

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.06.91.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 11.12.92 Bulletin 92/50.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite: SEXTANT AVIONIQUE
— FR.

⑦② Inventeur(s) : Breda Jean-Marc.

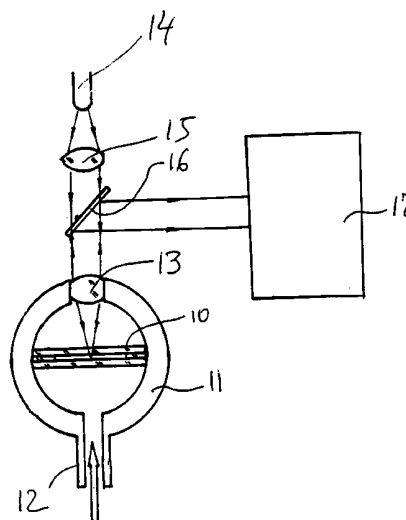
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Chavemeff Vladimir.

⑤④ Dispositif de mesure à capsule anéroïde.

⑤⑦ Le dispositif de mesure de l'invention comporte une capsule anéroïde (10) composée de fines lames de verre et d'une lame annulaire intermédiaire. Les faces internes des lames sont traitées semi-réfléchissantes. La capsule est disposée dans une enceinte (11), et éclairée par un faisceau de lumière blanche (14). Elle se comporte en interféromètre de Fizeau. Les variations d'épaisseur de la capsule sont mesurées par un dispositif d'analyse optique (17).

Application: mesure de pressions.



DISPOSITIF DE MESURE A CAPSULE ANEROIDE

La présente invention se rapporte à un dispositif de mesure à capsule anéroïde.

5 Depuis plus de cent ans, les capsules anéroïdes, destinées initialement aux applications barométriques ont connu un grand nombre d'applications. En aéronautique, en particulier, elles sont indispensables pour les mesures de vitesse et d'altitude. Quatre raisons expliquent leur succès : elles sont
10 simples à réaliser, elles peuvent travailler dans des gammes de pression et de température très vastes, elles sont précises et d'une fidélité exceptionnelle.

Une capsule est essentiellement constituée de deux disques métalliques minces et élastiques assemblés après emboutissage par leur diamètre extérieur. Soumise à une
15 pression, la capsule se déforme. Un système de commande mécanique permet de mesurer et d'amplifier cette déflexion et par conséquent de connaître la pression appliquée.

Ce système a cependant un certain nombre d'inconvénients ; les trois principaux sont les suivants :

20 a) si l'on veut conserver un diamètre de capsule raisonnable, les déflexions mesurées sont nécessairement faibles (de l'ordre de quelques mm), l'amplification du système mécanique sera donc très importante. Plus cette amplification sera grande, plus la mécanique à mettre en oeuvre sera
25 complexe, délicate à réaliser et susceptible par les frottements et les efforts introduits de perturber le bon fonctionnement du système ;

b) comme tout corps métallique, les capsules sont soumises aux variations thermiques dont la compensation n'est
30 pas simple ;

c) nécessairement, la capsule est proche du système mécanique de mesure. Or dans certaines applications (aéronautique, par exemple), il peut être intéressant de
35 connaître la mesure dans des endroits difficiles d'accès (peu

de l'avion). On est alors obligé par des canalisations pneumatiques d'amener la mesure jusqu'à la capsule. Ces canalisations introduisent un retard et des pertes difficilement compensables.

5 Pour remédier à ces différents inconvénients, on doit remplacer la mesure mécanique de la déflexion de la capsule par un autre principe. Il existe ainsi différentes méthodes pour transformer la mesure de la déflexion en variation de signal électrique. Celles-ci présentent l'inconvénient d'être sensibles
10 aux perturbations électro-magnétiques.

La présente invention a pour objet un dispositif de lecture de capsule anéroïde permettant de mesurer avec précision de faibles déflexions de la capsule, qui soit le plus insensible possible aux variations thermiques, qui puisse être déporté par
15 rapport à la capsule sans perturber la mesure, et qui soit insensible à des perturbations électromagnétiques.

Le dispositif de lecture conforme à l'invention comporte un dispositif optique de lecture de déflexion de capsule par interférométrie, la capsule comportant au moins deux
20 lames disposées en vis-à-vis et déterminant entre elles une cavité sous vide, au moins l'une de ces lames étant en matériau transparent au rayonnement utilisé pour l'interférométrie, l'une au moins de ces lames étant déformable, les faces en regard de ces lames étant traitées semi-réfléchissantes.

25 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation, pris à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est un schéma de principe d'une capsule conforme à
30 l'invention ;
- la figure 2 est un schéma d'un dispositif de mesure conforme à l'invention ;
- la figure 3 est un schéma d'un dispositif de mesure conforme à
35 l'invention, avec fibre de déport ;

- les figures 4 à 6 sont les schémas de différents modes de réalisation d'une capsule conforme à l'invention ;
- la figure 7 est un schéma d'une capsule, conforme à l'invention, associée à plusieurs têtes de lecture, et
- 5 - la figure 8 est un schéma d'une capsule, conforme à l'invention, associée à deux têtes de mesure, pour réaliser une mesure moyenne.

La présente invention fait appel à une méthode de lecture optique, dite par interférométrie, pour la lecture de la déformation des capsules décrites ci-dessous. Cette méthode est bien connue en soi, et est par exemple décrite dans le brevet US 4 596 466. On n'en rappellera donc ici que les principes généraux. On réalise à l'aide de deux lames de verre parallèles un interféromètre dit de Fizeau que l'on éclaire en lumière polychromatique. Cet interféromètre réfléchit une lumière modulée (dite cannelée). L'analyse de ces cannelures permet de déterminer l'épaisseur optique de l'interféromètre. Lorsque l'une des deux lames se déplace par rapport à l'autre, la variation d'épaisseur optique de l'interféromètre due à ce déplacement fait varier le spectre cannelé, dont l'analyse permet de déterminer la variation d'épaisseur optique. Le système d'analyse du spectre réfléchi par l'interféromètre de Fizeau peut être soit à dispersion spectrale, soit à interféromètre. La liaison optique entre l'interféromètre de Fizeau et sa tête de lecture et, d'une part, la source de lumière, et d'autre part, le système d'analyse peut être faite par fibre optique multimode, ce qui permet de déporter la tête de lecture avec le Fizeau. On démontre que la fibre de liaison n'introduit pas d'erreurs dans la mesure et qu'elle est insensible aux perturbations électromagnétiques.

La capsule 1, représentée en figure 1, comprend essentiellement deux lames de verre 2, 3 à faces parallèles, de mêmes dimensions et de forme circulaire. Une lame 4, de forme annulaire, de diamètre extérieur égal au diamètre des lames 2, 3 est interposée entre elles. Le vide règne dans le volume

intérieur 5 délimité par les lames 2, 3 et 4. Les faces 6, 7 en regard des lames 2, 3 sont traitées semi-réfléchissantes. Leurs faces extérieures 8, 9 sont traitées anti-reflets.

5 La capsule 1 décrite ci-dessus constitue à la fois une capsule anéroïde dont les parois sont déformables (l'épaisseur des lames 2, 3 est suffisamment fine pour qu'elles puissent se déformer sous l'effet des contraintes qui leur sont appliquées) et un interféromètre de Fizeau.

10 En pratique, on découpe d'abord les trois lames 2 à 4 et on les polit dans leur zone de contact le plus finement possible, de façon à pouvoir les assembler par adhérence moléculaire. Ensuite, on dépose les revêtements semi-réfléchissants (faces 6, 7) et anti-reflets (faces 8, 9) dans les zones de lecture optique (essentiellement leur zone
15 centrale délimitée par le diamètre intérieur de la lame 4). Enfin, on assemble les trois lames 2 à 4 par adhérence moléculaire sous vide total ou partiel.

Les lames 2 à 4 sont réalisées de préférence en quartz ou en silice fondue dont les propriétés optiques et mécaniques
20 conviennent à la fois pour réaliser une capsule hermétique et un interféromètre de Fizeau. Les lames 2 et 3 sont traitées sur leurs faces 6, 7 en vis-à-vis, de façon à obtenir un coefficient de réflexion d'au moins 40% dans la bande spectrale de lecture, afin que l'énergie réémise pour analyse soit maximale. Selon un
25 exemple de réalisation, lorsque la pression appliquée en 12 est par exemple de 1 bar au maximum, la capsule peut avoir un diamètre de 20 à 30 mm, l'épaisseur optique du Fizeau est comprise entre 0,05 et 0,2 mm, l'épaisseur des lames 2 à 4 est comprise entre 0,5 et 1,5 mm et la déformation du centre des
30 lames 2 et 3 est d'environ 5 à 10 μm pour 1 bar.

On a représenté en figure 2 un montage opto-mécanique possible de la capsule conforme à l'invention, pour la mesure de pressions (positives ou négatives). Dans ce
35 montage, tous les éléments sont proches les uns des autres.

La capsule 10 (qui peut être la capsule 1 décrite ci-dessus, ou l'une des capsules décrites ci-dessous) est fixée dans un plan équatorial d'une enceinte sphérique 11 indéformable et hermétique. L'enceinte 11 est munie à son pôle inférieur d'un
5 raccord 12 relié à une source de pression à mesurer (non représentée). A son pôle supérieur l'enceinte 11 comporte une optique 13 de focalisation qui lui est fixée hermétiquement. Face à l'optique 13, à l'extérieur de l'enceinte 11, on dispose une source 14 de lumière à large spectre, par exemple une diode
10 électroluminescente. On interpose entre la source 14 et l'optique 13 une optique 15 de collimation et une lame séparatrice 16 (lame de verre inclinée à 45°). Les éléments 13, 14 et 15 ont des caractéristiques telles, et sont disposés de telle façon que le faisceau lumineux produit par la source 14
15 soit focalisé sur la face supérieure de la lame inférieure (face 7, voir figure 1) de la capsule 10. Le faisceau réfléchi par cette lame et sortant par l'optique 13 est renvoyé par la lame 16 vers un système d'analyse optique 17 connue en soi, par exemple tel que décrit dans le susdit brevet US.

20 On a représenté en figure 3 une variante du montage de la figure 2, dans le cas où la capsule doit être disposée loin de la source de lumière et du système d'analyse, par exemple lorsque cette capsule est disposée dans un endroit difficile d'accès. Sur cette figure 3, les éléments semblables à
25 ceux de la figure 2 sont affectés des mêmes références numériques.

Face à la source 14, on dispose une optique de focalisation 15A qui envoie son faisceau dans une fibre optique multimode 18. L'autre extrémité de la fibre 18 fait face à
30 l'optique 13A qui a le même rôle que l'optique 13. Sur la fibre 18, on dispose un coupleur 19 relié à une fibre optique 20 suivie d'une optique 21 de collimation. L'optique 21 produit un faisceau semblable à celui réfléchi par la lame 16 de la figure
35 2, et ce faisceau est traité par le système d'analyse 17. Comme dans le cas du montage de la figure 2, une partie de la lumière

de la source 14, focalisée au centre de la capsule 10, est réfléchiée et envoyée, via le coupleur 19 à l'analyseur 17. Sous l'effet d'une pression, arrivant par le raccord 12, les lames circulaires de la capsule 10 se déforment. L'épaisseur de la
5 partie centrale de la capsule dépend donc directement de cette pression. Les paramètres du spectre cannelé qui se forme sur la capsule, sont fonction de l'épaisseur de la capsule, et donc de la pression appliquée à la capsule. Ce spectre est analysé par le dispositif 17.

10 La capsule 22 de la figure 4 est formée d'une lame circulaire 23 mince (par exemple identique aux lames 2 et 3), d'une lame annulaire 24 (par exemple identique à la lame 4), et d'une lame circulaire 25 beaucoup plus épaisse (par exemple au moins cinq fois) que la lame 23, de façon à être indéformable
15 pour les pressions maximales prévisibles. La lame déformable 23 est soumise à la pression parvenant par le raccord 12. Cette capsule 22 permet non seulement de mesurer des pressions (positives et négatives), mais aussi des accélérations, ce que ne permet pas la capsule 10 qui est symétrique par rapport à la
20 lame 6.

Pour simplifier le montage, on peut fixer l'optique 13 (ou 13A) directement sur la lame 25, ainsi que représenté en trait interrompu sur la figure 4.

25 Selon le mode de réalisation de la figure 5, la lame centrale 4A de la capsule 10A a un diamètre extérieur supérieur à celui de la lame 4 de la capsule 10. De cette façon, on fixe la capsule 10A dans l'enceinte 11 en ne la tenant que par le pourtour de la lame 4A (par exemple, comme représenté sur le dessin, à l'aide d'une bague 26 serrant ce pourtour au fond
30 d'une gorge ménagée dans l'enceinte 11). On élimine ainsi pratiquement toute contrainte mécanique parasite qui pourrait s'exercer sur les lames 2 et 3.

35 Selon le mode de réalisation de la figure 6, les deux lames 2 et 3 à faces parallèles sont remplacées par deux lames en forme de lentilles plan-concave 27, 28 (ou biconcaves). Ceci

a l'avantage de supprimer la lame intermédiaire annulaire et de diminuer les contraintes mécaniques transmises par l'enceinte à la capsule. Selon une variante, la lame 27 (lame supérieure) peut être remplacée par une lame à faces parallèles, et selon
5 une autre variante, la lame 27 peut être remplacée par une lame épaisse, semblable à la lame 25 de la figure 4, dont la face en vis-à-vis de la lame 28 peut être concave.

La zone centrale de la capsule de l'invention, utile pour réaliser la lecture optique, a un diamètre très faible, de
10 l'ordre du millimètre, ce qui laisse libre autour de cette zone centrale un espace suffisant pour y disposer plusieurs têtes de lecture optique, afin de mesurer l'épaisseur de la capsule en plusieurs points. Ces têtes optiques sont simplement des
15 lentilles de focalisation, soit similaires à la lentille 13, et fixées de façon appropriée sur l'enceinte 11 (lentilles 29A, 29B, 29C ... figure 7), soit similaires à la lentille 13A (lentilles 30A, 30B ... figure 8) et coopérant avec les
20 extrémités de fibres optiques (31A, 31B ...) similaires à la fibre 18. Dans ce dernier cas, les lentilles 30A, 30B, peuvent ne pas être incluses dans la paroi de l'enceinte 11, mais fixées sur un support commun fixé à l'intérieur de l'enceinte, les fibres 31A, 31B, ... établissant la liaison optique avec l'extérieur.

Les têtes optiques supplémentaires peuvent être
25 disposées face à la zone périphérique de la capsule, zone qui ne se déforme pratiquement pas en fonction des variations de pression s'exerçant sur la capsule. L'épaisseur mesurée par ces têtes supplémentaires doit être pratiquement invariable en fonction de ces variations de pression, mais peut varier en
30 fonction de paramètres perturbateurs (dilatations thermiques en particulier). On peut donc connaître ainsi les effets de phénomènes parasites et corriger en conséquence les résultats des mesures d'épaisseur dans la zone centrale.

35 Si les épaisseurs mesurées en plusieurs points de la surface de la capsule sont très voisines (si elles diffèrent de

moins de 100 nm environ), on peut montrer qu'en mélangeant les informations lumineuses provenant de ces différents points, on obtient directement un spectre cannelé dont les paramètres donnent l'épaisseur moyenne en ces différents points. Selon le
5 mode de réalisation de la figure 8, ce mélange est simplement réalisé par un coupleur 32 couplant les fibres 31A, 31B, ... à une fibre 33 qui a le même rôle que la fibre 18 de la figure 3.

La capsule interférométrique de l'invention présente les cinq avantages principaux suivants :

10 - la réalisation de la capsule ne fait appel qu'au savoir faire traditionnel des façonniers optiques. Elle peut donc être faite avec une très grande précision à faible coût. De plus, elle a de faibles dimensions (20 à 30 mm par exemple), et peut donc être facilement travaillée.

15 Le mode de réalisation de la figure 1 ou 5 étant symétrique par rapport à sa fixation, permet d'éliminer des phénomènes parasites, tels que les vibrations ou des accélérations, pouvant affecter des mesures de pression.

20 La méthode optique de lecture permet de réaliser une mesure très précise, pratiquement insensible à des perturbations électromagnétiques, et ne nécessitant pas de déflexions importantes des parois de la capsule.

25 On peut facilement déporter la tête optique par rapport au système d'analyse, grâce à une fibre optique multimode sans apporter de perturbations ni de retard temporel appréciable, ce qui élargit notablement le champ d'applications de la capsule.

30 Au moyen de têtes de lecture multiples, il est possible de réaliser plusieurs mesures sur la même capsule et d'en déterminer parfaitement les caractéristiques.

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

1. Dispositif de mesure à capsule anéroïde, caractérisé par le fait qu'il comporte un dispositif optique de lecture de déflexion de capsule par interférométrie (14 à 17 ou 14 à 21).

5 2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la capsule comporte au moins deux lames (2, 3, 4 ou 23 à 25 ou 27, 28) disposées en vis-à-vis et déterminant entre elles une cavité sous vide (5), au moins l'une de ces lames étant en matériau transparent au rayonnement
10 utilisé pour l'interférométrie, l'une au moins de ces lames étant déformable, les faces en regard (6, 7) de ces lames étant traitées semi-réfléchissantes.

 3. Dispositif de mesure selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le rayonnement utilisé pour
15 l'interférométrie est de la lumière à large spectre.

 4. Dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la capsule est déportée par rapport au système d'analyse interférométrique (18 et 19 à 21).

20 5. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que les lames sont en quartz ou en silice fondue.

 6. Dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la capsule comporte
25 deux lames circulaires (2, 3) enserrant une lame annulaire (4).

7. Dispositif de mesure selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'une des deux lames circulaires (25) est plus épaisse que l'autre (23) et pratiquement indéformable à la pression.

5 8. Dispositif de mesure selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la lame annulaire (4A) a un diamètre extérieur supérieur à celui des deux autres lames, et sert à la fixation de la capsule.

10 9. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la capsule comporte deux lames (27, 28) dont au moins une a au moins une face concave.

10. Dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les faces externes de la capsule sont traitées anti-reflets.

15 11. Dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il sert à mesurer des pressions.

12. Dispositif de mesure selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il sert à mesurer des accélérations.

1/4

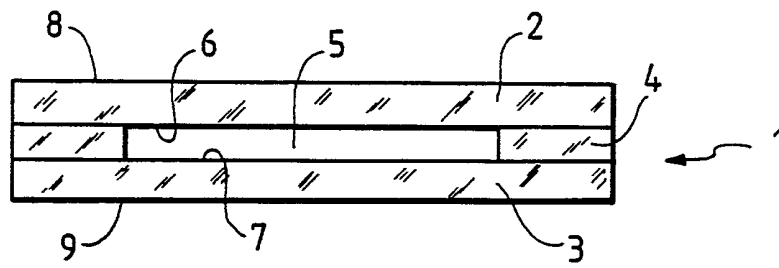


FIG. 1

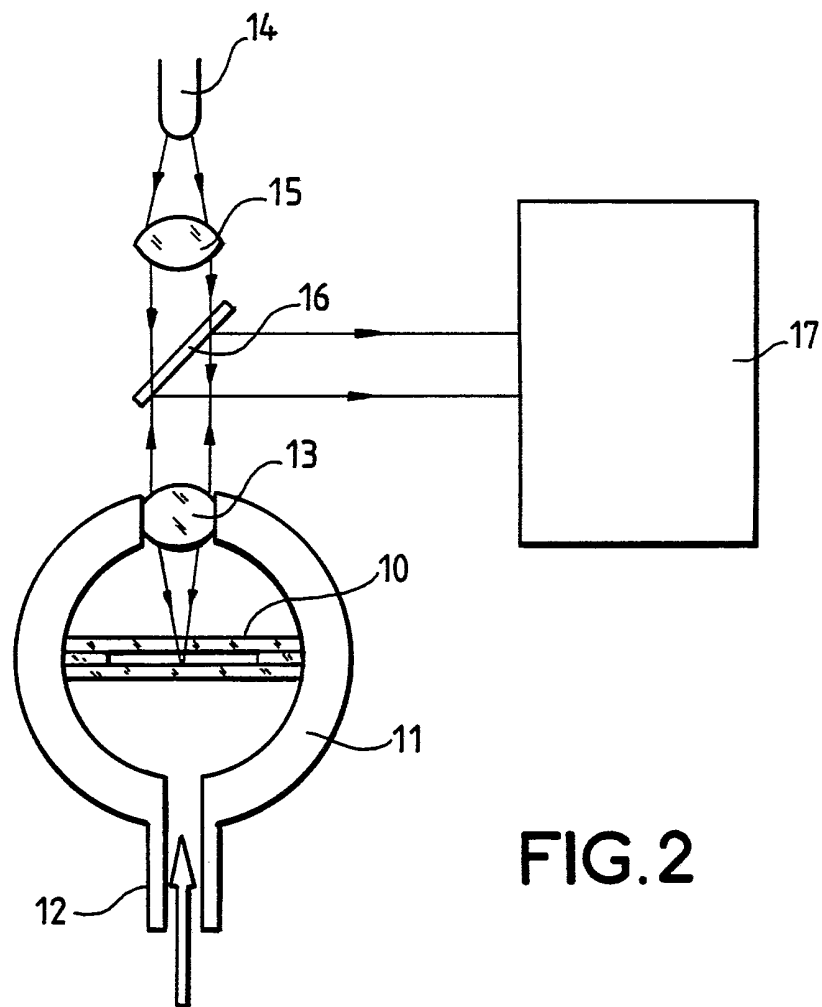


FIG. 2

2/4

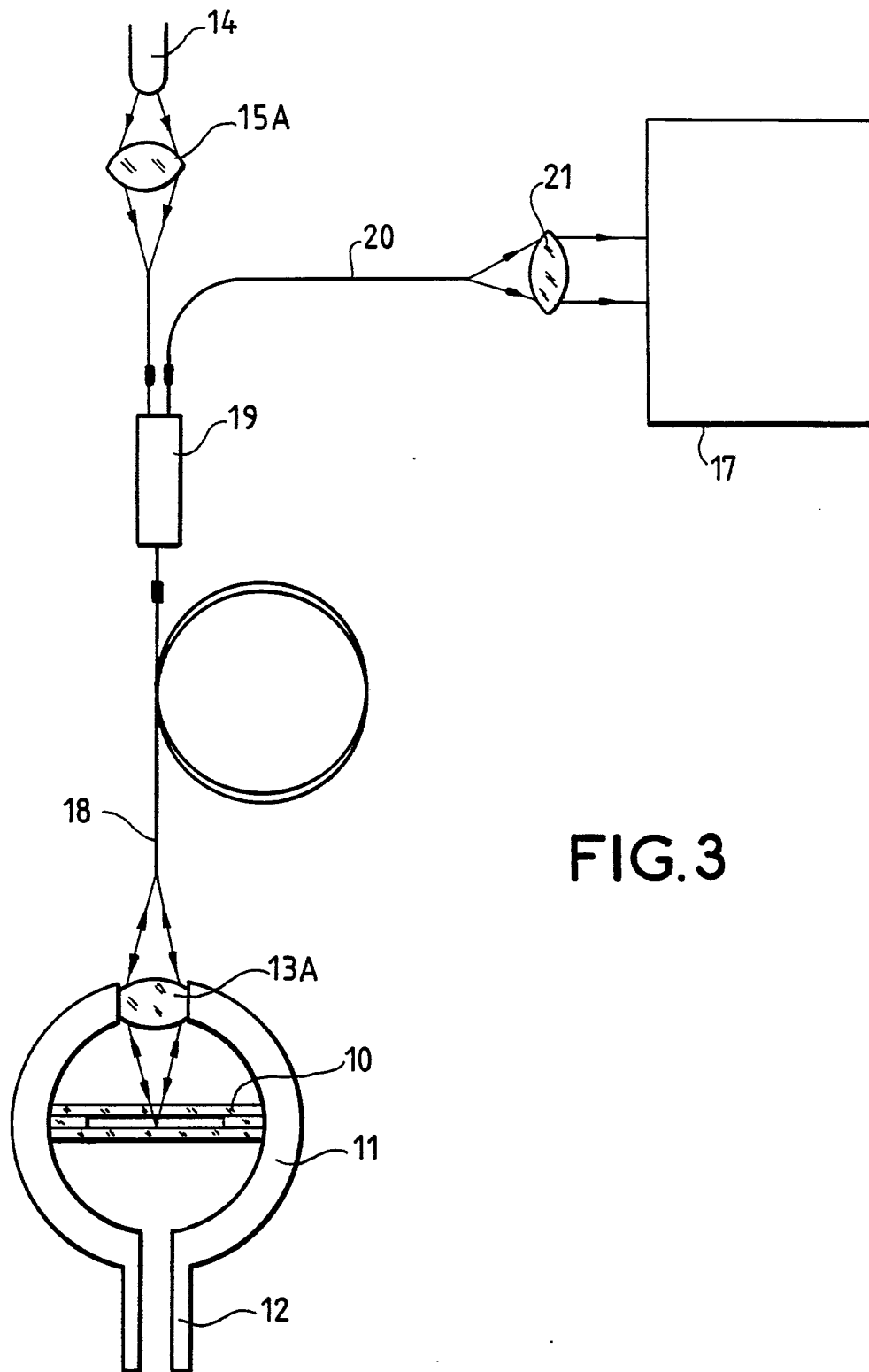


FIG. 3

3/4

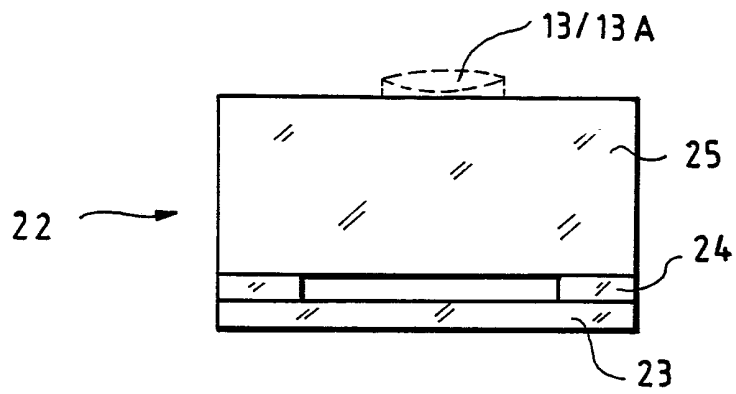


FIG. 4

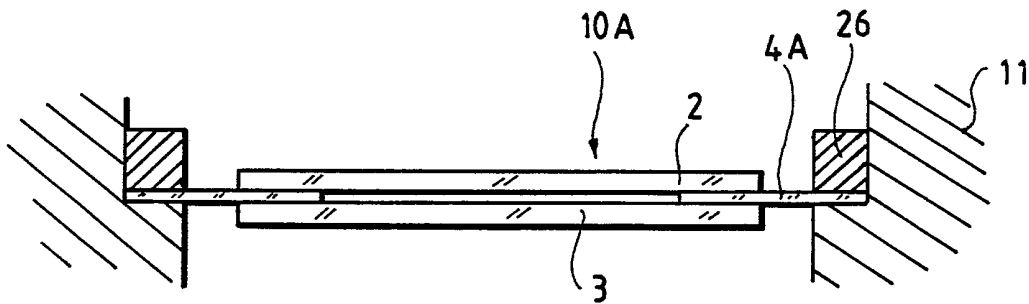


FIG. 5

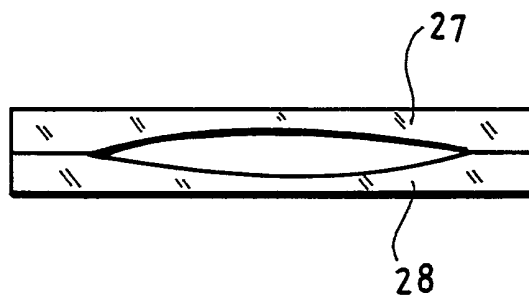


FIG. 6

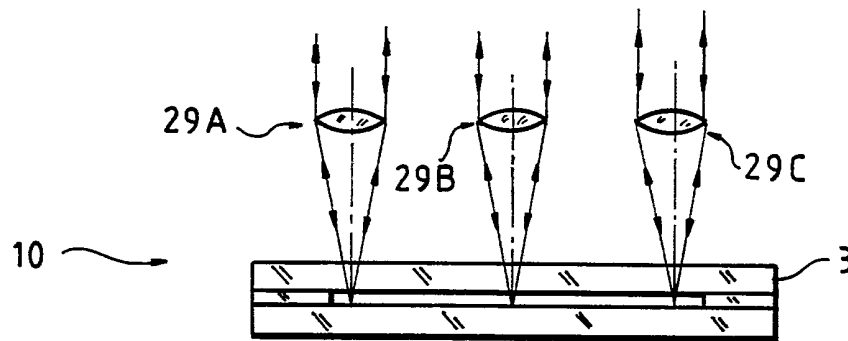


FIG. 7

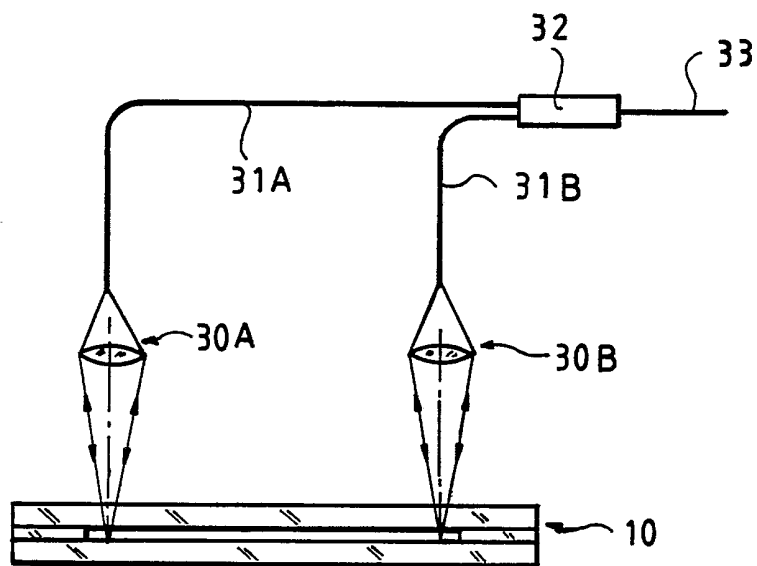


FIG. 8

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9106932
FA 461048

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB-A-927 075 (UNITED AIRCRAFT CORPORATION) * le document en entier * ---	1-3, 6, 11
X	FR-A-2 147 637 (ALBIN SPRENGER KG.) * le document en entier * ---	1, 2, 6, 11
X	DE-A-2 212 631 (ALBIN SPRENGER KG) * le document en entier * ---	1, 2, 4, 11
X	EP-A-0 196 784 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC) * le document en entier * ---	1-5, 7, 11
A	US-A-4 176 557 (S.A. JOHNSTON) * colonne 4, ligne 1 - ligne 17; figures 1, 2, 8, 11 * ---	8
A	US-A-4 466 699 (J.G. DROESSLER ET. AL.) * abrégé; figure 1 * ---	9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 196 (P-299)(1633) 8 Septembre 1984 & JP-A-59 083 101 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 14 Mai 1984 * abrégé * -----	9
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G01L
Date d'achèvement de la recherche 04 FEVRIER 1992		Examineur VAN ASSCHE P.O.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		