(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 686 830**

(51) Int. Cl.:

G01N 33/00 (2006.01)
G01N 29/024 (2006.01)
G01N 29/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010** **E 10009828 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018** **EP 2299264**

(54) Título: **Dispositivo para determinar un contenido de gas en una mezcla de gas**

(30) Prioridad:

18.09.2009 DE 102009041831
05.02.2010 DE 102010006901

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2018

(73) Titular/es:

FIRMA DILO ARMATUREN UND ANLAGEN GBMH (100.0%)
Frundsbergstrasse 36
87727 Babenhausen

(72) Inventor/es:

MARZ, PHILIPP

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 686 830 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 para determinar un contenido de gas en una mezcla de gas

La presente invención hace referencia a un dispositivo para determinar el porcentaje de gas en una mezcla de gas, en particular de gas SF6 o CF4 en una mezcla de gas.

El gas SF6 o bien CF4 se conocen como gases de relleno de los dispositivos u órganos de conmutación eléctricos. Estos gases se caracterizan por su elevada resistencia a descargas disruptivas, es decir, las descargas o saltos de chispas entre dos electrodos se pueden reducir notablemente mediante el empleo de los gases mencionados, lo que conduce a una excelente protección de los electrodos.

En general el porcentaje de gases externos como, por ejemplo, los procedentes del aire, el nitrógeno o bien otros gases alteran esta resistencia a las descargas disruptivas.

De la tecnología actual se conocen distintos dispositivos y procedimientos para la determinación de la concentración de los componentes de una mezcla de gas. Se sabe también como determinar, por ejemplo, por medio de un dispositivo determinado o bien un método las componentes características del aire que respiramos esencial para la vida. Además de la tecnología actual se sabe cómo medir la cantidad de gas en un líquido. Otro método determina la cantidad total de un gas frente a un componente inerte determinado de una corriente de gas.

La patente americana 6.279.378 B1 describe un aparato de análisis a base de ultrasonidos así como un método de análisis para hallar los gases traza. Por tanto se deben hallar las trazas de helio en el aire. El aparato descrito mide para ello el tiempo o la duración de la onda sonora entre una fuente de sonido y un detector y compara el tiempo con un valor de referencia del tiempo o duración en aire puro.

En la patente americana 5.392.635 A se informa sobre un análisis acústico de mezclas de gas. Para ello se emplea el método Pitch and Catch para conseguir una relación adecuada entre la señal y el ruido de fondo. El principio de medición es también aquí una medición del tiempo o la duración de las ondas sonoras.

La medición de la duración de la onda sonora para el análisis de gas presenta algunos inconvenientes en rellenos de gas de dispositivos de conmutación.

Por tanto el cometido de la presente invención será disponer de un dispositivo para determinar el porcentaje, en particular de gases SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas.

Para resolver este cometido la invención parte de un dispositivo para determinar el porcentaje de gases SF6 o CF4 (con el cual sea posible determinar en una mezcla de gas binario tanto el porcentaje de SF6 como de CF4) donde la mezcla de gas se encuentre en una célula de medición y en la célula de medición se hayan dispuesto una fuente sonora y al menos un receptor del sonido. Al menos un receptor de sonido recoge la onda sonora emitida por la fuente sonora y conduce esta señal emitida a una unidad de evaluación para determinar la velocidad sonora y por tanto para determinar el porcentaje de gas SF6 o CF4. A diferencia de la tecnología actual se han previsto en la célula de medición al menos dos receptores sonoros sensibles a las fases y alejados uno del otro, los cuales reciben las ondas sonoras y conducen la correspondiente señal emitida por la unidad de evaluación y la unidad de evaluación determina a partir de la diferencia de fases de las correspondientes señales de recepción la velocidad sonora y por tanto el porcentaje de gas correspondiente.

Contrariamente a todas las soluciones que hasta el momento plantea la técnica para medir determinadas proporciones de gas en mezclas de gas y/o otras mezclas, la invención toma un camino totalmente nuevo, de forma que se dispone de una célula de medición dentro de la cual tiene lugar la medición. La célula de medición está por tanto conmutada y/o dispuesta independientemente de la corriente de gas del medio. Por ejemplo puede encontrarse fuera de la corriente de gas o del recipiente de gas, cuyo contenido se debe medir. En general se puede encontrar en la tubería hacia un dispositivo determinado, que deba alimentarse o cargarse con gas SF6 o CF4. Por tanto el pensamiento base es que se deja que circule una cantidad determinada de gas en la célula de medición, luego se mide, y luego el gas medido se deja que salga de nuevo, para por ejemplo realizar una nueva prueba o bien usar el gas lavador o algo similar. Por supuesto también es posible de acuerdo con la invención medir una corriente de gas incluso muy pequeña dentro de la célula de medición. Para ello se reduce la velocidad de la corriente, lo que se describe con detalle a continuación.

La invención propone una célula de medición con las características de la reivindicación 1, en la cual se lleva a cabo la medición. De esto no se deduce que incluso allí exista una corriente pequeña, que se pueda reducir con unas medidas definidas. También es posible conseguir un dispositivo portátil que se adapte a los distintos tipos de medición.

Mediante el empleo de la velocidad sonora para determinar el porcentaje de gas SF6 o CF4 en un gas se emplea un parámetro que se mide bien y de forma suficientemente sensible tanto en un lado como en otro. La propuesta conforme a la invención consiste en disponer de un dispositivo con determinada exactitud, que se adapte básicamente a la determinación de un porcentaje de gas.

La unidad de evaluación puede ser un microcontrolador que en una primera etapa determine la velocidad sonora de la onda sonora en la mezcla de gas. Además la unidad de evaluación comprenderá una memoria en la cual se depositen los valores en una tabla para las proporciones de mezcla de gas habituales y/o a partir de las fórmulas se pueda calcular la composición de gas teniendo en cuenta la velocidad sonora. En una variante conforme a la invención estas tablas de valores existen también para distintas presiones de medición y temperaturas y/o se pueden calcular según unas fórmulas.

Por el lateral de entrada antes de la célula de medición en el paso del gas se ha previsto un analizador de gas en una variante conforme a la invención, mediante el cual se averigua al menos de forma cualitativa, con que componente de gas se calcula en la mezcla de gas, para ampliar de forma considerable el campo de aplicación o de empleo del dispositivo conforme a la invención.

De acuerdo con la invención el concepto “mezcla de gas” consta no obligatoriamente de al menos dos gases, el término “mezcla de gas” comprende también aquellos casos en los que existe un porcentaje del 100%, por ejemplo, de CF4, SF6 o bien otro gas.

En una variante preferida de la invención se ha previsto que en la célula de medición exista una alimentación de gas y una salida de gas. Mediante dicha configuración es posible fundamentalmente realizar la medición mientras el gas fluye y a diferencia de la tecnología actual realizar la medición en una célula de medición. La velocidad de circulación del gas es suficientemente pequeña para no impedir la medición. También es posible prever una válvula de cierre en el paso del gas y efectuar una medición estacionaria, por ejemplo, mientras se llena la célula de medición, se cierra tras el llenado de la célula de medición y se efectúa entonces la medición.

Preferiblemente se ha dispuesto un diafragma de admisión en un paso del gas, a través del cual se ajusta el nivel de presión en la célula de medición. El nivel de presión se ajusta a la presión atmosférica. Se ha averiguado que es favorable que durante la medición en la célula de medición se mantenga una presión de medida entre 1 bar y 1,7 bar, preferiblemente 1,2 bar hasta 1,7 bar. Según la viscosidad de la mezcla de gas se dan distintas velocidades de flujo. Estas pueden oscilar según la presión de alimentación o presión inicial. La velocidad de flujo más pequeña antes del diafragma para la presión de trabajo más baja se ajustará de manera que en la célula de medición, por ejemplo, aproximadamente después de unos 3 a 4 minutos, tenga lugar un intercambio de gas completo con el más espeso de los gases empleados (100% en volumen de gas SF6). El diafragma de admisión empleado en el paso del gas se ha fabricado de un modo propicio a base de chapa delgada de acero inoxidable. El diafragma presenta al menos un orificio para el paso del gas. El orificio tiene preferiblemente un diámetro del orden de unos µm. Se ha previsto como esencialmente preferible que la chapa tenga uno hasta 8, preferiblemente 4 hasta 6 orificios. Esto tiene la ventaja de que las desviaciones técnicas en el acabado por tanto las velocidades de flujo muy distintas pueden quedar excluidas. Los orificios en el diafragma se aplican al diafragma en particular por medio de láser. El número de orificios fabricados en definitiva en el diafragma depende del enfoque del láser y por ello del diámetro a conseguir con el láser respectivamente empleado. Varias perforaciones con un diámetro pequeño producen por tanto la misma velocidad de flujo que pocas perforaciones con un diámetro relativamente grande.

Se tiene que tener en cuenta que mediante el diafragma de admisión en general se puede realizar un enfriamiento determinado del gas de medición, en particular cuando el nivel de presión en la tubería es especialmente elevado. En general este enfriamiento es relativamente pequeño, puesto que la velocidad de flujo es muy baja. En una configuración preferida la célula de medición es metálica. Por tanto existe la ventaja de que el enfriamiento no es esencial incluso en caso de flujo de gas constante, ya que el metal ha sido capaz de absorber una cantidad de calor determinada del entorno o bien posee una elevada capacidad calorífica. Mediante el contacto permanente con las paredes de la célula de medición el gas prácticamente alcanza el nivel de temperatura de la célula de medición. La temperatura de la célula de medición se mide con un sensor de temperatura y se tiene en cuenta en la unidad de evaluación. La temperatura del gas se averigua hábilmente mediante un sensor de temperatura adicional asociado a la célula de medición. Las diferencias de temperatura existentes entre la célula de medición y la temperatura del gas se pueden eliminar mediante la calibración adecuada. En una configuración preferida de la invención existe un sensor de presión asociado a la célula de medición, que registra la presión del gas y la comunica a la unidad de evaluación. Por tanto se puede comprobar por ejemplo que en la célula de medición realmente existe una mezcla de gas y que sus componentes no se encuentran en la fase líquida.

De un modo hábil se han dispuesto en el paso del gas si fuera preciso otros reductores de presión para conseguir una reducción de la presión de funcionamiento inicial respecto a la presión de medición máxima requerida o la presión de funcionamiento del dispositivo.

Así se ha previsto que exista una presión de funcionamiento en la tubería al paso del gas, en particular antes del diafragma de admisión de hasta 20 bar, en particular de hasta 15 bar. Se obtienen buenos resultados para un margen de presión entre 0,2 y 10 bar (± 15%) como presión de trabajo.

Para evitar una pérdida de la mezcla de gas que contiene SF6 o CF4, se ha previsto una conducción de gas en una salida de gas en una variante.

Preferiblemente en una variante se realiza una medición en el gas circulante por la célula de medición. La velocidad de flujo del gas o de la mezcla de gas a través de la célula de medición es claramente menor que la velocidad sonora del gas, de manera que de ese modo la medición de la velocidad sonora no se ve influida. La velocidad de flujo es por ejemplo de un máximo del 0,1% de la velocidad sonora. Por lo que se prefiere un caudal a través de la célula de medición inferior a 1,8 g/min, en particular menor de 1,5 g/min, para un volumen del 100% de gas SF6. Se han conseguido muy buenos resultados con un caudal de aprox. 1,2 g/min (± 15%) para un volumen del 100% de gas SF6 y una presión de trabajo de 10 bar antes del diafragma de admisión. Tras el diafragma de admisión existía una presión de medición de unos 1,2 bar.

Preferiblemente se ha previsto una célula de medición configurada a lo largo. Una célula de medición configurada a lo largo permite un recorrido de medición proporcionalmente largo y por tanto una exactitud elevada a la hora de determinar la velocidad sonora. Habitualmente la célula de medición se ha diseñado en forma de tubo o capilar y posee una sección transversal. La longitud efectiva de la célula de medición es al menos de 5 veces, preferiblemente de al menos 10 veces, en particular de al menos 20 veces mayor que la longitud que describe la sección transversal (por ejemplo, el diámetro).De acuerdo con la invención se ha propuesto que al menos se hayan previsto dos receptores de sonidos separados espacialmente de la fuente sonora. Por tanto se emplearán aparatos que sirvan como receptores de sonido o bien como fuentes sonoras situadas a una distancia unos de otros. Además un aparato puede servir tanto de fuente sonora como de receptor sonoro. Simultáneamente se ha propuesto que la fuente sonora sirva también como receptor sonoro especialmente en las pausas de emisión. La invención aprovecha la ventaja de que la emisión pero también la recepción del sonido se realice según principios similares, respectivamente invertidos y por ello pueda operar o funcionar como receptor sonoro (y viceversa).

Ambos conceptos bien distintos antes mencionados (fuente sonora separada desde el punto de vista del aparato técnico del receptor sonoro o bien un aparato que actúe como fuente sonora o bien como receptor sonoro) conducen conforme a una variante incluso a dos modus operandi distintos de la fuente sonora. Así de acuerdo con la invención se ha propuesto que se utilice una onda sonora emitida de forma continuada por una fuente sonora. La longitud de la onda sonora emitida de forma continua es al menos tan larga que un trazado continuo de onda acústica o sonora tiene lugar entre ambos receptores previstos en la célula de medición. Por lo que los receptores acústicos aquí empleados son suficientemente sensibles a las fases, de modo que se puede emplear el desajuste de fase a una distancia conocida de ambos receptores acústicos y a una frecuencia conocida para la determinación de la velocidad sonora.

Para fines de correlación e inspección naturalmente es posible disponer de un número mayor de receptores sonoros en la célula de medición, y la longitud de la onda acústica emitida de forma continua (mínima longitud de onda) se determina de manera que no se excede ni por arriba ni por abajo la distancia doble entre dos receptores sonoros previstos en la célula de medición. Por lo que los receptores acústicos empleados son suficientemente sensibles a las fases, es decir se puede emplear un desajuste fásico a una distancia conocida entre dos receptores acústicos y una frecuencia sonora conocida para la determinación de la velocidad acústica. Mediante una frecuencia de excitación constante la señal tiene también la misma frecuencia sinusoidal en los dos receptores acústicos. En la unidad de evaluación ambas señales se alimentan preferiblemente de un amplificador de fase Lock-in y para cada una de las señales se deriva una señal rectangular. Por tanto las señales rectangulares tienen la misma desviación de fase que la señal sinusoidal y se pueden evaluar fácilmente con el tiempo. Para evitar reflexiones, que conducirían a una desviación de fases adicional no definida, se ha descubierto como favorable el que en un extremo de la célula de medición se coloque un tubo más largo con el mismo diámetro interior al diámetro interior de la célula de medición. En este tubo, que se puede configurar como conducto o algo similar, discurre la onda sonora casi sin reflexión, inerte. El conducto se puede disponer sobre un rulo o bobina, de manera que el aparato en su totalidad pueda estructurarse de forma compacta.

Esta variante permite también que la fuente sonora sirva de receptor acústico en las pausas de emisión. La longitud de la excitación de las ondas sonoras o bien el impulso de las ondas sonoras es preferiblemente de 2 hasta 5 periodos de la frecuencia de resonancia del emisor sonoro, de manera que tras la excitación se desconecta la fuente acústica y ahora sirve como receptor acústico para la señal recibida. El tiempo o la duración del recorrido acústico se ajustarán de un modo más propicio, de manera que al menos poco antes de la llegada de la señal de recepción del emisor acústico deje de oscilar y sea suficientemente sensible para el registro de la señal de recepción.

En el caso aquí visualizado se envía el momento de la emisión de la fuente sonora así como el registro de la señal de recepción a través del mismo aparato como momento de la unidad de evaluación para determinar la velocidad sonora. En la célula de medición diseñada de forma relativamente simple, que comprende la invención se refleja

este paquete de impulsos de ondas sonoras de una zona delimitada de la célula de medición. En caso necesario se ha previsto en la célula de medición también una superficie que absorba bien las ondas sonoras, para evitar reflejos o reflexiones adicionales.

En una variante se han dispuesto una o varias superficies o áreas de reflexión o reverberación en la célula de medición para las ondas sonoras. Su distancia o posición de una con respecto a la otra es controlable desde el punto de vista técnico de la fabricación y por ello se puede fabricar económicamente. Incluso la combinación de una serie de superficies reflectantes con el concepto de emisión de los impulsos de las ondas sonoras conduce a una multitud de señales de recepción que aparecen en un receptor acústico, las cuales mediante el empleo de los cálculos de correlación cruzada conducen a la determinación de la velocidad sonora con una gran calidad y precisión.

Otra variante de la célula de medición que se ha considerado favorable, permite una medición adicional de la presión y/o de la temperatura del gas y tiene en cuentas estos valores de medición o bien su efecto sobre la velocidad sonora en un proceso de evaluación. Por tanto es posible medir la concentración de los gases correspondientes en un proceso que discurre bajo presión. En esta variante de la célula de medición es preferible que la presión oscilante en la célula de medición no actúe sobre la determinación de la concentración.

La variante conocida también como método Puls-Echo permite en un proceso de evaluación tener en cuenta la posición de la onda sonora respecto a las zonas de reflexión. De todo ello se deduce una independencia de la onda sonora de la zona de reflexión. En un proceso de evaluación se determina el tiempo o la duración con respecto a la posición de la fuente sonora frente a las zonas de reflexión y las diferencias de las zonas de reflexión entre ellas, que en general son conocidas, y de todo ello se deduce la independencia de la posición de la fuente sonora frente a distancias de las zonas de reflexión. Se evita con ello un proceso de calibrado determinado para el posicionamiento de la fuente sonora (o bien del receptor de sonido) o bien únicamente es necesario para una mezcla de gas conocida, a una temperatura conocida y a una presión conocida, lo que reduce los costes de fabricación o influye favorablemente.

El método emplea ondas sonoras, es decir ondas fonéticas, que se dispersan en un gas o mezcla de gas. Preferiblemente se emplea una longitud de onda (monocromática) para mantener unos gastos de medición bajos. Básicamente es posible hacer funcionar el sistema con ultrasonidos pero en la primera variante se ha propuesto excitar las ondas sonoras en un margen de frecuencia audible.

En particular la frecuencia de las ondas sonoras es menor de 10 kHz, preferiblemente menor de 3 kHz. Los buenos resultados se consiguen especialmente para una frecuencia de aprox. 1,5 kHz (±15%)

Otra configuración preferida de la invención prevé que las ondas sonoras sean estimuladas en un intervalo de frecuencia no audible. En particular la frecuencia de las ondas sonoras debe ser inferior a 500 kHz, preferiblemente menor de 300 kHz.

Ya se ha advertido que en una variante es propicio que en la célula de medición se disponga un sensor de temperatura y/o un sensor de presión. Estos están conectados a través de un cable medidor de la temperatura y/o presión a la unidad de evaluación y transmiten estos datos a la unidad de evaluación.

El empleo de un sensor de temperatura o de presión no solamente sirve para supervisar el campo de funcionamiento del dispositivo, sino que permite también tener en cuenta la dependencia existente de temperatura o presión de la velocidad acústica. El resultado de medición es por tanto más exacto y sin fallos.

Además la invención comprende no solamente el dispositivo como se describe, sino también un procedimiento para determinar el porcentaje de gas SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas, donde inicialmente se rellena una célula de medición con la mezcla de gas, luego una fuente acústica dispuesta en la célula de medición emite una onda sonora permanente en la mezcla de gas de la célula de medición y al menos dos receptores acústicos sensibles a las fases dispuestos en la célula de medición recogen las ondas sonoras y la correspondiente señal de recepción es dirigida a una unidad de evaluación y la unidad de evaluación inicialmente averigua las señales de recepción a partir de la diferencia de fases y de ello se deduce el porcentaje de gas SF6 y/o CF4.

En una configuración preferida del procedimiento la unidad de evaluación registra la duración de emisión de la onda sonora. La unidad de evaluación obtiene también el momento de llegada de la señal de recepción y mediante una comparación del momento de emisión con el momento o la fecha de la señal de recepción se puede averiguar la velocidad sonora (para un recorrido conocido). Igualmente es posible que el momento de emisión o bien el inicio del impulso de la onda sonora venga dado por la unidad de evaluación, es decir la unidad de evaluación se encargue también de las tareas de control o bien con el inicio de la emisión de la onda sonora (impulso de la onda sonora) desde la fuente acústica también se entregue una señal correspondiente a la unidad de evaluación.

Además el método comprende en una variante la posibilidad de determinar la velocidad acústica por medio de la (auto) correlación cruzada de las señales recibidas ocasionadas por varias superficies de reflexión en la célula de medición. Mediante dicho método se incrementa por un lado la exactitud y se revisan los resultados (todos los resultados de las velocidades acústicas calculados en las distancias de las zonas de reflexión deben proporcionar exactamente el mismo valor) y por otro lado se eliminan al mismo tiempo las inexactitudes debidas a la fabricación de manera que el gasto de fabricación desciende.

Una configuración del procedimiento prevé que en la unidad de evaluación se disponga una tercera o bien otras zonas de reflexión, y con su ayuda se efectúe una revisión del resultado de la medición de la velocidad acústica. Esta revisión se efectúa en intervalos definidos de tiempo o bien en un intervalo de tiempo definido, por ejemplo, después de cada medición o tras una serie de mediciones. El control de medición de la velocidad sonora se realiza por tanto a partir de una medición de la diferencia de tiempos para las correspondientes zonas de reflexión.

Otra mejoría del método de medición se produce cuando la energía, es decir, la amplitud de la onda sonora emitida en la mezcla de gas de la célula de medición se adapta a la densidad de la mezcla de gas mediante el control correspondiente del emisor acústico. Esta adaptación se puede realizar de forma variable y también puede equivaler al resultado de una medición de calibrado o prueba anteriormente realizada.

En otra configuración del método se ha propuesto que la concentración, es decir, la concentración de gas SF6 y/o CF4 se lleve a cabo en una mezcla de gas en un proceso activo atmosféricamente, es decir, bajo unas condiciones de presión atmosféricas o bajo presión.

Los porcentajes de gas SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas se pueden determinar también, tal como se ha previsto en otra variante propicia del método, directamente a partir de la velocidad sonora o indirectamente a través de los tiempos de duración de las ondas sonoras o de las diferencias de duración. El método conforme a la invención dispone de varios tipos de determinación para los porcentajes/concentraciones de gases, en una mezcla de gas, que alternativamente o bien paralelamente pueden cumplirse en una célula de medición.

Un ejemplo de configuración muestra la invención representada en particular de forma esquemática en las figuras siguientes.

Figuras 1, 2 muestran una representación esquemática del dispositivo.

En las figuras los elementos se encuentran señalizados con los mismos números de referencia y por tanto no se describen de nuevo.

En la figura 1 se muestra una variante del dispositivo. El dispositivo mostrado sirve para la determinación del porcentaje de gas SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas, donde la mezcla de gas se encuentra en una célula de medición 3 y en la célula de medición 3 se disponen una fuente acústica 2 y dos receptores de sonido 4, 4'. La célula de medición presenta unos orificios 9, 9' para el acoplamiento del receptor de sonido 4, 4'. Ambos receptores acústicos 4, 4' se encuentran a una distancia conocida 42. La distancia depende de la frecuencia de excitación y se elige de manera que entre ambos receptores acústicos 4, 4' para la velocidad sonora mínima (concentración máxima de gas SF6) y la temperatura de gas de medición máxima posible se obtenga una desviación fásica de aproximadamente O de la onda sonora dispersada entre los receptores acústicos 4, 4'. Las desviaciones fásicas mayores de O son ambiguas y no apropiadas. Además ambos receptores acústicos 4, 4' reciben o registran la posición instantánea de la onda sonora 8 emitida por la fuente sonora 2 y conducen la señal de recepción por los conductos de datos 40, 40' a una unidad de evaluación y control 5, que finalmente determina la concentración en la mezcla de gas que se encuentra en la célula de medición 3 de la desviación fásica y por tanto la velocidad sonora. De todo ello la unidad de control y evaluación 5 deduce también el porcentaje de gas SF6 y CF4 en la mezcla de gas.

Esto significa por ejemplo que para la medición de una concentración de SF6 del 100% en volumen a una frecuencia de excitación de 1,536 kHz es ideal una distancia de 41,5 mm entre los receptores del sonido 4,4', para poder aprovechar totalmente el campo de medición posible.

La configuración de la célula de medición 3 se elige de manera que sea práctica en el concepto de la circulación. Para ello la célula de medición 3 presenta una alimentación de gas 31 y una salida de gas 33. Si se diera el caso tanto la alimentación de gas 31 como la salida de gas 33 se pueden cerrar por o mediante grifos distintos no mostrados aquí. En la alimentación de gas 31, justo antes de la célula de medición 3, se ha previsto un diafragma de admisión 31 como elemento que reduce la presión. En una salida de gas 33 un tubo allí instalado 34 servirá para evitar reflexiones.

En el ejemplo que se puede ver en la figura 1 pero también la figura 2 se ha representado la célula de medición 3 proporcionalmente a lo largo, de manera que la fuente sonora 2 está dispuesta en un frente de la célula de medición.

En el ejemplo visualizado en la figura 1 una onda sonora permanente 8 es emitida por la fuente sonora 2.

Ambos receptores 4, 4' son suficientemente sensibles para temporalmente dispersar la posición de fase de los porcentajes correspondientes de onda sonora 80, 80'. Aparece entonces la señal de recepción 41, 41' representada en los cuadros pequeños. Con la línea a trazos se indica en las ventanas de las señales de recepción 41, 41' el punto de medición simultáneo. Se trata de la posición de fase diferencial en la que se reconocen o detectan en un primer receptor sonoro 4 y en un segundo receptor acústico 4' las señales de recepción recibidas. Gracias a esta información y a la frecuencia sonora (monocromática) de la onda sonora 8 así como a la distancia conocida 42 de ambos receptores sonoros 4, 4' es posible averiguar la velocidad sonora en la unidad de control y evaluación 5 y a partir de ello saber también la composición del gas de la mezcla de gas existente en la célula de medición 3. La unidad de evaluación 5 se puede considerar como un microcontrolador y/o DSP y sirve de unidad de control y evaluación 5.

El valor de medición directo, numérico de la velocidad sonora no tiene pues importancia, mejor dicho nosotros mediante la calibración del dispositivo con gases de prueba de distinta concentración en todo el margen de temperaturas de funcionamiento aplicamos la desviación fásica en cada una de las temperaturas constantes. Con estos puntos se calcula el polinomio cúbico Spline para poder averiguar también las desviaciones de fase numéricamente en las zonas intermedias. Con ayuda de la unidad de evaluación y de control 5 configurada como microcontrolador y/o DSP o bien del microcontrolador previsto en la unidad de control y evaluación 5 y/o DSP, se averigua la concentración de gas en la célula de medición 3 midiendo la desviación de fase y la temperatura por interpolación lineal de los valores de medición. En distintas variantes de la invención el valor de medición se puede aplicar digitalmente a la pantalla y/o se puede disponer de otros participantes y/o unidades de control y evaluación 5 mediante un sistema Bus.

Para fines de control o revisión pero también para adaptar el resultado de la medición del modo correspondiente se han dispuesto en la célula de medición 3 un sensor de temperatura 6 así como un sensor de presión, opcionales. La velocidad sonora depende según las circunstancias del nivel de presión y temperatura de la mezcla de gas, por lo que es adecuado efectuar un control de temperatura y/o presión determinado. Para ello se conecta la unidad de control y evaluación 5 con el sensor de temperatura 6 por medio de un conducto de medición de la temperatura 60 y con el sensor de presión 7 por medio del conducto medidor de la presión 70.

La posición del sensor de temperatura 6 o bien del sensor de presión 7 en la célula de medición 3 es variable. Se puede encontrar en el centro o en el borde.

En la figura 2 se visualiza un concepto alternativo de dispositivo, no conforme a la invención. Aquí se emplea una célula de medición 3 cilíndrica cuya estructura base equivale a la de la figura 1. Sin embargo, la célula de medición 3 de ninguna manera está limitada a la forma cilíndrica.

La longitud total de la célula de medición 3 según la invención se sitúa por ejemplo entre 5 y 15 cm.

Contrariamente al concepto de la figura 1 en la figura 2 la fuente sonora 2 es simultáneamente el receptor sonoro 4''. Esto es posible puesto que el concepto para crear una onda sonora con la fuente sonora 2 funciona inversamente a un receptor de sonido, y por tanto en un aparato es rentable que se realicen dos funciones. Hay que tener en cuenta que en el ejemplo visualizado en la figura 2 la fuente sonora 2 no produce ninguna onda sonora permanente 8, sino que solamente impulsos de ondas sonoras 81, 81', 81''. El modo de funcionamiento del dispositivo 2 se describe por tanto como método Puls-Echo. De la fuente sonora 2 se emite un impulso de onda sonora 81, 81', 81'' en la mezcla de gas de la célula de medición 3. Por impulso de onda sonora se entiende un paquete de impulsos de 2 hasta 5 periodos a la frecuencia de resonancia de la fuente sonora 2 o bien del emisor acústico, aunque simbólicamente solamente se ha representado un periodo. La fuente sonora 2 o el emisor sonoro envían periódicamente en ciertos intervalos de tiempo un impulso de onda sonora y tras reducirse la oscilación se va a recibir. Durante la pausa de emisión entre dos impulsos de onda sonora uno tras otro 81, 81', 81'' la fuente sonora 2 actúa como receptor sonoro 4''.

En la célula de medición 3 se han previsto varias zonas de reflexión 30, 30', 30'', en las cuales se refleja el impulso de la onda sonora 81, 81', 81''. Si ahora se dispone de tres zonas de reflexión 30, 30', 30'' aparecerán tres señales de respuesta al receptor sonoro 4''. Se conoce la distancia de las zonas de reflexión 30, 30', 30'' entre ellas así como también la distancia a la fuente sonora 2/receptor sonoro 4''. También el momento de la emisión del impulso de la onda sonora 81 en la unidad de control y evaluación 5 es depositable (esto se hace a través del conducto de información y control 43) siendo las señales de reflexión absorbidas por el receptor sonoro 4". La evolución típica de la señal tras el conducto de información 43 se indica en la ventana 50. La 51 define el impulso de onda sonora 81 emitido por la fuente sonora 2. El 52 equivale a la señal reflejada de la primera zona de reflexión 30. La señal de reflexión 30 de la segunda zona de reflexión 30' se ha marcado con un 53 y la señal de reflexión de la tercera zona de reflexión 30" se ha marcado con 54. Se mide la distancia temporal de cada una de la señales de medición.

Las zonas de reflexión 30, 30’ están dispuestas al igual que los elementos tipo diafragma o disco en la célula de medición 3, pero pueden servir también de pared de cierre de la célula de medición 3. La distancia entre ellas al igual que la distancia a la fuente sonora/receptor acústico 4” es conocida. Por tanto se puede averiguar la velocidad sonora mediante la unidad de evaluación y control y además a partir de una tabla comparativa determinada o bien la fórmula adaptada se puede saber también el porcentaje de gas en la mezcla de gas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar la cantidad de gas SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas, donde la mezcla de gas se encuentra en una célula de medición y en la célula de medición se disponen una fuente de sonido adaptada para emitir una onda sonora continua, y al menos un receptor de sonido, adaptado para recibir la onda sonora, y donde el dispositivo comprende una unidad de evaluación, adaptada de manera que la señal recibida en al menos un receptor de sonido sea enviada y que determina la velocidad del sonido y como consecuencia de ello la cantidad de gas SF6 o CF4 en la mezcla de gas, que se caracteriza por que al menos dos receptores de sonido sensibles a la fase (4, 4') que se encuentran a una distancia uno de otro y asimismo de la fuente de sonido (2) se han dispuesto en la célula de medición (3) y se han adaptado para recibir las ondas sonoras (8) y para guiar la correspondiente señal de recepción (41, 41') a la unidad de evaluación (5), y la unidad de evaluación (5) se ha adaptado para determinar la velocidad del sonido y por tanto la cantidad de gas respectiva por medio de la diferencia de fases de las señales de recepción respectivas (41, 41'), de forma que la onda sonora emitida de forma continuada tenga al menos tal longitud que un tren de ondas sonoras continuas se disponga entre los dos receptores de sonido dispuestos en la célula de medición.

2. Dispositivo conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por una alimentación de gas (31) y una salida de gas (33) de la célula de medición (3), donde preferiblemente en la alimentación de gas (31) se ha previsto un diafragma de admisión (32) y donde en particular en el diafragma de admisión (32) al menos se dispone una perforación, preferiblemente en µm y/o un dispositivo para recoger el gas de medición, en particular en la salida de gas (33).

3. Dispositivo conforme a una o ambas de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la célula de medición (3) tiene unas dimensiones para una presión de medición de 1,0 a 1,7 bar, en particular de 1,2 a 1,7 bar, preferiblemente de la presión atmosférica.

4. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por una recirculación de gas en la salida de gas (33) y/o por una circulación máxima a través de la célula de medición (3) para un 100% en volumen de SF6 de menos de 2,4 g/min, preferiblemente inferior a 1,8 g/min, en particular inferior a 1,5 g/min, y/o por una presión de trabajo en el suministro de la corriente de gas (31) de hasta 20 bar, en especial de hasta 15 bar, preferiblemente de hasta 12 bar, y/o en particular previa al diafragma de admisión (32) de hasta 10 bar.

5. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que se ha dimensionado para medir mientras el gas fluye, donde preferiblemente se ha previsto una velocidad de flujo de la mezcla de gas a través de la célula de medición (3) que es claramente inferior a la velocidad del sonido en la mezcla de gas.

6. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por una célula de medición (3) configurada a lo largo con una sección de medición resultante bastante larga, donde preferiblemente la fuente de sonido (2), en particular durante las pausas de emisión puede servir como receptor del sonido (4").

7. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la fuente de sonido es también adecuada para emitir impulsos de ondas sonoras (81) y/o una frecuencia de las ondas sonoras (8) en un margen de frecuencia audible, en particular inferior a 10 kHz, preferiblemente menor de 3 kHz.

8. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por una frecuencia de ondas sonoras (81) en el margen de frecuencia no audible, en particular inferior a 500 kHz, preferiblemente menor de 300 kHz.

9. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que en la célula de medición (3) se ha previsto un sensor de temperatura (6) que está conectado a través de un tubo medidor de la temperatura (60) a la unidad de evaluación (5) para la transmisión de datos de medición y/o en la célula de medición se ha dispuesto un sensor de presión (7) que está conectado por datos a través de un conducto medidor de la presión (70) a la unidad de evaluación (5) para transmitir los datos de medición, y/o en la célula de medición (3) se han dispuesto una o más superficies de reflexión (30, 30', 30'') para las ondas sonoras (81).

10. Dispositivo conforme a una o más de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la fuente de sonido (2) se adapta también para emitir un impulso de ondas sonoras (81) en la mezcla de gas en la célula de medición (3) y sirve como receptor de sonido (4") durante la pausa de emisión, y la unidad de evaluación (5) se adapta para mantener el momento de emisión, y en la célula de medición (3) una o más superficies de reflexión (30, 30', 30'') se disponen de manera que el receptor del sonido (4") recibe el impulso de ondas sonoras (81) reflejado en la/las superficie(s) de reflexión (30, 30', 30") y transmite la(s) señal(es) recibida(s) a la unidad de evaluación (5) que se adapta para determinar la velocidad del sonido a partir de la duración/ tiempo y de ahí se determina la cantidad de gas respectivo.

11. Aparato para implementar la conducción eléctrica, de gas o de sonido con un dispositivo conforme a una o varias de las reivindicaciones antes mencionadas.

12. Método para determinar la cantidad de gas SF6 y/o CF4 en una mezcla de gas por medio de un dispositivo conforme a una de las reivindicaciones 1 a 11, donde en primer lugar la célula de medición se llena de mezcla de gas o bien la mezcla de gas fluye de forma continuada a través de la célula de medición, luego la fuente de sonido, dispuesta en la célula de medición, emite una onda de sonido continuada en la mezcla de gas de la célula de medición, y al menos dos receptores del sonido sensibles a la fase, dispuestos en la célula de medición, reciben la onda sonora y transmiten la señal recibida correspondiente a una unidad de evaluación, y primero la unidad de evaluación determina la velocidad del sonido a partir de la diferencia de fases de las señales recibidas y de ese modo define, en particular por medio de los valores o fórmulas de la tabla, la cantidad de gas SF6 o CF4 en la mezcla de gas, de manera que la longitud de onda sonora emitida de forma continuada tiene al menos una longitud que un tren de ondas sonoras se dispone entre los dos receptores de sonido dispuestos en la célula de medición.

13. Método conforme a la reivindicación 12, que se caracteriza por que la unidad de evaluación registra el momento de la emisión de las ondas sonoras y determina junto con el momento de la señal recibida la velocidad del sonido, y/o determina la velocidad del sonido por medio de la (auto) correlación cruzada de las señales recibidas ocasionadas por al menos dos superficies de reflexión en la célula de medición, y/o la energía de la onda sonora emitida por la fuente de sonido (2), en particular la amplitud de la onda sonora, se adapta de forma variable, preferiblemente mediante una medición de prueba, a la densidad de la mezcla de gas.

14. Método conforme a la reivindicación 13, que se caracteriza por que se ha/han previsto una tercera o bien otras superficies de reflexión (n) (30, 30’, 30”) y la unidad de evaluación (5) verifica por medio de la tercera o bien otras superficies de reflexión (30, 30’, 30”) en un intervalo definido y/o temporalmente definido el resultado de la medición de la velocidad del sonido por medio de al menos una medición de la diferencia del tiempo o duración.

15. Método conforme a una o varias de las reivindicaciones anteriores 12 a 14, que se caracteriza por que la cantidad de gas SF6 o CF4 en una mezcla de gas durante un proceso en marcha se mide atmosféricamente o bajo presión, y/o la cantidad de gas SF6 y/o CF4 en la mezcla de gas se determina a partir de la velocidad del sonido directa o indirectamente por medio de la duración de las ondas sonoras y/o las diferencias de duración de las ondas sonoras.

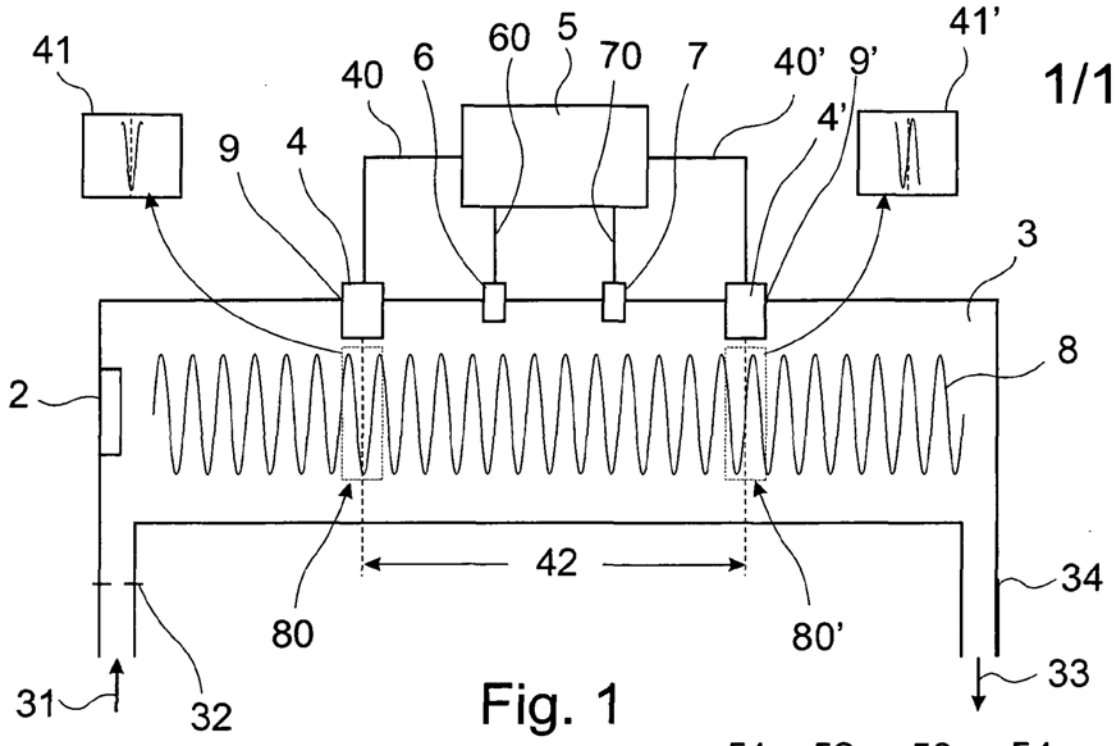
1/1
41
41'
40
6
60
5
70
7
40'
9'
4'
9
4
3
2
8
42
80
80'
34
31
32
33

Fig. 1

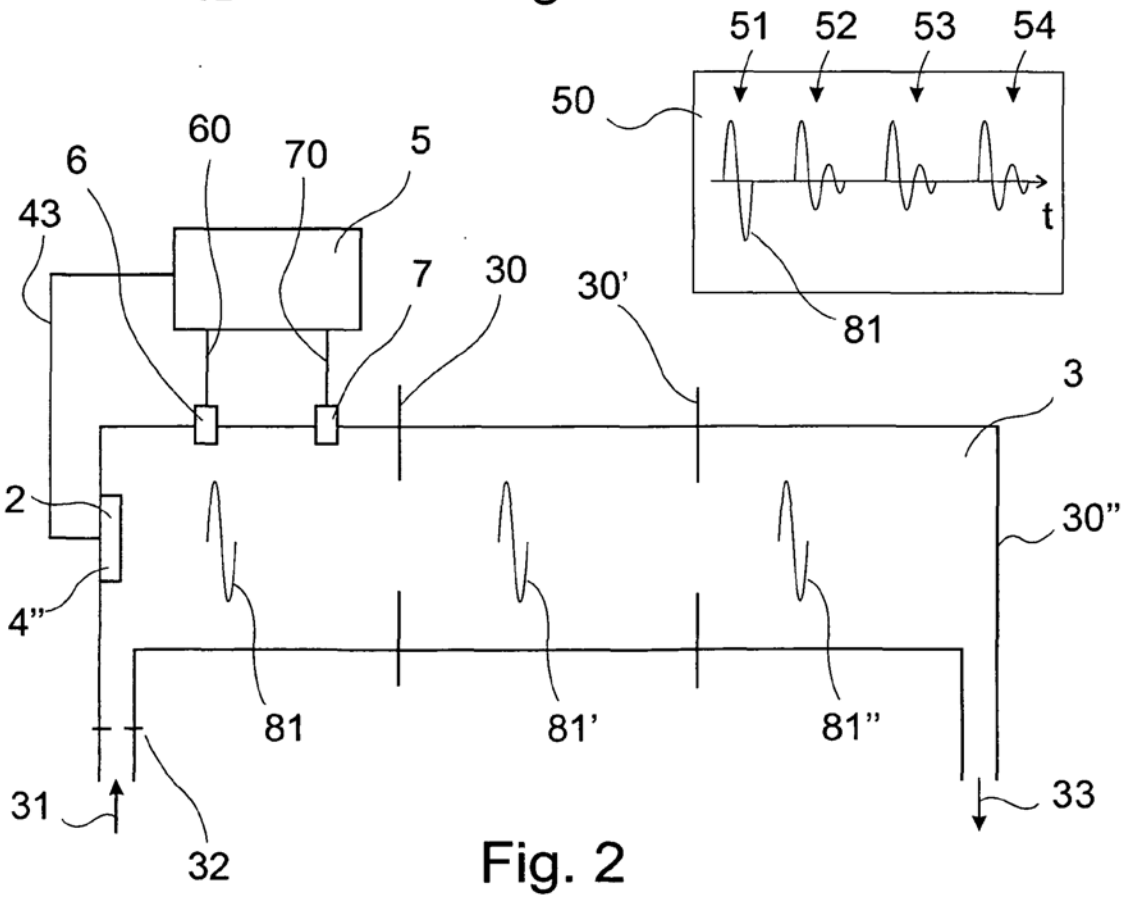
51
52
53
54
50
t
81
60
70
5
6
43
7
30
30'
3
2
30"
4"
81
81'
81"
31
32
33

Fig. 2