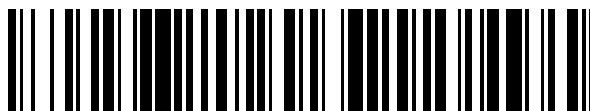


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 716**

51 Int. Cl.:

G01L 9/06 (2006.01)

G01L 19/00 (2006.01)

G01M 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2013 PCT/DE2013/000777**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14090220**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2013 E 13836226 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2932221**

54 Título: **Procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa**

30 Prioridad:

13.12.2012 DE 102012024346

10.12.2013 DE 102013020388

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2018

73 Titular/es:

TESAT-SPACECOM GMBH & CO. KG (100.0%)
Gerber Strasse 49
71522 Backnang, DE

72 Inventor/es:

KONRATH, WILLIBALD;
SCHMITT, REINHOLD;
SCHOLL, KLAUS y
SCHMELCHER, HAIKO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 649 716 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 la comprobación de la hermeticidad de una carcasa

5 La presente invención se refiere a una técnica de medición. En especial, la presente invención se refiere a un conjunto de medición para la determinación de una tasa de fuga de una carcasa para la recepción de un aparato para satélites y aplicaciones espaciales. La invención se refiere además a un procedimiento para la determinación de una tasa de fuga de un gas en una carcasa para la recepción de un aparato eléctrico para su utilización en el espacio.

10 En escenarios de aplicación especiales, por ejemplo en una aplicación de sobrepresión, depresión o vacío, se disponen grupos de componentes electrónicos en una carcasa, que a través de conexiones eléctricas idóneas pone los componentes dispuestos en la carcasa en contacto con el exterior. La propia carcasa se configura de forma estanca, especialmente hermética, por lo que, debido a las condiciones de presión exteriores variables, la presión en la carcasa se mantiene fundamentalmente igual y la composición del gas prevista, prácticamente no cambia.

15 Las carcasas herméticas se someten en su fabricación a una comprobación de su hermeticidad para garantizar que no pueda penetrar humedad, especialmente mientras los productos aún no hayan llegado a su lugar de aplicación, por ejemplo en caso de una aplicación de satélite a la órbita, y se encuentren, por lo tanto, al vacío. Se encuentran procedimientos de ensayo apropiados en los estándares para híbridos MIL-STD-883J, METHOD 1014.14 o componentes MIL-STD-750F, METHOD 1071. Se suelen usar procedimientos con un gas trazador. Para la medición de fugas gruesas y finas así como para la localización de fugas gruesas se pueden realizar, por ejemplo, pruebas de fuga de helio o procedimientos "GALDEN-Bombing". Sin embargo, estos procedimientos se desarrollaron principalmente para las pruebas de componentes pequeños y presentan ya una antigüedad considerable.

20 En los procedimientos de ensayo antes indicados se determina normalmente una tasa de fuga de helio que sólo está relacionada en cuanto al cálculo con la tasa de fuga de aire real equivalente especificada. Por otra parte, en caso de fugas muy pequeñas el así llamado "bombing de helio" puede requerir tiempos de bombardeo en comparación muy largos.

25 Es posible que los grupos de componentes altamente integrados con una electrónica periférica compleja situada fuera de la cámara hermética, sólo se puedan comprobar en condiciones más difíciles con los procedimientos de ensayo conocidos.

30 Una cámara hermética no siempre se puede separar físicamente del resto del módulo, y por lo tanto de la electrónica periférica fuera de la cámara, para una comprobación de la hermeticidad. El helio adherido a la electrónica periférica, a piezas mecánicas, fibras de vidrio, enchufes coaxiales o espacios huecos tampoco suele permitir una medición de la tasa de fuga de helio, o al menos la complica. De esta manera no siempre es posible sacar conclusiones seguras acerca de la debida hermeticidad.

35 Sin embargo, los equipos de ensayo conocidos, apropiados para la realización de las pruebas antes citadas, posiblemente no resulten adecuados para poder probar componentes o carcasas de mayor tamaño, por ejemplo en una aplicación de satélite, debido a la orientación antes descrita de los procedimientos de ensayo en componentes pequeños.

40 Un componente de carcasa se puede cerrar, por ejemplo, herméticamente con ayuda de un procedimiento de ensamblaje adecuado, por ejemplo un procedimiento de soldadura, especialmente de soldadura con láser. No obstante, es posible que no se pueda cumplir un tiempo de retardo entre el proceso de soldadura y la prueba de fuga de helio exigida, dado que antes se tiene que esperar que termine el proceso volatizador del helio intercalado o adherido.

45 En caso de un tiempo de retardo excesivo entre la extracción de la cámara de soldadura y la prueba de fuga, todo el helio ya se puede haber escapado de la cámara hermética a través de un salidero, por lo que la prueba de fuga ya no se puede realizar de manera efectiva. Por esta razón, posiblemente ya no se pueda diferenciar entre una carcasa absolutamente hermética y una carcasa permeable.

En la mayoría de los casos, GALDEN no se puede utilizar como medio para la identificación de fugas gruesas debidas a una posible contaminación y a la penetración no deseada en piezas situadas fuera de la cámara hermética. Otra posibilidad de comprobación sería una inspección óptica para la localización de fugas gruesas, lo que representa, sin embargo, un procedimiento relativamente inseguro.

50 Otra posibilidad de comprobación de recipientes a presión consiste en el empleo de una conexión de presión, así como en la aplicación de un aumento de presión o de una reducción de la presión en la carcasa por medio de la conexión de presión, que también se puede medir en el exterior a través de la conexión de presión, especialmente en la medida en la que se produce un descenso o un aumento de la presión después de la aplicación de una sobrepresión o depresión.

55 El estado de la técnica comprende, por ejemplo, los siguientes documentos:

el documento D1 (US 2007/056638 A1) revela un procedimiento y un dispositivo para la determinación de una fuga en secciones de una nave espacial;

el documento D2 (DE 41 02 923 A1) revela un aparato para la medición de la presión del aire con una compensación de la temperatura del sensor de presión;

el documento D4 (US 8 201 438 B1) revela un dispositivo para la determinación de fugas de gas;

el documento D5 (US 2011/153232 A1) revela un sistema de control de presión para la captación de la fuga de gas;

5 el documento D6 (WO 2012/081537 A1) revela una estructura para la medición diferencial de una presión;

el documento D7 (DE 43 35 838 C1) revela un dispositivo para la determinación de diferencias de presión en un fluido;

el documento D8 (US 5 214 957 A) revela un dispositivo y un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de un edificio.

10 Según uno de los aspectos de la invención se propone un conjunto de medición para la determinación de una tasa de fuga de una carcasa para la recepción de un aparato para satélites y aplicaciones espaciales. El conjunto de medición presenta una carcasa, así como un sensor de presión dispuesto en la carcasa y apropiado para detectar una presión dentro de la carcasa. El conjunto de medición presenta además un sensor de temperatura apropiado para detectar una temperatura dentro de la carcasa, así como un dispositivo para la medición del tiempo apropiado para determinar momentos de medición de la detección de la presión y/o de la detección de la temperatura. El conjunto de medición presenta también una unidad de evaluación diseñada para determinar, en base a las señales de salida del sensor de presión y del sensor de temperatura así como de los momentos de medición, una tasa de fuga.

20 Una ventaja se puede ver en que una tasa de fuga de aire se puede medir o calcular directamente sin bombardeo externo con un gas de prueba. Como consecuencia, una medición de la tasa de fuga también se puede llevar a cabo ventajosamente en órbita y a temperaturas variables. Por otra parte se puede controlar una presión segura para evitar corona y flashes de arco voltaico a causa de emisiones secundarias. Un aparato se podría desconectar así a tiempo y antes de tiempo a través de, por ejemplo, un sistema automático o también por telemetría. Se podría generar a través de tiempo, por ejemplo, un pronóstico respecto a la caída de presión en dependencia de la fuga. Una medición de presión en la carcasa podría permitir, por ejemplo, después de 5 años de servicio en órbita, conclusiones acerca del estado de un aparato. Esto podría incluir una comparación entre una presión medida y una presión teórica previamente calculada, con lo que, en su caso, sería posible deducir información sobre una vida útil de un aparato. En un ejemplo durante un proceso de medición no se aplica corriente al aparato, por lo que no se produce potencia perdida. La ventaja podría ser que el calor de pérdida generado no falsea el resultado de medición.

30 Para la detección de una variación de la presión es necesaria una diferencia de presión entre el interior de la carcasa y el entorno. Esto se puede referir tanto a una sobrepresión como a una depresión del entorno frente al interior de la carcasa. Por ejemplo, una utilización en órbita de la carcasa corresponde a una situación de depresión en la que una presión del entorno es inferior a una presión en el interior de la carcasa.

35 Las carcasas pueden presentar, por ejemplo, volúmenes interiores del orden de algunos centímetros cúbicos, por ejemplo de 1 a 15 centímetros cúbicos. Los elementos de sensor pueden presentar, según el ejemplo, un tamaño que permita incluso un montaje en carcasas más pequeñas.

La unidad de evaluación puede ser, por ejemplo, un multímetro controlado por ordenador, que comprende un procesador que, en base a un software debidamente equipado, calcula mediante la inclusión de las señales de salida y de los parámetros de salida de los sensores así como de los momentos de medición, la tasa de fuga.

40 Según un ejemplo, el conjunto de medición también se puede utilizar, mediante multiplexado de la medición, para una carcasa o para aparatos en concepto de multiusuario. Se puede aprovechar un rápido cambio electrónico del dispositivo de medición a diferentes carcasas y sensores de presión. En función del tamaño de los aparatos, se pueden controlar, por ejemplo, hasta 10 aparatos de un conjunto de medición.

45 De acuerdo con una forma de realización de la invención, el conjunto de medición presenta además una cámara que se puede obturar herméticamente, con un dispositivo de regulación de presión diseñado para el ajuste de una presión interior de la cámara. La cámara se configura para alojar en su interior la carcasa con el sensor de presión y el sensor de temperatura. Se puede tratar, por ejemplo, de una cámara de vacío con un sensor de presión calibrado y una válvula regulable para la ventilación. Por medio de la válvula regulable se puede ajustar de forma variable una presión de cámara. Una ventaja se puede ver en el hecho de que de esta manera se pueden crear condiciones de presión definidas para la medición o el calibrado.

50 Según una forma de realización de la invención, la cámara presenta además un sensor de presión de cámara para la detección de la presión interior de la cámara. El sensor de presión de cámara se configura para emitir una señal de referencia para el ajuste de la señal de salida del sensor de presión. Dicho con otras palabras, el sensor de presión dispuesto en el aparato se puede calibrar mediante una comparación entre la señal generada por este sensor de presión y la señal de referencia.

55 Según una forma de realización de la invención, la cámara presenta un dispositivo de apoyo para la carcasa y además un dispositivo de regulación de la temperatura apropiado para ajustar la temperatura dentro de la carcasa. Este dispositivo de apoyo puede ser, por ejemplo, una plataforma de prueba dispuesta dentro de una cámara de

vacío, cuya temperatura se regula. Esto puede ofrecer la ventaja de que se pueden crear condiciones de temperatura definidas, lo que puede ser conveniente para un calibrado de los sensores.

Según una forma de realización de la invención, el sensor de presión presenta una fuente de corriente constante de temperatura compensada. Esto puede tener la ventaja de que en caso de variación de una temperatura de la fuente de corriente constante no se produzca ningún cambio de la intensidad de la corriente y, por lo tanto, ningún falseamiento de los valores de medición de presión.

Según una forma de realización de la invención, la fuente de corriente constante presenta un sensor de temperatura de fuente de corriente para la detección de una temperatura de la fuente de corriente constante. La unidad de evaluación se diseña además para compensar una variación debida a la temperatura de una corriente de la fuente de corriente constante en base a una señal de salida del sensor de temperatura de la fuente de corriente. Con otras palabras, un posible error debido a la temperatura de la fuente de corriente constante se puede tener en cuenta en el cálculo o excluir del resultado de medición provisional con fines de corrección. Esto puede incrementar la precisión de la medición.

Según una forma de realización de la invención, el sensor de temperatura se dispone en la carcasa. Esto puede tener la ventaja de que el sensor de temperatura se disponga directamente en el propio gas y, por lo tanto, con un mejor acoplamiento térmico, con lo que pueden generar mejores resultados de medición. En otro ejemplo de realización, el sensor de temperatura también se puede disponer fuera de la carcasa, pretendiéndose un buen acoplamiento térmico entre el sensor de temperatura exterior y el gas en el interior de la carcasa.

Según una forma de realización de la invención, el aparato es un amplificador electrónico. El amplificador puede ser, por ejemplo, un amplificador de potencia de microondas para su empleo en el espacio, por ejemplo en un satélite.

Según un aspecto de la invención se propone un procedimiento para la determinación de una tasa de fuga de un gas en una carcasa para la recepción de un aparato eléctrico, previéndose el aparato y la carcasa para su utilización en el espacio. El procedimiento presenta los siguientes pasos:

previsión de un sensor de presión en la carcasa, previsión de un sensor de temperatura, previsión de un dispositivo de medición de tiempo, cierre de la carcasa, detección de una variación de presión con el sensor de presión, detección de una variación de temperatura correspondiente con el sensor de temperatura y determinación de los momentos de medición correspondientes con el dispositivo de medición de tiempo así como determinación de la tasa de fuga de la carcasa por medio de una unidad de evaluación en base a la variación de la presión, la variación de la temperatura y los momentos de medición.

La detección de la variación de la presión y de la temperatura se puede producir, en un ejemplo, durante el empleo de la carcasa y del aparato en el espacio, pero también en tierra, por ejemplo en el marco de un proceso de fabricación. Los momentos de medición pueden determinar, por ejemplo, un espacio de tiempo en el que se produce una caída de presión. En un momento definido se pueden medir, por ejemplo, la presión momentánea y la temperatura momentánea. Estas mediciones se pueden repetir en un segundo momento definido, con lo que se obtiene un espacio de tiempo de medición y, por otra parte, la correspondiente variación de la presión y de la temperatura en este espacio de tiempo. Sobre esta base, una unidad de evaluación puede calcular, por ejemplo con ayuda de un software apropiado y teniendo en cuenta las relaciones físicas, una tasa de fuga. En un ejemplo, el espacio de tiempo entre un primer momento de medición y un segundo momento de medición es de entre 30 y 60 horas y una variación de presión de 0,1 a 3 mbar. En un ejemplo la tasa de fuga se determina bajo compensación de la expansión volumétrica dependiente de la temperatura del gas encerrado.

En una forma de realización de la invención, el procedimiento presenta, delante del paso de cierre de la carcasa, el paso de determinación de un coeficiente de temperatura del sensor de presión. La determinación de la tasa de fuga se basa además en el coeficiente de temperatura del sensor de presión. Una ventaja puede verse en que las diferencias debidas a la temperatura de la señal de salida del sensor de presión se pueden compensar mediante cálculo.

En una forma de realización de la invención, la determinación del coeficiente de temperatura del sensor de presión incluye los siguientes pasos: ajuste de una presión de tiempo constante en la carcasa, variación de una temperatura en la carcasa, detección de una variación de la tensión de salida en el sensor de presión, cálculo del coeficiente de temperatura del sensor de presión en base a la variación de la tensión de salida y de la temperatura en la carcasa. Dicho con otras palabras, se registra una dependencia de la tensión de salida del sensor de presión de una variación de la temperatura, para considerarla en forma de un coeficiente de temperatura encontrado en la determinación de la tasa de fuga. De este modo se puede aumentar la precisión de la medición de la tasa de fuga. En un ejemplo, la carcasa se dispone en una cámara, que se puede obturar herméticamente, y está abierta, de modo que como consecuencia de una variación de una presión de la cámara también se puede ajustar la presión en la carcasa.

Según una forma de realización de la invención, delante del paso de cierre de la carcasa, el procedimiento presenta el otro paso de determinación de un coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante. Una fuente de corriente constante dependiente de la temperatura puede ser especialmente necesaria para el sensor de presión.

La determinación de la tasa de fuga se basa además en el coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante. Mediante la consideración del coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante se puede compensar un posible error debido a la temperatura de la fuente de corriente constante por medio de la unidad de evaluación. Así se puede incrementar la precisión de la medición y del cálculo de la tasa de fuga.

5 Según una forma de realización de la invención, la determinación del coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante presenta los siguientes pasos: previsión de un sensor de temperatura de fuente de corriente en la fuente de corriente constante, diseñándose el sensor de temperatura de fuente de corriente para la detección de una temperatura de la fuente de corriente constante. Se prevén además un dispositivo de medición de corriente para la medición de una intensidad de corriente de la fuente de corriente constante, una variación de una temperatura de la fuente de corriente constante, una detección de una variación de la intensidad de corriente de la fuente de corriente constante con el dispositivo de medición de corriente y una determinación del coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante en base a la variación de la temperatura y a la variación de la intensidad de corriente. Dicho con otras palabras, mediante la variación específica de la temperatura, se registra una variación correspondiente debido a la temperatura de la intensidad de corriente y se calcula el coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante. La unidad de evaluación lo puede tener en cuenta en el cálculo de la tasa de fuga, con lo que se puede incrementar la precisión del cálculo de la tasa de fuga.

Según un ejemplo, se proporcionan un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa así como un componente de carcasa correspondiente que lleva a cabo una comprobación de hermeticidad simplificada o novedosa, especialmente sin trabajos especiales de medición externos.

20 Por consiguiente, se proporcionan un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa, un componente de carcasa, una plataforma, especialmente un satélite, con un componente de carcasa así como la utilización de un componente de carcasa en una aplicación de sobrepresión, depresión o vacío según las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes muestran forma de realización preferidas.

25 Según un ejemplo, se proporciona un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa que presenta los pasos de i) precisión de un sensor de presión en una carcasa, diseñándose el sensor de presión para la detección de una presión en la carcasa, ii) cierre de la carcasa y iii) detección de una presión en la carcasa.

Según un ejemplo, se proporciona un componente de carcasa que presenta una carcasa con un volumen interno así como un elemento de sensor, diseñado para la detección de una presión en el volumen interior de carcasa.

Según un ejemplo, se indica una plataforma, especialmente un satélite, con un componente de carcasa.

30 Según un ejemplo se emplea un componente de carcasa en una aplicación de sobrepresión, depresión o vacío.

Un aspecto se puede ver, a modo de ejemplo, en que una carcasa hermética se prevé para la obturación de un sistema de microelectrónica integrado, previéndose en la carcasa o en su volumen interior un sensor de presión que puede medir directamente, y en especial en cualquier momento, la presión de cámara de un gas encerrado, por ejemplo nitrógeno, helio o una mezcla de nitrógeno y helio. A partir de determinadas condiciones de presión y de la evolución temporal de las condiciones de presión o presiones, se pueden sacar conclusiones acerca de la tasa de fuga teniendo en cuenta la temperatura del gas. Por relaciones físicas conocidas, la presión interior de una carcasa hermética depende de la temperatura. Un coeficiente de temperatura de un gas encerrado puede ser, por ejemplo, de 3,66 mbar/K. Para demostrar especialmente fugas pequeñas, puede ser necesario medir comparativamente pequeñas diferencias de presión durante un espacio de tiempo prolongado, por ejemplo 1 mbar durante un espacio de tiempo de 48 horas.

40 Según un ejemplo, la detección de la presión puede incluir una detección de una tasa de fuga de aire equivalente o de una variación temporal de la presión.

45 Un posible elemento de sensor o sensor de presión es un chip-sensor MEMS (Micro Electro Mechanical System), por ejemplo del tipo MS 7801 del fabricante MEAS. Estos elementos de sensor son apropiados para el empleo en circuitos híbridos para aplicaciones de satélite, por ejemplo módulos de microondas o módulos híbridos optoelectrónicos para aplicaciones de comunicación de satélite. Además se hace constar que en aplicaciones militares o médicas se utilizan igualmente módulos híbridos herméticos.

50 Se pueden utilizar, por ejemplo, sensores capacitivos MEMS que varían su capacidad por medio de una presión aplicada, o también sensores piezosensitivos MEMS, que transmiten directamente una tensión lineal dependiente de la presión, cuando se aplica una corriente constante. El sensor del tipo MS7801 antes mencionado es un chip-sensor piezosensitivo MEMS. Un sensor como éste puede presentar una cámara de referencia de vacío con membrana de silicio y permite mediciones de presión absolutas en la gama de 0 a 1 bar o de vacío hasta la atmósfera normal.

55 El procedimiento puede determinar directamente tasas de fuga de aire equivalentes especificadas en los estándares MIL antes mencionados. Éstos se especifican según MIL-STD-883J (Classes S, K y V para Space) con un volumen de cámara de 3 cm^3 con $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ atm cm}^3/\text{s}$ (mbar l(s) o según MIL-STD-750F con volumen de cámara de 3 cm^3 con $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ atm cm}^3/\text{s}$ (mbar l(s)).

Según un ejemplo, la detección de la presión puede incluir una detección de una caída de presión en caso de disposición de la carcasa en un entorno de depresión o vacío y/o una detección de un aumento de presión en caso de disposición de la carcasa en un entorno de sobre presión.

5 El procedimiento puede detectar una caída de presión ("pressure decay") en caso de un entorno de depresión o vacío, o un aumento de presión ("pressure rise") en caso de un entorno de sobre presión. Se comprueba exclusivamente la cámara hermética de la carcasa y por lo tanto el volumen interior de la carcasa. Por consiguiente, el procedimiento es independiente de los demás efectos ambientales. Además se puede prescindir del típico "bombing", la introducción a presión de gas detector en una cámara de sobre presión, normalmente hasta 72 horas a 3 bar, como el que se utiliza, por ejemplo, en una prueba de fuga de helio.

10 Según un ejemplo la detección de la presión se puede llevar a cabo en un entorno de sobre presión controlado para una unidad de tiempo definida, especialmente durante un proceso de bombing.

15 Si a causa de una situación de fuga no clara, por ejemplo debida a un almacenamiento prolongado durante la fabricación, fuese necesario un bombing, por ejemplo con nitrógeno en lugar de helio, se puede emplear este tiempo de bombing directamente como tiempo de medición para un aumento de presión. De este modo se consigue un ahorro de tiempo significativo frente a un procedimiento con helio.

20 Según un ejemplo, como consecuencia o durante el cierre de la carcasa se puede producir un aumento de la temperatura en la carcasa, que provoca una primer presión interior de carcasa, disminuyendo la presión interior de carcasa durante un posterior proceso de enfriamiento a una segunda presión interior de carcasa, siendo posible que la detección de la presión incluya una detección de la caída de presión en la carcasa de la primera presión interior de carcasa a la segunda presión interior de carcasa.

Según un ejemplo, es posible que mediante la detección de la caída de presión en la carcasa de la primera presión interior de carcasa a la segunda presión interior de carcasa se pueda determinar una temperatura de trabajo al cerrar la carcasa y/o la hermeticidad de la carcasa cerrada.

25 Al cerrar una carcasa, por ejemplo mediante un proceso de soldadura, el gas encerrado (por ejemplo nitrógeno) se puede calentar en parte considerablemente a causa de la energía láser. Después de finalizar el proceso de cierre el gas calentado se vuelve a enfriar. Se produce una caída de presión en la carcasa o en el volumen interior de la carcasa debido al coeficiente de temperatura del gas encerrado según Gay-Lussac. Este coeficiente de temperatura es de $1/273,15/K$ a una temperatura inicial de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

30 Si el gas se ha calentado, por ejemplo a una presión de 1020 mbar en una instalación de soldadura durante el cierre, a causa de la energía de cierre producida, por ejemplo energía láser, a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ejemplo, se produce después del enfriamiento a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ejemplo, una caída de presión de 1020 mbar a 846,7 mbar. Este mecanismo permite también conclusiones acerca de la temperatura en el objeto durante el proceso de ensamblaje, por ejemplo durante la soldadura con láser, especialmente en el supuesto de que el módulo esté herméticamente cerrado. Dicho con otras palabras, una temperatura de trabajo se puede determinar a la vista de la presión que se produce en la cámara después de un proceso de enfriamiento. Una fuga gruesa se podrá detectar fundamentalmente de forma inmediata si al realizarla no se produce ninguna caída de presión.

35 Por otra parte, una caída de presión después del proceso de ensamblaje a, por ejemplo, 847 mbar, provoca inmediatamente una diferencia de presión frente a la presión atmosférica o a la presión exterior de la carcasa, que permite una posterior medición de la presión en la prueba de fuga sin necesidad de dispositivos de sobre presión o depresión adicionales. Las fugas gruesas del orden de 10^{-3} a 10^{-4} mbar \cdot l/s se pueden detectar así en un tiempo inferior a un minuto.

Según un ejemplo el cierre de la carcasa se realiza por medio de soldadura, especialmente soldadura con láser o soldadura por resistencia con roldana.

Según un ejemplo, la presión detectada se puede transmitir a otro sistema electrónico dentro y/o fuera de la carcasa.

45 Por lo tanto, la información sobre la presión se puede procesar directamente en la carcasa por medio de un sistema electrónico adecuado, por ejemplo para poder adoptar medidas idóneas en caso de detección de un estado no hermético. Del mismo modo el sistema electrónico puede adoptar medidas correspondientes fuera de la carcasa, permitiendo la detección en la carcasa un módulo electrónico de estructura autónoma en un componente de la carcasa.

50 Según un ejemplo, una tasa de fuga de la carcasa se puede determinar directamente empleando un valor de volumen interior de carcasa definido y una variación temporal de la presión.

Según un ejemplo, el elemento sensor se puede calibrar utilizando una medición de varios puntos.

55 El elemento de sensor se puede calibrar con precisión por separado para cada módulo a través de una medición de presión en varios puntos, referida a la presión atmosférica y al vacío, empleando un aparato de medición calibrado. Este proceso se puede llevar a cabo como proceso totalmente automático, con lo que, a través de la caída de presión y de un volumen de carcasa determinado, que puede ser específico de la carcasa, se puede calcular directamente una tasa de fuga de aire.

Según un ejemplo, el sensor de presión se puede configurar con compensación de la temperatura.

Para incrementar una sensibilidad de medición o, por ejemplo, un aumento de la necesaria precisión de medición y para la resolución de la medición, el sensor de presión puede ser de temperatura compensada. Esta compensación se puede llevar a cabo para una temperatura pretendida durante el funcionamiento, que se produce, por ejemplo, a causa del calentamiento propio del objeto como consecuencia de su potencia de pérdida, con lo que la medición se realiza preferiblemente por medio del sensor de presión. Es posible que sea necesaria una compensación correspondiente según uno de los estándares MIL.

Según un ejemplo, en la medición de una variación de presión es posible que el coeficiente de temperatura (por ejemplo según Gay-Lussac) de un gas encerrado, por ejemplo nitrógeno, se compense aritméticamente con un factor, por ejemplo $3,411 \cdot 10^{-3}/K$ para una temperatura inicial de 20 °C.

Preferiblemente, con ayuda de un software apropiado, se determina aritméticamente la dependencia de la temperatura de la presión de gas medida.

Mediante un calibrado adecuado o una compensación de la temperatura, una medición de la presión puede ser en gran medida independiente de la temperatura, especialmente en caso de que una medición de prueba de fuga se realice exclusivamente en una ventana de temperatura en comparación pequeña, por ejemplo de +/- 3 °C.

El método de medición es en gran medida independiente del gas de relleno, dado que los valores de viscosidad dinámicos de los gases empleados con preferencia son fundamentalmente iguales o al menos muy parecidos, siendo los valores de viscosidad responsables del paso de una fuga. El helio presenta un valor de viscosidad de $\eta = 1.86 \cdot 10^{-5}$ Pa s, el nitrógeno de $\eta = 1.66 \cdot 10^{-5}$ Pa s así como el aire de $\eta = 1.71 \cdot 10^{-5}$ Pa s. Si un componente de carcasa se dota, por ejemplo, en su volumen interior de diferentes rellenos de gas, sólo se producen diferencias despreciables en las tasas de fuga determinadas.

Según un ejemplo la detección de la presión del volumen interior de carcasa se puede llevar a cabo fundamentalmente durante todo el tiempo de servicio o toda la vida útil de un componente de carcasa.

Especialmente mediante la previsión del sensor de presión en la carcasa, una caída de presión se puede medir, por lo tanto, en cualquier momento del funcionamiento de un módulo de carcasa. Así se hace posible una monitorización en órbita de la hermeticidad de un módulo a lo largo de toda su vida útil.

A continuación los ejemplos de realización de la invención se describen más detalladamente a la vista de los dibujos adjuntos. Éstos muestran en la

Figura 1 una configuración a modo de ejemplo de la disposición de elementos de sensor en un componente de carcasa según un ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 2 una configuración a modo de ejemplo de un circuito electrónico con elemento de sensor para el montaje de un componente de carcasa según un ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 3 una medición a modo de ejemplo de una tasa de fuga en un módulo hermético con y sin compensación de la temperatura según un ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 4 una estructura a modo de ejemplo de un elemento de sensor según un ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 5 una configuración a modo de ejemplo del offset y de la compensación de temperatura del elemento de sensor según la figura 4 y

Figura 6 un diseño a modo de ejemplo de un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa según un ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 7 una configuración a modo de ejemplo de un conjunto de medición para la determinación de una tasa de fuga de una carcasa según un ejemplo de realización de la invención;

Figura 8 una estructura a modo de ejemplo de una fuente de corriente constante con un sensor de temperatura de fuente de corriente según un ejemplo de realización de la invención;

Figura 9 un ejemplo de un procedimiento para la determinación de una tasa de fuga de un gas en una carcasa según un ejemplo de realización de la invención;

Figura 10 un ejemplo de un procedimiento para la determinación de un coeficiente de temperatura de un sensor de presión según un ejemplo de realización de la invención;

Figura 11 un ejemplo de un procedimiento para la determinación de un coeficiente de temperatura de una fuente de corriente constante según un ejemplo de realización de la invención.

Con referencia a la figura 1, se representa una configuración a modo de ejemplo de la disposición de elementos de sensor en un componente de carcasa según la presente invención.

La figura 1 muestra un componente de carcasa 2, en concreto una parte de un componente de carcasa o su cara inferior. Se prevé una pluralidad de elementos de contacto 6 que salen por uno de los lados del componente de

carcasa 2. Los elementos de contacto 6 representan una conexión conductora desde el interior o volumen interior 8 del componente de carcasa 2 hacia fuera. Los elementos de contacto 6 pueden proporcionar así una fijación mecánica y/o un contacto eléctrico del componente de carcasa 2 con otros componentes electrónicos exteriores.

5 En la figura 1 se prevén, a modo de ejemplo, dos elementos de sensor 4 en el volumen interior 8 del componente de carcasa 2. Sin embargo, en un escenario de utilización es posible que se prevea exclusivamente un elemento de sensor individual 4. El elemento de sensor 4a puede ser un elemento de chip-sensor MEMS conectado en el componente de carcasa, mientras que un elemento de sensor 4b puede ser un chip-sensor MEMS capacitativo.

10 Otros componentes electrónicos, que en caso de funcionamiento se pueden disponer en el componente de carcasa 2, no se representan en detalle en la figura 1. Sin embargo, estos otros componentes también se pueden unir convenientemente a la cara exterior del componente de carcasa 2, utilizando para ello los elementos de contacto 6.

Con referencia a la figura 2, se representa una configuración a modo de ejemplo de un circuito electrónico con un elemento de sensor para el montaje en un componente de carcasa según la presente invención.

La figura 2 muestra un diseño a modo de ejemplo de un amplificador radiométrico de instrumentos. No obstante, la configuración exacta o el ámbito de utilización del circuito no son relevantes para el concepto según la invención.

15 Un elemento de sensor 4 se prevé, a modo de ejemplo, en una placa de circuitos impresos 14 del circuito 10. En la placa de circuitos impresos 14 se disponen además elementos de contacto 6 que pueden atravesar una pared del componente de carcasa 2 o que se pueden conectar de manera apropiada a los elementos de contacto 6 de la figura 1. La figura 2 muestra así la integración de un elemento de sensor 4 en un circuito. Las conexiones necesarias por ejemplo unas líneas de suministro de corriente y tensión y las salidas de medición para el elemento de sensor 4 se pueden prever directamente en la placa de circuitos impresos 14. El elemento de sensor 4 se puede integrar así funcional y lógicamente en el circuito 10. Por otra parte, también se puede influir en el comportamiento de conexión del circuito 10 en dependencia de un valor de medición del elemento de sensor 4.

20

Con referencia a la figura 3 se ilustra una medición a modo de ejemplo de una tasa de fuga en un módulo hermético con y sin compensación de la temperatura según la presente invención.

25 Se observa una caída de presión en el volumen interior de un módulo hermético o en un componente de carcasa 2. Se representa, por ejemplo, una caída de la presión atmosférica de 1000 mbar a una presión remanente de aprox. 975 mbar en el transcurso de 4000 minutos. La temperatura de la línea continua no ha sido compensada, lo que se expresa por medio de los aumentos en la curva en 1500, 1800 y 3250 minutos. La línea discontinua, en cambio, es una curva de medición de temperatura compensada. La caída de presión, en comparación inclinada por el lado izquierdo de la curva, puede deberse a un proceso de enfriamiento al menos parcial de la carcasa.

30

Con referencia a la figura 4 se representa una estructura a modo de ejemplo de un elemento de sensor según la presente invención.

35 La figura 4 muestra una configuración a modo de ejemplo del elemento de sensor 4, estructurado a modo de puente de Wheatstone de resistencias piezosensitivas 12 en una membrana de silicio. El puente de Wheatstone presenta una entrada para la tensión de suministro V_{s+} unida directamente a la capa epitaxial de la membrana de una cavidad de referencia de vacío sellada. Se prevén además resistencias piezosensitivas 12 conectadas a masa (GND1 o GND2) por la tensión de suministro V_{s+} . Respectivamente dos resistencias 12 se conectan a la salida positiva Out+ así como a la salida negativa Out-.

40 Con referencia a la figura 5 se representa un diseño a modo de ejemplo del offset y de la compensación de la temperatura del elemento de sensor de la figura 4.

En este caso, el puente de Wheatstone de resistencias piezosensitivas 12 de la figura 4 se completa con tres resistencias R1, R2 y R3 más, para permitir, por una parte, utilizando las resistencias R1 y R2, una compensación de offset (punto cero en el vacío) así como, utilizando la resistencia R3, una compensación de la temperatura.

45 Los elementos necesarios para la compensación de temperatura y offset se pueden realizar, por ejemplo, como resistencias impresas en tecnología LTCC-Multilayer, que en caso de necesidad se pueden ajustar mediante láser. Una simple resistencia paralela R3 para el puente completo puede ser suficiente para una compensación de la temperatura. De este modo se puede reducir el coeficiente de temperatura de la resistencia del puente de Wheatstone, que normalmente es del orden de 2800 ppm/°C, a 1900 ppm/°C. Un valor como éste en una aplicación determinada puede compensar prácticamente por completo un coeficiente de temperatura de la máxima tensión de salida, que se produce, por ejemplo con 1 bar, con -1900 ppm/°C. Para una ventana de temperatura limitada de por ejemplo +/- 3 °C para la medición de la prueba de fuga, se consigue por lo tanto una compensación prácticamente completa.

50

Una tensión de offset de un elemento de sensor 4 debida a tolerancias en el puente de Wheatstone en el chip del elemento de sensor 4 también se puede ajustar a cero por medio de resistencias impresas tratables con láser R1, R2 en tecnología LTCC Multilayer.

55

Para ello se empelan especialmente dos resistencias dispuestas en línea entre los terminales GND1 y GND2 del puente de Wheatstone. El centro de las dos resistencias se conecta a masa. Un ajuste con láser de al menos una de

las dos resistencias R1, R2 puede compensar tolerancias en el puente de Wheatstone por medio de un algoritmo de ajuste con láser adecuado.

La tecnología LTCC Multilayer proporciona, gracias a su hermeticidad de una capa de sustrato a la siguiente, una conectividad preferida para el cableado de un elemento de sensor desde la cámara interior hermética o el volumen interior 8 del componente de carcasa 2 hacia el exterior. Como consecuencia, no se tienen que prever conexiones separadas para un elemento de sensor 4, sino que se pueden emplear más bien carcasas herméticas normales.

Con referencia a la figura 6 se representa un diseño a modo de ejemplo de un procedimiento para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa según la presente invención.

El procedimiento 20 para la comprobación de la hermeticidad de una carcasa 2 presenta dos pasos: previsión 22 de un sensor de presión 4 en una carcasa 2, diseñándose el sensor de presión 4 para la detección de una presión en la carcasa 2; cierre 24 de la carcasa 2 y detección 26 de una presión en la carcasa 2.

La presente invención se puede emplear ventajosamente también para diseños de múltiples cámaras; en estos diseños de múltiples cámaras se prevén varias cámaras de carcasa herméticas separadas en un mismo módulo híbrido. Aquí la tradicional técnica de medición de helio fracasa por completo.

La presente invención también se puede utilizar para la desconexión de amplificadores de alta frecuencia o de otros componentes electrónicos sensibles que se emplean en la electrónica de satélite, por ejemplo para el control de presión en órbita en relación con el así llamado efecto "Multipaction". Se trata de avalanchas electrónicas provocadas por campos de alta frecuencia debidas a la emisión de electrones secundarios que pueden causar efectos de corona o flashes. Esto ocurre especialmente en caso de presiones en las proximidades de vacío (la así llamada zona de presión intermedia) y puede destruir elementos del amplificador de alta frecuencia o de su entorno. Si se monta un amplificador de potencia de alta frecuencia en una carcasa hermética, por ejemplo un amplificador semiconductor (Solid State Power Amplifier) en tecnología de Chip & Wire, y si éste perdiera a lo largo de la vida útil su presión de gas (presión de cierre), se podría producir un "Multipaction". Mediante la desconexión de los aparatos en base a la técnica de medición, se pueden evitar daños secundarios en la electrónica de satélite.

Por consiguiente, la presente invención se puede emplear para la "conexión y desconexión" en dependencia de la presión de equipos de medición y componentes en órbita o durante la fase inicial (zona de presión intermedia, protección contra "Multipaction").

La figura 7 muestra, a modo de ejemplo, un conjunto de medición 20 según un ejemplo de realización de la invención para la determinación de una tasa de fuga de una carcasa 22 para la recepción de un aparato 24 para aplicaciones de satélite y espaciales. Una carcasa 22 diseñada para el cierre hermético presenta en un volumen interior 8 un aparato 24. Este aparato 24 puede ser, por ejemplo, un grupo electrónico, por ejemplo un amplificador o convertidor de frecuencias, pero también cualquier otro grupo de construcción funcional que pueda hacer falta para una carcasa herméticamente cerrada 22. El grupo electrónico se puede realizar, por ejemplo, en forma de una placa de circuitos impresos 14 (véase figura 2) con medidas en el rango de centímetros con elementos electrónicos montados en la misma. En el volumen interior 8 de la carcasa 22 se dispone un sensor de presión 26 realizado, por ejemplo, en tecnología MEMS. Este sensor de presión 26 se diseña para la medición de una presión interior en el volumen interior 8 de la carcasa 22. En el volumen interior 8 de la carcasa 22 se dispone además un sensor de temperatura 28 para detectar, es decir, especialmente para medir, una temperatura interior en el volumen interior 8, y para generar una señal de salida 44 del sensor de temperatura 28. El conjunto de medición 20 presenta además, en el ejemplo aquí representado, una cámara 30 que se puede cerrar herméticamente. En una zona interior de la cámara 30 se disponen la carcasa 22, el aparato 24, el sensor de presión 26, el sensor de temperatura 28 así como un sensor de presión de cámara 32. El sensor de presión de cámara 32 se configura para proporcionar con una señal de salida 46 una señal de referencia para un ajuste de una señal de salida 42 del sensor de presión 26.

Para el alojamiento o apoyo de la carcasa 22, la cámara 30 presenta un dispositivo de alojamiento 34. Para el acondicionamiento específico de la carcasa 22 el dispositivo de alojamiento 34 puede presentar además elementos de calentamiento o de refrigeración (no representados). La cámara 30 presenta igualmente un dispositivo de regulación de temperatura 36 para el ajuste de la temperatura dentro de la carcasa 22. Este ajuste se puede llevar a cabo manualmente a través de dispositivos de regulación 38 accesibles desde el exterior. La cámara 30 presenta además un dispositivo de regulación de presión 40 que sirve para ajustar una presión interior de la cámara.

Fuera de la cámara 30 se dispone una unidad de evaluación 48 diseñada para terminar, en base a las señales de salida 42, 44 del sensor de presión 26 y del sensor de temperatura 28, así como en base a los momentos de medición 50, una tasa de fuga 52. Los momentos de medición 50 los proporciona un dispositivo de medición de tiempo 54. El dispositivo de medición de tiempo 54 se configura de modo que determine los momentos de medición 50 en los que se producen las mediciones de presión y de temperatura correspondientes a través del sensor de presión 26 y del sensor de temperatura 28. Con ayuda de los momentos de medición 50 se puede determinar, por ejemplo, una duración de la medición.

En la figura 8 se muestra una fuente de corriente constante 60 según un ejemplo de realización de la invención, que puede formar parte del sensor de presión 26 (véase figura 7). Para la detección de una temperatura de la fuente de corriente constante 60 se fija en la fuente de corriente constante 60 un sensor de temperatura de fuente de corriente 62. Una señal de salida 64 del sensor de temperatura de fuente de corriente 62 se puede aportar, por ejemplo, a una

unidad de evaluación 48 (véase figura 7) para realizar de forma aritmética una corrección del error debido a la temperatura de la fuente de corriente constante 60. La fuente de corriente constante 60 está diseñada para proporcionar una intensidad de corriente 66 constante. En un ejemplo la propia fuente de corriente constante se realiza en forma de hardware, de manera que una corriente ajustada sea independiente de la temperatura y que la compensación de la temperatura se produzca en la propia fuente de corriente constante.

La figura 9 muestra un procedimiento 100 según un ejemplo de realización de la invención para la determinación de una tasa de fuga de un gas en una carcasa para el alojamiento de un aparato eléctrico utilizado en el espacio. En un primer paso 110 se prevé un sensor de presión en la carcasa. En el siguiente paso 120 se prevé un sensor de temperatura. En un paso 130 se prevé además un dispositivo de medición de tiempo. Para tener en cuenta los errores debidos al calor o a la temperatura del sensor de presión, se determina en un paso 140 un coeficiente de temperatura del sensor de presión. Para tener además en cuenta los errores debidos al calor o a la temperatura de la fuente de corriente constante en la determinación de una tasa de fuga, se determina un coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante en un paso 150. En el paso 160 se produce un cierre de la carcasa. Después, en el paso 170, se produce una detección de una variación de presión con el sensor de presión, en el paso 180 una detección de la variación de temperatura correspondiente con el sensor de temperatura así como, en el paso 190, una determinación de los momentos de medición correspondientes con el dispositivo de medición de tiempo. En el último paso 200 se determina la tasa de fuga de la carcasa por medio de una unidad de evaluación y en base a la variación de la presión, a la variación de la temperatura, al coeficiente de temperatura del sensor de presión, al coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante así como a los momentos de medición determinados. La consideración de los coeficientes de temperatura del sensor de presión y/o del coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante es opcional y puede servir para mejorar la precisión del cálculo de la tasa de fuga.

La figura 10 muestra, a modo de ejemplo, un procedimiento 300 según un ejemplo de realización de la invención para la determinación de un coeficiente de temperatura de un sensor de presión. El procedimiento 300 incluye, en primer lugar en el paso 310, un ajuste de una presión temporal constante. En el paso 320 se varía una temperatura en la carcasa. A continuación, en el paso 330, se detecta una variación de la tensión de salida en el sensor de presión. En el paso 340 se calcula el coeficiente de temperatura del sensor de presión en base a la variación de la tensión de salida y a la temperatura correspondiente en la carcasa. En un ejemplo, se determina una curva característica de presión – temperatura que representa una dependencia mutua de temperatura y presión en la carcasa.

La figura 11 muestra, a modo de ejemplo, un procedimiento 400 según un ejemplo de realización de la invención para la determinación de un coeficiente de temperatura de una fuente de corriente constante. El procedimiento 400 incluye en el paso 410 una disposición de un sensor de temperatura de fuente de corriente en la fuente de corriente constante, de manera que el sensor de temperatura de fuente de corriente pueda medir una temperatura de la fuente de corriente constante. En el paso 420 se prevé un dispositivo de medición de corriente para la medición de una intensidad de corriente en la fuente de corriente constante. Se puede tratar, por ejemplo, de un contador de corriente o amperímetro normal, que se puede conectar en línea con la fuente de corriente constante. En el paso 430 se produce una variación de una temperatura de una fuente de corriente constante. Esto se puede llevar a cabo acondicionando específicamente un dispositivo de alojamiento 34 (véase figura 1) para un aparato, con lo que también se acondiciona la fuente de corriente constante. En el paso 440 se detecta una variación de la intensidad de corriente de la fuente de corriente constante resultante de la variación de la temperatura con el dispositivo de medición de corriente. A partir de las respectivas temperaturas e intensidades de corriente medidas, se determina en el paso 450 un coeficiente de temperatura de la fuente de corriente constante en base a la variación de la temperatura y de la variación de la intensidad de corriente.

De forma complementaria se hace constar que los términos “presenta” e “incluye” no excluyen elementos ni pasos y que “un” o “una” no excluyen una pluralidad. También se señala que las características o los pasos descritos en relación con uno de los ejemplos de realización antes citados, también se pueden emplear en combinación con otras características o pasos de otros ejemplos de realización antes descritos. Las referencias de las reivindicaciones no han de considerarse como restricciones.

Lista de referencias

- 2 Componente de carcasa
- 4 Elemento de sensor
- 6 Elemento de contacto
- 8 Volumen interior
- 10 Circuito
- 12 Resistencias sensibles a la presión
- 14 Placa de circuitos impresos

ES 2 649 716 T3

	R1, R2, R3	Resistencias
	20	Conjunto de medición
	22	Carcasa
	24	Aparato
5	26	Sensor de presión
	28	Sensor de temperatura
	30	Cámara
	32	Sensor de presión de cámara
	34	Dispositivo de alojamiento
10	36	Dispositivo de regulación de temperatura
	38	Dispositivo de regulación manual
	40	Dispositivos de regulación de presión
	42	Señal de salida del sensor de presión
	44	Señal de salida del sensor de temperatura
15	46	Señal de salida del sensor de presión de cámara
	48	Unidad de evaluación
	50	Momentos de medición
	52	Tasa de fuga
	54	Dispositivo de medición de tiempo
20	60	Fuente de corriente constante
	62	Sensor de temperatura de la fuente de corriente
	64	Señal de salida del sensor de temperatura de la fuente de corriente
	66	Intensidad de corriente de la fuente de corriente constante
25		

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de medición (20) para la determinación de una tasa de fuga de una carcasa (22) para el alojamiento de un aparato (24) para aplicación de satélite y espaciales que presenta:
- 5 - una carcasa (22),
 - un sensor de presión (26) dispuesto en la carcasa (22) y apropiado para detectar una presión dentro de la carcasa (22),
 - un sensor de temperatura (28) apropiado para detectar una temperatura dentro de la carcasa (22),
 - 10 - un dispositivo de medición de tiempo (54) apropiado para determinar momentos de medición (50) de la detección de la presión y/o de la detección de la temperatura,
 - una unidad de evaluación (48) diseñada para determinar, en base a las señales de salida (42, 44) del sensor de presión (26) y del sensor de temperatura (28) así como a los momentos de medición (50), una tasa de fuga (52),
 - presentando el conjunto de medición además:
 - 15 - una cámara (30), que se puede cerrar herméticamente, con un dispositivo de regulación de presión (40) diseñada para regular una presión interior de la cámara,
 - disponiéndose la carcasa (22) con el sensor de presión (26) y el sensor de temperatura (28) en una zona interior de la cámara,
 - 20 - presentando la cámara (30) un dispositivo de alojamiento (34) para la carcasa (22),
- caracterizado por que la cámara (30) presenta además un dispositivo de regulación de temperatura (36) diseñado para regular la temperatura dentro de la carcasa (22).
2. Conjunto de medición (20) según la reivindicación 1, presentando la cámara además un sensor de presión de cámara (32) para la detección de la presión interior de la cámara, configurándose el sensor de presión de cámara (32) para indicar una señal de referencia para un ajuste de la señal de salida (42) del sensor de presión (26).
- 25 3. Conjunto de medición (20) según una de las reivindicaciones anteriores, presentando el sensor de presión (26) una fuente de corriente constante (60) de temperatura compensada.
- 30 4. Conjunto de medición (20) según la reivindicación 3, presentando la fuente de corriente constante un sensor de temperatura de fuente de corriente (62) para la detección de una temperatura de la fuente de corriente constante (60), diseñándose la unidad de evaluación (48) para compensar una variación debida a la temperatura de una corriente (66) de la fuente de corriente constante (60) en base a una señal de salida (64) del sensor de temperatura de fuente de corriente (62).
- 35 5. Conjunto de medición (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, disponiéndose el sensor de temperatura (28) en la carcasa (22).

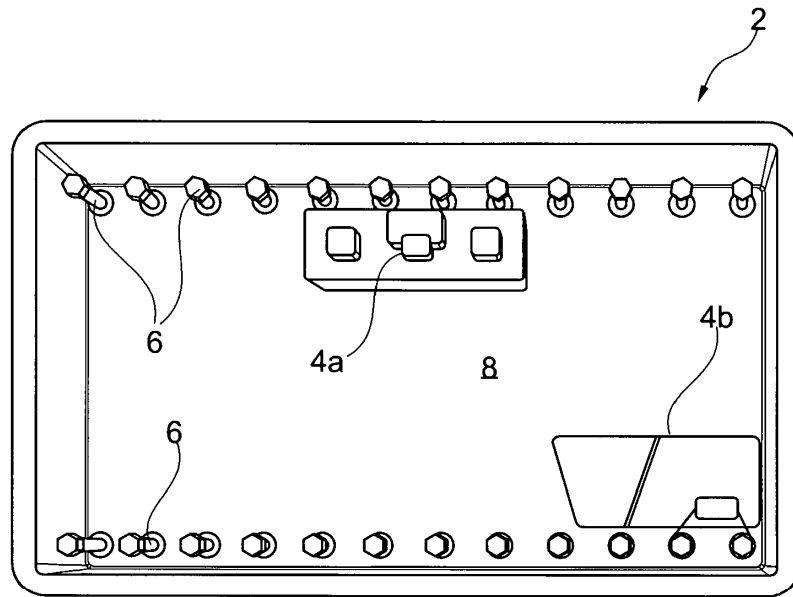


Fig. 1

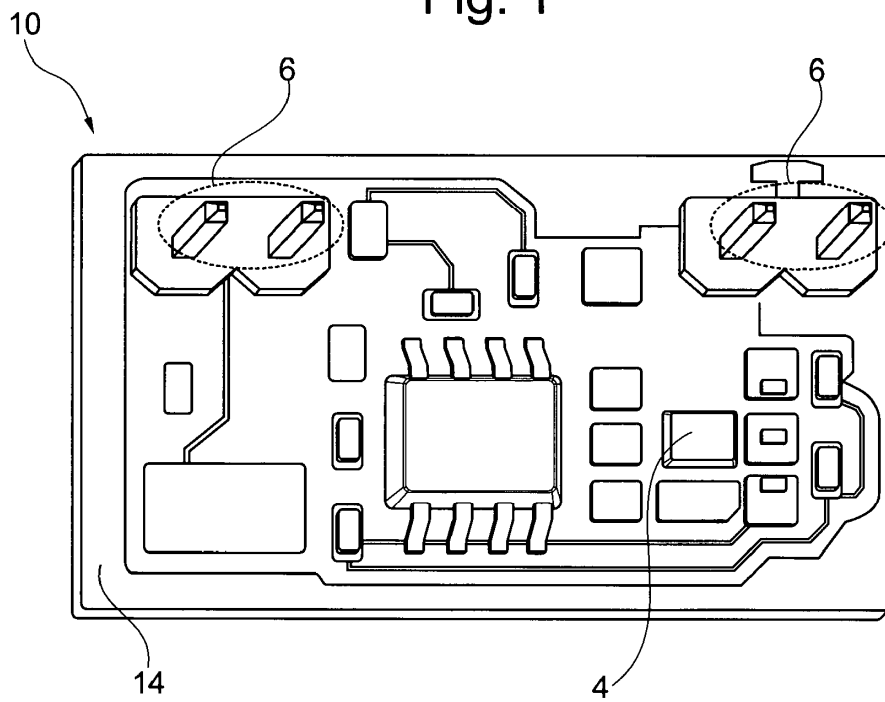


Fig. 2

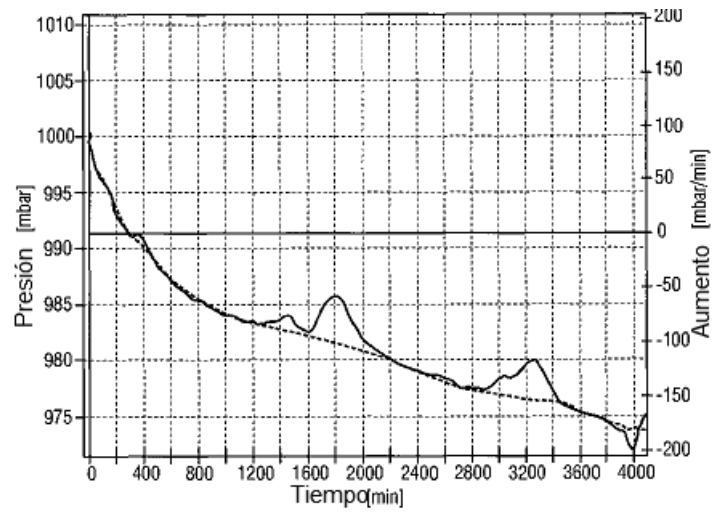


Fig. 3

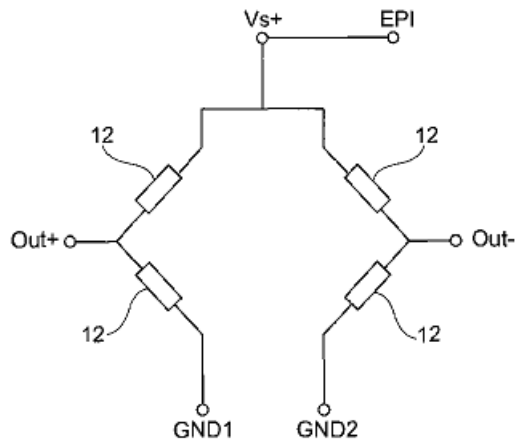


Fig. 4

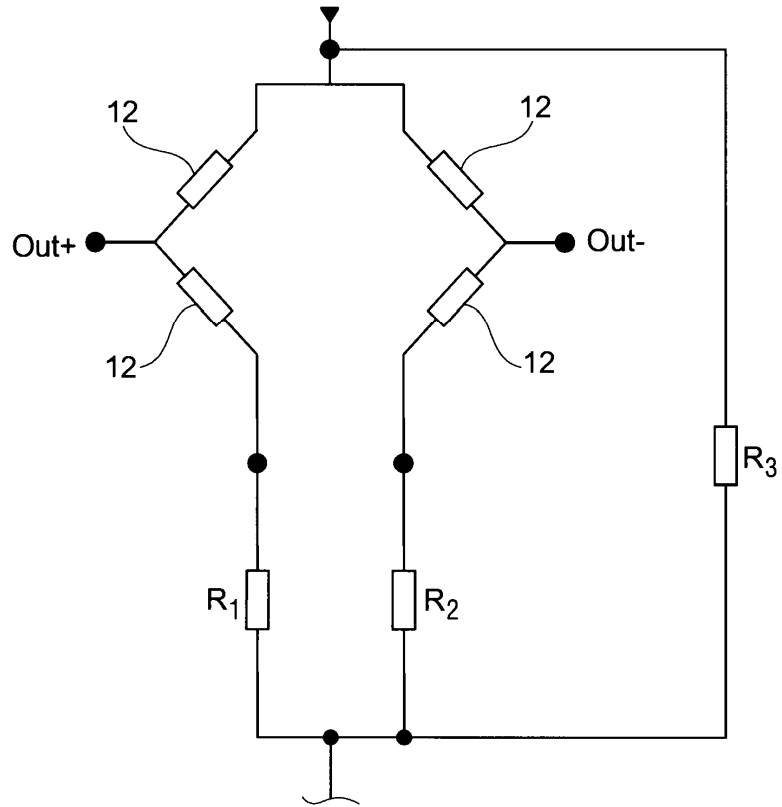


Fig. 5

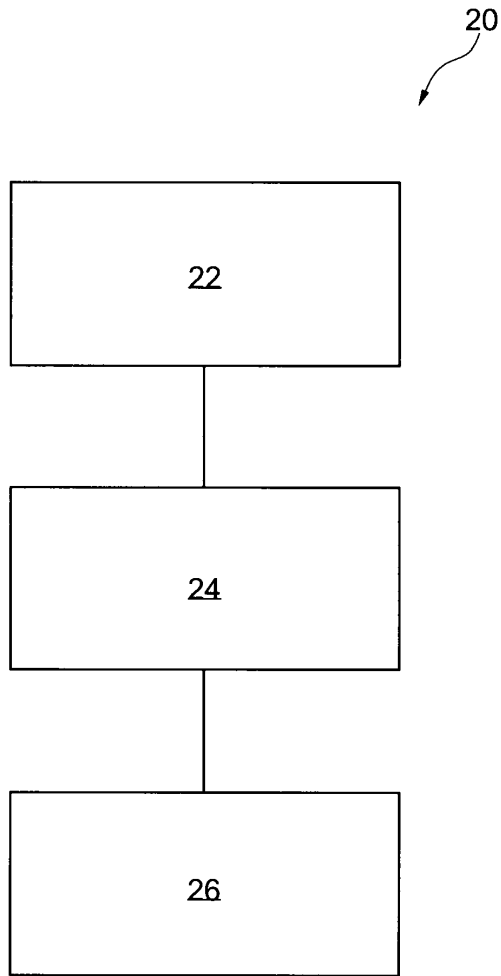
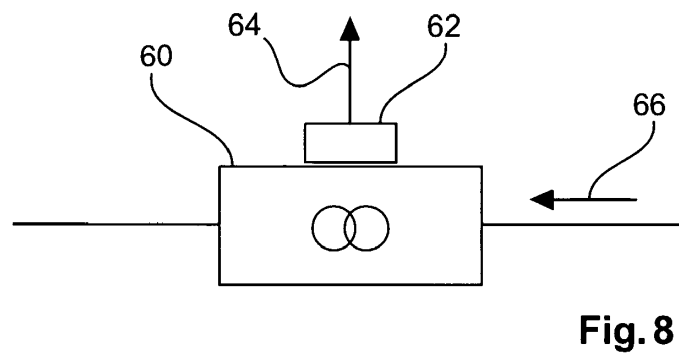
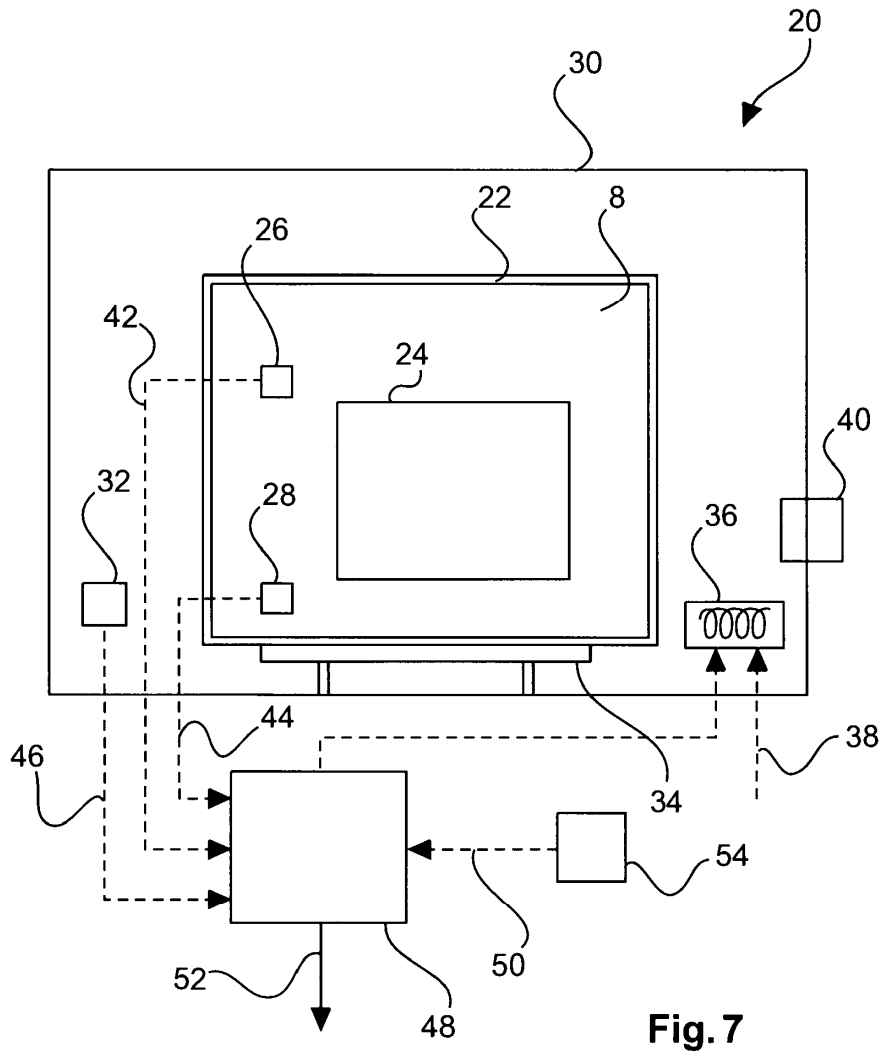


Fig. 6



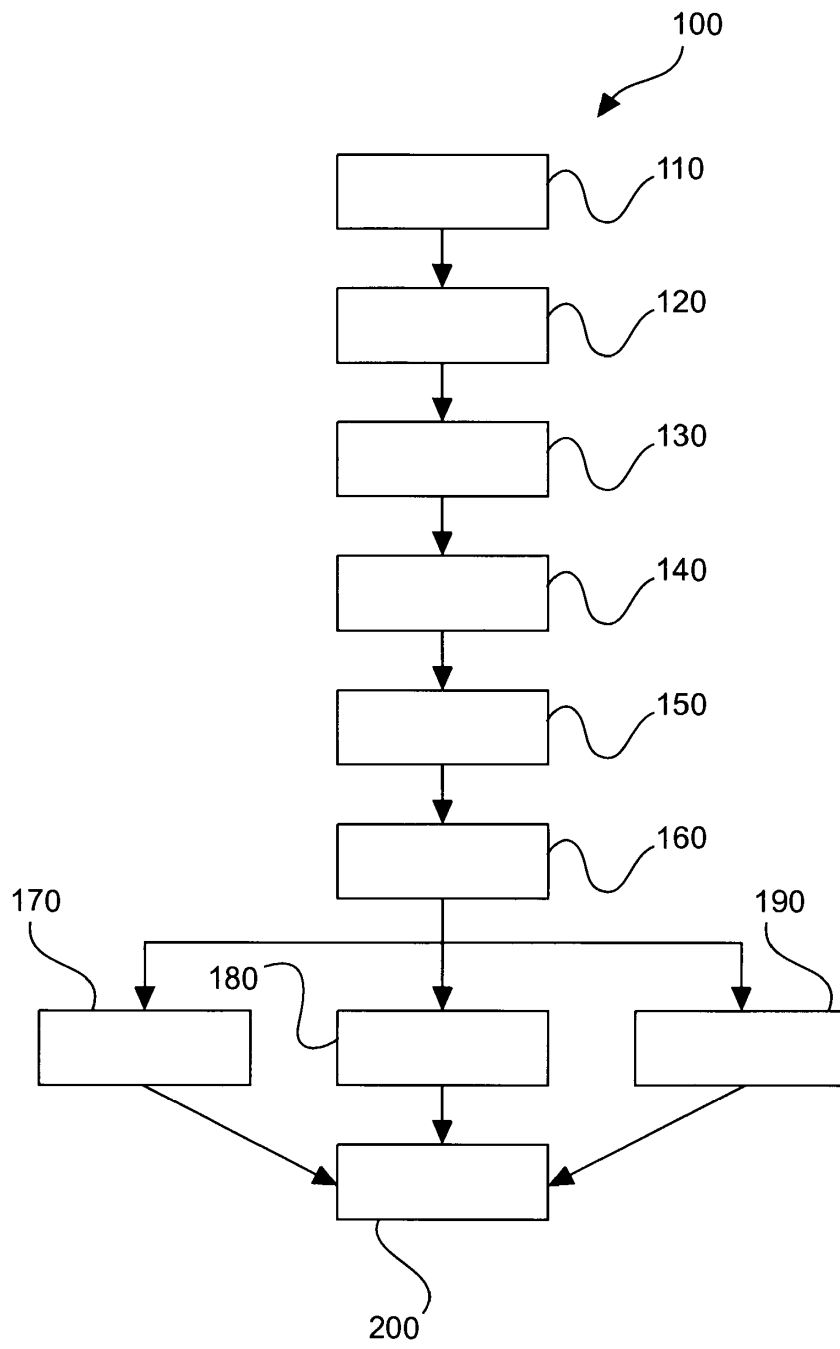


Fig. 9

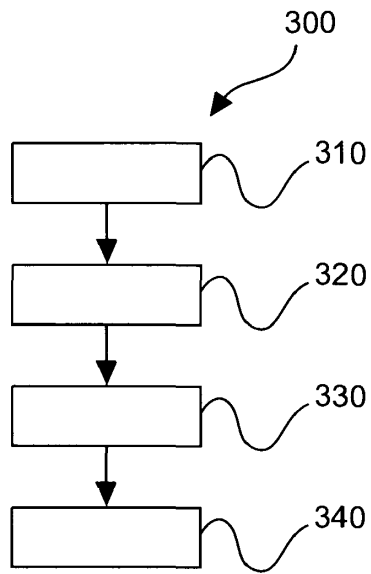


Fig. 10

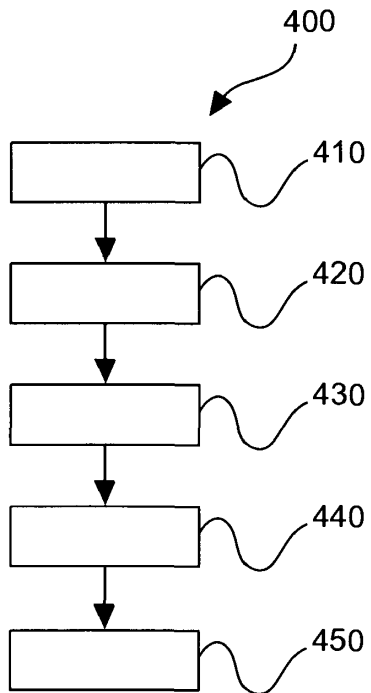


Fig. 11