

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 675 269

(21) N° d'enregistrement national :

92 04153

(51) Int Cl<sup>5</sup> : G 02 B 6/28

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 06.04.92.

(30) Priorité : 10.04.91 DE 4111624.

(71) Demandeur(s) : Société dite : MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM GMBH — DE.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 16.10.92 Bulletin 92/42.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

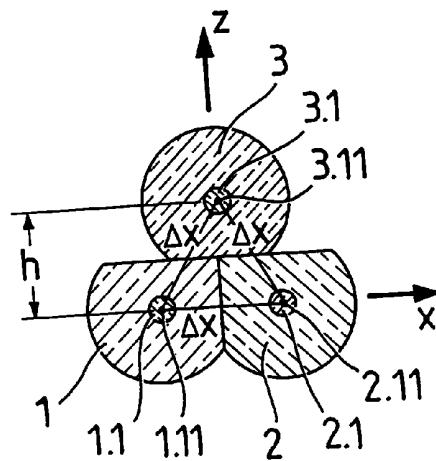
(72) Inventeur(s) : Staudinger Heinz.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Bureau D.A. Casalonga-Josse.

(54) Coupleur 3x3 à fibres optiques à surfaces polies.

(57) L'invention concerne un coupleur 3x3 à fibres optiques (1, 2, 3) à surfaces polies dans lequel les cœurs (1.1, 2.1, 3.1) des fibres optiques qui sont assemblées entre elles pour former ledit coupleur sont disposés symétriquement l'un par rapport à l'autre dans l'espace et sont situés, dans tout plan perpendiculaire à ligne d'assemblage commune, sur les sommets d'un triangle équilatéral.



FR 2 675 269 - A1



Coupleur 3x3 à fibres optiques à surfaces polies

L'invention concerne un coupleur 3x3 à fibres optiques formé de trois fibres optiques assemblées entre elles le long d'une distance de couplage ainsi que le procédé de fabrication d'un tel coupleur.

On connaît par le document EP 0 074 789 ou US-PS 4 755 021 un coupleur 2x2 ou un coupleur 4x4 dans lequel les fibres optiques à assembler sont meulées d'un côté jusqu'au voisinage du cœur de fibre et sont reliées entre elles par l'intermédiaire de leurs surfaces polies. Les caractéristiques de couplage de coupleurs de ce type sont essentiellement déterminées par la distance qui sépare les coeurs et par la longueur dite de couplage à l'intérieur de laquelle des ondes lumineuses peuvent passer d'un cœur de fibre à l'autre. La liaison ne serait-ce que de deux fibres optiques exige une très grande précision, le diamètre du cœur étant de l'ordre de 10 µm pour des fibres optiques monomodales et la distance entre les coeurs dans la zone de couplage étant d'environ 1 - 5 µm. Ceci suppose également que le parallélisme entre les deux coeurs de fibre est aussi parfait que possible sur l'ensemble de la distance de couplage. Pour cela, dans le document EP 0 0 74 789, on courbe en arc de cercles respectivement deux fibres optiques et on les meule dans la région de leur sommet jusqu'au voisinage de leur cœur de manière obtenir une surface plane. On assemble ensuite les deux fibres optiques le long de leur surfaces polies.

Pour réaliser un coupleur 4x4, on courbe en arc de cercle deux paires de fibres optiques de ce type liées entre elles par l'intermédiaire de surfaces polies et on les meule de nouveau dans la région de leur sommet jusqu'au voisinage des deux coeurs contigus de manière à obtenir une surface plane, ladite surface polie étant perpendiculaire à la première. On assemble ensuite entre elles, par l'intermédiaire de leurs surfaces polies, deux paires de fibres optiques comportant une telle surface polie latérale de manière à obtenir un coupleur dont la section ressemble à un trèfle à quatre feuilles.

Il n'était pas possible jusqu'à présent d'appliquer par analogie ce procédé de fabrication à un coupleur 3x3 étant donné que dans ce cas les coeurs des fibres optiques sont purement et simplement situés

sur un triangle équilatéral au centre de la zone de couplage. Les distances des fibres optiques évoluent de manière non linéaire à droite et à gauche de ce centre, de sorte que l'on aurait une dissymétrie au niveau du couplage entre les trois fibres optiques. C'est la raison pour 5 laquelle les coupleurs 3x3 sont généralement réalisés suivant un autre procédé, à savoir par torsade suivie d'une fusion. La reproductibilité de ces procédés par fusion reste cependant insuffisante.

10 L'objectif de la présente invention est donc de proposer un coupleur 3x3 ainsi qu'un procédé pour sa fabrication qui soit reproductible et offre un couplage régulier sur l'ensemble des trois fibres optiques.

15 Le problème est résolu à l'aide d'un coupleur 3x3 par le fait que, dans les limites de la distance de couplage, dans tout plan perpendiculaire à la distance de couplage, les coeurs des fibres optiques sont situés sur les sommets d'un triangle équilatéral.

20 Dans le coupleur 3x3 à surfaces polies selon l'invention, les coeurs des trois fibres optiques reliées entre elles dans la zone de couplage sont disposés dans l'espace symétriquement les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire que, dans toute section perpendiculaire aux axes des fibres, les centres des coeurs des fibres sont situés sur les 25 sommets d'un triangle équilatéral.

Conformément à l'invention, une première et une deuxième 25 fibre optique présentent des courbures en arc de cercle dans le même plan et de même rayon  $r$ , les centres des cercles ayant pour coordonnées

$$M_1 = \begin{pmatrix} x = r + d \\ y = 0 \end{pmatrix} \text{ et}$$

$$30 M_2 = \begin{pmatrix} x = -r - d \\ y = 0 \end{pmatrix},$$

d étant la distance minimale entre les fibres optiques au sommet de la courbure, une troisième fibre optique liée aux première et deuxième fibres optiques présente une courbure en ellipse ayant pour demi-axes 35  $a = r \cdot \sqrt{3}$  et  $b = r$  et pour centre

$$M_3 = \begin{pmatrix} x = y = 0 \\ y = (r + d) \cdot \sqrt{3} \end{pmatrix},$$

5 le plan de courbure de ladite troisième fibre optique étant perpendiculaire à celui des première et deuxième fibres et toutes les fibres optiques sont reliées entre elles par des surfaces polies rectilignes.

Le coupleur 3x3 à fibres optiques est obtenu en appliquant successivement les étapes de procédé suivantes:

10 a) on courbe suivant un arc de cercle ayant un même rayon de courbure donné une première et une deuxième fibre optique et on meule jusqu'au voisinage du coeur la gaine de fibre optique dans la région du sommet, de manière à obtenir une surface plane,

15 b) on assemble la première et la deuxième fibre optique le long de leurs surfaces polies, puis on meule de nouveau leur gaine dans un plan situé à même distance des deux coeurs de fibres optiques de manière à obtenir une surface plane,

20 c) on courbe en ellipse une troisième fibre optique et on meule jusqu'à une faible distance du coeur la gaine de fibre optique dans la région du sommet de la courbure, de manière à obtenir une surface plane et

25 d) on assemble la troisième fibre optique le long de sa surface polie avec la surface polie libre des première et deuxième fibres optiques déjà assemblées de manière telle que dans tout plan perpendiculaire à la ligne de liaison commune, les coeurs des fibres soient situés sur les angles d'un triangle équilatéral.

L'invention est décrite ci-après à l'aide d'un exemple de réalisation qui est représenté sur les dessins sous une forme partiellement simplifiée. Les dessins représentent:

30 Figure 1a, une vue de côté de deux fibres optiques couplées entre elles par l'intermédiaire de surfaces polies,

Figure 1b, une section transversale d'un agencement selon la figure 1a et,

35 Figure 2, une coupe transversale d'un coupleur 3x3 à surfaces polies.

Le coupleur à surfaces polies selon l'invention est obtenu de la manière suivante:

Tout d'abord on courbe en arc de cercle avec un rayon de courbure  $r_1 = r_2 = r$ , selon des méthodes connues (par exemple conformément au document EP 0 074 789), deux des trois fibres optiques à coupler entre elles (fibres 1 et 2), on les meule dans la région de leur sommet jusqu'au voisinage des coeurs de fibres 1.1 et 2.1 de manière à obtenir des surfaces planes et on assemble par collage les deux fibres optiques par leurs surfaces polies pour obtenir la forme représentée à la figure 1a. Le centre de courbure  $M_1$  du cœur de fibre optique 1.1 a pour coordonnées  $x = r + d$ ,  $y = 0$  et  $z = 0$  dans le système de coordonnées représenté; de manière analogue, le centre de courbure  $M_2$  du cœur de fibre optique 2.1 a pour coordonnées  $x = -r - d$ ,  $y = 0$  et  $z = 0$ . A une distance quelconque de l'origine des coordonnées, la distance  $\Delta x$  entre les deux coeurs de fibres est donc:

$$\Delta x = 2(r + d) \sqrt{r^2 - y^2}$$

Une coupe de l'agencement selon la figure 1a, perpendiculaire à l'axe des  $y$ , dans la région de l'origine des coordonnées, donnerait la forme représentée à la figure 1b. L'assemblage des deux fibres le long de leur surface polie doit être tel que les deux plans de courbure soient situés dans un plan commun, donc que les centres des coeurs de fibres soient toujours situés dans le plan  $x-y$ .

Lorsqu'on assemble un coupleur 2x2 ainsi obtenu avec une troisième fibre optique pour réaliser un coupleur 3x3, il faut veiller à ce que la distance du cœur de fibre 3.3 par rapport au plan  $x-y$  dans la zone de couplage soit toujours telle qu'un triangle équilatéral soit toujours formé avec les coeurs de fibres 1.1 et 1.2. La hauteur  $h$  d'un triangle équilatéral de côté  $\Delta x$  est définie par la formule:

$$h = \Delta x \cdot \sqrt{3}/2$$

Etant donné que l'exigence d'un triangle équilatéral formé entre les centres 1.11, 2.11 et 3.11 des trois coeurs de fibres 1.1, 2.1 et 3.1 vaut pour toute coupe parallèle au plan  $x-z$  dans la zone de couplage du coupleur 3x3,

$$z = h = \sqrt{3}/2 \cdot \Delta x$$

En introduisant dans cette équation la formule pour  $\Delta x$  ci-

dessus, on obtient:

$$z = \sqrt{3} (r + d) (\pm \sqrt{r^2 - y^2}).$$

Après transformation, il vient:

$$[z - \sqrt{3} (r + d)]^2 / 3r^2 + y^2 / r^2 = 1.$$

5 Cette formule décrit une ellipse qui a pour demi-axes  $a = \sqrt{3} \cdot r$  et  $b = r$  et, pour centre, le point  $M_3$  dont les coordonnées sont  $x = y = 0$  et  $z = (r + d) \sqrt{3}$ . Il s'ensuit que l'on courbe la troisième fibre optique 3 conformément à la formule de l'ellipse ci-dessus et que l'on meule celle-ci dans la région du sommet jusqu'au voisinage du coeur de fibre. On procède ensuite à un meulage plan des fibres 1 et 2 pré-assemblées en un coupleur 2x2 perpendiculairement à leur première surface polie commune, dans la région de leur liaison commune jusqu'à obtenir la distance totale  $h$  selon la formule ci-dessus (Figure 3). Lors de l'assemblage de la fibre optique 3 meulée avec les fibres 1 et 2 meulées une nouvelle fois, il faut seulement veiller à ce que le centre 3.11 du coeur de fibre 3.3, vu dans la direction  $z$ , soit situé au milieu entre les deux coeurs de fibre 1.1 et 2.1, c'est-à-dire sensiblement dans le plan des premières surfaces polies liées entre elles des première et deuxième fibres optiques.

10  
15  
20

25

30

35

## REVENDICATIONS

5            1. Coupleur 3x3 à fibres optiques formé de trois fibres optiques qui sont reliées entre elles le long d'une distance de couplage, caractérisé en ce que, dans les limites de la distance de couplage, dans tout plan perpendiculaire à la distance de couplage, les coeurs des fibres optiques (1, 2, 3) sont situés sur les sommets d'un triangle équilatéral.

10            2. Coupleur 3x3 à fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une première et une deuxième fibre optique (1, 2) présentent des courbures en arc de cercle dans le même plan et de même rayon  $r$ , les centres des cercles ayant pour coordonnées

$$M_1 = \begin{pmatrix} x = r + d \\ y = 0 \end{pmatrix} \text{ et}$$

15             $M_2 = \begin{pmatrix} x = -r - d \\ y = 0 \end{pmatrix},$

d étant la distance minimale des fibres optiques (1, 2) au sommet de la courbure,

20            en ce qu'une troisième fibre optique (3) liée à la première (1) et la deuxième (2) fibres optiques présente une courbure en ellipse ayant pour demi-axes  $a = r \cdot \sqrt{3}$  et  $b = r$  et pour centre

$$M_3 = \begin{pmatrix} x = y = 0 \\ y = (r + d) \cdot \sqrt{3} \end{pmatrix},$$

25            le plan de courbure de ladite troisième fibre optique étant perpendiculaire à celui de la première et de la deuxième fibre (1, 2) et en ce que toutes les fibres optiques (1, 2, 3) sont reliées entre elles par des surfaces polies rectilignes.

30            3. Procédé de fabrication d'un coupleur 3x3 à fibres optiques selon les revendications 1 ou 2, caractérisé par les étapes suivantes:

a) on trace suivant un arc de cercle ayant un même rayon de

courbure donné une première et une deuxième fibre optique et on meule jusqu'au voisinage du cœur la gaine de fibre optique dans la région du sommet, de manière à obtenir une surface plane,

5 b) on assemble la première et la deuxième fibre optique le long de leurs surfaces polies, puis on meule de nouveau leur gaine dans un plan situé à même distance des deux coeurs de fibres optiques de manière à obtenir une surface plane,

10 c) on courbe en ellipse une troisième fibre optique et on meule jusqu'au voisinage du cœur la gaine de fibre optique dans la région du sommet de la courbure, de manière à obtenir une surface plane et

15 d) on assemble la troisième fibre optique le long de sa surface polie avec la surface polie libre des première et deuxième fibres optiques déjà assemblées de manière telle que, dans tout plan perpendiculaire à la ligne de liaison commune, les coeurs des fibres soient situés sur les angles d'un triangle équilatéral.

20

25

30

35

