(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
8 avril 2004 (08.04.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/029696 A2

(51) Classification internationale des brevets[7] : G02F 1/01

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/050069

(22) Date de dépôt international :
26 septembre 2003 (26.09.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02 12061 30 septembre 2002 (30.09.2002) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR]; 31/33 rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **BUGAUD, Michel** [FR/FR]; 4 rue Henri Barbusse, F-95100 ARGENTEUIL (FR).

(74) Mandataire : **LEHU, Jean**; c/o BREVATOME, 3 rue du Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(81) États désignés *(national)* : CA, JP, US.

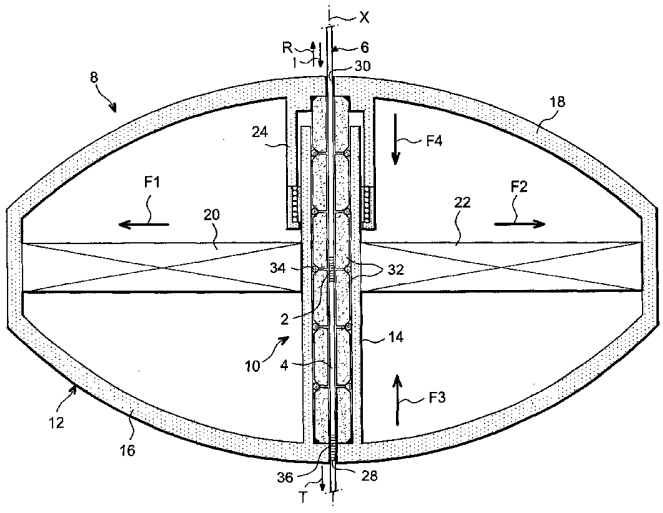
(84) États désignés *(régional)* : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Publiée :
— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: DEVICE FOR TUNING A BRAGG GRATING BY MEANS OF COMPRESSION USING A PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(54) Titre : DISPOSITIF D'ACCORD D'UN RESEAU DE BRAGG, PAR COMPRESSION AU MOYEN D'UN ACTIONNEUR PIEZOELECTRIQUE.



(57) Abstract: The invention relates to a device for tuning a Bragg grating by means of compression using a piezoelectric actuator. The inventive device, which is intended, in particular, for optical telecommunications, comprises, for example: means (8) of compressing a segment (4) of optical fibre containing a Bragg grating (2); means (10) of preventing said segment from buckling; a tube (14), through which the aforementioned segment passes; and means (32, 34) of guiding the segment inside the tube. The compression means comprise a dished deformable element (8) and a piezoelectric actuator (20, 22) which is disposed between the deformable element and the tube. According to the invention, the piezoelectric actuator lengthens when excited and, in this way, causes the deformable element to bend, said element in turn compressing the segment.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/029696 A2

(57) Abrégé : Dipositif d'accord d'un réseau de Bragg, par compression au moyen d'un actionneur piézoélectrique. Ce dispositif s'applique notamment aux télécommunications optiques et comprend par exemple des moyens (8) de compression d'une portion (4) de fibre optique, contenant un réseau de Bragg (2), et des moyens (10) pour empêcher le flambage de cette portion, un tube (14) traversé par la portion et des moyens (32, 10 34) de guidage de cette portion dans le tube. Les moyens de compression comprennent un élément déformable incurvé (8) et un actionneur piézoélectrique (20, 22) qui est disposé entre l'élément et le tube, s'allonge lorsqu'il est excité et déforme alors l'élément, ce dernier comprimant alors la portion.

DISPOSITIF D'ACCORD D'UN RESEAU DE BRAGG, PAR COMPRESSION AU MOYEN D'UN ACTIONNEUR PIEZOELECTRIQUE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un dispositif d'accord d'un réseau de Bragg (« Bragg grating ») par compression de ce dernier.

Elle s'applique notamment aux télécommunications optiques et, plus particulièrement, à celles qui mettent en œuvre le DWDM ou multiplexage dense en longueur d'onde (« Dense Wavelength Division Multiplexing »).

L'invention permet par exemple de former des filtres, des routeurs ou des dispositifs d'insertion-extraction (« add-drop devices ») en fonction des longueurs d'onde de signaux optiques incidents.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Il est connu de former un réseau de Bragg dans une fibre optique et d'utiliser ce réseau en tant qu'élément accordable en longueur d'onde.

Pour accorder ce réseau, il est connu de déformer longitudinalement la fibre optique dans laquelle il se trouve, de façon à modifier le pas (« pitch ») du réseau et donc la réponse en longueur d'onde de ce dernier.

On connaît déjà des dispositifs d'accord d'un réseau de Bragg formé dans une fibre optique, par compression de cette dernière selon son axe

longitudinal, tout en empêchant le flambage de la fibre.

A ce sujet, on se reportera aux documents suivants :

[1] US 5 469 520 « Compression-tuned fiber grating »

[2] WO 00/37969. « Compression-tuned Bragg grating and laser ».

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet un dispositif d'accord d'un réseau de Bragg, que l'on peut rendre très compact.

Ce dispositif comporte un actionneur piézoélectrique pour comprimer la fibre optique, dans laquelle est formé le réseau, et des moyens pour empêcher le flambage de la fibre ainsi comprimée.

De préférence, le dispositif comprend en outre des moyens de régulation de la compression de la fibre et des moyens de verrouillage de position.

La relative simplicité et la compacité du dispositif objet de l'invention lui garantissent une bonne intégrabilité et un faible coût de fabrication.

De plus, la compacité du dispositif lui confère une faible inertie mécanique et donc un faible temps de réponse.

De façon précise, la présente invention a pour objet un dispositif d'accord d'un élément réflecteur formé dans une portion d'un guide d'onde optique comportant des première et deuxième extrémités, ce guide d'onde optique étant destiné à propager une

lumière, l'élément réflecteur étant apte à réfléchir cette lumière à une longueur d'onde de réflexion, ce dispositif comprenant

- des moyens de compression de la portion de guide d'onde optique et donc de l'élément réflecteur, de façon à changer la longueur d'onde de réflexion, et

- des moyens d'empêchement, pour empêcher le flambage de la portion de guide d'onde optique lorsque cette dernière est comprimée,

ce dispositif étant caractérisé en ce que les moyens d'empêchement comprennent

- un tube ayant des première et deuxième extrémités, ce tube étant traversé par la portion de guide d'onde optique, et

- des moyens de guidage de cette portion dans le tube,

et les moyens de compression comprennent

- un élément déformable incurvé, ayant des premier et deuxième côtés, les premières extrémités respectives du tube et de la portion de guide d'onde optique étant fixées au premier côté, la deuxième extrémité du tube étant espacée du deuxième côté et la deuxième extrémité de la portion de guide d'onde optique étant fixée à ce deuxième côté, et

- un actionneur piézoélectrique, disposé dans un espace compris entre l'élément déformable incurvé et le tube et fixé à cet élément et à ce tube, cet actionneur étant apte à s'allonger lorsqu'il est excité et à déformer alors l'élément, ce dernier étant alors apte à comprimer la portion de guide d'onde optique.

De préférence, l'élément réflecteur est un réseau de Bragg.

En outre, le guide d'onde optique est de préférence une fibre optique.

Selon un mode de réalisation préféré du dispositif objet de l'invention, les moyens de compression ont un axe de symétrie qui est constitué par l'axe de la portion de guide d'onde optique.

Selon un premier mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention, les moyens de guidage comprennent des bagues qui s'étendent les unes à la suite des autres dans le tube, sont espacées les unes des autres par des éléments élastiques, de préférence des entretoises toriques élastiques, et sont traversées par la portion de guide d'onde optique, cette portion de guide d'onde optique étant apte à glisser librement dans ces bagues.

Ces éléments élastiques sont de préférence en polytétrafluoréthylène alvéolé.

Selon un deuxième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention, les moyens de guidage comprennent des rondelles rigides qui sont placées les unes à la suite des autres dans le tube, le long de la portion de guide d'onde optique, et sont traversées par cette portion de guide d'onde optique, et des éléments élastiques qui s'étendent les uns à la suite des autres dans le tube, alternent avec les rondelles rigides et sont solidaires de ces rondelles rigides.

De préférence, les éléments élastiques forment un unique bloc de matériau élastique qui emprisonne la portion de guide d'onde optique.

Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif objet de l'invention comprend en outre des moyens de commande de l'actionneur piézoélectrique, dans une configuration en boucle fermée.

Ces moyens de commande peuvent comprendre des moyens de mesure compenant des moyens de mesure comprenant le réseau de Bragg ou un condensateur variable ayant deux armatures qui sont respectivement solidaires du tube et de l'élément déformable.

Le dispositif objet de l'invention peut comprendre en outre des moyens de blocage de l'élément déformable.

De préférence, ces moyens de blocage comprennent un élément qui est fait d'un alliage à mémoire de forme et qui est apte à serrer le tube.

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 schématique d'un premier mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique et partielle du dispositif de la figure 1, et

- la figure 3 est une vue schématique et partielle d'un deuxième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Le dispositif conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté sur la figure 1, est destiné à l'accord d'un réseau de Bragg 2 qui est formé dans une portion 4 d'une fibre optique 6. Pour accorder ce réseau, le dispositif comprime la portion 4 de la fibre optique, qui est rectiligne. L'axe de cette portion de fibre optique, qui constitue également l'axe suivant lequel on comprime cette portion, est noté X.

Le dispositif de la figure 1 comprend des moyens 8 de compression de la portion 4 de fibre optique ainsi que des moyens 10 prévus pour empêcher le flambage de cette portion de fibre optique lors de sa mise en compression longitudinale. Ces moyens 10 prévus pour empêcher le flambage sont représentés de façon plus détaillée sur la figure 2.

Dans l'exemple de la figure 1, les moyens 8 de compression de cette portion de fibre optique sont symétriques par rapport à l'axe X et comprennent un élément déformable 12, de forme sensiblement elliptique, qui est par exemple fait d'un matériau polymère.

Sur la figure 1, on voit aussi un tube rigide 14 dont l'axe est l'axe X. Une extrémité de ce tube 14 est fixée à la paroi interne d'une partie 16 de l'élément 12 (partie inférieure sur la figure 1).

L'autre extrémité du tube 14 est en regard de la paroi interne de l'autre partie 18 de l'élément 12 (partie supérieure sur la figure 1) et espacée de cette partie 18.

Les moyens 8 de compression comprennent aussi un double actionneur piézoélectrique comportant deux éléments piézoélectriques 20 et 22, de forme allongée, qui sont disposés dans l'espace délimité par l'élément 12. De plus, dans cet espace, les éléments 20 et 22 s'étendent perpendiculairement à l'axe X.

Dans l'exemple de la figure 1, le tube 14 s'étend suivant le petit axe de l'élément sensiblement elliptique 12 tandis que les éléments piézoélectriques 20 et 22 s'étendent suivant le grand axe de cet élément 12.

De plus, l'élément piézoélectrique 20 est fixé, d'un côté, au tube 14 et, de l'autre côté, à l'élément 12. De même, l'élément piézoélectrique 22 est fixé, d'un côté, au tube 14 (à l'opposé de l'élément 20) et, de l'autre côté, à l'élément 12.

Un élément tubulaire de guidage 24, dont l'axe est l'axe X, se trouve aussi dans l'espace délimité par l'élément 12 et cet élément tubulaire est fixé à la paroi interne de la partie 18 de cet élément 12.

L'extrémité du tube 14, qui se trouve en regard de cette partie 18, est placée dans l'élément tubulaire 24 et en est légèrement espacé pour pouvoir coulisser dans cet élément tubulaire lors de la compression de la portion de fibre optique, comme on le verra par la suite.

On voit sur la figure 2 des moyens 26 de commande des éléments piézoélectriques 20 et 22. Lorsque ces éléments 20 et 22 sont excités par ces moyens de commande 26, les éléments 20 et 22 s'allongent perpendiculairement à l'axe X (flèches F1 et F2 de la figure 1), l'élément 12 se déforme et le tube 14 ainsi que l'élément tubulaire 24 se déplacent l'un par rapport à l'autre (flèches F3 et F4 de la figure 1), ce qui augmente le recouvrement de l'extrémité du tube 14 par cet élément tubulaire 24.

On précise qu'une extrémité de la portion 4 de fibre optique est fixée à la partie 16 de l'élément 12 tandis que l'autre extrémité de cette portion de fibre optique est fixée à l'autre partie 18 de cet élément 12.

Plus précisément, on voit que ces parties 16 et 18 comprennent respectivement des perçages 28 et 30 au niveau de l'axe X. La portion de fibre optique est fixée dans chacun de ces perçages. La déformation de l'élément 12, qui est mentionnée plus haut, provoque ainsi la compression de la portion de fibre optique.

Si l'on injecte, dans la fibre optique 6, une lumière I émise par une source lumineuse à large bande (non représentée), cette lumière arrive au réseau de Bragg 2. Ce dernier réfléchit la lumière R ayant une longueur d'onde qui dépend du pas du réseau. La fibre optique transmet la lumière T non réfléchie par ce réseau.

Lors de la compression de la portion 4 de fibre optique, le pas du réseau diminue et la longueur d'onde de la lumière réfléchie R est modifiée.

Dans l'exemple des figures 1 et 2, les moyens 10, qui empêchent le flambage de la portion de fibre optique lors de sa compression, comprennent des bagues 32 et des éléments élastiques 34.

Ces éléments 34 sont des entretoises toriques qui sont faites d'un matériau élastique à faible coefficients de frottement, de préférence le polytétrafluoréthylène alvéolé.

Les bagues 32 sont placées les unes à la suite des autres dans le tube 14. Ces bagues entourent la portion 4 de fibre optique et sont espacées les unes des autres grâce aux entretoises toriques élastiques 34.

Chaque entretoise torique 34 permet l'espacement de deux bagues adjacentes 32 en s'appuyant sur deux chanfreins 36, à 45°, respectivement formés sur les extrémités de ces bagues, qui sont en regard l'une de l'autre.

Ainsi la portion 4 de fibre optique est-elle guidée dans l'ensemble des bagues, ces dernières étant maintenues longitudinalement par le tube 14 qui limite le désaxement de ces bagues, par exemple à $\pm 0,5\mu m$.

Le faible jeu axial et surtout longitudinal, qui est réparti de façon égale entre les bagues par l'ensemble des embouts, ou joints, toriques 34, permet d'éviter le flambage de la portion 4 de fibre optique lors de sa compression.

De plus, les bagues sont auto-alignées quel que soit le déplacement longitudinal imposé par l'élément sensiblement elliptique 12, en raison de la présence

des chanfreins 36 à 45° s'appuyant symétriquement sur les joints toriques 34.

Il convient de noter que la bague la plus proche de la partie 16 de cet élément 12 peut être fixée à cette partie 16 et que la bague la plus proche de la partie 18 de l'élément 12 peut être fixée à cette partie 18, mais ce n'est pas obligatoire.

De façon connue, on peut prévoir un réseau de Bragg 36 de compensation de température, différent du réseau 2, dans une portion de la fibre optique 6 qui n'est pas soumise à la compression, par exemple dans la portion de cette fibre qui se trouve dans le perçage 28, là où est fixée la portion 4 de fibre optique.

Il convient de noter que la déformation induite par le double actionneur piézoélectrique est amplifiée par l'élément 12 sensiblement elliptique.

Pour commander cet actionneur piézoélectrique, on peut utiliser une configuration en boucle ouverte.

Cependant, on utilise de préférence une configuration en boucle fermée (figure 2). Pour ce faire, on peut mesurer la déformation longitudinale des éléments piézoélectriques 20 et 22 au moyen d'un condensateur variable dont les armatures 38 et 40 sont coaxiales.

L'une de ces armatures, ayant la référence 38, résulte d'une métallisation de la paroi externe de l'extrémité du tube 14 qui est apte à coulisser dans l'élément tubulaire 24. L'autre armature 40 résulte d'une métallisation de la paroi interne de cet élément 24.

Dans ce cas, le tube 14 et l'élément 24 sont électriquement isolants, par exemple faits d'une matière plastique rigide.

La capacité du condensateur variable 38-40 est une fonction linéaire de la position de l'extrémité du tube 14 par rapport à l'élément 24 et donc de la déformation longitudinale des éléments piézoélectriques 20 et 22.

Les armatures 38 et 40 sont électriquement reliées aux moyens de commande 26 et fournissent à ces derniers l'information relative à cette déformation longitudinale.

En variante, pour mesurer cette déformation longitudinale, on récupère une partie 42 de la lumière R réfléchie par le réseau de Bragg 2, par exemple l'intermédiaire d'un coupleur optique (non représenté) que l'on insère dans la fibre optique 6, à l'extérieur du dispositif de la figure 1, et cette lumière est traîtée par une interface de photodétection appropriée 44 qui fournit alors, aux moyens de commande 26, l'information relative à la déformation longitudinale.

Dans l'exemple de la figure 2, on a en outre prévu des moyens 46 permettant d'immobiliser le dispositif dans une position quelconque, correspondant à un allongement déterminé des éléments piézoélectriques 20 et 22.

Ces moyens 46 comprennent une bague ou un ressort 48, qui est fait d'un alliage à mémoire de forme. Cette bague ou ce ressort est fixé à l'extrémité de l'élément tubulaire 24, du côté de la paroi interne de ce dernier.

Dans l'exemple de la figure 2, les moyens d'immobilisation comprennent aussi une autre bague 50 formant une bague de freinage, qui est comprise entre la bague 48 et l'extrémité du tube 14.

Comme on le voit sur la figure 2, l'extrémité de l'élément tubulaire 24 comprend un épaulement qui supporte la bague 48 et la bague de freinage 50.

L'actionnement du blocage permis par la bague 48 se fait par un rétreint du diamètre interne de cette bague à la température ambiante.

La dilatation de la bague 48, qui permet un libre mouvement de l'élément tubulaire 24 actionné par les éléments piézoélectriques 20 et 22, a lieu sous l'effet d'une élévation de température que l'on induit par effet Joule, ce qui provoque le changement de phase de l'alliage à mémoire de forme.

Pour élever la température de la bague 48, on relie cette dernière à des moyens 52 de commande de chauffage (source de tension) par l'intermédiaire de connexions électriques 54.

Le rétreint "éduqué" est réversible par retour à un état également "éduqué" correspondant à l'autre phase, à savoir la phase dilatée, de l'alliage à mémoire de forme.

Le rétreint serre la bague de freinage 50 qui verrouille alors l'élément tubulaire 24 sur le tube 14.

Dans un autre exemple, ne nécessitant pas l'éducation des deux phase de l'alliage à mémoire de forme, au lieu de l'ensemble des bagues 48 et 50 on utilise le couplage d'un alliage à mémoire de forme (AMF) associé à un gainage faisant office de ressort,

en polymère par exemple. Les valeurs différentes de module d'Young de l'AMF dans les phases martensitique et austénitique permet à la bague-ressort, dont le produit du module d'Young par la section est intermédiaire à celui de la bague AMF, de contrôler l'état "dilaté" ou "fermé" du dispositif de blocage..

Dans l'exemple de la figure 3, les moyens 10 destinés à empêcher le flambage de la portion 4 de fibre optique comprennent des rondelles rigides 56 qui sont disposées dans le tube 14, parallèlement les unes aux autres et perpendiculairement à l'axe X, et qui entourent la portion de fibre optique. Ces rondelles sont espacées les unes des autres par des éléments élastiques 58.

Ces éléments élastiques 58 ne forment qu'un seul bloc qui est fait d'un matériau élastomère, emprisonne la portion 4 de fibre optique et s'étend de la partie 16 à la partie 18 de l'élément 12 comme on le voit sur la figure 3.

Les rondelles rigides sont légèrement espacées de la paroi interne du tube 14.

Lorsque la portion 4 de fibre est comprimée, les rondelles se déplacent suivant l'axe X, en étant guidées par le tube 14.

On précise que l'assemblage monobloc des éléments 58 peut être réalisé par moulage et injection d'un élastomère en une seule pièce qui intégre la portion 4 de fibre optique.

De plus, les rondelles sont usinées avec une précision de $\pm 0,5\mu m$ pour limiter le désaxement. Ces rondelles sont rendues solidaires de l'élastomère par

adhésion lors du moulage; il en est de même pour la portion de fibre.

Dans l'exemple de la figure 3, on peut encore utiliser les moyens de blocage 46 et leur adjoindre les connexions électriques et les moyens de commande (non représentés) dont il a été question dans la description de la figure 2.

On peut également utiliser la commande à régulation en boucle fermée pour les éléments piézoélectriques 20 et 22 et munir le dispositif du condensateur coaxial (non représenté) dont il a été question dans la description de la figure 2.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'accord d'un élément réflecteur (2) formé dans une portion (4) d'un guide d'onde optique (6) comportant des première et deuxième extrémités, ce guide d'onde optique étant destiné à propager une lumière, l'élément réflecteur étant apte à réfléchir cette lumière à une longueur d'onde de réflexion, ce dispositif comprenant

- des moyens (8) de compression de la portion de guide d'onde optique et donc de l'élément réflecteur, de façon à changer la longueur d'onde de réflexion, et

- des moyens d'empêchement (10), pour empêcher le flambage de la portion de guide d'onde optique lorsque cette dernière est comprimée,

ce dispositif étant caractérisé en ce que les moyens d'empêchement (10) comprennent

- un tube (14) ayant des première et deuxième extrémités, ce tube étant traversé par la portion de guide d'onde optique, et

- des moyens (32-34, 56-58) de guidage de cette portion dans le tube,

et les moyens de compression (8) comprennent

- un élément déformable incurvé (12), ayant des premier et deuxième côtés, les premières extrémités respectives du tube (14) et de la portion (4) de guide d'onde optique étant fixées au premier côté, la deuxième extrémité du tube étant espacée du deuxième côté et la deuxième extrémité de la portion de guide d'onde optique étant fixée à ce deuxième côté, et

- un actionneur piézoélectrique (20-22), disposé dans un espace compris entre l'élément déformable incurvé (12) et le tube (14) et fixé à cet élément et à ce tube, cet actionneur étant apte à s'allonger lorsqu'il est excité et à déformer alors l'élément, ce dernier étant alors apte à comprimer la portion de guide d'onde optique.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel l'élément réflecteur est un réseau de Bragg (2).

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel le guide d'onde optique est une fibre optique (6).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les moyens de compression (8) ont un axe de symétrie qui est constitué par l'axe (X) de la portion (4) de guide d'onde optique.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens de guidage comprennent des bagues (32) qui s'étendent les unes à la suite des autres dans le tube (14), sont espacées les unes des autres par des éléments élastiques (34), de préférence des entretoises toriques élastiques, et sont traversées par la portion (4) de guide d'onde optique, cette portion (4) de guide d'onde optique étant apte à glisser librement dans ces bagues.

6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel les éléments élastiques (34) sont en polytétrafluoréthylène alvéolé.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens de guidage

comprennent des rondelles rigides (56) qui sont placées les unes à la suite des autres dans le tube (14), le long de la portion (4) de guide d'onde optique, et sont traversées par cette portion de guide d'onde optique, et des éléments élastiques (58) qui s'étendent les uns à la suite des autres dans le tube, alternent avec les rondelles rigides et sont solidaires de ces rondelles rigides.

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les éléments élastiques (58) forment un unique bloc de matériau élastique qui emprisonne la portion (4) de guide d'onde optique.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre des moyens (26) de commande de l'actionneur piézoélectrique (20-22), dans une configuration en boucle fermée.

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel les moyens de commande comprennent des moyens de mesure comprenant le réseau de Bragg (2) ou un condensateur variable ayant deux armatures (38, 40) qui sont respectivement solidaires du tube (14) et de l'élément déformable (12).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant en outre des moyens (48, 50) de blocage de l'élément déformable 12.

12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel les moyens de blocage comprennent un élément (48) qui est fait d'un alliage à mémoire de forme et qui est apte à serrer le tube (14).

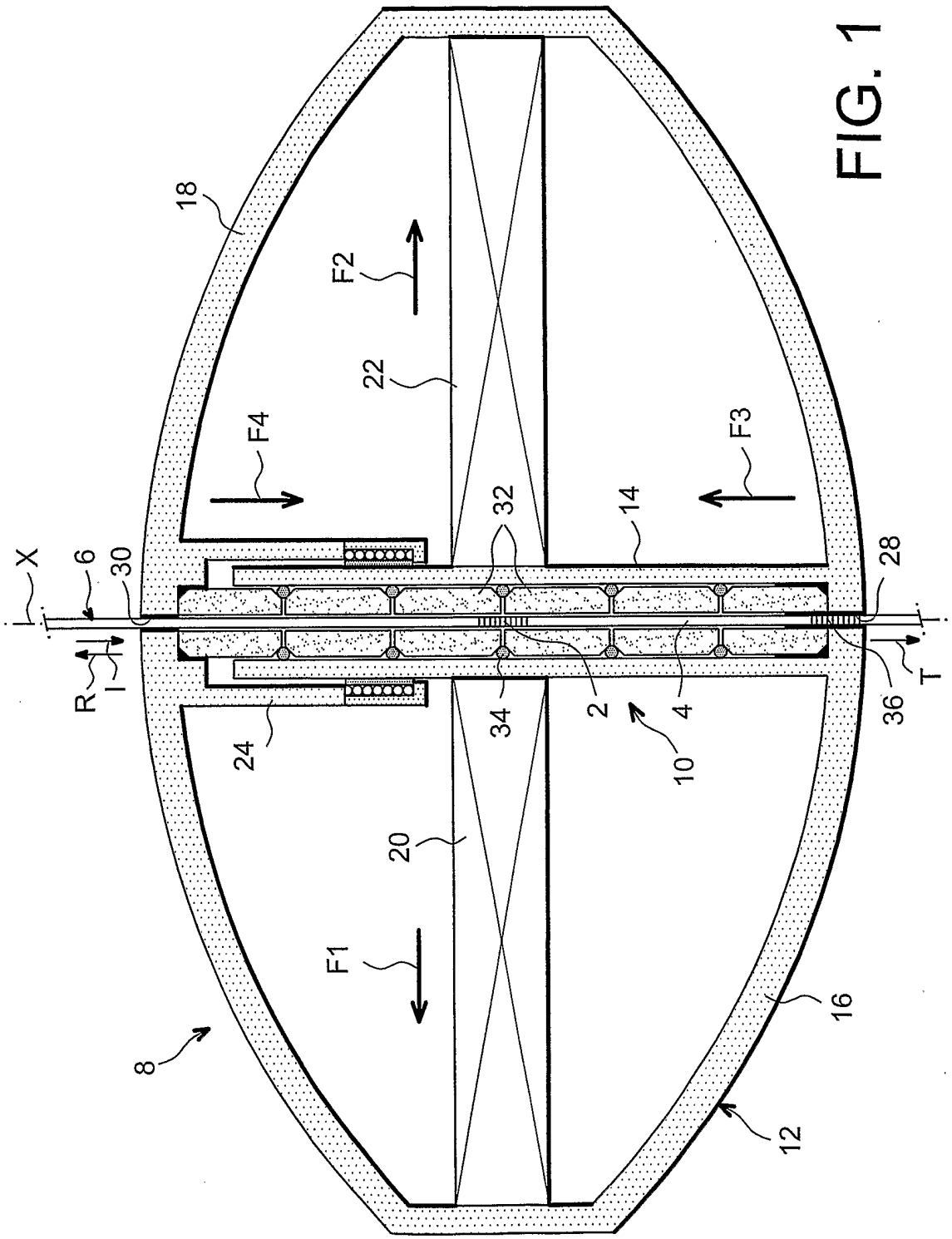


FIG. 1

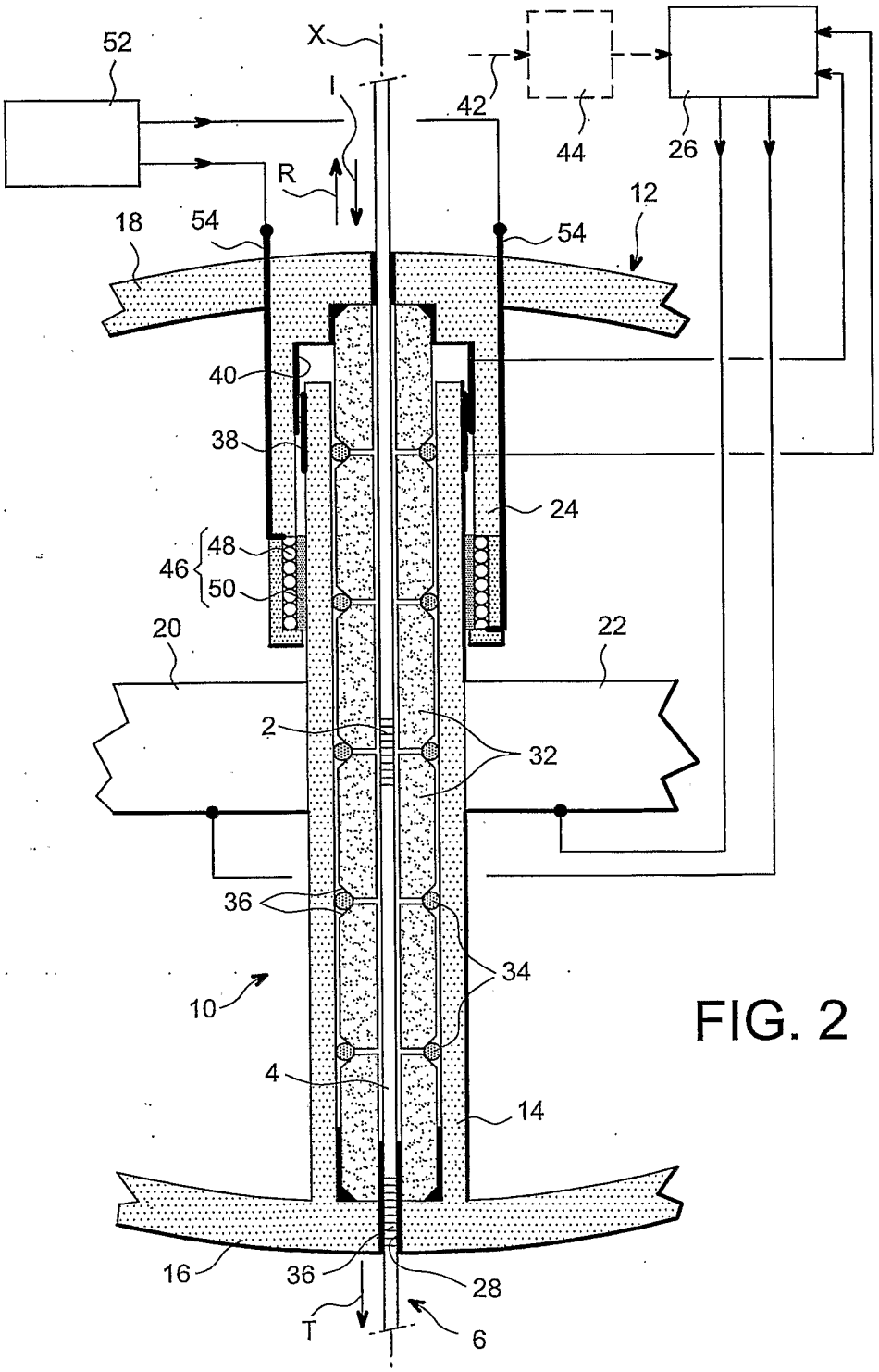

52
X
I
42
44
26
R
12
18
54
54
40
38
24
48
46
50
20
22
2
32
36
34
10
4
14
16
36
28
T
6

FIG. 2

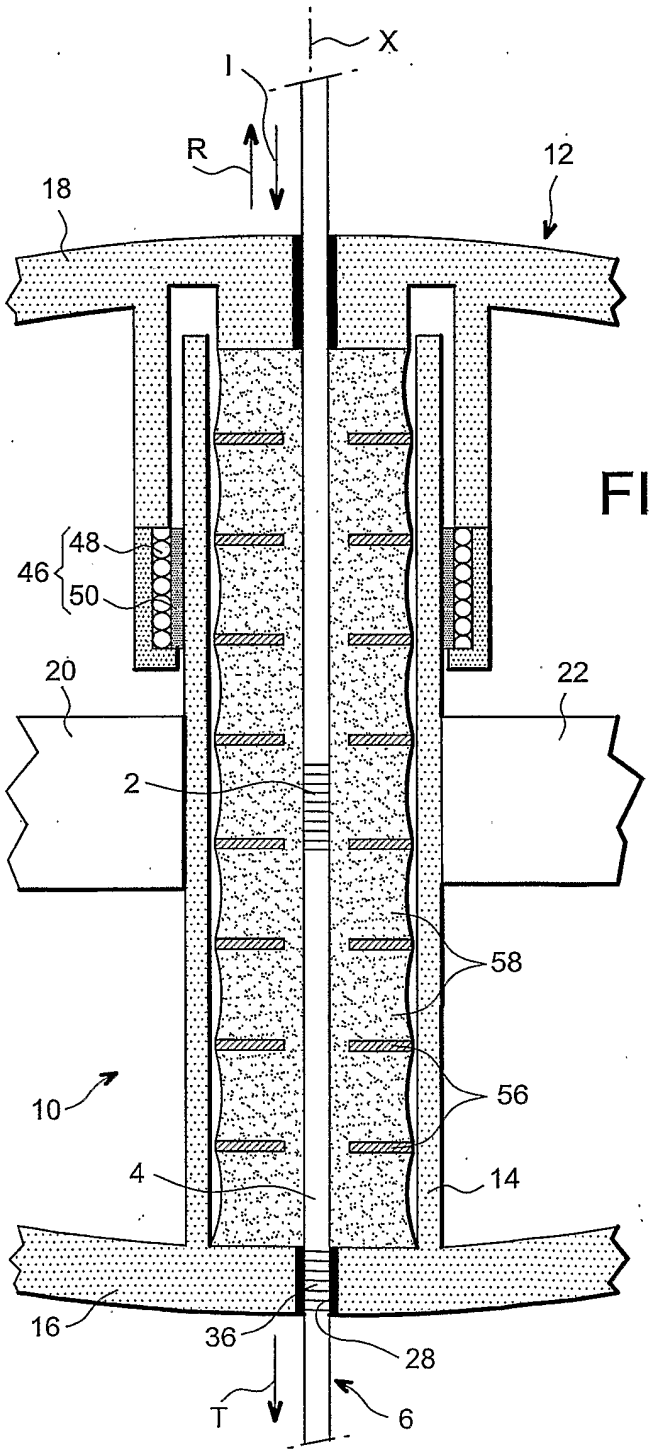


FIG. 3