

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 578 657**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **86 03387**

⑤1 Int CI<sup>4</sup> : G 02 B 6/44; H 04 B 9/00.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 6 mars 1986.

③0 Priorité : JP, 7 mars 1985, n° 60-45288.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 12 septembre 1986.

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

⑦1 Demandeur(s) : *DORYOKURO KAKUNENRYO KAIHATSU  
JIGYODAN et FUJIKURA LTD.* — JP.

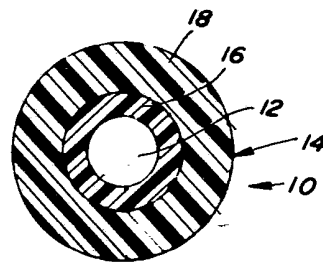
⑦2 Inventeur(s) : Kuniaki Ara, Hiroshi Rindo, Koichiro Naka-  
moto, Takashi Tsumanuma, Sadao Chigira, Kazuo Sanada  
et Osamu Fukuda.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Michel Laurent.

⑤4 Fibre optique.

⑤7 Fibre optique 10 comportant un élément transmetteur de  
lumière 12 constitué d'au moins un élément à fibre optique,  
entouré d'une couche résistante aux radiations et à la chaleur.  
La couche d'enduction 14 comporte une couche interne tam-  
pon 16 disposée autour de l'élément transmetteur de lumière  
12, une couche externe 18 à base de polyéther éther cétone  
entourant la couche interne 16.



FR 2 578 657 - A1

D

- 1 -

FIBRE OPTIQUE.

La présente invention concerne une fibre optique résistante à la chaleur et aux radiations.

5

Les fibres optiques sont, de nos jours, de plus en plus utilisées dans les domaines de la communication, de la transmission des images, de telles fibres optiques comportant au moins un élément à fibre optique proprement dite permettant de transmettre la lumière, cet élément étant à base de verre, tel qu'un verre à plusieurs constituants et verre de silice. Ces fibres optiques comportent au moins deux éléments à fibre optique et sont souvent désignées dans le commerce par l'expression "fibres multiples". L'élément à fibre optique comporte une couche d'enduction protectrice à sa surface. Tout défaut ou endommagement à la surface de l'élément à fibre optique est susceptible d'entraîner une détérioration des propriétés mécaniques dudit élément en-dessous d'un niveau acceptable. Cette couche de revêtement a également pour fonction d'augmenter la résistance à la tension, à la flexion ainsi que celle au milieu dans lequel est placée la fibre. Différents types de revêtement ont été proposés à ce jour. Cependant, il a été constaté, qu'à ce jour, les revêtements proposés se détériorent lorsque les fibres optiques sont disposées à l'intérieur d'un réacteur nucléaire, car ils n'offrent pas une résistance suffisante à la chaleur intense et à la radio-activité. Par suite, la résistance mécanique des fibres optiques se trouve diminuée, ce qui a pour conséquence d'entraîner leur rupture. Dans le cas d'une utilisation dans un environnement rigoureux, tel que par exemple dans un réacteur nucléaire, il a été proposé, afin de surmonter cet inconvénient, d'appliquer à l'élément optique un revêtement extérieur constitué d'une multiplicité de couches

35

- 2 -

de protection. Une telle solution présente cependant comme désavantage de diminuer la flexibilité de la fibre optique résultante et, par suite, la rend difficile à manipuler et à mettre en place.

5

Pour surmonter cet inconvénient, il a également été proposé d'appliquer un revêtement de résine à base de fluor, tel que fluoréthylène propylène (FEP), tétrafluorure d'éthylène (TFE), tétrafluorure d'éthylène éthylène (TETZEL),  
10 fluorure de vinylidène (KF)... , autour du ou des couches internes de gomme de silicone. Une telle solution ne donne cependant pas satisfaction étant donné que lorsque le revêtement est soumis à une radiation, il y a production d'acide fluorhydrique qui a tendance à attaquer la  
15 surface de la fibre optique, ce qui entraîne une réduction de sa résistance mécanique. Afin de surmonter cet inconvénient, il a été proposé d'utiliser une couche interne à base de gomme de silicone contenant des oxydes métalliques, solution qui également ne s'est pas avérée  
20 satisfaisante.

L'invention vise à surmonter ces inconvénients et concerne donc un nouveau type de fibre optique comportant au moins un élément à fibre optique recouvert d'une  
25 couche de revêtement qui présente une excellente résistance à la chaleur et aux radiations.

D'une manière générale, l'invention concerne donc une fibre optique qui comporte des moyens de transmission de la lumière constitués d'au moins un élément à  
30 fibre optique, ledit élément étant recouvert d'une couche de protection résistante à la chaleur et aux radiations et elle se caractérise par le fait que le revêtement protecteur comporte une couche tampon disposée autour des éléments qui transmettent la lumière et une  
35

couche périphérique à base de polyéther éther cétone qui recouvre ladite couche intermédiaire.

L'invention et les avantages qu'elle apporte seront  
5 cependant mieux compris grâce aux exemples de réalisation  
donnés ci-après à titre indicatif mais non limitatif et  
qui sont illustrés par les schémas annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe d'une fibre optique réalisée conformément à l'invention ;

10 - la figure 2 est une vue similaire à la figure 1 illustrant une variante conforme à l'invention d'une fibre optique multiple ;

- la figure 3 est une vue schématique d'une installation d'étirage utilisée pour la réalisation d'une telle fibre optique ;  
15

- la figure 4 est une vue schématique d'une extrudeuse utilisée pour la réalisation d'une telle fibre optique.

20 Dans la suite de la description et dans les dessins annexés qui illustrent l'invention, les mêmes références seront utilisées pour désigner les mêmes éléments.

La figure 1 représente une fibre optique désignée  
25 par la référence générale (10) réalisée conformément à l'invention, et utilisée comme ligne de transmission de communication optique. Cette fibre comporte comme élément transmetteur de la lumière une fibre optique (12) qui est entourée d'une couche de revêtement désignée par  
30 la référence (14). La couche de revêtement (14), est, conformément à l'invention, composée d'une couche intermédiaire (16) (couche tampon) disposée directement autour de la fibre (12) et d'une couche périphérique (18) entourant la couche intermédiaire (16). L'élément à fibre  
35 optique (12) est obtenu, en étirant de manière

conventionnelle, une préforme, à base de verre tel que verre à multi-composants et verre de silice. L'obtention d'une telle fibre optique étant bien connue des techniciens ne sera pas décrite en détail.

5

Conformément à l'invention, la couche de revêtement intermédiaire (16) est à base de gomme de silicone modifié qui présente la caractéristique d'être relativement mou ou élastique et possède un indice de réfraction supérieur à celui du verre de silice. La gomme de silicone modifié est à base de gomme de méthyl phényl silicone obtenu à partir de gomme de diméthyl silicone dans lequel un radical méthyl est substitué par un radical phényl. La couche interne (16) permet d'augmenter la résistance mécanique de la fibre optique (10) et joue également le rôle de couche tampon pour amortir les déformations de la fibre optique par suite des variations de température et des contraintes ou forces externes et permet donc de maintenir la perte de la fibre optique à un très faible niveau.

La couche de revêtement interne (16) est appliquée sur la fibre optique lors de son étirage par passage au travers d'une filière permettant d'appliquer une solution de gomme de silicone autour de la surface périphérique de la fibre optique aussitôt après l'opération d'étirage, ce qui permet d'éviter tout endommagement de cette surface. La fibre ainsi enduite avec la solution de silicone passe ensuite au travers d'un ensemble (four) permettant de réticuler ou durcir la solution de silicone afin de former la couche de revêtement interne (16). La solution de silicone est appliquée uniformément sur la périphérie de la fibre étirée de telle sorte que cette couche (16) ait une épaisseur uniforme d'environ 150 à 200  $\mu$  m et ce, sur toute la longueur de la fibre.

Si l'épaisseur de la couche interne (16) est inférieure à  $100\ \mu\text{m}$ , il a été constaté que cette couche ne remplissait pas sa fonction de tampon de manière satisfaisante. Par ailleurs, pour augmenter la résistance mécanique et l'effet tampon de la couche d'enduction interne (16), cette couche d'enduction peut être composée d'une première couche à base de gomme de silicone modifié du type précité, formée sur la surface périphérique externe de l'élément à fibre optique (12) et d'une seconde couche de gomme de silicone déposée autour de cette première couche. Dans ce cas, la première couche a une épaisseur d'environ  $40$  à  $50\ \mu\text{m}$ , tandis que la seconde couche aurait une épaisseur d'environ  $110$  à  $150\ \mu\text{m}$ .

La couche d'enduction interne (16) joue le rôle de couche tampon et peut être à base de résine acrylique du type réticulable à l'ultra-violet, tel que acrylate epoxy, acrylate uréthane, acrylate silicone et acrylate polybutadiène. La couche externe (18) est à base de polyéther éther cétone (désignée ci-après dans la suite de la description par l'abréviation "PEC"), ce revêtement extérieur permettant, non seulement de manipuler la fibre optique facilement mais également d'augmenter la résistance à l'environnement et, par suite, d'augmenter la sûreté de fonctionnement. Afin d'appliquer le revêtement extérieur (18) sur la couche d'enduction interne (16), le PEC est fondu à une température d'environ  $360^\circ\text{C}$ , la matière fondue étant appliquée autour de la couche d'enduction interne (16) par extrusion. De préférence, l'épaisseur de la couche externe d'enduction (18) est comprise entre  $120$  et  $130\ \mu\text{m}$ . Si cette épaisseur est inférieure à  $100\ \mu\text{m}$ , la couche d'enduction externe (18) présente une résistance à la chaleur et aux radiations trop faible. La couche d'enduction externe (18) est, comme dit précédemment, réalisée à partir de PEC, produit qui présente une excellente résistance à la chaleur et aux radiations, ce qui permet

- 6 -

d'installer la fibre optique (10) même dans un environnement où elle est soumise à une chaleur et radioactivité intenses, ladite fibre (10) n'étant pas détériorée, même après une utilisation prolongée. Par suite, la fibre (10) conforme à l'invention peut être utilisée même dans un environnement où les conditions sont très sévères, sans qu'il soit nécessaire d'avoir un revêtement extérieur très épais, ce qui permet d'avoir une fibre (10) qui peut être pliée et manipulée aisément.

10

La figure 2 illustre une fibre optique (10a) conforme à l'invention utilisée pour la transmission d'une image, cette fibre optique (10a) étant très souvent désignée dans le commerce sous l'expression "fibre image". Une telle fibre (10a) comporte une âme multifibres (20) comme moyen de transmission de la lumière, cette âme étant composée d'une pluralité d'éléments de fibre optique (12) liés ensemble à leur surface périphérique, cette âme étant enduite d'une couche (14), couche réalisée de la même manière que dans l'exemple précédent illustré par la figure 1.

15  
20

#### Exemple 1 :

Cet exemple porte sur la réalisation d'une fibre optique (10a) telle qu'illustrée à la figure 2 et qui est préparée en utilisant une installation du type illustré par les figures 3 et 4.

25

Dans une première phase, une pluralité d'éléments de fibre optique (12) sont insérés à l'intérieur d'un tube de verre afin de réaliser une préforme (22) de fibres multiples ayant un diamètre de 30 mm. La préforme (22) ainsi réalisée est amenée dans un four à résistance électrique (24) à une vitesse de 10 mm/min et en est retirée à une vitesse de 2 m/min afin de former un élément à fibres multiples (20).

30  
35

L'élément à fibres multiples (20) ainsi obtenu passe au travers d'une filière (26) d'un dispositif d'enduction qui permet d'appliquer une solution de gomme de silicone modifié (du type commercialisé sous la marque OF-127 par  
5 la société japonaise SHINETSU CHEMICAL KABUSHIKI KAISHA) sur toute la surface périphérique de l'élément multi-fibres (20) de manière à réaliser la couche d'enduction autour de cet élément. L'élément multi-fibres (20) ainsi enduit de la solution de gomme de silicone modifié passe  
10 alors au travers d'un tube de réticulation (28) maintenu à une température de 450°C, de telle sorte que l'enduit soit durci et forme une couche tampon interne (16). L'élément multi-fibres (20) revêtu de la couche interne tampon (16) est alors enroulé sur un tambour de renvidage  
15 (30). L'élément multi-fibres (20) enduit de la couche (16) est alors déroulé de son support (30) pour être amené à passer à l'intérieur d'une extrudeuse ou dispositif d'enduction (32) afin de le recouvrir de la couche extérieure d'enduction (18) à base de PEC qui, conformément à l'in-  
20 vention, recouvre la couche d'enduction interne (16). Lors de ce passage à l'intérieur de l'extrudeur (32), le fil passe au travers d'une filière (32a). Le cylindre de l'extrudeuse (32) a un diamètre interne de 30 mm et la tête de filière (32a) est maintenue à une température de 360°C.  
25 La fibre optique (10a) ainsi produite a un diamètre extérieur de 40 mm, l'élément à base de fibres multiples (12) ayant quant à lui un diamètre extérieur de deux millimètres alors que l'ensemble multifibres (20) avec la couche d'enduction interne (16) a un diamètre extérieur  
30 de 2,4 mm. Le tableau ci-après regroupe les caractéristiques et propriétés physiques du PEC.

- 8 -  
TABLEAU

PROPRIETES		PEC	
	Poids spécifique (g/cc)	1300	
5	Propriétés mécaniques	résistance à la traction (kg/cm <sup>2</sup> )	930
		Module (kg/cm <sup>2</sup> )	4 x 10 <sup>4</sup>
10		résistance à l'impact Izod (entaillé) (kg.cm/cm)	45
		Allongement (%)	150
15		Propriétés thermiques	Point de fusion (°C)
	Température de transition du verre (°C)		143
	Température de distorsion thermique (°C)		152
	Indice de température UL (°C)		(240)
20	Propriétés électriques	constante diélectrique (10 Hz)	3,4
		facteur de dissipation diélectrique (10 Hz)	0,003
		tension de rupture dié- lectrique (KV/mm)	17
25	Retard de flamme		UL94V-0

30 A titre comparatif, on prépare une fibre optique dans les mêmes conditions que dans l'exemple précédent si ce n'est que la couche d'enduction extérieure est à base de FEP.

35 On place simultanément dans un four la fibre optique (10a) réalisée conformément à l'invention et une fibre optique de l'exemple comparatif et on soumet ces fi-

bres à un test de traitement à la chaleur pendant une durée de cinquante heures à une température de 200°C. On examine ensuite l'aspect de chacune des fibres optiques. On constate que la couche d'enduction extérieure de la fibre optique réalisée à titre comparatif est détériorée tandis que la couche d'enduction extérieure (18) de la fibre optique (10a) réalisée conformément à l'invention ne subit aucun dommage et n'est pas détériorée. Une centaine d'échantillons de fibres optiques (10a) sont soumises au test thermique décrit précédemment et une centaine d'échantillons de fibres optiques (10a) qui n'ont pas été soumises au test de traitement thermique sont alors soumises à un test de résistance à la rupture par traction. D'une manière similaire, une centaine d'échantillons de fibres optiques réalisées à titre comparatif sont soumises au traitement thermique alors que cent fibres identiques ne sont, quant à elles, pas soumises au traitement thermique, l'ensemble de ces fibres étant également soumises à un test de résistance à la rupture par la traction. Lors de la réalisation de ce test de résistance de la rupture par traction, les extrémités opposées de chaque échantillon sont tenues par une paire de pinces espacées l'une de l'autre d'une distance de dix mètres, l'une des pinces étant déplacée à une vitesse de cinquante centimètres/minute. La probabilité de casse ou rupture est déterminée par la distribution de Weibull. Si l'on considère les fibres optiques (10a) qui n'ont pas été soumises au test de traitement thermique, une ligne de probabilité d'un graphique de distribution de Weibull s'élève brusquement à une charge de rupture de 1800 à 2000 kg tandis qu'une ligne de probabilité en ce qui concerne les fibres optiques (12a) soumises au traitement thermique s'élève brusquement à une charge de rupture comprise entre 1750 et 1950 kg. En ce qui concerne les fibres optiques réalisées à titre comparatif et qui n'ont

- 10 -

pas été soumises au test thermique, la ligne de probabilité augmente brusquement pour une charge de rupture comprise entre 1700 et 2000 kg tandis qu'une ligne de probabilité dans le cas d'une fibre optique comparative sou-

5 mise au traitement thermique augmente brusquement pour une charge de rupture comprise entre 1400 et 1800 kg. Ce test comparatif montre que les fibres optiques (10a) réalisées conformément à la présente invention ont une excellente résistance à la chaleur.

10

Exemple 2 :

Afin de déterminer les effets des radiations, la fibre optique (10a) réalisée conformément à l'invention et une fibre optique comparative préparées dans les mêmes conditions que dans l'exemple 1, sont soumises à une

15 radiation gamma à température ambiante pendant une durée de mille heures dans une atmosphère d'air. Chaque fibre optique est espacée d'une source gamma de cobalt-60 de  $10^4$  Ci (curies) à une distance de cinq mètres.

20

La fibre optique (10a) conforme à l'invention et la fibre optique comparative sont alors soumises au test de traitement thermique selon la procédure de l'exemple 1. On constate que l'aspect des fibres optiques (10a) réalisées conformément à l'invention ne sont pas détériorées du tout.

25

De la même manière que dans l'exemple 1, on soumet alors une centaine d'échantillons de fibres optiques (10a)

30 et une centaine d'échantillons de fibres comparatifs à des tests de résistance à la rupture et à la traction, la probabilité de casse ou rupture étant déterminée selon la distribution de Weibull. En ce qui concerne la fibre optique (10a) conforme à l'invention, une ligne de

35 probabilité dans un graphique de distribution de Weibull

- 11 -

augmente brusquement pour une charge de rupture comprise entre 1700 et 2000 kg, tandis que dans le cas des fibres optiques comparatives, cette ligne de rupture se produit pour une charge comprise entre 1500 et 1900 kg. En conséquence, les fibres optiques (10a) selon la présente invention présentent une excellente résistance à la radiation.

REVENDEICATIONS

1/ Fibre optique comportant un élément transmetteur de la lumière comprenant au moins un élément à fibre optique qui est recouvert d'une couche d'enduction résistante à la chaleur et aux radiations, caractérisée par le fait que ladite couche d'enduction comporte une couche interne tampon (16) et une couche externe (18) à base de polyether ether cétone et qui recouvre la couche interne (16).

2/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que l'élément transmetteur de lumière (20) comporte une pluralité de fibres optiques (12) liées ensemble par fusion sur leur périphérie extérieure.

3/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche interne tampon (16) est à base de gomme de silicone.

4/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche interne (16) a une épaisseur comprise entre 150 et environ 200  $\mu$ m.

5/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche interne (16) est à base de gomme de silicone modifié souple et présentant un indice de réfraction supérieur à celui du verre de silice.

6/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche interne (16) est composée d'une première couche de gomme de silicone modifié disposée autour de l'élément transmetteur de lumière (12) et d'une seconde couche de gomme de silicone disposée autour de la première couche, la gomme de silicone modifié étant

- 13 -

molle et ayant un indice de réfraction supérieur à celui du verre de silice, ladite première couche ayant une épaisseur comprise entre 40 et environ 50  $\mu\text{m}$ , et la seconde couche ayant une épaisseur comprise entre 110 et environ 150  $\mu\text{m}$ .

5

7/ Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la couche extérieure (18) a une épaisseur comprise entre environ 120 et 130  $\mu\text{m}$ .

10

FIGURE 1/2

FIG. 1

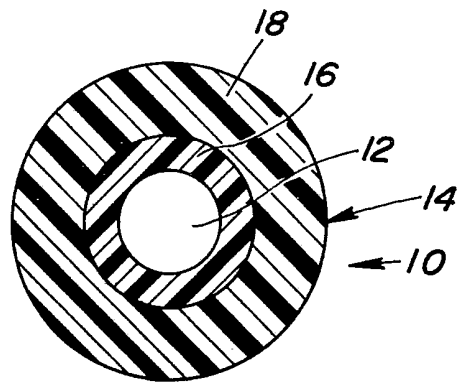


FIG. 2

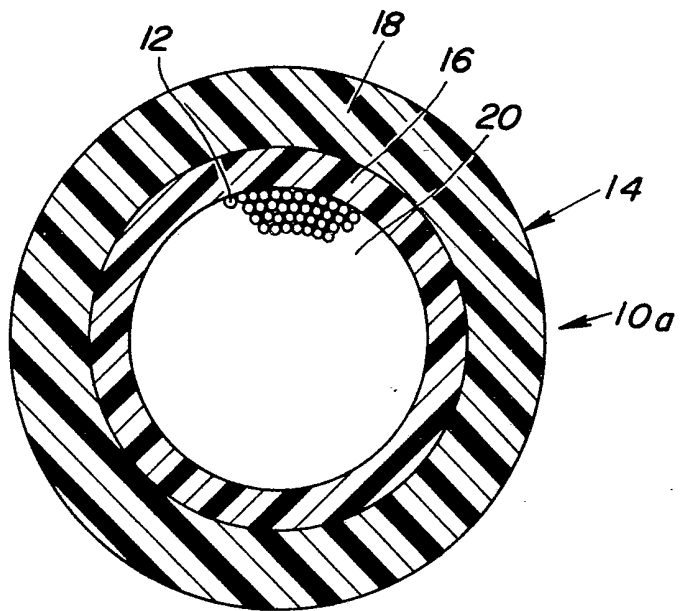


FIG.3

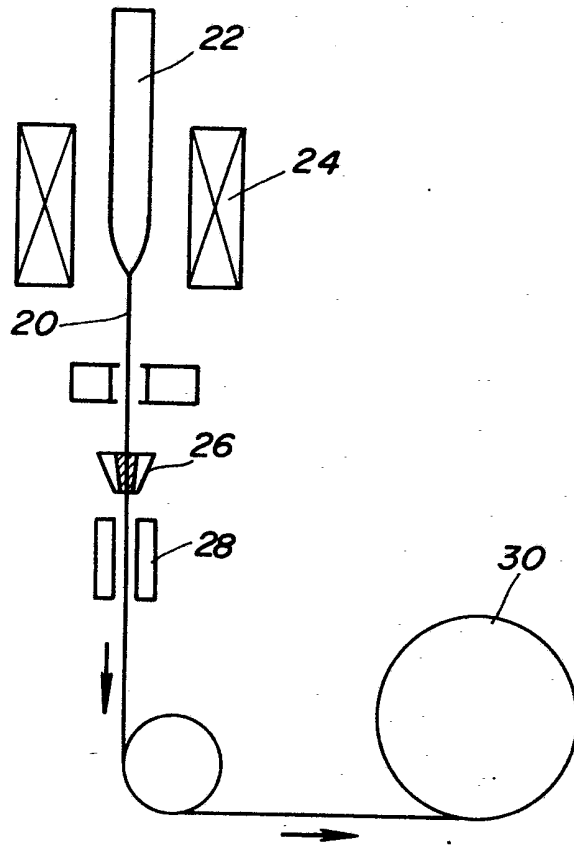


FIG.4

