

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 664**

51 Int. Cl.:

G01N 27/414 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2008 PCT/EP2008/058571**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2009 WO09013101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2008 E 08774694 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2174121**

54 Título: **Dispositivo y método para detectar sustancias**

30 Prioridad:

24.07.2007 DE 102007034330

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

12.04.2017

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**LIEMERSDORF, DIRK;
FIX, RICHARD;
WOLST, OLIVER;
MARTIN, ALEXANDER y
LE-HUU, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 608 664 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

Dispositivo y método para detectar sustancias

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido según la reivindicación 1, así como a un método para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido utilizando el dispositivo según la reivindicación 8, así como 12.

10 Para detectar sustancias contenidas en un flujo de fluido, en particular gases en un flujo de gas, se utilizan transistores de efecto de campo sensibles al gas en base a semiconductores. En general, la aplicación de la sustancia que debe detectarse, por ejemplo un gas o un líquido, así como una mezcla de gas o de líquido, conduce a una modificación de la impedancia del canal y, con ello, a una modificación de la corriente que circula desde el electrodo de fuente hacia el electrodo de drenaje, a través del transistor de efecto de campo, la así llamada corriente del canal. Si se utilizan materiales semiconductores con una banda prohibida más grande, es decir, una banda prohibida superior a 3eV, por ejemplo nitruro de galio o carburo de silicio, esto posibilita en principio la utilización de los transistores de efecto de campo sensibles al gas para utilizaciones de los sensores a temperaturas de hasta 800°C.

15 En el punto de trabajo seleccionado del transistor de efecto de campo sensible al gas, la corriente del canal sin una aplicación a través de la sustancia que debe ser detectada, la así llamada señal cero o el offset, con frecuencia es más elevada que la modificación de la corriente del canal a través de la aplicación (señal), en órdenes de magnitud generalmente de 10³. Debido a las malas condiciones de la relación señal - offset esto implica exigencias elevadas en cuanto a la medición de la corriente. Además, resulta el problema de que el offset puede ser influenciado por influencias perjudiciales externas. Las influencias perjudiciales se producen por ejemplo a través de variaciones de temperatura o por la degradación del sensor, las cuales no se basan en la presencia de sustancias que deben ser detectadas. Debido a la relación dada de señal - offset, la modificación de la corriente del canal, a través de influencias perjudiciales, puede ser en el mismo orden de magnitudes o, en el peor de los casos, incluso mayor que la modificación que tiene lugar a través de la presencia de la sustancia que debe ser detectada. Puesto que las influencias perjudiciales no pueden excluirse por completo, la falla de la señal de medición vinculada a ello es importante y, en el peor de los casos, impide una medición útil de la sustancia que debe ser detectada.

20 Por la solicitud US-B 6,883,364, en el caso de dispositivos manuales para detectar gases, se conoce entre otras la utilización de transistores de efecto de campo como sensores adecuados para detectar gases. Por lo general se utilizan aquí sin embargo resistencias sensibles al gas, los así llamados químio - resistores. A través de una resistencia de referencia con deriva de temperatura lo más reducida posible se realizan una división de la tensión y una limitación de la corriente. Sin embargo, el circuito no es adecuado para la compensación de la deriva y para la compensación del offset de los químio - resistores.

35 La utilización de un sensor de gas que se basa en un transistor de efecto de campo y que se compone de una capa sensible al gas y de una capa de referencia, cuyas modificaciones del trabajo de salida activan estructuras de efecto de campo, es conocida por la solicitud WO-A 2005/103667. La capa de referencia se utiliza para eliminar sensibilidades transversales, es decir, una sensibilidad a otros gases que no es el gas-objetivo deseado. El problema de que el offset es más elevado en varios órdenes de magnitud que la modificación de la corriente del canal y, con ello, de que la modificación de la corriente del canal eventualmente no es mayor que la modificación a través de influencias perjudiciales, no se resuelve a través de la solicitud WO-A 2005/103667.

40 A. Morgenshtein y otros, en "Wheatstone-Bridge readout interface for ISFET/REFET applications", Sensors and Activators (2004), 18-27 describe una disposición de circuito estructurada en base a un circuito puente de Wheatstone. La disposición de circuito descrita comprende al menos cuatro transistores de efecto de campo, en particular un par de ISFET's y un par de REFET's que se encuentran conectados en un circuito unos con otros de una forma determinada. El sensor ISFET descrito transforma una modificación del valor de pH en una modificación correspondiente de una resistencia del canal, donde el circuito puente de Wheatstone es adecuado para representar una compensación de la temperatura. De este modo, el documento describe todas las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la invención

Ventajas de la invención

50 El dispositivo para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido, diseñado de acuerdo con la invención, comprende al menos un transistor de efecto de campo como sensor de medición, así como al menos un transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia. Los transistores de efecto de campo presentan respectivamente al menos un electrodo de fuente, un electrodo de drenaje y un electrodo de puerta. El electrodo de

puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición es sensible con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada y el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia es esencialmente insensible con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada. De acuerdo con la invención, el electrodo de fuente de uno de los transistores de efecto de campo y el electrodo de drenaje del otro de los transistores de efecto de campo están conectados uno con otro y con una línea de señal. Además, entre el electrodo de drenaje del primer transistor de efecto de campo y el electrodo fuente del segundo transistor de efecto de campo se aplica una tensión. De este modo, la corriente a través de la línea señal es la diferencia de las corrientes del canal de los dos transistores de efecto de campo (corriente diferencial).

La ventaja del circuito de acuerdo con la invención reside en el hecho de que el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia experimenta las mismas influencias perjudiciales que el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, por ejemplo variaciones de temperatura o variaciones de presión. Al seleccionar de forma adecuada las tensiones del electrodo de drenaje de un transistor de efecto de campo, la línea de señal, el electrodo de fuente del otro transistor de efecto de campo, así como la tensión en el electrodo de puerta de los dos transistores de efecto de campo, es posible de este modo una compensación de primer orden de la señal de medición (corriente del canal) del sensor de medición. Es decir que la compensación tiene lugar directamente en el sensor a través de la conexión en circuito de uno o de varios transistores de efecto de campo sensibles con respecto a la sustancia que debe ser detectada con uno o con varios transistores de efecto de campo que actúan como elemento de referencia, donde en particular no sólo se compensan offset sino también influencias perjudiciales. Gracias a ello se reduce la influencia de las interferencias en la señal de medición y se logra una relación de señal - ruido esencialmente mejorada.

En el caso de una compensación de orden cero, sin embargo, en una unidad electrónica de evaluación, se sustrae una corriente constante que se adapta a la señal cero del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición. De este modo, la compensación de orden cero es independiente de la presencia de sustancias que deben ser detectadas, donde sin embargo, debido a ello, no se mejora la relación de señal - ruido, ya que las variaciones del offset, debido a las interferencias, conducen a una compensación errónea y, con ello, a la misma falla absoluta de la señal de medición. En la conexión en circuito de acuerdo con la invención y en la compensación de primer orden realizada gracias a ello, la medición de la señal se simplifica, mejorándose en gran medida la relación de señal - ruido, ya que las interferencias influyen la señal de medición tan sólo en el segundo orden, es decir la influencia de la respuesta del sensor con respecto a las sustancias que deben ser detectadas, sin embargo ya no en el primer orden, es decir, en la modificación del offset.

Gracias a ello, la señal de medición del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición se compensa con respecto a componentes o influencias perjudiciales no deseados. Los componentes o influencias perjudiciales no deseados son todas las influencias sobre la señal de medición que no son destacadas a través de la interacción de la sustancia que debe ser detectada con el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición. Son componentes no deseados por ejemplo la señal offset, la independencia de la temperatura de la corriente de señal y la desviación de la corriente de señal de transistores de efecto de campo con la misma construcción, debido a variaciones del proceso en la fabricación del transistor. Una variable de compensación es el envejecimiento y/o la degradación morfológica/estructural del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, a lo largo de la vida útil. También se considera indeseable la sensibilidad transversal con respecto a la presencia de sustancias que no pertenecen a la sustancia que debe ser detectada. Una compensación contiene también la reducción de la proporción de componentes no deseados en la señal de medición.

Preferentemente, el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia y el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición es un MOSFET, un MISFET, un MESFET, un HEMT o un FET de puerta suspendida. El transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia y el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición puede tratarse también de cualquier otra ejecución de un transistor de efecto de campo sensible al gas. El transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, de manera preferente, está fabricado de una composición de materiales, con crecimiento epitáctico, de los elementos del grupo III y del grupo IV, preferentemente silicio, GaAs, SiC, GaN, Al- GaN/GaN o cualquier otro material semiconductor considerado.

En una forma de ejecución preferente, el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición y el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia presentan la misma construcción. Además presentan las mismas proporciones, las mismas dimensiones e impurificaciones/concentraciones de impurificación, así como perfiles de impurificación, excepto la capa de pasivación del elemento de referencia. Además, los dos transistores de efecto de campo preferentemente están acoplados unos junto a otros y/o acoplados unos con otros de manera termoconductor. En un caso ideal, el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia presenta el mismo comportamiento que el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición. De este modo, el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia no es sensible, donde sin embargo en todo caso es marcadamente menos sensible con respecto a las sustancias que deben ser detectadas que el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición.

En una forma de ejecución, el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia es idéntico en cuanto a la estructura al transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, donde el mismo sin embargo no reacciona a la presencia de las sustancias que deben ser detectadas. De acuerdo con la invención, la insensibilidad se alcanza a través de una pasivación adicional del electrodo de puerta catalíticamente activo del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia. De este modo, las sustancias que deben ser detectadas ya no interactúan con el electrodo de puerta. Para la pasivación, el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia es revestido con una capa de pasivación de un material dieléctrico o impermeable al gas, el cual actúa de forma hermética con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada o como barrera de difusión. El espesor de la capa se ubica por ejemplo entre 1nm y 100µm, preferentemente en el rango entre 10nm y 1µm. Como material pueden utilizarse tanto una cerámica, como también polímeros orgánicos, preferentemente sin embargo nitruro de silicio, carburo de silicio, dióxido de silicio, óxido de aluminio y/u óxido de zirconio o mezclas de los materiales mencionados. Pueden utilizarse además también materiales compuestos en base a materiales de cerámica/cerámicas o en base a materiales de cerámica/polímeros. También puede utilizarse cualquier otro material conocido por el experto que sea adecuado para la pasivación. La pasivación no debe influenciar en absoluto o debe influenciar lo menos posible las propiedades eléctricas del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia.

La pasivación del electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia tiene lugar por ejemplo a través de la separación del material de pasivación mediante procedimientos de película delgada microestructurados, establecidos en la tecnología de semiconductores, por ejemplo mediante evaporación o grabado por pulverización iónica. Eventualmente se agregan pasos de templado que contribuyen a una sinterización a la máxima densidad de la capa de pasivación. Igualmente es posible una separación química por vía húmeda del material de pasivación, con un tratamiento térmico subsiguiente. La temperatura incrementada del tratamiento térmico, por una parte, provoca la evaporación del disolvente volátil y, por otra parte, provoca una sinterización a la máxima densidad del material de pasivación depositado. Una separación posible del material de pasivación puede tener lugar igualmente en un procedimiento de estructuración de película gruesa, por ejemplo a través de la impresión de una pasta que contiene el material de pasivación. Los pasos de templado subsiguientes contribuyen a la sinterización a la máxima densidad del material de pasivación.

En otra forma de ejecución, la capa de pasivación presenta varias capas de material. Las mismas pueden producirse en un paso de separación o a través de la aplicación en varias veces del material de pasivación. Si la capa de pasivación presenta varias capas de material, entonces dichas capas pueden estar realizadas de materiales diferentes o también es posible aplicar varias capas de pasivación del mismo material.

Si la capa de pasivación en el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia no es hermética con respecto a las sustancias que deben detectarse, sino que actúa como barrera de difusión, entonces esto conduce igualmente a que el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia no interactúe con las sustancias que deben ser detectadas, ya que éstas no alcanzan el material del electrodo propiamente dicho. De forma alternativa con respecto a la aplicación de una capa de pasivación también es posible que el electrodo de puerta esté realizado de un material no sensible con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada. Esto se logra por ejemplo a través de la utilización de otro material para el electrodo de puerta y/o a través de porosidades reguladas de los materiales de la puerta, así como del electrodo de puerta en su totalidad. En particular, el electrodo de puerta no es sensible cuando el mismo presenta una metalización lo suficientemente gruesa y no porosa. Al utilizar otros materiales para el electrodo de puerta es posible que éste sea insensible con respecto a las sustancias que deben ser detectadas, pero que no lo sea con respecto a otras sustancias contenidas en el flujo de fluido.

En otra forma de ejecución preferente, de acuerdo con la invención, el electrodo de fuente de uno de los transistores de efecto de campo (a continuación FET1) y el electrodo de drenaje del otro transistor de efecto de campo (a continuación FET2) están conectados uno con otro y con una línea de señal. Entre el electrodo de drenaje de FET1 y el electrodo de fuente de FET2 se aplica una tensión constante U_1 . El potencial eléctrico de la línea de señal se encuentra precisamente en el centro entre el potencial eléctrico del electrodo de drenaje de FET1 y el electrodo de fuente de FET2. De ello resulta que la tensión de FET1 de fuente - drenaje es igual a la tensión de FET2 de fuente-drenaje, y la tensión U_1 asciende exactamente al doble de una de las tensiones de fuente - drenaje de uno de los transistores de efecto de campo FET1 o FET2. En la forma de ejecución aquí descrita, en los dos transistores de efecto de campo se aplica la misma tensión de puerta U_G entre el electrodo de fuente y el electrodo de puerta del respectivo transistor de efecto de campo. En el caso de que los transistores de efecto de campo sean transistores de empobrecimiento, es decir en el caso de una tensión de la puerta de 0V, el canal semiconductor no se encuentra estrangulado, donde entonces la tensión de la puerta puede ascender a 0V. Sin embargo, la tensión de la puerta generalmente es distinta de 0V. En la forma de ejecución aquí descrita, los dos transistores de efecto de campo poseen idealmente las mismas características eléctricas. Debido a la tensión de la puerta idéntica y a la tensión de fuente - drenaje idéntica para los dos transistores de efecto de campo, en los dos transistores de efecto de campo circula la misma corriente entre el electrodo de fuente - drenaje, en el caso de que los transistores de efecto de campo no sean influenciados a través del flujo de fluido (flujo offset). Por consiguiente, en ese caso especial no circula corriente a través de la línea de señal. En la forma de ejecución aquí descrita, un transistor de efecto de campo actúa además

como sensor de medición y el otro transistor de efecto de campo actúa como elemento de referencia. Si la corriente del canal del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición es influenciada por la presencia de sustancias que se encuentran presentes en el flujo de fluido, entonces se produce una diferencia en la corriente del canal entre los dos transistores de efecto de campo. Esa corriente diferencial circula a través de la línea de señal. Si los dos transistores de efecto de campo reaccionan del mismo modo frente a influencias perjudiciales, entonces a través de las influencias perjudiciales no se produce una diferencia en el canal de corriente de los dos transistores de efecto de campo. En la forma de ejecución aquí descrita, la corriente en la línea de señal se utiliza como señal de medición. Esta señal de medición, tal como se ha descrito, es compensada en primer orden con respecto al offset y a influencias perjudiciales.

Para corregir una desviación causada a través de una imprecisión del proceso y a través de la pasivación hermética al gas del electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia, entre el transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia y el transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, en una forma de ejecución preferente, la tensión de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia se diferencia de la tensión de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición. Esta diferencia en la tensión de puerta de los dos transistores de efecto de campo se denominará a continuación como tensión de compensación. La tensión de compensación se regula de manera que, en el caso de condiciones externas ideales, es decir temperatura, presión, etc. y sin la presencia de sustancias que deben ser detectadas, ninguna corriente circula a través de la línea de señal. Una señal de medición que se presenta se atribuye entonces nuevamente a la presencia de las sustancias que deben ser detectadas o a interferencias de segundo orden.

En otra variante del método, la corriente a través de la línea de señal no se utiliza como señal de medición, sino que la corriente es mantenida constante en la línea de señal, modificando la tensión de la fuente de tensión que se encuentra conectada al electrodo de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de referencia. La tensión de puerta del sensor de medición se mantiene constante. La modificación de la tensión de puerta del elemento de referencia representa la señal de medición. En otra variante, también puede variar la tensión de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, para mantener constante la corriente en la línea de señal. La tensión de puerta del elemento de referencia se mantiene constante y la señal de medición es la modificación de la tensión de puerta del transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición, representando la señal de medición.

En una variante alternativa del método, la corriente en la línea de señal se mantiene constante, donde el potencial eléctrico de la línea de señal se modifica de modo correspondiente. De este modo, las tensiones de puerta de los dos transistores de efecto de campo se mantienen constantes. La señal de medición es la modificación del potencial eléctrico de la línea de señal que se necesita para mantener constante la corriente.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos se representan ejemplos de ejecución de la presente invención, los cuales se explican en detalle en la siguiente descripción.

Las figuras muestran:

Figura 1: un esquema de conexiones de un dispositivo de acuerdo con la invención en una primera forma de ejecución;

Figura 2: un esquema de conexiones de un dispositivo de acuerdo con la invención en una segunda forma de ejecución;

Figura 3: un esquema de conexiones de un dispositivo de acuerdo con la invención en una tercera forma de ejecución;

Figura 4: una conexión de circuito alternativa de la forma de ejecución representada en la figura 1;

Figura 5: una conexión de circuito alternativa de la forma de ejecución representada en la figura 2.

Formas de ejecución de la invención

En la figura 1 se representa un esquema de conexiones de un dispositivo de acuerdo con la invención, en una primera forma de ejecución.

En la forma de ejecución representada en la figura 1, un primer transistor de efecto de campo 1 y un segundo transistor de efecto de campo 3 se encuentran conectados en circuito uno con otro. Para ello, el electrodo de fuente S del

segundo transistor de efecto de campo 3 y el electrodo de drenaje D del primer transistor de efecto de campo 1 se encuentran conectados uno con otro. Además, el electrodo de drenaje D del primer transistor de efecto de campo 1 y el electrodo de fuente S del segundo transistor de efecto de campo 3 se encuentran conectados con una línea de señal 5.

5 Preferentemente, el primer transistor de efecto de campo 1 es un transistor de efecto de campo que actúa como elemento de referencia y el segundo transistor de efecto de campo 3 es un transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición. En el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia - del modo antes descrito - generalmente el electrodo de puerta G no es sensible con respecto a una sustancia que debe ser detectada en un flujo de fluido. Esto tiene lugar por ejemplo a través de la pasivación del electrodo de puerta G.

10 La detección de la sustancia que debe ser detectada, contenida en un flujo de fluido, tiene lugar en el caso de una tensión de fuente - puerta de 0V y de una tensión de fuente - drenaje U_{SD} constante. La tensión de fuente - puerta de 0V se alcanza a través de la conexión del electrodo de fuente S con el electrodo de puerta G del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. La tensión de fuente - drenaje se logra a través de la aplicación de una tensión U_{SD} distinta de 0V en el electrodo de drenaje D del segundo transistor de efecto de campo 3.

15 En el electrodo de fuente S del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia se aplica una tensión de $-U_{SD}$. La tensión de fuente - drenaje del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, de este modo, es tan elevada como la tensión de fuente - drenaje del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. La tensión de fuente - puerta del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia es igualmente de 0V. Al igual que en el caso del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición esto se logra debido a que el electrodo de fuente se encuentra conectado al electrodo de puerta.

20 La medición de la señal tiene lugar a través de la medición de la corriente que circula a través de la línea de señal 5. Para ello, en la línea de señal 5 se proporcionan medios para medir la corriente 7. Como medio para la medición de corriente 7 puede utilizarse cualquier instrumento de medición conocido por el experto. Lo mencionado tiene lugar generalmente en la unidad de evaluación de señal.

25 Si el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición y el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia son idénticos excepto en su sensibilidad con respecto a las sustancias que deben ser detectadas, la corriente de señal cero a través del canal del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición corresponde precisamente a la corriente del canal del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia. En tanto la sustancia que debe ser detectada no se encuentra contenida en el flujo de fluido, a través del canal del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición sólo circula la corriente de señal cero. Por lo tanto, según la regla de nodos de Kirchhoff, ninguna corriente circula tampoco a través del canal del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. Si los dos transistores de efecto de campo 1, 3 reaccionan de forma idéntica a las influencias perjudiciales, entonces la corriente a través de la línea de señal se mantiene siempre en 0, independientemente de los parámetros externos, en tanto no se encuentre presente ninguna sustancia que debe ser detectada. Al encontrarse presente la sustancia que debe ser detectada se modifica la corriente del canal del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. Sin embargo, la corriente del canal del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia no se modifica. Dicha diferencia con respecto a la corriente de señal cero debe circular a través de la línea de señal 5. Por lo tanto, la corriente medida en la línea de señal 5 depende sólo de la presencia de al menos una sustancia que debe ser detectada y se compensa a través de la conexión en circuito, representada en la figura 1, con el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, con respecto al offset del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición y, con ello, también es independiente de la modificación del offset a través de influencias perjudiciales como las que se producen por ejemplo a través de variaciones de temperatura o de presión.

30 Si el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia presenta un electrodo de puerta G con una capa de pasivación, entonces debe partirse del hecho de que no puede alcanzarse una coincidencia perfecta entre el primer transistor de efecto de campo 1 y el segundo transistor de efecto de campo 3. Por lo tanto, existe una desviación entre la corriente offset del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición y la corriente del canal del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia. Ese error se denomina también como error de compensación. Dicha desviación contribuye también a la corriente a través de la línea de señal 5, pero es marcadamente más reducida que la señal cero original. Por lo tanto, la señal de medición depende en sí misma de influencias perjudiciales tan sólo con respecto al error de compensación y ya no con respecto a la señal cero. De este modo, la señal de medición presenta tan sólo un error de segundo orden.

En la figura 2 se representa un dispositivo diseñado de acuerdo con la invención en una segunda forma de ejecución.

En la forma de ejecución representada en la figura 2, el electrodo de puerta del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia se encuentra conectado a una conexión potencial de una primera fuente de tensión 9. En la primera fuente de tensión 9 puede aplicarse una tensión de compensación adicional U_{Komp} , en el electrodo de puerta del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia. A través de la tensión de compensación U_{Komp} es posible corregir la desviación provocada a través de imprecisiones del proceso y de la pasivación del electrodo de puerta del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, entre las tensiones del canal del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia y el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. La tensión de compensación U_{Komp} se regula de manera que en el caso de condiciones externas deseadas, es decir temperatura, presión, etc. y sin la presencia de al menos una sustancia que debe ser detectada, ninguna corriente circula a través de la línea de señal 5. Una señal de medición en la línea de señal 5 se atribuye entonces nuevamente tan sólo a la presencia de al menos una sustancia que debe ser detectada o a interferencias de segundo orden.

Además de la forma de ejecución representada en la figura 2, en donde la tensión de compensación U_{Komp} se aplica en el electrodo de puerta G del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, también es posible que la tensión de compensación U_{Komp} se aplique en el electrodo de puerta G del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición.

Además de las formas de ejecución representadas en las figuras 1 y 2, en donde al menos un transistor de efecto de campo 1, 3 se opera con una tensión de fuente - puerta de 0V, también es posible que el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición sea operado con una tensión de fuente - puerta U_{SG} distinta de cero. Para ello, al electrodo de puerta G del segundo transistor de efecto de campo 3 se encuentra conectada una segunda fuente de tensión 11. Si el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición es operado con una tensión de fuente - puerta U_{SG} distinta de cero, entonces para una compensación completa del offset es necesario que también el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia sea operado con una tensión de fuente - puerta U_{SG} distinta de 0V. Preferentemente, la tensión de fuente - puerta del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia y del segundo transistor de efecto de campo que actúa como sensor de medición se diferencian solamente en cuanto a una tensión de compensación adicional U_{Komp} para compensar imprecisiones del proceso que pueden presentarse a través de la pasivación del electrodo de puerta G del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia.

En la conexión en circuito alternativa representada en la figura 4, de la forma de ejecución representada en la figura 1, la detección de la señal no tiene lugar a través de una modificación de la corriente en la línea de señal 5 sino a través de una modificación de la tensión en la línea de señal 5. Al igual que en la forma de ejecución representada en la figura 1, el electrodo de fuente S del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia se encuentra en una tensión fija $-U_{SD}$ y el electrodo de drenaje D del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición 3 se encuentra en una tensión $+U_{SD}$, igual en cuanto a la cantidad, pero positiva. La corriente a través de la línea de señal 5 se mantiene constante en 0A, donde se modifica la tensión U_{Sig} aplicada en la línea de señal 5. Si en el flujo de fluido no se encuentra contenida ninguna sustancia que debe ser detectada, las impedancias del canal del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia y del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición son idénticas y el potencial necesario de la línea de señal 5 se ubica en 0V. Una aplicación del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición con al menos una sustancia que debe ser detectada conduce a una modificación de la impedancia del canal. No obstante, para mantener la corriente constante en la línea de señal 5, es necesario modificar la tensión de la señal U_{Sig} . Debido a ello, mediante los transistores de efecto de campo 1, 3 descienden diferentes tensiones, debido a lo cual se compensan las diferentes impedancias del canal. Puesto que en un caso ideal las influencias perjudiciales externas modifican del mismo modo la impedancia del canal del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición, así como también del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, dichas influencias no influyen la tensión de señal U_{Sig} resultante. La tensión de señal U_{Sig} que es necesaria para mantener constante la corriente en la línea de señal 5 sirve como señal de medición y depende en primer orden sólo de al menos una sustancia que debe ser detectada. También en la forma de ejecución representada en la figura 4, en donde la corriente se mantiene constante en la línea de señal 5, es posible compensar diferencias que eventualmente se presentan entre el primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia y el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición seleccionando tensiones asimétricas U_{SD} , es decir que el valor de $-U_{SD}$ en el electrodo de fuente S del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia se diferencia de $+U_{SD}$ en el electrodo de drenaje D del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición, o de manera que una corriente constante en la línea de señal 5 se selecciona distinta de cero. Además, también es posible seleccionar otro punto de trabajo para los dos transistores de efecto de campo 1, 3, es decir una tensión fuente - puerta distinta de cero. Para ello, tal como se representa en la figura 3, a los electrodos de puerta G se encuentran conectadas fuentes de tensión 9, 11 con las cuales en los electrodos de puerta puede aplicarse una tensión distinta de cero.

En la figura 5 se muestra una conexión en circuito alternativa a la forma de ejecución mostrada en la figura 2.

ES 2 608 664 T3

Del mismo modo que en la forma de ejecución representada en la figura 4, también la forma de ejecución representada en la figura 5 la corriente se mantiene constante en la línea de señal 5. Al mismo tiempo, en la línea de señal 5 se aplica un potencial de 0V.

5 Para mantener constante la corriente en la línea de señal 5, al electrodo de puerta del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia se conecta una fuente de tensión 9. A través de la modificación de la tensión en la fuente de tensión 9, la corriente en la línea de señal 5 se mantiene constante. De este modo, la tensión de señal U_{sig} puede detectarse en la primera fuente de tensión 9. Esto es posible, ya que una modificación de la tensión de fuente - puerta modifica la impedancia del canal del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia. Cuando las impedancias de los canales del primer transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia y del segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición son iguales, ninguna corriente circula a través de la línea de señal 5. Por ese motivo, la tensión de fuente - puerta del transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia debe provocar precisamente la misma modificación de la impedancia del canal en el transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia, tal como lo hacen las sustancias que deben ser detectadas en el transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición, para mantener la corriente constante. Por lo tanto, la tensión de fuente - puerta necesaria en el transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia puede considerarse como magnitud de medida, es decir, como tensión de la señal U_{sig} .

Las influencias perjudiciales modifican en general en igual medida la impedancia del canal de los dos transistores de efecto de campo 1, 3; sin provocar una modificación de la tensión de la señal U_{sig} .

20 Además de la forma de ejecución aquí representada, también es posible aplicar una tensión de fuente - puerta distinta de 0V en el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición. Sin embargo, esto provoca solamente un offset de la señal correspondiente en la señal de medición. Asimismo, también es posible operar el transistor de efecto de campo 1 que actúa como elemento de referencia con una tensión de fuente - puerta constante y controlar la corriente en la línea de señal 5 mediante una tensión de fuente - puerta variable en el segundo transistor de efecto de campo 3 que actúa como sensor de medición.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido, el cual comprende al menos un transistor de efecto de campo (3) como sensor de medición, así como al menos un transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia, donde los transistores de efecto de campo (1, 3) presentan respectivamente al menos un electrodo de fuente (S), un electrodo de drenaje (D) y un electrodo de puerta (G), el electrodo de puerta del transistor de efecto de campo (3) que actúa como sensor de medición es sensible con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada y el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia es esencialmente insensible con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada, donde el electrodo de fuente (S) de uno de los transistores de efecto de campo (1, 3) y el electrodo de drenaje (D) del otro de los transistores de efecto de campo (1, 3) están conectados uno con otro y con una línea de señal (5), caracterizado porque el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia está provisto de una capa de pasivación, donde la capa de pasivación está formada de una cerámica, un metal, un polímero orgánico o de una mezcla de dichos materiales, o presenta una metalización de la puerta no - porosa.
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia y el transistor de efecto de campo (3) que actúa como sensor de medición es un MOSFET, un MISFET, un MESFET, un HEMT o un FET de puerta suspendida.
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia puede conectarse a una conexión potencial de una fuente de tensión (9).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (3) que actúa como sensor de medición puede conectarse a una conexión potencial de una fuente de tensión (11).
- 25 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia está revestido con una capa de pasivación de una cerámica, un metal, un polímero orgánico, o de mezclas de los materiales mencionados, donde dicha capa es hermética con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada o actúa como barrera de difusión.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque la capa de pasivación presenta varias capas de material.
- 30 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia presenta una metalización de la puerta no - porosa con un espesor de 1 μm - 100 μm , la cual actúa de forma hermética con respecto a por lo menos una sustancia que debe ser detectada o actúa como barrera de difusión.
- 35 8. Método para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido utilizando un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, donde en la línea de señal (5) se aplica un potencial constante y se mide la corriente que circula en la línea de señal (5).
9. Método según la reivindicación 8, caracterizado porque una fuente de tensión (9) se encuentra conectada con el electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia, y presenta una tensión de compensación.
- 40 10. Método según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque una fuente de tensión (11) que se encuentra conectada al electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (3) que actúa como sensor de medición, y una fuente de tensión (9) que se encuentra conectada al electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia, presentan una tensión distinta de 0V, donde la fuente de tensión (9) que se encuentra conectada al electrodo de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como elemento de referencia, presenta una tensión de 0V o una tensión de compensación (U_{Komp}) distinta de 0V.
- 45 11. Método según las reivindicaciones 9 - 10, caracterizado porque de manera adicional la corriente es mantenida constante en la línea de señal (5) modificando la tensión de una de las fuentes de tensión (9, 11) que se encuentra conectada a los electrodos de puerta (G) del transistor de efecto de campo (1) que actúa como sensor de referencia o del transistor de efecto de campo (3) que actúa como sensor de medición, donde la modificación de la tensión representa la señal de medición.
- 50 12. Método para detectar al menos una sustancia contenida en un flujo de fluido utilizando un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la corriente es mantenida constante en la línea de señal (5), y como

señal de medición se mide el potencial de la línea de señal (5), la cual es requerida para mantener constante la corriente.



