



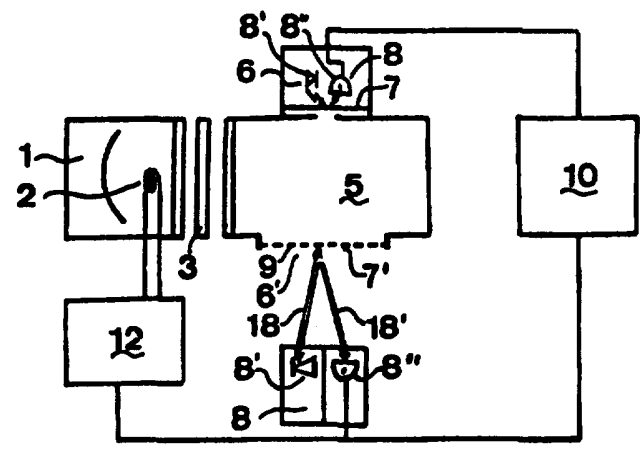
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01N 21/17</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/02820</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Februar 1996 (01.02.96)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH95/00138</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Juni 1995 (20.06.95)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 2245/94-9 14. Juli 1994 (14.07.94) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ARITRON INSTRUMENTE AG [CH/CH]; Aeschstrasse 1, CH-8127 Forch (CH).</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: OEHLER, Oscar [CH/CH]; Streulistrasse 24, CH-8032 Zürich (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BACHMANN, Philipp [CH/CH]; Dornacher 16, CH-8127 Forch (CH). BÖGLI, Urs [CH/CH]; Steihus, CH-8132 Egg (CH).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: ARITRON INSTRUMENTE AG; Aeschstrasse 1, CH-8127 Forch (CH).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>	

(54) Title: PHOTOACOUSTIC GAS DETECTOR WITH OPTICAL INFRASONIC MICROPHONE

(54) Bezeichnung: PHOTOAKUSTISCHER GASDETEKTOR MIT OPTISCHEM INFRASCHALLMIKROPHON

(57) Abstract

The invention relates to a process and device for the photoacoustic detection of gases or components of a gas mixture. Its features are that the photoacoustic gas detector (5) is acoustically connected to at least one infrasonic microphone (6, 6'), in which the microphone diaphragms (7, 7') may be operated in acoustic resonance and their deflection measured by means of an optical position sensor (8) consisting of a light source (8') and a light detector (8''). In addition, a gas permeable diaphragm (9) is to be used as the microphone diaphragm so that it acts as a gas exchange device (9) as well as detecting the photoacoustic pressure.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur photoakustischen Detektion von Gasen oder von Komponenten einer Gas Mischung. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass der photoakustische Gasdetektor (5) mit mindestens einem Infrashallmikrophon (6, 6') in akustischer Verbindung steht, wobei die Mikrofonmembrane (7, 7') gegebenenfalls in akustischer Resonanz betrieben wird und deren Auslenkung mittels eines optischen Positionssensors (8), der seinerseits aus einer Lichtquelle (8') und einem Lichtdetektor (8'') besteht, erfasst wird. Weiter ist vorgesehen, als Mikrofonmembrane eine gaspermeable Membrane (7') zu wählen, sodass sie nebst der Erfassung des photoakustischen Druckes gleichzeitig als Gasaustauschvorrichtung (9) dient.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Photoakustischer Gasetektor mit optischem Infrashallmikrophon

Die Erfindung liegt auf den Gebieten der Akustik und der Optik, insbesondere betrifft sie die photoakustische Gasetektion. Es handelt sich um eine Vorrichtung für den selektiven Nachweis von Gasen, wobei zur Messung des akustischen Signals, nicht ein Kondensatormikrophon, sondern ein optisches
5 Infrashallmikrophon verwendet wird.

Die photoakustische Methode zur selektiven Detektion von Gasen ist wohlbekannt. Es sei etwa auf die Arbeit von D. Sourlier und O. Oehler (J. de Phys. suppl. 10, 587 (1983)) hingewiesen. Die Methode erlaubt die selektive
10 und sehr zuverlässige Detektion von Gasen. Vorrichtungen mit hoher Detektionszuverlässigkeit entsprechen einem grossen Bedürfnis. Als Anwendungen kommen beispielsweise die Klimaregelung in geschlossenen Räumen in Frage.

15 Für die Selektivität solcher Sensoren ist das spezifische Absorptionsvermögen, welches die meisten Gase im infraroten Spektralbereich aufweisen, verantwortlich. Der photoakustische Effekt beruht auf der Messung der Druckschwankungen, die in der Gassammelzelle bei der Absorption von intensitätsmodulierter Infrarotstrahlung erzeugt werden. Zur Messung dieser
20 Druckänderungen werden in der Regel Mikrophone verwendet. Bei gebräuchlichen Kondensatormikrophonen ist zur Erfassung der Ladungsver-

schiebung eine Hochspannung von 100 bis 200 V erforderlich. Abgesehen von der Bereitstellung dieser Hochspannung ist erheblicher Aufwand zu deren galvanischen Entkopplung vom Nutzsignal notwendig. Bedeutend anwendungsfreundlicher sind die sog. Elektretmikrophone. Es handelt sich
5 dabei um Kondensatormikrophone, die mit einer elektrisch vorpolarisierten Folie, der sog. Elektret-Folie, versehen sind. Diese Folie, wie auch die Mikrofonmembrane selbst, sind Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüssen unterworfen, was sich auf die Schalldruckmessung und damit auch auf die photoakustische Detektion auswirken kann.

10

Nebst den Kondensatormikrophonen sind die sog. Optophone bekannt. Bei diesen Mikrofonen wird die Membranposition nicht über eine Kapazitätsmessung, sondern über eine optische Distanzmessung erfasst. Es sei in diesem Zusammenhang etwa auf die Arbeit von S.M. Park und G.J. Diebold mit dem Titel "Interferometric microphone for optoacoustic spectroscopy"
15 hingewiesen, die in Rev. Sci. Instruments, 58, 772 (1987) erschienen ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Mikrofon für photoakustische Anwendungen zu schaffen, das es erlaubt, Gase und Dämpfe zuverlässig und mit
20 wenig Aufwand zu detektieren.

Die Aufgabe wird nach dem in den Ansprüchen 1 bis 3 angegebenen Verfahren und der entsprechenden Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 10 gelöst. Verwendet wird ein Infraschallmikrofon, dessen Membrane das Schallsignal mechanisch mittelt, wobei die Grund-Resonanzfrequenz im
25 Infraschallbereich liegt, und gegebenenfalls die Membrane in akustischer Resonanz betrieben wird. Die Auslenkung der Membrane wird vorzugsweise mittels eines optischen Positionssensors gemessen. Weiter ist vorgesehen, als Mikrofonmembrane eine gaspermeable Membrane zu verwenden, wel-

che in ihrer zusätzlicher Funktion als Gasaustauschvorrichtung zum Gasaustausch des Gasdetektors mit der Umgebung dient.

- 5 Optische Mikrophone entsprechen, wie bereits erwähnt worden ist, dem Stand der Technik. Das elektronische Messproblem bei solchen Mikrophenen ist zwar bedeutend besser handhabbar als bei Kondensatormikrophenen. Bei letzteren muss eine sehr kleine Kapazität genau gemessen werden. Wegen der hohen Niederfrequenz-Impedanz des Kondensatormikrophons kann die
- 10 gaskinetisch bedingte Messgrenze bei weitem nicht erreicht werden. Auch bei Verwendung eines optischen Mikrophenen ist die Situation in der Regel nicht viel besser. Der Grund dafür ist vor allem darin zu suchen, dass das optische Mikrophen, das auf einer punktuellen Distanzmessung beruht, im Gegensatz zur kapazitiven Messung nicht die gemittelte Position der Mem-
- 15 brane erfasst.

- Eine Verbesserung der Empfindlichkeit des Mikrophenen kann erreicht werden, wenn die optische Membranpositionsmessung nicht punktuell sondern als Mittelwert über die ganze Mikrophenmembrane erfasst werden könnte.
- 20 Dieses Ziel kann, allerdings unter beträchtlichem Aufwand, beispielsweise mittels einer als Fabry-Perot-Doppelschicht angeordneten Membrananordnung durch eine interferometrische Messung erreicht werden. Eine genaue Beschreibung dieses Verfahrens findet man im bereits zitierten Artikel von S.M. Park und G.J. Diebold.

- 25 Als einfachere Möglichkeit wird von uns vorgeschlagen, die optische Messung zwar punktuell, aber nach einer mechanischen Mittelwertbildung über die ganze Membranfläche vorzunehmen. Das bedeutet, dass die Membrane als weitgehend starre Einheit das Drucksignal in eine mechanische Bewe-

gung umsetzt und damit eine niedrige Grund-Resonanzfrequenz aufweist. Erreichbar ist dieses Ziel durch Wahl der elastischen Eigenschaften und/oder der mechanischen Trägheit der Membranfläche. Bei Mikrofonen für den Einsatz in der Audiotechnik ist dieser Weg allerdings nicht gangbar, denn bei jener Anwendungen ist ein möglichst konstanter Frequenzgang bis in den Bereich von 10 bis 20 kHz erforderlich. Das bedingt aber, dass die Grund-Resonanzfrequenz der Membrane sehr hoch, mindestens oberhalb des Hörbereichs, liegen muss. Im vorliegenden Fall der photoakustischen Messung ist weder ein konstanter Frequenzgang, noch eine hohe Grenzfrequenz erforderlich, denn photoakustische Gassensoren werden bei konstanter Frequenz und in der Regel wegen der $1/f$ -Abhängigkeit des photoakustischen Druckes im Infraschallbereich von 5 bis 20 Hz betrieben. Die Grund-Resonanzfrequenz der Membrane kann damit in den Infraschallbereich verlegt werden. (Höhere Frequenzen im 5 - 20 kHz werden nur bei photoakustische Gasdetektoren verwendet, die in akustischer Resonanz arbeiten. Dieser Fall wird hier aber nicht in Betracht gezogen).

Ein günstiges Signal/Rausch-Verhältnis kann erreicht werden, wenn die Mikrofonmembrane in akustischer Resonanz betrieben wird. In diesem Fall ist einerseits eine gesamthafte Bewegung der Membrane gewährleistet, andererseits bedeutet die enge Resonanzbandbreite eine Reduktion des Rauschens. Eine effiziente Uebertragung des Schallsignals auf die Membranschwingung kann erwartet werden, wenn nicht ein höherer Schwingungsmode, sondern die Grund-Resonanzfrequenz der Membrane angeregt wird. Da die Resonanzfrequenz der Membrane von der Temperatur, der Einspannung usw. abhängt, ist gegebenenfalls die Frequenz des photoakustischen Signals und damit die Modulationsfrequenz des Lichts der Resonanzfrequenz der Mikrofonmembrane nachzuführen. Bei niedriger Kreisgüte Q der Membrane ergeben sich allerdings keine Abstimmungs-Schwierigkeiten,

gegebenenfalls kann sogar auf die Frequenznachführung verzichtet werden.

5 Eine interessante Version ergibt sich bei Verwendung einer gaspermeablen Membrane als Mikrofonmembrane. Wie in der EP-Patentschrift 0 151 474 nachzulesen ist, besitzen gaspermeable Membranen akustische Tiefpass-
eigenschaften. Diese Eigenschaft ist für die Durchführung einer photoakustischen Messung sehr wichtig, denn einerseits muss die photoakustische Zelle zur Gewährung des Aufbaus eines photoakustischen Signals hinreichend akustisch
10 verdammt sein, andererseits muss störender, externer Raumschall der photoakustischen Zelle ferngehalten werden. Die akustische Dämpfung einer gaspermeablen Membrane ist selbst bei einer niedrigen Frequenz im Bereich 10 bis 20 Hz hinreichend, sodass in einem mit einer solchen Membrane abgeschlossenen photoakustischen Gaskondensator, eine zuverlässige
15 photoakustische Messung vorgenommen werden kann. Definitionsgemäss gestattet die Membrane einen diffusionskontrollierten Gasfluss, sodass der Gasaustausch zwischen der Gasküvette und deren Umgebung gewährleistet ist. Eine gaspermeable Membrane, die als Mikrofonmembrane verwendet wird, besitzt damit die Doppelfunktion einer Vorrichtung zur Erfassung des
20 photoakustischen Drucksignals, also einer Mikrofonmembrane, und einer Gasaustauschvorrichtung. Allerdings dürfte für diesen Zweck ein Kondensatormikrofon weniger geeignet sein, da der erforderliche, sich über die ganze Membranfläche erstreckende, kleine Abstand der Kondensatorplatten den Gasfluss behindert und demzufolge ein effizienter Gasaustausch nicht gewährleistet ist. Hingegen erlaubt eine punktuelle optische Messung der
25 Mikrofonmembranposition einen hinreichenden Gasaustausch. Die photoakustisch bedingte Vibrationsbewegung der Membrane kann sich auf den Gasfluss günstig auswirken.

In konstruktiver und finanzieller Hinsicht günstig ist die Verwendbarkeit von marktgängigen Komponenten. Beispielsweise hat sich die Verfügbarkeit von billigen, konstruktiv ausgereiften Mikrofonen sehr vorteilhaft auf die Anwendbarkeit des photoakustischen Effekts ausgewirkt. Eine ähnliche Situation ergibt sich mit der Verfügbarkeit von Kurzdistanz-Sensoren, wie sie zum optischen Ablesen der Information auf CD-Tonträgern verwendet werden, für Anwendungen in optischen Mikrofonen.

Beispiele des möglichen Aufbaus entsprechender Vorrichtungen sind im folgenden anhand von Darstellungen beschrieben:

Fig.1 zeigt den Aufbau einer dem Stand der Technik entsprechenden photoakustischen Vorrichtung zur Messung von lichtabsorbierenden Gasen.

Fig.2 ist die Darstellung der erfinderischen photoakustischen Gasetektionsvorrichtung mit einem optischen Infrashallmikrophon.

Fig.3 ist die Darstellung einer photoakustischen Vorrichtung bei der die Mikrofonmembrane gleichzeitig die Gasaustauschvorrichtung ist.

Die Darstellung von Fig.1 zeigt den Aufbau einer auf photoakustischem Prinzip beruhenden Gasetektionsvorrichtung, die weitgehend dem Stand der Technik entspricht. Im Strahlengang einer Lichtquelle 1 mit Strahler 2 befindet sich ein optisches Filter 3 und ein Lichtmodulator 4 in Form eines Strahlunterbrechers. Auf das optische Filter 3 kann gegebenenfalls verzichtet werden, falls die Strahlung hinreichend monochromatisch ist, oder keine hohe Gasselektivität verlangt wird. Ebenso ist kein mechanischer Lichtunterbrecher erforderlich für den Fall der Modulierbarkeit des Strahlers 2

über die Strom/Spannungs-Versorgung. Die intensitäts-modulierte Strahlung der Lichtquelle 1 dringt durch ein Fenster 15 in den photoakustischen Gasdetektor 5 ein und kann dort bei Absorption der Strahlung durch das Messgas Druckschwankungen erzeugen, welche mit dem Mikrophon 6 gemessen werden. Das Mikrophonsignal wird von Signalverarbeitungsmitteln 10 ausgewertet. Das Messgas wird dem Gasdetektor 5 mittels der Gasversorgungsvorrichtung 9 zugeführt. Im Gegensatz zu bekannten photoakustischen Gasdetektionsvorrichtungen ist als Neuheit die Verwendung eines Infrashallmikrophons 6 vorteilhaft, dessen Membrane 7 derartige elastische Eigenschaften und/oder mechanische Trägheit besitzen, sodass die Resonanzfrequenz der Mikrophonmembrane 7 im Infrashallbereich liegt.

Fig. 2 zeigt die Darstellung eines Beispiels der erfinderischen Gassensorvorrichtung. Dieselbe beruht ebenfalls auf dem photoakustischen Prinzip. Intensitäts-modulierte und gegebenenfalls mittels optischer Filter 3, 3' monochromatisierte Strahlung von mindestens einer Lichtquelle 1, 1' dringt durch die Fenster 15, 15' in die photoakustische Zelle ein und beaufschlagt das sich dort befindliche Messgas. Das bei Absorption der Strahlung auftretende Drucksignal wird von mindestens einem Infrashallmikrophon 6 erfasst. Dasselbe besteht aus mindestens einer Membrane 7, deren Position mit Hilfe eines Positionssensors 8 bestimmt wird. Derselbe kann beispielsweise nach klassischem Prinzip die Membranlage kapazitiv resp. induktiv messen oder optisch erfassen. Der optische Positionssensor setzt sich aus einer Lichtquelle 8', insbesondere einer Laserdiode, und einem optischen Detektor 8" zusammen. Vorgesehen ist ein auf einer Interferenzmessung beruhender Positionssensor 8, wie er zur Informationserfassung von CD-Tonträgern verwendet wird. Wie bereits erwähnt worden ist, besitzt die Mikrophonmembrane 7 derartige elastische Eigenschaften und eine derartig hohe mechanische Trägheit, sodass sie das über die Membranfläche gemitt-

telte Drucksignal aufnimmt. Das bedeutet, dass die Grund-Resonanzfrequenz der Membrane sehr niedrig, vorzugsweise im Infraschallbereich liegt.

5 Gegebenenfalls wird die Modulationsfrequenz der Lichtquelle 1 und gegebenenfalls der zusätzlichen Lichtquelle 1' derart gewählt, dass die Mikro-
phonmembrane 7 aufgrund des photoakustischen Effekts zu einer Resonanz-
schwingung angeregt wird. Für diesen Fall ist eine Regelung der Modula-
tionsfrequenz der Lichtquellen 1, 1' mit Hilfe der Regelvorrichtung 12, 12'
10 für maximale Auslenkung der Mikrophonmembrane vorgesehen. Es ist fest-
zuhalten, dass der Resonanzbetrieb nicht auf ein optisches Mikrophon be-
schränkt werden muss, er ist auch bei einem Kondensatormikrophon sinn-
voll. Wegen der mechanischen Mittelwertbildung eignet sich aber das Mi-
krophon mit optischem Positionssensor 8 besonders gut für den Betrieb der
15 Mikrophonmembrane 7 in akustischer Resonanz.

Zur Erfassung und Bearbeitung wird das Signal des optischen Positionssen-
sors 8 einer geeigneten Signalverarbeitungsvorrichtung 10 zugeführt. Der
Gasdetektor 5 wird mittels einer Gasversorgungsvorrichtung 9 mit dem
20 Messgas versehen, wobei, wie in Fig. 2 dargestellt, dieselbe aus Ventilen
19, 19' und einer Gasfördervorrichtung 19" bestehen kann.

In der Darstellung von Fig. 3 ist ein weiteres Beispiel der erfindungsgemäs-
25 sen Vorrichtung dargestellt. Die photoakustische Gasdetektionsvorrichtung
besteht wiederum aus einer Lichtquelle 1, deren Strahlung gegebenenfalls
nach Passieren eines optischen Filters 3 durch das Fenster 15 in den pho-
toakustischen Gasdetektor 5 gelangt. Das photoakustische Signal wird wie-
derum mittels mindestens eines Mikrophons 6, 6' erfasst. Bei mindestens

einem dieser Mikrophone handelt es sich um ein Infrashallmikrophon, das aus einer Mikrophonmembrane 7' und einem optischen Positionssensor 8 besteht. Im Gegensatz aber zu der Darstellung von Fig. 2 ist keine zusätzliche Gasversorgungsvorrichtung 9 vorhanden. Das Messgas wird dem Gasdetektor 5 durch die gaspermeable Mikrophonmembrane 7' zugeführt. Eine solche Membrane erlaubt definitionsgemäss einen Gasaustausch mit der Umgebung, stellt aber, wie bereits erwähnt worden ist, zur Gewährleistung einer hinreichend störungsfreien photoakustischen Messung ein effizientes akustisches Tiefpassfilter dar. Da der vorzugsweise verwendete optische Positionssensor 8 die Mikrophonmembrane 7' nur in einem engen Bereich teilweise bedeckt, ist der Gasfluss durch die Membrane 7' nur wenig behindert. Gegebenenfalls wird die Strahlung der Lichtquelle 8' im Positionssensor 8 über einen Lichtleiter 18 auf die Mikrophonmembrane, die gegebenenfalls gaspermeabel ist (7'), geleitet und/oder das reflektierte Licht durch einen zweiten Lichtleiter 18' dem Lichtdetektor 8" zugeführt.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur photoakustischen Detektion von Gasen oder von Komponenten einer Gasmischung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Mikrophon vorhanden ist, dessen druckaufnehmende Mikrophonmembrane derartige elastische Eigenschaften und/oder eine derartig grosse mechanische Trägheit besitzt, 5 dass die Grund-Resonanzfrequenz der Mikrophonmembrane im Infraschallbereich liegt und gegebenenfalls bei der photoakustischen Messung in akustischer Resonanz betrieben wird.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Position der Mikrophonmembrane optisch detektiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die 15 Mikrophonmembrane gleichzeitig als gaspermeable Membrane einen Austausch des Gases im Gassensor mit der umgebenden Atmosphäre erlaubt.

4. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens zur photoakustischen Detektion von Gasen oder von Komponenten einer Gasmischung nach Anspruch 1, bestehend aus mindestens einer Lichtquelle (1, 1') mit Strahler (2, 2'), gegebenenfalls einem optischen Filter (3), Mitteln (4, 12, 12') zur Modulation der Lichtintensität, einem photoakustischen Gasdetektor (5) mit mindestens einem Mikrophon (6, 6'), das seinerseits eine Membrane (7, 7') und einen Positionssensor (8) aufweist, einer Gasaustauschvorrichtung (9) und Signalverarbeitungsmitteln (10), dadurch gekennzeichnet, die Mikrophonmembrane (7, 7') derart ausgelegt und angeordnet ist, dass die Grund-Resonanzfrequenz des Mikrophons (6, 6') und gegebenenfalls die Resonanzfrequenz der Mikrophonmembrane (7, 7') im Infrarotbereich liegt. 5
15
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (4) zur Modulation der Lichtintensität derart ausgelegt sind, dass sie den Betrieb der Mikrophonmembrane (7) in akustischer Resonanz gewähren. 20
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrophonmembrane (7') gaspermeabel ist und damit gleichzeitig als Gasaustauschvorrichtung (9) den Gasaustausch des Messgases im Gasdetektor (5) der Umgebung erlaubt. 25

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrofonmembrane (7, 7') mit einem optischen Positionssensor (8), der eine Lichtquelle (8') und einen Lichtdetektor (8'') enthält, in optischer Verbindung steht. 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (8') ein Laser ist und die Distanzmessung der Mikrofonmembrane (7,7') interferometrisch vorgenommen wird. 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlung der Lichtquelle (8') über einen Lichtleiter (18) zur Mikrofonmembrane (7) geführt wird und/oder die von der Mikrofonmembrane (7) reflektierte Strahlung über einen Lichtleiter (18') zum Lichtdetektor (8'') gelangt. 15
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nebst mindestens einem optischen Infrashallmikrophon (6) mindestens ein weiteres Mikrophon (6') im photoakustischen Gasetektor (5) vorhanden ist. 20

Fig. 1

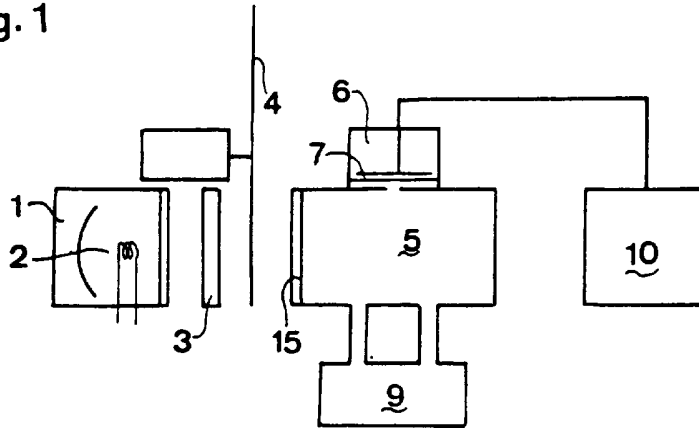


Fig. 2

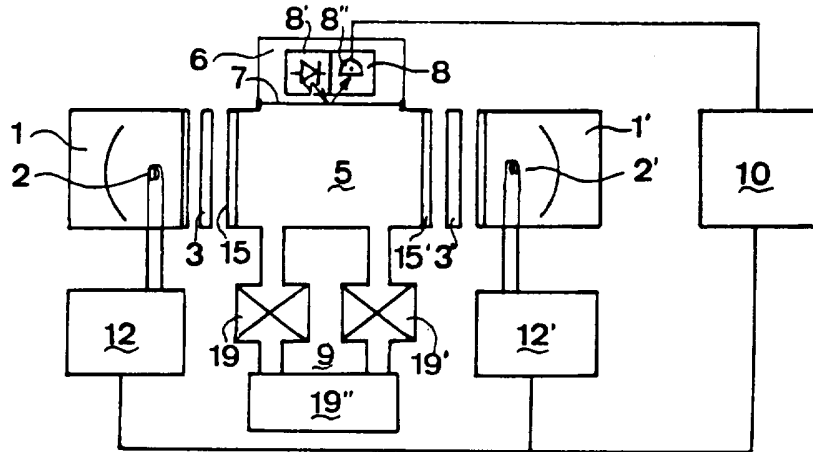
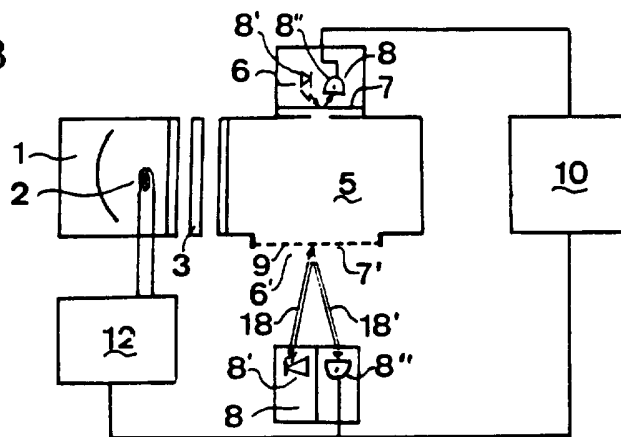


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No
PCT/CH 95/00138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01N21/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol.64, no.7, 1988 pages 3722 - 3724 M. H. DE PAULA 'optical microphone for photoacoustic-spectroscopy' see page 3723, column 2; figure 3 ---	1,2,4,5, 7
A	BRITISH JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol.25, no.4, 14 April 1992, LETCHWORTH GB pages 722 - 726, XP288742 G J PAPAPOPOULOS ET AL. 'amplitude and phase study of the photoacoustic effect' see page 722, column 2, paragraph 2 - page 723, column 1; figure 1 --- -/--	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 1995

Date of mailing of the international search report

20.09.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Zinggrobe, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No. PCT/CH 95/00138
--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>APPLIED PHYSICS B. PHOTOPHYSICS AND CHEMISTRY, vol.27, 1982, HEIDELBERG DE pages 1 - 3 A. DI LIETO ET AL. 'design of an optoacoustic cell for laser-stark spectroscopy' see page 2, column 2, paragraph 1; figure 1</p> <p align="center">---</p>	10
A	<p>OPTICS COMMUNICATIONS, vol.2319, no.2-4, 1992, AMSTERDAM NL pages 135 - 139 J.H. CHU ET AL. 'michelson interferometric detection for optoacoustic spectroscopy' see abstract; figure 1</p> <p align="center">---</p>	8
A	<p>WO,A,89 12375 (CARVALHO ET AL) 14 December 1989 see page 5, line 6</p> <p align="center">---</p>	1
A	<p>DE,A,38 17 791 (HONEYWELL-ELAC-NAUTIK GMBH) 7 December 1989 see column 1, line 32-67</p> <p align="center">---</p>	3
A	<p>WO,A,85 03574 (OSKAR OEHLER) 15 August 1985 see page 13 - page 14, paragraph 2 see page 22</p> <p align="center">-----</p>	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORTIntern. Application No
PCT/CH 95/00138

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8912375	14-12-89	NONE	
DE-A-3817791	07-12-89	NONE	
WO-A-8503574	15-08-85	DE-A- 3583620	05-09-91
		EP-A, B 0151474	14-08-85
		JP-T- 61501165	12-06-86
		US-A- 4740086	26-04-88

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/CH 95/00138

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01N21/17

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd.64, Nr.7, 1988 Seiten 3722 - 3724 M. H. DE PAULA 'optical microphone for photoacoustic-spectroscopy' siehe Seite 3723, Spalte 2; Abbildung 3 ---	1,2,4,5, 7
A	BRITISH JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd.25, Nr.4, 14. April 1992, LETCHWORTH GB Seiten 722 - 726, XP288742 G J PAPAPOPOULOS ET AL. 'amplitude and phase study of the photoacoustic effect' siehe Seite 722, Spalte 2, Absatz 2 - Seite 723, Spalte 1; Abbildung 1 --- -/--	1

<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>* 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>* 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>* 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>* 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>* 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>* 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>* 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>* 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>* '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. September 1995	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 20.09.95
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Zinggrobe, U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern
ales Aktenzeichen
PCT/CH 95/00138

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	APPLIED PHYSICS B. PHOTOPHYSICS AND CHEMISTRY, Bd.27, 1982, HEIDELBERG DE Seiten 1 - 3 A. DI LIETO ET AL. 'design of an optoacoustic cell for laser-stark spectroscopy' siehe Seite 2, Spalte 2, Absatz 1; Abbildung 1 ---	10
A	OPTICS COMMUNICATIONS, Bd.2319, Nr.2-4, 1992, AMSTERDAM NL Seiten 135 - 139 J.H. CHU ET AL. 'michelson interferometric detection for optoacoustic spectroscopy' siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	8
A	WO,A,89 12375 (CARVALHO ET AL) 14. Dezember 1989 siehe Seite 5, Zeile 6 ---	1
A	DE,A,38 17 791 (HONEYWELL-ELAC-NAUTIK GMBH) 7. Dezember 1989 siehe Spalte 1, Zeile 32-67 ---	3
A	WO,A,85 03574 (OSKAR OEHLER) 15. August 1985 siehe Seite 13 - Seite 14, Absatz 2 siehe Seite 22 -----	3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 95/00138

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-8912375	14-12-89	KEINE	
DE-A-3817791	07-12-89	KEINE	
WO-A-8503574	15-08-85	DE-A- 3583620 EP-A, B 0151474 JP-T- 61501165 US-A- 4740086	05-09-91 14-08-85 12-06-86 26-04-88