

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 584 199**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 09725**

⑤1 Int Cl⁴ : G 02 B 6/10; G 01 N 21/65.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 26 juin 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 2 janvier 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRI-
CITE, Société Anonyme.* — FR.

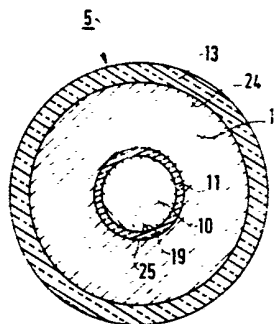
⑦2 Inventeur(s) : Hervé Février, Henri Saïsse, Pascal Plaza
et Quy Dao Nguyen.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Christian Lheureux, SOSPI.

⑤4 Fibre optique et application de cette fibre à un dispositif optique pour effectuer à distance l'analyse chimique d'un corps.

⑤7 La fibre optique 5 comporte, du centre à la périphérie, un premier cœur 10, une première gaine 11, un deuxième cœur 12 et une deuxième gaine 13. Le dispositif comporte un laser dont le rayonnement est transmis au corps par le premier cœur 10, le rayonnement diffusé par le corps étant transmis à un dispositif d'analyse par le deuxième cœur 12 de la fibre 5.
Application au dosage à distance d'un mélange de liquides.



FR 2 584 199 - A1

Fibre optique et application de cette fibre à un dispositif optique pour effectuer à distance l'analyse chimique d'un corps.

La présente invention concerne une fibre optique et une application de cette fibre à un dispositif optique pour effectuer à distance
5 l'analyse chimique d'un corps.

La fibre optique est d'un type comportant un coeur cylindrique axial constitué par un matériau ayant un indice de réfraction n_1 et une gaine tubulaire coaxiale entourant immédiatement le coeur, cette gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_2 inférieur à n_1 .
10

Le dispositif optique est d'un type comportant
- une source d'un rayonnement optique monochromatique,
- une fibre optique dont une première extrémité est reliée à la sortie de la source à travers un coupleur optique et dont la deuxième extrémité est
15 disposée en regard et à proximité du corps, cette fibre étant capable d'une part de transmettre le rayonnement de la source de la première extrémité à la deuxième extrémité de la fibre de façon à illuminer ledit corps et d'autre part de renvoyer de la deuxième extrémité à la première extrémité une partie du rayonnement diffusé par ledit corps illuminé
20 - et un système optique d'analyse disposé à proximité de la source de rayonnement et relié au coupleur optique pour recevoir le rayonnement renvoyé par la fibre optique, ce système optique d'analyse étant capable de mesurer des caractéristiques du rayonnement renvoyé, ces caractéristiques étant représentatives de la composition chimique dudit corps.

On a déjà proposé d'utiliser une fibre optique de structure conventionnelle pour effectuer à distance l'analyse d'un corps, le coeur de cette fibre servant à la fois à amener le rayonnement de la source vers le corps et à ramener vers le système optique d'analyse le rayonnement diffusé par le corps illuminé. Mais lorsque par exemple on désire
30 effectuer l'analyse du spectre de la diffusion Raman renvoyée par le corps illuminé, il n'est pas possible d'utiliser une telle fibre optique car le spectre Raman retrodiffusé par la fibre optique elle-même masque le spectre Raman du corps à analyser.

Il est connu aussi d'utiliser, pour effectuer une telle analyse,
35 un faisceau de fibres optiques de structure conventionnelle, ce faisceau

contenant au moins deux fibres optiques, l'une de ces fibres dite émettrice servant à amener le rayonnement de la source vers le corps et l'autre (ou les autres) servant à ramener le rayonnement diffusé vers le système d'analyse. Mais il en résulte des inconvénients : d'une part
5 l'ensemble du dispositif est relativement complexe et d'un coût élevé : d'autre part la proportion de la lumière diffusée renvoyée vers le système d'analyse est relativement faible.

La présente invention a pour but de pallier ces inconvénients et de réaliser, à l'aide d'une fibre spéciale de structure particulièrement
10 simple, un dispositif optique pour effectuer à distance l'analyse d'un corps, ce dispositif ayant un bon rendement optique et pouvant être utilisé notamment dans le cas où l'analyse est effectuée par spectroscopie de la diffusion Raman du corps.

La présente invention a pour objet une fibre optique du type mentionné précédemment, caractérisée en ce que, ledit cœur étant un premier cœur et ladite gaine étant une première gaine, elle comporte en outre

- un deuxième cœur tubulaire coaxial entourant immédiatement la première gaine, ce deuxième cœur étant constitué par un matériau ayant
20 un indice de réfraction n_3 supérieur à n_2
- et une deuxième gaine tubulaire coaxiale entourant immédiatement le deuxième cœur, cette deuxième gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_4 inférieur à n_2 .

Dans un mode de réalisation de cette fibre optique, les matériaux
25 constituant les premier et deuxième cœurs sont identiques entre eux, et les matériaux constituant les première et deuxième gaines sont identiques entre eux.

La présente invention a aussi pour objet un dispositif optique pour effectuer à distance l'analyse chimique d'un corps, du type mentionné précédemment, caractérisé en ce que

- la fibre optique comporte
30 . un premier cœur cylindrique axial constitué par un matériau d'indice de réfraction n_1 , apte à conduire le rayonnement optique de la source,
. une première gaine tubulaire coaxiale entourant immédiatement le premier cœur, cette première gaine étant constituée par un matériau ayant
35

un indice de réfraction n_2 inférieur à n_1 ,
5 . un deuxième coeur tubulaire coaxial entourant immédiatement la première gaine, ce deuxième coeur étant constitué par un matériau ayant un indice de réfraction n_3 supérieur à n_2 et étant apte à conduire le rayonnement optique diffusé par ledit corps illuminé
10 . et une deuxième gaine tubulaire coaxiale entourant immédiatement le deuxième coeur, cette deuxième gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_4 inférieur à n_3
- et le coupleur optique comporte des moyens pour relier optiquement d'une part la sortie de la source de rayonnement au premier coeur de la fibre et d'autre part le deuxième coeur de la fibre à l'entrée du système optique d'analyse.

Une forme particulière d'exécution de l'objet de la présente invention est décrite ci-dessous, à titre d'exemple, en référence aux
15 dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation du dispositif selon l'invention,
- la figure 2 est une vue partielle, en coupe par un plan axial, de la fibre optique selon l'invention,
- 20 - la figure 3 est une vue, en coupe transversale, de la fibre optique selon l'invention,
- la figure 4 montre un mode de réalisation du coupleur optique du dispositif illustré par la figure 1,
- la figure 5 est un détail agrandi du coupleur illustré par la figure 4
- 25 - et la figure 6 montre, en coupe par un plan axial, le champ utile d'exploration de la fibre optique du dispositif illustré par la figure 1.

Sur la figure 1 est représenté un laser 1 émettant un faisceau optique 2. Sur le trajet du faisceau 2 est disposé un coupleur optique 3 transmettant l'énergie du faisceau 2 à une extrémité 4 d'une fibre optique 5. L'autre extrémité 6 de la fibre 5 est disposée à proximité et en regard d'un corps transparent 7 à analyser.

Le corps 7 peut être constitué par exemple par un mélange de liquides. Un système optique d'analyse 8 est relié optiquement au coupleur 3.

35 La figure 2 représente partiellement, avec un fort agrandissement,

la fibre optique 5 coupée par un plan axial tandis que la figure 3 est une coupe transversale de cette fibre, avec le même agrandissement. On voit sur ces figures que la fibre 5 comporte, suivant un axe longitudinal 9, un coeur cylindrique 10 constitué par un verre d'indice de réfraction n_1 . Une gaine tubulaire coaxiale 11 entoure immédiatement le coeur 10. La gaine 11 est constituée par un verre d'indice de réfraction n_2 inférieur à n_1 . Un autre coeur tubulaire coaxial 12 entoure immédiatement la gaine 11, le coeur 12 étant constitué par un verre d'indice de réfraction n_3 supérieur à n_2 . Enfin une autre gaine tubulaire coaxiale 13 entoure immédiatement le coeur 12, la gaine 13 étant constituée par un verre d'indice de réfraction n_4 inférieur à n_3 . A titre indicatif le diamètre extérieur de la fibre 5 peut être de l'ordre de 600 micromètres, le diamètre de la gaine 11 étant de l'ordre de 50 micromètres. La longueur de la fibre est par exemple de plusieurs dizaines de mètres. Bien entendu, l'épaisseur des gaines 11 et 13 est faible par rapport au diamètre du coeur 10.

La fibre 5 peut être réalisée, par exemple, par étirage à chaud d'une ébauche cylindrique obtenue par la méthode bien connue dite "barreau dans tube". Dans ce cas, le barreau est une tige de verre d'indice n_1 , et l'ébauche comporte en outre trois tubes concentriques d'indices respectifs n_2 , n_3 et n_4 .

La figure 4 représente un mode de réalisation du coupleur optique 3. Celui-ci comporte un système optique convergent 14 disposé à la sortie du laser 1 pour concentrer l'énergie du faisceau 2, et une fibre optique 15, de type conventionnel, dont une extrémité est disposée sur la zone de concentration du faisceau 2, l'autre extrémité de cette fibre étant raccordée au coeur 10 et à la gaine 11 sur la face extrême 4 de la fibre 5.

La figure 5, à plus grande échelle, permet de voir, en coupe longitudinale, la fibre 15 raccordée par une soudure 16 aux parties 10 et 11 de la fibre 5.

Sur la figure 4, on voit aussi que le coupleur 3 comporte de plus un système optique convergent 17 disposé en regard de la face extrême 4 de la fibre 5, de façon à former l'image de cette face 4 sur l'entrée 18 du système d'analyse 8.

Le dispositif décrit ci-dessus et illustré par les figures 1 à 5 fonctionne de la manière suivante.

Le faisceau optique 2 concentré par le système optique 14 est transmis par la fibre 15 au coeur 10 de la fibre 5. Le coeur 10 transmet l'énergie optique qu'il reçoit de l'extrémité 4 à l'extrémité 6 de la fibre 5, cette énergie pouvant se réfléchir sur la surface cylindrique 19 située entre le coeur 10 et la gaine 11, par suite de la différence d'indice entre n_1 et n_2 .

Le faisceau optique sortant de l'extrémité 6 de la fibre 5 illumine le corps transparent 7. La plus grande partie de l'énergie de ce faisceau traverse le corps 7, mais une petite partie est diffusée par les molécules de ce corps dans toutes les directions. Le rayonnement diffusé contient des photons qui ont la même fréquence f_0 que le rayonnement incident, mais de plus des photons ayant des fréquences différentes de f_0 , telles que $f_0 - f_1$ (diffusion Raman Stokes) et $f_0 + f_1$ (diffusion Raman anti-Stokes). Chaque corps chimique est caractérisé par un ensemble de fréquences f_1 .

Le rayonnement diffusé par le corps 7, dans la zone de recouvrement des champs optiques du coeur 10 et du coeur 12 de la fibre 5, est transmis par le coeur 12 de l'extrémité 6 à l'extrémité 4 de la fibre 5. Sur la figure 6, on peut voir la zone 20 hachurée résultant du recouvrement des champs optiques (non hachurés) 21 du coeur 10 et 22 du coeur 12. Il est clair que le volume de cette zone est plus grand que celui de la zone de recouvrement qui pourrait être obtenue dans l'art antérieur en utilisant deux fibres optiques distinctes juxtaposées pour l'émission et la réception, ou même une fibre d'émission entourée par plusieurs fibres de réception.

L'énergie du faisceau diffusé transmise par le coeur 12 de la fibre 5 en sens inverse de la direction d'émission peut se réfléchir d'une part sur la surface cylindrique 24 située entre le coeur 12 et la gaine 13 et d'autre part sur la surface cylindrique 25 située entre le coeur 12 et la gaine 11, compte tenu de la différence entre l'indice n_3 et les indices n_2 et n_4 . On voit ainsi que les trajets des rayonnements d'émission et de réception dans la fibre 5 sont absolument séparés.

Le choix des indices n_1 , n_2 , n_3 et n_4 permet de déterminer l'ouver-

ture numérique de la partie émission et de la partie réception de la fibre 5. Dans certains cas, il peut être intéressant d'utiliser un même verre pour réaliser les coeurs 10 et 12, et un même verre d'indice de réfraction inférieur pour réaliser les gaines 11 et 13.

5 Le rayonnement diffusé transmis par le coeur 12 de la fibre 5 est finalement transféré à l'entrée 18 du système d'analyse 8 par le système optique 17. Le système d'analyse 8 peut être par exemple constitué par un spectromètre qui permet de mesurer les caractéristiques des différentes fréquences f_1 du rayonnement diffusé, celles-ci étant représentatives de
10 la composition chimique des corps à analyser.

 Le dispositif selon la présente invention peut être utilisé par exemple pour le dosage in situ d'un mélange de liquides se trouvant dans un réacteur chimique situé à distance du système d'analyse.

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

1/ Fibre optique comportant

- un coeur cylindrique axial constitué par un matériau ayant un indice de réfraction n_1

5 - et une gaine tubulaire coaxiale entourant immédiatement le coeur, cette gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_2 inférieur à n_1 ,

caractérisée en ce que, ledit coeur étant un premier coeur (10) et ladite gaine étant une première gaine (11), elle comporte en outre

10 - un deuxième coeur tubulaire coaxial (12) entourant immédiatement la première gaine (11), ce deuxième coeur étant constitué par un matériau ayant un indice de réfraction n_3 supérieur à n_2

- et une deuxième gaine tubulaire coaxiale (13) entourant immédiatement le deuxième coeur (12), cette deuxième gaine étant constituée par un
15 matériau ayant un indice de réfraction n_4 inférieur à n_2 .

2/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les matériaux constituant les premier et deuxième coeurs (10, 12) sont identiques entre eux, et les matériaux constituant les première et deuxième gaines (11, 13) sont identiques entre eux.

20 3/ Dispositif optique pour effectuer à distance l'analyse chimique d'un corps, comportant

- une source d'un rayonnement optique monochromatique,

- une fibre optique dont une première extrémité est reliée à la sortie de la source à travers un coupleur optique et dont la deuxième extrémité est
25 disposée en regard et à proximité du corps, cette fibre étant capable d'une part de transmettre le rayonnement de la source de la première extrémité à la deuxième extrémité de la fibre de façon à illuminer ledit corps et d'autre part de renvoyer de la deuxième extrémité à la première extrémité une partie du rayonnement diffusé par ledit corps illuminé

30 - et un système optique d'analyse disposé à proximité de la source de rayonnement et relié au coupleur optique pour recevoir le rayonnement renvoyé par la fibre optique, ce système optique d'analyse étant capable de mesurer des caractéristiques du rayonnement renvoyé, ces caractéristiques étant représentatives de la composition chimique dudit corps,

35 caractérisé en ce que

- la fibre optique (5) comporte
 - . un premier coeur cylindrique axial (10) constitué par un matériau d'indice de réfraction n_1 , apte à conduire le rayonnement optique (2) de la source (1),
 - 5 . une première gaine tubulaire coaxiale (11) entourant immédiatement le premier coeur (10), cette première gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_2 inférieur à n_1 ,
 - . un deuxième coeur tubulaire coaxial (12) entourant immédiatement la première gaine (11), ce deuxième coeur étant constitué par un matériau
 - 10 ayant un indice de réfraction n_3 supérieur à n_2 et étant apte à conduire le rayonnement optique diffusé par ledit corps (7) illuminé
 - . et une deuxième gaine tubulaire coaxiale (13) entourant immédiatement le deuxième coeur (12), cette deuxième gaine étant constituée par un matériau ayant un indice de réfraction n_4 inférieur à n_3
- 15 - et le coupleur optique (3) comporte des moyens (14, 15) pour relier optiquement d'une part la sortie de la source (1) de rayonnement au premier coeur (10) de la fibre (5) et d'autre part le deuxième coeur (12) de la fibre (5) à l'entrée (18) du système optique d'analyse (8).

FIG. 1

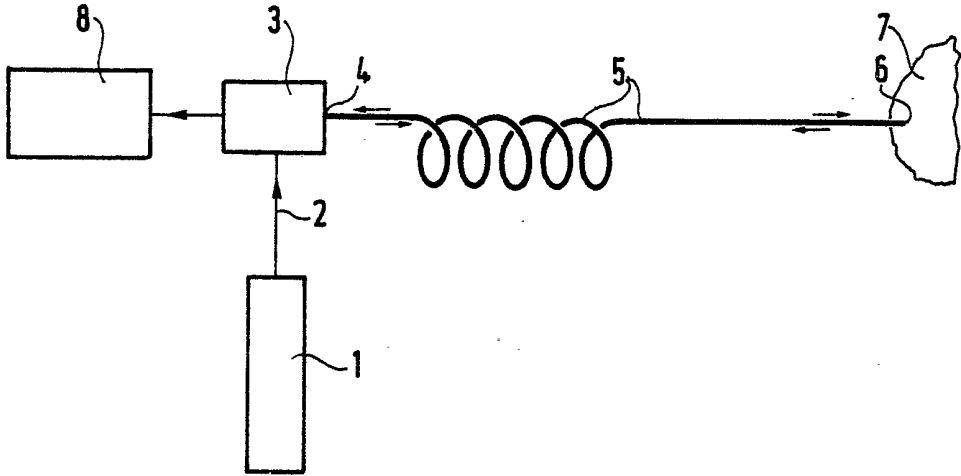


FIG. 2

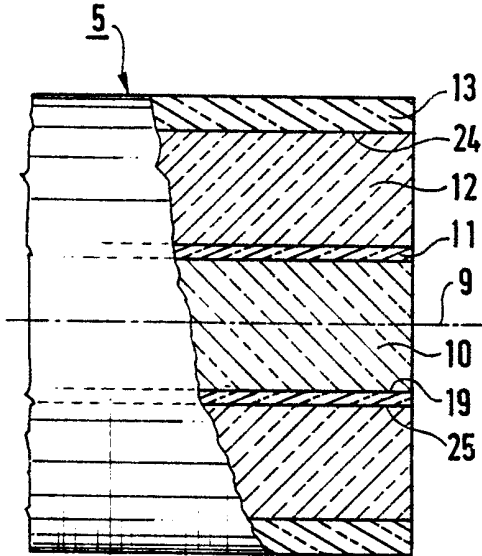
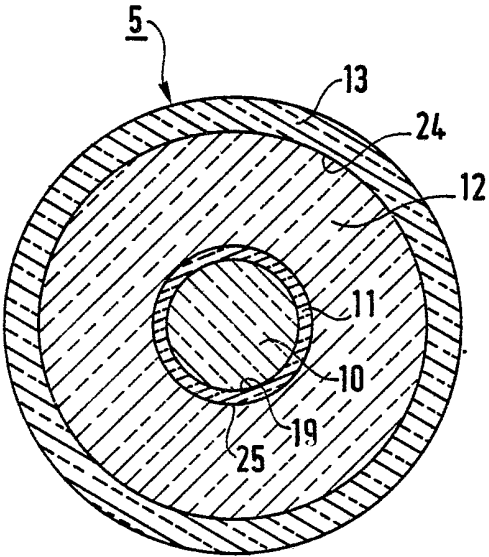


FIG. 3



2/3

FIG. 4

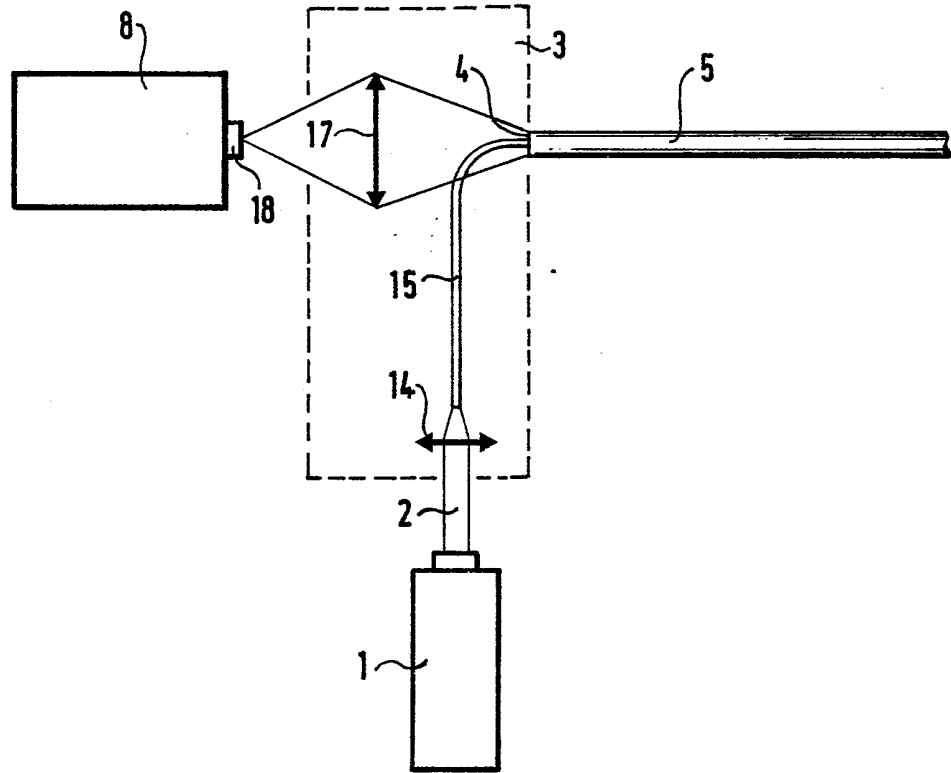


FIG. 5

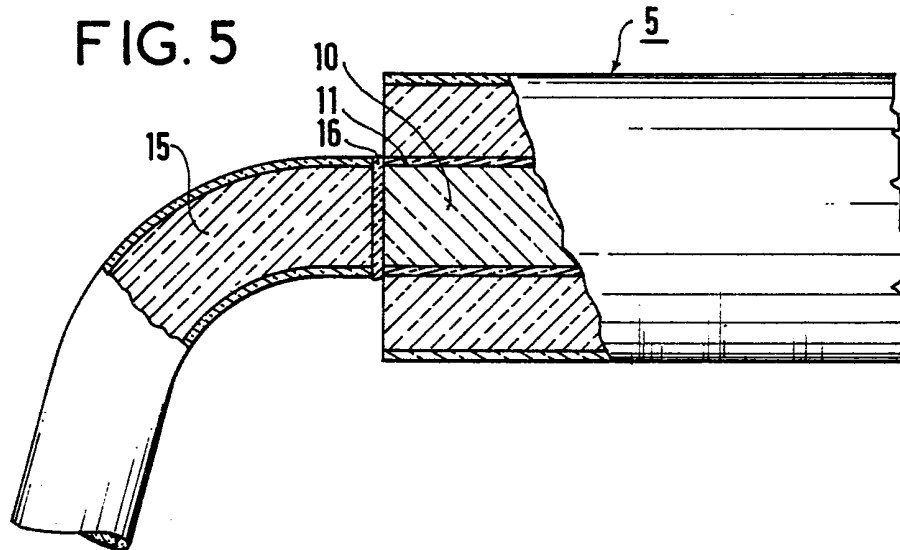


FIG. 6

