

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :

2 954 087

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

21) N° d'enregistrement national :

09 06202

51) Int Cl<sup>8</sup> : A 61 B 18/22 (2006.01), A 61 B 1/07, A 61 N 5/06

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 21.12.09.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 24.06.11 Bulletin 11/25.

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

60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71) Demandeur(s) : ALLIANCE TECHNIQUE INDUS-  
TRIELLE Société par actions simplifiée — FR.

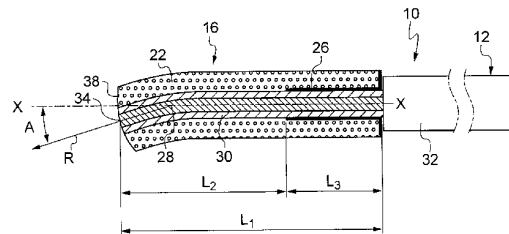
72) Inventeur(s) : MALAVIEILLE JEAN MICHEL.

73) Titulaire(s) : ALLIANCE TECHNIQUE INDUS-  
TRIELLE Société par actions simplifiée.

74) Mandataire(s) : CABINET NETTER.

54) SONDE MEDICALE A FIBRE OPTIQUE ET SON PROCEDE DE FABRICATION.

57) L'invention concerne une sonde médicale (10) comprenant une fibre optique (12) dont l'extrémité distale (16), préalablement dénudée de sa gaine mécanique (32) sur une longueur choisie ( $L_1$ ), est entourée d'un tube capillaire (22) en verre fusible, l'ensemble étant fondu à la chaleur dans des conditions contrôlées sur une partie de ( $L_2$ ) de la longueur choisie ( $L_1$ ), à partir d'une face frontale (34) de la fibre optique, pour assurer une liaison par fusion entre la gaine optique (30) de la fibre optique et le tube capillaire (22) et conférer à l'extrémité distale (16) un cintrage avec un angle de déviation (A) de valeur choisie, ce qui permet de dévier les rayons lumineux (R) en sortie de la fibre optique.



FR 2 954 087 - A1



Sonde médicale à fibre optique et son procédé de fabrication

5 L'invention se rapporte au domaine des fibres optiques.

Elle concerne plus particulièrement une sonde médicale comprenant une fibre optique composée d'un cœur entourée par une gaine optique protégée par une gaine mécanique, la  
10 fibre optique ayant une extrémité proximale propre à être connectée à une source de rayons lumineux et une extrémité distale propre à envoyer ces rayons lumineux dans une région avoisinante.

15 On connaît déjà des sondes médicales de ce type que l'on utilise à des fins de traitement ou de diagnostic d'un patient. Elles sont notamment utilisées pour explorer ou traiter des lésions ou tumeurs, par exemple dans le cadre d'affections liées à la prostate chez l'homme.

20

En ce cas, la sonde est placée à l'intérieur d'un cathéter qui est introduit dans un canal ou une cavité du corps du patient, soit au travers d'un orifice naturel, soit au travers d'une incision pratiquée par le chirurgien.

25

L'extrémité proximale de la sonde est connectée à une source capable d'émettre des rayons lumineux du domaine visible et/ou du domaine invisible en fonction de l'application souhaitée.

30

Parmi les sources de rayons lumineux utilisables, on peut citer essentiellement les sources de lumière laser, comme

les lasers YAG, les lasers à excimères ou encore les lasers à diode.

Généralement, les rayons lumineux émis par la source ont  
5 une longueur d'onde comprise entre 280 et 2000 nanomètres,  
ce qui correspond au domaine allant du proche ultra-violet  
au proche infrarouge et permet d'utiliser la plupart des  
types de fibres optiques, en particulier celles du type  
silice.

10

Les rayons lumineux émis par la source pénètrent dans la  
fibre par son extrémité proximale, se propagent ensuite  
axialement dans le cœur de la fibre pour quitter la fibre  
par son extrémité distale et illuminer une région du corps  
15 à explorer ou à traiter.

Les rayons lumineux ainsi dirigés sur cette région du  
corps, par exemple sur un tissu présentant une tumeur ou  
une lésion, peuvent traiter directement cette région par  
20 échauffement ou découpe.

La conception de telles fibres optiques, notamment dans le  
cadre des affections liées à la prostate, pose notamment le  
problème de pouvoir contrôler l'orientation des rayons  
25 lumineux à la sortie de l'extrémité distale de la fibre  
optique.

En effet, les rayons lumineux quittent normalement la fibre  
optique dans la direction axiale de celle-ci, en formant un  
30 flux lumineux de forme conique dont l'angle au sommet  
dépend des caractéristiques de l'ouverture numérique de la  
fibre optique.

Or, dans certaines applications telles que celles où les sondes empruntent les voies naturelles du corps, les régions ou organes à traiter ne sont pas situés dans l'axe de la fibre, c'est-à-dire dans son prolongement, mais  
5 latéralement par rapport à cet axe. C'est le cas lorsque ces régions ou organes sont situés à la périphérie des voies naturelles, par exemple la prostate chez l'homme, traversée par l'urètre.

10 Différentes solutions à ce problème ont déjà été proposées.

Il est connu notamment d'après les brevets US 5 416 878 et 5 553 177 d'incurver l'extrémité distale de la fibre par un traitement thermique de recuit.

15

Cependant, cette technique fragilise l'extrémité distale de la fibre et n'est donc pas sans inconvénients.

C'est pourquoi, dans la plupart des cas, l'extrémité  
20 distale de la fibre optique n'est pas incurvée mais usinée pour former une face frontale oblique munie d'un revêtement réfléchissant formant miroir dirigé du côté de la fibre. Ce revêtement réfléchit alors les rayons lumineux pour les faire sortir du cœur de la fibre vers sa gaine optique,  
25 dans une direction généralement perpendiculaire à l'axe de la fibre.

L'extrémité de la fibre est alors enfermée dans une capsule ou analogue, aménagée pour faire sortir les rayons lumineux  
30 au travers d'une fenêtre latérale de cette capsule.

Différentes solutions de ce type ont été proposées par exemple dans les publications FR 2 702 662, US 5 509 917, US 5 537 499, US 5 772 657 et US 7 463 801,

- 5 Ces solutions donnent satisfaction mais sont complexes et coûteuses à réaliser et conviennent mal à des sondes à fibre optique qui sont généralement destinées à un usage unique.
- 10 L'invention a notamment pour but de surmonter les inconvénients précités.

Elle vise en particulier à procurer une sonde médicale à fibre optique qui permette de contrôler la direction des  
15 rayons lumineux à la sortie de l'extrémité distale, d'une manière simple et peu coûteuse, convenant tout spécialement à des sondes à usage unique.

L'invention vise encore à procurer une sonde de ce type qui  
20 convienne tout particulièrement au traitement ou au diagnostic des affections liées à la prostate chez l'homme.

A cet effet, l'invention propose une sonde du type défini en introduction, dans laquelle, l'extrémité distale de la  
25 fibre optique, préalablement dénudée de sa gaine mécanique sur une longueur choisie, est entourée d'un tube capillaire en verre fusible, l'ensemble étant fondu à la chaleur dans des conditions contrôlées sur une partie de ladite longueur choisie, à partir d'une face frontale de la fibre optique.

30 On assure ainsi une liaison par fusion entre la gaine optique de la fibre optique et le tube capillaire, ce qui permet de conférer à l'extrémité distale un cintrage avec un angle de déviation de valeur choisie.

Le tube capillaire qui vient entourer l'extrémité distale de la fibre optique, c'est-à-dire sa gaine optique, joue un rôle clé. Il confère, en effet, une résistance mécanique accrue à l'extrémité distale de la fibre pendant l'opération de fusion et de cintrage, mais aussi ultérieurement pendant l'utilisation de la fibre. Le tube capillaire offre ainsi une fonction de protection de l'extrémité distale pour la protéger et conserver l'orientation qui lui a été conférée pendant l'opération de cintrage sous l'effet de la chaleur.

Par ailleurs, comme la gaine optique et le tube capillaire sont fusionnés sur une partie de la longueur choisie, ils forment conjointement un ensemble indissociable particulièrement résistant.

L'angle de déviation est avantageusement compris entre 0 et 40°, et de préférence entre 0 et 20°. En effet, il est possible aussi de réaliser un angle de déviation nul, pour des applications qui ne nécessitent pas une déviation des rayons lumineux, en profitant de l'avantage de l'existence du tube capillaire, notamment en raison de sa résistance mécanique.

25

Dans la sonde terminée, il est avantageux que la face frontale de la fibre optique affleure sensiblement avec une face frontale annulaire du tube capillaire, en formant une surface courbée. En effet, cela permet de donner une forme adoucie à l'extrémité distale qui ne risque pas de blesser la région à inspecter ou à traiter.

Ainsi, en ce cas, le tube capillaire assure une fonction supplémentaire de protection du patient contre tout risque de blessure.

- 5 Sous un autre aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une sonde telle que définie précédemment, lequel comprenant les différentes opérations suivantes :
- 10 a) prévoir une fibre optique composée d'un cœur entourée par une gaine optique protégée par une gaine mécanique, la fibre optique ayant une extrémité proximale et une extrémité distale,
  - b) dénuder l'extrémité distale de la fibre optique de sa gaine mécanique sur une longueur choisie pour procurer une région dénudée exposant la gaine optique,
  - 15 c) entourer cette région dénudée d'un tube capillaire en verre fusible,
  - d) fondre l'ensemble à la chaleur dans des conditions contrôlées sur une partie de ladite longueur choisie, à partir d'une face frontale de la fibre optique, pour  
20 assurer une liaison par fusion entre la gaine optique et le tube capillaire, et
  - e) cintrer l'extrémité distale sous l'effet de la chaleur pour procurer un angle de déviation de valeur choisie.

25 Dans la description qui suit, donnée seulement à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue générale en plan d'une sonde médicale à fibre optique, reliée à une source lumineuse  
30 pour le traitement d'une région avoisinante du corps d'un patient ;

- la figure 2 est une vue latérale d'une sonde à fibre optique dont l'extrémité distale est représentée en coupe axiale ;
- 5 - la figure 3 est une vue latérale en coupe axiale de l'extrémité distale d'une fibre optique après dénudage de sa gaine mécanique ;
- la figure 4 est une vue en coupe axial d'un tube  
10 capillaire destiné à entourer la gaine optique de l'extrémité distale de la fibre optique de la figure 3 ;
- la figure 5 représente l'extrémité distale de la figure 3 équipée du tube capillaire de la figure 4 au début d'un  
15 traitement thermique à l'aide de la flamme d'un chalumeau ;
- la figure 6 montre l'ensemble de la figure 5 en coupe axiale, après cintrage de l'extrémité distale ;
- 20 - la figure 7 illustre un traitement thermique appliqué en bout de l'extrémité distale ;
- la figure 8 représente l'ensemble ainsi obtenu ; et
- 25 - la figure 9 représente l'extrémité distale de la figure 8 après une opération supplémentaire de collage.

On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente une sonde médicale 10 selon l'invention comprenant une fibre optique  
30 12 ayant une extrémité proximale 14 et une extrémité distale 16. La fibre 12, telle que représentée, est la fibre optique complète, composée d'un cœur entouré par une

gaine optique, cette dernière étant protégée par une gaine mécanique, comme cela sera décrit plus loin.

L'extrémité proximale 14 est reliée à une source 18 de  
5 rayons lumineux, comme une source laser tel qu'un laser à diode, par exemple. La liaison s'effectue au travers d'un connecteur de puissance 20.

L'extrémité distale 16, préalablement dénudée de sa gaine  
10 mécanique, est entourée d'un tube capillaire 22 en verre fusible, en particulier en silice, et traitée thermiquement pour lui procurer une forme cintrée ou courbée. Cela permet de dévier les rayons lumineux R à la sortie de la fibre et de les diriger vers une région avoisinante tel qu'un tissu  
15 T à explorer et à traiter. Comme indiqué précédemment, ce tissu peut notamment faire partie de la prostate chez l'homme.

L'extrémité distale 16, préalablement dénudée de sa fibre  
20 mécanique, est fusionnée dans le tube capillaire 22 pour lui conférer la forme cintrée ou coudée précitée.

La longueur de la sonde complète est, dans l'exemple, d'environ 3 mètres. Sur une partie de sa longueur, la fibre  
25 optique est entourée d'un tube de protection 24 muni d'un organe de rotation 26. Cet organe est situé au voisinage de l'extrémité du tube de protection 24, à l'opposé de l'extrémité distale 16 de la fibre optique. Cet organe permet au chirurgien de faire tourner la fibre optique sur  
30 elle-même et par conséquent d'orienter les rayons lumineux R à la sortie de l'extrémité distale pour contrôler leur direction d'émission vers la région avoisinante T du corps du patient.

On se réfère maintenant à la figure 2 pour décrire plus particulièrement la structure de l'extrémité distale 16. La fibre optique 12 est composée d'un cœur 28 entouré par une gaine optique 30, elle-même protégée par une gaine mécanique 32 que l'on voit sur la partie droite de la figure.

En effet, l'extrémité distale 16 est au préalable dénudée de sa gaine mécanique sur une longueur choisie  $L_1$  qui est typiquement de l'ordre de 20 mm, ce qui permet d'exposer la gaine optique 30. Cette extrémité dénudée est entourée du tube capillaire 22 déjà cité et l'ensemble est fondu à la chaleur dans des conditions contrôlées de durée et de température sur une partie  $L_2$  de la longueur  $L_1$ , à partir d'une face frontale 34, (encore appelée face d'extrémité) de la fibre optique. Cette face frontale 34 est plane et s'étend perpendiculairement à l'axe XX de l'extrémité distale de la fibre avant son cintrage. C'est par cette face frontale 34 que sont émis les rayons lumineux R et dirigés dans une direction contrôlée en formant un angle de déviation A de valeur choisie, par rapport à l'axe XX. La liaison par fusion opérée sur la partie  $L_2$  de la longueur choisie  $L_1$  laisse une partie restante  $L_3$  non fusionnée est munie d'une couche de colle 36, introduite dans l'espace annulaire compris entre la gaine optique et le tube capillaire, comme on le verra plus loin.

L'angle de déviation A est choisi et est avantageusement compris entre 0 et 40°, de préférence entre 0 et 20°, la valeur nulle pouvant être intéressante dans certaines applications, comme déjà indiqué, en profitant des différentes fonctions offertes par le tube capillaire.

La face frontale 34 de la fibre optique 12 affleure sensiblement avec une face frontale annulaire 38 du tube capillaire 22 en formant une surface courbée, c'est-à-dire  
5 une forme adoucie comme déjà mentionné.

On se réfère maintenant à la figure 3 qui montre l'extrémité distale 16 de la fibre optique, qui a été dénudée sur la longueur  $L_1$  pour exposer la gaine optique 30  
10 entourant le cœur 28.

La figure 4 montre, en vue en coupe axiale, le tube capillaire 22, représenté seul, avant utilisation. Il s'agit d'un tube de forme cylindrique circulaire, réalisé  
15 en verre fusible, avantageusement en silice.

Ce tube capillaire 22 ménage un passage intérieur cylindrique 40 présentant un diamètre intérieur  $D_1$  légèrement supérieur au diamètre extérieur  $D_2$  de la gaine  
20 optique (figure 3) et un diamètre extérieur  $D_3$ . Ce tube capillaire présente une longueur  $L_4$  légèrement inférieure à la longueur  $L_1$  de la partie dénudée.

Dans une opération a) du procédé on prévoit une fibre  
25 optique 12 comme définie précédemment et, dans une opération b) subséquente, on dénude l'extrémité distale 16 de la façon décrite ci-dessus.

Dans une opération ultérieure c), comme représenté à la  
30 figure 5, on entoure la région dénudée de la fibre optique (figure 3) du tube capillaire 22 de la figure 4 jusqu'à ce qu'il vienne en butée contre la gaine mécanique 22. Du fait de la différence entre les longueurs  $L_1$  et  $L_4$ , la fibre

optique dépasse du tube capillaire sur une longueur  $L_5$  qui peut être de l'ordre de quelques dixièmes de mm.

Dans une opération ultérieure d) on fond l'ensemble ainsi formé à la chaleur dans des conditions contrôlées sur la partie  $L_2$  de la longueur choisie  $L_1$  qui s'étend à partir de la face frontale 34 de la fibre, pour assurer une liaison par fusion entre la gaine optique 30 et le tube capillaire 22. Dans l'exemple, la fusion s'effectue par un chauffage latéral de l'ensemble pour fusionner la fibre optique (plus particulièrement sa gaine optique) à l'intérieur du tube capillaire.

Cette opération de fusion provoque une opération de cintrage e) de l'extrémité distale 16, sous l'effet de la chaleur, suivant l'angle choisi A (figure 2). Le chauffage latéral est réalisé à l'aide d'une source de chaleur appropriée, ici par un chalumeau à gaz et oxygène 42 dont la flamme 44 est à une température supérieure à 2000°C. Ce chauffage s'effectue dans des conditions contrôlées de température et de durée, le temps généralement nécessaire pour réaliser le cintrage étant typiquement de l'ordre de 20 à 30 secondes.

Toutefois, il est possible, en variante, d'utiliser d'autres moyens de chauffage comme, par exemple, un chalumeau au butane et à l'oxygène, au GPL et à l'oxygène, un four à induction ou encore un laser au  $CO_2$ .

Ceci permet d'obtenir, comme montré à la figure 6, une extrémité distale 16 où la face frontale 34 de la fibre optique dépasse encore de la face frontale annulaire 38 du tube capillaire 22.

L'opération de chauffage selon la figure 5 peut être réalisée de différentes manières, l'extrémité distale pouvant être tenue à la verticale (dans l'exemple 5 représenté), mais aussi inclinée par rapport à l'horizontale pour accélérer le processus de cintrage sous l'effet de la gravité.

Il est fait maintenant référence à la figure 7. Une 10 opération de fusion supplémentaire f) est réalisée à l'extrémité de l'ensemble fibre et tube capillaire à l'aide d'une source de chaleur appropriée. Dans l'exemple on utilise la flamme 44 du chalumeau 42, celui-ci étant placé en extrémité et non en position latérale comme dans le cas 15 de la figure 5. Cette opération de fusion, également réalisée dans des conditions contrôlées de durée et de température permet de façonner une surface courbée 46 en extrémité, comme on le voit sur la figure 8. Cette surface courbée, en forme de coupelle, est particulièrement 20 intéressante car elle procure une surface adoucie qui ne risque pas de blesser la région du corps à explorer ou à traiter, en cas de contact entre l'extrémité distale et cette région. L'existence de cette surface courbée en extrémité trouve un intérêt dans tous les cas, quel que 25 soit l'angle de déviation A.

Il est fait maintenant référence à la figure 9. Comme déjà montré à la figure 2, une couche de colle 26 est introduite entre la gaine optique 30 et le tube capillaire 22 sur la 30 longueur restante  $L_3$  non fusionnée, au cours d'une opération supplémentaire g).

L'introduction de cette colle est possible du fait qu'il existe un jeu entre la gaine optique et le tube capillaire, le diamètre intérieur  $D_1$  du tube capillaire étant supérieur au diamètre extérieur  $D_2$  de la gaine optique 30 (voir 5 figures 3 et 4).

On utilise avantageusement une colle époxy biocompatible dans la zone ainsi non fusionnée, ce qui a pour effet de renforcer la protection mécanique de l'ensemble et d'éviter 10 des contraintes de torsion sur la zone fusionnée. Comme colle époxy biocompatible, on peut utiliser par exemple une colle époxy bi-composant polymérisable à température ambiante.

15 De manière générale, on préfère utiliser une fibre optique dont le cœur présente classiquement un diamètre de 200 à 1000 micromètres, avec une préférence pour la valeur de 600 micromètres.

20 Dans un exemple particulier, le cœur de la fibre a un diamètre de 600 micromètres, la gaine optique un diamètre de 660 micromètres et la gaine mécanique un diamètre de 1100 micromètres.

25 La longueur dénudée de la fibre est légèrement supérieure à 20 mm et on utilise un capillaire de silice d'une longueur de 20 mm pour un diamètre extérieur de 1,9 mm et un diamètre intérieur de 700 micromètres.

30 De ce fait, lors de l'assemblage du tube capillaire autour de la gaine optique, on ménage un jeu annulaire de 20 micromètres. Ce jeu sera ensuite rempli de la colle sur la longueur restante précitée.

Les dimensions précitées sont données ici à titre d'exemple et n'entendent pas limiter l'invention.

5 La source lumineuse 18, ici une source laser, sera choisie en fonction des applications considérées. Dans un exemple, on utilisera une source d'une puissance de 150 watts au maximum pour un diamètre de cœur de fibre de 600 micromètres.

10

On peut utiliser des lasers à faible longueur d'onde comme par exemple 532 nanomètres ou à grande longueur d'onde, comme par exemple 2100 nanomètres.

15 L'invention est susceptible de nombreuses variantes de réalisation.

Elle trouve une application particulière aux sondes destinées à l'exploration ou au traitement des infections  
20 de la prostate chez l'homme.

Revendications

1. Sonde médicale (10) comprenant une fibre optique (12)  
5 composée d'un cœur (28) entourée par une gaine optique (30)  
protégée par une gaine mécanique (32), la fibre optique  
(12) ayant une extrémité proximale (14) propre à être  
connectée à une source (18) de rayons lumineux (R) et une  
10 extrémité distale (16) propre à envoyer ces rayons lumineux  
(R) dans une région avoisinante (T),

caractérisée en ce que l'extrémité distale (16) de la fibre  
optique, préalablement dénudée de sa gaine mécanique (32)  
sur une longueur choisie ( $L_1$ ), est entourée d'un tube  
15 capillaire (22) en verre fusible, l'ensemble étant fondu à  
la chaleur dans des conditions contrôlées sur une partie de  
( $L_2$ ) de la longueur choisie ( $L_1$ ), à partir d'une face  
frontale (34) de la fibre optique, pour assurer une liaison  
par fusion entre la gaine optique (30) et le tube  
20 capillaire (22) et conférer à l'extrémité distale (16) un  
cintrage avec un angle de déviation (A) de valeur choisie.

2. Sonde médicale selon la revendication 1, caractérisée en  
ce que l'angle de déviation (A) est compris entre 0 et 40°,  
25 de préférence entre 0 et 20°.

3. Sonde médicale selon l'une des revendications 1 et 2,  
caractérisée en ce que la face frontale (34) de la fibre  
optique (12) affleure sensiblement avec une face frontale  
30 annulaire (38) du tube capillaire (22) en formant une  
surface courbée (46).

4. Sonde médicale selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la liaison par fusion entre la gaine optique (30) de la fibre optique (12) et le tube capillaire (22) est réalisée sur une partie ( $L_2$ ) de la longueur choisie ( $L_1$ ), à partir de la face frontale (34) de la fibre optique (12), de manière à ménager une longueur restante ( $L_3$ ), non fusionnée.

5. Sonde médicale selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'une couche de colle (26) est introduite entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22) sur cette longueur restante ( $L_3$ ).

6. Sonde médicale selon la revendication 5, caractérisée en ce que la colle est une colle époxy biocompatible.

7. Sonde médicale selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le tube capillaire (22) présente un diamètre intérieur ( $D_1$ ) légèrement supérieur au diamètre extérieur ( $D_2$ ) de la fibre optique, débarrassée de sa gaine mécanique, pour ménager un jeu entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22).

8. Procédé de fabrication d'une sonde médicale (10) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

a) prévoir une fibre optique (12) composée d'un cœur (28) entourée par une gaine optique (30) protégée par une gaine mécanique (32), la fibre optique ayant une extrémité proximale (14) et une extrémité distale (16),

- b) dénuder l'extrémité distale (16) de la fibre optique de sa gaine mécanique (32) sur une longueur choisie ( $L_1$ ) pour procurer une région dénudée exposant la gaine optique (30),
- 5 c) entourer cette région dénudée d'un tube capillaire (22) en verre fusible,
- d) fondre l'ensemble à la chaleur dans des conditions contrôlées sur une partie ( $L_2$ ) de ladite longueur choisie ( $L_1$ ), à partir d'une face frontale (34) de la
- 10 fibre optique, pour assurer une liaison par fusion entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22),
- e) cintrer l'extrémité distale (16) sous l'effet de la chaleur pour procurer un angle de déviation (A) de
- 15 valeur choisie.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'à l'opération c) on choisit un tube capillaire (22) d'une longueur ( $L_4$ ) inférieure à la longueur choisie ( $L_1$ ) de la

20 région dénudée pour que la face frontale (34) de la fibre optique dépasse d'une face frontale annulaire (38) du tube capillaire (22) avant l'opération de fusion et affleure sensiblement avec cette face frontale annulaire (38) après l'opération de fusion.

25

10. Procédé selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce qu'à l'opération c) on choisit un tube capillaire (22) qui présente un diamètre intérieur ( $D_1$ ) légèrement supérieur au diamètre extérieur ( $D_2$ ) de la fibre

30 optique, débarrassée de sa gaine mécanique (32), pour ménager un jeu entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22).

11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'à l'opération d) la liaison par fusion entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22) est réalisée sur une partie (L2) de la longueur choisie (L<sub>1</sub>),  
5 ( ) à partir de la face frontale (34) de la fibre optique, de manière à ménager une longueur restante (L<sub>3</sub>), non fusionnée.

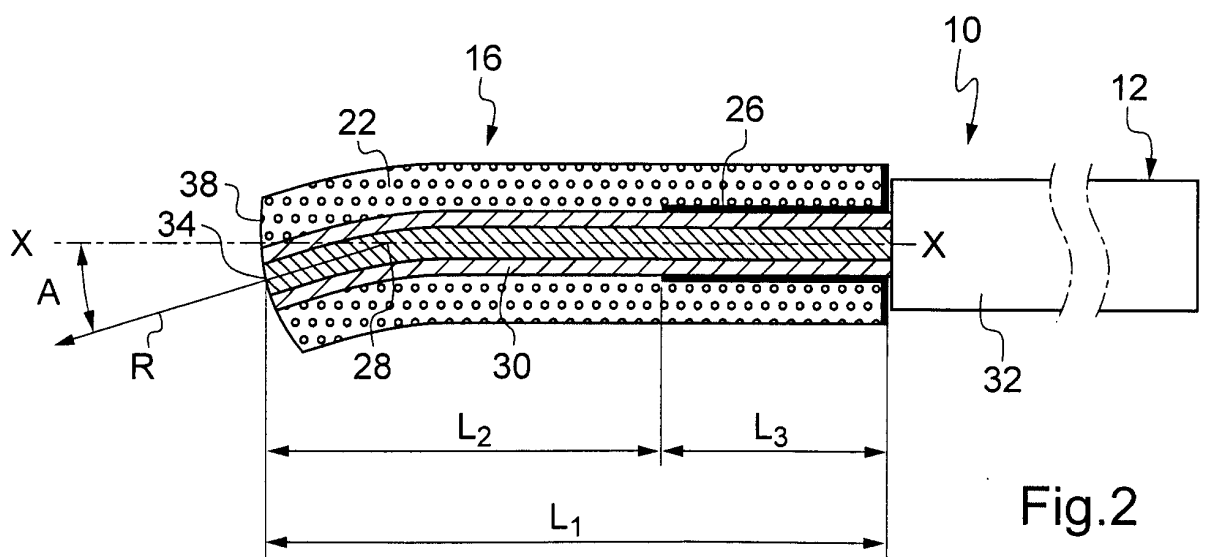
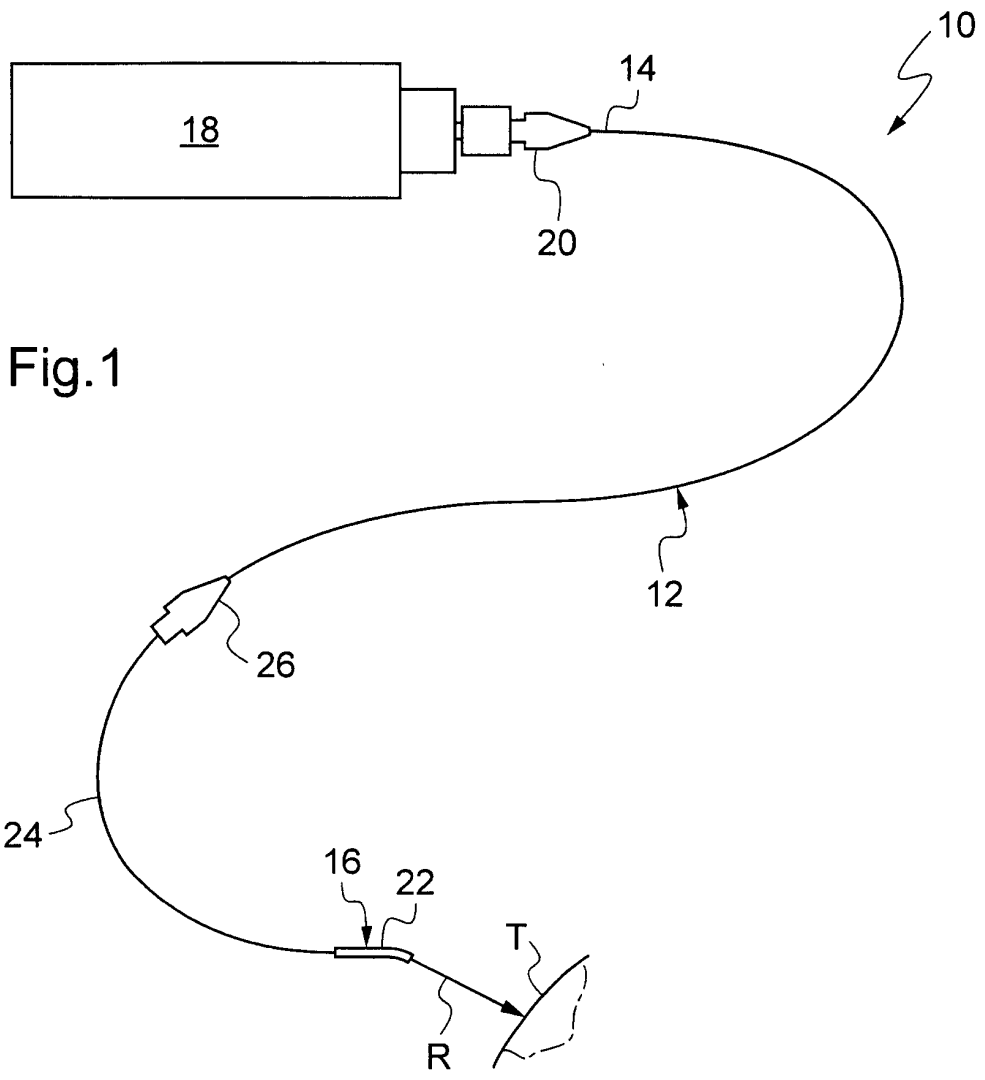
12. Procédé selon l'une des revendications 8 à 11,  
10 caractérisé en ce que l'opération de fusion d) est réalisée à l'aide d'une source de chaleur, de préférence la flamme d'un chalumeau (42), dans des conditions contrôlées de température et de durée.

15 13. Procédé selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend une opération de fusion supplémentaire f) dans laquelle on effectue une fusion localisée d'une face frontale (38) du tube capillaire (12) pour former une surface courbée (46).

20

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'opération de fusion supplémentaire f) est réalisée à l'aide d'une source de chaleur, de préférence la flamme d'un chalumeau (42), dans des conditions contrôlées de  
25 température et de durée.

15. Procédé selon l'une des revendications 8 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend une opération supplémentaire g) dans laquelle on introduit une couche de  
30 colle (26) entre la gaine optique (30) et le tube capillaire (22) sur une longueur restante (L<sub>3</sub>) non fusionnée.



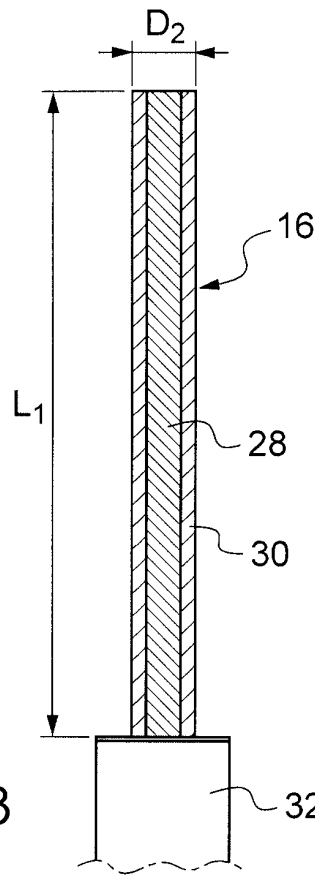


Fig. 3

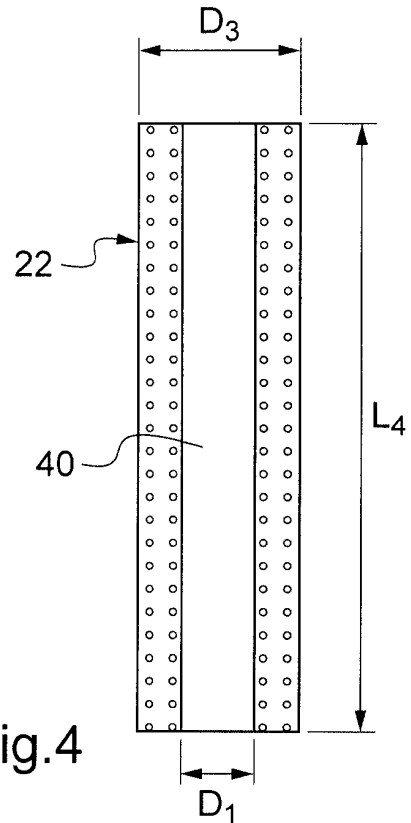


Fig. 4

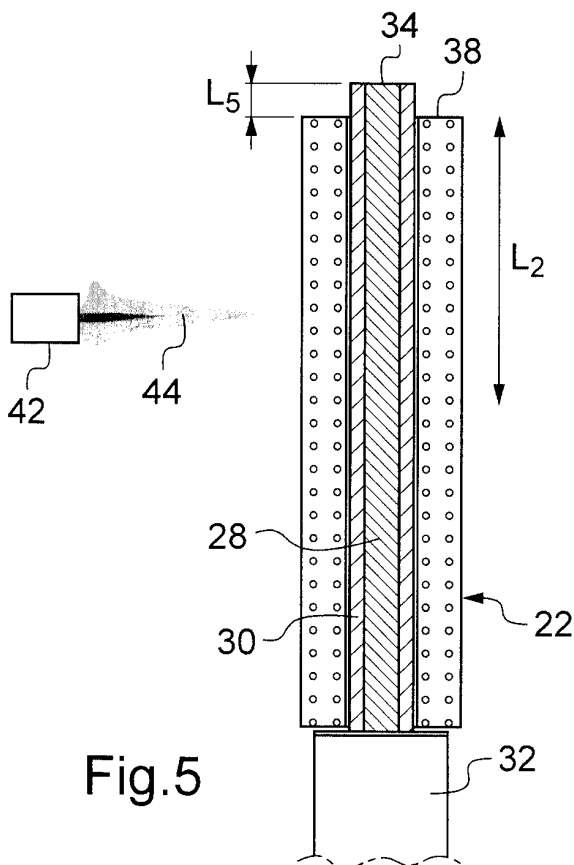


Fig. 5

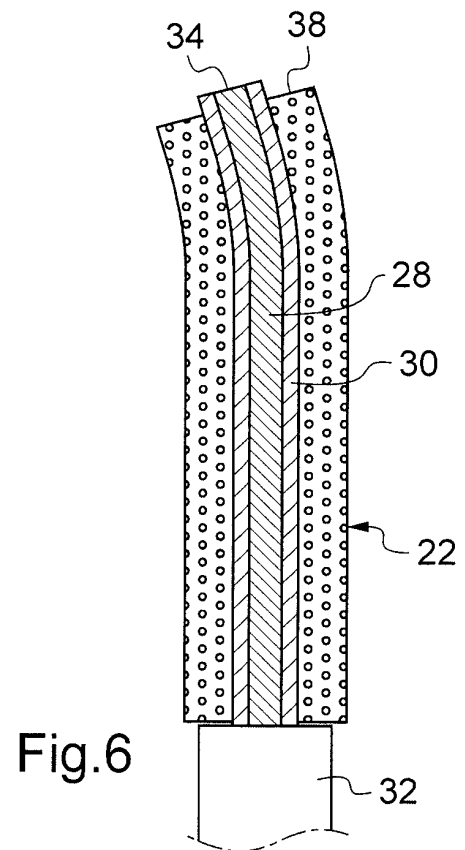


Fig. 6

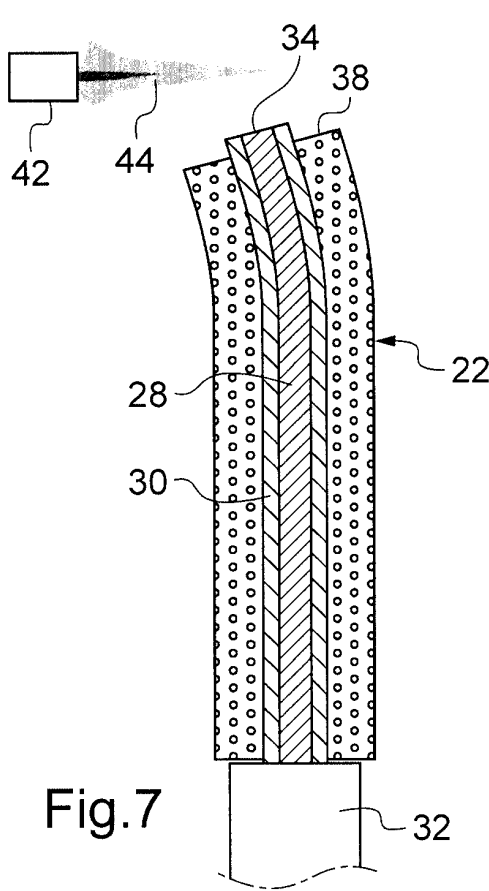


Fig. 7

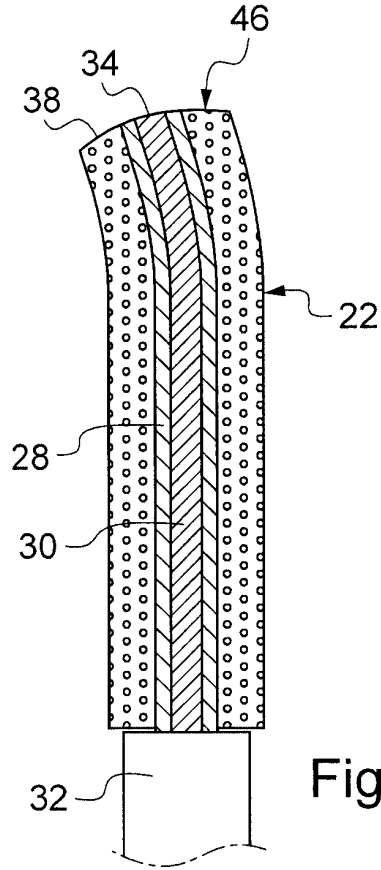


Fig. 8

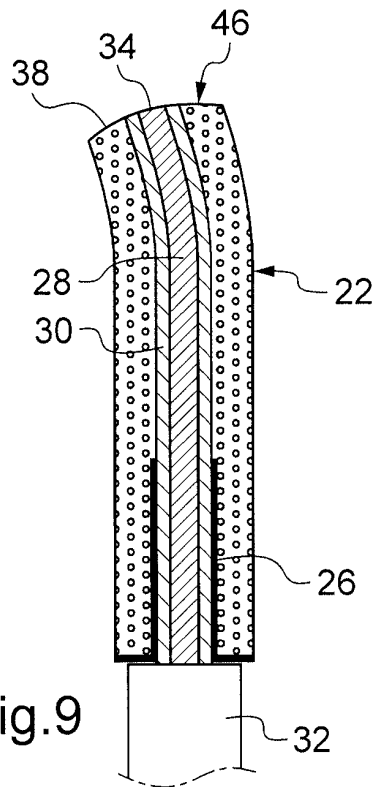


Fig. 9



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 731238  
FR 0906202

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	WO 2009/111046 A2 (XINTEC CORP [US]; RINK JOHN L [US]; CHOU MARILYN M [US]; PETERSON JASE) 11 septembre 2009 (2009-09-11) * page 11, dernier alinéa - page 12, alinéa 1 * * page 20, alinéa 2 - page 22, alinéa 1 * * figures 4B,5,6 * * page 24, alinéa 1 - alinéa 2 * -----	1-15	A61B18/22 A61B1/07 A61N5/06
Y	US 6 699 239 B1 (STILLER HANS-PETER [DE] ET AL) 2 mars 2004 (2004-03-02) * colonne 3, ligne 29 - ligne 40 * * colonne 4, ligne 23 - ligne 24 * * figures *	1-15	
A	US 2007/049909 A1 (MUNGER GARETH T [US]) 1 mars 2007 (2007-03-01) * alinéa [0020] * * figure 1 *	1-15	
A	US 2009/287197 A1 (HANLEY BRIAN M [US] ET AL) 19 novembre 2009 (2009-11-19) * alinéa [0040] - alinéa [0048] * * figures 3A-E * -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61B A61N G02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 juillet 2010		Görlach, Tobias	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>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 ----- &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0906202 FA 731238**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-07-2010**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009111046 A2	11-09-2009	AUCUN	
US 6699239 B1	02-03-2004	WO 9959483 A1 DE 19821986 C1 EP 1098599 A1 ES 2228076 T3	25-11-1999 06-07-2000 16-05-2001 01-04-2005
US 2007049909 A1	01-03-2007	AUCUN	
US 2009287197 A1	19-11-2009	AUCUN	



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 731238  
FR 0906202

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	WO 2009/111046 A2 (XINTEC CORP [US]; RINK JOHN L [US]; CHOU MARILYN M [US]; PETERSON JASE) 11 septembre 2009 (2009-09-11) * page 11, dernier alinéa - page 12, alinéa 1 * * page 20, alinéa 2 - page 22, alinéa 1 * * figures 4B,5,6 * * page 24, alinéa 1 - alinéa 2 * -----	1-15	A61B18/22 A61B1/07 A61N5/06
Y	US 6 699 239 B1 (STILLER HANS-PETER [DE] ET AL) 2 mars 2004 (2004-03-02) * colonne 3, ligne 29 - ligne 40 * * colonne 4, ligne 23 - ligne 24 * * figures *	1-15	
A	US 2007/049909 A1 (MUNGER GARETH T [US]) 1 mars 2007 (2007-03-01) * alinéa [0020] * * figure 1 *	1-15	
A	US 2009/287197 A1 (HANLEY BRIAN M [US] ET AL) 19 novembre 2009 (2009-11-19) * alinéa [0040] - alinéa [0048] * * figures 3A-E * -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61B A61N G02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 juillet 2010		Görlach, Tobias	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul                      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie                      A : arrière-plan technologique                      O : divulgation non-écrite                      P : document intercalaire</p> <p>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                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0906202 FA 731238**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-07-2010**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009111046 A2	11-09-2009	AUCUN	
US 6699239 B1	02-03-2004	WO 9959483 A1 DE 19821986 C1 EP 1098599 A1 ES 2228076 T3	25-11-1999 06-07-2000 16-05-2001 01-04-2005
US 2007049909 A1	01-03-2007	AUCUN	
US 2009287197 A1	19-11-2009	AUCUN	