



(51) Classification internationale des brevets :

G01N 21/31 (2006.01) G01N 21/85 (2006.01)
G01N 21/27 (2006.01) F02D 41/14 (2006.01)
G01N 21/05 (2006.01) G01N 21/35 (2006.01)
G01N 21/03 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2009/008999

(22) Date de dépôt international :

15 décembre 2009 (15.12.2009)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0807379 23 décembre 2008 (23.12.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR/FR];
1, avenue Paul Ourliac, F-31100 Toulouse (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BLANC, Jérémie** [FR/FR]; Route de Seilh, F-31840 Aussaune (FR). **L'HÉNORET, Benjamin** [FR/FR]; 35 rue du Général Bourbaki, F-31200 Toulouse (FR). **MERLINA-**

BONNAFOUS, Laureen [FR/FR]; 60 rue de Cugnaux, F-31300 Toulouse (FR).

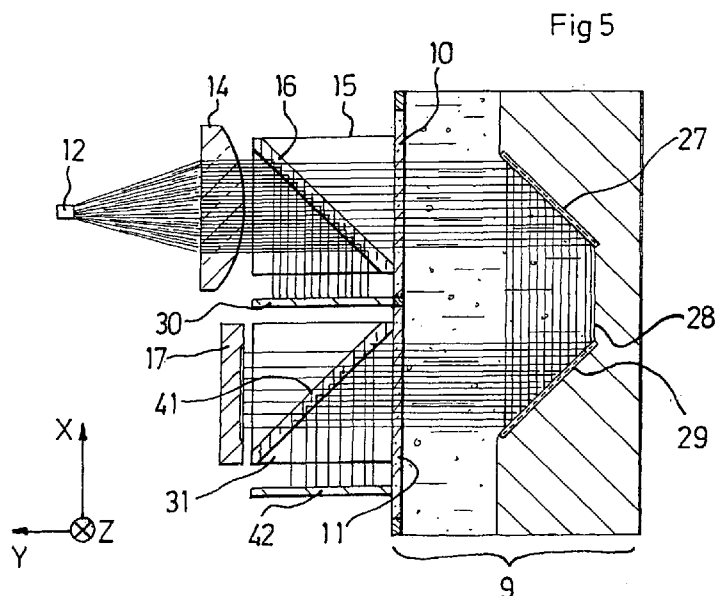
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MINIATURE SPECTROMETER ONBOARD AN AUTOMOBILE WITH A MEASUREMENT DETECTOR AND A SINGLE REFERENCE DETECTOR

(54) Titre : SPECTROMÈTRE MINIATURE EMBARQUE DANS UN VÉHICULE AUTOMOBILE A DÉTECTEUR DE MESURE ET DÉTECTEUR DE RÉFÉRENCE UNIQUE



(57) Abstract : The invention relates to a device for measuring a spectrum of a light beam, in a previously selected range of wavelengths, said spectrum being generated by a sample to be analysed, said optical measurement device including at least one light source (12), a measurement cell (9) and a measurement detector (17) placed on an optical measurement path, said optical measurement path being travelled by an optical measurement beam emitted by the light source (12) and hitting the measurement cell (9), a self-calibration means suitable for taking into account the possible deflection of the light sources due to environmental or operating conditions, regardless of the presence or absence of a sample to be analysed in the measurement cell, said self-calibration means including a means (15) for creating an optical reference path travelled by an optical reference beam, emitted by the light source and not hitting the measurement cell, and a reference detector (18). Said measurement device is remarkable in that it is designed to be installed onboard an automobile and comprises a means (30, 31) for selectively mixing the optical measurement beam and the optical reference beam, the measurement detector

(17) also acting as a reference detector (18).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Dispositif de mesure d'un spectre d'un faisceau lumineux, dans une plage de longueurs d'ondes préalablement choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant au moins une source lumineuse (12), une cellule de mesure (9) et un détecteur de mesure (17) placés sur un chemin optique de mesure, ledit chemin optique de mesure étant parcouru par un faisceau optique de mesure issu de la source lumineuse (12) et rencontrant la cellule de mesure (9), des moyens d'auto calibration permettant de tenir compte de la dérive éventuelle des sources lumineuses du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indépendamment de la présence ou de l'absence d'un échantillon à analyser dans la cellule de mesure, lesdits moyens d'auto calibration comprenant des moyens (15) de créer un chemin optique de référence parcouru par un faisceau optique de référence, issu de la source lumineuse et ne rencontrant pas la cellule de mesure, et un détecteur de référence (18). Ledit dispositif de mesure est remarquable en ce qu'il est conçu pour être embarqué dans un véhicule automobile et comporte des moyens (30, 31) de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence, le détecteur de mesure (17) faisant également office de détecteur de référence (18).

Spectromètre miniature embarqué dans un véhicule automobile
à détecteur de mesure et détecteur de référence unique

La présente invention relève du domaine de l'électronique embarquée sur véhicules automobiles. Elle concerne plus particulièrement les équipements optoélectroniques. Plus spécifiquement, elle touche à la spectrométrie adaptée à la détermination de composition d'un fluide.

5 La compétition entre les divers concepteurs d'automobiles entraîne une recherche sans cesse renouvelée de meilleures performances de fonctionnement, de niveau de consommation kilométrique et de qualités écologiques. Dans le domaine des véhicules propulsés par un moteur à combustion interne, la composition du carburant a un impact direct sur les performances du moteur. Dès lors, la connaissance précise de cette
10 composition du carburant permet de jouer sur certains paramètres de fonctionnement du moteur pour améliorer la combustion et réduire la pollution du véhicule.

Par ailleurs, cette connaissance peut également permettre de détecter de fausses manipulations (remplissage d'un réservoir d'essence avec du gazole ou inversement) potentiellement dommageables au moteur, et de prévenir le conducteur, voire de bloquer
15 l'allumage pour éviter des dommages irréparables. De façon analogue, elle permet de détecter un carburant non conforme aux normes de qualité légales.

Des remarques analogues s'appliquent à l'huile moteur, voire au liquide de refroidissement ou à d'autres fluides dont les propriétés influent sur le fonctionnement du véhicule.

20 L'un des moyens de parvenir à cette analyse de composition d'un fluide est d'utiliser la technologie des spectromètres.

On rappelle qu'un spectromètre est un instrument de mesure destiné à déterminer l'absorption de certaines longueurs d'onde du spectre (lumineux en général) par un échantillon à analyser. Les longueurs d'onde absorbées forment des pics dans le spectre
25 d'absorption, et caractérisent certaines molécules ou composants présents dans l'échantillon.

Tel que défini dans le cadre de la présente invention, un spectromètre optique se compose donc principalement d'une source lumineuse, d'un ensemble optique de mise en forme du faisceau lumineux pour en faire un faisceau parallèle apte à traverser
30 l'échantillon, d'un filtre de longueur d'onde pour permettre la mesure dans un certain domaine de longueurs d'ondes, et d'un détecteur de lumière qui mesure l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde.

Des spectromètres travaillant dans les domaines de longueurs d'ondes lumineuses ultraviolet, visible et proche infrarouge sont déjà utilisés de façon quotidienne dans de
35 nombreux domaines. Parmi ces domaines on peut citer :

- l'agroalimentaire (par exemple pour le contrôle du taux d'humidité des grains de céréales, de la maturité des fruits, de la graisse contenue dans certain aliments, etc.)
- le biomédical (par exemple la mesure du taux de sucre dans le sang sans prélèvement, etc.)
- la production de carburants (contrôle de la qualité et de la composition du brut, contrôle de la qualité des produits finaux comme l'essence et le diesel, etc.)

Tous ces domaines d'application utilisent le même type d'instrument de mesure, dont seules varient les caractéristiques de taille et de portabilité. De tels instruments, utilisant éventuellement différentes technologies (transformée de Fourier, Filtre, monochromateur, réseaux de diffraction, etc.), ne travaillent pas sur une plage de variation de température importante.

En effet, pour des raisons liées à la dérive de leurs performances selon la température, ils sont rarement utilisés dans des milieux présentant des variations de températures fortes.

Ce sont par ailleurs souvent des équipements de type laboratoire, ou en tout cas nécessitant un accès facile à leurs composants pour la maintenance du détecteur ou de la source lumineuse (dont la durée de vie est souvent courte, et en tout cas inférieure à la quinzaine d'années nécessaire dans le milieu embarqué sur automobile). En conséquence, ils sont inadaptés à une installation à long terme dans un environnement pratiquement inaccessible pour maintenance.

Enfin, ces spectromètres ne sont pas soumis à des impératifs de coût unitaire de production, et utilisent donc souvent des composants haut de gamme, par exemple des lampes Tungstène halogène ou filament, très stables en température, mais incompatibles avec une installation en grande série sur des véhicules automobiles.

On comprend que ces questions, de dérive en température, de fiabilité des composants et donc d'accès pour maintenance, et finalement de coût de fabrication, rendent ces spectromètres du commerce inadaptés à une utilisation dans des environnements comparables à l'automobile.

Dans une application telle que considérée dans le domaine du contrôle de fluides automobiles, il est nécessaire d'utiliser des composants à très bas coût unitaire et robustes dans le temps, de manière à garantir un fonctionnement durable. Une des solutions est d'utiliser comme source lumineuse des diodes électroluminescentes (LEDs, acronyme anglais pour "Light Emitting Diode").

De fait, les diodes électroluminescentes sont des composants bien connus, très fiables, de coût très faible car utilisées en très grand volume pour une multitude

d'applications. Elles sont par ailleurs aujourd'hui disponibles dans de nombreuses versions de longueur d'onde, permettant leur utilisation dans un domaine de spectre de 300 nm (ultraviolet proche) à 2500 nm (infrarouge proche).

Comme on le voit sur la figure 1, les diodes électroluminescentes présentent généralement un spectre assez large caractérisé par une valeur de largeur à mi-hauteur de 35 nm à plus de 100 nm. Il est ainsi possible, en utilisant en combinaison plusieurs diodes de caractéristiques différentes, de créer une source présentant un spectre d'émission très large.

Les caractéristiques de spectre d'émission et de puissance optique des diodes électroluminescentes peuvent varier de façon importante selon le courant qui les traverse et la température ambiante à laquelle elles sont utilisées (figures 1, 2, 3 et 4 pour un exemple de valeur mesurée sur une diode électroluminescente à 650 nm). Or l'interprétation de la mesure d'absorption nécessite de connaître précisément l'intensité à une longueur d'onde donnée, de l'onde lumineuse envoyée à travers l'échantillon analysé.

Leur utilisation comme source lumineuse pour la spectroscopie, dans des environnements dont la température peut varier de façon significative (par exemple de -40°C à +105°C en automobile), demande donc des solutions innovantes afin de compenser la variation naturelle de leurs caractéristiques. Plus généralement, ces remarques concernent toutes les sources lumineuses présentant des variations de performances avec le vieillissement et la température.

On connaît déjà des dispositifs de spectrométrie à bas coût utilisant une technologie à base de diodes électroluminescentes. Plusieurs dispositifs de ce type sont actuellement brevetés et commercialisés.

L'un de ces dispositifs est commercialisé par la société Zeltex et décrit dans le brevet US 6 369 388 B2. Il s'agit d'un spectromètre portable travaillant dans le proche infrarouge destiné principalement à l'analyse de qualité de grains récoltés. Diverses applications sont envisagées pour le dispositif décrit, allant du domaine biomédical à l'agroalimentaire et aux carburants.

Parmi les applications proposées pour ce dispositif, il est mentionné une mesure de taux d'octane d'une essence à partir d'un spectre discret obtenu par la mesure de l'absorption à 14 longueurs d'ondes différentes, cette contrainte correspondant à une norme légale de qualité de carburants distribués dans les stations services dans un état américain.

Le spectromètre Zeltex utilise les mêmes mesures d'absorption dans ses différentes utilisations, et donc indépendamment du type d'échantillon analysé.

La plage de températures de fonctionnement fournissant une mesure de fiabilité garantie va de -20°C à +55°C. Une telle plage de fonctionnement est incompatible avec

une utilisation en milieu automobile embarqué, pour lequel les capteurs doivent être dimensionnés pour des températures comprises entre - 40°C et + 105°C.

Deux méthodes sont présentées dans ce même brevet US 6 369 388 B2 pour tenir compte de l'effet de la température.

5 Une première méthode envisagée utilise une compensation des résultats des mesures d'absorption spectrale selon la température mesurée par un capteur, et une logique de compensation pré-mémorisée. Cette méthode ne cherche pas à lutter contre les déformations ou dérives des composants liées à la température, mais à corriger les valeurs mesurées selon une courbe de correction préalablement déterminée.

10 Une seconde méthode considérée dans le cadre de ce dispositif Zeltex utilise une auto calibration du spectromètre. Il s'agit alors d'une véritable compensation des variations en température et en vieillissement des composants de la chaîne de mesure, et en particulier des diodes électroluminescentes.

Dans cette méthode, avant chaque acquisition d'une mesure de spectre, la cellule
15 de mesure est vidée, une première mesure est réalisée avec la source de lumière éteinte (mesure de lumière 0) qui caractérise le bruit de mesure dû à l'électronique et au détecteur, lequel varie avec les conditions d'environnement et le temps. Puis une seconde mesure est réalisée avec la lumière allumée, toujours sans échantillon dans la cellule, fournissant ainsi une mesure de lumière 100, également impactée par les conditions
20 d'environnement de la mesure.

Ces deux mesures successives permettent une auto-calibration du spectromètre. Mais la contrainte de devoir vider la cellule pour cette procédure n'est pas compatible avec une utilisation embarquée, par exemple, et comme on le conçoit facilement, dans le cas d'une installation à demeure dans un réservoir de carburant ou dans le circuit de
25 distribution de carburant.

Un autre dispositif, conçu et fabriqué par la société Rikola, concerne un spectromètre destiné à un usage de laboratoire. Ce spectromètre peut également être mis en oeuvre dans un environnement dont la température varie entre 5 et 55°C, trop étroit vis à vis des contraintes du milieu automobile.

30 Il fournit une mesure de l'absorption pour 32 longueurs d'ondes déterminées. Pour ce faire, il utilise un filtre de longueur d'onde de type monochromateur, placé côté source du spectromètre, et constitué d'un réseau de diffraction et de 32 diodes électroluminescentes (LEDs). Ces diodes électroluminescentes sont disposées en des points choisis permettant d'obtenir les longueurs d'ondes souhaitées.

35 Dans le but de tenir compte au mieux de l'effet de variations de température sur les composants du spectromètre, et, partant, sur la qualité des mesures fournies, le dispositif de la société Rikola permet d'effectuer des mesures à lumière 0 et à lumière 100, sans

présence de l'échantillon à analyser. Un étalonnage de l'appareil est ainsi obtenu.

Cependant, une variation de température significative se traduit par une déformation des matériaux et donc un déplacement des diodes électroluminescentes, qui entraîne une modification des longueurs d'ondes créées par l'ensemble réseau et diodes électroluminescentes.

En conséquence, le spectromètre utilise un dispositif de type Peltier pour assurer une précision de mesure satisfaisante dans la plage de températures considérée, de 5° à 55°C, en régulant la température du réseau et des diodes électroluminescentes autour de 30°C. Ceci limite les conditions d'utilisation envisageables pour le spectromètre.

Par ailleurs, et contrairement au dispositif précédent, le spectromètre n'est pas associé à un algorithme de traitement du spectre mesuré.

Un troisième dispositif de spectromètre bas coût existant a été développé par la société Sentelligence, et est par exemple décrit dans le document WO 2003 030 621 A2.

Ce spectromètre, destiné à être embarqué, est réalisé sous la forme d'un composant intégré comprenant une source lumineuse sous forme de diodes électroluminescentes, une optique de forme tronconique placée au contact de l'échantillon à analyser, et un détecteur disposé sensiblement dans le plan de la source lumineuse.

Il permet la mesure de l'absorption pour différentes longueurs d'ondes. Il ne s'agit pas d'un spectromètre en transmission comme pour les deux autres spectromètres cités, mais d'un spectromètre en réflexion. Il utilise donc pour caractériser des composants présents dans l'échantillon une mesure du spectre de réflexion dudit échantillon soumis à une source lumineuse connue, et non de son spectre d'absorption. Un tel choix de technologie de spectromètre en réflexion est envisagé pour des produits relativement opaques, très absorbant des rayons lumineux (suies etc.).

La source lumineuse est constituée d'une combinaison de diodes électroluminescentes choisies chacune selon une des longueurs d'onde dont on cherche à mesurer la réflexion par l'échantillon à analyser. Des filtres sont placés du côté de la source lumineuse, pour limiter le faisceau qui traverse l'échantillon à analyser à une certaine bande de longueurs d'ondes optiques, et le niveau de l'intensité d'émission est éventuellement contrôlé par une photodiode (détecteur de référence), placée sur un chemin optique indépendant de l'échantillon à analyser.

Les mesures de lumière 0 (lumière éteinte pour la mesure du bruit électronique) et de lumière 100 (lumière allumée) peuvent être réalisées sans que l'échantillon à analyser soit retiré de la cellule de mesure.

Ceci est réalisé en corrigeant l'intensité mesurée sur la photodiode pour calculer une intensité que recevrait théoriquement le détecteur de mesure, si l'échantillon était absent.

En permettant une calibration du détecteur de mesure par un détecteur de référence non influencé par l'échantillon à analyser, et donc en permettant de tenir compte d'une dérive de la source lumineuse, par exemple selon la température, ce système est compatible avec une application dans le domaine de la mesure en environnement difficile.

5 Cependant, un tel spectromètre voit son coût déterminé par le nombre de diodes électroluminescentes installées, qui est directement lié au nombre de longueurs d'ondes à mesurer. Si ce nombre est sensiblement supérieur à six, il devient trop cher pour une installation sur un véhicule.

10 De plus, une source créée par juxtaposition d'un grand nombre de diodes électroluminescentes ne peut plus être considérée comme ponctuelle, ce qui provoque des erreurs de mesure des détecteurs (problème de parallaxe).

Par ailleurs, le dispositif de la société Sentelligence doit être adapté lors de sa conception à chaque application particulière, celle-ci nécessitant des mesures dans certaines longueurs d'ondes spécifiques au type d'échantillon à analyser.

15 Ces spectromètres ne permettent pas d'obtenir une grande précision de mesure spectrale telle que nécessitée par certaines applications dans le domaine automobile, c'est à dire par exemple une mesure de l'absorption à une longueur d'onde donnée ± 5 nm avec une précision de 1% sur la valeur d'absorption donnée. Ils ne permettent pas non plus une utilisation sur une plage de température étendue.

20 Ces diverses restrictions les rendent impropres à une utilisation dans le cadre d'applications embarquées sur automobiles telles que la mesure de la composition chimique d'un carburant ou de ses propriétés précises de combustion.

25 L'invention présentée a donc pour but de proposer un concept de mini spectromètre répondant à des contraintes de taille, de fiabilité et de performance compatibles avec des applications du type automobile.

Un second but de l'invention est de permettre une réalisation peu coûteuse rendant son utilisation réaliste sur véhicule automobile.

Un troisième but est de proposer un spectromètre embarqué utilisable pour plusieurs applications à des fluides différents, sans modification matérielle.

30 A cet effet, la présente invention vise en premier lieu un dispositif de mesure d'un spectre d'un faisceau lumineux, dans une plage de longueurs d'onde préalablement choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant :

- au moins une source lumineuse,
- 35 - une cellule de mesure,
- un détecteur de mesure placé sur un chemin optique de mesure, ledit chemin optique de mesure étant parcouru par un faisceau optique de

mesure issu de la source lumineuse et rencontrant la cellule de mesure,

- des moyens d'auto-calibration permettant de tenir compte de la dérive éventuelle de la source lumineuse, du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indépendamment de la présence ou de l'absence d'un échantillon à analyser dans la cellule de mesure, lesdits moyens d'auto calibration comprenant :

- o des moyens de créer un chemin optique de référence, parcouru par un faisceau optique de référence, issu de la source lumineuse et ne rencontrant pas la cellule de mesure,

- o un détecteur de référence.

Ledit dispositif de mesure est remarquable en ce qu'il est conçu pour être embarqué dans un véhicule automobile et qu'il comporte des moyens de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence et en ce que le détecteur de mesure fait également office de détecteur de référence.

Préférentiellement, le dispositif mesure un spectre d'absorption du faisceau lumineux par l'échantillon à analyser.

Dans un autre mode de réalisation, le dispositif mesure un spectre de réflexion du faisceau lumineux par l'échantillon à analyser.

Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif comporte également au moins un filtre de longueur d'onde associé au détecteur de référence, ledit filtre de longueur d'onde étant de type filtre variable à cavité interférométrique Fabry-Perot.

Avantageusement dans ce cas, le dispositif comporte également des moyens de transformer le faisceau lumineux issu de la source lumineuse en un faisceau parallèle.

Selon un mode de réalisation particulier, la cellule de mesure comporte des moyens de renvoyer le faisceau optique de mesure dans une direction sensiblement opposée sa direction d'origine.

Selon une réalisation avantageuse, les moyens de renvoyer le faisceau optique de mesure comprennent deux facettes, orientées à 90° l'une de l'autre, placées sur une face latérale de ladite cellule de mesure.

Dans le cas d'un spectromètre d'absorption, les facettes forment avantageusement une surface globalement concave au sein de la veine de circulation de fluide dans la cellule de mesure et sont rendues réfléchissantes par métallisation.

Dans le cas d'un spectromètre en réflexion, les facettes forment avantageusement une surface globalement convexe au sein de la veine de circulation de fluide dans la cellule de mesure, et sont transparentes dans la plage de longueurs d'ondes étudiées.

On comprend que cette disposition correspond au cas particulier de spectromètre en réflexion pour lequel les rayons lumineux se réfléchissent simplement sur l'échantillon

analysé, au contraire du cas précédent correspondant à un spectromètre d'absorption, pour lequel les rayons lumineux traversent l'échantillon à analyser.

Dans un mode de réalisation avantageux, les moyens de créer un chemin optique de référence comprennent un premier diviseur de faisceau, en ce que les moyens de
5 mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence comprennent un second diviseur de faisceau et un obturateur de faisceau activable sur commande, ledit obturateur de faisceau étant disposé sur le faisceau optique de référence entre les deux diviseurs de faisceau.

Plus particulièrement dans ce cas, les deux diviseurs de faisceau sont de type cube
10 optique comportant sur leur plan diagonal, un miroir semi-réfléchissant.

Dans un autre mode de mise en œuvre, les moyens de créer un chemin optique de référence comprennent un premier diviseur de faisceau activable sur commande, en ce que les moyens de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau
optique de référence comprennent un second diviseur de faisceau et un moyen de
15 commander l'activation du premier diviseur de faisceau.

Selon un mode de réalisation avantageux, le spectromètre est réalisé en deux blocs séparables, un premier bloc comprenant la source lumineuse, les diviseurs de faisceau, l'obturateur de faisceau et les détecteurs et formant ainsi l'instrument de mesure, et un
second bloc comprenant la cellule de mesure dotée de ses facettes de renvoi du faisceau
20 optique de mesure dans une direction sensiblement opposée sa direction d'origine.

L'invention vise sous un second aspect un capteur de qualité de carburant, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée, destiné à être installé à demeure dans un véhicule.

L'invention vise en troisième lieu un procédé de pilotage d'au moins un paramètre
25 de fonctionnement d'un moteur de véhicule, ledit véhicule étant doté d'un capteur tel qu'exposé, et d'un calculateur de commande relié audit capteur,

caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :

- sélection du type de fluide à analyser,
- allumage à intervalles réguliers de la source lumineuse,
- 30 - attente d'un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite source lumineuse,
- pilotage du filtre variable pour régler ledit filtre successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes
35 étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur pour chaque type de fluide susceptible d'être analysé par le capteur,

- blocage du faisceau de référence,
- mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure de l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde,
- et, à intervalles prédéterminés,
- 5 o passage du faisceau de référence et mélange dans le second diviseur,
- o mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure de l'intensité lumineuse combinée reçue dans cette longueur d'onde,
- transmission au calculateur des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser et des mesures du spectre combiné,
- 10 -
- comparaison par le calculateur de la valeur de mesure et de la valeur combinée,
- détermination par le calculateur de l'absorption due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure,
- 15 -
- détermination, sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stocké en mémoire, par le calculateur, à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur.

On comprend que les fonctions du calculateur sont réalisées soit par un calculateur moteur, soit par une électronique associée au capteur – la transmission vers le
20 calculateur moteur correspondant alors directement à la valeur des paramètres du fluide.

L'invention vise également un logiciel apte à mettre en œuvre le procédé exposé.

L'invention vise enfin sous encore un autre aspect un véhicule mettant en œuvre un dispositif tel qu'exposé, ou un procédé tel qu'exposé.

Les buts et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la
25 description et des dessins d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif et pour lesquels les dessins représentent :

- la figure 1 illustre les caractéristiques spectrales d'une diode électroluminescente (LED) en fonction de la température, en mettant en évidence le décalage du spectre d'émission en longueur d'onde et en
30 puissance émise ;
- la figure 2 illustre de même le décalage de longueur d'onde pic d'une diode électroluminescente en fonction de la température et du courant traversant la diode électroluminescente ;
- la figure 3 illustre de même la largeur de pic à mi-hauteur du spectre de la
35 diode électroluminescente en fonction de la température et du courant traversant la diode électroluminescente ;
- la figure 4 montre la puissance lumineuse émise selon diverses valeurs de

courant traversant la diode électroluminescente entre - 40°C et + 95°C environ ;

- la figure 5 est une représentation schématique fonctionnelle d'un mini spectromètre pour environnement difficile selon l'invention, en vue de dessus ;
- la figure 6 est une vue en perspective isométrique du même spectromètre ;
- la figure 7 illustre de façon schématique le fonctionnement du spectromètre, dans le cas où l'obturateur est ouvert ;
- la figure 8 illustre les spectres d'émission de trois diodes électroluminescentes différentes dans le proche infrarouge (700 – 1050 nm) ;
- la figure 9 illustre l'addition des trois spectres normalisés de la figure 8 ;
- la figure 10 illustre l'intégration d'un spectromètre selon l'invention sur un circuit de carburant de véhicule automobile ;
- la figure 11 illustre de façon schématique le principe de conception d'un détecteur combiné à un filtre activable sur commande.

Comme on le voit sur la figure 10 dans le cas d'une application d'un dispositif de mesure de spectre d'absorption selon l'invention à un circuit de carburant d'un véhicule automobile, un tel spectromètre 1 peut avantageusement être disposé sur un tuyau de carburant 2, en aval du réservoir 3 et de la pompe de carburant 4, également en aval du filtre à carburant 5 (pour réduire les erreurs de mesure), mais en amont de la pompe d'injection 6 et du moteur 7.

Le spectromètre 1 est relié à un calculateur de commande 8, lequel est également relié à la pompe d'injection ou au moteur dont il est apte à piloter certains réglages. On note que ce calculateur de commande 8 peut être soit le calculateur moteur, classiquement présent dans les véhicules automobiles, soit une électronique de commande du spectromètre, laquelle envoie directement au calculateur moteur les valeurs des paramètres du fluide analysé.

Le dispositif selon l'invention est illustré par les figures 5 à 7.

Le spectromètre 1 selon l'invention est organisé autour d'une cellule de mesure 9 dans laquelle circule le fluide à analyser, par exemple du carburant.

On définit pour la suite de la description un axe longitudinal X correspondant au sens de circulation du fluide dans la cellule de mesure 9.

Cette cellule de mesure 9 est ici figurée sous forme d'un segment de tube de section rectangulaire (figure 6), orientée sensiblement selon l'axe longitudinal X.

Elle comporte sur une de ses deux faces latérales (face de gauche sur la figure 5) deux vitres 10, 11 coplanaires, rectangulaires, et de dimensions sensiblement identiques.

Celles-ci peuvent être réalisées par exemple en verre ou matière plastique, leur matériau devant être chimiquement neutre vis à vis du fluide analysé, indéformable en fonction de la température, et transparent dans le domaine de longueurs d'onde utilisé pour la mesure (ici le proche infrarouge, mais des gammes de longueurs d'onde en U.V. / visible sont également utilisables, sans modification du dispositif décrit).

La fixation des vitres 10, 11 dans la paroi de la cellule de mesure 9 est faite par collage ou autre moyen connu.

On définit pour la suite de la description un axe transversal Y normal aux deux vitres 10, 11.

Sur sa face latérale opposée (face de droite sur la figure 5), une zone de réflexion de la lumière comportant deux facettes réfléchissantes 27, 29, orientées à 90° l'une de l'autre permet le renvoi d'un faisceau lumineux entrant par une première vitre 10 (donc selon une direction orientée selon l'axe - Y), vers la deuxième vitre 11 (dans une direction orientée selon l'axe + Y). Les deux facettes réfléchissantes 27, 29 sont dans le présent exemple formées de surfaces planes, orientées pour la première à 45° dans le repère XY, et pour la seconde à 135° dans ce même repère.

Elles sont séparées par une facette 28, principalement plane et parallèle à l'axe longitudinal X.

Les deux facettes réfléchissantes 27, 29 sont dimensionnées pour renvoyer intégralement un faisceau lumineux émergent de la première vitre 10 vers la deuxième vitre 11.

Leur caractère réfléchissant est, dans la présente réalisation, obtenu par polissage et métallisation locale de la surface (par exemple par du chrome) formant la face latérale de la cellule de mesure 9, cette métallisation étant réalisée par des moyens connus de l'homme de l'art. Ces facettes peuvent également être obtenues par collage de miroirs sur les faces orientées à 45° et 135° , ou par tout autre moyen adapté.

La cellule de mesure 9 est réalisée en métal ou plastique rigide, de manière à ce que les deux vitres 10, 11 demeurent coplanaires indépendamment des conditions d'environnement (en particulier température), et à ce que de même les deux facettes réfléchissantes 27, 29 restent orientées à 90° l'une de l'autre, ceci dans le but de maintenir le trajet d'un faisceau lumineux traversant la cellule de mesure 9, et donc dans le but d'éviter la création d'erreurs de mesure.

La cellule de mesure 9 est reliée en ses deux extrémités ouvertes, par des moyens connus de l'homme de l'art, à un tube de circulation de carburant préexistant dans le véhicule.

Pour effectuer la mesure de spectre d'absorption, les deux vitres 10, 11 sont traversées, ainsi que le fluide contenu dans la cellule de mesure 9, par un faisceau

lumineux, qui vient se réfléchir sur les facettes réfléchissantes de la cellule de mesure.

Ce faisceau lumineux est créé par une source lumineuse 12, dont le spectre d'émission correspond naturellement à la plage de longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser.

5 Dans le cas présent nullement limitatif, la source lumineuse 12 est formée de trois diodes électroluminescentes (LEDs) disposées en triangle et le plus serrées possible, sur un même support perpendiculaire à l'axe transversal Y (orienté vers la cellule de mesure 9), de manière à minimiser les décalages de mesure liées à la distance entre les trois diodes électroluminescentes.

10 Leurs pics d'émission sont situés respectivement autour de 850 nm, 900 nm et 950 nm. Comme on le voit sur la figure 8 qui illustre les spectres d'émission respectifs à 25°C, chacune de ces diodes électroluminescentes présente un spectre d'émission s'étendant à mi-hauteur sur environ 100 nm.

La superposition des trois spectres, illustré en figure 9, montre le spectre équivalent
15 à la source complète. Cette source lumineuse 12 couvre effectivement une plage de longueurs d'ondes de 825 à 975 nm (proche infrarouge).

Il est clair que d'autres diodes peuvent être utilisées, soit en fonction de l'évolution de la technique avec des diodes à bas coût unitaire mais de spectre plus large, soit dans le but de créer un spectre dans une autre plage de longueur d'ondes.

20 On comprend que les diodes électroluminescentes choisies sont des produits du commerce, de très bas coût unitaire. On a donc créé une source lumineuse 12 équivalente, sur la base de composants existants et très bon marché, dans le but de minimiser le coût global du spectromètre 1. Par ailleurs, les diodes électroluminescentes sont connues pour avoir une durée de vie (durée avant que la puissance émise ait été
25 divisée par deux) de plusieurs dizaines de milliers d'heures, donc compatible avec la durée de vie demandée à un équipement embarqué sur véhicule automobile.

Ces trois diodes électroluminescentes, dont la puissance combinée n'excède pas quelques dixièmes de watt, sont alimentées en énergie par des moyens connus et non détaillés ici.

30 Le faisceau lumineux créé par la source lumineuse 12 est globalement conique, d'angle déterminé par les diodes électroluminescentes choisies, et dans le présent exemple de l'ordre de quelques dizaines de degrés.

Ce faisceau est éventuellement restreint à un faisceau circulaire (ou de forme préalablement choisie) de plus faible largeur dans l'espace, par un diaphragme, par
35 exemple un dispositif mécanique de type connu.

Après la traversée du diaphragme, le faisceau lumineux, toujours conique à cet endroit, est transformé en un faisceau parallèle, de section cylindrique, par une lentille de

collimation 14. Cette lentille de collimation 14 est de type connu (par exemple de type plan / convexe) et peut être réalisée en verre ou matière plastique de bonne qualité optique dans les longueurs d'ondes mesurées. Ses dimensions permettent la création d'un faisceau de un à quelques dixièmes de cm^2 .

5 Cette collimation de la lumière, qui rend ses rayons parallèles, est particulièrement utile pour la qualité de la mesure, particulièrement dans le cas de l'utilisation de technologie type "filtre interférentiel", comme on le verra plus loin.

Le spectromètre selon l'invention comporte, en aval de la lentille de collimation 14, un diviseur de faisceau 15, destiné à séparer le faisceau lumineux (illustré par le
10 segment 32 sur la figure 7) en, d'une part, un faisceau de mesure suivant un chemin optique de mesure CM, parallèle à l'axe transversal Y (segment 33 sur la figure 7), et, d'autre part, un faisceau de référence suivant un chemin optique de référence CR, globalement parallèle à l'axe longitudinal X (segment 39 sur la figure 7).

Ce diviseur de faisceau 15 est un composant optique laissant passer par
15 exemple 50% de la lumière et en réfléchissant 50% dans une direction à 90° par rapport au faisceau d'origine. Il est par exemple de type cube optique comportant sur son plan diagonal, orienté à 45° dans le repère XY, un miroir semi-réfléchissant 16. On a donc créé ici deux faisceaux, considérés comme étant de même spectre (longueurs d'onde et puissance émise sur chaque longueur d'onde). La lumière transmise à travers le miroir est
20 dirigée vers la cellule de mesure 9. Son mode de fabrication est connu de l'homme de l'art et donc non détaillé ici. Il peut également s'agir d'un miroir biréfringent.

Le diviseur de faisceau 15 est placé immédiatement au voisinage, voire directement au contact de la première vitre 10 de la cellule de mesure 9 pour minimiser le trajet du faisceau optique hors du fluide à étudier.

25 Le faisceau de mesure, tel qu'illustré clairement sur la figure 7, traverse donc cette première vitre 10, une épaisseur de fluide à analyser qui dépend de la largeur l de la cellule de mesure selon l'axe transversal Y et de la distance d entre les extrémités des facettes réfléchissantes, selon la formule $2l + d$.

Après ce trajet optique (illustré par les segments 34, 35 et 36 sur la figure 7 pour un
30 rayon lumineux situé au centre du faisceau) au sein du fluide analysé dans la cellule de mesure 9, le faisceau lumineux ressort de ladite cellule de mesure 9 en traversant la deuxième vitre 11. Lors du trajet au sein du fluide analysé, certaines longueurs d'onde du spectre d'émission de la source lumineuse 12 sont atténuées du fait de l'absorption des photons de ces longueurs d'ondes par des molécules présentes dans le fluide.

35 Le faisceau de mesure, dont le spectre a été modifié par la traversée du fluide, est issu de la cellule de mesure 9 selon l'axe transversal Y, traverse un second diviseur de faisceau 31, placé immédiatement au voisinage, voire directement au contact de la

seconde vitre 11 de la cellule de mesure 9 ici encore pour minimiser le trajet du faisceau optique hors du fluide à étudier.

Ce second diviseur de faisceau 31 est destiné ici à mélanger le faisceau de mesure qui a suivi le chemin optique de mesure CM (segments 33 à 37 sur la figure 7), et le
5 faisceau de référence qui a suivi un chemin optique de référence CR (segments 39 et 40 sur la figure 7) en un seul faisceau lumineux (segment 38 sur la figure 7).

Ce second diviseur de faisceau 31 est un composant optique similaire au premier diviseur de faisceau 15, laissant passer par exemple 50% de la lumière et en réfléchissant 50% dans une direction à 90° par rapport au faisceau d'origine. Il est par
10 exemple de type cube optique comportant sur son plan diagonal, orienté à 135° dans le repère XY, un miroir semi-réfléchissant 41.

On comprend que le second diviseur de faisceau 31 est placé à l'intersection du chemin optique de mesure CM et du chemin optique de référence CR. Il est dans le présent exemple aligné avec le premier diviseur 15 selon l'axe longitudinal X. La distance
15 entre les centres des miroirs semi-réfléchissants 16, 41 est sensiblement égale à la distance entre les centres des facettes réfléchissantes 27, 29 de la cellule de mesure 9.

Le dispositif selon l'invention comprend également, placé sur le chemin optique de référence CR entre les deux diviseurs de faisceau 15, 31, un obturateur de faisceau 30 de type connu en soi et activable sur commande par moyen électrique. Cet obturateur de
20 faisceau 30 permet de laisser passer ou non le faisceau de référence (segment 39 sur la figure 7) vers le second diviseur de faisceau 31 (segment 40 sur la figure 7 quand l'obturateur 30 est ouvert), et ce, de façon commandée.

Cet obturateur est de type électromécanique ou électro-optique (par exemple cristaux liquides), le choix se faisant par exemple selon les conditions d'environnement
25 dans lequel le spectromètre doit être utilisé.

Le faisceau lumineux 38, issu du second diviseur de faisceau 31, et comportant soit le seul faisceau lumineux de mesure, soit la combinaison du faisceau de mesure et du faisceau de référence, est finalement capté par un détecteur de mesure 17 équipé d'un filtre de longueur d'onde.

Ces filtres sont dans le mode de réalisation préféré et décrit ici, des cavités interférométriques Fabry-Perot – et dans ce cas la longueur d'onde capable de la traversée est, de façon connue, dépendante de la largeur de cette cavité donc de l'angle d'attaque des rayons lumineux. On comprend qu'il est donc souhaitable, pour une mesure précise, que les rayons lumineux soient véritablement parallèles. Ceci justifie l'utilisation
35 de la lentille de collimation 13.

Le détecteur de mesure 17 est équipé d'un filtre variable 26, à cavité Fabry-Perot par exemple, du type de celui présenté dans le document "Tunable Infrared dectector with

integrated micromachined Fabry-Perot filter (Neumann, Ebermann, Hiller, Kurth, MOEMS janv 2007), et illustré en figure 11.

Le détecteur de mesure 17 est placé sur le chemin optique de mesure CM en sortie du filtre variable 26. Il est de type pyroélectrique dans le présent exemple, ce qui lui confère un temps de réponse très court, mais il peut être remplacé par un filtre de type LVF (de l'acronyme anglais "Linear Variable Filter") ou par un ou plusieurs filtres optiques associés à une matrice CCD (de l'acronyme anglais "Charged Coupled Device") ou CMOS (de l'acronyme anglais "Complementary Metal Oxide Semiconductor").

En fonctionnement, lorsque le calculateur 8 associé au spectromètre 1 a été initialisé pour un type de fluide à analyser (sélection des longueurs d'ondes à observer), le calculateur 8 provoque l'allumage de la source lumineuse 12 à intervalles réguliers dont l'espacement a été préalablement choisi.

Après un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite source lumineuse, le calculateur pilote la différence de potentiel entre les plateaux des filtres interférométriques Fabry-Perot (ou pilote les moyens de faire varier la valeur du filtre variable) pour régler lesdits filtres successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur 8.

Le calculateur 8 provoque ensuite la fermeture de l'obturateur 30, et donc le blocage du faisceau de référence suivant le chemin optique CR. Seul le faisceau lumineux traversant la cellule de mesure 9 est donc capté par le détecteur de mesure 17.

Pour chaque longueur d'onde λ sélectionnée, le détecteur de mesure 17 fournit en sortie une mesure caractérisant l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde. Le spectromètre 1 transmet ainsi à intervalles réguliers au calculateur 8 des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser.

La mesure est alors définie par l'équation

$$I_{receiver_ob}(\lambda) = A * I_{LED}(\lambda) * \alpha_{Fuel}(\lambda) \quad (Eq.1)$$

dans laquelle :

A est l'atténuation subie sur le chemin optique de mesure CM parcourant les segments 32 à 38 (pertes dues à la lentille de collimation 14, au diviseur de faisceau 15, à la cellule de mesure 9, au second diviseur de faisceau 31).

λ est la longueur d'onde étudiée,

$\alpha_{Fuel}(\lambda)$ est l'absorption d'une épaisseur connue ($2l + d$) du fluide analysé dans cette

longueur d'onde,

$I_{LED}(\lambda)$ est l'intensité de la source lumineuse dans cette longueur d'onde,

$I_{receiver_ob}(\lambda)$ est l'intensité mesurée par le détecteur dans cette longueur d'onde.

Puis, à intervalles prédéterminés,

- Le calculateur provoque l'ouverture de l'obturateur 30, et donc le passage du faisceau de référence suivant le chemin optique de référence CR, et son mélange dans le second diviseur 31 avec le faisceau de mesure suivant le chemin optique de mesure CM,
- A cet instant, le détecteur de mesure 17 relève, pour chaque longueur d'onde λ sélectionnée, l'intensité lumineuse combinée reçue dans cette longueur d'onde, et transmet cette mesure d'intensité au calculateur 8.

Cette mesure est alors définie par l'équation

$$I_{receiver_Nob}(\lambda) = A * I_{LED}(\lambda) * \alpha_{Fuel}(\lambda) + B * I_{LED}(\lambda) \quad (Eq.2)$$

dans laquelle :

A est l'atténuation subie sur le chemin optique de mesure CM, et B est l'atténuation subie sur le chemin optique de référence CR (chemin ne traversant pas le fluide analysé) parcourant les segments 32, 39, 40, 38 (pertes dues à la lentille de collimation 14, au diviseur de faisceau 15, au second diviseur de faisceau 31),

On note que l'influence de la température et du vieillissement est a priori négligeable sur ces valeurs d'atténuation A et B , lesquelles sont connues dès la fabrication du spectromètre et restent fixes dans le temps.

Le calculateur 8 compare la valeur de mesure et la valeur combinée et en déduit, d'abord par soustraction des deux équations le terme $B * I_{LED}(\lambda)$, et donc, B étant connu, l'intensité lumineuse fournie par la diode électroluminescente dans cette longueur d'onde dans ces conditions d'environnement et de vieillissement de la LED, puis, en réintroduisant cette intensité dans l'équation Eq.1 l'absorption $\alpha_{Fuel}(\lambda)$ due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure 9 pour cette longueur d'onde dans ces conditions d'environnement.

Sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stockée en mémoire, le calculateur 8 détermine, à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur 7, par exemple conformité au carburant adapté au fonctionnement du moteur, réglage de l'avance à l'allumage, réglage de l'injection etc.

Le traitement du signal issu du spectromètre selon l'invention sort du cadre de la présente invention, et n'est donc pas détaillé plus avant ici.

Le premier avantage du spectromètre selon l'invention est l'utilisation d'un seul détecteur utilisé à la fois pour le faisceau de référence, et pour le faisceau de mesure, grâce à l'utilisation d'un réflecteur dans la cellule, et d'un obturateur de faisceau sur le chemin optique de référence.

Ceci permet une baisse du coût du capteur, le détecteur associé à son filtre variable constituant une part très significative du coût global dudit capteur. Par ailleurs, cette

conception donne de meilleures performances puisque les deux signaux (mesure et référence + mesure) qui sont comparés sont mesurés par le même détecteur, ce qui permet l'élimination d'erreurs systématiques dues éventuellement au détecteur. Enfin, l'électronique de contrôle du capteur est également simplifiée, puisqu'elle contrôle un seul
5 détecteur au lieu de deux, ce qui contribue encore à fiabiliser le système et à en diminuer le coût.

Un second avantage du dispositif est de regrouper les composants optiques et optoélectroniques d'un même côté de la cellule de mesure. De ce fait, le spectromètre peut être organisé en deux blocs fonctionnels séparés. Par ailleurs, ceci permet de
10 réaliser une carte électronique de plus petites dimensions, une des faces de la cellule de mesure ne nécessitant pas de connexion.

Un troisième avantage de la présente invention est l'utilisation d'un chemin optique de référence. Ceci permet de compenser les effets du vieillissement et des variations de conditions d'environnement sur les diodes constituant la source lumineuse. De plus, la
15 cellule de mesure n'a pas à être vidée pour obtenir une mesure de référence, laquelle peut être réalisée à tout moment.

Parmi les applications qui peuvent être considérées pour le spectromètre tel que décrit plus haut, on peut naturellement citer un capteur embarqué de qualité de carburant embarqué, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée.

20 Et de façon plus générale, un dispositif tel que proposé s'applique à toutes les mesures de qualité de fluides à effectuer dans des environnements difficiles (températures, accès physique etc.)

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux
25 modifications à la portée de l'homme de l'art.

La description qui a été faite traite d'un spectromètre en transmission, pour lequel le spectre mesuré est le spectre de la lumière ayant traversé l'échantillon. Le principe décrit s'applique également à un spectromètre en réflexion, mesurant la lumière réfléchie par un échantillon.

30 Dans ce cas, les facettes réfléchissantes 27, 29, orientées à 90° l'une de l'autre, forment une surface globalement convexe au sein d'une veine de circulation de fluide, au lieu d'une forme globalement concave, telle que décrite précédemment. Elles ne sont naturellement plus métallisées, mais au contraire transparentes dans la plage de longueurs d'ondes étudiées, le but étant de mesurer le spectre de réflexion du fluide
35 circulant dans la cellule de mesure 9.

On comprend que le spectromètre tel que décrit se compose de deux blocs principaux, avec la source lumineuse, les diviseurs de faisceau et les détecteurs d'un côté

formant l'instrument de mesure, et la cellule de mesure dotée de ses facettes réfléchissantes de l'autre côté. Ces deux blocs peuvent être matérialisés par des éléments fabriqués séparément et assemblés par la suite.

De cette manière, le choix d'un mode de fonctionnement en spectromètre en transmission (cas décrit plus haut), ou de spectromètre en réflexion, peut être fait au dernier moment. Il est même envisageable de fournir le bloc de mesure avec deux blocs formant cellules de mesure différents, adaptés aux deux modes de fonctionnement, l'utilisateur choisissant d'installer le bloc formant cellule de mesure adapté à son besoin.

En variante les deux facettes réfléchissantes 27, 29 peuvent être remplacées par tout dispositif renvoyant la lumière à 180° de sa direction originelle, et par exemple par un réflecteur parabolique, ou par une surface formée d'un nombre de facettes réfléchissantes supérieur à deux.

De la même manière, les deux facettes réfléchissantes 27, 29 peuvent avoir une arête commune, en supprimant la surface intermédiaire 28.

Dans une autre variante, l'optique de mise en forme (lentille de collimation) 14 est placée au voisinage du détecteur, au lieu d'être placée immédiatement après la source lumineuse 12 (et éventuellement le diaphragme 13). Cette disposition conserve le parallélisme des rayons lumineux dans le détecteur 17.

Encore dans une autre variante, le premier diviseur de faisceau 15 est activable sur commande (par exemple miroir biréfringent 16 électrique ou cristaux liquides), et remplace donc l'obturateur 30. Lorsqu'il n'est pas activé, le faisceau lumineux suit le chemin optique de mesure CM et traverse la cellule de mesure 9. Au contraire, lorsque ce miroir activable sur commande 16, est activé, le faisceau lumineux est divisé par le premier diviseur 15 en un faisceau optique de mesure et un faisceau optique de référence, et ces faisceaux sont recombinaés par le second diviseur 31. Le fonctionnement du spectromètre est globalement inchangé.

Dans une autre variante, la cellule de mesure 9 ne comporte pas de réflecteur à facettes 27, 29, et la lumière traverse la cellule de mesure 9 de part en part. Un dispositif de réflexion de la lumière, extérieur à la cellule de mesure 9, permet le renvoi du faisceau de mesure vers le détecteur 17. Le fonctionnement du dispositif reste ici sensiblement inchangé.

Dans une variante de source lumineuse 12, celle-ci est formée de quatre diodes électroluminescentes (LEDs) disposées en carré et les plus serrées possible.

REVENDICATIONS

1. Pour un véhicule automobile, dispositif de mesure (1) d'un spectre d'un faisceau lumineux, dans une plage de longueurs d'ondes préalablement choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant :

- 5 - au moins une source lumineuse (12),
- une optique de mise en forme (14) des rayons lumineux issus de ladite source lumineuse (12),
- une cellule de mesure (9) et
- un détecteur de mesure (17) placé sur un chemin optique de mesure, ledit
- 10 chemin optique de mesure étant parcouru par un faisceau optique de mesure issu de la source lumineuse (12) et rencontrant la cellule de mesure (9),
- des moyens d'auto-calibration permettant de tenir compte de la dérive éventuelle de la source lumineuse (12), du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indépendamment de la présence ou de l'absence d'un
- 15 échantillon à analyser dans la cellule de mesure (9), lesdits moyens d'auto-calibration comprenant :
 - o des moyens (15) de créer un chemin optique de référence, parcouru par un faisceau optique de référence étant issu de la source lumineuse (12) et ne rencontrant pas la cellule de mesure (9), et
 - 20 o un détecteur de référence (18) faisant également office de détecteur de mesure (17),
- des moyens (30, 31) de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence,

 caractérisé en ce que les moyens de créer un chemin optique de référence

25 comprennent un premier diviseur de faisceau (15), en ce que les moyens de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence comprennent un second diviseur de faisceau (31) et un obturateur de faisceau (30) activable sur commande, ledit obturateur de faisceau (30) étant disposé sur le faisceau optique de référence entre les deux diviseurs de faisceau (15, 31).

30 2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un filtre de longueur d'onde associé au détecteur de référence (17).

3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que le filtre de longueur d'onde est un filtre variable (26) et en ce qu'il comporte des moyens de faire varier la valeur du filtre variable (26).

35 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cellule de mesure (9) comporte des moyens (27, 29) de renvoyer

le faisceau optique de mesure dans une direction sensiblement opposée sa direction d'origine.

5 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de renvoyer le faisceau optique de mesure comprennent deux facettes (27, 29), orientées à 90° l'une de l'autre, placées sur une face latérale de ladite cellule de mesure (9).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens de créer un chemin optique de référence comprennent un premier diviseur de faisceau (15) activable sur commande, en ce que les moyens de mélanger sélectivement le faisceau optique de mesure et le faisceau optique de référence
10 comprennent un second diviseur de faisceau (31) et un moyen de commander l'activation du premier diviseur de faisceau (15).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il est réalisé en deux blocs séparables, un premier bloc comprenant la source lumineuse (12), les diviseurs de faisceau (15, 31), l'obturateur de faisceau (30) et les
15 détecteurs (17) et formant ainsi l'instrument de mesure, et un second bloc comprenant la cellule de mesure (9) dotée de ses facettes (27, 29) de renvoi du faisceau optique de mesure dans une direction sensiblement opposée sa direction d'origine.

8. Capteur de qualité de carburant, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée, destiné à être installé à demeure dans un véhicule, caractérisé en ce qu'il
20 comporte un dispositif de mesure (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

9. Procédé de pilotage d'au moins un paramètre de fonctionnement d'un moteur de véhicule, ledit véhicule étant doté d'un capteur selon la revendication 8 et d'un calculateur de commande (8) relié audit capteur,

25 caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :

- sélection du type de fluide à analyser,
- allumage à intervalles réguliers de la source lumineuse (12),
- attente d'un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite source lumineuse (12),
- 30 - pilotage du filtre variable (26) pour régler ledit filtre successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur (8) pour chaque type de fluide susceptible d'être analysé par le capteur,
- 35 - blocage du faisceau de référence,
- mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure (17) de l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde,

- et, à intervalles prédéterminés,
 - passage du faisceau de référence et mélange dans le second diviseur (31),
 - mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure (17) de l'intensité lumineuse combinée reçue dans cette longueur d'onde,
 - transmission au calculateur (8) des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser et des mesures du spectre combiné,
 - comparaison par le calculateur (8) de la valeur de mesure et de la valeur combinée,
 - détermination par le calculateur de l'absorption due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure (9),
 - détermination, sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stocké en mémoire, par le calculateur (8), à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur (7).
10. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme enregistrés sur un support lisible par un ordinateur, pour mettre en œuvre les étapes du procédé selon la revendication 9 lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.
11. Véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur selon la revendication 8 ou met en œuvre un procédé selon la revendication 9.

1/5

Fig 1

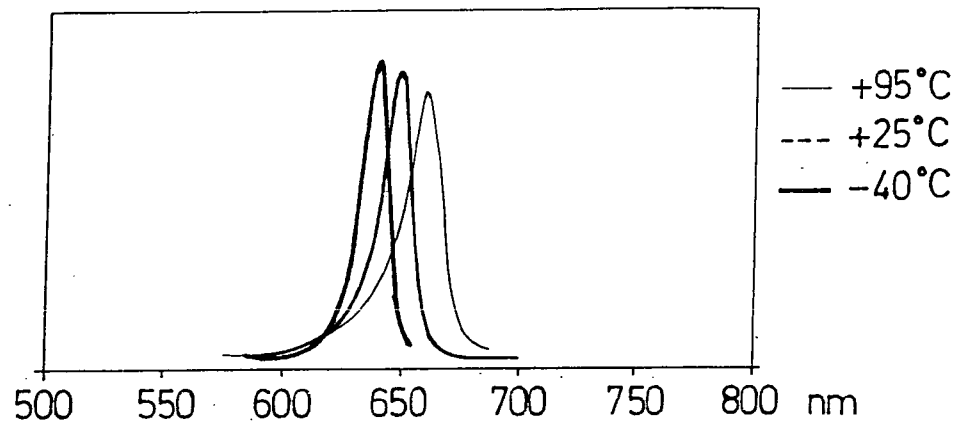


Fig 2

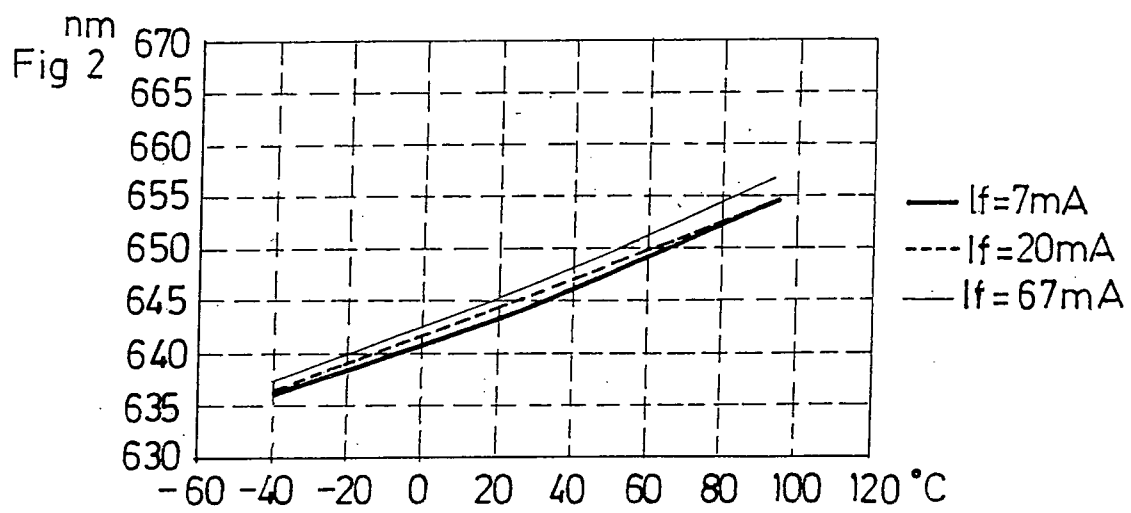
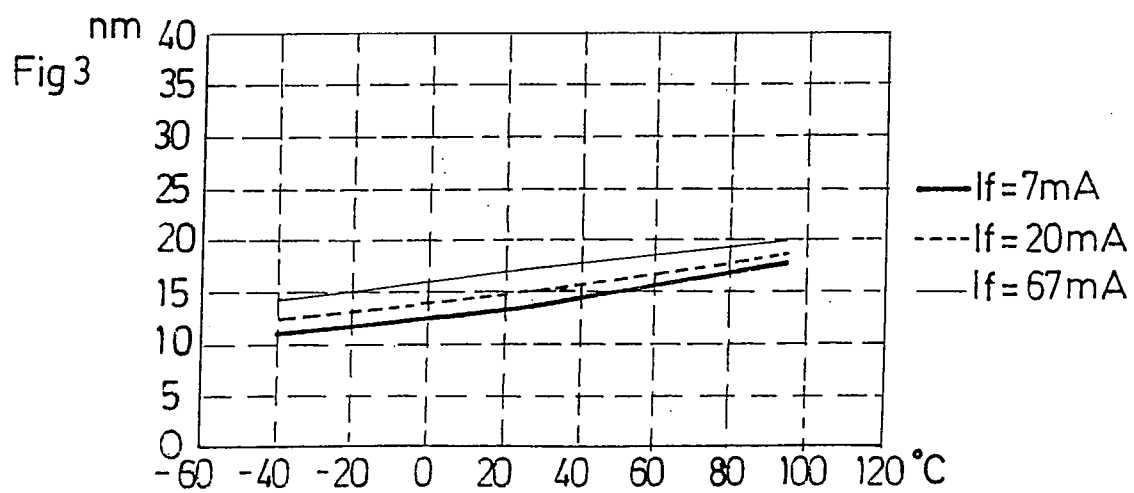


Fig 3



2/5

Fig 4

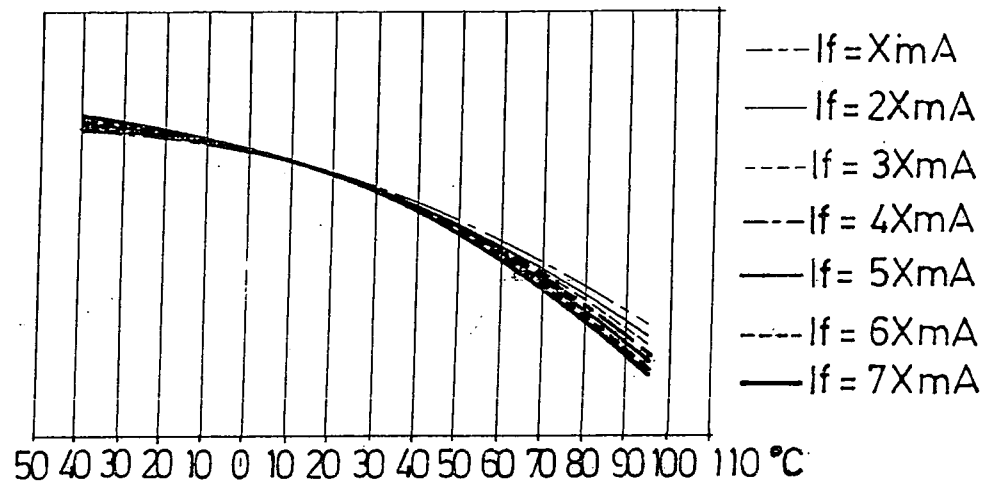
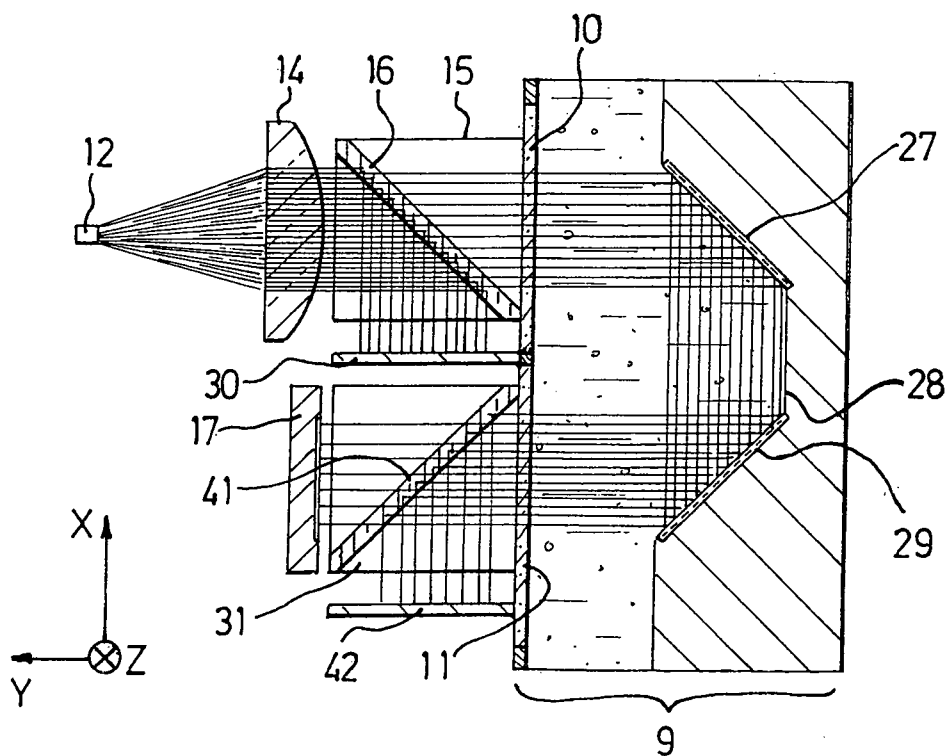


Fig 5



3/5

Fig 6

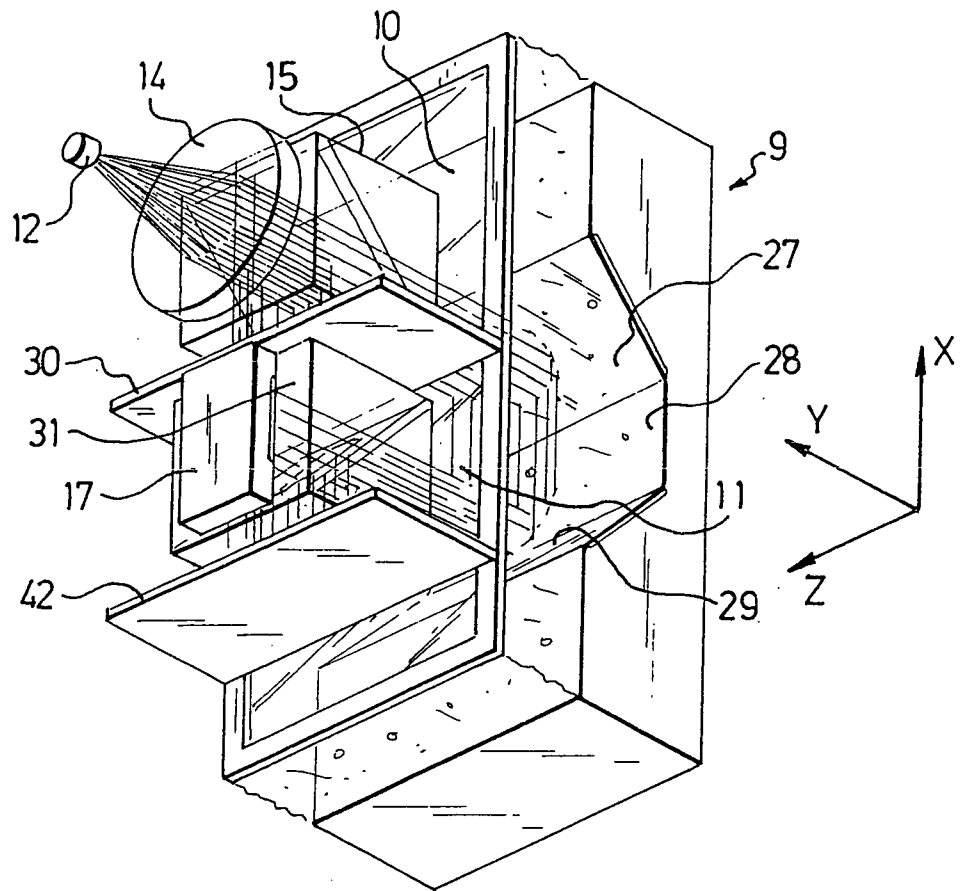
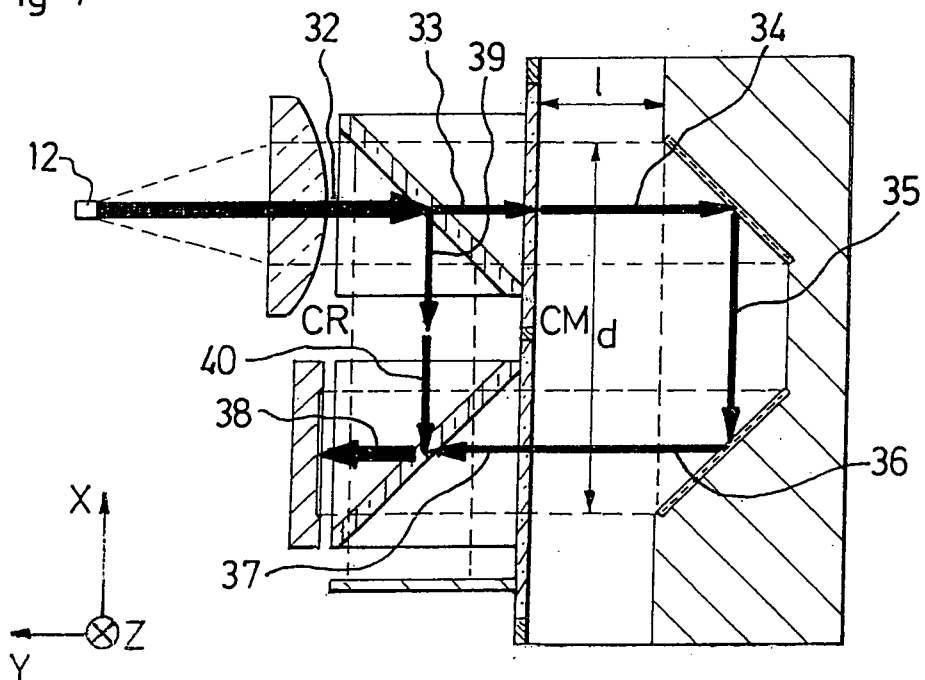


Fig 7



4/5

Fig 8

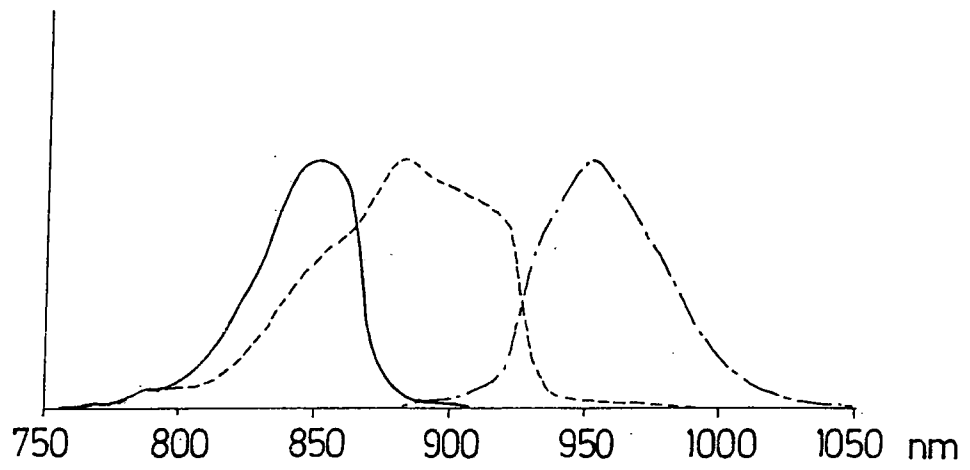
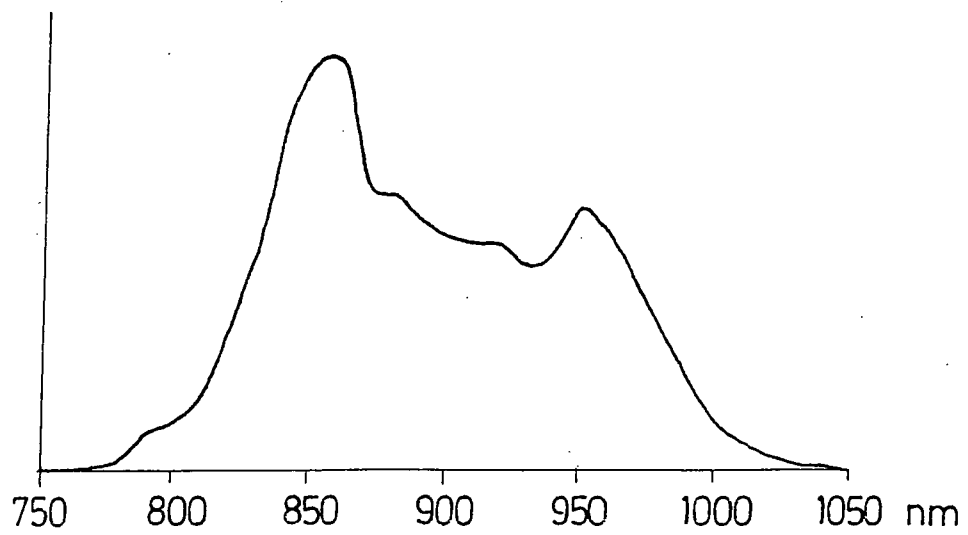


Fig 9



5/5

Fig 10

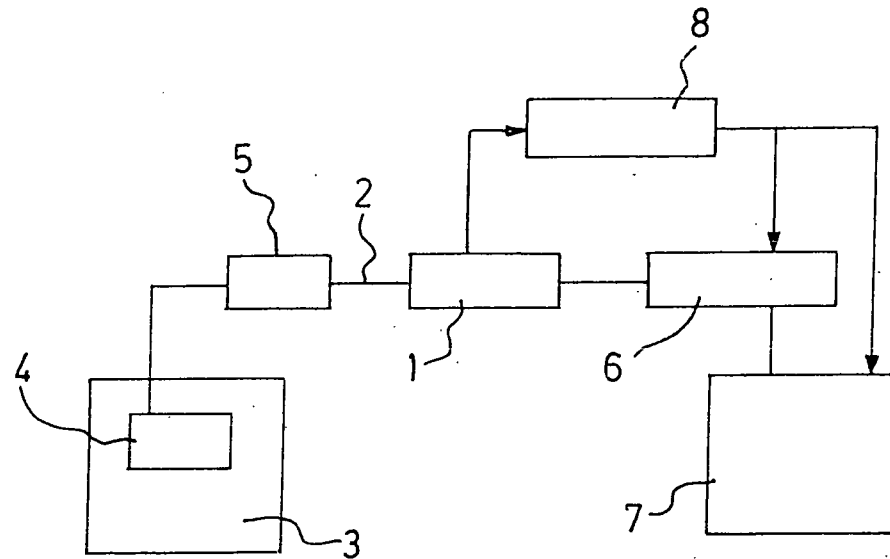
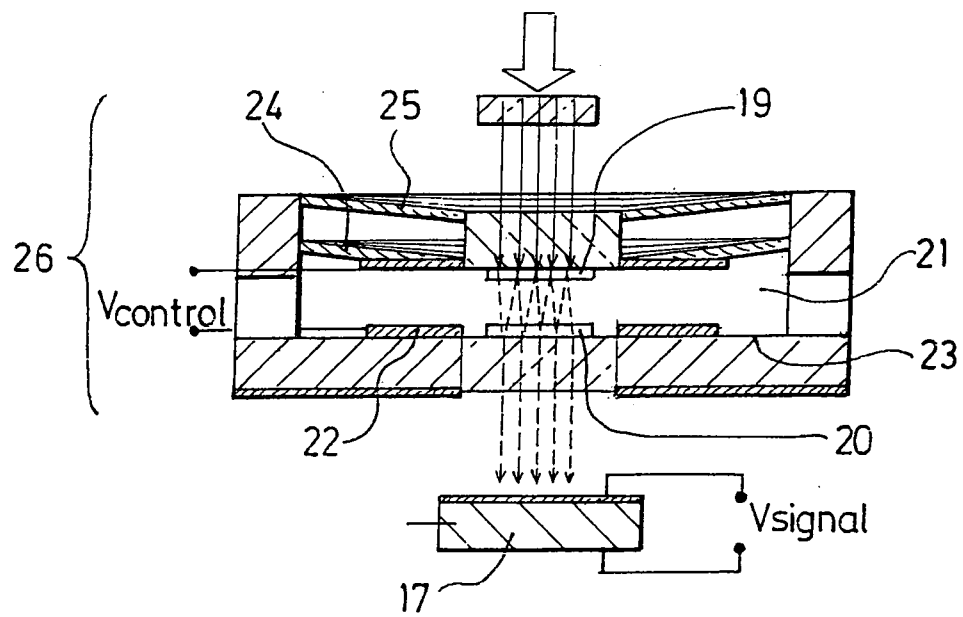


Fig 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/008999

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. G01N21/31	G01N21/27	G01N21/05
F02D41/14		
ADD. G01N21/35	G01N21/03	G01N21/85
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) G01N F02D		
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) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 640 621 A (ROSE THOMAS H [US]) 3 February 1987 (1987-02-03) column 1, line 29 - line 39 column 3, line 13 - line 50 column 3, line 60 - column 4, line 13 column 5, line 25 - column 6, line 15 figure 2	1-11
A	WO 90/02936 A1 (AERONAUTICAL GENERAL INSTR [GB]) 22 March 1990 (1990-03-22) page 5, line 11 - page 7, line 35	1
A	US 4 594 968 A (DEGOBERT PAUL [FR] ET AL) 17 June 1986 (1986-06-17) column 1, line 16 - line 34 column 2, line 4 - line 10 column 4, line 1 - line 36 figure 3	8-11
-/--		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family 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 5 February 2010		Date of mailing of the international search report 22/02/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Verdoodt, Erik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/008999

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 91/11702 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8 August 1991 (1991-08-08) figure 1	2,6
A	----- WO 03/030621 A2 (SENTELLIGENCE INC [US]; COATES JOHN [US]; MATEER KENNETH [US]; MELICK) 17 April 2003 (2003-04-17) cited in the application the whole document -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/008999

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4640621	A	03-02-1987	NONE	
WO 9002936	A1	22-03-1990	AU 4211389 A GB 2241327 A	02-04-1990 28-08-1991
US 4594968	A	17-06-1986	AT 397435 B AU 576314 B2 AU 2524984 A BE 899068 A1 BR 8400976 A CA 1227262 A1 CH 658914 A5 CH 660771 A5 DE 3407844 A1 DK 137984 A ES 8504389 A1 ES 8605641 A1 FR 2542092 A1 GB 2136118 A IT 1173400 B JP 7111396 B JP 59210345 A NL 8400703 A NZ 207351 A PT 78186 A SE 454809 B SE 8401117 A ZA 8401582 A	25-04-1994 25-08-1988 06-09-1984 03-09-1984 09-10-1984 22-09-1987 15-12-1986 15-06-1987 06-09-1984 04-09-1984 01-07-1985 01-09-1986 07-09-1984 12-09-1984 24-06-1987 29-11-1995 29-11-1984 01-10-1984 27-11-1987 01-04-1984 30-05-1988 04-09-1984 30-10-1985
WO 9111702	A1	08-08-1991	DE 4003176 A1 EP 0466851 A1 JP 4505967 T US 5241367 A	08-08-1991 22-01-1992 15-10-1992 31-08-1993
WO 03030621	A2	17-04-2003	AU 2002360271 A1 CA 2463151 A1 EP 1444502 A2	22-04-2003 17-04-2003 11-08-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/008999

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01N21/31 G01N21/27 G01N21/05 G01N21/03 G01N21/85 F02D41/14 ADD. G01N21/35 Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01N F02D Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 640 621 A (ROSE THOMAS H [US]) 3 février 1987 (1987-02-03) colonne 1, ligne 29 - ligne 39 colonne 3, ligne 13 - ligne 50 colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 13 colonne 5, ligne 25 - colonne 6, ligne 15 figure 2 -----	1-11
A	WO 90/02936 A1 (AERONAUTICAL GENERAL INSTR [GB]) 22 mars 1990 (1990-03-22) page 5, ligne 11 - page 7, ligne 35 -----	1
A	US 4 594 968 A (DEGOBERT PAUL [FR] ET AL) 17 juin 1986 (1986-06-17) colonne 1, ligne 16 - ligne 34 colonne 2, ligne 4 - ligne 10 colonne 4, ligne 1 - ligne 36 figure 3 -----	8-11
-/--		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 février 2010		22/02/2010
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Verdoodt, Erik

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/008999

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 91/11702 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8 août 1991 (1991-08-08) figure 1 -----	2,6
A	WO 03/030621 A2 (SENTELLIGENCE INC [US]; COATES JOHN [US]; MATEER KENNETH [US]; MELICK) 17 avril 2003 (2003-04-17) cité dans la demande le document en entier -----	1,9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/008999

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4640621	A	03-02-1987	AUCUN	
WO 9002936	A1	22-03-1990	AU 4211389 A GB 2241327 A	02-04-1990 28-08-1991
US 4594968	A	17-06-1986	AT 397435 B AU 576314 B2 AU 2524984 A BE 899068 A1 BR 8400976 A CA 1227262 A1 CH 658914 A5 CH 660771 A5 DE 3407844 A1 DK 137984 A ES 8504389 A1 ES 8605641 A1 FR 2542092 A1 GB 2136118 A IT 1173400 B JP 7111396 B JP 59210345 A NL 8400703 A NZ 207351 A PT 78186 A SE 454809 B SE 8401117 A ZA 8401582 A	25-04-1994 25-08-1988 06-09-1984 03-09-1984 09-10-1984 22-09-1987 15-12-1986 15-06-1987 06-09-1984 04-09-1984 01-07-1985 01-09-1986 07-09-1984 12-09-1984 24-06-1987 29-11-1995 29-11-1984 01-10-1984 27-11-1987 01-04-1984 30-05-1988 04-09-1984 30-10-1985
WO 9111702	A1	08-08-1991	DE 4003176 A1 EP 0466851 A1 JP 4505967 T US 5241367 A	08-08-1991 22-01-1992 15-10-1992 31-08-1993
WO 03030621	A2	17-04-2003	AU 2002360271 A1 CA 2463151 A1 EP 1444502 A2	22-04-2003 17-04-2003 11-08-2004