



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 247 743 A1

4(51) G 01 N 21/61

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 287 496 4

(22) 03.03.86

(44) 15.07.87

(71) VEB Junkalor Dessau, 4500 Dessau, Altener Straße 43, DD

(72) Gärtner, Norbert, Dr.-Ing. Dipl.-Math.; Nowosielski, Ingbert, Dipl.-Phys.; Kolberg, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

(54) Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator

(57) Die Erfindung betrifft einen nichtdispersiven Infrarot-Gasanalysator, der zur Messung eines gasförmigen Bestandteils in einem Gemisch auf der Grundlage der Absorption infraroter Strahlung dient. Aufgabe der Erfindung ist es, die ungenutzten Absorptionswege bei einem derartigen Analysator zu minimieren unter Beibehaltung der Vorteile konventioneller Analysatoren im Nullpunktverhalten. Die Lösung der Aufgabe wird darin gesehen, daß bei unterschiedlich langer Ausführung der Absorptionskammern das Verhältnis der Oberflächen dieser Kammern dem Verhältnis der Absorption innerhalb der Kammern, bei Abwesenheit der Meßkomponente, angepaßt wird. Fig. 1

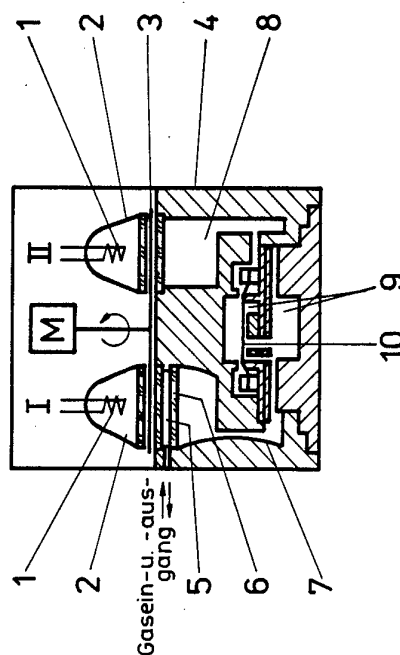


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator, welcher im wesentlichen besteht aus zwei Strahlungsquellen, wobei die von den Strahlungsquellen ausgehende Strahlung durch eine Modulationseinrichtung periodisch unterbrochen wird, einer mit dem zu untersuchenden Gemisch gefüllten Küvette und einem meßgassensibilisierten opto-pneumatischen Detektor mit unterschiedlich langen Absorptionskammern, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Strahlenweg I, in dem sich die mit dem zu untersuchenden Gemisch gefüllte Küvette (5) befindet, die Absorptionskammer (7) des maßgassensibilisierten opto-pneumatischen Detektors (9, 10) eine solche geometrische Ausbildung besitzt, daß das Verhältnis der Oberflächen der Absorptionskammern (7, 8) dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten innerhalb der Absorptionskammern (7, 8) entspricht.
2. Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Absorptionskammer (7) im Strahlenweg I als Kegelstumpf ausgebildet ist und die Absorptionskammer (8) im Strahlenweg II als Zylinder ausgebildet ist.
3. Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Absorptionskammer (7) im Strahlenweg I einen ellipsenförmigen Querschnitt aufweist und die Absorptionskammer (8) im Strahlenweg II als Zylinder ausgebildet ist.
4. Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator nach Punkt 1, 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der von der Erzeugenden des Kegelstumpfes und dem Zylinderboden eingeschlossene Winkel zwischen 95° und 120° beträgt.
5. Nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator nach Punkt 1, 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Durchmesser des Reflektorfensters (2) mit der kleinen Achse des elliptischen Empfängerquerschnitts übereinstimmt und in Strahlungsrichtung gesehen sich in den Punkten berühren, in denen die rotierende Blende (3) in den Strahlengang ein- bzw. austritt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen nichtdispersiven Infrarot-Gasanalysator, welcher zur Messung eines gasförmigen Bestandteils in einem Gemisch auf Grundlage der Absorption infraroter Strahlung dient.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für die Messung eines gasförmigen Bestandteils in einem Gemisch auf Grundlage der Absorption infraroter Strahlung ist eine Reihe von nichtdispersiven Analysengeräten bekannt.

Die meisten von ihnen arbeiten mit symmetrisch aufgebauten Strahlungsdetektoren, in denen die Infrarotstrahlung durch ein fest eingeschlossenes Volumen der zu messenden Komponente des Gemisches durch einen opto-pneumatischen Membrankondensator oder einen Strömungsfühler nachgewiesen wird (DE-AS 2325502 und DE-AS 1773177). Diese Geräte arbeiten stets mit symmetrischen Küvetten, das heißt es werden Meß- und Vergleichsküvetten eingesetzt. Das führt zu relativ großen toten Strahlungswegen, die eine Signalverminderung durch diffuse Reflexion oder Signalverfälschung durch infrarotaktive Störstoffe verursachen. Weiterhin sind Geräte bekannt geworden, die mit breitbandigen Festkörperdetektoren und optischen Filtern zur Sensibilisierung der zu messenden Komponente arbeiten (DD-PS 110562).

Diese Geräte weisen auf Grund des ihnen zugrunde liegenden Prinzips ebenfalls große tote Absorptionswege auf, die üblicherweise größer als bei meßgassensibilisierten Detektoren sind.

In der DD-PS 219585 ist ein nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator beschrieben, bei dem bei unterschiedlich langer Ausführung der Absorptionskammern eines meßgassensibilisierten opto-pneumatischen Detektors unter Verzicht auf eine Vergleichsküvette die Meßküvette mit in den Detektorblock integriert wird. Bei der zylindersymmetrischen Ausführung ist die Nullpunkteinstellung problematisch.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein nichtdispersiver Infrarot-Analysator, der die Vorteile eines meßgassensibilisierten Detektors mit integrierter Küvette mit den Vorteilen konventioneller meßgassensibilisierter Detektoren (Signal Null bei Abwesenheit der Meßkomponente) vereint.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen nichtdispersiven Infrarot-Analysator zu schaffen, bei dem das Nullpunktverhalten verbessert wird unter Beibehaltung der Vorteile des meßgassensibilisierten Detektors mit integrierter Küvette.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem nichtdispersiven Infrarot-Gasanalysator gemäß Oberbegriff des Erfindungsanspruches die Absorptionskammer im Strahlenweg, in der sich die mit dem zu untersuchenden Gemisch gefüllte Küvette befindet, gegenüber der zweiten Absorptionskammer eine solche geometrische Ausbildung besitzt, daß das Verhältnis der Oberflächen der Absorptionskammern dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten innerhalb der Absorptionskammer entspricht.

Die Absorptionskammer im Strahlenweg I ist als Kegelstumpf ausgebildet oder weist einen ellipsenförmigen Querschnitt auf, wobei die Absorptionskammer im Strahlenweg II als Zylinder ausgebildet ist. Dabei wird der von der Erzeugenden des Kegelstumpfes und dem Zylinderboden eingeschlossene Winkel zwischen 95° und 120° gewählt.

Vorteilhaft dabei ist, wenn der Durchmesser des Reflektorfensters mit der kleinen Achse des elliptischen Empfängerquerschnitts übereinstimmt und in Strahlungsrichtung gesehen sich in den Punkten berühren, in denen die rotierende Blende in den Strahlengang ein- bzw. austritt.

Somit wird bei Abwesenheit der Meßkomponente erreicht, daß die größere Wärmemenge, die in die längere Absorptionskammer eingestrahlt wird, aufgrund der geometrischen Unsymmetrie der Absorptionskammern im gleichen Maß abgeführt wird, wie bei der zweiten Absorptionskammer. Damit entspricht der Konzentration Null das Signal Null. Die von der ungleichen Länge der Absorptionskammern herrührende Nichtlinearität im natürlichen Abbildungssignal wirkt der durch die Meßkomponente verursachten Nichtlinearität entgegen und schwächt diese ab. Die elektronische Signalverarbeitung ist nicht Gegenstand der Erfindung.

Ausführungsbeispiel

Im folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel mit Hilfe der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Einen erfindungsgemäß aufgebauten nichtdispersiven Infrarot-Gasanalysator, schematisch dargestellt.

Fig. 2: Eine weitere Variante des Infrarot-Gasanalysators mit gegenüber Fig. 1 vertauschter Meß- und Vergleichsseite, stark vereinfacht dargestellt.

Gemäß Fig. 1 wird die von den Strahlungsquellen 1 mit Reflektoren 2 ausgehende parallele Infrarotstrahlung von einer rotierenden Blende 3 periodisch unterbrochen. Dadurch gelangt die Strahlung als Wechselstrahlung ausgebildet in den Detektorblock 4. Das Strahlenbündel I gelangt zunächst in die mit dem zu messenden Gas gefüllte Küvette 5 und über ein infrarotdurchlässiges Fenster 6 in die kürzere Absorptionskammer 7. Das Strahlenbündel II gelangt direkt in die längere Absorptionskammer 8. Eine Differenzdruckmeßeinrichtung 9, 10 (Detektor) ist den Kammern 7, 8 nachgeschaltet. Die durch den Membrankondensator 10 des Detektors in ein elektrisches Signal umgewandelten Differenzdruckschwankungen sind ein Maß für die Konzentration der zu messenden Komponente im zu untersuchenden Gemisch der Küvette 5. Die elektrische Weiterverarbeitung des Signals erfolgt über einen Verstärker 11, wobei am Anzeigeelement das konzentrationsproportionale Signal abgebildet wird.

Die Analyse des Frequenzganges ergibt, daß das Übertragungsverhalten als Hintereinanderschaltung eines PDT₂-Gliedes mit der Parallelschaltung zweier PDT₂-Glieder interpretierbar ist. Aus der sich daraus ergebenden Ersatzübertragungsfunktion vom PD₃T₆-Typ ist bei Identität der Strömungskanäle (die konstruktiv stets erreichbar ist) die Abgleichbedingung

$$\frac{da_{vg}}{da_{me}} = \frac{A_{ki\,vg}}{A_{ki\,me}} \quad (1)$$

$$1 + \frac{c\,s}{a} \frac{V_{ki\,vg}}{A_{ki\,vg}} p = 1 + \frac{c\,s}{a} \frac{V_{ki\,me}}{A_{ki\,me}} p$$

bei Nichtanwesenheit der Meßkomponente in der Küvette 5 ableitbar.

$$\frac{da_{vg}}{da_{me}} = \frac{A_{ki\,vg}}{A_{ki\,me}} \quad (2)$$

In den Formeln bedeuten:

- c — volumenspezifische Wärme
- s — Dichte
- a — Wärmeübergangszahl
- a_a — Absorptionskoeffizient
- A_{ki} — Oberfläche der Absorptionskammer (7, 8)
- V_{ki} — Volumen der Absorptionskammer (7, 8)
- me — Index der Meßseite
- vg — Index der Vergleichsseite
- p — komplexe Variable (Laplace-Transformation)

Bei zylindersymmetrischen Geometrien der beiden Absorptionskammern sind diese Abgleichbedingungen nicht erfüllbar, was im LAMBERT-BEER'schen Gesetz begründet ist. Durch die in Fig. 1 dargestellte kegelstumpfförmige Absorptionskammer 7 sinkt A_{ki,me} und das Verhältnis der Kammeroberflächen steigt. Dadurch ist durch Wahl der Erzeugenden des Kegelstumpfes und den Zylinderboden, wobei der eingeschlossene Winkel zwischen 95° und 120° beträgt, die Abgleichbedingung erfüllbar. Somit wird der Konzentration „0“ das Signal „0“ zugeordnet.

In Fig. 2 wird eine Variante des erfindungsgemäßen Infrarot-Gasanalysators gemäß Fig. 1 aufgezeigt, der sich durch eine vertauschte Geometrie der Meß- und Vergleichsseite auszeichnet. Hier ist zur Erfüllung von (2) ein elliptischer Querschnitt der Kammer 8 erforderlich, da in diesem Fall A_{ki,me} vergrößert werden muß. Hierbei stimmen die kleine Achse der Ellipse mit dem Durchmesser des Reflektorfensters überein.

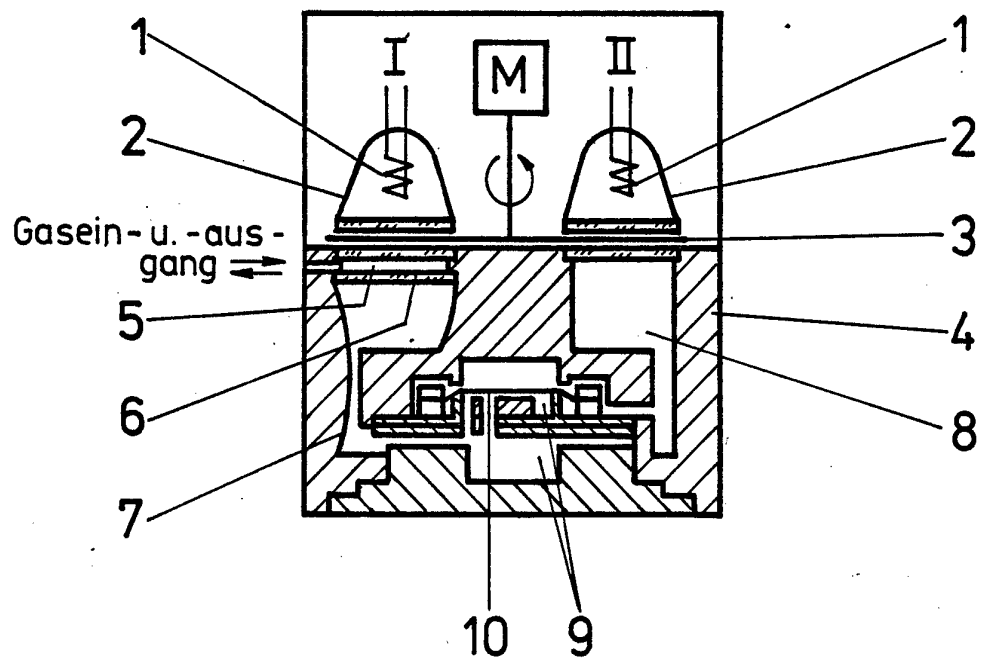


Fig. 1

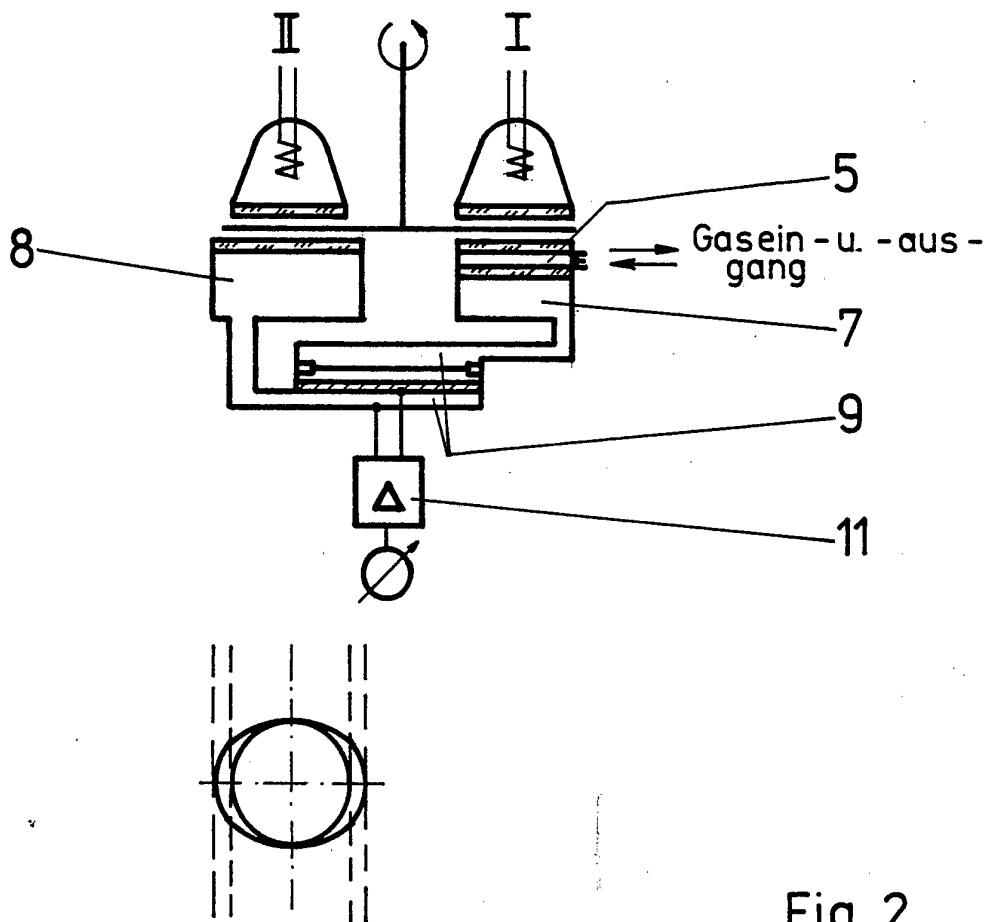


Fig. 2