiento de temperatura diferencia y determina así la masa de la cantidad de aire circulante por delante del mismo. A este fin, sobre una delgada membrana 11 está formados un primer elemento sensor de temperatura 12 y un segundo elemento sensor de temperatura 13. Los elementos sensores de temperatura primero y segundo 12, 13 se encuentran en ubicaciones diferentes sobre la superficie de la membrana 11. Entre el primer elemento sensor de temperatura 12 y el segundo elemento sensor de temperatura 13 está dispuesto un elemento de calentamiento 14. El primer elemento sensor de temperatura 12 y el segundo elemento sensor de temperatura 13, así como el elemento de calentamiento 14 son componentes de un circuito de mando integrado 6 para aplicaciones específicas. En el elemento sensor de masa de aire 5 construido como un sistema microelectromecánico puede

estar integrada, además, una electrónica de evaluación 7 que evalúe inmediatamente las señales de medida de los elementos sensores de temperatura 12, 13 y genere una señal que sea proporcional a la corriente másica de aire. Sin embargo, la electrónica de evaluación 7 puede estar dispuesta también en un aparato electrónico pospuesto en la carcasa 18 del sensor de masa de aire 1. Es importante a este respecto que el aparato 16 de control del motor esté eximido de la tarea de evaluación de las señales de medida del elemento sensor de masa de aire 5. El aparato 16 de control del motor recibe del sensor de masa de aire 1, como señal digital, los resultados de medida completamente procesados. Las informaciones sobre la corriente másica de aire se retransmiten después por elementos de conexión 9 e hilos de conexión 10 a un aparato 16 de control del motor representado en la figura 2.

La figura 2 muestra el elemento sensor de masa de aire 5, que está configurado como un sistema microelectromecánico (MEMS) y que está dispuesto en un sensor de masa de aire 1 que está integrado como un dedo enchufable en un conducto de aspiración 2 de un motor de combustión interna 3. Estando en marcha el motor de combustión interna 3, la corriente másica de aire 4 alcanza la abertura de admisión 4 del sensor de masa de aire 1 y entra en el tubo auxiliar 24. Sobre la superficie de la membrana delgada 11 pueden apreciarse el primer elemento sensor de temperatura 12 y el segundo elemento sensor de temperatura 13. Entre el primer elemento sensor de temperatura 12 y el segundo elemento sensor de temperatura 13 está dispuesto el elemento de calentamiento 14. La corriente másica de aire 4 alcanza primeramente el primer elemento sensor de temperatura 12 y barre luego el elemento de calentamiento 14 para alcanzar seguidamente el segundo elemento sensor de temperatura 13. Estando en marcha el motor de combustión interna 3, se puede calcular con alta exactitud la corriente másica de aire 4 en el conducto de aspiración 2 a partir de los valores de medida del primer elemento sensor de temperatura 12 y el segundo elemento sensor de temperatura 13 y eventualmente incorporando la temperatura del elemento de calentamiento 14. La medición y el cálculo de la corriente másica de aire 4 se efectúan exclusivamente en el sensor de masa de aire 1. Esta información se conduce luego al aparato 16 de control del motor por una vía de datos adecuada 25. Con esta información el aparato 16 de control del motor puede calcular la cantidad de carburante óptima que ha de alimentarse a las cámaras de combustión 22 del motor de combustión interna 3.

Los vehículos automóviles modernos disponen cada vez más de una automática de arranque-parada 19 que está acoplada con el aparato 16 de control del motor y que, al pararse el vehículo automóvil, detiene automáticamente el funcionamiento del motor de combustión interna 3. Cuando deba arrancarse después nuevamente el vehículo automóvil por que, por ejemplo, un semáforo está en "verde", se pone en marcha automáticamente el motor de combustión interna 3, por ejemplo al maniobrar el embrague. Ésta es una medida de ahorro de carburantes que, mientras tanto, se ha difundido ampliamente en vehículos automóviles. Al parar el motor de combustión interna 3 se difunden desde el aceite de motor caliente unas gotitas de aceite 21 que llegan también al conducto de aspiración 2. Debido al efecto de termoforesis descrito al principio y al efecto de chimenea las gotitas de aceite 21 se mueven en el conducto de aspiración 2 desde el motor de combustión interna caliente 3 en dirección al filtro de aire frío 15. Las gotitas de aceite 21 pasan entonces también por el sensor de masa de aire 1 y avanzan por el tubo auxiliar 24 del sensor de masa de aire 1 hasta el elemento sensor de masa de aire 5. Por consiguiente, el elemento sensor de masa de aire 5 se ensucia con las gotitas de aceite 21, lo que repercute de manera extremadamente negativa sobre las propiedades de medida del elemento sensor de masa de aire 5. Un elemento sensor de masa de aire 5 fuertemente ensuciado por gotitas de aceite 21 puede proporcionar resultados de medida fuertemente falseados y, por tanto, es extraordinariamente importante proteger el elemento sensor de masa de aire 5 contra ensuciamientos. Para proteger el elemento sensor de masa de aire 5 se ha dispuesto en el sensor de masa de aire 1 un elemento 7 para evaluar las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire 5, cuyo elemento de evaluación reconoce un estado de parado del motor de combustión interna 3 y seguidamente pilota al elemento sensor de masa de aire 5 hacia un segundo modo de funcionamiento que reduce un ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire 5. Es importante que el elemento sensor de masa de aire 5 en el segundo modo de funcionamiento siga estando en condiciones de realizar una medición de la masa de aire circulante en el conducto de aspiración, con al menos una pequeña resolución. Se reconoce el estado de parado del motor de combustión interna 3 por el elemento 7 de evaluación de las señales del elemento sensor de masa de aire 5 cuando ya no se puede medir ninguna corriente másica de aire 4 o bien se detecta una corriente de retroceso constante de la masa de aire 4 o se detecta una corriente de avance pequeña y constante de la masa de aire 4 que es más pequeña que la corriente de masa de aire de marcha al ralentí conocida del motor de combustión interna 3. En el estado de marcha al ralentí del motor de combustión interna 3 se alcanzan también por breve tiempo, debido a la dinámica, unas corrientes másicas inferiores a cero o inferiores a la corriente másica de marcha al ralentí, ya que la columna de aire en el conducto de aspiración 3 oscila juntamente con el número de revoluciones correspondiente del motor. Las oscilaciones típicas de una columna de aire están comprendidas entre 20 y 33 Hz. Cuando se mide, por ejemplo durante 50 milisegundos, una corriente másica de aire negativa o muy pequeña, el sensor de masa de aire 1 reconoce que el motor de combustión interna 3 se encuentra en el estado de parado. Para impedir el ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire 5 con gotitas de aceite 21 se reduce entonces la potencia del elemento de calentamiento eléctrico 14. Por ejemplo, la temperatura generada por el elemento de calentamiento 14 puede reducirse de 100°C a aproximadamente 20°C de sobretemperatura. Como sobretemperatura se designa la temperatura que está por encima de la temperatura del aire ambiente, es decir, la temperatura de la masa de aire 4 aspirada. Por ejemplo, la temperatura de la masa de aire 4 aspirada puede ser de 15°C y, para alcanzar una sobretemperatura de 20°C, se regula el elemento de calentamiento eléctrico 14 a 35°C. En este estado no se

depositan gotitas de aceite 21 sobre el elemento sensor de masa de aire 5 o solo se depositan muy pocas de estas gotitas. Sin embargo, el sensor de masa de aire 1 está en condiciones de que, al arrancar el motor de combustión interna, se mida una corriente másica de aire 4, aun cuando solo sea con una resolución relativamente mala, ya que el elemento de calentamiento 14 presenta tan solo una temperatura relativamente baja de 35°C. Cuando el elemento sensor de masa de aire 1 con el circuito de mando integrado 6 para aplicaciones específicas y el elemento 7 de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire 5 reconoce entonces que se ha puesto el motor de combustión interna 3 nuevamente en marcha, el circuito de mando integrado 6 para aplicaciones específicas pilota al elemento sensor de masa de aire 5 hacia un primer estado de funcionamiento que hace posible que se mida con alta exactitud la masa de aire 4 circulante por el conducto de aspiración 2. Este primer modo de funcionamiento, en el que se puede medir con alta exactitud la masa de aire circulante por el conducto de aspiración 3, se alcanza, por ejemplo, cuando el elemento de calentamiento 14 ha llegado a una temperatura de aproximadamente 100°C. El sensor de masa de aire 1 hecho funcionar según el procedimiento conforme a la invención está así en condiciones de reconocer de manera completamente espontánea el estado de parado del motor de combustión interna 3 y conducirlo después a un modo de reposo, ya que el sensor de masa de aire 1 está en condiciones tanto de reconocer el arranque del motor de combustión interna 3 como de permanecer en un modo de autoprotección que cuida de que el elemento sensor de masa de aire 5 no sea ensuciado innecesariamente por gotitas de aceite 21 que sean impulsadas hacia el conducto de aspiración 2 debido a la termoforesis y al efecto de chimenea. La conmutación en vaivén entre el primer modo de funcionamiento, en el que el sensor de masa de aire 1 puede medir con alta exactitud la masa de aire en el conducto de aspiración 2, y el segundo modo de funcionamiento, en el que el sensor de masa de aire se mantiene en una función de autoprotección, pero, no obstante, no está completamente desconectado, se efectúa de manera completamente independiente del aparato 16 de control del motor y exclusivamente con ayuda del circuito de mando integrado 6 para aplicaciones específicas y del elemento 7 de evaluación de los valores de medida generados por el elemento sensor de masa de aire 5 y dentro del propio sensor de masa de aire 1. Un sensor de masa de aire 1 tan inteligente alivia la carga de trabajo de, por un lado, el aparato 16 de control del motor y, por otro lado, del bus de datos 25 entre el sensor de masa de aire 1 y el aparato 16 de control del motor.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire (1) que está dispuesto en el conducto de aspiración (2) de un motor de combustión interna (3) y que mide la masa del aire (4) circulante por el conducto de aspiración (2), presentando el sensor de masa de aire (1) un elemento sensor de masa de aire (5) que es parte integrante de un circuito de mando integrado (6) para aplicaciones específicas construido como un sistema microelectromecánico, presentando el sensor de masa de aire (1) al menos un elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5), reconociendo el sensor de masa de aire (1) un estado de parado del motor de combustión interna con ayuda del elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5) y pilotando seguidamente al elemento sensor de masa de aire (5) hacia un segundo modo de funcionamiento que reduce un ensuciamiento del elemento sensor de masa de aire (5), **caracterizado** por que el segundo modo de funcionamiento admite todavía al menos una medición de la masa de aire (4) circulante en el conducto de aspiración (2), con lo que el propio sensor de masa de aire (1) reconoce el arranque del motor de combustión interna (3) con ayuda del elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5) y sirviéndose de las señales de medida del elemento sensor de masa de aire (5) y pilota seguidamente al elemento sensor de masa de aire (5) hacia un primer modo de funcionamiento que hace posible que se mida con alta exactitud la masa de aire (4) circulante por el conducto de aspiración (2).
2. Procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire (1) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5) está dispuesto en la carcasa (18) del sensor de masa de aire (1).
3. Procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5) es parte integrante del circuito de mando integrado (6) para aplicaciones específicas.
4. Procedimiento de funcionamiento de un sensor de masa de aire (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 anteriores, **caracterizado** por que el sensor de masa de aire (1) reconoce un estado de parado del motor de combustión interna con ayuda del elemento (7) de evaluación de las señales de medida generadas por el elemento sensor de masa de aire (5) cuando no se mide ninguna corriente másica o bien se mide una corriente de retroceso constante o una corriente de avance constante que es más pequeña que la corriente másica de marcha al ralentí.

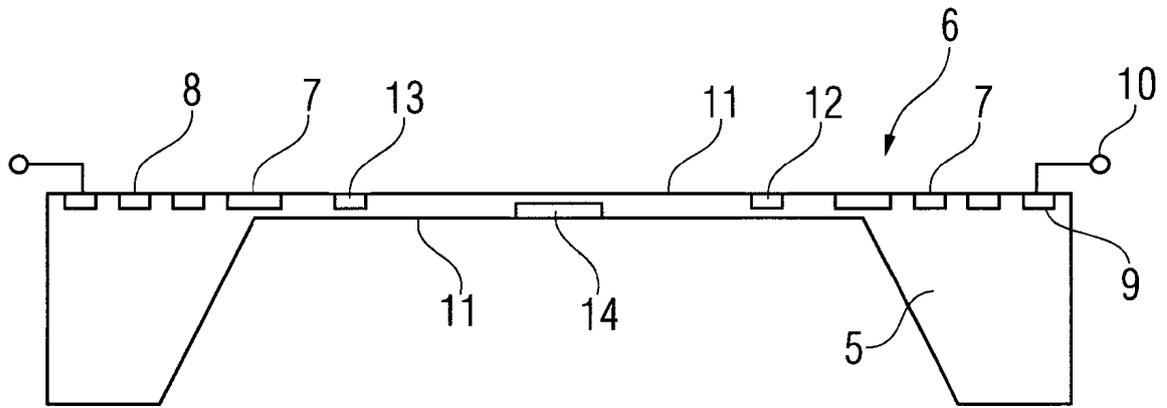


FIG 1

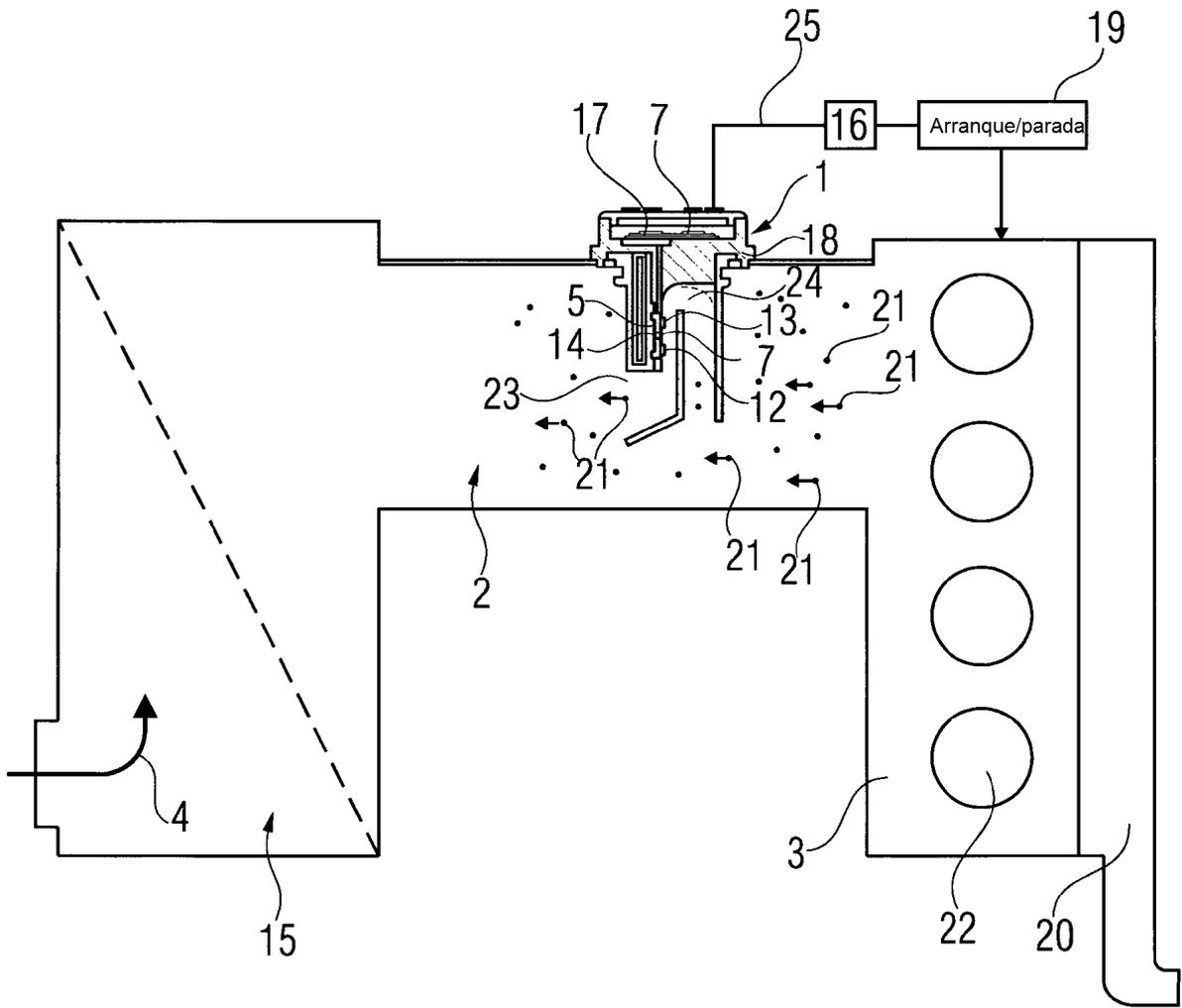


FIG 2