



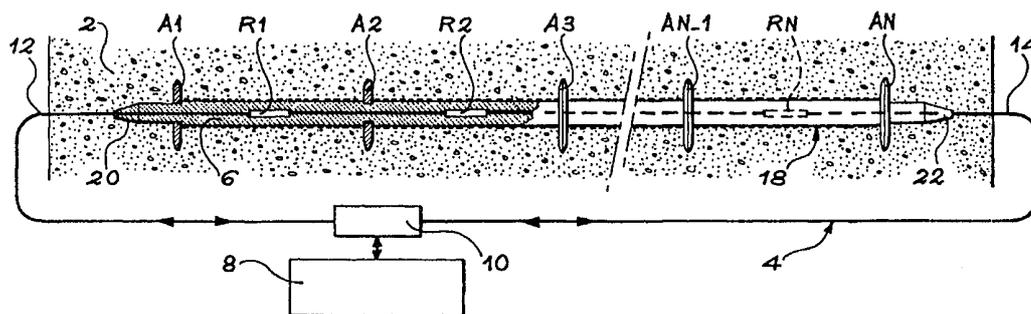
## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : G01B 11/16, G01D 5/353, G01L 1/24, G01M 11/08	A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/60312</b> (43) Date de publication internationale: 12 octobre 2000 (12.10.00)
---	----	--

<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00806</p> <p>(22) Date de dépôt international: 30 mars 2000 (30.03.00)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 99/04084 1er avril 1999 (01.04.99) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BUGAUD, Michel [FR/FR]; 17, rue de la Melionnière, F-92500 Rueil (FR). MAGNE, Sylvain [FR/FR]; 55, rue Marx Dormoy, F-92260 Fontenay-aux-Roses (FR). DEWYNTER-MARTY, Véronique [FR/FR]; 171, avenue du Général Leclerc, F-91190 Gif-sur-Yvette (FR). FERDINAND, Pierre [FR/FR]; 96, rue des Martyrs de la Résistance, F-78800 Houilles (FR).</p> <p>(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>
---	--

(54) Title: BRAGG NETWORK EXTENSOMETER AND METHOD FOR THE PRODUCTION OF SAID EXTENSOMETER

(54) Titre: EXTENSOMETRE A RESEAU DE BRAGG ET PROCEDE DE FABRICATION DE CET EXTENSOMETRE



## (57) Abstract

A Bragg network extensometer and a method for the production of said extensometer. The extensometer comprises an optical fiber (4) in which at least one Bragg network (R1 ... RN) is formed, in addition to a core (6) which encases the fiber and is buried in a host material (2). Two anchoring means (A1 ... AN) are provided for each Bragg network so that the proof body can be anchored in the host material. Said anchoring means are firmly connected to the core and are placed on each side of the Bragg network corresponding thereto. According to the inventive method, the core is formed around the fiber by co-extrusion. The invention is particularly suitable for use in surveillance of works of art.

## (57) Abrégé

Extensomètre à réseau de Bragg et procédé de fabrication de cet extensomètre. Cet extensomètre comprend une fibre optique (4), dans laquelle est formé au moins un réseau de Bragg (R1 ... RN), et un jonc (6) qui enrobe la fibre et qui est noyé dans un matériau-hôte (2). Pour chaque réseau de Bragg, deux moyens d'ancrage (A1 ... AN) destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau-hôte sont prévus. Ces deux moyens d'ancrage sont rendus rigidement solidaires du jonc et placés de part et d'autre du réseau de Bragg leur correspondant. Selon le procédé, on forme le jonc autour de la fibre par co-extrusion. L'invention s'applique notamment à la surveillance d'ouvrages d'art.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

**EXTENSOMÈTRE À RÉSEAU DE BRAGG ET PROCÉDÉ DE  
FABRICATION DE CET EXTENSOMÈTRE**

**DESCRIPTION**

**DOMAINE TECHNIQUE**

5                   La présente invention concerne un  
extensomètre à réseau Bragg ainsi qu'un procédé de  
fabrication de cet extensomètre.

Elle est notamment utilisable dans le  
domaine du génie civil, pour la surveillance d'ouvrages  
10 d'art et de bâtiments.

L'invention permet de mesurer des  
déformations relatives jusqu'à des niveaux aussi petits  
que la microdéformation (une microdéformation étant une  
déformation pour laquelle la variation relative de  
15 longueur  $\Delta L/L$  est égale à  $10^{-6}$ ).

**ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

En ce qui concerne les transducteurs à  
réseau de Bragg on pourra consulter les documents [1] à  
[4] qui sont mentionnés à la fin de la présente  
20 description.

On sait aussi qu'un extensomètre comprend  
un corps d'épreuve qui est rendu solidaire de la  
structure à surveiller (structure naturelle, comme par  
exemple une montagne, ou une structure artificielle,  
25 comme par exemple un ouvrage d'art ou un bâtiment) de

telle manière que les déformations de cette structure soient transmises le plus fidèlement possible au corps d'épreuve.

Un transducteur permettant de mesurer ces déformations est fixé à ce corps d'épreuve.

En tant que transducteur, il est connu d'utiliser une jauge à fil, qui est associée à un corps d'épreuve formé, par exemple, par un tube métallique rempli d'un matériau tel que la magnésie, ce matériau étant traversé par le fil, ou une jauge à cordes vibrantes ou un transformateur différentiel linéaire ou une fibre optique qui est alors associée à un corps d'épreuve formé par un tube métallique ou un fer à béton et comprenant éventuellement une saignée latérale dans laquelle est collée la fibre.

Ces transducteurs connus présentent des inconvénients.

Une jauge à fil subit un fluage non négligeable par rapport au corps d'épreuve associé et la distance entre les points d'ancrage permettant de rendre le corps d'épreuve solidaire de la structure à surveiller, distance qui est appelée « longueur d'intégration » ou « longueur de base de l'extensomètre », est réduite à quelques centimètres.

Une jauge à cordes vibrantes est encombrante, nécessite des étalonnages et la distance entre les points d'ancrage est inférieure à environ 30 cm.

Un transformateur différentiel linéaire est volumineux et coûteux, nécessite un nombre élevé de

connexions et la distance entre les points d'ancrage est inférieure à environ 1 mètre.

Une jauge à fibre optique associée à un tube métallique subit également un fluage non  
5 négligeable par rapport à ce tube métallique.

Il en est de même pour une jauge à fibre associée à un fer à béton. De plus une telle jauge ne permet qu'une mesure ponctuelle car elle ne comporte pas deux points d'ancrage mais un ancrage continu qui  
10 est dû aux aspérités du fer à béton et qui est affecté par la dilatation différentielle du fer par rapport au béton.

#### **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

La présente invention a pour objet un  
15 extensomètre dont le transducteur comprend au moins un réseau de Bragg formé sur une fibre optique, transducteur dont le fluage par rapport au corps d'épreuve de l'extensomètre est très inférieur au fluage qui se produit dans les extensomètres connus,  
20 mentionnés plus haut.

De façon précise, la présente invention a pour objet un extensomètre caractérisé en ce qu'il comprend :

- une fibre optique dans laquelle est formé au moins un  
25 réseau de Bragg (« Bragg grating »), et
- un corps d'épreuve destiné à être noyé dans un matériau-hôte et comprenant un jonc (« rod ») qui enrobe une partie de la fibre optique contenant ce réseau de Bragg,

toute déformation du matériau-hôte étant ainsi transmise à ce réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc, ce réseau de Bragg étant alors apte à modifier une lumière se propageant dans la fibre, la déformation  
5 du matériau-hôte étant déterminée à partir de la lumière modifiée,

cet extensomètre comprenant en outre, pour chaque réseau de Bragg, deux moyens d'ancrage destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau-hôte, ces  
10 deux moyens d'ancrage étant rendus rigidement solidaires du jonc et placés de part et d'autre du réseau de Bragg leur correspondant.

Chaque moyen d'ancrage comprend par exemple un élément mécanique percé qui est traversé par le jonc  
15 et rendu rigidement solidaire de celui-ci, par exemple par sertissage.

L'extensomètre objet de l'invention peut comprendre en outre un revêtement qui recouvre le jonc et s'étend entre les deux moyens d'ancrage placés de  
20 part et d'autre du réseau de Bragg, ce revêtement étant apte à empêcher le matériau-hôte de se lier au jonc.

La fibre optique peut être en matière plastique ou en silice.

Cette fibre optique peut comprendre une  
25 gaine protectrice.

Selon un mode de réalisation préféré de l'extensomètre objet de l'invention, le jonc est en matière plastique.

Cette matière plastique peut contenir des  
30 moyens de renforcement.

Ces moyens de renforcement sont par exemple des fibres de verre.

L'extensomètre objet de l'invention peut comprendre en outre deux embouts de protection respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la protection mécanique de ces extrémités.

La présente invention concerne aussi un procédé de fabrication de l'extensomètre objet de l'invention, procédé dans lequel le jonc est formé autour de la fibre optique par co-extrusion.

Il faut bien entendu que le matériau à partir duquel on forme le jonc soit chimiquement et physiquement compatible avec la fibre optique de manière à permettre la co-extrusion.

L'invention possède tous les avantages qui sont liés aux jauges à réseau de Bragg (notamment l'absence de dérive dans le temps, la précision et les aptitudes métrologiques qui en découlent, ainsi que le faible coût).

On consultera les documents [1] à [4] mentionnés plus haut où un certain nombre d'avantages de telles jauges sont mentionnés.

De plus, l'utilisation de la fibre optique conduit à une insensibilité à l'environnement électromagnétique et à une souplesse de mise en œuvre.

L'intérêt de l'invention réside aussi dans sa nature modulaire et versatile qui est adaptée aux exigences d'incorporation, de longueur de base et de compatibilité mécanique avec les structures-hôtes, que

celles-ci soient naturelles (le sol par exemple) ou artificielles (par exemple un bâtiment en béton).

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- ◆ la figure 1 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un mode de réalisation particulier de l'extensomètre objet de l'invention, et
- ◆ la figure 2 est une vue en coupe longitudinale schématique d'une extrémité de l'extensomètre de la figure 1.

#### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

L'extensomètre conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté en coupe longitudinale sur la figure 1, est destiné à mesurer les déformations (contractions ou dilatations) d'un matériau-hôte qui, dans l'exemple représenté, est un ouvrage d'art en béton.

On voit sur la figure 1 la partie en béton 2 de cet ouvrage dont on veut étudier les déformations au moyen de cet extensomètre.

Ce dernier comprend une fibre optique 4 de préférence monomode, par exemple en plastique ou en silice.

Dans le cœur de cette fibre optique est formé (par photo-inscription) au moins un réseau de Bragg.

Dans l'exemple représenté la fibre optique  
5 comprend plusieurs réseaux de Bragg notés R1, R2 ...  
RN.

L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi un corps d'épreuve noyé dans le béton et comprenant un jonc 6 qui enrobe une partie de la fibre  
10 optique contenant les réseaux de Bragg et s'étend le long de cette partie.

Le jonc est en matière plastique. Il est par exemple formé à partir d'une résine époxy ou de polyester.

15 On verra d'ailleurs dans la suite un procédé permettant de fabriquer ce jonc autour de la fibre (procédé dit de co-extrusion).

Ce jonc peut, si on le souhaite, contenir des moyens de renforcement de la matière plastique dont  
20 il est fait.

Ces moyens de renforcement sont par exemple des fibres, ou mèches, de verre ou de carbone ou d'aramide.

On précise que la fibre optique peut être  
25 munie d'une gaine protectrice par exemple en une matière plastique telle que le polyimide mais, comme on le verra dans la description de la figure 2, cette gaine protectrice peut être enlevée sur la plus grande partie de la fibre qui se trouve dans le jonc.

30 On voit sur la figure 1 des moyens de mesure 8 permettant « d'interroger » les réseaux de

Bragg et de mesurer les déformations subies par le béton.

Ces moyens de mesure 8 sont prévus pour envoyer dans la fibre optique 4 des lumières de  
5 longueurs d'onde différentes (par exemple autant de longueurs d'onde qu'il y a de réseaux de Bragg).

Toute déformation du béton est transmise à un réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc 6. Ce réseau de Bragg modifie alors la lumière qui lui  
10 correspond et cette lumière retourne aux moyens de mesure 8 par l'intermédiaire de la fibre optique et la déformation du béton est déterminée par ces moyens de mesure à partir de la lumière ainsi modifiée.

Dans l'exemple représenté les moyens de  
15 mesure 8 sont reliés à la fibre optique par l'intermédiaire d'un commutateur optique 10 permettant d'alterner l'interrogation (envoi et récupération de lumière) des réseaux de Bragg, cette interrogation ayant lieu alternativement par un côté 12 de la fibre  
20 optique puis par l'autre côté 14 de cette fibre et ainsi de suite.

Cependant dans un mode de réalisation plus simple (non représenté) on peut interroger les réseaux de Bragg par un seul côté de la fibre optique, l'autre  
25 côté étant libre c'est-à-dire non relié à l'extensomètre.

Dans un autre mode de réalisation non représenté on peut envoyer les lumières dans les réseaux de Bragg par un côté de la fibre optique et  
30 récupérer des lumières éventuellement modifiées par

l'autre côté de la fibre optique pour mesurer les déformations du béton.

L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi, pour chaque réseau de Bragg, deux moyens d'ancrage destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau hôte, le béton par exemple. Ces deux moyens d'ancrage sont rendus rigidement solidaires du jonc 6 et placés de part et d'autre du réseau de Bragg qui leur correspond.

Dans l'exemple représenté on utilise autant de moyens d'ancrage qu'il y a de réseaux de Bragg plus un et ces moyens d'ancrage sont respectivement notés A1, A2, A3 ... AN-1 et AN.

Chaque moyen d'ancrage, sauf les deux moyens d'ancrage respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve, est donc commun à deux réseaux de Bragg. Par exemple le moyen d'ancrage A2 est commun aux réseaux de Bragg R1 et R2.

Chaque moyen d'ancrage comprend un élément mécanique percé (rondelle) 16 (figure 2) qui est traversé par le jonc 6 et rendu rigidement solidaire de ce dernier comme on le verra dans la description de la figure 2.

L'extensomètre de la figure 1 peut comprendre en outre un revêtement 18 qui recouvre le jonc 6 et s'étend entre les moyens d'ancrage.

Ce revêtement 18 est prévu pour empêcher le béton de se lier au jonc 6. Il est choisi de manière à ne pas perturber les mesures par suite de dilatations différentielles.

Ce revêtement consiste par exemple en un tube en polychlorure de vinyle ou en matériau silicone entourant la périphérie du jonc entre deux moyens d'ancrage adjacents.

5 L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi deux embouts de protection 20 et 22 respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la protection mécanique de ces extrémités.

10 Le choix de la matière plastique dont on forme le jonc 6 et qui est éventuellement renforcée dépend des exigences de rigidité requises. On choisit cette rigidité en fonction par exemple de la granulométrie du béton.

15 La distance entre deux moyens d'ancrage adjacents représente la longueur d'intégration (encore appelée « longueur de base » ou « base de mesure » ou tout simplement « base »).

20 Chaque longueur de base est prédéfinie lors de la fabrication de l'extensomètre en fonction de l'utilisation de ce dernier.

25 L'utilisation du revêtement 18 entre deux moyens d'ancrage adjacents permet de s'assurer que les déformations subies par le réseau de Bragg qui se trouve entre ces deux moyens d'ancrage correspondent bien à l'intégrale des déformations induites par la somme des contraintes présentes entre ces deux moyens d'ancrage.

30 On peut aussi réaliser un extensomètre conforme à l'invention ne' comprenant aucun moyen d'ancrage et muni ou non d'un revêtement tel que le

revêtement 18. Un tel extensomètre permet de faire des mesures ponctuelles dans chaque zone où se trouve un réseau un Bragg. Un tel extensomètre peut d'ailleurs comprendre un seul réseau de Bragg.

5                   En variante, un extensomètre conforme à l'invention peut comprendre une ou plusieurs longueurs de base très courtes, de l'ordre de quelques centimètres, chaque longueur de base étant délimitée par deux moyens d'ancrage convenablement dimensionnés  
10 qui sont donc proches l'un de l'autre, avec éventuellement un revêtement tel que le revêtement 18 entre ces deux moyens d'ancrage. Un tel extensomètre permet encore de faire une mesure ponctuelle dans chaque zone délimitée par deux moyens d'ancrage.

15                   La figure 2 montre une extrémité de l'extensomètre de la figure 1 en coupe longitudinale schématique.

On voit l'extrémité du jonc 6 ainsi que la fibre optique 4 qui sort de cette extrémité du jonc.

20                   On précise que l'autre extrémité du corps d'épreuve est identique à l'extrémité que l'on voit sur la figure 2.

Dans l'exemple représenté sur cette figure 2 la fibre optique a été privée de sa gaine protectrice  
25 24 dans la majeure partie du jonc. Cette gaine protectrice subsiste dans l'extrémité représentée sur la figure 2 et à l'extérieur du corps d'épreuve (comme on le voit sur la gauche de la figure 2).

30                   Un tube 26 par exemple en plastique ou en polymère s'étend à partir de l'extrémité du jonc sur une certaine longueur et recouvre ainsi une partie de

la gaine de protection 24 de la fibre 4 ainsi qu'une partie de la fibre privée de gaine protectrice.

A la suite de l'extrémité du jonc (partie gauche de la figure) est prévu un câble flexible 30 par exemple en PVC ou en plastique, voire métallique, qui s'étend sur une certaine longueur de la gaine protectrice de la fibre.

Un fourreau 32 par exemple en bronze s'étend à l'extrémité du jonc sur une certaine longueur jusqu'à un niveau où il se trouve autour de la partie de fibre optique privée de gaine protectrice.

Ce fourreau est serti au jonc.

On voit aussi sur la figure 2 l'embout de protection 20 correspondant à cette extrémité. Cet embout est par exemple en silicone.

Une partie de cet embout est emmanchée sur le jonc et recouverte par une extrémité du fourreau.

Cette partie de l'embout comprise entre le jonc et le fourreau est en outre collée à ces derniers.

On voit aussi que cet embout s'étend sur une partie du câble flexible 30.

On voit de plus le tube 18 qui s'étend au-dessus du fourreau et l'un des moyens d'ancrage. Ce dernier est constitué par une rondelle métallique 16 qui est emmanchée sur une extrémité de ce tube 18 et qui est maintenue dans cette position grâce à un écrou 34 vissé sur le fourreau qui comporte un filetage à cet effet.

Dans une variante non représentée, on utilise en tant que moyen d'ancrage une rondelle de grand diamètre extérieur, par exemple en tôle perforée,

et l'on maintient cette rondelle de grand diamètre entre deux écrous vissés sur le fourreau comportant un filetage à cet effet. Cette variante est utilisable même si l'on n'utilise pas le tube 18 ou si ce tube 18  
5 est remplacé par une couche ayant la même fonction que ce tube, c'est-à-dire prévue pour empêcher une liaison entre le béton et le jonc.

En ce qui concerne le ou les moyens d'ancrage qui ne se trouvent pas aux extrémités du jonc  
10 6, chacun de ces moyens d'ancrage peut être une rondelle (non représentée) prévue pour être emmanchée par ses deux côtés sur les deux tubes qui sont du genre du tube 18 et sont de part et d'autre de cette rondelle.

15 Dans une variante (non représentée) on utilise un fourreau intermédiaire fileté que l'on peut sertir sur le jonc et sur lequel on place la rondelle alors maintenue en position entre deux écrous vissés sur ce fourreau.

20 On explique maintenant la formation du jonc autour de la fibre optique.

On utilise pour ce faire un procédé connu sous le nom de Spirglass dont l'utilisation est connue pour fabriquer des objets cylindriques.

25 Ce procédé consiste en une co-extrusion : dans la machine de co-extrusion on prévoit une bobine de fibre optique et l'on forme autour de cette fibre optique le jonc à partir d'une résine époxy. Si l'on veut renforcer la résine époxy on prévoit également  
30 dans la machine plusieurs bobines de fibres de verre

(qui se déroulent au fur et à mesure de la fabrication du fourreau).

Les documents cités dans la présente  
5 description sont les suivants :

[1] EP 0713084 A, Micro-système optique de type rosette  
de jauges de contraintes à guides diélectriques, pour  
la mesure d'une contrainte longitudinale en structure  
plane, invention de Pierre Ferdinand, Sylvain Magne  
10 et Stéphane Rougeault

[2] Demande internationale PCT/FR 98/00563, numéro de  
publication internationale WO 98/43119, Dispositif de  
démultiplexage des raies spectrales contenues dans un  
spectre optique, invention de Sylvain Magne, Pierre  
15 Ferdinand et Gilles Grand

[3] Demande internationale PCT/FR 98/01118, numéro de  
publication internationale WO 98/55835, Dispositif de  
lecture des raies spectrales contenues dans un  
spectre optique, invention Sylvain Magne, Pierre  
20 Ferdinand et Gilles Grand

[4] EP 0887619 A Système d'alimentation et de  
transmission pour capteur à fibre optique, intégré  
dans une structure amagnétique, et module  
d'alimentation et de réception associé, invention de  
25 Michel Bugaud, François de Dieuleveult, Jean-Claude  
Lecompte et Sylvain Magne.

**REVENDICATIONS**

1. Extensomètre caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - une fibre optique (4) dans laquelle est formé au moins un réseau de Bragg (R1 ... RN), et
- un corps d'épreuve destiné à être noyé dans un matériau-hôte (2) et comprenant un jonc (6) qui enrobe une partie de la fibre optique contenant ce réseau de Bragg,

10 toute déformation du matériau-hôte étant ainsi transmise à ce réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc, ce réseau de Bragg étant alors apte à modifier une lumière se propageant dans la fibre, la déformation du matériau-hôte étant déterminée à partir de la

15 lumière modifiée,

cet extensomètre comprenant en outre, pour chaque réseau de Bragg, deux moyens d'ancrage (A1 ... AN) destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau-hôte, ces deux moyens d'ancrage étant rendus rigide-

20 ment solidaires du jonc (6) et placés de part et d'autre du réseau de Bragg leur correspondant.

2. Extensomètre selon la revendication 1, dans lequel chaque moyen d'ancrage comprend un élément mécanique percé (16) qui est traversé par le jonc (6)

25 et rendu rigide-ment solidaire de celui-ci.

3. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, comprenant en outre un revêtement (18) qui recouvre le jonc et s'étend entre les deux moyens d'ancrage placés de part et d'autre du

30 réseau de Bragg, ce revêtement étant apte à empêcher le matériau-hôte (2) de se lier au jonc (6).

4. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la fibre optique (4) est en matière plastique ou en silice.

5 5. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la fibre optique (4) comprend une gaine protectrice.

6. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le jonc (6) est en matière plastique.

10 7. Extensomètre selon la revendication 6, dans lequel cette matière plastique contient des moyens de renforcement.

8. Extensomètre selon la revendication 7, dans lequel ces moyens de renforcement sont des fibres  
15 de verre.

9. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre deux embouts de protection (20, 22) respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la  
20 protection mécanique de ces extrémités.

10. Procédé de fabrication de l'extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le jonc (6) est formé autour de la fibre optique (4) par co-extrusion.

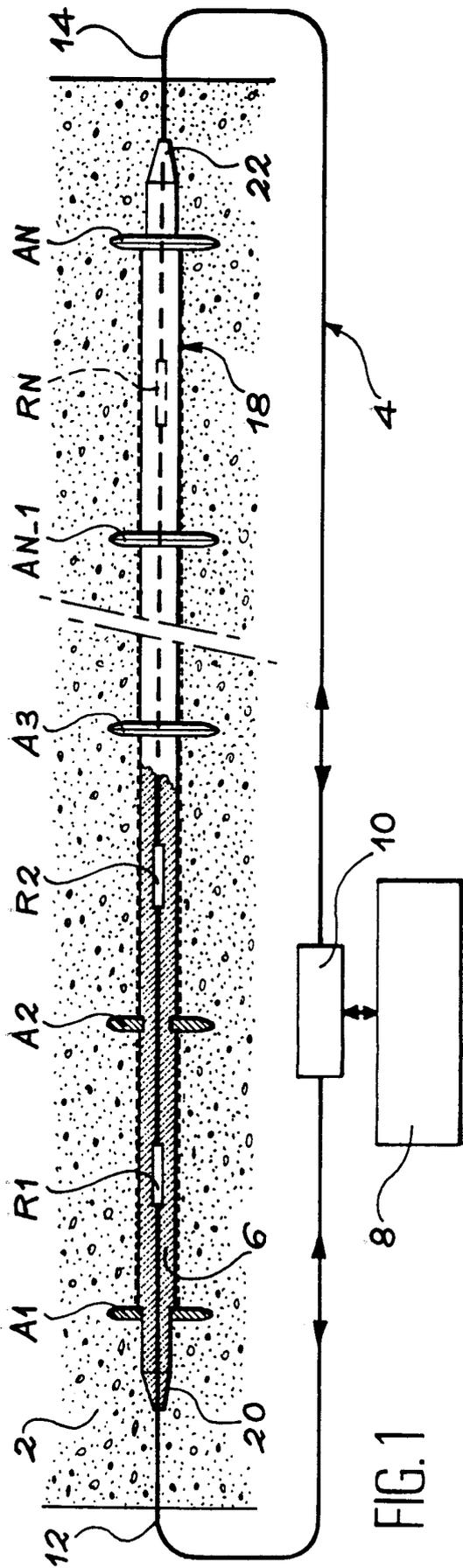


FIG. 1

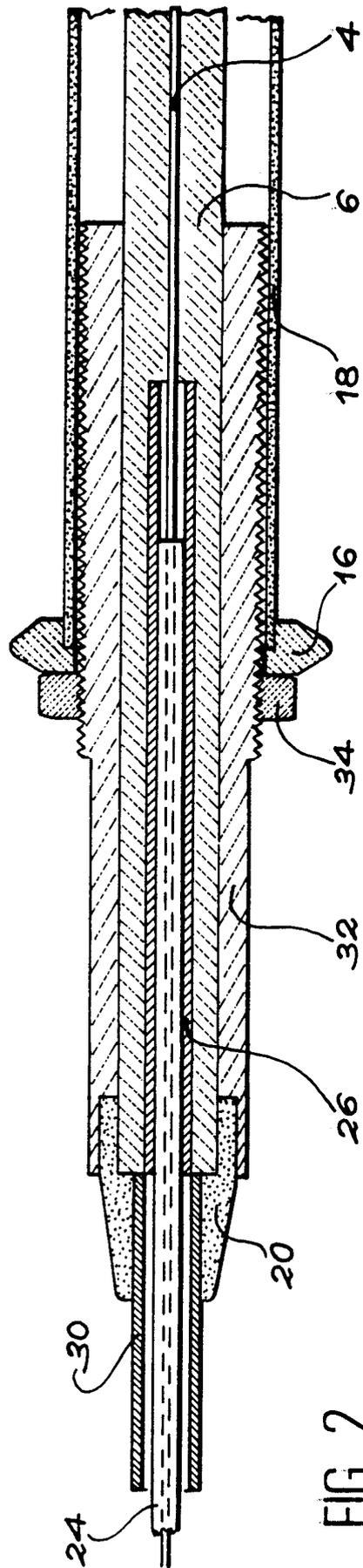


FIG. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00806

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G01B11/16 G01D5/353 G01L1/24 G01M11/08

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)  
 IPC 7 G01B G01D G01L G01M G01K G01H

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)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FRANK A ET AL: "Characterization of embedded optical fiber Bragg grating sensors" RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 13-16 APRIL 1998, pages 397-402, XP000853898 1998, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA ISBN: 1-55899-437-8 the whole document ---	1,4-8,10
A	EP 0 438 757 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 31 July 1991 (1991-07-31) column 4, line 54 -column 5, line 23 --- -/---	1

Further documents are listed in the continuation of box C.  Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 June 2000	13/06/2000

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Arca, G
--	-----------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00806

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 95 14917 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 1 June 1995 (1995-06-01) abstract -----	1
A	US 5 767 411 A (MARON ROBERT J) 16 June 1998 (1998-06-16) column 4, line 66 -column 5, line 61 column 7, line 7 - line 20; figure 2 -----	1,3
A	US 4 636 638 A (HUANG SHIH L ET AL) 13 January 1987 (1987-01-13) column 2, line 33 - line 65; figure 2 -----	1,2
A	US 4 477 725 A (ASAWA CHARLES K ET AL) 16 October 1984 (1984-10-16) column 5, line 45 - line 65; figure 1 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00806

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0438757    A	31-07-1991	US 4996419 A	26-02-1991
		DE 69017647 D	13-04-1995
		DE 69017647 T	19-10-1995
		JP 3002268 B	24-01-2000
		JP 4279832 A	05-10-1992
WO 9514917    A	01-06-1995	EP 0730732 A	11-09-1996
		JP 9505887 T	10-06-1997
		US 5553504 A	10-09-1996
US 5767411    A	16-06-1998	AU 5722098 A	31-07-1998
		EP 0950170 A	20-10-1999
		NO 993222 A	29-06-1999
		WO 9829717 A	09-07-1998
US 4636638    A	13-01-1987	NONE	
US 4477725    A	16-10-1984	CA 1183017 A	26-02-1985
		EP 0086231 A	24-08-1983
		JP 2061698 B	20-12-1990
		JP 58501336 T	11-08-1983
		WO 8300744 A	03-03-1983

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: Internationale No  
PCT/FR 00/00806

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G01B11/16 G01D5/353 G01L1/24 G01M11/08

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)

CIB 7 G01B G01D G01L G01M G01K G01H

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 réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FRANK A ET AL: "Characterization of embedded optical fiber Bragg grating sensors" RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 13-16 APRIL 1998, pages 397-402, XP000853898 1998, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA ISBN: 1-55899-437-8 Le document en entier ---	1,4-8,10
A	EP 0 438 757 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 31 juillet 1991 (1991-07-31) colonne 4, ligne 54 -colonne 5, ligne 23 --- -/--	1

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

5 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/06/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Arca, G

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 95 14917 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 1 juin 1995 (1995-06-01) abrégé -----	1
A	US 5 767 411 A (MARON ROBERT J) 16 juin 1998 (1998-06-16) colonne 4, ligne 66 - colonne 5, ligne 61 colonne 7, ligne 7 - ligne 20; figure 2 -----	1,3
A	US 4 636 638 A (HUANG SHIH L ET AL) 13 janvier 1987 (1987-01-13) colonne 2, ligne 33 - ligne 65; figure 2 -----	1,2
A	US 4 477 725 A (ASAWA CHARLES K ET AL) 16 octobre 1984 (1984-10-16) colonne 5, ligne 45 - ligne 65; figure 1 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 00/00806

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0438757 A	31-07-1991	US 4996419 A	26-02-1991
		DE 69017647 D	13-04-1995
		DE 69017647 T	19-10-1995
		JP 3002268 B	24-01-2000
		JP 4279832 A	05-10-1992
WO 9514917 A	01-06-1995	EP 0730732 A	11-09-1996
		JP 9505887 T	10-06-1997
		US 5553504 A	10-09-1996
US 5767411 A	16-06-1998	AU 5722098 A	31-07-1998
		EP 0950170 A	20-10-1999
		NO 993222 A	29-06-1999
		WO 9829717 A	09-07-1998
US 4636638 A	13-01-1987	AUCUN	
US 4477725 A	16-10-1984	CA 1183017 A	26-02-1985
		EP 0086231 A	24-08-1983
		JP 2061698 B	20-12-1990
		JP 58501336 T	11-08-1983
		WO 8300744 A	03-03-1983