

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 15095**

(54) Composants à indice de réfraction dégradé et leur procédé de préparation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **C 03 B 37/075**
// G 02 B 3/00, 5/16:

(22) Date de dépôt..... 4 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 13 août 1980, n° 177 549.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 19-2-1982.

(71) Déposant : AMERICAN OPTICAL CORPORATION, société organisée selon les lois de l'Etat du Delaware, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Walter P. Siegmund.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Sauvage,
62, cours de Vincennes, 75012 Paris.

La présente invention concerne des composants optiques revêtant la forme de tiges, lentilles et fibres ayant un indice de réfraction dégradé et, plus particulièrement, des perfectionnements apportés à leur procédé de fabrication.

5 Les composants optiques à indice de réfraction dégradé tels que les micro-lentilles et les fibres optiques sont à l'heure actuelle fabriqués par des procédés d'interdiffusion ou de dépôt chimique, nécessitant tous deux des traitements longs et coûteux dans des fours spéciaux et/ou la
10 préparation de pâtes, de poudres, de liquides ou de gaz. Les brevets des Etats-Unis n° 3 843 228, 3 791 806 et 3 941 474 constituent des exemples de description de tels procédés antérieurement connus.

Compte tenu de ce qui précède, l'invention a pour but
15 de réduire au minimum le coût des articles à indice de réfraction dégradé en simplifiant leur procédé de production et en permettant une production de masse efficace de tiges ou fibres dégradées.

Plus particulièrement, l'invention a pour objectif de
20 supprimer le besoin d'une interdiffusion ou d'un traitement chimique long au cours de la fabrication de composants de lentilles ou de fibres dégradés.

Elle se propose encore d'apporter des moyens et un procédé permettant de régler avec précision le profil de l'indice
25 de réfraction dégradé dans des tiges, fibres ou lentilles optiques.

D'autres buts et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après.

Selon l'invention, on forme des composants de tiges ou
30 fibres optiques en enroulant une fibre de verre en couches multiples autour d'un mandrin en verre. La fibre présente une variation longitudinale prédéterminée de l'indice de réfraction depuis une valeur approximativement égale à celle du mandrin pour ce qui est de la première couche d'enroulement, jusqu'à un indice sensiblement inférieur au niveau
35 de la dernière couche d'enroulement, grâce à quoi l'indice de réfraction varie de manière correspondante sur l'épaisseur des enroulements totaux. Le fusionnement et l'étirage de l'unité enroulée donnent une tige (ou fibre) de section

transversale pleine ayant un profil d'indice de réfraction radial similaire à celui des enroulements de fibres mais sa variation est continue vers l'extérieur par suite de la diffusion ionique.

5 Les détails de l'invention ressortiront aisément de la description suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre, en perspective, un composant à indice de réfraction dégradé du type de ceux issus de la
10 mise en oeuvre de l'invention ;

- la figure 2 est une vue de côté d'une partie préformée d'éléments optiques à partir desquels le composant de la figure 1 peut être produit ;

- la figure 3 est une illustration schématique d'un
15 procédé de traitement de la partie préformée de la figure 2 ; et

- la figure 4 illustre schématiquement un système préféré de fabrication de la partie préformée ci-dessus.

La figure 1 montre un composant optique 10 dont l'indice de réfraction est dégradé radialement vers l'extérieur comme le montrent les flèches 12. Grâce à son indice de réfraction qui est le plus grand dans la partie centrale du composant 10, l'article est utilisable soit comme lentille conductrice d'images ayant la forme d'une aiguille (c'est-à-dire avec les deux extrémités opposées polies) ou comme
25 élément à partir duquel des longueurs plus courtes peuvent être obtenues par division pour former des objectifs de fibroscopes et dispositifs similaires. Des articles ayant des diamètres aussi petits qu'un millimètre par exemple peuvent transmettre des images distinctes d'objets placés à leur extrémité
30 d'entrée ou au voisinage de cette dernière. Lorsqu'ils sont coupés à des longueurs appropriées, les composants 10 peuvent également être réunis en faisceaux et utilisés pour transporter des images verticales dans des systèmes de reproduction de documents. Les composants de diamètres plus petits forment des fibres optiques.

Le diamètre des lentilles en forme de tiges est généralement compris entre 0,5 et 5 millimètres et celui des fibres à indice de réfraction dégradé est généralement
40 compris entre 0,05 et 0,15 millimètre. Naturellement, on

peut avoir recours à d'autres diamètres.

Selon l'invention, le composant 10 est produit à partir d'une partie préformée 14 constituée d'un coeur 16 en un verre d'indice de réfraction élevé et autour duquel on forme des spires multiples 18 d'une fibre de verre mince 20 gainée de verre, de préférence en procédant à un enroulement bien régulier. On utilise un diamètre de coeur allant de quelques millimètres à 10-30 millimètres au plus et un diamètre de fibre 20 compris entre 25 et 50 microns. On obtient ainsi de la part de la fibre 20 la souplesse nécessaire à un enroulement serré des spires 18.

L'indice de réfraction transversal efficace (c'est-à-dire moyen) de la fibre 20 décroît graduellement ou pas à pas sur sa longueur en partant de préférence d'une valeur qui correspond à celle de l'indice de réfraction du verre du coeur 16 (par exemple 1,8) jusqu'à une valeur sensiblement inférieure à la périphérie de la partie préformée 14 (par exemple 1,5).

On chauffe de préférence la partie préformée 14 pour fusionner le coeur et les enroulements en une masse pleine et cette dernière est soumise à un traitement thermique pour que les verres diffusent dans les fibres et les parties voisines du coeur aux fins d'obtenir un dégradé uniforme de l'indice de réfraction dans la partie préformée. Le petit diamètre de la fibre 20 permet une diffusion ionique adéquate dans ses composants en une période de temps relativement courte (par exemple quelques heures) à une température voisine de la température de déformation.

La partie préformée est ensuite chauffée localement (par exemple à l'aide des dispositifs de chauffage 22) et étirée jusqu'à avoir une dimension transversale égale à celle voulue pour le composant 10 ou autre composant à produire. Ensuite, le ou les composants sont coupés à partir de la partie étirée 24 comme le montrent les lignes 26.

L'indice de réfraction de la fibre 20 est réduit progressivement (ou pas à pas) au cours de l'opération d'enroulement ci-dessus en alimentant de manière différentielle les matériaux formant le coeur 28 et la gaine 30 utilisés pour produire la fibre 20 (figure 4). La tige 28 formant le coeur et le tube 30 formant la gaine sont acheminés dans la zone de chauffage 32 à des vitesses particulières selon le profil

d'indice de réfraction voulu dans la partie préformée 14. Ce profil peut, par exemple, correspondre à une distribution parabolique selon le rayon r (figure 4) de la partie préformée finale 14.

- 5 Avec une tige 28 formée de verre flint ayant un indice de réfraction compris entre 1,6 et 1,8 et un tube 30 en verre $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ ayant un indice de réfraction d'approximativement 1,5, le réglage de l'alimentation en ces composants dans la zone de chauffage 32 peut commencer par un étirage
- 10 ne portant sensiblement que sur le verre d'indice de réfraction élevé formant la tige (comme le montre la flèche A), puis par l'inclusion croissante, graduelle ou pas à pas, du verre formant le tube selon la flèche B, jusqu'au point où l'étirage se termine en ne portant pratiquement que sur
- 15 le verre de faible indice de réfraction. Bien que l'on ait illustré une alimentation et un étirage différentiels des composants de tiges et de tubes, on doit comprendre que l'on obtiendrait des résultats similaires par extrusion de matériaux de coeur et de gaine sous des pressions différentielles.
- 20 Le brevet des Etats-Unis n° 2 992 517 décrit un procédé d'extrusion qui conviendrait à cette fin.

- On doit comprendre que le traitement ci-dessus de la partie préformée 14, pour obtenir une diffusion ionique au sein de ses composants (c'est-à-dire un mélange progressif
- 25 des indices de réfraction différents) peut être accompli simultanément avec l'opération d'étirage au diamètre réduit. En outre, ce n'est qu'à titre d'exemple que l'on a mentionné l'utilisation possible de verres flint et $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ à propos du coeur de fibre 20 et de la gaine. S'il est exact que
- 30 ces verres diffusent ioniquement de manière satisfaisante, on pourrait utiliser tout aussi bien des combinaisons d'autres verres ayant des propriétés de diffusion similaires. En outre, le coeur 16 lui-même pourrait avoir un indice de réfraction dégradé avant l'adjonction des enroulements 18 dans le
- 35 cas où l'on désire que la variation d'indice de réfraction radiale dans le composant 10 commence au voisinage du centre du composant. Cela peut être obtenu en utilisant un élément préformé tel que 14 pour produire les coeurs 16. Par exemple, une pièce étirée 24 (figure 3), amenée à un diamètre convenable de coeur 16, c'est-à-dire de quelques millimètres seu-
- 40

lement, fournirait un coeur à indice de réfraction dégradé radialement et convenant à l'utilisation recherchée.

Il est bien entendu que le présente invention n'est pas limitée à la forme d'exécution décrite et représentée
5 et que l'on peut lui apporter diverses modifications, variantes et adaptations sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1- Procédé de fabrication d'un composant optique à indice de réfraction dégradé, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- étirer une fibre de verre 20 mince et souple ayant un indice de réfraction longitudinalement variable ;
- 5 - à enrouler ladite fibre 20 sur un coeur en verre 16 en couches multiples ;
- à fusionner ladite fibre enroulée 20, 18 et ledit coeur 16 en une masse pleine;
- à étirer ladite masse à la taille transversale voulue pour
- 10 ledit composant optique 10, et
- à couper transversalement 26-26 ledit composant 10 dans la partie étirée 24.

2- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fibre 20 est formée d'une partie étirée 34 obtenue à

15 partir d'un verre central 28 et d'un verre de gainage 30, lesdits verres entrant différentiellement dans la composition de ladite partie étirée 24.

3- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le verre central 28 a un indice de réfraction sensiblement

20 supérieur à celui du verre de gainage 30.

4- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la section transversale de la première extrémité de la fibre 20 est constituée de plus de verre central que l'extré-

25 mité opposée de ladite fibre, grâce à quoi l'indice de réfraction transversal moyen de ladite fibre varie d'une extrémité à l'autre de cette dernière.

5- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'indice de réfraction de ladite fibre 20 au voisinage de ladite première extrémité est supérieur à l'indice de ré-

30 fraction au voisinage de l'extrémité opposée.

6- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le profil de l'indice de réfraction au travers de l'enroulage 18 à couches multiples de fibre 20 décroît depuis le coeur 16 radialement vers l'extérieur au travers dudit

35 enroulage 18.

7- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le coeur 16 est d'un indice de réfraction voisin de celui de la première extrémité de la fibre enroulée 20.

8- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce

que l'indice de réfraction variable de ladite fibre 20 varie progressivement au long de sa longueur.

9- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'indice de réfraction variable de ladite fibre 20 varie pas à pas le long de sa longueur.

10- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits verres de fibre 20 et de coeur 16 diffusent ioniquement lors d'une étape comprise entre la terminaison dudit enroulement et l'étape de coupe transversale.

11- Composant à indice de réfraction dégradé, caractérisé en ce qu'il est formé d'un élément allongé en verre ayant une partie centrale de diamètre significatif d'indice de réfraction élevé et une partie marginale ayant un indice de réfraction dégradé radialement vers l'extérieur à partir de cette partie centrale jusqu'au bord du composant, l'indice de réfraction dégradé ayant la valeur la plus basse au voisinage de ce bord.

12- Composant à indice de réfraction dégradé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il est rigide.

13- Composant à indice de réfraction dégradé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il est souple.

14- Composant à indice de réfraction dégradé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dégradé se fait sous la forme d'une répartition parabolique selon le rayon dudit composant 10.

