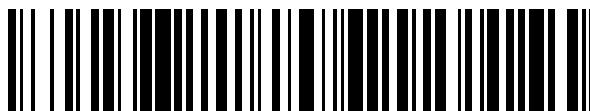


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 886**

51 Int. Cl.:

G01N 27/417 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2019** **PCT/EP2019/060712**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2019** **WO19211182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2019** **E 19720540 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.12.2021** **EP 3788356**

54 Título: **Procedimiento para operar un sensor para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición**

30 Prioridad:

02.05.2018 DE 102018206765

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

04.05.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OECHTERING, PETER;
HEISE, MICHAEL;
GUEL, MUSTAFA;
FIEDLER, MICHAEL;
SCHROEDER, ANDY;
SINGER, MATTHIAS y
DAECKE, DIRK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 908 886 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 operar un sensor para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición

Estado del arte

5 Por el estado del arte se conoce una pluralidad de procedimientos y sensores para la detección de al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en una mezcla de gas, en particular en un gas de escape de un motor de combustión interna, mediante la detección de una parte de oxígeno que se produce mediante una reducción del componente del gas de medición con el oxígeno ligado, por ejemplo por las solicitudes DE 10 2015 210 473 A1, DE 10 2014 224 943 A1 y EP 2 056 100 A1.

10 Sensores para la detección de al menos una parte del componente del gas medición con oxígeno ligado en una mezcla de gas, que de forma abreviada o simplificada se denominan también como sensores NO_x o sensores de óxido de nitrógeno, se describen por ejemplo en Reif, K., Deutsche, KH. et al., Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014, páginas 1338-1347.

15 Los sensores de óxido de nitrógeno (= sensores NO_x), que actualmente se utilizan en la industria automotriz, funcionan según el principio de corriente límite, de forma análoga a los sensores de oxígeno, como por ejemplo los sensores lambda. Un sensor de óxido de nitrógeno de esa clase comprende una celda de concentración Nernst, también llamada celda de referencia, una celda de bombeo de oxígeno modificada y otra celda de bombeo de oxígeno modificada, la así llamada celda NO_x. Un electrodo de bombeo externo, expuesto al gas de escape, y un electrodo de bombeo interno en una primera cavidad que está separada del gas de escape por una barrera de difusión, forman la celda de oxígeno. En la primera cavidad también se encuentra el electrodo Nernst y en un espacio de gas de referencia se encuentra el electrodo de referencia, los cuales forman juntos la celda Nernst o celda de referencia. La celda NO_x comprende un electrodo de bombeo NO_x y un contraelectrodo. El electrodo de bombeo NO_x se encuentra en una segunda cavidad que está conectada a la primera cavidad interna y que está separada de la misma por una barrera de difusión. El contraelectrodo se encuentra en el espacio de gas de referencia. Todos los electrodos en la primera y la segunda cavidad tienen un conductor de retorno en común.

25 Durante el funcionamiento del sensor de óxido de nitrógeno, la así llamada celda O₂ separa el oxígeno desde la primera cavidad, que está conectada al gas de escape mediante una barrera de difusión. El flujo de bombeo que resulta debido a esto es proporcional con respecto al contenido de oxígeno del aire ambiente en el flujo de gas de medición o gas de escape. Los óxidos de nitrógeno se bombean en la celda NO_x. El óxido de nitrógeno NO_x, en la atmósfera que se encuentra en la segunda cavidad, se reduce o aumenta mediante la aplicación de una tensión de bombeo constante. El oxígeno producido en la segunda cavidad mediante la reducción o disminución del componente de gas de medición, que preferentemente proviene de la reducción del óxido de nitrógeno NO_x, se bombea en un espacio de gas de referencia. De este modo, la tensión de bombeo aplicada, con respecto a la resistencia de la celda NO_x y la concentración del óxido de nitrógeno NO_x o del oxígeno, tiene como consecuencia un flujo de bombeo que es proporcional con respecto al contenido de óxido de nitrógeno NO_x u oxígeno, y que representa la señal de medición NO_x.

30 De este modo, el flujo de bombeo IP2 que resulta de ello es una medida para la concentración de NO_x del aire ambiente en el flujo de gas de medición o gas de escape. En esa disposición es importante que en la celda de oxígeno tampoco se bombeen los óxidos de nitrógeno, puesto que de lo contrario en la celda NO_x ya no podría medirse ninguna señal. Esto se logra mediante un dopado con oro de la celda O₂. Adicionalmente, la celda O₂ sólo puede funcionar con tensiones de bombeo reducidas, puesto que de lo contrario las moléculas de NO_x se disociarían nuevamente.

40 A pesar de las ventajas de los sensores y procedimientos para operar los mismos, conocidos por el estado del arte, éstos tienen aún mucho potencial para una mejora. La temperatura del elemento sensor se controla mediante una modulación por ancho de pulsos (PWM) del suministro del calentador (tensión, corriente). La tensión de la PWM es leída mediante un transistor de efecto de campo (FET), directamente desde la tensión de suministro (12V) de la unidad de control del sensor (SCU). Debido a esto, en la fase inicial de la PWM, la tensión de suministro SCU del sistema se encuentra presente en el meandro de calentamiento del elemento sensor, en la muestra del sensor. La corriente de la señal de medición NO_x es muy reducida, como por ejemplo de 4,5 µA en el caso de 1500 ppm NO_x y, con ello, también es extremadamente sensible con respecto a interferencias y acoplamientos. Debido a la proximidad de los meandros de calentamiento, en cuanto a la construcción, con respecto a la celda NO_x, durante la fase inicial de la señal PWM, una corriente se imprime en la línea/celda IP2, mediante acoplamiento capacitivo y corrientes de fuga. Debido a esa interferencia puede medirse un desplazamiento con respecto al valor NO_x efectivo. Los requerimientos de las autoridades medioambientales exigen un diagnóstico continuo y fiable de interrupciones de la línea, de la línea IP2.

Descripción de la invención

Por lo tanto, se propone un procedimiento según la reivindicación 1 para operar un sensor para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición, que evite en gran medida las desventajas de los procedimientos conocidos para operar esos sensores, y que a intervalos de al menos 500 ms permita un diagnóstico seguro y continuo, sin influenciar o afectar los valores de medición NO_x.

En el procedimiento según la invención para operar un sensor para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición, en particular en un gas de escape de un motor de combustión interna,

donde el sensor comprende un elemento sensor, donde el elemento sensor presenta una primera celda de bombeo que presenta un electrodo de bombeo externo y un electrodo de bombeo interno, y se encuentra presente en una primera cavidad que está conectada al gas de medición, una celda de referencia que presenta un electrodo Nernst y un electrodo de referencia, y se encuentra presente en un espacio de gas de referencia, y una segunda celda de bombeo que presenta un electrodo de bombeo y un contraelectrodo, y se encuentra presente en una segunda cavidad, un aparato de control electrónico, que dispone de al menos una primera conexión separada para la primera celda de bombeo, de una segunda conexión separada para la segunda celda de bombeo, de una conexión para una tensión de Nernst y de una conexión en común, se conecta con el elemento sensor, donde el electrodo de bombeo externo se conecta a la primera conexión separada mediante una primera conexión eléctricamente conductora, donde el electrodo de bombeo interno se conecta a la conexión en común mediante una segunda conexión eléctricamente conductora, donde el electrodo de referencia se conecta a la conexión para una tensión de Nernst mediante una tercera conexión eléctricamente conductora, donde el electrodo de bombeo se conecta a la conexión en común mediante la segunda conexión eléctricamente conductora, donde el contraelectrodo se conecta a la segunda conexión separada mediante una cuarta conexión eléctricamente conductora, donde en la cuarta conexión eléctricamente conductora se proporciona una resistencia de medición, donde en la conexión en común se aplica una tensión eléctrica predeterminada, donde mediante el aparato de control se realiza una variación de la tensión eléctrica predeterminada por un periodo predeterminado, para generar una señal de medición.

Mediante la activación de la tensión de la variable de referencia en común de todas las celdas del elemento sensor se produce una señal de medición que puede evaluarse, por ejemplo en la resistencia de medición, que permite una diferenciación entre un circuito abierto o cerrado. Expresado de otro modo, mediante la variación de la variable de referencia en común, en el shunt de medición IP2 se genera una señal IP2 mediante una excitación externa, en particular en el caso de un circuito abierto. De este modo, un circuito abierto en la línea IP2 de la celda NO_x puede reconocerse de forma segura también durante la operación de medición. También en estados de funcionamiento en los que la corriente IP2 es (casi) igual a cero, como por ejemplo en el caso de 0 ppm NO_x, puede detectarse una línea IP2 abierta.

En un perfeccionamiento, el periodo predeterminado es de 0,08 ms a 2 ms y preferentemente de 0,5 ms a 1 ms. Los periodos exactos dependen de las capacidades del hardware y de las capacidades internas de la celda NO_x. Dentro de un periodo relativamente corto, esto permite alcanzar un resultado de diagnóstico relevante con respecto al estado de la cuarta conexión eléctricamente conductora.

En un perfeccionamiento, la tensión eléctrica predeterminada se reduce por el periodo predeterminado. Debido a esto aumenta un flujo de corriente en la resistencia de medición y puede evaluarse.

En un perfeccionamiento, la tensión eléctrica predeterminada se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión entre la segunda conexión separada y la conexión en común, de 455 mV a 1500mV y preferentemente de 460 mV a 500 mV. Debido a esto, en el shunt de medición se provoca una variación de corriente que puede medirse claramente. Si disminuye la tensión COM, entonces el pulso de corriente en la línea no es visible, en el caso de líneas intactas. Si se encuentra presente una interrupción de la línea, de la línea IP2, entonces mediante el shunt de medición puede reconocerse una variación de corriente significativa. Mediante la disminución de la tensión COM, en el caso de una línea abierta, aumenta la diferencia de tensión entre U_{P2} y la tensión COM (diferiendo del 450 mV nominal), debido a lo cual en el shunt de medición NO_x puede medirse una disminución de tensión que corresponde a una corriente. Si la disminución se realiza en el caso de una línea intacta, las corrientes desde los procesos de transferencia del hardware son conducidas a la celda NO_x y apenas son perceptibles para el shunt de medición. Esto significa que una diferenciación entre una línea abierta y un contenido de NO_x de 0 ppm puede detectarse de forma segura.

En un perfeccionamiento, la tensión eléctrica predeterminada se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión entre la segunda conexión separada y la conexión en común, de 600 mV a 1500 mV y preferentemente de 650 mV a 1300 mV. Como alternativa con respecto a una disminución mínima, la tensión COM también puede disminuirse en una diferencia de tensión más significativa. Los efectos en el shunt de medición dependen de la mezcla de gas y pueden detectarse en todo momento en el caso de una línea defectuosa.

Según la invención, la cuarta conexión eléctricamente conductora se identifica como intacta, en el caso de que la señal de medición no presente ninguna modificación por el periodo predeterminado, y se identifica como defectuosa en el caso de que la señal de medición presente una variación por el periodo predeterminado. Por ejemplo, el diagnóstico con respecto al estado de la línea IP2 puede realizarse mediante una variación del flujo de corriente en el shunt de medición de la línea IP2.

Mediante una disminución por poco tiempo de las tensiones en la conexión a tierra virtual (COM), de la celda NO_x (IP2), celda -O₂ y también Vs, en el shunt de medición IP2 se provoca una variación de corriente que puede medirse claramente, en el caso de una línea IP2 no intacta, pero no en las líneas Vs e IP1. Si la tensión COM se reduce por un periodo reducido, entonces el pulso de corriente en la línea, en el caso de líneas intactas, es apenas perceptible, ya que la diferencia de las dos líneas (IP2 con respecto a COM) apenas se diferencia y la corriente, desde los procesos de transferencia del circuito de hardware, circula hacia la celda NO_x, y no mediante el shunt de medición. Si se encuentra presente una falla de "open wire" (hilo abierto), entonces mediante el shunt de medición puede reconocerse una variación de corriente significativa.

En una de dos alternativas según la invención, la señal de medición es una disminución de tensión mediante la resistencia de medición. Gracias a esto puede obtenerse una señal que puede ser bien procesada por el aparato de control.

Se propone además un programa informático que está configurado para ejecutar cada etapa del procedimiento según la invención. El programa informático no forma parte de la invención.

Además, se propone un medio de almacenamiento electrónico en el que está almacenado un programa informático para ejecutar el procedimiento según la invención. El medio de almacenamiento tampoco forma parte de la invención.

También se proporciona un aparato de control electrónico que contiene el medio de almacenamiento electrónico con el programa informático mencionado, para ejecutar el procedimiento según la invención. El aparato de control electrónico no forma parte del objeto indicado en las reivindicaciones.

Por último, un sensor para detectar al menos una parte de un componente del gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición, en particular en un gas de escape de un motor de combustión interna, comprende un elemento sensor, donde el elemento sensor presenta una primera celda de bombeo que presenta un electrodo de bombeo externo y un electrodo de bombeo interno, y se encuentra presente en una primera cavidad que está conectada al gas de medición, una celda de referencia que presenta un electrodo Nernst y un electrodo de referencia, y se encuentra presente en un espacio de gas de referencia, y una segunda celda de bombeo que presenta un electrodo de bombeo y un contraelectrodo, y se encuentra presente en una segunda cavidad, donde el sensor presenta además un aparato de control. El sensor no forma parte de la invención.

Por un electrolito sólido, en el marco de la presente invención, se entiende un cuerpo u objeto con propiedades electrolíticas, por tanto, con propiedades conductoras de iones. En particular puede tratarse de un electrolito sólido cerámico. Esto comprende también el material en bruto de un electrolito sólido y, por tanto, la conformación como un así llamado cuerpo verde o cuerpo marrón, que forma un electrolito sólido sólo después de un sinterizado. En particular, el electrolito sólido puede estar diseñado como capa de electrolito sólido o puede estar formado por varias capas de electrolito sólido. Por una capa, en el marco de la presente invención, se entiende una masa uniforme en una extensión plana, a una cierta altura, que se encuentra entre otros elementos, encima o debajo de los mismos.

Por un electrodo, en el marco de la presente invención, en general puede entenderse un elemento que puede poner en contacto los electrolitos sólidos, de manera que mediante el electrolito sólido y el electrodo puede mantenerse una corriente. De manera correspondiente, el electrodo puede comprender un elemento en el cual los iones pueden incorporarse en el electrolito sólido y/o pueden separarse del electrolito sólido. Habitualmente, los electrodos comprenden un electrodo de metal noble que por ejemplo puede estar aplicado como electrodo de metal-cerámica sobre el electrolito sólido, o que puede estar conectado de otro modo con el electrolito sólido. Los materiales típicos de electrodos son los electrodos de platino-cermet. Pero en principio también pueden utilizarse otros metales nobles, como por ejemplo oro o paladio.

Por un elemento calentador, en el marco de la presente invención, puede entenderse un elemento que se utiliza para calentar el electrolito sólido y los electrodos a por lo menos su temperatura de funcionamiento y preferentemente a su temperatura de servicio. La temperatura de funcionamiento es aquella temperatura a partir de la cual el electrolito sólido se vuelve conductor para los iones, y la cual aproximadamente es de 350°C. La temperatura de servicio debe diferenciarse de aquella; la misma consiste en la temperatura en la cual habitualmente se opera el elemento sensor, y que es más elevada que la temperatura de funcionamiento. La temperatura de servicio por ejemplo puede ser de 700 °C a 950 °C. El elemento calentador puede comprender un área de calentamiento y al menos una vía de alimentación. Por un área de calentamiento, en el marco de la presente

invención, puede entenderse el área del elemento calentador, que en la estructura de capas, a lo largo de una dirección perpendicular con respecto a la superficie del elemento sensor, se superpone con un electrodo. Habitualmente, el área de calentamiento se calienta con más intensidad que la vía de alimentación durante el funcionamiento, de modo que las mismas pueden diferenciarse. El calentamiento diferente por ejemplo puede realizarse de manera que el área de calentamiento presente una resistencia eléctrica más elevada que la vía de alimentación. El área de calentamiento y/o la alimentación por ejemplo están diseñadas como vía de resistencia eléctrica y se calientan mediante la aplicación de una tensión eléctrica. El elemento calentador por ejemplo puede estar fabricado de platino-cermet.

Mediante la disminución de la tensión COM, la tensión U_{P2} se reduce en la misma diferencia, con referencia a GND. Gracias a esto, en el condensador de la línea IP2 se produce un exceso de capacidad de partículas de carga que debe salir, y la corriente circula de modo correspondiente dependiendo de si la celda IP2 está o no conectada. Si la muestra está conectada, hacia la celda IP2, en el caso de una línea no conectada, hacia el dispositivo de medición, donde la corriente puede medirse como disminución de tensión, mediante el shunt, desde el aparato de control.

La invención puede apreciarse con facilidad y de forma sencilla mediante la monitorización de las señales eléctricas en la línea COM. Si durante el funcionamiento de medición normal especialmente una variación de tensión/variación de corriente se mide en la línea entre el sensor y el aparato de control, con un osciloscopio, entonces se utilizan los circuitos y procedimientos descritos en esta invención.

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 estructura básica de un sensor,

Figura 2 una parte del sensor con una parte de un aparato de control conectado al mismo,

Figura 3 la segunda celda de bombeo y una parte del aparato de control, como esquema de conexiones eléctrico,

Figura 4 un primer ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora intacta,

Figura 5 un segundo ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora defectuosa, y

Figura 6 un tercer ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas, corrientes eléctricas y señal de medición en el sensor, en el caso de una cuarta línea eléctricamente conductora intacta,

Figura 7 un cuarto ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas (tensión de bombeo NO_x), corrientes eléctricas y señal de medición en el sensor, en el caso de una cuarta línea eléctrica defectuosa.

Formas de ejecución de la invención

La figura 1 muestra una estructura básica de un sensor 100 que es particularmente adecuado para realizar el procedimiento según la invención.

El sensor 100 que está diseñado para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, a continuación denominado por ejemplo como óxido de nitrógeno NO_x , en una mezcla de gas, por ejemplo en un gas de escape de un motor de combustión interna, comprende para ello un elemento sensor 110, una primera celda de bombeo 112, que está conformada entre un electrodo de bombeo externo 114 y un electrodo de bombeo interno 116. El electrodo de bombeo externo 114, que está separado del ambiente del sensor 100 mediante una capa porosa de óxido de aluminio 118, dispone en este caso de una primera conexión eléctricamente conductora 120, mediante la cual puede generarse un primer flujo de bombeo IP_1 en la primera celda de bombeo 112. La primera conexión eléctricamente conductora 120, para ello, está conectada a una primera conexión P1 de un aparato de control electrónico externo 122. Para conseguir un circuito completo, el electrodo de bombeo interno 116 dispone igualmente de una segunda conexión eléctricamente conductora 124, que conduce a una conexión en común COM del aparato de control electrónico externo 122. La primera celda de bombeo 112 se encuentra presente en una primera cavidad 126 que se encuentra en el interior del elemento sensor 110 y que está conectada al gas de

medición. Mediante la generación del primer flujo de bombeo IP1 en la primera celda de bombeo 112 puede transportarse una primera parte de iones de oxígeno que se forman a partir de oxígeno molecular desde la mezcla de gas, entre la primera cavidad 126 y el ambiente del sensor 100. En el recorrido de entrada desde el ambiente hacia la primera cavidad 126 se encuentran presentes dos barreras de difusión 128.

- 5 El elemento sensor 110 presenta además una celda de referencia eléctrica 130 que presenta un electrodo Nernst 132 y un electrodo de referencia 134.

10 Mientras que el electrodo Nernst 132 dispone de la segunda conexión eléctricamente conductora 124 junto con el electrodo de bombeo interno 116 hacia la conexión en común COM, el electrodo de referencia 134 presenta una tercera conexión eléctricamente conductora 136 separada hacia una conexión Vs del aparato de control electrónico 122, para la tensión Nernst Vs. La celda de referencia 130 se encuentra presente en un espacio de gas de referencia 138. Una segunda parte de los iones de oxígeno desde la primera cavidad 126 y/o desde el ambiente del sensor 100 se transporta hacia el espacio de gas de referencia 138 mediante la aplicación de un flujo de bombeo de referencia entre la conexión Vs y la conexión en común COM. En este caso, el valor para el flujo de bombeo de referencia se regula de manera que se conforma una parte determinada de los iones de oxígeno en el espacio de gas de referencia 138. Preferentemente, en ese contexto, también el valor para el primer flujo de bombeo IP1 se regula de manera que resulta una relación determinada entre la primera parte de los iones de oxígeno en la primera cavidad 126 y la segunda parte de los iones de oxígeno en el espacio de gas de referencia 138.

20 El componente del gas de medición contenido además en la mezcla de gas, óxido de nitrógeno NO_x, con el oxígeno ligado, en particular mediante difusión, en gran medida sin ser influenciado, llega a la segunda celda de bombeo 140 del elemento sensor 110, que también puede denominarse como "celda de bombeo NO_x". La segunda celda de bombeo 140 presenta un electrodo de bombeo NO_x 142 y un contraelectrodo NO_x 144 y se encuentra presente en una segunda cavidad 145 en el interior del elemento sensor 110. La segunda cavidad 145 está separada de la primera cavidad 126 mediante una de las barreras de difusión 128. Al menos uno de los dos electrodos, electrodo de bombeo NO_x 142 y/o contraelectrodo NO_x 144, están diseñados de manera que al aplicarse una tensión, mediante catálisis, desde el componente de gas de medición NO_x, puede generarse otro oxígeno molecular que se forma en la segunda celda de bombeo 140.

30 El electrodo de bombeo NO_x 142 está conectado a la conexión en común COM mediante una conexión eléctricamente conductora. Aun cuando esto no está representado en detalle, esa conexión eléctricamente conductora está conectada a la segunda conexión eléctricamente conductora 124, o bien forma parte de la misma. El contraelectrodo NO_x 144 presenta una cuarta conexión eléctricamente conductora 146, mediante la cual un segundo flujo de bombeo IP₂ puede aplicarse a la segunda celda de bombeo 140. La cuarta conexión eléctricamente conductora 146, para ello, está conectada a una segunda conexión P2 del aparato de control electrónico externo 122. En caso de aplicarse una segunda corriente de bombeo IP₂ a la segunda celda de bombeo 140, una parte de otros iones de oxígeno, que se formaron a partir del otro oxígeno molecular, se transportan hacia el espacio de gas de referencia 138.

Además, el elemento sensor 110 dispone de un elemento calentador 148 que, mediante dos líneas de alimentación 150, está conectado a conexiones HTR+ y HTR- del aparato de control 122, mediante las cuales una corriente de calentamiento puede introducirse en el elemento calentador 148, que mediante la producción de una potencia de calentamiento puede llevar el elemento sensor 110 a la temperatura deseada.

40 La figura 2 muestra una parte del sensor 100 con una parte de un aparato de control 122 conectado al mismo. El aparato de control 122 presenta un convertidor analógico-digital 152 que está conectado a la conexión Vs para la tensión Nernst. El aparato de control 122 presenta además una fuente de tensión COM 154 que está conectada a la conexión en común COM. El aparato de control 122 presenta además una fuente de señal de excitación 156 que está conectada al polo positivo de un amplificador operacional 158. En el ejemplo de ejecución mostrado, el amplificador operacional 158 es un seguidor de tensiones. La fuente de tensión COM 154 está conectada igualmente al polo positivo del amplificador operacional 158. A su vez, el amplificador operacional 158 está conectado a la segunda conexión P2. En la cuarta línea eléctrica 146, entre la segunda conexión P2 y el contraelectrodo 144, está dispuesta una resistencia de medición 160.

50 La figura 3 muestra la segunda celda de bombeo 144 y una parte del aparato de control 122, como esquema de conexiones eléctrico. La figura 3 se utiliza para explicar las relaciones técnicas en las que se basa la presente invención. De manera simplificada, la segunda celda de bombeo 140 está representada como circuito en paralelo y en serie de condensadores y resistencias. En la figura 3 puede apreciarse la segunda conexión eléctricamente conductora 124 que, desde la segunda celda de bombeo 140 o el electrodo de bombeo 142, conduce a la conexión en común COM. Además, en la figura 3 puede apreciarse la cuarta conexión eléctricamente conductora 146 que, desde la segunda celda de bombeo 140 o el contraelectrodo NO_x 144, conduce a la resistencia de medición 160. El amplificador operacional 158 también está representado en la figura 3, el cual a su vez está conectado a la fuente de tensión COM 154. En la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, entre la resistencia de medición 160 y la

segunda celda de bombeo 140, está dispuesto un condensador 162, que además está conectado a la masa GND del aparato de control 122. La conexión en común COM, en comparación con la masa GND del aparato de control 122, tiene una diferencia de potencial de por ejemplo 2,25 V. En la conexión en común COM se aplica una tensión eléctrica U_{COM} predeterminada. Mediante una variación de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} , como por ejemplo una disminución, se modifica o reduce una diferencia de tensión U_{P2} entre la segunda conexión separada P2 y la conexión en común COM en la misma diferencia, con referencia a la masa GND. Debido a esto, en el condensador 162 se produce un exceso de capacidad del portador de carga, que debe salir. Dependiendo de si la segunda celda de bombeo 140 está o no conectada, es decir, si la cuarta conexión eléctricamente conductora 146 está intacta o defectuosa, la corriente circula de modo correspondiente. Al estar conectada la segunda celda de bombeo 140, así como la cuarta conexión eléctricamente conductora 146 defectuosa, la corriente circula hacia la segunda celda de bombeo 140, tal como está indicado mediante una primera flecha 164. Al no estar conectada la segunda celda de bombeo 140, así como la cuarta conexión eléctricamente conductora 146 defectuosa, la corriente circula hacia el dispositivo de medición del aparato de control 122, donde la corriente puede medirse como disminución de tensión mediante la resistencia de medición 160, desde el aparato de control 122, como está indicado mediante una segunda flecha 166.

La figura 4 muestra un primer ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor 100, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora 146 intacta. Sobre el eje X 168 está marcado el tiempo. Sobre el eje Y 170 están marcadas la tensión de calentamiento eléctrica U_{HTR} aplicada en el elemento calentador 148, la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} que se aplica en la conexión en común COM y la disminución de tensión U_{IP2} mediante la resistencia de medición 160. La curva 172 representa el perfil en el tiempo de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} , la curva 174 representa la señal de medición 174 en forma de perfil en el tiempo de la disminución de tensión U_{IP2} mediante la resistencia de medición 160, y la curva 176 representa el perfil en el tiempo de la tensión de calentamiento eléctrica U_{HTR} . Para realizar un diagnóstico de la cuarta línea eléctrica 146 que conecta la segunda conexión separada P2 con la celda de bombeo 140, así como con el contraelectrodo 144, mediante el aparato de control 122 se realiza una variación de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} para generar una señal de medición en la resistencia de medición 160. La activación de tensión comprende una variación de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} por un periodo predeterminado. El periodo predeterminado es de 0,08 ms a 1 ms y preferentemente de 0,5 ms a 1 ms. Esos periodos dependen del circuito hardware utilizado y pueden diferenciarse en función de la variación de las capacidades e impedancias en el elemento sensor 110 y en el hardware de medición, así como pueden ubicarse por encima o por debajo de los periodos aquí indicados. En el ejemplo mostrado, el periodo predeterminado es de 1 ms. En el ejemplo mostrado, en el instante 178, la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión U_{P2} entre la segunda conexión separada P2 y la conexión en común COM, de 450 mV a 2500 mV y preferentemente de 450 mV a 1500 mV. Por ejemplo, se forma una diferencia de tensión U_{P2} de 465 mV. El instante 178 de la reducción de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} puede ubicarse en un instante en el cual una tensión de calentamiento eléctrica U_{HTR} se aplica en el elemento calentador 148, así como aumenta la tensión de calentamiento eléctrica U_{HTR} , calentando con ello el elemento calentador 148. La cuarta conexión eléctricamente conductora 146 se identifica como intacta en caso de que la señal de medición 174 no presente ninguna variación por el periodo predeterminado. Si no se encuentra presente ninguna interrupción de la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, entonces mediante los procesos de transferencia de la disminución de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} en el hardware del aparato de control 122, el flujo de corriente resultante de ello, al estar intacta la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, puede salir mediante el elemento sensor 110. La variación de tensión y el flujo de corriente resultante de ello, mediante la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, ya no puede medirse mediante la resistencia de medición 160. En el ejemplo mostrado se encuentra presente un circuito cerrado, de manera que la señal de medición 174, a partir del instante 178, es invariable por el periodo predeterminado.

La figura 5 muestra un segundo ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor 100, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora 146 defectuosa. A continuación se explican solamente las diferencias con respecto al ejemplo mostrado en la figura 4, y los mismos componentes o características están provistos de los mismos símbolos de referencia. La cuarta conexión eléctricamente conductora 146 se identifica como defectuosa en caso de que la señal de medición 174 presente una variación por el periodo predeterminado. Si se encuentra presente una interrupción de la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, entonces mediante la variación de tensión en COM se provoca un flujo de corriente notable en la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, mediante la resistencia de medición 160. En el ejemplo mostrado se encuentra presente un circuito abierto, de manera que la señal de medición 174, a partir del instante 178, presenta una disminución 180 marcada, por el periodo predeterminado.

La figura 6 muestra un tercer ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor 100, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora 146 intacta. Sobre el eje X 168 está marcado el tiempo. Sobre el eje Y 170, observado desde arriba hacia abajo, están marcadas la tensión eléctrica U_{P2} aplicada en la segunda celda de bombeo 140, la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} que se aplica en la conexión en común COM, y una diferencia 182 entre la tensión eléctrica U_{P2} aplicada en la segunda celda de bombeo 140 y la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} . La curva 172 representa el perfil en el tiempo de la tensión eléctrica

predeterminada U_{COM} , la curva 184 representa el perfil en el tiempo de la tensión eléctrica U_{P2} aplicada en la segunda celda de bombeo 140, y la curva 186 representa la señal de medición 174 en forma del perfil en el tiempo de la diferencia 182 entre la tensión eléctrica U_{P2} aplicada en la segunda celda de bombeo 140 y la tensión eléctrica U_{COM} predeterminada. Para realizar un diagnóstico de la cuarta línea eléctrica 146 que conecta la segunda conexión separada P2 con la celda de bombeo 140, así como con el contraelectrodo 144, mediante el aparato de control 122 se realiza una variación de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} por un periodo predeterminado, para generar una señal de medición. El periodo predeterminado es de 0,08 ms a 1 ms y preferentemente de 0,5 ms a 1 ms. Esos periodos dependen del circuito hardware utilizado y pueden diferenciarse en función de la variación de las capacidades e impedancias en el elemento sensor 110 y en el hardware de medición del aparato de control 122, así como pueden ubicarse por encima o por debajo de los periodos aquí indicados. En el ejemplo mostrado, el periodo predeterminado es de 1 ms. En el ejemplo mostrado, en el instante 178, la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión U_{P2} entre la segunda conexión separada P2 y la conexión en común COM, de 450 mV a 2500 mV y preferentemente de 460 mV a 1500 mV. Por ejemplo, se forma una diferencia de tensión U_{P2} de 750 mV.

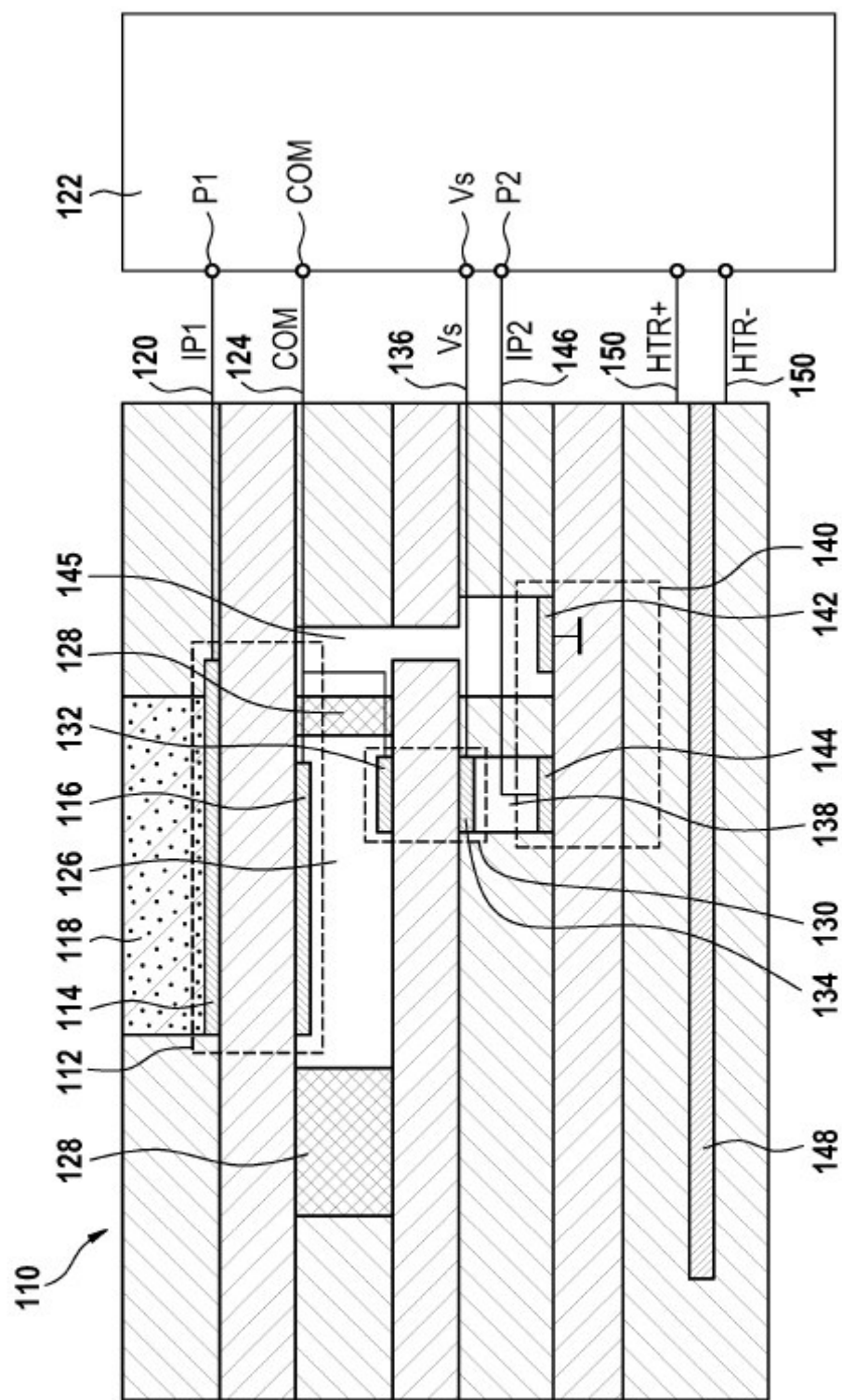
Para poder accionar la segunda celda de bombeo 140, entre el electrodo de bombeo 142 y el contraelectrodo 144 debe estar presente una tensión U_{P2} suficientemente elevada, regulada a un valor fijo. Esa tensión U_{P2} en la segunda celda de bombeo 140 por ejemplo puede ser de 450 mV con respecto a COM. La cuarta conexión eléctricamente conductora 146 se identifica como intacta en caso de que la señal de medición 174 no presente ninguna variación por el periodo predeterminado, es decir, que la diferencia 182 se encuentre en 450 mV. Si no se encuentra presente ninguna interrupción de la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, entonces, mediante el elemento sensor 110, por medio de los procesos de transferencia causados por el circuito hardware del aparato de control 122, de la disminución de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} , la corriente puede salir mediante el elemento sensor 110, y la variación de tensión puede seguir la tensión regulada por el amplificador operacional 158 dentro de un periodo muy corto, de por ejemplo 10 a 15 μ S, dependiendo del envejecimiento de la segunda celda de bombeo 140, así como de las tolerancias de fabricación, a los 450 mV deseados. En el ejemplo mostrado se encuentra presente un circuito cerrado y, con ello, una cuarta conexión eléctricamente conductora 146, de manera que la señal de medición 174, a partir del instante 178, con un retardo irrelevante de 15 a 20 μ S después de la disminución de la tensión eléctrica predeterminada U_{COM} , es invariable por el periodo predeterminado.

La figura 7 muestra un cuarto ejemplo de un perfil en el tiempo de tensiones eléctricas y señal de medición en el sensor 100, en el caso de una cuarta conexión eléctricamente conductora 146 defectuosa. A continuación se explican solamente las diferencias con respecto al ejemplo mostrado en la figura 6, y los mismos componentes o características están provistos de los mismos símbolos de referencia. La cuarta conexión eléctricamente conductora 146 se identifica como defectuosa en caso de que la señal de medición 168 presente una variación por el periodo predeterminado. Si se encuentra presente una interrupción de la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, entonces mediante la variación de tensión en COM se provoca un flujo de corriente notable en la cuarta conexión eléctricamente conductora 146, mediante la resistencia de medición 160. En el ejemplo mostrado se encuentra presente un circuito abierto, de manera que la señal de medición 174, a partir del instante 178, presenta un potencial marcadamente más elevado, de por ejemplo 750 mV en lugar de 450 mV, en el caso normal, por el periodo predeterminado. Se destaca explícitamente que para la valoración del estado de la cuarta conexión eléctricamente conductora es suficiente con sólo una observación del perfil en el tiempo de la tensión eléctrica U_{P2} aplicada en la segunda celda de bombeo 140, sin que deba considerarse la diferencia 182.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar un sensor (100) para detectar al menos una parte de un componente de gas de medición con oxígeno ligado, en un gas de medición, en particular en un gas de escape de un motor de combustión interna, el cual comprende un elemento sensor (110), donde el elemento sensor (110) presenta una primera celda de bombeo (112) que presenta un electrodo de bombeo externo (114) y un electrodo de bombeo interno (116), y se encuentra presente en una primera cavidad (126) que está conectada al gas de medición, una celda de referencia (130) que presenta un electrodo Nernst (132) y un electrodo de referencia (134), y se encuentra presente en un espacio de gas de referencia (138), y una segunda celda de bombeo (140) que presenta un electrodo de bombeo (142) y un contraelectrodo (144), y se encuentra presente en una segunda cavidad (145), donde un aparato de control electrónico (122), que dispone de al menos una primera conexión separada (P1) para la primera celda de bombeo (112), de una segunda conexión separada (P2) para la segunda celda de bombeo (140), de una conexión para una tensión de Nernst (V_s) y de una conexión en común (COM), se conecta con el elemento sensor (110), donde el electrodo de bombeo externo (114) se conecta a la primera conexión separada (P1) mediante una primera conexión eléctricamente conductora (120) donde el electrodo de bombeo interno (116) se conecta a la conexión en común (COM) mediante una segunda conexión eléctricamente conductora (124), donde el electrodo de referencia (134) se conecta a la conexión para una tensión de Nernst mediante una tercera conexión eléctricamente conductora (136), donde el electrodo de bombeo interno (142) se conecta a la conexión en común (COM) mediante una segunda conexión eléctricamente conductora (124), donde el contraelectrodo (144) se conecta a la segunda conexión separada (P2) mediante una cuarta conexión eléctricamente conductora (146), donde en la cuarta conexión eléctricamente conductora (146) se proporciona una resistencia de medición (160), donde en la conexión en común (COM) se aplica una tensión eléctrica determinada (U_{COM}), donde la cuarta conexión eléctricamente conductora (146), entre la resistencia de medición (160) y la segunda celda de bombeo (140), está conectada a un condensador (162), que además está conectado a una masa (GND) del aparato de control (122), donde mediante el aparato de control (122) se realiza una variación de la tensión eléctrica determinada (U_{COM}) por un periodo predeterminado, para generar una señal de medición (168), donde la señal de medición (168) está dada por el perfil en el tiempo de una disminución de tensión (U_{P2}) mediante la resistencia de medición (160) o por el perfil en el tiempo de una diferencia (182) entre una tensión eléctrica (U_{P2}) aplicada en la segunda celda de bombeo (140) y la tensión eléctrica determinada (U_{COM}), donde la cuarta conexión eléctricamente conductora (146) se identifica como intacta en el caso de que la señal de medición (168) no presente ninguna modificación por el periodo predeterminado, y se identifica como defectuosa en el caso de que la señal de medición (168) presente una variación por el periodo predeterminado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde el periodo predeterminado es de 0,08 ms a 1 ms y preferentemente de 0,5 ms a 1 ms.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, donde la tensión eléctrica determinada (U_{COM}) se reduce por el periodo predeterminado.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, donde la tensión eléctrica determinada (U_{COM}) se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión (U_{P2}) entre la segunda conexión separada (P2) y la conexión en común (COM), de 450 mV a 1,2 V.
5. Procedimiento según la reivindicación 3, donde la tensión eléctrica determinada (U_{COM}) se reduce por el periodo predeterminado de manera que se forma una diferencia de tensión (U_{P2}) entre la segunda conexión separada (P2) y la conexión en común (COM), de 450 mV a 1500 mV y preferentemente de 600 mV a 1300 mV.

FIG. 1



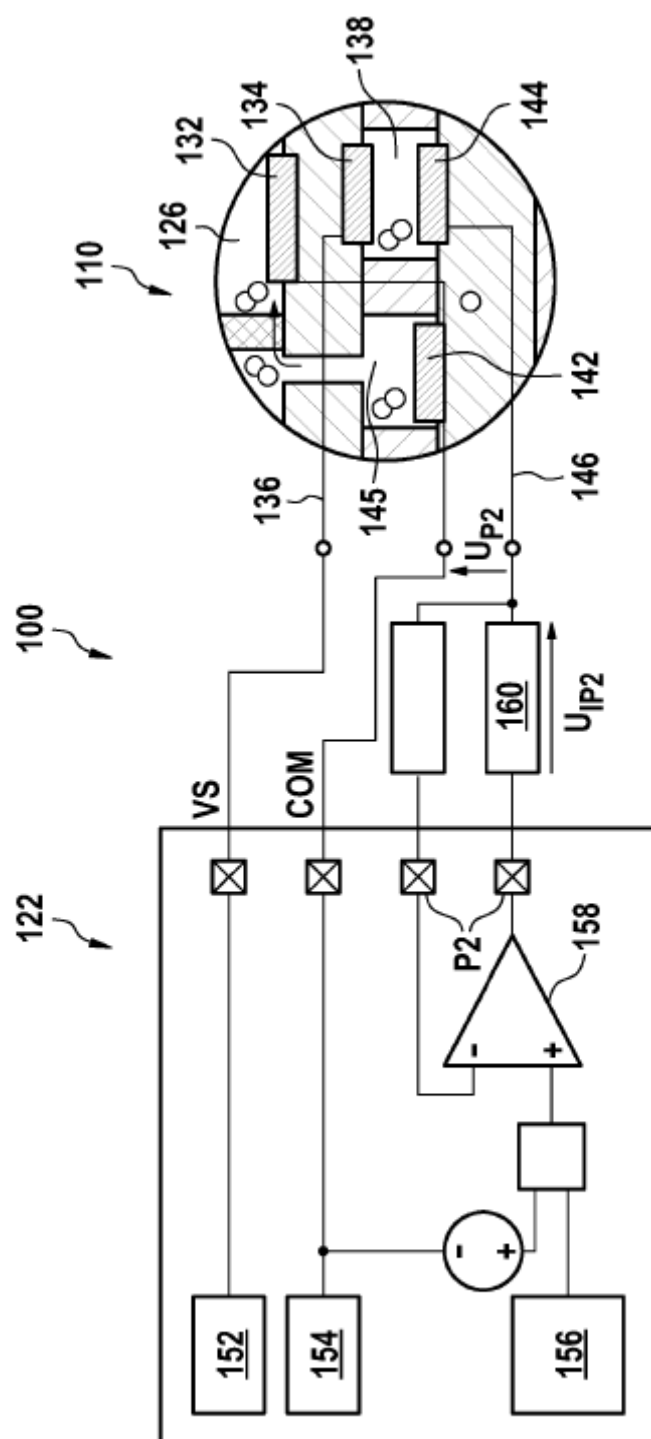


FIG. 2

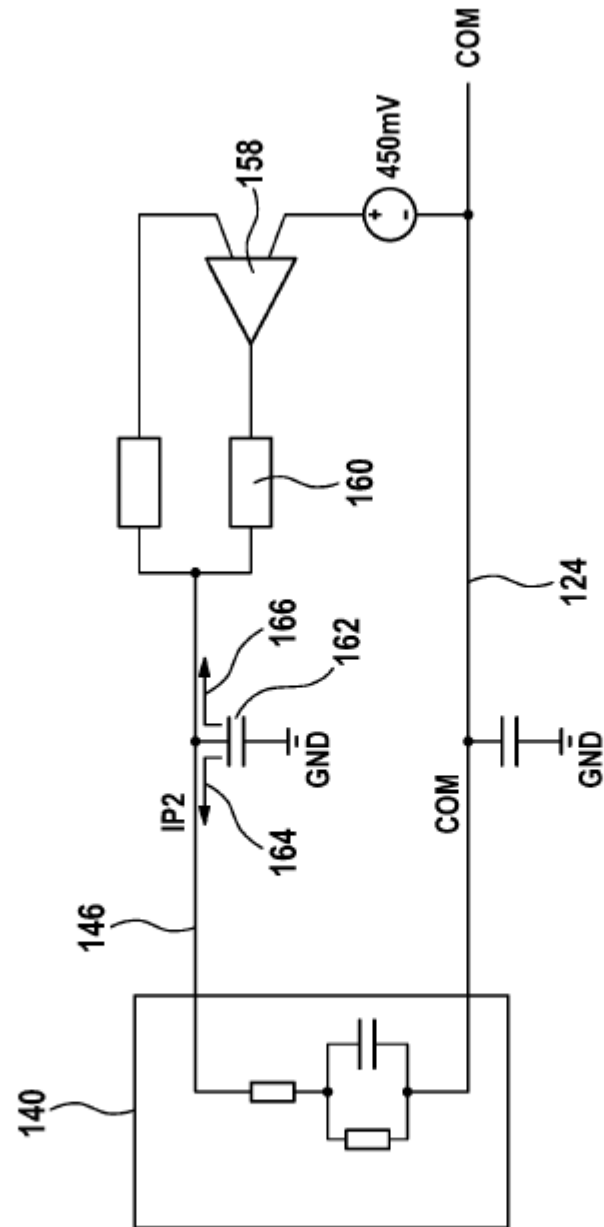


FIG. 3

FIG. 4

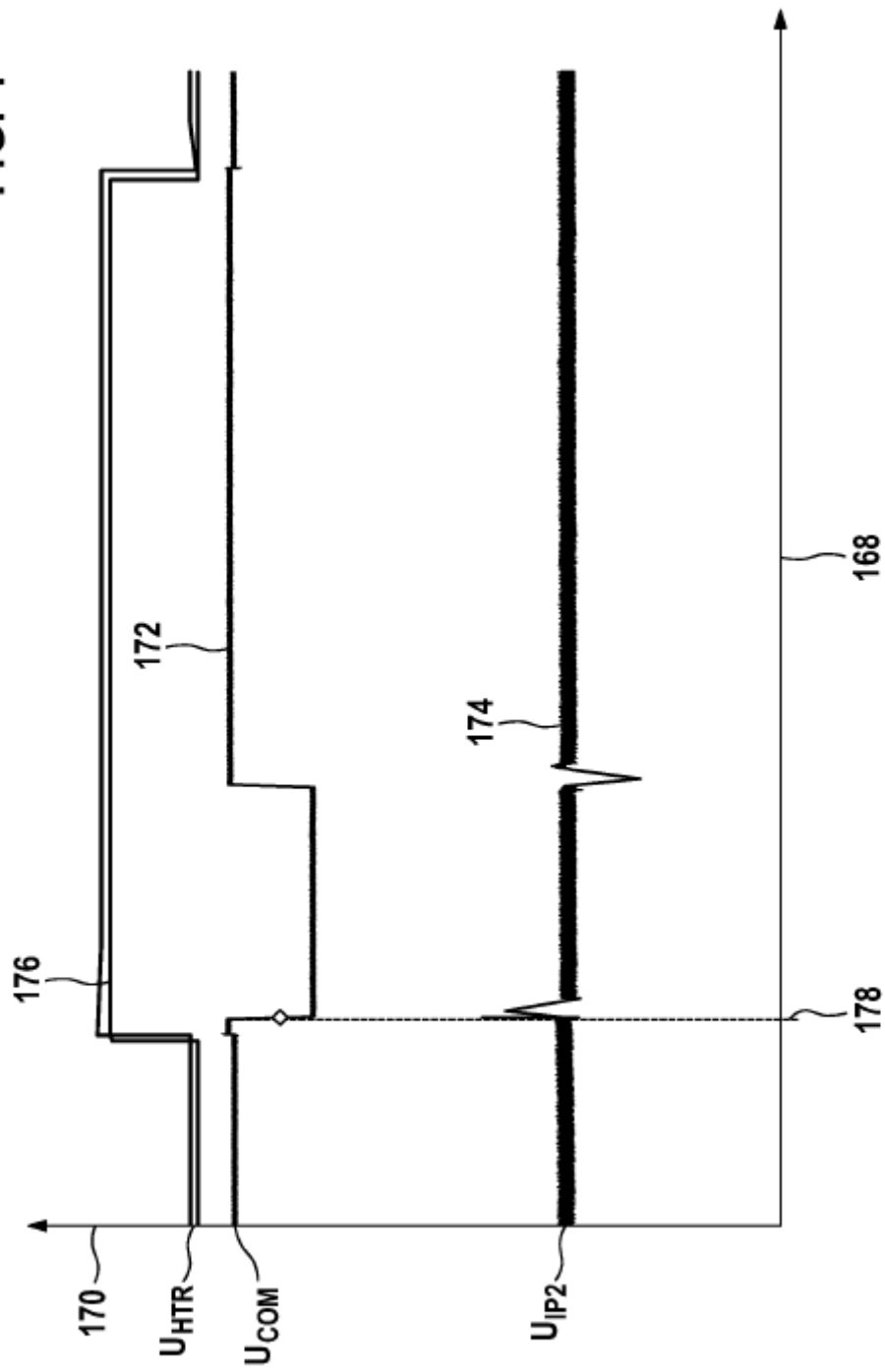


FIG. 5

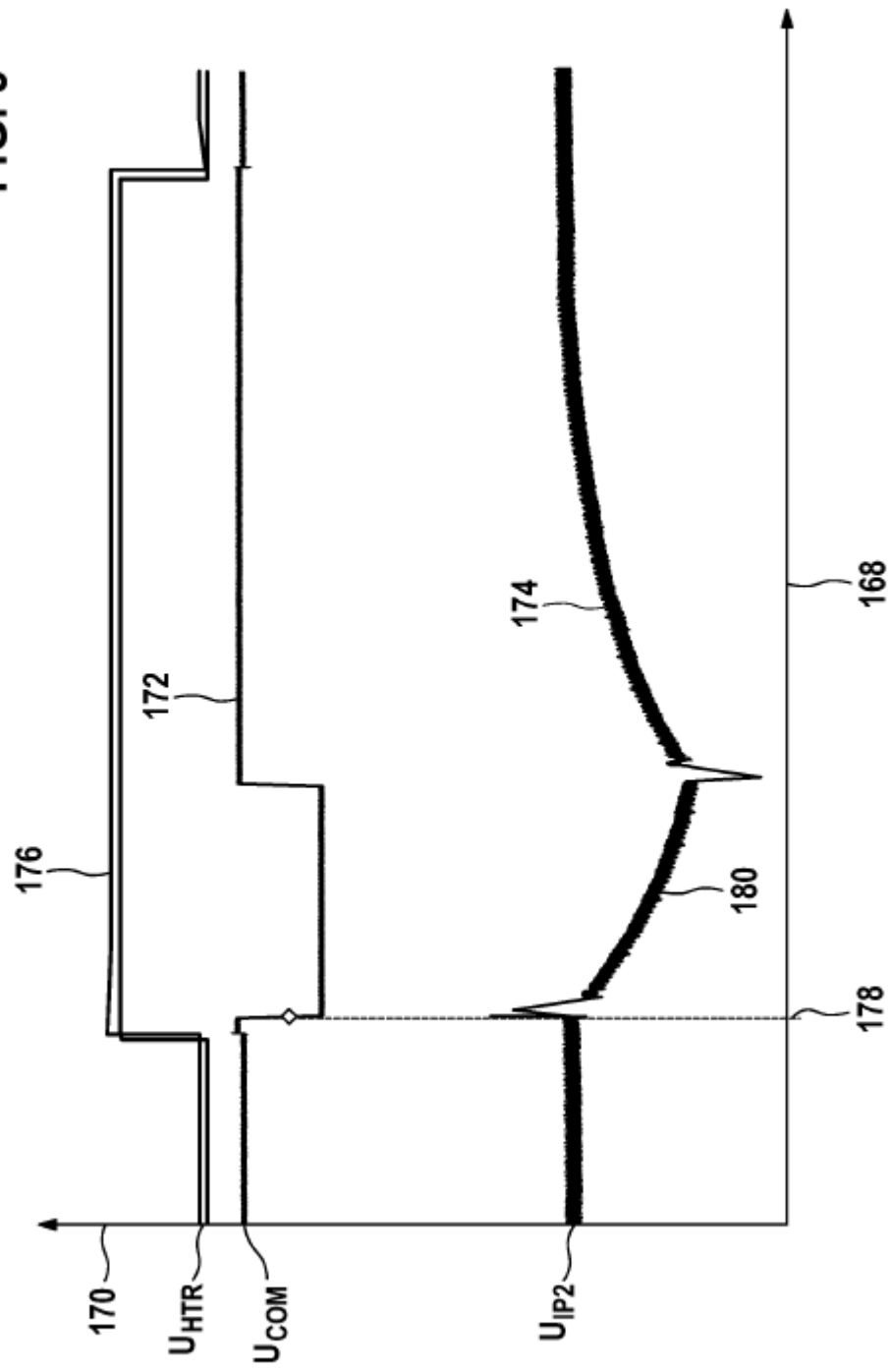


FIG. 6

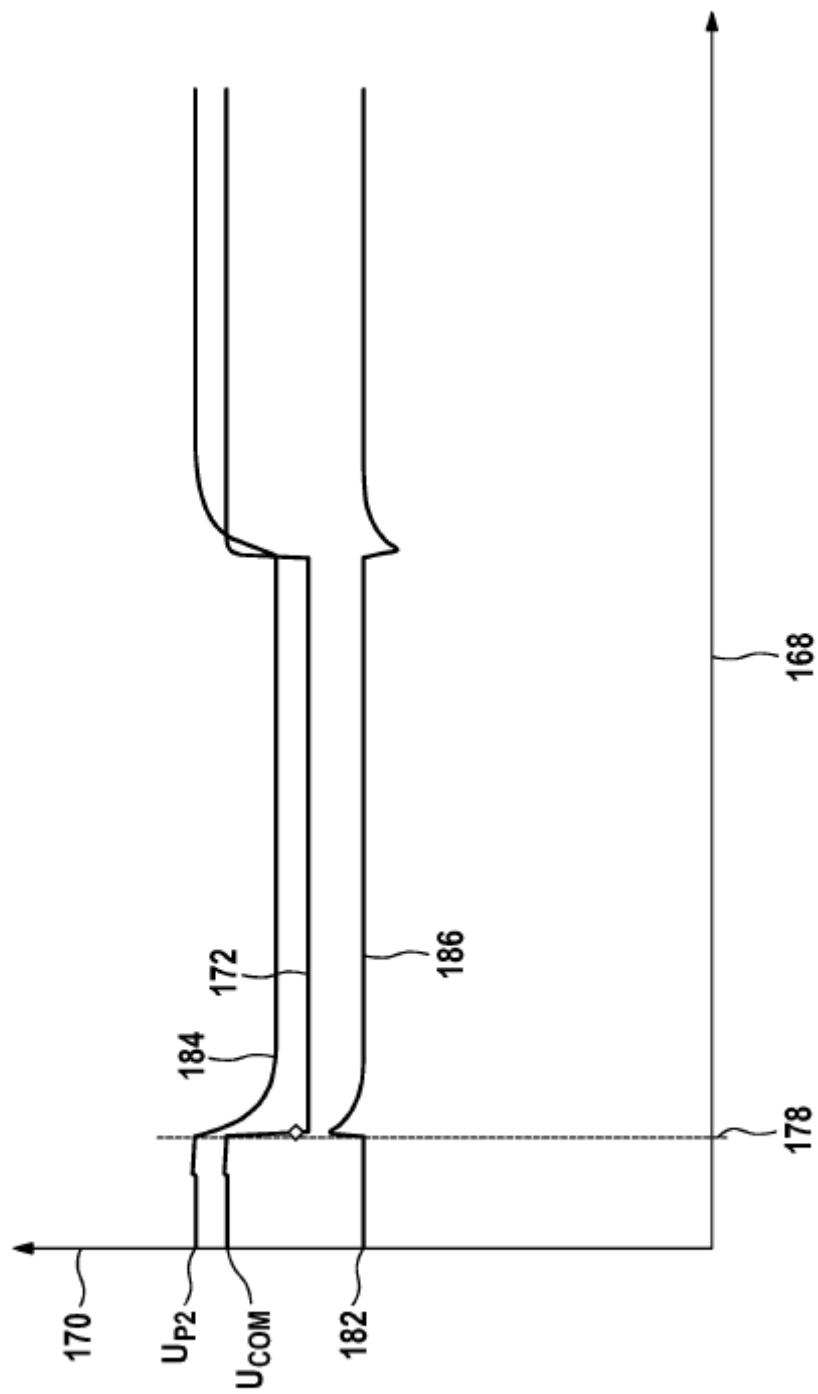


FIG. 7

