



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 684 290 A5

⑤① Int. Cl.⁵: G 02 B 6/16

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

⑳ Numéro de la demande: 466/91

⑦③ Titulaire(s):
Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique
S.A., Neuchâtel 7

㉒ Date de dépôt: 15.02.1991

㉔ Brevet délivré le: 15.08.1994

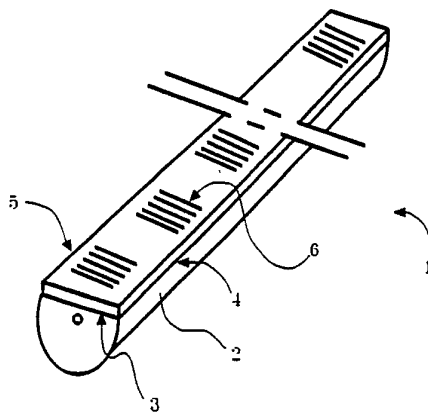
④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.08.1994

⑦② Inventeur(s):
Kotrotsios, Georges, Neuchâtel
Neuman, Victor, Corcelles NE
Berthou, Hervé, St-Aubin NE
Hintermann, Hans-Erich, Ins

⑤④ **Procédés de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique, dispositif transducteur obtenu.**

⑤⑦ La présente invention se rapporte à un procédé de réalisation d'un réseau de diffraction sur une fibre optique et au dispositif transducteur obtenu par le procédé.

Sur la préforme (2) est réalisé un méplat (4), sur lequel est déposée une couche (5) de matériau optique dopé. Des réseaux de diffraction (6) sont réalisés dans la couche (5). La préforme est ensuite étirée de manière à conserver sa forme.



Description

La présente invention se rapporte à des procédés de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique, au dispositif transducteur obtenu.

Le document «Holographically generated gratings in optical fibers,» Optics & Photonics News, July 1990, pp. 14–16, de W. W. Morey et al., décrit un procédé de réalisation d'un réseau dans le cœur d'une fibre optique par effet photoréfractif. La fibre optique ainsi obtenue est utilisée dans un capteur de température ou de pression. L'effet de transduction est basé sur une variation du pas du réseau en fonction de la variation de la grandeur physique à mesurer. En d'autres termes, une variation de l'intensité de l'onde se propageant dans la fibre a lieu pour une longueur d'onde donnée dépendant de la variation de la grandeur physique.

Un inconvénient du procédé de l'art antérieur pour la mise en œuvre de l'effet photoréfractif est qu'il nécessite l'emploi d'une source de lumière émettant une onde lumineuse ultraviolette. Ces sources peu courantes sont d'un coût élevé. Des sources de lumière plus courantes et émettant à une longueur d'onde de l'ordre de 400 à 550 nm peuvent cependant être utilisées. Toutefois, l'utilisation de telles sources de lumière nécessite une puissance lumineuse importante. De plus, du fait qu'à cette bande de longueur d'onde l'obtention de l'effet photoréfractif permanent fait appel au processus connu d'absorption à deux photons, la durée d'exposition est élevée.

Un autre inconvénient du procédé connu est que le fibrage est de plus en plus difficile à réaliser avec l'adjonction du matériau photosensible, à savoir l'oxyde de germanium, dans le cœur de la fibre.

Un inconvénient du dispositif de transduction ainsi obtenu est qu'il ne peut pas être utilisé dans un capteur optique pour la mesure d'une grandeur chimique, du fait que le milieu chimique devant être analysé doit être en contact direct avec le milieu dans lequel se propage l'onde lumineuse.

Aussi un but de l'invention est la réalisation d'un réseau de diffraction sur une fibre optique permettant d'éviter l'utilisation d'une source de lumière ultraviolette ou d'une source de lumière de puissance très élevée émettant dans le domaine du visible.

Un premier objet de l'invention est un procédé de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique constituant un dispositif transducteur qui comporte les étapes suivantes:

- réalisation d'une préforme dont la section transversale présente au moins un segment de droite à partir d'une préforme initiale dont la partie extérieure est usinée ou polie selon un plan parallèle à l'axe de la préforme, de manière à former un méplat sur toute la longueur de la préforme,
- dépôt sur le méplat de la préforme d'une couche optique dopée,
- étirage de la préforme pour obtenir une fibre optique dont la section transversale présente au moins un segment de droite de manière à former un méplat sur toute la longueur de la fibre, et

– réalisation dans ladite couche d'au moins un réseau de diffraction par effet photoréfractif.

Selon un autre objet de l'invention, le procédé de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique constituant un dispositif transducteur comporte les étapes suivantes:

- réalisation d'une préforme dont la section transversale présente au moins un segment de droite à partir d'une préforme initiale dont la partie extérieure est usinée ou polie selon un plan parallèle à l'axe de la préforme, de manière à former un méplat sur toute la longueur de la préforme,
- dépôt sur toute la surface de la préforme d'une couche optique dopée,
- attaque chimique de la couche optique déposée sur la partie circulaire de la préforme,
- étirage de la préforme pour obtenir une fibre optique dont la section transversale présente au moins un segment de droite de manière à former un méplat sur toute la longueur de la fibre et
- réalisation dans ladite couche d'au moins un réseau de diffraction par effet photoréfractif.

Un avantage de ces procédés conformes à l'invention est de permettre simultanément le maintien du méplat lors du fibrage et l'obtention d'une fibre optique présentant une bonne résistance mécanique. La différence de viscosité entre la couche constituant le méplat de la préforme et le reste de la section transversale permet le fibrage à une température suffisamment élevée pour bien fondre l'extérieur de la fibre et réduire la tension de fibrage à une valeur typique correspondant au fibrage des fibres de télécommunication, tout en maintenant la section droite du méplat.

En effet, à partir d'une préforme de symétrie non circulaire dont la partie extérieure est uniforme, l'utilisation d'une source de chaleur de symétrie circulaire donne, lors de l'étirage, une fibre qui tend à devenir circulaire. Une solution connue à ce problème consiste à tirer la fibre à une température plus basse que les températures généralement utilisées. Un inconvénient de cette solution est la fragilité de la fibre ainsi obtenue.

Un autre avantage de ces procédés conformes à l'invention est de permettre l'utilisation d'un four d'étirage de fibre conventionnel ne nécessitant donc aucune modification préalable.

Un autre avantage, du fait que le dépôt de la couche est réalisé directement sur la préforme, est de diminuer le coût de fabrication du dispositif transducteur incorporant une telle fibre optique.

Selon l'invention, la couche en matériau optique, par exemple en silice SiO_2 , est dopée au moins par un élément choisi dans le groupe constitué par l'oxyde de titane TiO_2 , l'oxyde de germanium GeO_2 , l'oxyde de zirconium ZrO_2 , l'oxyde de hafnium HfO_2 , l'oxyde de phosphore P_2O_5 et les terres rares.

L'oxyde de titane TiO_2 , l'oxyde de zirconium ZrO_2 et l'oxyde de hafnium HfO_2 , sont des composés dont le point de fusion est avantageusement supérieur à celui de la silice, ce qui permet de réaliser le fibrage aux températures typiquement utilisées dans les procédés de fibrage de fibres de télécommunication.

Les autres dopants, à savoir l'oxyde de germanium GeO_2 , les terres rares, l'oxyde de phosphore P_2O_5 , incorporés dans la couche optique en combinaison avec l'un des dopants cités précédemment, ont l'avantage de permettre l'augmentation de la durée de vie des réseaux de diffraction obtenus par effet photorésistif.

L'invention porte également sur le dispositif transducteur obtenu selon l'un des procédés, qui se caractérise en ce qu'il comprend une fibre optique dont la section transverse présente au moins un segment de droite de manière à former un méplat sur toute la longueur de la fibre optique et une couche d'un matériau optique, disposée sur ledit méplat, dont l'indice de réfraction varie périodiquement le long de ladite fibre optique pour former au moins un réseau de diffraction.

Un avantage de cette caractéristique, du fait que la couche optique est déposée pendant la fabrication de la préforme, est de supprimer l'étape complexe consistant en un dépôt ultérieur sur la fibre.

L'invention porte également sur un capteur physique ou chimique et un dispositif de télécommunication comprenant un tel dispositif transducteur.

Un avantage du dispositif transducteur est sa compacité et sa fiabilité ainsi que sa simplicité de fabrication.

Un autre avantage est la possibilité de multiplexer plusieurs réseaux sur le même support sans toutefois interrompre sa continuité.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de procédés de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique, du dispositif transducteur obtenu et de l'utilisation de ce dispositif transducteur, ladite description étant faite à titre purement illustratif et en relation avec les dessins joints dans lesquels:

La fig. 1 montre un exemple de dispositif transducteur réalisé selon le procédé conforme à l'invention.

L'attaque chimique du second procédé est effectuée par un flux de gaz fluoré sous une torche plasma sur un tour verrier et est interrompue lorsque le méplat de la préforme fait face à ladite torche.

Le brevet 2 189 900 de Luksun Li et al. décrit un procédé de réalisation d'une fibre optique dont la section transverse présente au moins un segment de droite. Le procédé de réalisation mettant en œuvre l'effet photoréfractif est décrit dans le préambule de la description du brevet cité.

La couche en matériau optique, par exemple en silice SiO_2 , peut être avantageusement dopée au moins par un élément choisi dans le groupe constitué par l'oxyde de titane TiO_2 , l'oxyde de germanium GeO_2 , l'oxyde de zirconium ZrO_2 , l'oxyde de hafnium HfO_2 , l'oxyde de phosphore P_2O_5 et les terres rares.

Le dispositif transducteur réalisé selon les procédés conformes à l'invention est représenté à la fig. 1. Le dispositif transducteur 1 comporte une fibre optique 2 dont la section transverse présente au moins un segment de droite 3 de manière à former un méplat 4 sur toute la longueur de la fibre opti-

que. Le méplat de la fibre optique est surmonté d'une couche d'un matériau optique 5 dopée dont l'indice de réfraction varie périodiquement le long de la fibre optique pour former au moins un réseau de diffraction 6. Comme décrit précédemment, la couche en matériau optique peut être avantageusement dopée au moins par un élément choisi dans le groupe constitué par l'oxyde de titane TiO_2 , l'oxyde de germanium GeO_2 , l'oxyde de zirconium ZrO_2 , l'oxyde de hafnium HfO_2 , l'oxyde de phosphore P_2O_5 et les terres rares.

Selon un mode de réalisation autre, le méplat de la fibre optique est surmonté d'une couche optique en matériau photorésistif dont l'épaisseur varie périodiquement le long de la fibre optique pour former au moins un réseau de diffraction. La réalisation du ou des réseaux de diffraction fait appel, par exemple, à un procédé connu d'attaque chimique.

Le dispositif transducteur est utilisé dans un capteur optique pour la mesure d'une grandeur physique, telle par exemple la température ou la pression, ou d'une grandeur chimique, telle par exemple le contenu d'anticorps dans une solution.

Dans de tels capteurs et selon un premier mode de réalisation, l'effet recherché peut être un couplage entre modes guidés ou modes de polarisation selon que l'on utilise une fibre optique bimodale ou une fibre optique à maintien de polarisation. La grandeur physique ou chimique à mesurer est appliquée sur l'un des réseaux de la fibre optique et est donnée par le rapport entre les intensités des modes respectifs.

Dans un deuxième mode de réalisation du capteur optique, la variation de la grandeur physique ou chimique à mesurer modifie les caractéristiques spectrales de l'onde lumineuse se propageant dans la fibre optique. Une mesure spectrale par exemple en bout de fibre optique permet de déterminer la variation de la grandeur à mesurer.

Dans un troisième mode de réalisation du capteur optique, le ou les réseaux de diffraction sur la fibre optique sont utilisés pour injecter dans la fibre ou extraire de la fibre une onde lumineuse se propageant respectivement à l'extérieur et à l'intérieur de la fibre.

Dans le cas où une onde incidente externe est injectée dans la fibre à l'aide de l'un quelconque des réseaux de couplage, l'intensité lumineuse de l'onde optique injectée dans le cœur de la fibre est fonction de la variation de l'indice de réfraction d'un matériau transducteur disposé sur le réseau de couplage et donc de la variation de la grandeur à mesurer.

Dans le cas où une onde se propageant dans la fibre optique est extraite de celle-ci vers l'extérieur à l'aide de l'un quelconque des réseaux de couplage, l'angle que fait l'axe de propagation de l'onde optique extraite avec l'axe de la fibre est fonction de la variation de l'indice de réfraction d'un matériau transducteur disposé sur le réseau de couplage et donc de la variation de la grandeur à mesurer.

Le dispositif transducteur est encore utilisé dans un dispositif de télécommunication tel que décrit dans le document «Optical Fiber Delay-Line Signal

Processing», IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-33, No 3, March 1985, de Kenneth P. Jackson et al. Dans un tel dispositif de télécommunication une partie de l'onde guidée, de l'ordre de 1%, est extraite de la fibre par couplage entre un mode guidé dans la fibre et un mode radié vers l'extérieur. Ce dispositif est utilisé dans le domaine des télécommunications pour distribuer l'information à transmettre contenue dans l'onde optique guidée entre un nombre donné de récepteurs.

Bien que la présente invention ait été décrite dans le cadre d'exemples de procédés particuliers, il est clair, cependant, que ces procédés sont susceptibles de modifications ou de variantes sans sortir de leur domaine.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique constituant un dispositif transducteur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

– réalisation à partir d'une préforme initiale dont la partie extérieure est usinée ou polie selon un plan parallèle à l'axe de la préforme, d'une préforme dont la section transversale présente au moins un segment de droite, de manière à former un méplat sur toute la longueur de la préforme,

– dépôt sur le méplat de la préforme d'une couche optique dopée,

– étirage de la préforme pour obtenir une fibre optique dont la section transversale présente au moins un segment de droite de manière à former un méplat sur toute la longueur de la fibre et

– réalisation dans ladite couche d'au moins un réseau de diffraction par effet photoréfractif.

2. Procédé de réalisation d'au moins un réseau de diffraction sur une fibre optique constituant un dispositif transducteur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

– réalisation à partir d'une préforme initiale dont la partie extérieure est usinée ou polie selon un plan parallèle à l'axe de la préforme, d'une préforme dont la section transversale présente au moins un segment de droite, de manière à former un méplat sur toute la longueur de la préforme,

– dépôt sur toute la surface de la préforme d'une couche optique dopée,

– attaque chimique de la couche optique déposée sur la partie circulaire de la préforme,

– étirage de la préforme pour obtenir une fibre optique dont la section transversale présente au moins un segment de droite de manière à former un méplat sur toute la longueur de la fibre et

– réalisation dans ladite couche d'au moins un réseau de diffraction par effet photoréfractif.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ladite couche en matériau optique est dopée au moins par un élément choisi dans le groupe constitué par l'oxyde de titane TiO_2 , l'oxyde de germanium GeO_2 , l'oxyde de zirconium ZrO_2 , l'oxyde de hafnium HfO_2 , l'oxyde de phosphore P_2O_5 et les terres rares.

4. Dispositif transducteur (1) obtenu selon le pro-

cedé de l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une fibre optique (2) dont la section transversale présente au moins un segment de droite (3) de manière à former un méplat (4) sur toute la longueur de la fibre optique et une couche (5) d'un matériau optique, disposée sur ledit méplat, dont l'indice de réfraction varie périodiquement le long de ladite fibre optique pour former au moins un réseau de diffraction (6).

5. Capteur optique comprenant un dispositif transducteur selon la revendication 4 pour la mesure d'une grandeur physique.

6. Capteur optique comprenant un dispositif transducteur selon la revendication 4 pour la mesure d'une grandeur chimique.

7. Dispositif de télécommunication comprenant un dispositif transducteur selon la revendication 4 pour la distribution d'au moins un signal optique.

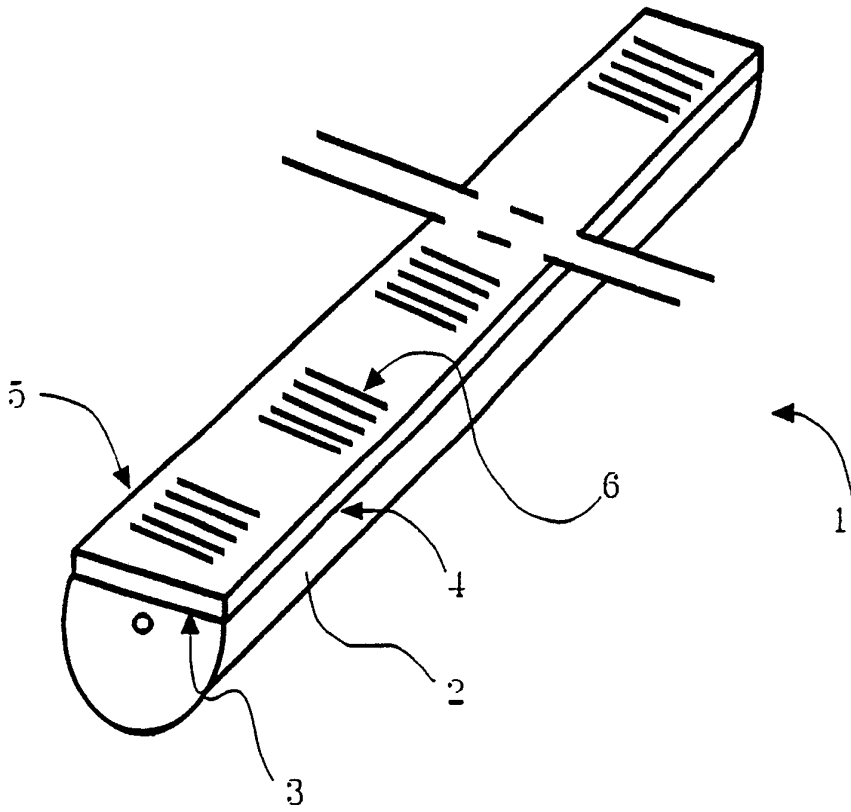


Fig.1.