

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 494 436

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 24291

(54) Spectromètre utilisant un laser et un microphone.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 J 3/42; G 01 N 21/39, 25/20.

(22) Date de dépôt..... 14 novembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 21-5-1982.

(71) Déposant : MOSKOVSKOE VYSSHEE TEKHNICHESKOE UCHILISCHE IMENI NE BAUMANA,
résidant en URSS.

(72) Invention de : Vladimir Pavlovich Zharov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Spectromètre utilisant un laser et un microphone.

La présente invention concerne les appareils à spectre optique pour l'analyse des gaz, dans lesquels les sources de rayonnement utilisées sont des lasers à fréquence réglable, et notamment les spectrophones

5 laser.

Le spectrophone laser peut être utilisé dans les recherches scientifiques, dans le domaine de la spectroscopie moléculaire laser, pour la mesure de faibles coefficients d'absorption dans les milieux gazeux en

10 fonction de la température du gaz, pour l'obtention des spectres d'absorption des gaz moléculaires dans une plage étendue de température, pour l'étude des effets non linéaires et multiphotoniques et des états vibrationnels excités des molécules. Le spectrophone

15 laser peut aussi être utilisé dans les branches appliquées de la science et de la technique, par exemple pour améliorer la sélectivité de la détection des impuretés moléculaires infinitésimales dans les gaz, par identification et discrimination de l'absorption des

20 molécules à détecter d'après les relations de température correspondantes dans les problèmes de contrôle de la pollution de l'atmosphère, pour déterminer la pureté d'une série de gaz, en tant que détecteur chromatographique de haute sensibilité et pour extraire l'adsorption des gaz toxiques et agressifs aux parois des chambres, ainsi que dans les recherches médico-biologiques.

On connaît un spectrophone laser qui comprend une chambre de travail comportant à ses extrémités des fenêtres optiques pour le passage de part en part du rayonnement laser, le mélange gazeux à étudier remplissant cette chambre, et un microphone à condensateur dont la membrane est réalisée en matière organique, monté dans la partie médiane de la chambre, pratique-

ment à fleur de sa paroi latérale (cf., par exemple, brevet US n° 3 659 452).

Un tel spectrophone n'est prévu que pour le fonctionnement dans une plage de température étroite 5 voisine de la température ambiante, car la température régnant dans sa chambre de travail n'est pas réglable.

On connaît un spectrophone laser fonctionnant dans une plage de température plus large, dans lequel la chambre de travail avec le gaz à étudier est refroidie jusqu'à 145°K (cf., par exemple, Optics Letters, 10 V.1, n° 1, 1977 - New York - : T.F. Deutsch "Optoacoustic measurement of energy absorption in CO₂," "TEA laser excited SF₆ at 293 and 145°K", p. 25 à 27).

Dans ce spectrophone, un microphone à électret 15 est placé dans la partie centrale de la chambre de travail.

Toutefois, la plage de température d'un tel spectrophone est quand même limitée, car la température du gaz dans sa chambre de travail ne peut être augmentée jusqu'à une valeur dépassant la température ambiante. 20

On connaît un spectrophone laser fonctionnant dans une plage de température plus large, dont la chambre de travail comporte à ses extrémités des fenêtres optiques pour le passage de part en part du rayonnement laser, un dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail par chauffage de ce gaz, constitué par un élément de changement de la température encerclant la paroi extérieure de la chambre, par un capteur de température de la 25 chambre et par un thermorégulateur dont l'entrée est raccordée au capteur de température, et la sortie, à l'élément de changement de la température, et un microphone à condensateur monté dans un canal mis en communication avec la chambre (cf., par exemple Applied 30

Physics, V.12, n° 1, 1977 - Springer-Verlag - : V.P. Zharov, V.S. Letokhov and E.A. Ryabov "Optoacoustic laser spectroscopy of excited vibrational molecular states", p.15-17).

5 La plage de température d'un tel spectrophone est limitée (se situant à peu près dans la plage de 290 à 560°K), car la température du gaz dans sa chambre de travail ne peut être abaissée jusqu'à devenir inférieure à la température ambiante.

10 Dans le spectrophone décrit, le canal a une longueur réduite (environ 1 cm) et il n'est prévu que pour rendre commode la mise en place du microphone auprès de la chambre de travail. Dans le cas d'une telle disposition du microphone, son aptitude à la fonction 15 et la stabilité de ses principaux paramètres ne sont pas conservées pendant un temps prolongé, par suite de changement des propriétés physiques et de la tension de sa membrane de mesure, réalisée en matière organique, lors des variations de sa température résultant du contact avec le gaz chauffé. Dans un spectrophone ainsi 20 conçu, le chauffage du gaz dans la chambre de travail jusqu'à une température d'environ 500 à 600°K n'est possible qu'au régime temporaire, pendant une durée ne dépassant pas 5 à 10 mn, au cours de laquelle la sensibilité du microphone ne change pas d'une manière notable, vu la lenteur relative du processus de propagation 25 de la chaleur de la chambre de travail au microphone.

On s'est proposé de créer un spectrophone laser de conception telle qu'il permettrait d'étudier 30 l'absorption dans un gaz dans une plage étendue de température, aussi bien au régime de chauffage du gaz jusqu'à 800°K qu'au régime de refroidissement jusqu'à 100°K pendant un intervalle de temps prolongé (d'au moins quelques heures), tout en conservant une haute sensibilité de seuil.

La solution consiste en ce que, dans un spectrophone laser comportant une chambre de travail présentant à ses extrémités des fenêtres optiques pour le passage de part en part du rayonnement laser, un dispositif principal de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail par chauffage de ce gaz, constitué par un élément individuel de changement de la température qui encercle la paroi extérieure de la chambre, par un capteur de température de la chambre et par un thermorégulateur individuel dont l'entrée est raccordée au capteur de température de la chambre, et la sortie, à l'élément de changement de la température, et un microphone à condensateur monté dans un canal qui est mis en communication avec la chambre, d'après l'invention, le canal a une longueur qui est de 8 à 10 fois plus grande que le diamètre de sa section, et un volume qui est au moins 50 fois plus petit que le volume de la chambre de travail.

Il est avantageux de prévoir dans le spectrophone un dispositif supplémentaire de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail par refroidissement de ce gaz, constitué par un élément de changement de la température encerclant la paroi extérieure de la chambre de travail, et par un thermorégulateur individuel dont l'entrée est raccordée au capteur de température de la chambre commun à ce dispositif supplémentaire et au dispositif principal, et la sortie, à l'élément de changement de la température, ainsi qu'un commutateur reliant le capteur de température de la chambre aux deux thermorégulateurs individuels.

Il est souhaitable de prévoir dans le canal au moins un filtre thermique diminuant les différences statiques de température du gaz à étudier auprès du

microphone.

Il est judicieux de réaliser le filtre thermique sous la forme d'une plaque métallique perforée.

Il est utile de prévoir dans le spectrophone un dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal, assurant respectivement le refroidissement ou le réchauffage du gaz à étudier dans le canal, selon que le dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail mis en action est le dispositif principal ou supplémentaire, chauffant ou refroidissant le gaz à étudier dans la chambre de travail.

Il est avantageux que le dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal comprenne deux éléments de changement de la température, encerclant la paroi extérieure du canal, un capteur de température du microphone et des thermorégulateurs en nombre égal à celui des éléments de changement de la température, les entrées de ces thermorégulateurs étant raccordées au capteur de température du microphone, et leurs sorties, aux éléments correspondants de changement de la température, et un commutateur reliant le capteur de température du microphone aux thermorégulateurs.

Une telle conception du spectrophone laser, conforme à l'invention, permet d'étudier l'absorption d'un gaz dans une plage étendue de température, pendant un intervalle de temps prolongé, tout en conservant une haute sensibilité de seuil du spectrophone.

Ci-après l'invention est expliquée par la description d'un exemple de réalisation concret et par un dessin annexé, qui représente un spectrophone laser conforme à l'invention.

Le spectrophone laser faisant l'objet de l'in-

vention comprend une chambre 1 de travail cylindrique, remplie de gaz à étudier, en particulier d'air, et comportant à ses tranches ou extrémités des fenêtres optiques 2 et 3 pour le passage de part en part d'un rayonnement laser modulé en continu, dans le sens de la flèche A. On peut aussi utiliser un rayonnement laser impulsionnel. Les fenêtres 2 et 3 sont respectivement fixées sur des brides 4 et 5, montées de façon étanche sur les tranches de la chambre 1 de travail, à l'aide d'anneaux d'étanchéité 6 et 7.

La chambre 1 de travail est mise en communication avec un canal cylindrique 8, présentant un élargissement 9, lequel est mis en communication avec le canal 8 proprement dit par un capillaire 10 et dans lequel est monté un microphone 11 à condensateur, constitué par une électrode fixe 12 et par une membrane de mesure 13, réalisée en matière organique (sur le dessin ces éléments sont représentés par un trait continu et un trait interrompu, afin de simplifier). Le canal 8 est fermé par un couvercle 14, monté de façon étanche sur l'extrémité du canal 8 par un anneau d'étanchéité 15.

Dans la variante de réalisation décrite, le canal 8 a une longueur l qui est 8 fois plus grande que le diamètre d de sa section droite, et un volume V qui est 50 fois plus petit que le volume V_1 de la chambre de travail 1.

Toutefois, le canal peut avoir une longueur de 8 à 10 fois plus grande que le diamètre de sa section droite et un volume au moins 50 fois plus petit que celui de la chambre de travail. La longueur et le volume du canal sont choisis de façon que la température du microphone 11 reste proche de la température normale (d'ordinaire aux environs de 293°K) de façon à exclure

l'effet de thermodiffusion des molécules sur la précision des mesures.

La condition $l/d > (8 \text{ à } 10)$ résulte de la nécessité d'augmenter la surface de contact entre le gaz à étudier et la surface de la paroi du canal 8, ce qui améliore la transmission thermique du gaz à cette paroi et, en outre, rend possible la mise en place du dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal 8 (décrit dans le détail plus bas).

Il est à noter qu'il est avantageux de réaliser cette condition en augmentant la longueur du canal 8, et non en diminuant le diamètre de sa section droite, car, dans ce second cas, la sensibilité du spectrophone pourrait fortement baisser, par suite de l'affaiblissement du signal acoustique provoqué par son passage dans un canal 8 étroit.

Pour $l/d \leq 8$, l'obtention du résultat visé se heurte à des difficultés, car la plage des températures de fonctionnement du spectrophone diminue.

Si la longueur du canal 8 est choisie en partant de la condition $l/d > 10$, la plage de température du spectrophone peut être élargie mais, dans ce cas, la sensibilité du spectrophone diminue à peu près proportionnellement au rapport V/V_1 , par suite de l'augmentation du volume ballast de gaz à étudier dans le canal 8, volume qui ne subit pas l'action du rayonnement laser, et l'erreur de mesure augmente par suite de l'effet de thermodiffusion des molécules. Cet effet consiste en la redistribution des molécules de poids moléculaires différents dans le volume de la chambre 1 et du canal 8 du spectrophone, par suite du gradient de température dans le gaz, résultant de la présence de zones se trouvant à une température proche de la normale auprès du microphone 11 et des fenêtres 2 et 3. C'est pour

diminuer l'influence de cet effet sur la précision des mesures jusqu'à quelques pour-cent, que l'on impose la condition $V/V_1 \geq 50$, qu'il est avantageux de réaliser en allongeant la chambre 1 de travail. Si 5 $V/V_1 < 50$, la précision de mesure baisse (la précision est à peu près proportionnelle au rapport V/V_1). Si $V/V_1 > 50$, l'influence de l'effet mentionné peut être négligée, mais on peut se heurter dans ce cas à des 10 limitations constructives, dues à l'augmentation excessive de la longueur du spectrophone.

Par l'intermédiaire d'une traversée électrique 16, réalisée dans le couvercle 14, le microphone 11 est raccordé à un module enregistreur 17. Le remplissage de la chambre 1 de travail en gaz à étudier 15 s'effectue dans le sens de la flèche B, à travers un robinet 18, monté sur une tubulure 19 qui est mise en communication avec l'élargissement 9 du canal 8 à travers le couvercle 14.

Dans le spectrophone laser faisant l'objet 20 de l'invention, il est prévu un dispositif principal 20 et un dispositif supplémentaire 21 de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre 1 de travail, respectivement par chauffage et par refroidissement.

Le dispositif principal 20 comprend un élément de changement de la température sous la forme d'une hélice chauffante 22, encerclant la paroi extérieure de la chambre 1 de travail et raccordée électriquement à la sortie d'un thermorégulateur individuel 23 dont l'entrée est reliée, à travers un commutateur 24, au capteur 25 de température de la chambre 1, contactant directement la paroi de la chambre 1.

Le dispositif supplémentaire 21 comprend un élément individuel de changement de la température,

se présentant sous la forme d'une chambre 26 entourant la paroi extérieure de la chambre 1 de travail, l'espace entre la paroi intérieure de ladite chambre 26 et la paroi extérieure de la chambre 1 de travail étant parcouru par un agent frigorigène, en particulier par de la vapeur d'azote liquide, et un thermorégulateur individuel 27 dont l'entrée électrique est raccordée, à travers le commutateur 24, au capteur 25 de température de la chambre 1, qui est commun à ce dispositif supplémentaire 21 et au dispositif principal 20. La sortie de l'agent frigorigène du thermorégulateur 27 est raccordée à la chambre 26 par une tubulure 28, et l'entrée de l'agent frigorigène lui est raccordée par une tubulure 29, ce qui assure la circulation de l'agent frigorigène en circuit fermé.

Les autres entrées électriques des thermorégulateurs 23 et 27 sont raccordées à un programmateur 30 de commande, qui est relié électriquement au commutateur 24 et au module d'enregistrement 17.

Les thermorégulateurs 23 et 27 et le programmeur 30 de commande sont des composants bien connus : respectivement un régulateur de tension électrique, un thermostat à pompage continu de l'agent frigorigène en circuit fermé et un module de commande qui entre d'ordinaire dans la composition du spectrophone laser complet.

Les parois de la chambre 26 sont isolées du milieu ambiant par une enveloppe calorifuge 31, qui est entourée par une gaine commune 32.

Les extrémités de l'hélice chauffante 22 et les sorties du capteur 25 de température de la chambre 1 passent à travers la paroi de la chambre 26 et l'enveloppe 31, à l'aide de traversées électriques 33 et 34 respectivement.

Dans le canal 8 du spectrophone laser faisant l'objet de l'invention, il est prévu deux filtres thermiques 35 et 36, qui diminuent les différences statiques de température du gaz à étudier auprès du microphone 11.

Le nombre de filtres thermiques peut aussi être supérieur ou égal à 1, selon la plage requise des températures de travail du spectrophone.

Dans la variante décrite, les filtres thermiques 35 et 36 sont réalisés sous la forme de plaques métalliques perforées.

Les filtres peuvent aussi être réalisés sous la forme de billes métalliques liées entre elles par soudure, ce qui, comparativement à la variante précédente, est plus efficace du point de vue amélioration de l'extraction de la chaleur, grâce à l'augmentation de la surface de contact entre le gaz et les billes.

Dans le spectrophone laser faisant l'objet de l'invention, il est aussi prévu un dispositif 37 de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal 8, refroidissant ou réchauffant respectivement le gaz à étudier dans ce canal 8, selon que le dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre 1 de travail mis en action est le dispositif principal 20 ou supplémentaire 21, chauffant ou refroidissant le gaz à étudier dans la chambre 1 de travail.

Le dispositif 37 comprend deux éléments de changement de la température, encerclant la paroi extérieure du canal 8. Dans le cas de refroidissement du gaz à étudier dans le canal 8 par le dispositif 37, cet élément est constitué par une chambre 38 dans laquelle on fait circuler un agent frigorigène, en particulier de l'eau ou de la vapeur d'azote liquide, et dans le

cas de réchauffage, il est constitué par une hélice
39. Le dispositif 37 comprend aussi un capteur 40 de
température du microphone 11, fixé directement sur
celui-ci, et des thermorégulateurs 41 et 42, en nombre
5 égal au nombre d'éléments de changement de la tempéra-
ture, dont les entrées électriques sont raccordées au
capteur 40 de température du microphone 11, à travers
un commutateur 43 qui est relié électriquement au pro-
grammateur 30 de commande. La sortie de l'agent frigo-
rigène du thermorégulateur 41 est raccordée à la cham-
bre 38 par une tubulure 44, et son entrée pour l'agent
frigorigène est raccordée elle aussi à la chambre 38,
par une tubulure 45. La sortie du thermorégulateur 42
est raccordée à l'hélice chauffante 39.

15 Les extrémités de l'hélice 39 et les sorties
du capteur 40 de température du microphone 11 passent
à travers la paroi du canal 8 et de son élargissement
9, à l'aide de traversées électriques 46 et 47 respec-
tivement.

20 Les thermorégulateurs 41 et 42 sont analogues
aux régulateurs 27 et 23 respectivement.

Pour exclure l'endommagement éventuel des fenê-
tres optiques 2 et 3 sous l'effet des déformations dues
à la température, de même que pour le microphone 11,
25 leur température est maintenue proche de la normale ;
pour cela, les brides 4 et 5 sont encerclées respecti-
vement par des hélices 48 et 49 et par des chambres 50
et 51 parcourues par un agent frigorigène, en particu-
lier par de l'eau ou par de la vapeur d'azote liquide,
30 arrivant dans les chambres 50 et 51 à travers des tubu-
lures 52 et 53 et en sortant à travers les tubulures 54
et 55. Selon que le dispositif de réglage de la tempé-
rature du gaz à étudier dans la chambre 1 de travail
mis en action est le dispositif principal 20 ou supplé-

mentaire 21, chauffant ou refroidissant le gaz dans la chambre 1 de travail, ce sont soit les chambres 50 et 51, soit les hélices chauffantes 48 et 49, qui sont mises en action.

5 Le principe de fonctionnement du spectrophone laser faisant l'objet de l'invention consiste en ce qui suit.

Au cours des mesures, on fait passer un rayonnement laser modulé continu à travers les fenêtres optiques 2 et 3 de la chambre 1 de travail. L'absorption périodique du rayonnement laser dans le gaz à étudier provoque des variations périodiques de la température du gaz et, par conséquent, vu que la chambre 1 de travail du spectrophone est acoustiquement fermée, 10 il apparaît des fluctuations périodiques de la pression du gaz, qui sont enregistrées à l'aide du microphone 11 dont la capacité varie quand sa membrane 13 de mesure s'incurve.

Le signal électrique issu du microphone 11 est 20 démodulé et attaque le module enregistreur 17. L'amplitude de ce signal porte une information sur le coefficient d'absorption dans le gaz à étudier et, par conséquent, sur la concentration des molécules à détecter 15 dans les problèmes d'analyse des impuretés infinitésimales des gaz.

En accord avec la tâche assignée, le programmeur 30 de commande impose le régime de changement de la température du gaz à étudier dans la chambre 1 du spectrophone, par envoi de signaux de commande au thermorégulateur 23 ou 27, selon qu'il est nécessaire de chauffer ou de refroidir le gaz à étudier dans la chambre 1, et aux commutateurs 24 et 43, branchant respectivement les capteurs 25 et 40 de température soit aux thermorégulateurs 23 et 41 (position des commutateurs

24 et 43 montrée sur le dessin), soit aux thermorégulateurs 27 et 42 (seconde position des commutateurs 24 et 43 non montrée sur le dessin).

Sous l'action des signaux de commande, le
5 thermorégulateur 23 ou 27 change la température de la paroi de la chambre 1 par variation de la tension aux bornes de l'hélice chauffante 22 ou du débit d'agent frigorigène dans la chambre 26. La température du gaz à étudier change en conséquence dans la chambre 1 de travail. Il en résulte la mesure de l'amplitude du signal acoustique soit à diverses valeurs discrètes de la température du gaz, soit directement en fonction de la température du gaz au cours de sa variation continue.

15 La diffusion thermique dans le gaz au régime de changement de sa température provoque l'apparition d'un processus de transmission thermique de la chambre 1 de travail au microphone 11, ce qui est suivi par un changement de la température de ce dernier et, en 20 conséquence, du fait des variations des paramètres de la membrane 13 de mesure, par un trouble du régime de fonctionnement du microphone 11, notamment par un changement de sa sensibilité. Cet effet est supprimé par réglage forcé de la température du gaz dans le 25 canal 8. Dans une plage de température relativement réduite, de l'ordre de $\pm 50^{\circ}\text{K}$, cela est obtenu grâce au refroidissement ou au réchauffage naturel par l'air du gaz se trouvant dans le canal 8.

Si la plage de température est élargie, environ 30 jusqu'à $\pm 100^{\circ}\text{K}$, on met en action les filtres thermiques 35 et 36 ; en les traversant, le gaz se refroidit ou se réchauffe supplémentairement. De la sorte, un canal 8 relativement long, conjointement avec des filtres thermiques 35 et 36, constitue un système de réglage

passif de la distribution statique de la température du gaz dans le canal 8. Il est à noter que les vibrations acoustiques périodiques, engendrées dans la chambre 1 de travail lors de l'absorption du rayonnement laser, arrivent au microphone 11 à travers les perforations des filtres thermiques 35 et 36 pratiquement sans affaiblissement.

Dans le cas de fonctionnement dans un intervalle de température plus large, le canal 8 et les filtres 25 et 36 ne suffisent plus pour refroidir ou réchauffer complètement le gaz arrivant au microphone 11. Il en résulte des variations de la température de celui-ci. Le capteur 40 de température enregistre ces variations de la température et élabore des signaux électriques correspondants qui attaquent le thermorégulateur 41 ou 42, selon que le gaz est chauffé ou refroidi dans la chambre 1 de travail. Selon le niveau de ces signaux, c'est le thermorégulateur 41 ou 42 qui commande le dispositif 37 de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal 8, à savoir la chambre 38 ou l'hélice chauffante 39; il s'ensuit le refroidissement ou le réchauffage forcé du gaz dans le canal 8.

De la sorte, le capteur 40 de température, les thermorégulateurs 41 et 42 et les éléments de changement de la température, à savoir, la chambre 38 et l'hélice chauffante 39, dans le canal 8 constituent un système de réaction qui stabilise la température du microphone 11 à un niveau déterminé, proche de la température normale. Cela permet de conserver une sensibilité constante au microphone 11 en présence de variations de la température du gaz dans la chambre 1 de travail dans une plage étendue. Le fondement physique du fonctionnement du spectrophone est, dans ce cas, le passage des vibrations acoustiques périodiques de

la chambre 1 de travail au microphone 11, par l'intermédiaire du milieu du canal 8, présentant un gradient statique de température notable.

Le spectrophone laser faisant l'objet de l'invention permet d'étudier l'absorption dans les gaz dans une plage étendue de température, tant au régime de refroidissement du gaz jusqu'à une température de 100°K, qu'au régime de chauffage du gaz jusqu'à une température de 800°K, pratiquement durant un intervalle de temps illimité, tout en conservant une haute sensibilité de seuil du spectrophone. Par exemple, pour une puissance (énergie) du rayonnement laser au niveau de 1 W (1 J), dans la plage indiquée de température le spectrophone permet de mesurer des coefficients d'absorption à un niveau de 10^{-8} à 10^{-9} cm^{-1} , ce qui correspond à une limite de détection de l'ordre de 10^{-7} à $10^{-8} \%$ pour nombre de molécules.

REVENDICATIONS

1. Spectrophone laser comportant une chambre de travail présentant à ses extrémités des fenêtres optiques pour le passage de part en part du rayonnement laser, un dispositif principal de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail par chauffage de ce gaz, constitué par un élément individuel de changement de la température qui encercle la paroi extérieure de la chambre, par un capteur de température de la chambre et par un thermorégulateur individuel dont l'entrée est raccordée au capteur de température de la chambre, et la sortie, à l'élément de changement de la température, et un microphone à condensateur monté dans un canal qui est mis en communication avec la chambre, caractérisé en ce que le canal (8) a une longueur qui est de 8 à 10 fois plus grande que le diamètre de sa section, et un volume qui est au moins 50 fois plus petit que le volume de la chambre de travail (1).
- 20 2. Spectrophone laser selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif supplémentaire (21) de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail par refroidissement de ce gaz, constitué par un élément de changement de la température encerclant la paroi extérieure de la chambre de travail, et par un thermorégulateur individuel (27) dont l'entrée est raccordée au capteur (25) de température de la chambre, commun à ce dispositif supplémentaire et au dispositif principal, et la sortie, à l'élément de changement de la température, ainsi qu'un commutateur (24) reliant le capteur de température de la chambre aux deux thermorégulateurs individuels (23 et 27).
- 30 3. Spectrophone laser selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte dans le canal

au moins un filtre thermique (35,36) diminuant les différences statiques de température du gaz à étudier auprès du microphone (11).

4. Spectrophone laser selon la revendication 3,
5 caractérisé en ce que le filtre thermique est réalisé sous la forme d'une plaque métallique perforée.

5. Spectrophone laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de réglage de la température du gaz
10 à étudier dans le canal, assurant respectivement le refroidissement ou le réchauffage du gaz à étudier dans le canal, selon que le dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans la chambre de travail mis en action est le dispositif principal (20) ou supplémentaire (21), chauffant ou refroidissant le gaz à étudier dans la chambre de travail.

6. Spectrophone laser selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif de réglage de la température du gaz à étudier dans le canal comprend
20 deux éléments de changement de la température (38,39), encerclant la paroi extérieure du canal, un capteur de température (15) du microphone et des thermorégulateurs (41,42) en nombre égal à celui des éléments de changement de la température, les entrées de ces thermorégulateurs
25 étant raccordées au capteur de température du microphone, et leurs sorties, aux éléments correspondants de changement de température, et un commutateur reliant le capteur de température du microphone aux thermorégulateurs.

PLANCHE UNIQUE

