

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) Nº de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 986 868

(21) Nº d'enregistrement national :

13 51035

(51) Int Cl⁸ : G 01 N 27/403 (2013.01)

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 07.02.13.

(30) Priorité : 10.02.12 DE 102012201977.4.

(71) Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH— DE.

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.08.13 Bulletin 13/33.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

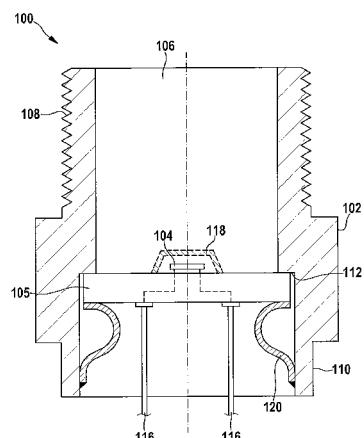
(72) Inventeur(s) : FIX RICHARD, HENNECK STEFAN et
MARTIN ALEXANDER.

(73) Titulaire(s) : ROBERT BOSCH GMBH.

(74) Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

(54) CAPTEUR ET PROCEDE POUR DETERMINER LA CONCENTRATION D'UN COMPOSANT D'UN FLUIDE A
ANALYSER.

(57) Capteur (100) pour déterminer la concentration d'un
composant d'un fluide à analyser, comprenant:
- un corps (102) entourant une chambre de détection (106)
et ayant un orifice d'entrée pour le fluide dans la
chambre de détection (106), et
- un élément sensible (104) pour analyser le fluide installé
dans la chambre de détection (106) pour être soumis à
l'action du fluide et permettre de déterminer la concentration
du composant.



Domaine de l'invention

La présente invention se rapport à un capteur pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide à analyser ainsi qu'un procédé pour déterminer cette concentration et un procédé de réalisation d'un tel capteur.

Etat de la technique

On connaît les capteurs de gaz, en céramique, ayant un ensemble en céramique comprimé dans un corps métallique à visser. La pointe sensible du capteur doit être chauffée à des températures élevées (600-800°C) pour pouvoir fonctionner et cette pointe est montée dans un tube de protection pour venir en saillie dans la conduite de gaz d'échappement. Ainsi, le document DE 10 2005 062 774 A1 décrit une unité de capteurs servant à déterminer les paramètres physiques d'un gaz à analyser. Notamment l'unité de capteurs est utilisée pour déterminer la teneur en oxygène des gaz d'échappement d'un moteur à combustion. L'unité de capteurs comporte un élément de capteur ainsi qu'un boîtier en forme de support pour l'élément de capteur encore appelé élément sensible. L'élément sensible comporte un électrolyte solide et se chauffe au moins dans une zone balayée par le gaz d'analyse. Une enveloppe métallique de protection entoure l'élément sensible.

But de l'invention

Dans ce contexte technique, la présente invention a pour but de développer un capteur pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide à analyser et un procédé pour déterminer cette concentration, ainsi qu'un procédé pour réaliser un capteur.

Exposé et avantages de l'invention

Les capteurs de gaz en céramique tels que par exemple la sonde λ , équipant un véhicule sont réalisés comme éléments en forme de tige en ZrO_2 comme composé en céramique, comprimé, en stéatite/nitrule de bore dans un organe métallique à visser. La pointe sensible des capteurs nécessite pour son fonctionnement une température élevée, par exemple de 600 à 800°C et elle est installée dans un tube de protection qui protège le capteur en phase de démarrage, par exemple contre les gouttes d'eau de condensation. Cette pointe est installée de façon à venir en saillie dans la conduite des gaz d'échappement. Les

capteurs à base de ZrO_2 sont chauffés à une température supérieure au niveau de température des gaz d'échappement, si bien que dans ce cas, la température des gaz d'échappement ne constitue pas une contrainte thermique.

Les semi-conducteurs utilisés comme capteurs, comme par exemple les composants ChemFET, c'est-à-dire les transistors à effet de champ sensibles chimiquement, peuvent fonctionner à des températures allant jusqu'à 500°C sur des périodes prolongées dans la mesure où ces composants sont réalisés en des matières très réfractaires telles que SiC ou GaN. Aux températures maximales de fonctionnement, cela ne permet pas d'atteindre la durée de vie élevée exigée pour un véhicule automobile de façon à ne subir qu'une faible détérioration des caractéristiques du capteur.

Pour atteindre la durée de vie requise, il faut réduire la température permanente de fonctionnement du capteur en dessous de 500°C dans la mesure où cela est possible du point de vue du fonctionnement. Pour cela, on installe le capteur en le plaçant en retrait de la conduite des gaz d'échappement. Cela est possible car le capteur ne mesure que la pression du gaz ou la pression partielle du composant de gaz et non pas la présence de particules telles que la suie, pour déterminer la teneur en composant de sorte qu'il n'est pas indispensable d'être directement en saillie dans la veine de gaz.

On peut avoir un espace entre le capteur et le tube traversé par les gaz d'échappement et dans lequel la température des gaz d'échappement diminue pour arriver à la température du capteur qui est inférieure à celle des gaz d'échappement et protéger le capteur contre la surchauffe.

Le capteur selon l'invention peut s'appliquer à un véhicule, mais également à d'autres utilisations. Ainsi, on peut non seulement envisager le domaine automobile, mais également les avertisseurs d'incendie, celui des moteurs fixes et autres. En particulier, le fluide à température élevée peut être refroidi à la température de fonctionnement du capteur dans l'espace en amont du capteur.

L'invention a pour objet un capteur pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide à analyser,

capteur comprenant :

- un corps entourant une chambre de détection et ayant un orifice d'entrée pour le fluide dans la chambre de détection, et
- un élément sensible pour analyser le fluide, cet élément étant installé dans la chambre de détection pour être soumis à l'action du fluide et permettre de déterminer la concentration du composant.

Le capteur selon l'invention est un capteur de gaz. Le fluide peut avoir plusieurs composants. Les composants peuvent se présenter dans différents états d'agrégation. Le fluide peut être dégagé par une combustion. A titre d'exemple de fluide, il y a les gaz d'échappement d'un moteur. Le corps peut être une garniture résistant à la température. Le corps peut être en métal, par exemple en acier. Le corps constitue l'interface pour fixer le capteur de gaz dans une conduite ou un réservoir contenant du gaz. En particulier, l'interface peut être une bride ou un filetage. Le corps peut avoir une interface pour être relié à une ligne de transmission de données. Le corps peut avoir un contour pour être fixé à une gaine de câble. L'interface avec le connecteur peut également comporter une installation de traitement du signal fourni par le capteur de gaz. La chambre de détection est une cavité à l'intérieur du corps de base. La chambre de détection est de préférence cylindrique et l'élément sensible est un composant semi-conducteur pour quantifier les atomes du composant du fluide. L'élément sensible permet d'analyser plus d'un composant du fluide.

Le corps a une surface de mise en température entre l'orifice d'entrée et l'élément de capteur pour mettre en température les gaz dans la chambre de détection. La surface de mise en température est une surface d'échange thermique pour refroidir le fluide. La surface de mise en température permet au gaz de dégager une quantité prédéfinie de son énergie calorifique et ainsi de se voir refroidir à la température de fonctionnement de l'élément de capteur.

La chambre de détection est un perçage axial du corps. L'élément sensible est installé dans la zone du perçage en regard de l'orifice d'entrée. L'élément sensible est aligné transversalement au perçage. Le perçage protège l'élément sensible contre les dommages qu'oc-

casionneraient les particules chargeant le fluide car dans le perçage, le fluide n'a qu'une faible vitesse de circulation.

Le capteur comporte une installation de protection qui couvre l'élément sensible et le protège contre au moins un autre composant des gaz et/ou la concentration d'au moins un autre composant. L'installation de protection est un filtre au moins perméable aux composants à déterminer et qui retient par exemple les saletés et/ou qui est imperméable au gaz nocif ou au composant nocif qui pourrait empoisonner le capteur. L'installation de protection se présente sous la forme d'un capuchon. L'installation de protection peut également être une couche appliquée sur l'élément sensible. L'installation de protection réduit la concentration des composants nocifs pour que l'élément sensible ne soit pas influencé. L'installation de protection réduit la concentration des composants nocifs à un niveau acceptable. L'installation de protection abaisse l'encrassage de l'élément sensible à un niveau acceptable ou évite complètement son encrassage.

L'installation de protection comporte un élément chauffant et par exemple au moins un composant à activité chimique qui nécessite un niveau de température élevé. Pour cela, l'élément chauffant pourra chauffer l'installation de protection, de sorte que l'élément chauffant n'est principalement pas mis en température par les gaz, mais chauffe l'élément sensible. La surface chauffante de l'élément chauffant se trouve non dans le corps, mais en dessous de l'élément sensible ou dans l'installation de protection. L'élément chauffant permet de maintenir la puce sensible du capteur à un niveau de température constant. La surface de mise en température de l'élément chauffant se trouve sur l'installation de protection. En variante ou en plus, une surface appropriée de mise en température se trouve dans le support de l'élément sensible.

Le capteur comporte un support installé dans la chambre de détection et ayant des chemins électroconducteurs pour le branchement de l'élément sensible installé sur le côté du support tourné vers l'orifice d'entrée. Les chemins électroconducteurs peuvent être intégrés dans le support du capteur. Le support du capteur est réalisé comme disque en une matière céramique à plusieurs couches. Les chemins

conducteurs passent entre les couches en céramique. Perpendiculairement aux couches, les chemins conducteurs sont réalisés comme des contacts traversants. Les contacts traversants sont réalisés comme conducteurs de chaleur pour refroidir l'élément sensible à partir de 5 l'arrière de cet élément sensible.

Le support de capteur comporte un élément chauffant pour l'élément sensible. L'élément chauffant peut être intégré dans le support de capteur. L'élément chauffant est réalisé sous la forme de chemins conducteurs à résistance élevée. L'élément chauffant permet la 10 mise à température de fonctionnement de l'élément sensible lorsque le fluide est froid.

Le capteur comporte un élément de fixation pour relier le support de capteur et le corps et/ou fixer le support au corps, la chambre de détection ayant une saillie périphérique et l'élément de fixation 15 pousse le support de capteur contre la partie en saillie. L'élément de fixation chevauche l'intervalle entre le corps et le support de capteur. L'élément de fixation est réalisé en une matière réfractaire. L'élément de fixation permet d'absorber les variations thermiques de dimension entre le corps de base et le support de capteur. Le support de capteur est 20 monté flottant sur la partie en saillie pour compenser les différences de coefficient de dilatation thermique entre le corps et le support de capteur. Ainsi, le support de capteur sera installé pratiquement sans contraintes, ce qui améliore la durée de vie prévisionnelle du capteur. L'élément de fixation est sur le côté du support de capteur exposé au 25 gaz ou sur le côté opposé non exposé au gaz. L'élément de fixation est relié au corps de base et au support de capteur de manière étanche aux gaz. L'élément de fixation est relié par une liaison par la matière au corps de base et/ou au support de capteur. L'élément de fixation est par exemple brasé ou soudé.

Le capteur comporte au moins un élément d'étanchéité entre le support de capteur et le corps en étant en plus ou en variante, installé entre le support de capteur et l'élément de fixation. L'élément 30 d'étanchéité est un joint d'étanchéité. L'élément d'étanchéité est réalisé en métal. L'élément d'étanchéité permet de compenser les tolérances de fabrication.

L'élément de fixation est réalisé par un élément à ressort. Cet élément à ressort compense les différences de dilatation thermique par sa déformation élastique. L'élément de ressort est réalisé comme moulure entourant le support de gaz qui est étanche aux gaz.

Le support de capteur et l'élément de ressort ont des coefficients de dilatation thermique adaptés. Par exemple, les coefficients de dilatation thermique ont un écart inférieur à 15 % et notamment 10 % et plus particulièrement 5 %. Grâce à la faible différence des coefficients de dilatation thermique, les contraintes thermiques résultantes sont faibles entre les pièces, de sorte que les points d'assemblage entre les composants ne sont que faiblement sollicités.

Le capteur comporte une installation de traitement du signal émis par l'élément de capteur. L'installation pour le traitement peut être prévue sur le côté du support de capteur à l'opposé de celui portant l'élément de capteur. L'installation de traitement est reliée par les chemins conducteurs électriques à l'élément de capteur. L'installation est par exemple une puce sur le côté arrière et qui permet par exemple de numériser le signal analogique fourni par l'élément de capteur. L'installation de traitement peut également être intégrée directement dans l'élément de capteur. Ainsi, l'exploitation embarquée se fera directement sur l'élément de capteur, c'est-à-dire sur la même puce.

Le capteur comporte une installation de commande pour commander par exemple le cycle de nettoyage de l'élément de capteur en générant une température plus élevée que la température de fonctionnement de l'élément sensible, pour régénérer un catalyseur par l'élément sensible.

L'invention a également pour objet un procédé pour déterminer la concentration d'un composant du fluide à analyser, ce procédé étant caractérisé par les étapes suivantes consistant à :

- utiliser une chambre de capteur avec un orifice d'entrée pour le fluide débouchant dans la chambre de détection,
- introduire le fluide dans la chambre de détection, et
- analyser le fluide à l'aide d'un élément sensible installé dans la chambre de détection et soumis à l'action du fluide pour déterminer la concentration du composant.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'un capteur pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide à analyser, caractérisé par les étapes suivantes consistant à :

- 5 - utiliser un corps ayant un orifice traversant axialement le corps de base à partir d'un orifice d'entrée, ayant une saillie périphérique,
 - * une chambre de détection étant formée entre l'orifice d'entrée et la saillie périphérique,
- utiliser un support de capteur ayant un élément sensible et un élément de fixation,
- 10 - introduire le support de capteur et l'élément de fixation dans l'orifice traversant jusqu'à ce que le support de capteur soit appliqué contre la partie en saillie,
 - * l'élément sensible étant dirigé vers l'orifice d'entrée et l'élément de fixation étant situé sur le côté du support de capteur opposé à ce lui tourné vers l'orifice d'entrée, et
- 15 relier l'élément de fixation au corps.

L'introduction du support de capteur et de l'élément de fixation peut se faire à partir de l'ouverture de passage à l'opposé de l'ouverture d'entrée. Le support de capteur et l'élément de fixation peuvent être introduits globalement dans l'ouverture de passage. Dans ce cas, l'extrémité de l'élément de fixation est déjà reliée au support de capteur. En variante, le support de capteur et l'élément de fixation sont introduits comme éléments distincts en commençant par le support de capteur. Dans ce cas, l'extrémité de l'élément de fixation appliquée contre le support de capteur, sera reliée à ce dernier dans l'étape de liaison.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'un exemple de réalisation d'un capteur représenté schématiquement dans les dessins annexés dans lesquels les éléments identiques ou de même fonction dans les différentes figures portent les mêmes références. Ainsi :

- 30 la figure 1 est une vue en coupe d'un exemple de réalisation d'un capteur selon l'invention,

- la figure 2 est un ordinogramme du procédé de détermination de la concentration d'un composant d'un fluide analysé selon un exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est un ordinogramme du procédé de réalisation du capteur selon l'exemple de l'invention,
- la figure 4 montre un support de capteur avec un élément de capteur selon un exemple de l'invention,
- la figure 5 est un schéma d'une partie du capteur selon l'exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 6 montre un élément chauffant faisant partie du capteur de l'exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 7 montre en coupe l'ensemble du capteur selon l'invention.

Description de modes de réalisation de l'invention

La figure 1 montre un capteur 100 selon un exemple de réalisation de l'invention. Le capteur 100 est un capteur de gaz ayant un corps 102 et un élément sensible 104. Le capteur 100 est par exemple installé dans la conduite des gaz d'échappement d'un moteur à combustion ou dans une zone de détection d'un détecteur d'incendie. Le corps 102 est traversé par un passage. Le support 105 de l'élément sensible 104 divise le passage en deux segments. Le segment supérieur selon la figure 1 constitue une chambre de détection 106. La chambre de détection a un orifice d'entrée pour le fluide à analyser. L'élément sensible 104 est installé sur le côté de la chambre de détection 106 en regard de l'orifice d'entrée. Le support 105 forme le fond de la chambre de détection 106. L'élément sensible 104 est en retrait par rapport à l'orifice d'entrée. La chambre de détection 106 est délimitée entre l'orifice d'entrée et la surface supérieure de l'élément sensible 104 tournée vers l'orifice d'entrée. La distance entre l'orifice d'entrée et la surface supérieure de l'élément sensible 104 tournée vers l'orifice d'entrée, peut correspondre à plusieurs fois l'épaisseur de l'élément sensible 104 ou à plusieurs fois l'épaisseur du support et avoir par exemple une dimension d'un ou plusieurs millimètres. La paroi de la chambre de détection 106 formée par le corps 102 a une hauteur égale ou supérieure au diamètre de la chambre de détection. Le diamètre de l'orifice de passage dans le corps 102 sur le côté du support 105 tourné vers la chambre de

5

10

20

25

30

35

5 détection 106, est plus petit que sur le côté du support 105 non tourné vers la chambre de détection 106. Comme l'élément sensible 104 est situé à distance de l'orifice d'entrée, cet élément sensible 104 peut être constitué par un capteur semi-conducteur dont la température maximale est limitée.

Le capteur 100 sera décrit ci-après à l'aide d'un exemple selon lequel le capteur 100 est utilisé pour analyser le gaz passant dans la conduite des gaz d'échappement émis par exemple par le moteur d'un véhicule.

10 Le gaz de la conduite des gaz d'échappement arrive par l'orifice d'entrée dans la chambre de détection 106 à l'intérieur du corps 102 et vient en contact avec la surface de l'élément sensible 104. La chambre de détection 106 est ainsi ouverte en direction de la conduite des gaz d'échappement. La chambre de détection 106 est réalisée comme dégagement cylindrique axial traversant le corps 102. Le corps 15 102 de cet exemple de réalisation est sous la forme d'un manchon fileté. Concentriquement à la chambre de détection 106, le corps 102 a un filetage extérieur 108 comme interface pour visser le capteur de gaz 100 dans une conduite ou un réceptacle recevant le gaz. L'interface peut 20 également être réalisée sous la forme d'une bride. L'extrémité opposée à celle du filetage 108 qui est le "côté arrière froid" du corps 102 comporte un épaulement extérieur 110 pour être relié à une ligne de transmission de données, par exemple un faisceau de câble qui y est fixé, par exemple par vissage ou par sertissage.

25 Dans la chambre de détection 106, le corps 102 comporte un épaulement 112. Le diamètre de la chambre de détection 106 s'élargit au niveau de l'épaulement 112 sur le côté opposé à celui de l'orifice d'entrée. L'épaulement 112 reçoit le support de capteur 105 dans la direction transversale de la chambre de détection 106. Le côté du support 30 de capteur 105 tourné vers l'orifice d'entrée, porte en son centre l'élément sensible 104. Le support de capteur 105 réalisé en une céramique à plusieurs couches, porte des chemins conducteurs électriques dans et/ou entre les couches du support 105. Les chemins conducteurs reliant l'élément de capteur 104 au dos du support de capteur 105 par 35 des points de contact. Selon l'exemple de réalisation, les chemins con-

ducteurs sont en partie réalisés comme éléments chauffants pour chauffer l'élément sensible 104 à sa température de fonctionnement. Les broches de contact au dos du support de capteur 105 portent des conducteurs électriques 116, par exemple pour être reliés à un câble de 5 branchement. Les conducteurs électriques peuvent être soudés, brasés ou fixés par sertissage.

L'élément sensible 104 est protégé contre l'encrassage et/ou l'empoisonnement par un capuchon 118 ou protection couvrant l'élément sensible 104. Le capuchon 118 est en une céramique poreuse 10 10 constituant un filtre pour les particules. En plus ou en variante, la céramique peut avoir un effet catalytique pour faire réagir les composants gazeux, nocifs, pour l'élément sensible en composants inoffensifs. La céramique n'a pas elle même d'effet catalytique, mais peut être modifiée pour avoir un effet catalytique.

15 Le support de capteur 105 est monté flottant dans l'épaulement 112 pour être découplé des variations dimensionnelles du corps 102 occasionnées par la température. Le support de capteur est pressé contre l'épaulement 112 par un élément de ressort 120 en forme de moulure pour absorber les coefficients de dilatation thermique différents 20 du support en céramique 105 et de l'acier du corps à visser 102. A la place de l'élément de ressort 120, on peut, comme le montre les figures suivantes, utiliser également d'autres éléments de fixation. L'élément de ressort 120 est relié au corps 102 par une soudure, par exemple une soudure par laser. L'élément de ressort 120 est soudé au 25 support de capteur 105, par exemple par une brasure ou par une soudure active. Les deux liaisons par la matière rendent le capteur de gaz 100 étanche aux gaz.

30 A l'aide de la figure 1, on décrira un exemple de réalisation d'un capteur semi-conducteur 100 installé dans la conduite des gaz d'échappement d'un moteur à combustion. Le capteur semi-conducteur 100 est fixé et branché pour atteindre une température de fonctionnement inférieure à 500°C. La figure montre une possibilité de 35 maintenir constante la température du capteur de gaz 104 dans toute la plage de fonctionnement à une température significativement inférieure à la température maximale des gaz d'échappement. La structure est

réalisée de manière à résister aux variations de température et aux chocs pour permettre un passage hermétiquement étanche des contacts électriques 116 vers le côté arrière de la zone de branchement 110 du faisceau de câble pendant toute la durée de vie du capteur 100. L'élément sensible 104 est protégé contre les dépôts de matières solides des gaz d'échappement.

La description porte sur une solution d'un élément sensible semi-conducteur 104 qui est moins sollicité thermiquement du fait de son installation en retrait de la veine de gaz passant dans la conduite des gaz d'échappement, de manière à être ainsi protégé. La figure montre en outre une liaison alternative, peu encombrante, étanche aux gaz et à faible contraintes, d'une céramique de support 105 reliée au corps à visser 102 par une membrane métallique 120 à la place d'un engagement serré.

Une structure à tube protecteur non représentée, permet d'introduire les gaz chauds dans le corps à visser 102, par exemple en utilisant une dépression générée en technique de mécanique des fluides. Ainsi, les gaz arrivent de manière passive sur l'élément sensible 104. Les gaz d'échappement évacuent alors sur la paroi du corps à visser 102 une partie de leur énergie calorifique, si bien que les gaz d'échappement arrivant sur l'élément sensible 104, ont une température significativement inférieure à 500°C. L'élément sensible semi-conducteur 104 nécessite une température de fonctionnement constante même dans les intervalles dans lesquels la température des gaz d'échappement est plus faible. Pour cela, le disque en céramique 105 intègre une résistance chauffante alimentée par les contacts électriques 116 partant du côté arrière. Un élément chauffant peut également être intégré dans le capuchon de protection de l'élément sensible 104. Les contacts électriques, côté gaz d'échappement de l'élément sensible 104, passent par des passages et des chemins conducteurs internes du disque en céramique 105 et arrivent en contact avec le câble sur le côté opposé ; leur intégration dans la céramique 105 permet un passage hermétique et isolé électriquement des contacts 116. Au dos, le passage vers le câble se fait par exemple par des broches soudées. En option, le branchement des contacts traversants peut se faire avec une puce ins-

tallée au dos pour transformer les signaux analogiques fournis par l'élément sensible 104, en signaux numériques transmis aux contacts de câble 116 ce qui se réalise là encore par des passages et des chemins conducteurs dans le disque en céramique 105.

Dans l'exemple de réalisation présenté, la puce de l'élément sensible 104 est reliée mécaniquement et électriquement à un disque plan 105 en une céramique à plusieurs couches, par exemple une céramique cuite à basse température (céramique LTCC) ou une céramique d'alumine Al_2O_3 . La réalisation de la céramique à plusieurs couches 105 se fait selon les techniques de fabrication des platines LTCC, mais avec une composition particulière de la céramique en fonction de l'application et avec des pâtes conductrices et résistantes. Le disque de support 105 est tenu dans ou par une membrane annulaire 120, souple, en un alliage métallique par exemple en invar ou en kovar dont les coefficients de dilatation thermique sont adaptés à ceux de la céramique 105. La géométrie de cette membrane métallique annulaire 120 permet de compenser la différence de dilatation thermique par rapport au corps vissé 102 en acier et qui a un coefficient de dilatation thermique considérablement supérieur à celui de la céramique 105 et de la membrane 120. En revanche, un serrage ferme du disque en céramique 105 selon un montage serré se traduirait par la rupture dès que l'élévation de température aboutirait à une dilatation plus élevée du corps vissé 102 par rapport à la dilatation de la céramique 105. Le disque en céramique peut être adapté au coefficient de dilatation thermique faible de la matière semi-conductrice SiC de l'élément sensible, ce qui nécessite encore plus la suspension très largement découplée du point de vue thermomécanique. La faible épaisseur de paroi de la membrane métallique 120 se traduit également par un bon découplage de l'échange de chaleur entre le disque en céramique 105 et le corps vissé 102, massif, en métal, permettant une régulation de température pratiquement autonome au niveau de la puce sensible 104. Dans l'exemple de réalisation présenté, le passage entre le disque en céramique 105 et la membrane en forme d'anneau 120 peut se faire soit avec une métallisation frittée et une brasure ou par une soudure active réagissant directement avec la céramique 105. La liaison entre la membrane métallique

5

10

15

20

25

30

35

120 et le corps vissé 102 peut être sous la forme d'une soudure, par exemple une soudure par laser ou une brasure réalisant ainsi une étanchéité totale au gaz. Le montage de la puce sensible 104 sur la surface du disque en céramique 105, tournée vers la chambre de détection 5 106, se fait à l'aide d'une pâte de post-cuisson Au-verre en technique FlipChip. Dans les mêmes conditions, on peut installer au dos du disque en céramique 105 en plus une puce semi-conductrice résistant à haute température permettant d'installation le circuit d'exploitation pour préparer le signal numérique à proximité de l'élément sensible 10 104. Le capuchon protecteur 118 en céramique poreuse évite le dépôt de particules de saleté des gaz d'échappement ; ce capuchon protecteur se fixe par une soudure au verre sur le disque de support en céramique 15 105 au-dessus de la puce sensible 104. Le capuchon protecteur poreux 118 peut contenir des matières décomposant de manière catalytique les produits nocifs des gaz d'échappement tels que des silicones et qui peuvent se combiner chimiquement, de façon à éviter d'empoisonner l'élément sensible 104.

Comme décrit ci-dessus, on réalise ainsi un capteur ChemFET NOx ou un capteur de pression applicable à de hautes températures d'utilisation, par exemple à base de SiC ou de GaN. La géométrie présentée n'est donnée qu'à titre d'exemple et d'autres formes de réalisation peuvent s'envisager ainsi que d'autres procédés de mise en forme et procédé d'assemblage et de liaison.

La figure 2 montre l'ordinogramme d'un procédé 200 pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide d'analyse selon un exemple de réalisation de l'invention. Le procédé 200 est effectué à l'aide d'un capteur de gaz tel que celui de la figure 1. Le procédé comprend une étape d'utilisation 202, une étape d'introduction 204 et une étape d'analyse 206. Dans l'étape d'utilisation 202, on utilise une chambre de capteur avec un orifice d'entrée pour le fluide à introduire dans la chambre de capteur ou chambre de détection. Dans l'étape d'introduction 204, on introduit le fluide dans la chambre de détection et le cas échéant on le refroidit. Dans l'étape d'analyse 206, on analyse le fluide à l'aide d'un élément sensible installé dans la chambre de détection pour être en contact avec le fluide et déterminer la concentration 30 35

du composant. On obtient un signal de capteur qui est émis et représente le résultat de l'analyse donnant le composant du fluide.

La figure 3 montre un ordinogramme d'un procédé 300 de réalisation d'un capteur de gaz selon un exemple de réalisation de l'invention. Le procédé comprend deux étapes consistant à fournir ou utiliser 302, 304, une étape d'introduction 306 et une étape de liaison 308. Les étapes consistant à utiliser ou à fournir 302, 304 peuvent être exécutées simultanément.

Dans l'étape de fourniture ou d'utilisation 302, on utilise un corps. Le corps a un orifice de passage qui traverse axialement le corps à partir de l'orifice d'entrée. Le corps comporte une saillie périphérique dans la paroi de l'orifice d'entrée. Dans l'étape de fourniture ou d'utilisation 304, on utilise un support de capteur et un élément de fixation. Le support de capteur comporte un élément sensible et il est installé sur la partie en saillie ou épaulement. Dans l'étape d'introduction 306, on introduit le support de capteur et l'élément de fixation dans la chambre de détection jusqu'à ce que le support de capteur ou l'élément sensible soit appliqué contre l'épaulement ou partie en saillie. L'élément sensible est situé du côté de l'orifice d'entrée. L'élément de fixation s'applique contre le support de capteur et le corps. Dans l'étape de liaison 308, on fixe l'élément de fixation au corps et au support de capteur au cas où cette liaison n'existe pas déjà pour séparer la chambre de détection de manière étanche aux gaz.

La figure 4 montre un support de capteur 105 avec un élément sensible 104 d'un capteur tel que celui représenté à titre d'exemple à la figure 1 et correspondant à un mode de réalisation de l'invention. L'élément sensible 104 sur le côté avant du support de capteur 105 est protégé par un capuchon 118 contre une concentration excessive de fluide nocif et en plus ou en variante contre les matières solides chargeant le fluide d'analyse. Le support de capteur 105 est en une matière composite à plusieurs couches. A l'intérieur du support de capteur 105, il y a dans différentes couches superposées et de manière isolée électriquement, des chemins conducteurs 400 en une matière électroconductrice telle que par exemple de l'or. Les chemins conducteurs 116 sont réalisés comme broches en un fil d'acier spécial très réfractaire (ré-

sistant à haute température HT) et engagés dans des trous borgnes 402 partant du côté arrière du support de capteur 105 pour arriver jusque dans le plan respectif des chemins conducteurs 400 à relier. Les trous borgnes reçoivent les broches 116 mises en contact et bloquées par une 5 pâte de métal noble fritté. Dans une autre couche du support de capteur 105, on a une couche résistante chauffante 404. La couche résistante chauffante 404 est par exemple un mélange composite RuO₂-verre branché par des chemins conducteurs 400 pour pouvoir chauffer l'élément sensible 104 par l'arrière. L'élément sensible 104 est fixé au dos 10 par une pâte de métal noble fritté 406 sur le support 105 ; l'élément sensible est relié par des contacts traversants aux chemins conducteurs 400.

Ainsi, la figure 4 montre un exemple de réalisation de la fixation des broches de contact électrique 116 au dos du support en céramique 105 pour le passage de branchement du câble. A l'autre extrémité de la sonde de mesure, dans la zone arrière moins sollicitée thermiquement, les broches de contact 116 peuvent être reliées aux brins d'un câble, par exemple par brasure, soudage par laser ou sertissage. Le passage des contacts électriques entre le disque en céramique chauffé 105 et les broches de contact 116, peut se faire par une brasure métallique comme pour la fixation de l'élément de ressort au bord du disque en céramique 105 dans des situations particulières.

Dans ce cas également, les températures élevées du procédé (supérieures à 1000-1200°C) des soudures appropriées pour les 25 plages de températures élevées du branchement sont difficiles à combiner à la tenue en température (température maximale 950°C) de la céramique LTCC. De plus, les broches métalliques soudées en bout sur les pattes de contact sont mécaniquement sensibles et c'est pourquoi elles ont un côté frontal épaisse à la manière d'une tête d'épingle pour 30 augmenter la surface de liaison. Tous les efforts de traction que l'on peut rencontrer dans le procédé (par exemple les manipulations lors du branchement sur le câble) sont ainsi concentrés sur des surfaces plus grandes pour décharger la surface limite critique céramique/métal.

La fixation des broches métalliques 116 et le branchement simultané des chemins conducteurs 400 à l'intérieur de la céra- 35

mique du support 105 peuvent être obtenus avec la même pâte de métal noble que celle utilisée pour le branchement de la puce sensible 104. Pour cela, on réalise les perçages borgnes 402 dans le côté du disque de support en céramique 105, à l'opposé de celui exposé au gaz, pour arriver jusque dans le plan des chemins conducteurs 400 dans lesquels on colle les broches métalliques 116 avec la pâte et on cuit au cours du même procédé la fixation de la puce et du capuchon protecteur. La matière des broches métalliques 116 est un fil en acier très réfractaire, doré. Le procédé de cuisson peut se faire à l'air ou sous une atmosphère de gaz protecteur pour éviter l'oxydation du fil d'acier. Les broches métalliques 116 ainsi intégrées dans le disque en céramique 105, sont très résistantes mécaniquement et insensibles aux manipulations ultérieures. La pâte métal noble-verre, frittée, réalise le contact électrique souhaité entre les chemins conducteurs 400 et la surface dorée des broches en acier 116 tout en réalisant une fixation mécaniquement solide aux surfaces en céramique à l'intérieur des trous borgnes 402.

La figure 5 est une vue de détail d'une partie d'un capteur 100 correspondant à l'exemple de réalisation de l'invention. Le capteur 100 correspond pratiquement à celui de la figure 1. Le corps 102 comporte une chambre de détection 106 avec le support de capteur 105 orienté transversalement à la direction principale d'extension et constituant une fermeture. A la différence de la figure 1, le support de capteur comporte un dégagement recevant l'élément semi-conducteur sensible 104. Le dégagement de cet exemple de réalisation est couvert par un disque en céramique poreuse comme installation de protection 118 avec un dispositif chauffant intégré. Le dispositif chauffant est branché électriquement à partir du dos du support de capteur 105. Le corps 102 comporte une saillie 500 périphérique entourant la chambre de détection 106 et le support de capteur 105 est appliqué de manière étanche au fluide contre la saillie 500 par un élément de fixation 120. L'élément de fixation 120, comme pièce métallique complémentaire, a un coefficient de dilatation thermique élevé par rapport à celui de la matière du boîtier. En liaison avec deux anneaux d'étanchéité métalliques 502 et le support de capteur 105 en céramique qui a un coefficient de dilatation faible, les coefficients de dilatation thermique se combinent pour donner

un coefficient de dilatation thermique global correspondant au coefficient de dilatation thermique du corps. Les deux anneaux d'étanchéité métalliques 502 sont prévus sur les côtés opposés du support de capteur 105. Ces anneaux sont réalisés en une matière ductile, par exemple en un alliage métallique mou. Les anneaux d'étanchéité 502 compensent les tolérances de fabrication entre le support de capteur 105 et le corps 102 par leur déformation plastique. L'élément de fixation 120 est fixé au corps 102 par une soudure par laser 504 pour réaliser l'étanchéité par une liaison par la force.

La liaison par la matière du disque en céramique LTCC 105 avec l'élément de ressort décrit à la figure 1, est avantageuse dans des conditions particulières, car la soudure métallique envisagée pour la céramique LTCC, contient en général de l'argent pour la plage de température tolérée (allant jusqu'à 950°C). L'argent (Ag) migre toutefois très facilement dans des conditions de températures élevées et de vapeur d'eau comme cela est le cas par exemple pour les gaz d'échappement d'un moteur, si bien que l'argent risque d'empoisonner le capteur de gaz, ce qui limite les possibilités d'utilisation d'une telle soudure. Une soudure sans argent (par exemple à base de nickel Ni) résiste à des températures de procédé significativement plus élevées et qui pourraient conduire à des modifications du disque en céramique 105 dans la mesure où le disque est en céramique LTCC. Des soudures à base d'étain (Sn) ont une température de fusion plus faible que la future température de fonctionnement du capteur. Avec une soudure spéciale qui répond à toutes les exigences, on peut souder l'élément de fixation 120 au support de capteur 105.

Comme autre principe d'étanchéité du disque en céramique 105 par rapport au boîtier métallique ou corps 102, on peut réaliser une étanchéité par une liaison par la force entre le disque en céramique 105 et les anneaux d'étanchéité 502 en un métal ductile, par exemple du cuivre (Cu) ou de l'aluminium (Al) ou encore des anneaux en acier, avec un revêtement des deux côtés en un tel métal ductile. La liaison par la force peut se réaliser par exemple par vissage ou par matage à la fixation sous une pression d'application en réalisant une soudure par laser. Comme la force de serrage des anneaux d'étanchéité

reste conservée dans toute la plage des températures d'utilisation, c'est-à-dire entre -40°C et au-delà d'un maximum de 500°C, la différence entre la faible dilatation thermique du disque en céramique 105 et la dilatation thermique significativement plus élevée du boîtier métallique formant le corps 102 pourra être compensée par la pièce complémentaire vissée ou matée. Le choix de la matière et les dimensions de la pièce complémentaire permet de compenser la faible dilatation thermique de la céramique par rapport à celle du métal du boîtier 102, c'est-à-dire que la pièce complémentaire aura un coefficient de dilatation thermique plus élevé que le corps ou boîtier 102.

Les différences de dilatation thermique du disque en céramique 105 et du boîtier métallique formant le corps 102 dans la direction radiale, sont compensées par les mouvements relatifs des surfaces d'étanchéité et la ductilité des joints métalliques 502 sans influencer l'effet d'étanchéité, car dans la direction axiale, la solution décrite pour les coefficients de dilatation accordés maintient la pression d'application pratiquement constante.

Selon une variante de principe de protection du capteur de gaz contre les composants nocifs du gaz, le capuchon protecteur poreux 118 du capteur de gaz pourra nécessiter une température de fonctionnement plus élevée pour développer l'effet catalytique. Cela permet d'absorber certaines substances telles que par exemple Si provenant de composés organiques de Si. La température idéale de fonctionnement de l'élément sensible 104 se situe en revanche à environ 50-100 K en dessous. Pour tenir compte de cette situation, on peut d'une part chauffer directement le capuchon protecteur 118, poreux ou chauffer une zone du disque de support 105 en céramique au-delà de la surface de montage portant la puce, si bien que la puce sensible 104 sera chauffée en même temps, indirectement mais à un niveau de température plus faible. Si le chauffage se fait par une structure chauffante appliquée sur la céramique poreuse, par exemple un conducteur métallique en forme de méandres, il est avantageux que la pièce poreuse se présente sous la forme d'un disque plan, car les possibilités d'impression pour réaliser le support de capteur 105, sont moins limitées que dans le cas du capuchon protecteur 118 de forme tridimensionnelle comme cela a été repré-

senté aux figures 1 et 4. Pour permettre de donner la forme plane à la céramique poreuse, la puce sensible 104 est encastrée dans une cavité du disque de support 105 en céramique et ensuite, on couvre avec le disque poreux et on fixe par une liaison par une soudure au verre. Les 5 contacts électriques traversant le disque de support 105 de cet exemple de réalisation, sont reliés à des points en pâte de métal noble pour les contacts électriques de l'élément chauffant qui se trouvent sur le disque en matière céramique poreuse et l'ensemble est cuit avec la fixation de la puce et le joint de soudure au verre au cours de la même opération.

10 La figure 6 montre un élément chauffant 600 faisant partie d'un capteur selon un exemple de réalisation de l'invention. L'élément chauffant 600 est installé à la jonction du support de capteur et de l'installation de protection comme cela est représenté aux figures 1, 4 et 5. L'élément chauffant 600 de cet exemple de réalisation a une 15 structure linéaire avec un contour extérieur 602 rectangulaire qui suit l'installation de protection non représentée. Le contour extérieur 602 de cet exemple de réalisation est la surface recevant le capuchon protecteur de la puce sensible. Le contour extérieur 604 de la puce sensible également rectangulaire est représenté à l'intérieur de l'élément chauffant 600. L'élément chauffant 600 est une couche de résistance chauffante avec une résistance spécifique élevée. L'élément chauffant 600 est bordé suivant son extension par deux chemins conducteurs 606 à résistance spécifique faible. Les chemins conducteurs 606 assurent le branchement électrique de l'élément chauffant 600. Chaque extrémité des 20 chemins conducteurs 606 s'écarte de l'élément chauffant 600 pour être reliée à des perçages de contact de broche 608 et être reliée au support de capteur. Lorsqu'on applique une tension électrique aux broches 608, celle-ci est appliquée à l'élément chauffant 600 qui chauffe l'installation 25 de protection par le bord.

30 La possibilité de conserver la forme du capuchon protecteur par le dispositif chauffant dans le disque de support en céramique et le fait de maintenir une température de fonctionnement élevée, souhaitée pour le capuchon, ont l'avantage que le branchement électrique de l'élément chauffant se réalise plus simplement et que l'on n'a pas de 35 structure chauffante qui détériore la perméabilité au gaz de la céra-

mique poreuse. Diverses surfaces chauffantes en forme d'anneaux ou de rubans peuvent s'envisager pour le disque en céramique sur la surface au-delà de la zone de montage de la puce et ainsi principalement le bord du capuchon protecteur sera chauffé. La faible conductivité thermique de la céramique de support LTCC et la forte conductivité thermique de la céramique SiC poreuse du capuchon protecteur permettent de respecter une température de capuchon/température de l'installation de protection supérieure de 50-100 K par rapport à la température de la puce. Les deux solutions présentées ci-dessus aboutissent au résultat recherché. Le dispositif chauffant intégré dans la céramique de support constitue la solution la plus solide et la plus économique car il n'est pas nécessaire d'intégrer dans une cavité du support.

La figure 7 montre un capteur 100 correspondant à un exemple de réalisation de l'invention avec les éléments périphériques. La représentation de la figure 7 est une vue d'ensemble du capteur 100 de la figure 5. En plus de la figure 5, on a représenté l'interface 700 avec le câble 702. Les broches en acier 116 partent de l'interface 700. Ces broches sont par exemple en acier très réfractaire, doré, reliées au câble 702 par une brasure, une soudure ou un sertissage. Le corps 102 est représenté comme vissé dans le volume 704 traversé par la veine de gaz d'échappement. Une installation conductrice 706 de la chambre de détection vient en saillie dans la veine de gaz d'échappement ; cette installation permet de conduire des gaz d'échappement frais comme l'indiquent les flèches à partir de la veine de gaz d'échappement dans la chambre de détection et évacuer les gaz d'échappement analysés hors de la chambre de détection. L'installation de guidage 706 comporte un canal d'alimentation et un canal de sortie ayant des sections concentriques. Le canal d'alimentation entoure le canal de sortie. Le canal d'alimentation a une section annulaire. Le canal de sortie a une section circulaire. La paroi extérieure du canal d'alimentation a une surface très supérieure à celle de la paroi extérieure du canal de sortie. La longueur du canal d'alimentation et celle du canal de sortie représentent par exemple au moins trois fois ou quatre fois la section de la chambre de détection. Le canal d'alimentation introduit des gaz d'échappement frais dans la chambre de détection pour les guider le long de la surface

de mise en température de la chambre de détection et les refroidir jusqu'à atteindre la température de fonctionnement du capteur 100. Les gaz d'échappement refroidis sont déviés au fond de la chambre de détection par la paroi extérieure périphérique de cette chambre, vers le 5 côté, sur l'élément sensible 104 et être réaspirés après analyse à travers le canal de sortie central après être passés sur l'élément sensible 104 pour retourner dans le volume 704. L'installation de guidage 706 introduit des gaz d'échappement venant au-delà de la couche limite dans la chambre de détection. La veine de gaz dans l'installation de guidage 10 706, peut être entraînée par le mouvement de la veine de gaz dans le volume 704.

NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX

	100	capteur
	102	corps
5	104	élément sensible/puce sensible
	105	support en céramique/disque plan/céramique à plusieurs couches
	106	chambre de détection
	110	zone de branchement/zone de contact
10	112	épaulement
	116	contact électrique/broche de contact
	118	capuchon protecteur
	120	membrane annulaire
	200	procédé de détermination de la concentration d'un composant de fluide d'analyse
15	202, 204, 206	étapes du procédé 200
	300	procédé de réalisation d'un capteur de gaz
	302, 304, 306, 308	étapes du procédé 300
	400	chemin conducteur
20	402	dégagement en forme de trou borgne
	404	couche résistante chauffante
	500	saillie périphérique
	502	anneau d'étanchéité/joint d'étanchéité
	504	cordon de soudure par laser
25	600	élément chauffant
	602	contour extérieur
	606	chemin conducteur
	608	perçage de contact de broche/broche
	700	interface
30	704	volume traversé par les gaz d'échappement
	706	dispositif de guidage

R E V E N D I C A T I O N S

1°) Capteur (100) pour déterminer la concentration d'un composant d'un fluide à analyser, comprenant :

- un corps (102) entourant une chambre de détection (106) et ayant un orifice d'entrée pour le fluide dans la chambre de détection (106), et
- un élément sensible (104) pour analyser le fluide, cet élément étant installé dans la chambre de détection (106) pour être soumis à l'action du fluide et permettre de déterminer la concentration du composant.

2°) Capteur (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

le corps (102) comporte une surface de mise en température entre l'orifice d'entrée et l'élément sensible (104) pour refroidir le fluide dans la chambre de détection (106).

3°) Capteur (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'

il comporte une installation de protection (118) qui couvre l'élément sensible (104) et diminue la concentration d'au moins un autre composant solide, liquide ou gazeux du fluide.

4°) Capteur (100) selon la revendication 3,

caractérisé en ce que

l'installation de protection (118) comporte un élément chauffant.

5°) Capteur (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'

il comporte un support de capteur (105) dans la chambre de détection (106) ayant des chemins électroconducteurs pour le branchement de l'élément sensible (104),

* l'élément sensible (104) étant installé sur le côté du support de capteur (105) tourné vers l'orifice d'entrée.

6°) Capteur (100) selon la revendication 5,
caractérisé en ce que
le support de capteur (105) comporte un élément chauffant pour l'élé-
ment sensible (104).

5

7°) Capteur (100) selon la revendication 5,
caractérisé par
un élément de fixation (120) pour relier le support de capteur (105) et le
corps (102) de manière étanche aux gaz et/ou fixer le support de cap-
teur (105) au corps (102),
* la chambre de détection (106) ayant une saillie périphérique (112) et
l'élément de fixation (120) poussant le support de capteur (105)
contre la saillie (112).

10

15 8°) Capteur (100) selon la revendication 7,
caractérisé en ce que
l'élément de fixation (120) est un élément de ressort (120).

20

9°) Capteur (100) selon la revendication 5,
caractérisé en ce qu'
il comporte une installation de traitement du signal fourni par l'élément
sensible (104).

25

10°) Procédé (200) pour déterminer la concentration d'un composant du
fluide à analyser,
procédé caractérisé par les étapes suivantes consistant à :
- utiliser (202) une chambre de capteur (106) avec un orifice d'entrée
pour le fluide débouchant dans la chambre de détection (106),
- introduire (204) le fluide dans la chambre de détection (106), et
30 - analyser (206) le fluide à l'aide d'un élément sensible (104) installé
dans la chambre de détection (106) et soumis à l'action du fluide
pour déterminer la concentration du composant.

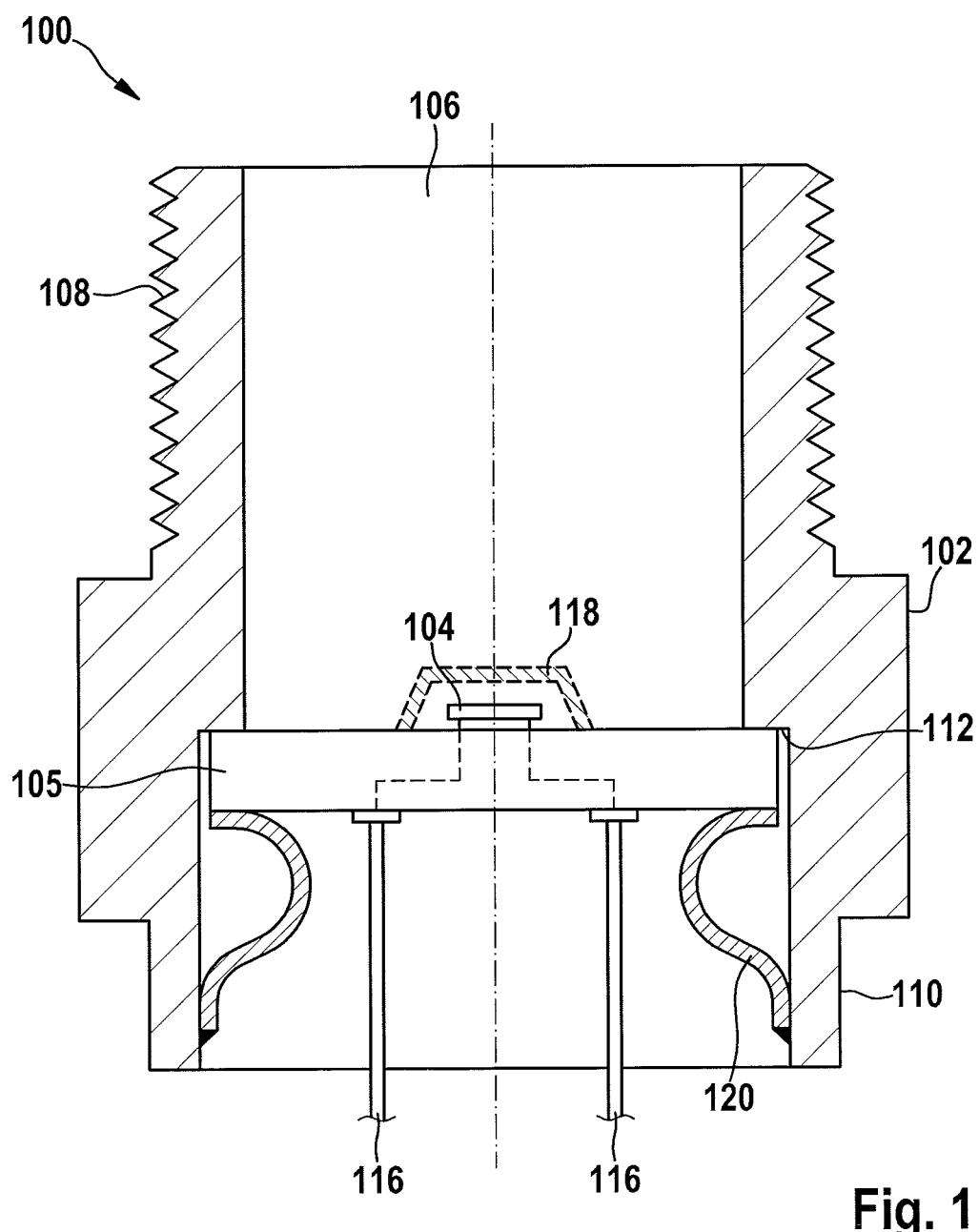
35

11°) Procédé (300) de réalisation d'un capteur (100) pour déterminer la
concentration d'un composant d'un fluide à analyser,

procédé caractérisé par les étapes suivantes consistant à :

- * prendre (302) un corps (102) ayant un orifice traversant axialement le corps de base (102) à partir d'un orifice d'entrée, ayant une saillie périphérique (112), avec une chambre de détection (106) formée entre l'orifice d'entrée et la saillie périphérique (112),
- utiliser (304) un support de capteur (105) ayant un élément sensible (104) et un élément de fixation (120),
- introduire (306) le support de capteur (105) et l'élément de fixation (120) dans l'orifice traversant jusqu'à ce que le support de capteur (105) soit appliqué contre la partie en saillie (112),
 - * l'élément sensible (104) étant dirigé vers l'orifice d'entrée et l'élément de fixation (120) étant situé sur le côté du support de capteur (105) opposé à celui tourné vers l'orifice d'entrée, et
- relier (308) l'élément de fixation (120) au corps (102).

1 / 5



2 / 5

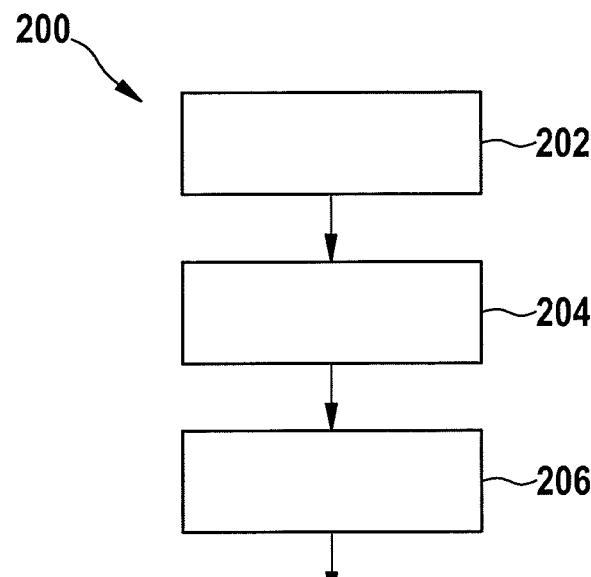


Fig. 2

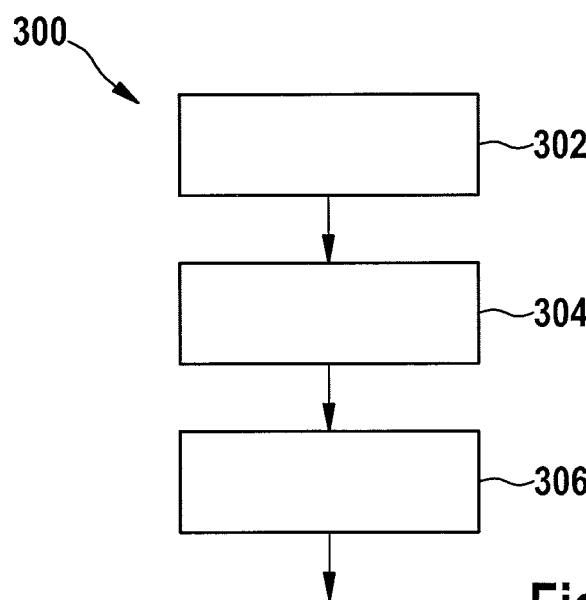


Fig. 3

3 / 5

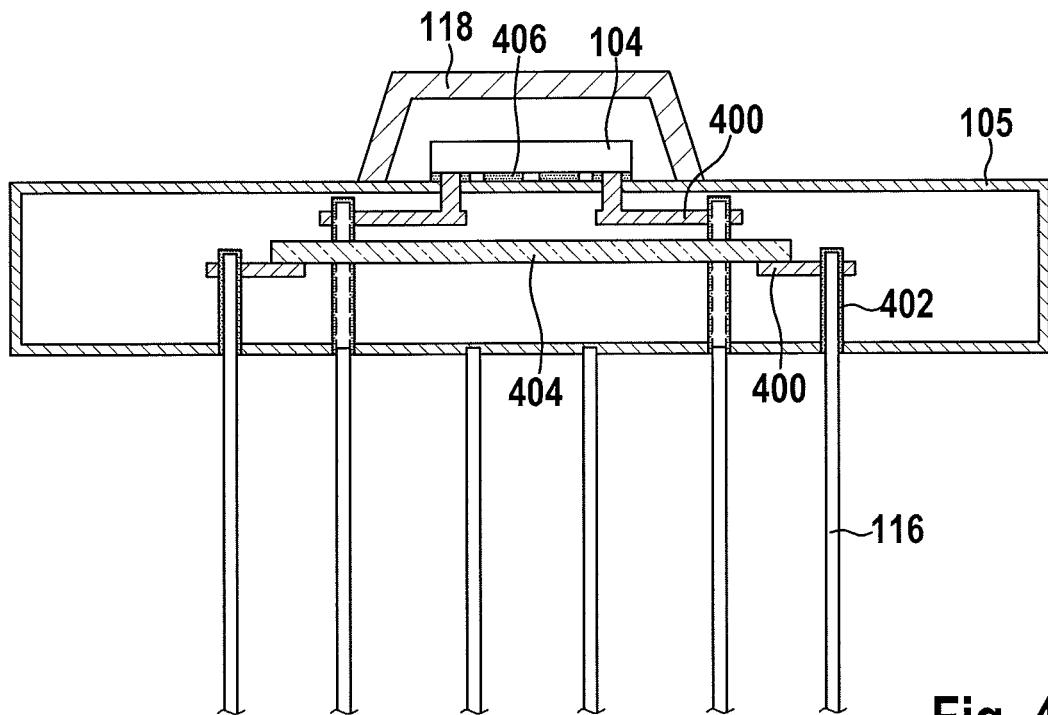


Fig. 4

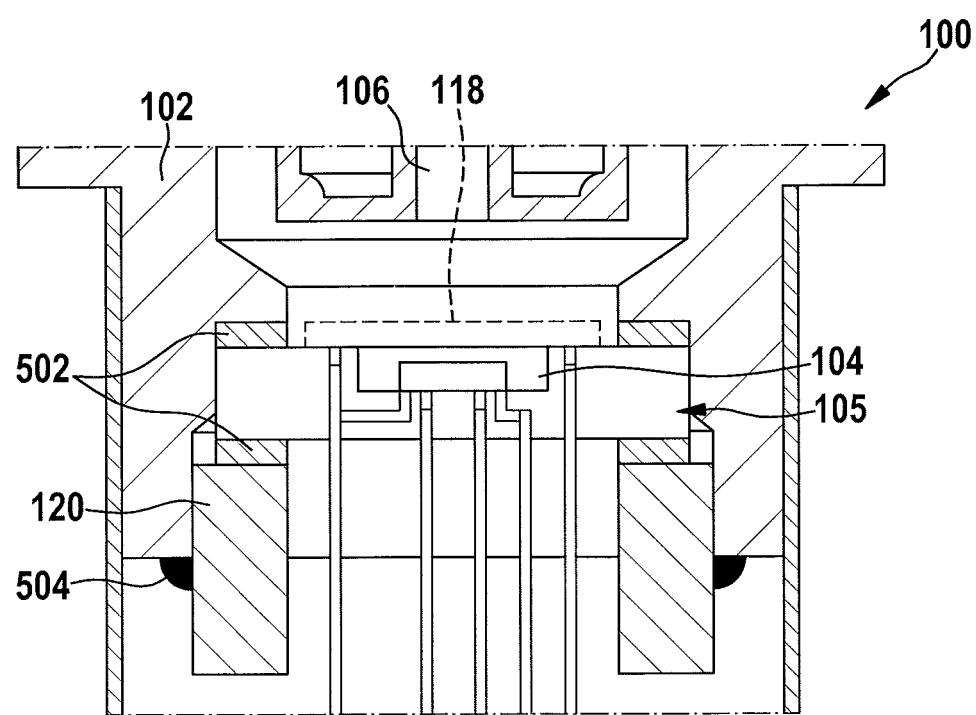


Fig. 5

4 / 5

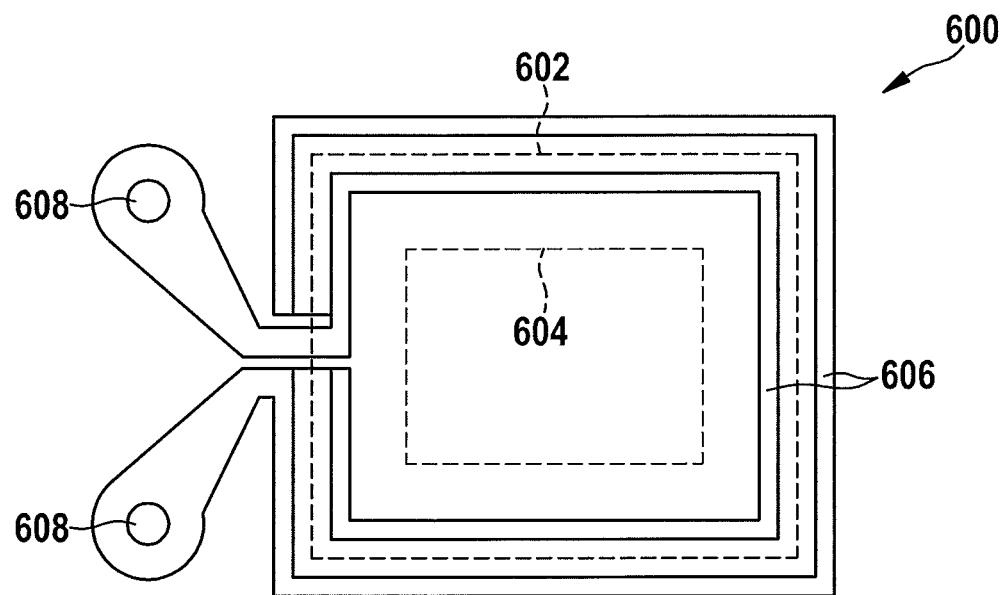


Fig. 6

5 / 5

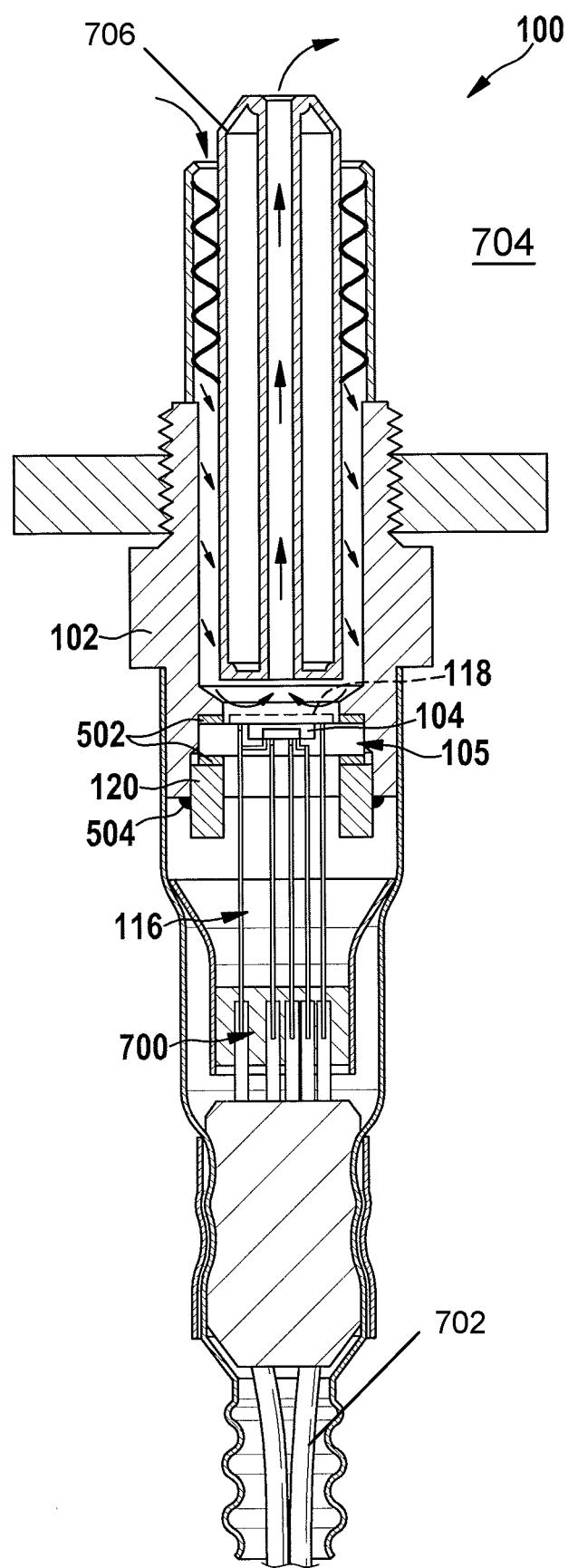


Fig. 7