(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2020 116 660 A1** 2021.12.30

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 116 660.5**
(22) Anmeldetag: **24.06.2020**
(43) Offenlegungstag: **30.12.2021**

(51) Int Cl.: ***G01N 7/10*** (2006.01)
B01D 69/02 (2006.01)
G01L 7/00 (2006.01)
G01M 3/04 (2006.01)
H01J 49/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
Inficon GmbH, 50968 Köln, DE

(72) Erfinder:
Decker, Silvio, Dr., 50968 Köln, DE

(74) Vertreter:
dompatent von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB, 50667 Köln, DE

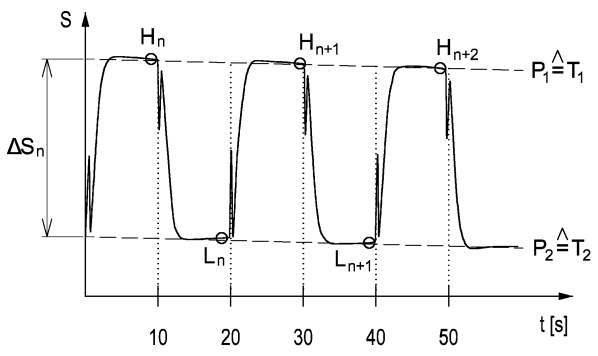
(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur temperaturabhängigen Gasdetektion mit einer gasselektiven Membran**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Gasdetektion mit einer gasselektiven Membran (12), einer Temperaturvorrichtung (14), die dazu ausgebildet ist, die Temperatur der Membran (12) zu verändern, und einem Detektor (20), der dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der Menge des durch die Membran (12) hindurchtretenden Gases ein Messsignal (S) zu erfassen, sind folgende Schritte vorgesehen:
- Verändern der Temperatur der Membran (12) mit der Temperaturvorrichtung (14),
- Erfassen mindestens eines ersten Messwertes (H_n, H_{n+1}, H_{n+2}) mit dem Detektor (20) zu einem Zeitpunkt (t), an dem die Membrantemperatur einen ersten Temperaturwert (T_1) einnimmt,
- Erfassen mindestens eines zweiten Messwertes (L_n, L_{n+1}) mit dem Detektor (20) zu einem Zeitpunkt (t), an dem die Membrantemperatur einen zweiten, von dem ersten verschiedenen Temperaturwert (T_2) einnimmt,
- Bilden der Differenz aus den beiden Messwerten und
- Beurteilen anhand der Differenz, ob ein zu detektierendes Gas vorliegt.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**43 26 265**	**A1**
DE	**10 2005 021 909**	**A1**
DE	**10 2006 026 125**	**A1**
DE	**10 2009 030 180**	**A1**
US	**2005 / 0 142 034**	**A1**
EP	**2 340 427**	**B1**
WO	**2008/ 106 170**	**A1**
WO	**2008/ 106 173**	**A1**

GROßE BLEY, Werner. Industrial vacuum leak detection with intelligent gas leak detectors: Not just a mass spectrometer. Vakuum in Forschung und Praxis, 2006, 18. Jg., Nr. S1 1, S. 24-29.

GROßE BLEY, Werner. Industrielle Vakuumlecksuche mit intelligenten Gas-Leckdetektoren: nicht nur ein Massenspektrometer. Industrial Vacuum Leak Detection with Intelligent Gas Leak Detectors: not only a Mass Spectrometer. Vakuum in Forschung und Praxis, 2004, 16. Jg., Nr. 4, S. 176-182.

JOUSTEN, Karl; ELLEFSON, Robert; GROßE BLEY, Werner. Partial Pressure Vacuum Gauges and Leak Detectors. Handbook of Vacuum Technology, 2016, S. 691 14.4.6.1 Helium Sniffers with Quartz Membrane

MENG, Donghui, et al. New leak element based on graphene oxide membranes. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films, 2018, 36. Jg., Nr. 4, S. 041603.

SPIES, J. Die Lecksuchröhre. KFK 553 VAKUUM-Technik 15. Jhrg. Heft 8 Seiten 185-191 Oktober 1966. https://publikationen.bibliothek.kit.edu/270002006/3809906

WETZIG, D. Heliumpartialdrucksensor statt Massenspektrometer im Helium-Leckdetektor. Vakuum in Forschung und Praxis, 2009, 21. Jg., Nr. 2, S. 8-13.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gasdetektion mit einer gasselektiven Membran, deren Permeabilität für ein bestimmtes Gas temperaturabhängig ist.

[0002] Es ist bekannt, zur Gasdetektion mit derartigen gasselektiven Membranen die Membrantemperatur auf einen Temperaturwert einzustellen, bei dem die Gaspermeabilität der Membran für den zu detektierenden Gastypen maximal ist. Hierzu wird die Membran typischerweise beheizt, wenn die Gaspermeabilität bei einer Temperatur, die größer ist als Zimmertemperatur, maximal ist.

[0003] Die Menge des durch die Membran permeierenden Gases hängt von der Temperatur der Membran und von der Partialdruckdifferenz des Gases stromaufwärts, d.h. vor der Membran, und des Gases stromabwärts, d.h. hinter der Membran, ab. Der Nachweis des zu detektierenden Gases stromabwärts der Membran erfolgt mit Hilfe eines Detektors, bei dem es sich um eine Gasmessvorrichtung, wie z.B. ein Massenspektrometer, oder um eine Druckmessvorrichtung, die den Totaldruck des Gases misst, handeln kann. Eine Totaldruckmessung des Gases ist von Vorteil, wenn die Membran für einen bestimmten Gastypen hochselektiv ist.

[0004] Bei der temperaturabhängigen Gasdetektion mit Hilfe einer gasselektiven Membran wird das Messsignal des Gases von einem Offset-Signal überlagert, das z.B. von der Temperatur oder dem Alter des Gassensors abhängt. Um das Offset-Signal zu ermitteln, kann das Gas stromaufwärts des Sensors durch Evakuierung mit Hilfe von Pumpen entfernt werden, um das Offset-Signal im Vakuum ohne Gas zu messen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gasdetektion mit einer gasselektiven Membran zu schaffen, bei dem der Einfluss des Offset-Signals auf das Messsignal reduziert ist.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren wird definiert durch die Merkmale von Patentanspruch 1.

[0007] Die erfindungsgemäße Gasdetektion erfolgt mit Hilfe einer gasselektiven Membran mit temperaturabhängiger Permeabilität für das zu detektierende Gas. Eine Temperaturvorrichtung ist dazu ausgebildet, die Temperatur der Membran zu verändern. Bei der Temperaturvorrichtung handelt es sich vorzugsweise um eine Heizung. Eine Kühlvorrichtung ist jedoch ebenfalls denkbar, wenn die Permeabilität der Membran bei einer Temperatur, die geringer ist als die Umgebungstemperatur der Membran, maximal ist. Ein Detektor ist dazu vorgesehen und ausgebildet, in Abhängigkeit von der Menge des durch die Membran hindurchtretenden Gases ein Messsignal zu erfassen. Bei dem Detektor kann es sich um eine Gasmessvorrichtung, wie z.B. ein Massenspektrometer, oder um eine Druckmessvorrichtung, wie z.B. um eine Totaldruckmessvorrichtung, handeln.

[0008] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Temperatur der Membran mit der Temperaturvorrichtung verändert, um die Membrantemperatur in zeitlicher Reihenfolge nacheinander auf mindestens zwei verschiedene Werte einzustellen, die ungleich Null sind. Aus dem Messsignal des Detektors wird mindestens ein erster Messwert zu einem ersten Zeitpunkt erfasst, an dem die Membrantemperatur einen ersten Temperaturwert einnimmt. Anschließend wird zu einem zweiten, von dem ersten verschiedenen Zeitpunkt mindestens ein zweiter Messwert des Messsignals erfasst, wobei die Membrantemperatur zu dem zweiten Zeitpunkt einen von dem ersten Temperaturwert verschiedenen zweiten Temperaturwert einnimmt. Aus den beiden erfassten Messwerten wird die Differenz gebildet. Die Beurteilung, ob ein zu detektierendes Gas vorliegt und gemessen wurde, erfolgt anhand des gebildeten Differenzsignals.

[0009] Die Permeabilität der gasselektiven Membran sollte für das zu detektierende Gas bei einer der beiden Membrantemperaturen größer sein als bei der anderen Membrantemperatur. Zum Beispiel kann die Permeabilität bei dem ersten Temperaturwert der Membrantemperatur größer sein als bei dem zweiten Temperaturwert. Vorzugsweise ist die Permeabilität bei dem ersten Temperaturwert maximal.

[0010] Wenn die Permeabilität der Membran bei der zweiten Membrantemperatur geringer ist als bei der ersten Membrantemperatur, ist der Anteil des Offsets in dem zweiten Messwert geringer als in dem ersten Messwert. In dem ersten Messwert ist hingegen derjenige Anteil des Messsignals größer, der aufgrund der erhöhten Permeabilität durch das zu detektierende Gas erzeugt wird. Aufgrund der Differenzbildung wird der Offset-Anteil reduziert.

[0011] Vorzugsweise erfolgt die Veränderung der Membrantemperatur periodisch derart, dass die Membrantemperatur die beiden Temperaturwerte abwechselnd nacheinander in periodisch wiederkehrenden Intervallen einnimmt, wobei die Messwerte zu den jeweiligen Temperaturen in mindestens zwei verschiedenen Intervallen aufgenommen werden. Der erste Messwert wird also in nachfolgenden Intervallen jeweils dann aufgenommen, wenn die Membrantemperatur den ersten Temperaturwert einnimmt. Entsprechend wird der zweite Messwert in aufeinanderfolgenden Intervallen jeweils dann aufgenommen, wenn die Membrantemperatur den zweiten Temperaturwert einnimmt.

[0012] Das Verändern der Membrantemperatur kann in Form einer Regelung zwischen zwei Temperaturwerten ungleich null erfolgen. Die Temperaturregelung kann dadurch erfolgen, dass unter Verwendung einer Temperatur-Messvorrichtung die Membrantemperatur gemessen wird und mithilfe einer Heizvorrichtung die Membran aufgeheizt wird, um die Temperatur der Membran von einem niedrigeren Temperaturwert auf einen höheren Temperaturwert zu regeln.

[0013] Bei der Differenzbildung für die beiden Messwerte nachfolgender Intervalle können jeweils Mittelwerte der Messwerte über nachfolgende Intervalle gebildet und verwendet werden. Beispielsweise kann die Differenz aus dem Mittelwert der ersten Messwerte mindestens zwei verschiedener Intervalle und dem zwischen diesen beiden ersten Messwerten liegenden zweiten Messwerten gebildet werden. Alternativ kann die Differenz auch aus dem Mittelwert der zweiten Messwerte mindestens zwei verschiedener Intervalle und dem zwischen den beiden zweiten Messwerten liegenden ersten Messwert gebildet werden.

[0014] Zum Verändern der Temperatur der Membran kann an der Temperaturvorrichtung ein die Membrantemperatur beeinflussender Parameter eingestellt und verändert werden. Zwischen dem Verändern dieses Parameters und der resultierenden Veränderung der Membrantemperatur von einem Temperaturwert zum nächsten Temperaturwert sollte erst nach einer Zeitdauer von mindestens 2 Sekunden und vorzugsweise nach einer Zeitdauer im Bereich zwischen ca. 5 und 15 Sekunden erfolgen.

[0015] Die Differenz zwischen den verschiedenen Temperaturwerten der Membrantemperatur, die mit Hilfe der Temperaturvorrichtung eingestellt und verändert werden, sollte zwischen ca. 2 K und 10 K und vorzugsweise zwischen ca. 3 K und 6 K betragen. Dies gilt insbesondere für die Differenz zwischen dem ersten Temperaturwert und dem zweiten Temperaturwert. Dabei ist die Temperaturvorrichtung vorzugsweise als Heizung ausgebildet, wobei mindestens der erste Temperaturwert der Membrantemperatur größer ist als die Temperatur der Umgebung der Membran. Vor dem Einstellen eines nachfolgenden, neuen Temperaturwerts der Membrantemperatur kann die Heizung für wenige Sekunden ausgeschaltet werden, wobei der eingestellte erste Temperaturwert und der eingestellte zweite Temperaturwert der Membrantemperatur jeweils über der Umgebungstemperatur der Membran liegen. Die Messwerte des Messsignals werden vorteilhafterweise in jedem betroffenen Intervall erst nach einigen Sekunden, vorzugsweise nach etwa 2 bis 5 Sekunden erfasst, nachdem an der Temperaturvorrichtung einer neuer Temperaturwert eingestellt bzw. der die Membrantemperatur beeinflussende Parameter verändert wurde.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise keine Pumpe verwendet, um eine Druckdifferenz zwischen dem Druck des Gases stromaufwärts der Membran und dem Druck des Gases stromabwärts der Membran zu erzeugen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere zur Detektion eines Gases in einem Raum eines Gebäudes verwendet werden.

[0017] Im Folgenden wird anhand der Figuren ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Gasdetektors,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Messsignals und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Temperatur- und Steuervorrichtungen gemäß **Fig. 1**.

[0018] In **Fig. 1** ist schematisch die Gasdetektionsvorrichtung **10** mit einer gasselektiven Membran **12** mit temperaturabhängiger Permeabilität dargestellt. Die Membran **12** wird von einer Temperaturvorrichtung **14** in Form einer Heizung mit auf der Membran **12** angeordneten Heizelementen beheizt. Über eine Steuervorrichtung **16** wird die Heizung gesteuert. Die Steuervorrichtung **16** ist Teil der Temperaturvorrichtung **14**. Über die Steuervorrichtung **16** werden Parameter eingegeben, die die Leistung der Heizung und damit die Heizwirkung auf die Membran **12** beeinflussen. Dadurch kann über die Steuervorrichtung **16** ein Parameter verändert werden, der die Heizung **14** beeinflusst und die Temperatur der Membran **12** verändert. Die Heizung **14** ist derart an der Membran **12** angebracht, dass Gas aus Richtung des Pfeils **18** in **Fig. 1** durch die Heizung **14** und durch die Membran **12** hindurch gelangen kann. In Bezug auf die Strömungsrichtung gemäß dem Pfeil **18** in **Fig. 1** ist stromabwärts, d.h. hinter der Membran **12** ein Detektor **20** in Form einer Druckmessvorrichtung angeordnet. Durch die Membran **12** permeierendes Gas gelangt in den Detektor und erhöht dort den gemessenen Druck. Alternativ kann es sich bei dem Detektor **20** auch um einen Gasdetektor, z.B. in Form eines Massenspektrometers, handeln.

[0019] In **Fig. 3** ist erkennbar, dass die Temperaturvorrichtung **14** einen Temperatursensor **14a** zum Messen der Membrantemperatur und eine Membranheizung **14b** zum Heizen der Membran **12** aufweist und dass die Steuervorrichtung **16** eine Temperaturvorgabe-Einrichtung **16a** zum Eingeben der über die Membranheizung **14b** einzustellenden Membrantemperatur und eine Regellogik **16b** aufweist, die in Abhängigkeit von der mit dem Temperatursensor **14a** gemessenen Membrantemperatur und der über die Temperaturvorgabe-Einrichtung **16a** vorgegebenen Membrantemperatur die Heizleistung der Membranheizung **14b** regelt.

[0020] Der Detektor **20** ist mit einer Auswerteeinheit **22** verbunden, die das Messsignal des Detektors **20** aufnimmt und auswertet. Mit Hilfe der Auswertevorrichtung **22** werden die Messwerte des von dem Detektor **20** generierten Messsignals erfasst und die erfindungsgemäße Differenzbildung von Messwerten ausgeführt.

[0021] In **Fig. 2** ist das Messsignal S des Detektors **20** über der Zeit t in Sekunden aufgetragen. Zum Zeitpunkt t = 0 wird über die Steuervorrichtung **16** die Heizung **14** aktiviert und ein erster Parameter P_1 vorgegeben, der dazu führt, dass die Heizung **14** die Membran **12** auf eine erste Membrantemperatur T_1 aufheizt, die größer ist als die Zimmertemperatur in der Umgebung der Gasdetektionsvorrichtung **10**. Beispielsweise kann die Temperatur T_1 80 °C betragen. Bei der Temperatur T_1 handelt es sich um die Temperatur, bei der die Membran **12** eine vergleichsweise hohe Durchlässigkeit für das zu detektierende Gas, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel Helium, aufweist.

[0022] Infolgedessen steigt das Messsignal S, beispielsweise in Form eines elektrischen Messstromes, wie in **Fig. 2** dargestellt, auf einen Maximalwert an, der zu einem Zeitpunkt t von ungefähr 10 Sekunden als erster Messwert H_n gemessen wird. Anschließend wird über die Steuervorrichtung **16** der Parameter der Heizvorrichtung **14** von P_1 zu P_2 verändert, was zur Folge hat, dass die Membrantemperatur von dem Wert T_1 auf den Wert T_2 abfällt. Die zweite Membrantemperatur T_2 ist geringer als die erste Membrantemperatur T_1 und liegt dennoch oberhalb der Zimmertemperatur in der Umgebung der Gasdetektionsvorrichtung **10**. Insbesondere ist die zweite Membrantemperatur T_2 eine Temperatur, bei der die Permeabilität der Membran **12** für das zu detektierende Gas geringer ist als bei T_1.

[0023] Daher fällt das Messsignal S von seinem lokalen Maximum aufgrund der Temperatur T_1 auf ein lokales Minimum aufgrund der Temperatur T_2 und wird zu einem Zeitpunkt t von ungefähr 20 Sekunden als zweiter Messwert L_n gemessen. Anschließend wird über die Steuervorrichtung **16** der Parameter von P_2 wieder zu P_1 geändert und damit ein weiterer Zyklus der periodischen Wiederholung der Temperaturveränderung begonnen. Das resultierende erste Intervall wird in **Fig. 2** als n bezeichnet und erstreckt sich von 0 bis zu einem Zeitpunkt t von 20 Sekunden. Zum Zeitpunkt t von 20 Sekunden beginnt dann das nachfolgende Intervall n+1 der periodischen Wiederholung der Temperaturumschaltung. Das Verändern des Parameters der Steuervorrichtung **16** von P_2 zu P_1 resultiert in einem Anstieg der Membrantemperatur hin zu der ersten Membrantemperatur T_1. Zu einem Zeitpunkt von ungefähr 30 Sekunden wird dann der erste Messwert des zweiten Intervalls n+1 als H_{n+1} gemessen, bevor der Parameter wieder zu P_2 verändert und infolgedessen die Membrantemperatur auf T_2 abgesenkt wird. Das resultierende Messsignal wird als zweiter Messwert L_{n+1} des zweiten Intervalls n+1 gemessen. Das zweite Intervall endet dann bei 40 Sekunden und das dritte Intervall n+2 beginnt.

Eine lineare Drift des Offsets des Messsignals kann wie folgt eliminiert werden:

[0024] Die ersten Messwerte H_n, H_{n+1}, H_{n+2} usw. und die zweiten Messwerte L_n, L_{n+1} usw. der jeweiligen Intervalle n, n+1, n+2 usw. werden von der Auswertevorrichtung **22** erfasst. Die Auswertevorrichtung **22** bildet eine Differenz aus dem ersten Messwert und dem zweiten Messwert, wobei bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus den ersten Messwerten H_n, H_{n+1} nachfolgender Intervalle n, n+1 der Mittelwert als $(H_n + H_{n+1})/2$ gebildet wird und von diesem Mittelwert der zwischen den beiden ersten Messwerten H_n, H_{n+1} aufgenommene zweite Messwert L_n subtrahiert wird. Daraus ergibt sich das Differenzsignal ΔS_n eines Intervalls n, wobei n eine natürliche Zahl größer als 0 ist, als: $\Delta S_n = (H_n + H_{n+1})/2 - L_n$.

[0025] Alternativ ist auch denkbar, dass die Mittelwertbildung aus den zweiten Messwerten L_n, L_{n+1} zweier aufeinanderfolgender Intervalle n, n+1 als $(L_n + L_{n+1})/2$ erfolgen kann, wobei der erste Messwert für die Differenzbildung als derjenige erste Messwert H_{n+1} genommen wird, der zwischen den beiden zweiten Messwerten L_n, L_{n+1} erfasst wurde. Dabei resultiert als Signaldifferenz

$$\Delta S_n = H_{n+1} - \left(L_n + L_{n+1}\right)/2.$$

Grundsätzlich ist auch denkbar, dass die Mittelwerte sowohl des ersten als auch des zweiten Messwertes gebildet werden können, wobei die Bildung der Mittelwerte auch jeweils über zwei oder mehr Intervalle erfolgen kann.

[0026] Der zweite Messwert L_n, L_{n+1} wird in jedem Intervall zu einem Zeitpunkt aufgenommen, zu dem die Membrantemperatur auf die zweite Temperatur T_2 eingestellt wurde und dadurch die Permeabilität der Membran **12** minimal ist. Damit entspricht der zweite Messwert L_n, L_{n+1} jeweils ungefähr dem Offset-Signal, welches nicht aus einem durch die Membran **12** hindurch gelangten Gas resultiert.

[0027] Die Auswerteeinheit **22** nimmt eine Beurteilung, ob das Messsignal S aus einem zu detektierenden Gas resultiert und in welcher Menge dieses Gas vorliegt, anhand des Differenzsignals ΔS_n vor, weil der Einfluss des Offset-Signals auf das Differenzsignal reduziert ist.

[0028] Die Regelung der Membrantemperatur über die Steuervorrichtung **16** und die Heizung **14** erfolgt,

indem zunächst die Membrantemperatur mithilfe einer in den Figuren nicht dargestellten Messvorrichtung gemessen wird. In Abhängigkeit von dem Temperatur-Messergebnis veranlasst die Steuervorrichtung **16** ein Aufheizen der Membran **12** mithilfe der Heizung **14**, bis der höhere, gewünschte Temperaturwert erreicht ist.

[0029] Die Erfindung basiert somit auf dem Prinzip eines periodischen Änderns der Membrantemperatur, um das Offset-Signal von einem aus einem detektierten Gas resultierenden Nutzsignal zu unterscheiden. Dadurch wird die Menge an Gas, die bei vorgegebener Partialdruckdifferenz der Gasdrücke vor und hinter der Membran durch die Membran hindurchgelangt, periodisch verändert. Die Signaldifferenz im Messsignal zwischen zwei Temperaturniveaus T_1, T_2 ist dabei proportional zur Partialdruckdifferenz und unabhängig von dem Sensor-Offset. Wird die Signaldifferenz gemessen und das System daraufhin kalibriert, wird das gesuchte Nutzsignal unabhängig von dem störenden Offset-Signal des Sensors erhalten.

[0030] Die Differenz zwischen den beiden Temperaturniveaus T_1, T_2 beträgt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel lediglich 5 K. Der Signalhub Δ S zwischen den beiden Temperaturniveaus kann aus der Mittelung zweier benachbarter Signale hoher Temperatur, $H_n + H_{n+1}$, und dem dazwischenliegenden Signal des niedrigeren Temperaturniveaus L_n gewonnen werden. Prinzipiell ist es auch möglich, das Signal aus der Mittelung zweier niedriger Niveaus und dem dazwischenliegenden mittleren hohen Niveau zu gewinnen. Auf diese Weise wird auch eine lineare Drift des Untergrundes kompensiert. Die Drift ist in **Fig. 2** als negative Steigung der von links nach rechts abfallenden gestrichelten Linien der Signalamplituden erkennbar.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise zur Raumluftüberwachung eingesetzt. Dabei muss der Sensor nicht zwingend schnell reagieren. Eine aktive Förderung von Luft ist ebenfalls nicht zwingend erforderlich.

[0032] Die Membrantemperatur T_1, T_2 wird variiert, um die Permeabilität der Membran **12** und damit die Sensorempfindlichkeit der Gasdetektionsvorrichtung **10** zu verändern. Diese Änderung der Empfindlichkeit geht mit einer Änderung des Messsignals S, vorliegend eine Stromänderung, einher, die proportional zum Partialdruck des zu detektierenden Gases (Helium) ist. Die Variation der Membrantemperatur wird durch Veränderung des Parameters P_1, P_2 erreicht. Die Parameter werden dabei auf möglichst niedrige Werte eingestellt, um bei atmosphärischem Druck einen möglichst kleinen dauerhaften Sensorstrom (Messsignal S) zu erzeugen, um die Lebensdauer des Sensors nicht unnötig zu reduzieren. Die Änderung des Parameters P_1, P_2 erfolgt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** alle 10 Sekunden, wobei zwischen den Parametern P_1 und P_2 hin und her geschaltet wird. Nach Verändern des Parameters wird ca. 8 Sekunden bis zur Messung des jeweiligen Messwertes H_n, L_n gewartet, um die für die Heizungsregelung erforderliche Zeitdauer abzuwarten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gasdetektion mit einer gasselektiven Membran (12), einer Temperaturvorrichtung (14), die dazu ausgebildet ist, die Temperatur der Membran (12) zu verändern, und einem Detektor (20), der dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der Menge des durch die Membran (12) hindurchtretenden Gases ein Messsignal zu erfassen, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
- Verändern der Temperatur der Membran (12) mit der Temperaturvorrichtung (14),
- Erfassen mindestens eines ersten Messwertes (H_n, H_{n+1}, H_{n+2}) mit dem Detektor (20) zu einem Zeitpunkt (t), an dem die Membrantemperatur einen ersten Temperaturwert (T_1) einnimmt,
- Erfassen mindestens eines zweiten Messwertes (L_n, L_{n+1}) mit dem Detektor (20) zu einem Zeitpunkt (t), an dem die Membrantemperatur einen zweiten, von dem ersten verschiedenen Temperaturwert (T_2) einnimmt,
- Bilden der Differenz aus den beiden Messwerten und
- Beurteilen anhand der Differenz, ob ein zu detektierendes Gas vorliegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Veränderung der Membrantemperatur periodisch derart erfolgt, dass die Membrantemperatur die beiden Temperaturwerte (T_1, T_2) abwechselnd in periodisch wiederkehrenden Intervallen (n, n+1) einnimmt, wobei die Messwerte (H_n, L_n, H_{n+1}, H_{n+1}, L_{n+1}) zu den jeweiligen Temperaturen während mindestens zweier verschiedener Intervalle (n, n+1) aufgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Differenz aus dem Mittelwert der ersten Messwerte (H_n, H_{n+1}) mindestens zweier verschiedener Intervalle (n, n+1) und dem zwischen den beiden ersten Messwerten (H_n, H_{n+1}) liegenden zweiten Messwert (L_n) gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Differenz aus dem Mittelwert der zweiten Messwerte (L_n, L_{n+1}) mindestens zweier verschiedener Intervalle (n, n+1) und dem zwischen den beiden zweiten Messwerten (L_n, L_{n+1}) liegenden ersten Messwert (H_{n+1}) gebildet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verändern der Temperatur durch Messen und Regeln

der Temperatur erfolgt, wobei die Regelung der Temperatur zwischen zwei Temperaturwerten (T_1, T_2) erfolgt, die größer als Null sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verändern der Temperatur von einem Temperaturwert (T_1) zum nächsten Temperaturwert (T_2) nach mindestens 2 Sekunden und vorzugsweise nach ca. mindestens 5-15 Sekunden erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Differenz zwischen den eingestellten Temperaturwerten (T_1, T_2) der Membrantemperatur zwischen ca. 2-10 K und vorzugsweise etwa 3-6 K beträgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messwerte des Messsignals (S) in jedem Intervall erst nach mindestens ca. 2-5 Sekunden erfasst werden, nachdem ein neuer Temperaturwert für die Temperaturvorrichtung (14) eingestellt wurde.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperaturvorrichtung (14) eine Heizung ist, wobei mindestens der erste Temperaturwert (T_1) der Membrantemperatur größer ist als die Temperatur der Umgebung der Membran (12).

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Einstellen eines neuen Temperaturwertes der Membrantemperatur die Heizung (14) ausgeschaltet wird, wobei der erste Temperaturwert (T_1) und der zweite Temperaturwert (T_2) jeweils über der Umgebungstemperatur liegen.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass keine Pumpe zum Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen den Drücken des Gases stromaufwärts der Membran (12) und des Gases stromabwärts der Membran (12) verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren zur Detektion eines Gases in einem Raum eines Gebäudes verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Detektor (20) eine Gasmessvorrichtung oder eine Druckmessvorrichtung ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

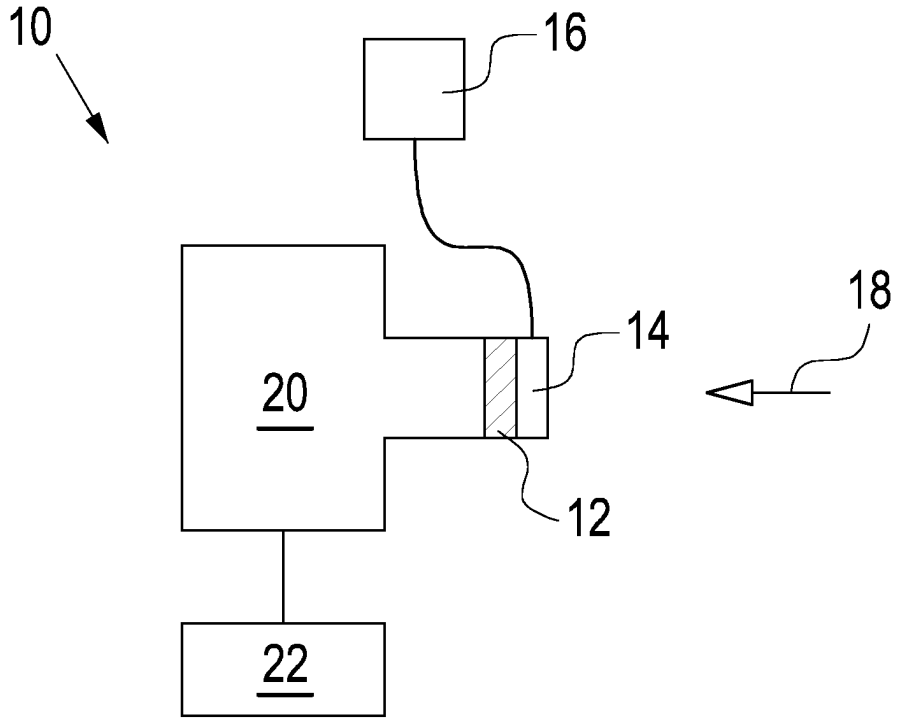


Fig. 1

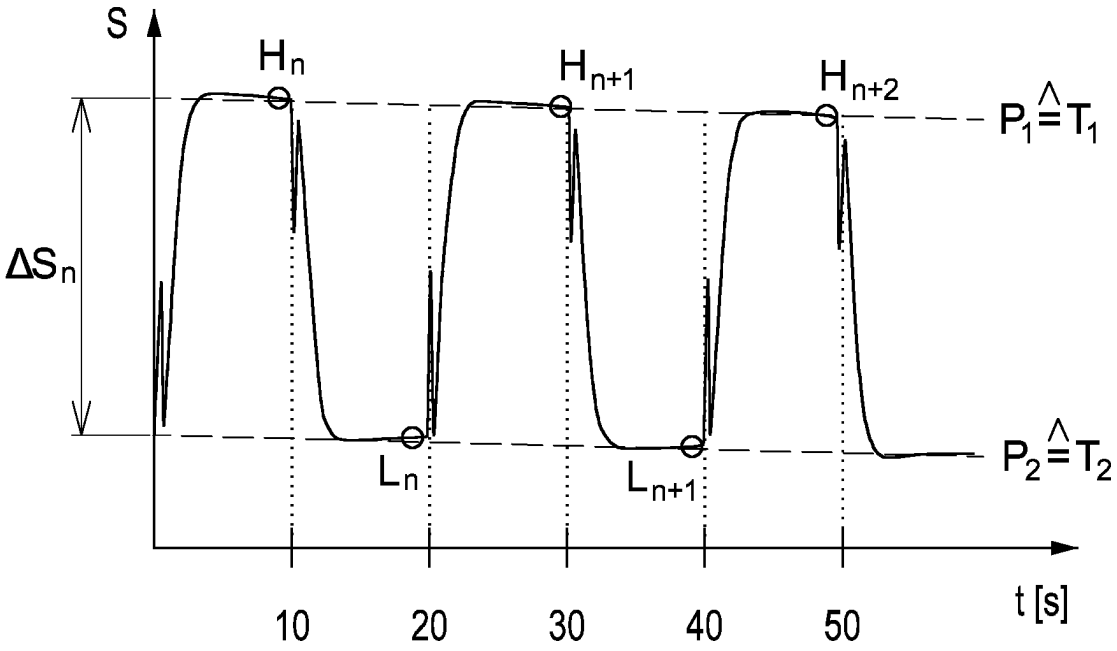


Fig. 2

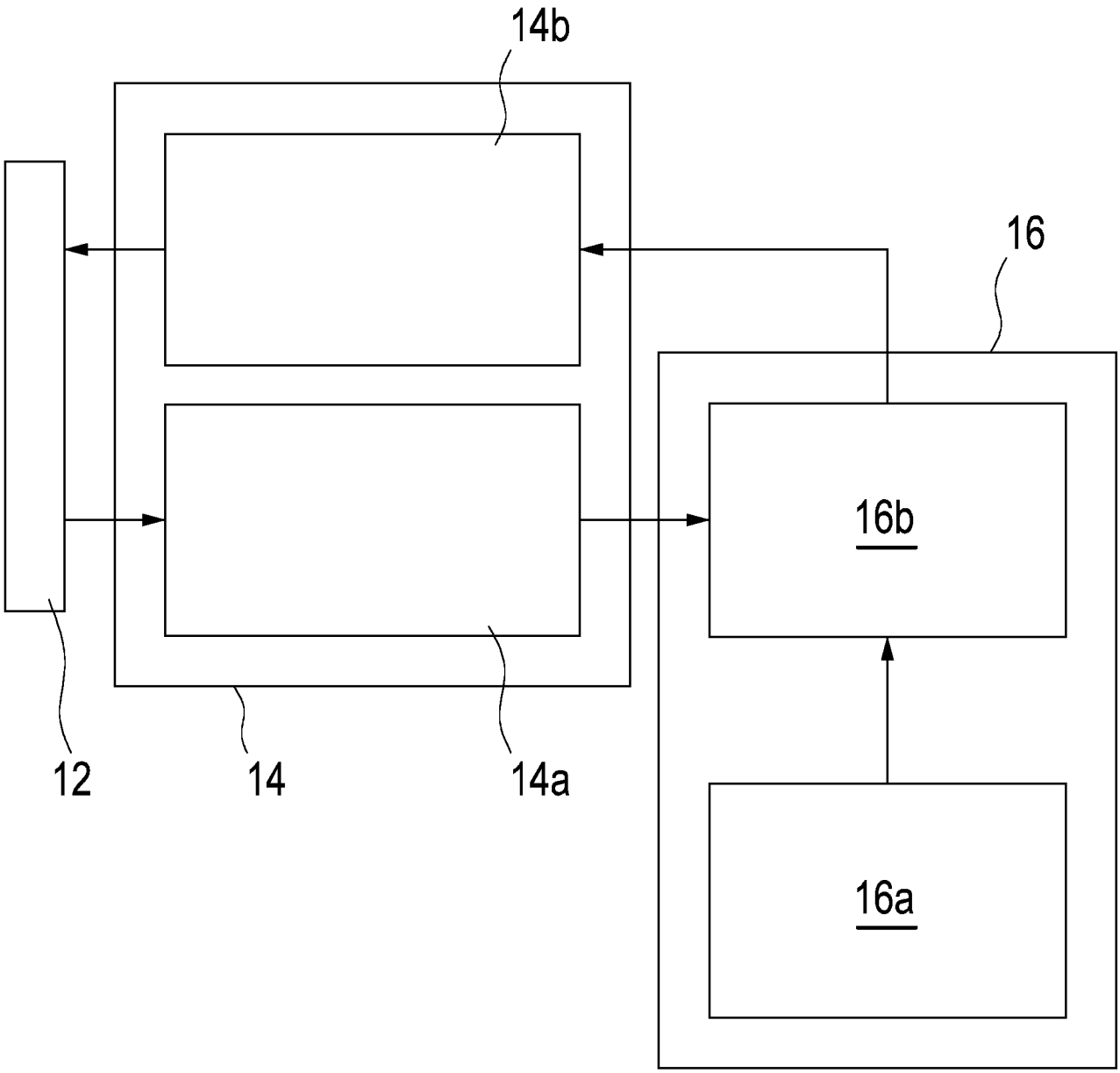


Fig. 3

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.